



HAL
open science

Biens publics et valorisation immobilière

Christophe Beckerich

► **To cite this version:**

Christophe Beckerich. Biens publics et valorisation immobilière. Economies et finances. Université Lumière - Lyon 2, 2000. Français. NNT: . tel-02097151

HAL Id: tel-02097151

<https://hal.science/tel-02097151v1>

Submitted on 19 Apr 2019

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

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

Biens publics et VALORISATION IMMOBILIERE

Thèse pour le Doctorat en Sciences économiques, mention économie des transports,
présentée et soutenue publiquement le 24 janvier 2000 par

Christophe BECKERICH

Directeur de thèse : M. Alain BONNAFOUS

Membres du Jury : Mme Marie-Andrée BUISSON, Maître de Conférences à l'Université Lumière Lyon 2 M. Alain BONNAFOUS, Professeur à l'Université Lumière Lyon 2 M. François GARDES, Professeur à l'Université de Paris 1 (rapporteur) M. Guy GILBERT, Professeur à l'Université de Paris X-Nanterre M. Alain GUENGANT, Directeur de Recherche au CREREG (rapporteur)

Table des matières

Remerciements . .	1
..	3
Liste des principaux sigles et abréviations . .	5
Introduction . .	7
I. La croissance des dépenses publiques des collectivités locales . .	8
II. L'aménagement de l'espace public urbain par les administrations territoriales .	9
III. De l'adaptation de l'espace public urbain à l'automobile à la gestion globale des déplacements .	11
a. Une politique d'adaptation de l'espace public urbain à l'automobile .	12
b. La prise de conscience de l'existence d'autres usages que les usages circulatoires .	12
c. Les enjeux de l'aménagement de l'espace public urbain .	13
d. De nouvelles politiques d'aménagement de l'espace public urbain .	15
IV. L'aménagement de l'espace public et l'analyse économique .	16
a. L'aménagement de l'espace public et l'analyse coûts-avantages . .	16
b. L'aménagement de l'espace public urbain et les effets externes .	17
c. La monétarisation des effets externes . .	18
PREMIERE PARTIE . .	21
CHAPITRE I : Les biens publics locaux et les effets externes .	21
1. La genèse du concept d'externalités . .	21
2. Les biens publics . .	26
3. Conclusion . .	36
CHAPITRE II : Les modèles de localisation résidentielle .	38
1. L'introduction de l'espace dans la théorie économique . .	38
2. Von Thünen et la localisation des activités agricoles .	40
3. Le modèle de localisation résidentielle d'Alonso . .	42
4. L'enrichissement du modèle canonique .	55

5. Conclusion . .	63
CHAPITRE III : Les tests empiriques de capitalisation immobilière de l'offre de biens publics locaux .	64
1. Tiebout et l'offre de biens publics locaux . .	64
2. La capitalisation de l'offre de biens publics locaux .	67
3. Les tests empiriques sur la capitalisation et le modèle de Tiebout .	81
4. Conclusion . .	83
Chapitre IV : Les modèles de capitalisation de l'offre de biens publics locaux .	84
1. Le modèle de Edel et Sclar : la capitalisation, un phénomène passager .	84
2. Le modèle de Brueckner amendé par Wildasin : la capitalisation, un verdict caché sur l'efficacité de l'offre de biens publics locaux . .	88
3. Le modèle de Yinger : une capitalisation durable .	91
4. Le modèle de Starrett : l'existence d'une capitalisation intracommunale .	101
5. Conclusion . .	106
Conclusion de la première partie .	107
SECONDE PARTIE .	115
CHAPITRE V : La méthode des prix hédonistes . .	115
1. Les fondements théoriques de la méthode des prix hédonistes .	116
2. La méthode des prix hédonistes .	117
3. Les conditions de réalisation des tests empiriques .	125
4. Les différentes formes de la méthode des prix hédonistes .	129
5. Conclusion . .	131
Chapitre VI : Le test empirique de la valorisation immobilière de l'aménagement de l'espace public urbain .	131
1. Les loyers versus les transactions immobilières comme variable endogène .	132
2. Les données disponibles pour le test empirique .	139
3. L'enquête de terrain . .	144
4. L'estimation de la fonction de valorisation immobilière .	152
5. Conclusion . .	163
CHAPITRE VII : Le marché de l'immobilier et l'économétrie spatiale . .	164

1. Le marché de l'immobilier : la remise en cause des hypothèses du modèle linéaire général .	165
2. La dépendance spatiale . .	169
3. L'estimation des modèles spatiaux à l'aide de l'économétrie spatiale . .	178
4. Conclusion . .	186
Chapitre VIII : L'estimation d'une fonction spatiale de valorisation immobilière de l'aménagement de l'espace public urbain . .	188
1. La spécification de la dépendance spatiale . .	188
2. Le modèle de base .	189
3. La mesure de l'autocorrélation spatiale . .	190
4. L'estimation des modèles spatiaux .	192
5. Les conséquences de la prise en compte de l'autocorrélation spatiale dans la fonction de valorisation immobilière . .	199
6. Conclusion . .	201
Conclusion de la seconde partie . .	202
CONCLUSION GENERALE .	205
Annexes . .	211
ANNEXE 1 .	211
ANNEXE 2 .	212
Annexe 3 . .	212
ANNEXE 4 .	213
ANNEXE 5 .	213
BIBLIOGRAPHIE . .	217

Remerciements

Je remercie Madame Marie-Andrée BUISSON pour avoir accepté d'encadrer ce travail, pour la confiance qu'elle m'a témoignée et pour les conseils qu'elle m'a prodigués tout au long de ces années.

Je voudrais témoigner ma gratitude au Professeur Alain BONNAFOUS pour avoir accepté, en fin de parcours, de relayer Madame Marie-Andrée BUISSON comme directeur de thèse. Je tiens à le remercier également pour avoir eu un œil toujours bienveillant sur mes travaux.

Je tiens à remercier le Professeur François GARDE et Monsieur Alain GUENGANT, rapporteurs de ma thèse, et le Professeur Guy GILBERT pour l'honneur qu'ils me font de participer à mon jury.

Je remercie Bruno FAIVRE D'ARCIER pour avoir suscité mon intérêt pour l'aménagement de l'espace public urbain. J'exprime également mes remerciements à l'ensemble des membres du LET pour leur accueil et leur aide.

Que Michel Le Nir trouve ici l'expression de ma reconnaissance pour la confiance qu'il m'a accordée. Que Sophie BOURGEAY soit remerciée pour son soutien et son aide à un moment clé de la rédaction.

Je voudrais témoigner à Florence LACAILLE ma profonde gratitude pour ses conseils, son soutien, son écoute et ses encouragements tout au long de ce travail.

A mes parents A Didier A Philippe

Liste des principaux sigles et abréviations

- APUL : Administrations publiques locales CBD : Central Business District CECIM : Centre d'études de la conjoncture immobilière COURLY : Communauté urbaine de Lyon CREDOC : Centre de recherche pour l'étude et l'observation des conditions de vie CSP : Catégories socio-professionnelles DDE : Direction départementale de l'équipement DMC : Méthode des doubles moindres carrés FNAIM : Fédération nationale des agences immobilières HLM : Habitation à loyer modéré INSEE : Institut national de la statistique et des études économiques LOTI : Loi d'orientation des transports intérieurs MAJIC : Mise à jour des informations cadastrales MCO : Méthode des moindres carrés ordinaires MIN : Marché immobilier des notaires ODAL : Organismes divers d'administration locale ŒIL : Observatoire des évaluations immobilières locales OTIF : Observatoire des transactions immobilières et foncières PDU : Plan de déplacement urbain PIB : Produit intérieur brut POS : Plan d'occupation des sols PTU : Périmètre des transports urbains RSA : Repeat Sale Analysis SLTC : Société lyonnaise de transports en commun TC : Transport collectif VP : Voiture particulière

Introduction

Depuis plus d'un siècle dans les pays occidentaux, les dépenses des administrations publiques représentent une part croissante du Produit Intérieur Brut (PIB) en France, passant de 14 % du PIB en 1890 à plus de 50 % aujourd'hui. Depuis 1950, les dépenses des administrations publiques (en francs constants) ont été multipliées par 7,2, alors que le PIB ne l'était que par 5 (GREFFE, 1994). Cette croissance exceptionnelle est expliquée par la loi de Wagner qui montre que depuis la fin du dix-neuvième siècle la demande d'intervention régulatrice de l'état croît avec le revenu par habitant, qui est lui-même fonction du niveau de développement de la société.

Cet accroissement des dépenses des administrations publiques résulte particulièrement d'une forte progression des prestations sociales. En effet, ces dernières représentent plus des deux tiers de l'augmentation des dépenses publiques depuis 1970. Les autres postes budgétaires (les charges salariales, les consommations intermédiaires, la formation brute de capital fixe, *etc.*) ont progressé à un rythme annuel de 6 %, alors que le PIB connaissait un fléchissement sur la même période. Les principaux postes concernés par cette croissance sont l'éducation et la culture, les affaires sociales et l'emploi, la défense, les administrations publiques, et la charge de la dette (BENARD, 1988).

I. La croissance des dépenses publiques des

collectivités locales

Les administrations publiques regroupent l'état (central ou fédéral), les administrations publiques locales (APUL), les établissements publics administratifs et les organismes de sécurité sociale. Les APUL comportent deux entités d'inégale importance, à savoir les collectivités territoriales (communes, départements, régions) qui représentent neuf dixièmes des dépenses, et les ODAL (organismes divers d'administration locale). L'accroissement des dépenses des administrations publiques s'explique par une augmentation très importante des dépenses engagées par les administrations publiques locales qui ont progressé de 4 % à plus de 10 % du PIB depuis le début du vingtième siècle en France. Par ailleurs, Les dépenses des APUL représentent environ 30 % des dépenses publiques totales et constituent 70 % de la formation brute de capital fixe (investissement) en 1997.

Les recettes fiscales ont évolué de la même manière. Le taux global des prélèvements obligatoires s'est établi à 46,1 % en 1997 en France. Le niveau des prélèvements obligatoires des APUL dépend de la structure administrative du pays et de la répartition des compétences entre l'état (central ou fédéral) et les collectivités territoriales. En France, l'état perçoit 45,5 % des prélèvements obligatoires, les APUL 10,3 %, les organismes de sécurité sociale prélevant le reste, soit 44,2 %.

La montée en puissance du secteur public local s'explique, entre autres, par un mouvement de désengagement financier de l'état central. Celui-ci a commencé au moment du développement des problèmes économiques des années soixante-dix et s'est concrétisé par les lois de décentralisation de 1982. Cette évolution s'est accompagnée d'un transfert de compétences et de la charge financière associée, aux échelons administratifs locaux. Ce mouvement résulte également d'une volonté de rapprochement des instances décisionnelles des problèmes et des demandes locaux conduisant à une meilleure prise en compte des besoins et à l'augmentation des biens publics offerts par les APUL.

En France, trois échelons ont des compétences spécifiques (la région, Le département et la commune) fixées par les lois de décentralisation votées à partir de 1982. La région est devenue collectivité territoriale en 1986 par son élection au suffrage universel. Elle a des compétences axées principalement sur l'action économique, l'aménagement du territoire et la formation professionnelle. Le département, création de la Révolution, devenue collectivité territoriale avec la Loi du 10 août 1871, possède de larges compétences comme l'action sociale, la construction et l'entretien des collèges, l'aménagement rural et l'organisation des transports scolaires. La commune est la plus petite subdivision administrative et la plus ancienne. Instituée à la Révolution en remplacement des villes et des paroisses du Moyen-âge, elle devient collectivité territoriale avec la Loi du 5 avril 1884. Ses compétences ont été revues avec les lois de décentralisation. Elle exerce, aujourd'hui, des compétences de proximité comme les écoles maternelles et primaires, l'urbanisme, l'action sociale et les pouvoirs de police, et

cetera. Afin d'assurer un meilleur développement urbain et un aménagement de leur territoire satisfaisant, les communes privilégient l'intercommunalité. La gestion de certains biens publics, comme le ramassage des ordures ménagères et l'assainissement, relève souvent d'une structure intercommunale. La Loi du 12 juillet 1999, dite Loi Chevènement, qui vise au renforcement et à la simplification de la coopération intercommunale, modifie profondément le dispositif de l'intercommunalité en créant les communautés d'agglomération et en précisant les règles de création des communautés urbaines, des communautés de communes et de villes qui étaient les structures intercommunales existantes.

II. L'aménagement de l'espace public urbain par les administrations territoriales

L'espace public urbain, défini comme le complémentaire des espaces privés cadastrés, est composé en grande partie de la voirie. La circulaire du 29 décembre 1964 définit la voirie comme *la surface de terrain appartenant à la collectivité et affectée à la route ainsi qu'à ses dépendances* (FAIVRE D'ARCIER, 1992, p. 16). Cette définition conduit à ne plus considérer la voirie comme un ruban de bitume, mais comme un domaine plus important, puisqu'il comprend les trottoirs, les accotements, les sites propres de transport en commun, les fontaines, les places, les plantations d'alignement, les emplacements de stationnement contigus à la voie et les terrains attenants à la voie publique.

Par l'exercice de multiples compétences, les collectivités territoriales et plus particulièrement des communes modèlent l'espace urbain et participent à l'aménagement urbain. De nombreuses décisions des collectivités locales ont des conséquences sur la forme de l'espace urbain, sur les relations sociales qui s'y développent et le cadre de vie des habitants de ces espaces. L'aménagement de l'espace public urbain comporte plusieurs aspects qui relèvent d'autorités compétentes différentes.

Les communes jouent le rôle principal dans l'aménagement de l'espace public urbain. La commune est responsable de la voirie, de son aménagement et de la gestion du stationnement. Son intervention dans l'entretien de la voirie dépend du classement des voies. L'entretien des routes nationales et des routes départementales est à la charge respectivement de l'Etat et des départements. Le domaine de compétence de la commune ne s'arrête pas à la seule gestion de l'espace de circulation, puisqu'il intègre l'ensemble des interventions réalisées sur l'espace public, comme la construction et l'entretien des infrastructures, les travaux sur les réseaux d'éclairage public et parfois d'assainissement, l'aménagement des espaces verts et toutes les interventions relevant du génie civil et des travaux publics. Par ailleurs, la commune est responsable de la mise en œuvre du Schéma Directeur sur son territoire par le Plan d'Occupation des Sols qui doit y être conforme.

Les collectivités territoriales modifient l'aménagement de l'espace public urbain en décidant de la place et des caractéristiques des transports collectifs dans cet espace. La

Loi d'Orientation sur les Transports Intérieurs de 1982 prévoit des regroupements de communes pour organiser les transports collectifs sur le périmètre de transports urbains (PTU), défini comme *le territoire de plusieurs communes adjacentes ayant décidé d'organiser en commun un service de transports publics de personnes* (article 27 de la LOTI). Les grandes agglomérations, qui ont déterminé un PTU, sont compétentes pour l'organisation des transports collectifs urbains. De ce fait, des décisions de niveau intercommunal concernant la voirie devraient s'imposer aux communes, mais elles peuvent y mettre une mauvaise volonté, retardant ainsi leur application.

Les collectivités territoriales et l'état participent à l'aménagement de l'espace public urbain. L'instauration d'un code de la voirie routière par la Loi du 22 juin 1989, qui précise l'ensemble des dispositions communes aux voies du domaine public routier, et les responsabilités respectives de l'Etat, du département, des communes et des structures intercommunales compétentes, illustre la nécessité d'organiser les interventions des décideurs qui gèrent l'espace public urbain.

L'aménagement de l'espace public urbain comprend, entre autres, la gestion de la voirie et l'organisation des transports collectifs. Ces domaines d'intervention des communes sont importants et ont des répercussions multiformes sur l'espace urbain et les activités des agents économiques. Ils mobilisent une part importante des budgets des communes et des collectivités locales. La comptabilité publique ne permet pas d'isoler exactement les dépenses consacrées à l'aménagement de l'espace public urbain. Par ailleurs, il est souvent difficile de distinguer ce qui résulte du développement urbain, des transports et de la gestion des réseaux. Quelques données éclairent le poids considérable de l'aménagement de l'espace public urbain dans les budgets des collectivités locales.

En 1996, les Comptes Transports de la Nation indiquent que l'ensemble des Administrations a consacré aux transports 196 milliards de francs soit environ 2,5 % du PIB. Les collectivités locales ont dépensé 116,8 milliards de francs pour les transports soit 60 % des dépenses publiques *transport*. Ces dépenses regroupent les fonctions *développement urbain* et *transports et télécommunications*, qu'il est impossible de dissocier dans ces comptes. Les transports collectifs urbains représentent la part la plus importante des dépenses *transport* de la Nation. Les collectivités locales les financent à hauteur de 86 %, soit 43 milliards de francs. Elles consacrent les mêmes montants pour les routes et voiries urbaines, ce qui représente 92 % des dépenses consacrées à ces réseaux. Ces sommes sont constituées essentiellement des dépenses de fonctionnement. Les collectivités locales en finançant les transports collectifs, les routes, et la voirie réalisent près de la moitié des dépenses *transport* de la Nation, soit 86 milliards de francs. Pour comparaison, les dépenses publiques consacrées aux transports ferroviaires ne représentent que 38,5 milliards de francs en 1996, soit 20 % (BERNADET, 1998).

Il est difficile de connaître précisément la participation des communes au financement de l'aménagement de l'espace public urbain. Tous secteurs confondus, les dépenses des communes représentent plus des deux tiers des dépenses totales des APUL et les quatre cinquièmes de leurs investissements. Par ailleurs, ***si l'on s'en tient à la comptabilité des communes, le secteur de la voirie est le second poste de dépenses, en investissement comme en fonctionnement*** (FAIVRE D'ARCIER, 1992, p. 20).

Ces dépenses sont financées par les *quatre vieilles*, composées des deux taxes foncières (sur les propriétés bâties et non bâties), la taxe d'habitation et la taxe professionnelle. Cinquante autres impôts financent les dépenses publiques communales comme le versement transport, la vignette, la taxe de séjour, *et cetera*. Toutefois les trois quarts des impôts sont collectés par l'intermédiaire des *quatre vieilles*. L'état participe, également, au budget des communes par des *transferts de recettes fiscales* qui représentaient environ 130 milliards de francs en 1994 (DOSIERE, 1996).

Les dépenses *transport* sont financées par une taxe spécifique à savoir le versement transport. Ce versement est une spécificité du système français de financement des transports collectifs urbains. Il s'agit d'une taxe basée sur les salaires plafonnés et payée par les employeurs des entreprises de plus de neuf salariés localisées dans les agglomérations de plus de 30000 habitants. Le versement transport s'est élevé à 20,6 milliards et à 9,4 milliards de francs hors Ile-de-France en 1996 (GART, 1997, p. 6). En province, le versement transport représente 44 % des ressources de financement des transports collectifs urbains. Les collectivités locales financent les transports à hauteur de 29 % contre 25 % pour les recettes commerciales. L'ensemble représente 21,7 milliards de francs en 1996 (GART, 1997, p. 5).

III. De l'adaptation de l'espace public urbain à l'automobile à la gestion globale des déplacements

Pour saisir l'importance de l'action des communes sur l'aménagement de l'espace public urbain, il est nécessaire de comprendre le fonctionnement de l'espace urbain. Bonnafous et Puel (1983) définissent l'espace urbain comme un système complexe résultant de l'imbrication de trois sous-systèmes :

- un système de localisation qui correspond à l'utilisation des sols (localisations d'activités et d'habitants, d'équipements publics) ;
- un système de déplacement qui regroupe les flux de personnes et de biens ainsi que les infrastructures supportant ces flux ;
- un système de pratiques et de relations sociales qui désigne le déroulement des activités des citoyens ponctuant l'organisation de la société urbaine.

Les politiques publiques locales affectent ces trois sous-systèmes. Les politiques liées aux transports et aux déplacements en général ont un rôle crucial. L'espace public urbain, en tant que voirie urbaine support par nature des moyens de communication, est au cœur du système de déplacement. La voirie est l'outil d'articulation des différents éléments de l'espace urbain. Elle permet le fonctionnement de l'espace urbain à différentes échelles (ensemble immobilier, quartier, commune, agglomération) formant une hiérarchisation du réseau viaire. Elle participe aussi au système de localisation par la valorisation et la dévalorisation qu'elle génère sur les espaces riverains. L'espace public urbain est partie prenante du système des pratiques et des relations sociales. En effet, il est le lieu

d'activités, mais un non-lieu quand l'aménagement conduit à l'absence de pratique de cet espace.

a. Une politique d'adaptation de l'espace public urbain à l'automobile

Le rôle de l'espace public urbain a évolué au cours du temps et n'a eu pour objet pendant longtemps que de garantir la salubrité publique et la sécurité de l'espace urbain. Avec le développement de la motorisation automobile, après la seconde guerre mondiale, des politiques d'aménagement de l'espace urbain ont été menées, confiant un nouveau rôle à l'espace public urbain. En effet, dans les années soixante, parallèlement à la forte progression du taux de motorisation des ménages, les communes ont mis en œuvre des politiques d'adaptation de la ville à l'automobile. Ces évolutions de l'espace urbain répondent également à une modification importante des modes de vie. Le développement de la fonction circulatoire s'est caractérisé par la multiplication des nouvelles emprises viaires et l'élargissement des voies existantes au détriment des espaces riverains.

Cette politique a abouti à une ségrégation de l'espace public urbain. En effet, afin de limiter les désagréments qui ont accompagné le développement de la voirie urbaine, une hiérarchisation du réseau viaire a été proposée par les ingénieurs routiers et les urbanistes. Elle devait déboucher sur un environnement meilleur et plus sûr. En réalité, quelques zones ont été sauvegardées des nuisances provoquées par la fonction circulatoire et le reste de l'espace urbain a été confronté à leur explosion. A terme, cette hiérarchisation a abouti à la séparation physique des différents trafics et à une ségrégation de l'espace public urbain.

Le partage de l'espace public, c'est-à-dire l'affectation de cet espace public par des mesures physiques et réglementaires édictées par la collectivité locale, s'est fait en faveur des usages circulatoires jusqu'au début des années soixante-dix. Le profil en travers des voies illustre ce partage en faveur de la fonction réseau de l'espace public selon le critère de la vitesse (les piétons sur les côtés, le stationnement et les bus en bordure de trottoirs, les voitures plus rapides au milieu de la chaussée). La répartition des emprises manifeste les priorités accordées à chacun des modes de transport selon la position de chaque tronçon dans le réseau circulatoire. Depuis, de nouveaux aménagements de l'espace ont été réalisés pour réintroduire des usages jusqu'alors malmenés.

b. La prise de conscience de l'existence d'autres usages que les usages circulatoires

Depuis les années soixante-dix, les responsables techniques et politiques ont effectivement mis l'accent sur l'existence d'autres usages que les usages circulatoires dans l'espace urbain. Les usages peuvent être classés en trois catégories.

- La première correspond aux usages non circulatoires. Ils dépendent de la morphologie du bâti environnant et de l'espace public qui procure certaines opportunités d'utilisation. En effet, selon la forme urbaine (rue, avenue, place, etc.),

les usages sont différents. La fonction du bâti environnant influence directement les pratiques de l'espace public. Les limites entre les espaces privés et publics sont des lieux d'appropriation de l'espace par des activités diverses (par exemple, les terrasses de café) et par les riverains (par exemple, les terrains de jeu).

L'aménagement de l'espace public urbain crée l'ambiance urbaine et le cadre de vie des habitants.

- La seconde catégorie regroupe les usages liés à la fonction accessibilité, qui correspondent au stationnement, aux arrêts et aux trottoirs. En effet, il faut permettre l'accès aux activités riveraines par la possibilité de stationner, de s'arrêter et de se rendre à pied à destination. Il est difficile de dissocier le stationnement de la fonction circulaire puisque chaque déplacement en voiture particulière nécessite un point de départ, là où l'automobiliste était garé, et un point d'arrivée, là où il va stationner. Les usages varient en fonction des activités desservies. Aussi le type d'habitat, la présence d'activités tertiaires, la présence et le type de commerces et d'équipements collectifs déterminent-ils le type d'usages lié à l'accessibilité.
- La dernière catégorie rassemble les usages correspondant à la fonction circulaire de l'espace public. Ils dépendent de la place de cet espace public au sein des différents réseaux de transport. Chaque réseau a des fonctions diverses (quasi-ubiquité pour l'automobile, liaisons centre périphérie pour les transports collectifs, etc.) qui conduisent à une hiérarchisation des usages circulatoires.

c. Les enjeux de l'aménagement de l'espace public urbain

Les collectivités ont mené des politiques proposant un nouveau partage de l'espace public urbain. En effet, les communes ont tenté dès les années soixante-dix de mieux orienter la demande de déplacement sur le plan modal, spatial et temporel. Le trafic automobile provoque des phénomènes de congestion qui entraînent des dysfonctionnements importants notamment pour les transports collectifs (vitesse commerciale faible, non respect des fréquences, etc.). Aussi, les collectivités locales, également autorités organisatrices des transports collectifs, ont-elles extrait les transports collectifs de la circulation en développant des sites propres de transport collectif sur voirie. Pour la marche à pied et les deux roues, des communes ont privilégié dans certaines zones une diminution des vitesses des automobilistes par l'instauration de zones 30 où la vitesse est limitée à 30 km/h. D'autres communes ont transformé une partie de leur centre ville en espace piétonnier. En général, les politiques d'aménagement public ont réduit l'espace dédié à la circulation des voitures particulières afin de limiter les vitesses et de pouvoir consacrer l'espace ainsi dégagé aux usages alternatifs. Ces politiques ont résulté du constat de l'impossibilité de continuer la politique d'adaptation de l'espace urbain à l'automobile.

La prise de conscience résulte de l'apparition et simultanément de la nécessaire gestion de trois raretés depuis les années 1970, à savoir la rareté relative de l'espace public, de l'espace de transport et des finances publiques. La rareté relative de l'espace public résulte d'une urbanisation quasi achevée au cœur des agglomérations. Seuls les

espaces périurbains peuvent encore connaître un développement du bâti et du réseau viaire, provoquant indirectement une progression de la demande de transport qui risque d'induire une augmentation de la congestion. Ceci conduit à une raréfaction relative de l'espace viaire, risquant de multiplier les conflits entre les usages. Le développement de l'espace de transport ne peut se faire en milieu urbain qu'à la condition de prendre les emprises sur le bâti existant, avec le risque de multiplier les nuisances pour les populations. Des solutions techniques sont parfois évoquées pour se soustraire à la rareté de l'espace en surface (autoroutes urbaines souterraines, tunnels urbains, etc.). Ces propositions se heurtent aux contraintes budgétaires des communes, qui ont vu leurs dépenses sociales fortement augmenter avec les problèmes économiques de la première partie des années quatre-vingt dix. Le recours aux financements privés de ce type d'infrastructures se heurte notamment au rejet par une partie de la population du paiement d'un péage pour un équipement viaire en milieu urbain, et aux difficultés de rentabilité de ce type de projets.

En outre, ces contraintes physiques et budgétaires s'accompagnent de contraintes politiques. La nécessité de lutter contre les nuisances dues à l'automobile est devenue incontournable. Alors que les industries ont considérablement réduit leurs émissions de polluants, les émissions en provenance du secteur des transports n'ont cessé de croître même si des mesures ont permis de restreindre le rejet de tel ou tel polluant. En 1996, les transports provoquaient 14 % des émissions de dioxyde de soufre, 75 % des émissions d'oxydes d'azote, 42 % des émissions de composés organiques volatils non méthaniques et 36 % des émissions de dioxyde de carbone (CITEPA, 1999). Entre 1980 et 1992, alors que les rejets industriels et ceux dus aux installations de chauffage ont diminué de 45 % à 65 % selon les polluants, les émissions dues aux transports ont augmenté de plus de 30 %.

Les pollutions sonores se rajoutent à la pollution de l'air. Selon une enquête du CREDOC (1989, cité par METL, 1998) relative à la satisfaction des individus vis à vis de leur environnement, 40 % des personnes interrogées déclaraient être gênées par le bruit à leur domicile. Sept millions de Français (12,3 % de la population) sont exposés à des niveaux de bruits diurnes extérieurs dépassant 65 dB(A) à leur domicile. A partir de 60 dB(A), le bruit interfère avec le travail, la parole et le sommeil. Au-delà de 80 dB(A), le bruit provoque fatigue et troubles d'audition. Il est courant de constater un bruit de 80 dB(A) sur une voie très fréquentée et 90 dB(A) aux carrefours.

Ces nuisances sont proportionnelles aux trafics. Depuis 10 ans, à Paris, à Lyon, à Marseille et dans l'ensemble des grandes agglomérations françaises, la congestion a augmenté de 240 %. En Ile-de-France, elle a progressé de 110 %. Le nombre de voitures devrait atteindre 160 millions en 2020 contre 135 aujourd'hui en Europe (METL, 1998). Ces chiffres indiquent que ces nuisances devraient encore progresser dans l'avenir, malgré les efforts des constructeurs automobiles en termes de diminution des émissions de polluants et de bruit.

Par ailleurs, la sécurité est également une revendication des habitants des espaces urbains. En 1990, 115430 accidents et 3629 tués ont été recensés, soit 71 % des accidents corporels et 35 % des tués sur l'ensemble du territoire national (CETUR, SETRA, 1992). Ces accidents impliquent souvent des piétons. La moitié des tués sont

des enfants de moins de 15 ans ou des adultes de plus de 65 ans. Cette insécurité provoque des modifications de comportement importantes. Les piétons modifient leurs itinéraires et certains quartiers sont déstructurés par la présence de voies difficilement franchissables. Une fonction circulatoire prédominante dans l'aménagement qui conduit à un trafic de voitures particulières élevé entraîne à des nuisances croissantes.

Une autre contrainte politique s'impose aux collectivités locales à savoir la désaffection des ménages pour le centre des agglomérations. Les ménages ont eu tendance lors des deux dernières décennies à se localiser en périphérie des agglomérations. De nombreuses raisons expliquent ce comportement. La dégradation de l'environnement des espaces urbains centraux a participé à cette évolution. La diminution du nombre d'habitants des communes ainsi que la localisation des activités également en périphérie peuvent conduire les communes à une impasse budgétaire. Les collectivités locales essaient de lutter contre ces évolutions. Les premiers résultats du dernier Recensement Général de la Population (1998) montrent que la désaffection des ménages pour les centres des agglomérations a été stoppée, mais des raisons comme la situation économique difficile de la première moitié des années quatre-vingt dix et l'augmentation de la précarité de l'emploi peuvent expliquer cette récente évolution.

En outre, la volonté de privilégier un développement durable de l'espace urbain pousse à proposer de nouvelles politiques d'aménagement des espaces urbains. L'émergence de la problématique du développement durable appliqué à l'espace urbain date du début des années quatre-vingt dix et correspond à la préparation de la Conférence de Rio (1992) sur l'environnement et le développement. Le développement durable se veut un processus qui concilie l'écologique, l'économique et le social et qui établit un cercle vertueux entre ces trois pôles. ***C'est un développement, respectueux des ressources naturelles et des écosystèmes, support de la vie sur Terre, qui garantit l'efficacité économique mais sans perdre de vue les finalités sociales que sont la lutte contre la pauvreté, contre les inégalités, contre l'exclusion et la recherche de l'équité*** (CDU, 1998). Ces préceptes doivent être intégrés dans les politiques de planification et d'aménagement urbain et de transports urbains.

d. De nouvelles politiques d'aménagement de l'espace public urbain

Aujourd'hui les communes essaient de mener une politique qui vise à prendre en compte l'ensemble des usages par un aménagement de l'espace plus équilibré. Elles tentent de limiter les conflits d'usage. Ces derniers résultent du rôle de l'espace public qui doit remplir simultanément plusieurs fonctions, parfois incompatibles et souvent concurrentes des fonctions assumées par des services qui ont leurs propres logiques de fonctionnement. Chacun de ces services tente de s'approprier le maximum d'espace, afin d'assurer un fonctionnement de l'espace public le plus efficace de son point de vue. ***Au nom de l'efficacité fonctionnelle, l'aménagement prôné par un acteur en faveur du réseau qu'il gère se révèle souvent ségréatif, voire exclusif de tout autre usage*** (OFFNER et alii. , 1994, p. 10).

L'illustration de cette volonté de faire cohabiter l'ensemble des usages et des fonctions apparaît dans le Plan de Déplacement Urbain (PDU). En effet, la Loi sur l'air de

1996 fait obligation aux grandes villes d'avoir approuvé avant le 30 décembre 1999 un PDU qui ***doit définir les principes généraux de l'organisation des transports, de la circulation et du stationnement, ainsi que les livraisons de marchandises, dans le périmètre des transports urbains d'une agglomération.*** En 1982, la LOTI prévoyait déjà la mise en place de PDU. Six objectifs sont fixés par la loi à savoir la diminution du trafic automobile, le développement des transports en commun et des modes économes et les moins polluants (marche à pied, deux roues), l'aménagement et l'exploitation du réseau principal de voirie, la réorganisation et l'aménagement du stationnement, le transport et la livraison de marchandises, l'encouragement aux entreprises et aux collectivités publiques à favoriser le transport de leurs employés par les transports publics ou le covoiturage.

Soixante quatre agglomérations sont concernées par ce texte de loi. A la lecture des objectifs des Plans de Déplacement Urbain, il devient évident qu'une meilleure organisation des déplacements passe par une modification du partage de l'espace public entre les différents usages et les différentes fonctions. Les Plans de Déplacement Urbain obligent les décideurs publics à penser à la fois aux transports publics et à l'automobile, aux voyageurs et aux marchandises, à la place du stationnement et des activités commerciales, au développement urbain de l'agglomération et à la priorité à donner aux transports collectifs afin de respecter la Loi sur l'air.

IV. L'aménagement de l'espace public et l'analyse économique

L'aménagement de l'espace public urbain est un ensemble de biens publics locaux dont l'offre suppose la mobilisation de ressources rares, la formulation de choix et d'arbitrages et corrélativement le financement collectif de dépenses importantes. Aussi, les principes de l'évaluation des politiques publiques devraient-ils s'y appliquer.

L'évaluation des politiques publiques comprend trois aspects différents, à savoir l'efficacité, les effets externes et l'équité. L'efficacité suppose de retenir la politique ou le projet qui apporte le meilleur accroissement de la satisfaction collective. Le calcul de la rentabilité rentre dans la logique d'une utilisation rationnelle des ressources rares. Le second aspect concerne la prise en compte des effets externes dans l'analyse. Les effets externes ont pour conséquence de modifier les conditions de fonctionnement des marchés. L'équité correspond aux conditions de répartition des gains et des pertes entre les agents économiques. En ce qui concerne l'équité, l'application du calcul économique n'apporte pas de réponse à la question de la répartition des bénéfices entre les ménages (les agents économiques en général), puisque les ménages sont supposés identiques et possèdent les mêmes utilités marginales de revenu.

a. L'aménagement de l'espace public et l'analyse coûts-avantages

L'efficacité et la nécessité de gérer globalement les déplacements dans les Plans de Déplacement Urbain obligent à connaître les effets des différentes politiques alternatives. Les recommandations du groupe de travail du Commissariat Général au Plan, groupe présidé par Boiteux (1994), sur le choix des investissements dans le domaine des transports, sont reprises dans la circulaire du 5 octobre 1995 du Secrétariat d'état aux Transports. Cette dernière préconise la relance de l'analyse de la valorisation des effets externes des transports afin de pouvoir réaliser des analyses coûts-avantages.

L'analyse coûts-avantages est un ensemble de méthodes pratiques de choix optimal en matière d'économie publique, obéissant au critère de la rentabilité sociale nette maximale, tous les avantages et les coûts recensés étant évalués monétairement (BENARD, 1985). La rentabilité sociale nette signifie que les avantages et les coûts évalués monétairement doivent tenir compte des externalités et des éléments non marchands. Les avantages sont la somme des satisfactions apportées par une mesure publique à des individus, à des groupes d'individus et à la collectivité. Les coûts sont l'ensemble des dépenses monétaires et des éléments non monétaires nécessaires à la mise en œuvre de la politique ou du projet envisagés.

Pour évaluer l'aménagement de l'espace public urbain, il faut intégrer l'ensemble des variables liées à l'aménagement de l'espace public urbain, de façon à prendre en compte tous les avantages (positifs) et inconvénients (négatifs) qu'un changement peut induire, puis mettre ce bilan en rapport avec les sommes dépensées (investissement et fonctionnement). La théorie des surplus sert de support à la démarche. Elle permet d'identifier les modifications d'avantages de chacun des agents économiques, qui sont mesurées par la différence entre prix du marché et consentement à payer pour consommer un bien donné (surplus du consommateur) ou le prix auquel un producteur peut offrir le même bien sur le marché (surplus du producteur).

b. L'aménagement de l'espace public urbain et les effets externes

Pour pouvoir mener une évaluation d'une politique publique, il faut connaître les effets externes provoqués par cette politique. Bonnafous (1992) propose une typologie des effets externes. Il définit cinq sphères de référence sur lesquelles les effets externes agissent, à savoir la sphère de la firme ou du consommateur, la sphère marchande, la sphère des biens non marchands et collectifs, la sphère des satisfactions individuelles et enfin la biosphère. L'application de son analyse à l'aménagement de l'espace public urbain conduit à isoler les effets suivants :

- L'impact sur la sphère marchande : Il s'agit des effets externes pécuniaires. Par exemple, l'espace public comme infrastructure support des modes de transport permet aux entreprises d'élargir leurs bassins d'emplois ou leurs aires de chalandise, augmentant ainsi leurs chiffres d'affaires et entraînant une baisse de leurs coûts salariaux. La présence de stationnement à proximité des commerces augmente l'attractivité et le chiffre d'affaires de ces activités. Elle permet également à la collectivité ou à une société d'économie mixte de bénéficier des recettes du stationnement lorsque celui-ci est payant.

- L'impact sur les biens et services non marchands et collectifs : Il s'agit des coûts financés par la collectivité pour l'entretien des biens publics locaux qui augmentent souvent en fonction de la fréquentation.
- L'impact sur les satisfactions individuelles : L'espace public urbain constitue le cadre de vie des riverains. Il correspond aux attributs de localisation qui interviennent dans la fonction d'utilité des ménages.
- L'impact sur la biosphère : Il concerne les effets d'un aménagement sur la production de polluants.

Ces effets externes touchent les riverains de l'espace public urbain, mais également des agents économiques localisés dans la commune, dans l'agglomération ou ailleurs. Il existe ainsi des effets de débordement. Afin de pouvoir appréhender les effets externes dans une évaluation socio-économique des politiques d'aménagement de l'espace public urbain, il faut recourir aux méthodes de monétarisation de façon à valoriser chaque effet.

c. La monétarisation des effets externes

L'internalisation vise à réintroduire les effets externes dans les choix des agents économiques. Bonnafous suggère plusieurs types d'internalisation. Celle-ci peut être *sensible*, intégrée par un agent et son univers de choix, ou *pécuniaire* conduisant alors à la détermination d'un prix. Lorsque l'internalisation est *pécuniaire*, elle peut revêtir trois formes, à savoir *radicale* quand le responsable de l'effet externe en supporte le coût, *non radicale*, quand l'agent qui subit l'effet externe en assume le coût, ou *budgétaire*, quand la puissance publique en supporte les coûts.

Les formes d'internalisation s'intéressent aux préférences révélées des agents par leurs comportements et leurs dépenses en fonction des effets externes (coûts d'évitement, coûts des dommages, dépenses de protection, coût du trajet et prix hédonistes). Par exemple, pour monétariser le bruit, l'étude des dépenses de protection engagées par les ménages contre cette nuisance (double vitrage, isolation des façades) peut être réalisée. Ces méthodes privilégient une approche économétrique afin de tenter une monétarisation des effets externes.

D'autres méthodes dites de préférences déclarées étudient les préférences des agents économiques en les interrogeant directement (évaluation contingente). Par exemple, elle consiste à demander aux ménages le prix qu'ils sont prêts à payer pour ne pas supporter, ou pour voir diminuer, un niveau de nuisances ou leur consentement à accepter une augmentation du niveau de nuisance ou l'absence d'un niveau de nuisance. Il s'agit d'une approche psychométrique. La méthode contingente peut également recourir à l'économétrie.

Les enjeux d'une connaissance des effets de l'aménagement de l'espace public urbain sont importants. Les acteurs publics engagent des dépenses croissantes. Les ménages supportent une partie du financement des politiques d'aménagement de l'espace public urbain par l'impôt. Par ailleurs, ils sont les premiers à bénéficier des effets externes provoqués par l'aménagement de l'espace public urbain, ou à les supporter.

Ceci nous conduit à nous intéresser à la monétarisation de ces effets externes.

En effet, les ménages tiennent compte de l'aménagement de l'espace public urbain quand ils déterminent leur lieu de résidence. Leurs préférences pour certains aménagements sont susceptibles d'influencer leur choix de localisation, qui peut avoir un impact sur les prix des biens immobiliers.

Il s'agit pour nous de mesurer l'impact de l'aménagement de l'espace public sur les prix de l'immobilier résidentiel. Dans ce contexte, **quelle est la valorisation immobilière de l'aménagement de l'espace public urbain ?**

Pour répondre à cette question, il est nécessaire d'étudier les déterminants micro-économiques de la localisation des ménages. Ceci renvoie aux théories de localisation résidentielle, aux modèles et aux tests de la *capitalisation* (valorisation) immobilière de l'offre de biens publics locaux, qui fournissent des éléments sur les critères de choix des ménages et sur leurs incidences sur le prix de l'immobilier résidentiel. Un test empirique permettra d'éprouver la nature et la mesure de l'importance de l'aménagement de l'espace public urbain sur la valorisation immobilière. Il s'appliquera aux transactions immobilières concernant les biens immobiliers collectifs dits anciens achetés par des particuliers en 1995 sur le territoire de la commune de Lyon.

Le marché de l'immobilier se caractérise par la localisation des logements dans l'espace. Cette spatialité des observations nous amènera à nous poser la question de l'existence de l'autocorrélation spatiale. Celle-ci illustre l'existence d'une relation fonctionnelle entre la valeur d'une observation statistique à un lieu donné et celles relevées ailleurs dans l'espace. L'organisation singulière des transactions immobilières nous conduira à recourir à des modèles économétriques plus spécifiques à l'analyse spatiale.

La première partie de cette thèse aura pour objet de présenter les cadres théoriques qui permettent de formuler des hypothèses quant aux déterminants micro-économiques des prix de l'immobilier résidentiel. Après l'exposé des caractéristiques des biens publics locaux et des effets externes (chapitre I), nous analyserons les modèles de localisation résidentielle issus des travaux d'Alonso et indiquerons les conséquences de l'introduction de l'anisotropie des localisations au sein de ces modèles (chapitre II). Ensuite, nous examinerons les tests empiriques et les modèles de capitalisation de l'offre de biens publics locaux (chapitres III et IV). Cette première partie débouchera sur une synthèse des hypothèses de travail retenues.

Nous exposerons dans une seconde partie notre démarche empirique. Nous montrerons l'intérêt de la méthode des prix hédonistes pour autoriser la valorisation immobilière de l'offre de biens publics locaux (chapitre V). Les contraintes inhérentes à la disponibilité des données et aux tests empiriques précéderont la présentation des résultats de l'estimation par les méthodes standard de l'économétrie (chapitre VI). Nous expliquerons les raisons qui nous ont contraints à nous intéresser à la distribution spatiale des observations (chapitre VII). Enfin, nous estimerons une fonction spatiale de la valorisation immobilière de l'aménagement de l'espace public urbain (chapitre VIII).

PREMIERE PARTIE

CHAPITRE I : Les biens publics locaux et les effets externes

1. La genèse du concept d'externalités

La genèse du concept d'externalités est compliquée. De nombreux auteurs ont essayé de donner une définition à ce concept. Peu à peu, le concept s'est précisé et fait aujourd'hui l'objet d'un certain consensus.

1.1. Les économies externes marshalliennes dites technologiques

Dans les travaux de Marshall (1890), il n'est pas fait référence expressément au concept d'externalités. Il parle plutôt d'*économies ou de déséconomies*. Les économies marshalliennes correspondent à une augmentation de la production ne résultant pas d'une augmentation des consommations intermédiaires de la firme. Ce sont les notions de voisinage, de croissance des connaissances utilisables par la firme et le progrès technique qui provoquent les économies. Ainsi il oppose ce qui est interne à la firme à ce qui est externe à la firme.

Les économies internes à la firme résultent de décisions de la firme quant à son organisation. Ainsi, la modification des modes de production, une gestion plus adéquate des ressources engagées dans le processus de décision peuvent conduire à la formation d'économies, d'économies internes à la firme. En revanche, s'inspirant du développement industriel spatialisé de la Grande-Bretagne au XIX^{ème} siècle, il envisage l'existence d'autres formes d'économies liées à l'environnement de la firme, à savoir les économies externes. Ces dernières sont externes à la firme puisque la firme subit son environnement. Pour les décisions internes, elle fonctionne de manière autonome et décide des changements.

Marshall décline alors les différentes économies externes. Il montre l'existence de *hereditary skills* que la firme retire de sa localisation. ***If one man starts a new idea it is taken up others and combined with suggestions of their own; and thus it becomes the source of further new ideas*** (MARSHALL, 1890). Ensuite, il distingue les *subsidiary trades* qui permettent à la firme d'obtenir des facteurs de production dont elle a besoin. Ces effets externes conduisent généralement à une baisse des coûts de production, à l'exception du cas où les effets externes liés à la concentration accroissent la mobilité des facteurs de production et provoquent une augmentation des coûts de production.

L'approche de Marshall de ce concept a été critiquée par de nombreux auteurs comme Jessua (1968) et Schumpeter (1954), notamment sur l'ambiguïté de son texte.

1.2. Les effets externes pécuniaires versus les économies externes technologiques

Viner et Scitowsky (DELVERT, 1995, p. 17) distinguent les effets externes pécuniaires des effets externes technologiques. Ils sont à l'origine de la notion contemporaine des effets externes. Chez Marshall, cette distinction n'est pas réalisée explicitement. En effet, les économies externes marshalliennes proviennent-elles d'une baisse des prix des consommations intermédiaires de la firme, ou résultent-elles d'une interaction physique de la firme avec son environnement non prise en compte dans la fonction de production de la firme ? Viner montre la différence de nature de ces deux explications pouvant être source d'économies externes. Les effets externes pécuniaires correspondent à des interdépendances directes entre les agents, médiatisées par les prix. Les effets externes technologiques sont des effets provenant de facteurs non rémunérés.

Cette distinction conduit à une catégorie d'effets externes qui passe par les prix (pécuniaires). Mishan (1971) considère que l'utilisation de la notion d'effet externe pour désigner ce type d'effets conduit à une dilution du concept. En effet, l'effet externe qui passe par le système des prix n'est plus un effet externe puisqu'il passe par la fonction de production de la firme sans remettre en cause sa forme. Pourtant, Laffont (1988) montre l'intérêt de cette notion dans le cas où l'on dépasse le rôle du prix comme coordinateur dans l'équilibre général et que l'on intègre le rôle du prix comme information. Ceci renvoie aux *markets for lemons* d'Akerlof et Yellen, où le prix est considéré comme un signe de qualité. ***L'action d'un agent qui modifie les prix change le contenu informatif des prix, donc les anticipations des autres agents, donc leurs utilités espérées. Il y a bien une influence de l'action de l'agent sur les fonctions d'utilité des autres par***

l'intermédiaire de cette externalité informationnelle via les prix (Laffont, 1988).

En 1952, Meade propose une distinction concernant les effets externes. Il ne s'intéresse qu'aux effets non pécuniaires et décrit les effets externes entre facteurs technologiques non rémunérés et les effets d'atmosphère. Il spécifie les effets d'atmosphère de la manière suivante : ***we must now turn to external economies and diseconomies which are due to the fact that the activities of one group of producers may provide an atmosphere which is favorable or unfavorable to the activities of other groups of producers***. L'illustration célèbre du rucher et du verger de Meade, où un maraîcher bénéficie de la proximité du rucher de son voisin apiculteur dont les abeilles, par la pollinisation de son verger, améliorent la récolte, sans pour autant le rémunérer, sert pour définir les effets externes technologiques.

Les économies externes de Marshall sont progressivement remplacées par une typologie des effets externes plus complexes. Les contours du concept d'effets externes demeurent mouvants. Afin de parvenir à la définition contemporaine des effets externes, il est nécessaire de les caractériser à l'aide de leurs propriétés mises en lumière par la littérature, à savoir l'interdépendance, le caractère non marchand, l'absence d'incitation.

1.3. Les caractéristiques des effets externes

Pigou (1962) montre qu'il y a une divergence entre le coût privé d'une activité et son coût social. Le premier est pris en compte par le marché. Le second correspond aux coûts ou aux désavantages qu'un agent par son activité fait subir à un ou plusieurs agents sans compensation financière. Il prétend que, sans système de transfert par un jeu de taxation-subsidation, l'équilibre général n'est pas atteint. Aussi existe-t-il une interdépendance des agents économiques.

Coase (1960) conteste l'approche pigovienne des effets externes tout en maintenant l'idée d'interdépendance. En effet, une firme qui produit un effet externe non intentionnellement oblige une autre firme à supporter cet effet. Supprimer l'émission de l'effet externe par le recours à une taxe désincitative, conduit à nuire à l'activité de la firme émettrice. Aussi, ***la vraie question que l'on doit se poser est la suivante : doit-on laisser A porter préjudice à B ou doit-on laisser B porter préjudice à A ? Le problème est de réduire le préjudice en général au minimum*** (COASE, 1960). Il existe entre ces deux firmes une interdépendance de leur activité. ***Il y a externalité quand vous vous souciez de mon choix et que mon choix vous influence*** (SCHELLING, 1980, p. 113).

Cette interdépendance entre agents économiques peut concerner soit les agents de même nature (les producteurs ou les consommateurs) ou des agents différents (les producteurs et les consommateurs). Cette interdépendance est directe dans le sens où elle est un argument de la fonction de production de la firme ou de la fonction d'utilité du consommateur. De plus, elle est inintentionnelle. Ceci explique l'absence de prise en compte par le marché et le caractère non marchand des effets externes. En effet, les coûts sociaux étant différents des coûts privés, le prix du marché ne reflète pas les coûts sociaux. Les coûts privés sont internalisés par le biais d'un échange monétaire, par un prix, alors que les coûts sociaux ne le sont pas. Les effets externes mettent en lumière les

défaillances du marché (*market failures*) comme le montre Pigou.

Il n'existe pas d'incitation dans le cas des effets externes. En effet, l'absence de droits de propriété renforce l'existence des effets externes. **Smith les considérait comme un moteur fondamental de l'intérêt individuel et collectif. Cette absence de droit de propriété conduit à une complication des interdépendances, qui n'ont pas de cadre dans lequel s'exercer** (DELVERT, 1995, p. 24).

1.4. Les définitions contemporaines des effets externes

Ces différentes caractéristiques posées, de nombreuses définitions des effets externes existent et répondent plus ou moins à ces propriétés.

DeSerpa (1971) montre que les effets externes résultent d'une défaillance du marché. **Bradly defined externality is a relevant cost or benefit that individuals fail to consider when making rational decisions.** Cette définition ne parle ni de l'origine, ni du caractère externe des effets. Verhoef précise la définition en termes d'inter-relation entre agents et d'inintentionnalité des effets externes. **An external effect exists when an actor's (the receptor's) utility (or profit) function contains a real variable whose actual value depends on the behavior of another actor (the supplier), who does not take these effects of his behavior into account in his decision making process.**

Faucheux et Noel (1995) complètent en apportant l'idée de non compensation pécuniaire des effets externes. On peut considérer un effet externe comme **une interdépendance entre agents économiques affectant les fonctions-objectifs de ces derniers, sans être régulées par l'échange volontaire dans lequel un bien n'est cédé qu'en contrepartie d'un paiement réputé représenter sa valeur** (FAUCHEUX et NOEL, 1995, p. 63). C'est **une situation où les décisions de consommation ou de production d'un agent affectent directement la satisfaction ou le profit d'autres agents sans que le marché évalue, et fasse payer ou rétribue, l'agent pour cette interaction** (HAMMICHE, 1997, p. 203).

La définition de Bénard (1985) dans sa simplicité résume bien les caractéristiques des effets externes. Ainsi, les effets externes correspondent à **une liaison directe entre les fonctions d'utilité ou de production d'agents économiques distincts non traduisible sur le marché. Les externalités se manifestent soit par la présence de consommations d'autres individus ou de productions de firmes dans la fonction d'utilité d'un individu (externalités de consommation) soit par la présence de productions d'autres firmes ou de consommations finales dans la fonction de production d'une firme (externalités de production)** (BENARD, 1985, p. 41).

D'autres définitions s'inscrivent plus directement dans un cheminement de la pensée économique. Ainsi, Button dans une tradition pigovienne d'économie du bien-être, montre **qu'il y a externalité quand le bien-être de certaines personnes ou sociétés dépend du comportement des autres personnes ou sociétés pour lesquelles cet effet incitatif n'entre pas en ligne de compte lorsqu'elles prennent leur décision. De la même manière, Button à la suite des travaux de Coase sur les marchés de droits de propriété propose une autre définition : Excessive depletion of environment resources occurs when their utilization is external to the cost function of those**

supplying or using transport services. (...) The absence of property right allocations means that effective markets do not exist for many elements of the environment, that is they represent incomplet or missing market (BUTTON, 1990).

D'autres auteurs tentent d'incorporer dans la définition des externalités les apports de la théorie des contrats notamment. *Externalities occur in a world of social and economic interactions if different agents use a resource jointly without explicitly contracting on prices and quantity* (ROTHENGATTER, 1994).

Bonafous (1992) propose une formalisation des effets externes en fonction des conséquences des comportements des agents économiques (consommateurs et producteurs) sur les différentes entités suivantes :

- La sphère marchande ;
- Les biens non marchands ou collectifs ;
- Les satisfactions individuelles ;
- La biosphère.

Cette distinction des entités permet de retrouver les économies et déséconomies externes marshalliennes, les effets externes inter-individuels, les effets externes sur l'environnement.

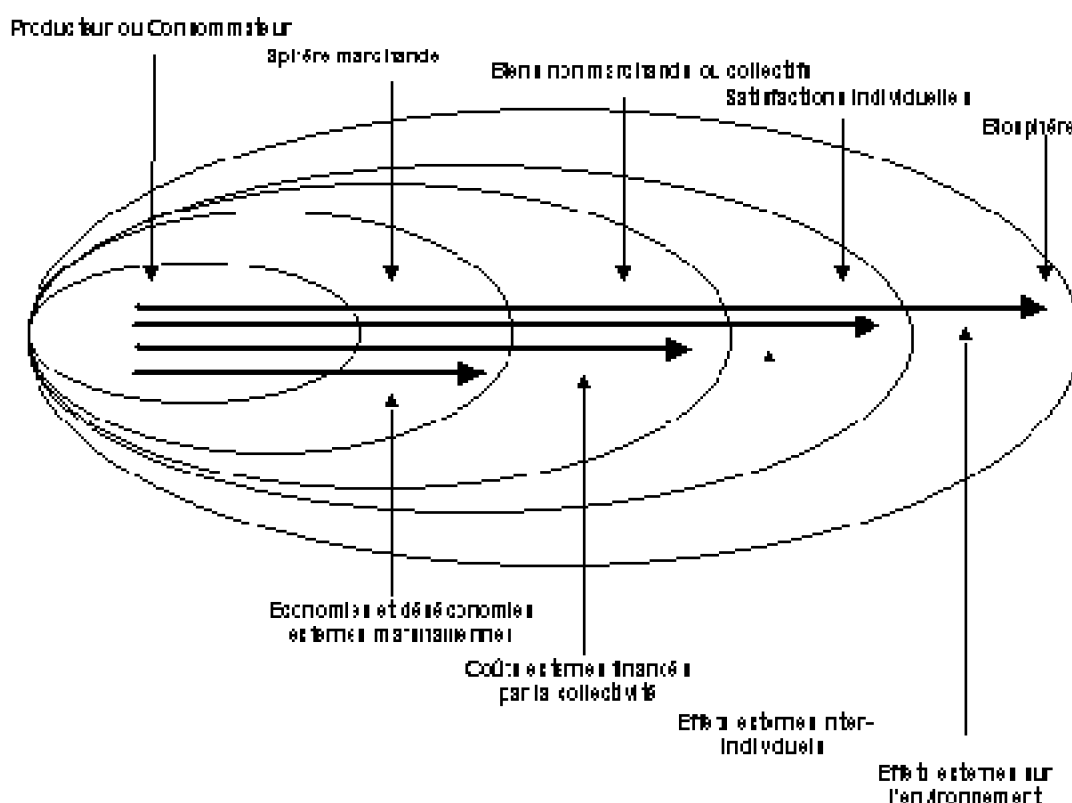


Figure 1.1 : Les effets externes

Les effets sur les différentes sphères revêtent des formes précédemment décrites

comme les économies et déséconomie marshalliennes qui correspondent à des modifications du niveau de production qui ne proviennent pas d'une variation des consommations intermédiaires (par exemple des effets de voisinage, de diffusion du progrès technique, des coûts externes financés par la collectivité).

Les effets externes, dans la présentation de Bonnaïous (1992), se divisent en deux groupes déterminés par la sphère qu'ils affectent. Ainsi il distingue les effets externes qui affectent les satisfactions individuelles des agents économiques des externalités qui touchent la biosphère. Les premiers correspondent à la modification du niveau d'utilité (ou de profit) provoquée par le comportement d'un agent économique sans que cela passe par un marché. Les seconds résultent également du comportement des agents économiques sur la biosphère.

Les effets externes résultent du comportement des consommateurs et des producteurs. L'état et les collectivités territoriales jouent également un rôle important comme producteur d'effets externes puisque la consommation des biens publics offerts est souvent considérée comme un effet externe, et l'offre et le financement des biens public sont à l'origine d'effets externes.

2. Les biens publics

Les externalités constituent une liaison directe entre les fonctions d'utilité ou de production d'agents économiques qui ne sont pas traduisibles sur le marché. Cette liaison résulte des comportements des agents économiques, à savoir les consommateurs et les producteurs. L'Etat et les collectivités locales sont également des acteurs qui vont provoquer des effets externes par l'offre et le financement de biens publics. Les agents économiques vont bénéficier de cette offre de biens publics. Nous étudierons les caractéristiques de production et de consommation des biens publics, puis les caractéristiques spécifiques des biens publics locaux et les effets externes qu'ils induisent.

2.1. Les caractéristiques des biens publics purs

Il faut attendre les articles intitulés *The pure theory of expenditures* et *Diagrammatic exposition of a theory of public expenditure* de Samuelson en 1954 et 1955 et *Theory of public finance* de Musgrave en 1959 pour trouver une formalisation précise de la distinction entre les différents types de biens, à savoir d'une part les biens privés et d'autre part les biens publics purs (ou collectifs purs). Trois caractéristiques distinguent les biens publics purs des biens privés, à savoir l'indivisibilité, l'absence de rivalité et la production jointe à utilisateurs multiples.

Samuelson (1954, 1955) définit les biens privés comme des biens dont la consommation peut être partagée entre différents individus de telle manière que la somme des consommations est égale à l'offre de ces biens. Cette caractéristique est formalisée par l'équation suivante :

$$\sum_i x_k^i = y_k$$

(1.1)

avec k les biens de consommation privée et i les différents consommateurs.

Samuelson s'intéresse également à la définition des biens publics. Il affirme qu'ils se caractérisent par le fait qu'une consommation par un individu n'entraîne aucune diminution de la consommation de ces biens par les autres individus. Ceci est représenté de la manière suivante :

$$x_g^i = x_g^j = \dots = y_g \quad (1.2)$$

avec i et j deux consommateurs et g le bien public local

Cette première caractéristique des biens publics dits *purs* correspond à l'absence de rivalité entre agents économiques. Cette propriété relève de l'indivisibilité des biens publics. En effet, chaque consommateur bénéficie du bien dans son ensemble. Ce dernier ne se partage pas en quantités additives. L'indivisibilité de consommation d'un bien entre les individus est le critère fondamental de définition des biens collectifs. L'indivisibilité de consommation distingue les biens privatifs des biens publics. Les biens privatifs sont totalement divisibles.

L'absence de rivalité des consommateurs ou des producteurs (ou l'absence d'exclusion d'usage) est l'une des caractéristiques des biens publics. L'offre d'un bien public conduit à sa mise à disposition de l'ensemble des consommateurs ou des producteurs. En effet, une fois produits, les biens publics sont à la disposition de tout usager potentiel à un coût marginal nul. Cette caractéristique des biens publics *purs* est qualifiée de production jointe à utilisateurs multiples. Ainsi, la consommation du bien par un individu n'obère pas sa consommation par un autre individu.

Il est nécessaire de distinguer les biens collectifs à consommation automatique des biens publics à consommation facultative. En effet, les biens publics à consommation automatique sont consommés en totalité par tous les individus. Les agents économiques bénéficient, intégralement, de ces biens publics et de façon non intentionnelle. De plus, ils ne peuvent pas se soustraire à cette consommation. La défense nationale est un exemple de ce type de biens. Toutes les personnes se trouvant sur le territoire national sont protégées contre l'agression d'une puissance étrangère, même les *pacifistes*.

Les biens publics à consommation facultative correspondent aux biens mis à disposition des individus, mais dont la consommation nécessite un acte volontaire des agents économiques. Les chaînes de radio et de télévision (non payantes) sont des exemples de ce type de biens. Les émissions sont à la disposition du public, mais elles ne bénéficient aux consommateurs qu'à la condition que ces derniers décident de les écouter et de les regarder.

L'absence de rivalité conduit à ce qu'aucune procédure marchande ne permet

d'exclure un individu de la consommation d'un bien public (à consommation automatique).

Jusqu'ici les bénéficiaires de l'offre des biens publics n'ont pas été définis de manière précise. Pourtant la consommation du bien public est conditionnée à l'appartenance à une collectivité. Cette collectivité est souvent circonscrite à l'aide de critères géographiques et techniques. Pour bénéficier de l'offre d'un bien public, il ne faut pas forcément résider à proximité de celui-ci. D'autres agents économiques peuvent également en profiter. En effet, c'est la présence sur le territoire de la collectivité qui conditionne la consommation des biens publics purs. L'exemple type est la défense nationale ou la justice qui protègent à la fois les citoyens et les autres individus présents sur le territoire national. L'éclairage public correspond également à la définition du bien collectif pur puisque tous les automobilistes, les riverains et les passants en bénéficient.

La consommation d'un bien public n'est pas forcément égale pour tous les membres de la collectivité. La participation à une collectivité ne signifie pas que les membres consomment le même montant du bien public pur, même si tous en bénéficient automatiquement. Par exemple, le niveau de consommation peut être proportionnel au risque d'occurrence d'un événement dont le bien public protège. La distance au bien public peut expliquer également la différence de consommation des individus membres de la collectivité.

$$x_g^i = \alpha_g^i x_g^i \quad (1.3)$$

Mais ce type de bien demeure indivisible puisque :

$$x_g^{im} = \alpha_g^m y_g \quad (1.4)$$

Cela conduit à l'existence d'une différenciation du bien en fonction de la localisation de l'individu. Musgrave (1968) appelle ces biens des biens collectifs à effet externe géographique limité.

Par ailleurs, les membres de la collectivité ne retirent pas le même niveau d'utilité de l'offre de biens publics. Les consommateurs ont une fonction d'utilité qui a pour arguments les biens privés et publics purs. L'absence de rivalité des consommateurs et l'indivisibilité des biens publics ne signifient pas l'égalité des utilités marginales des individus pour les biens publics. En effet, les préférences des consommateurs ne sont pas forcément les mêmes. Ainsi, reprenons l'exemple de la défense nationale. Si tous les individus sur le territoire national bénéficient de la sécurité, les individus ne retirent pas la même utilité de l'existence de ce bien. En effet, un individu pacifiste ne retire aucune satisfaction de ce bien, alors que le militariste connaît une hausse de son utilité parallèlement à l'accroissement de l'équipement militaire de défense nationale.

La non-rivalité des consommateurs signifie que les biens publics peuvent être consommés par plusieurs individus sans que cela modifie l'utilité retirée par les autres. Cette caractéristique conduit à la gratuité des biens publics. En effet, la mise en place d'un paiement pour consommer un bien public vise à empêcher certains agents

économiques à renoncer à en bénéficier. Cette situation n'est pas compatible avec l'équilibre parétien puisqu'il est possible d'améliorer la situation de ces derniers sans nuire à la situation des autres consommateurs en cas de gratuité des biens publics. L'état ou la collectivité doit lever des impôts pour financer l'offre de biens publics. Cette contribution fiscale doit être proportionnelle à la disposition à payer des consommateurs pour l'offre de biens publics.

Pour les biens privés, l'existence du marché oblige les consommateurs à révéler leurs préférences. Les mécanismes de marché conduisent à ce que les consommateurs par leurs enchères indiquent le montant qu'ils sont prêts à payer pour bénéficier des biens publics. Dans le cas des biens publics, aucun mécanisme oblige les consommateurs à révéler leur disposition à payer pour les biens publics. Le bien public est à la disposition de l'ensemble des individus. Aussi, les consommateurs n'ont-ils aucun intérêt à révéler leurs préférences. Un individu rationnel se comporte en *free rider*. Nous verrons dans le chapitre III sur la capitalisation de l'offre des biens publics locaux que Tiebout propose une solution à l'impossibilité de révélation des préférences des individus pour les biens publics.

Une caractéristique des biens publics purs est de générer des effets externes. Nous savons que le bien public pur est un bien indivisible et dont la consommation se révèle parfois inintentionnelle. Dans ce cas, les biens publics purs figurent obligatoirement dans les attributs de toutes les fonctions d'utilité des consommateurs. Ceci résulte de l'indivisibilité de ces biens et non d'une décision des individus. Afin de définir cette situation, le terme *concernement collectif* est utilisé. Kolm (1971) est un des auteurs à montrer la parenté des effets externes et des biens collectifs.

L'état peut également posséder une fonction d'utilité indépendante de celles des individus, mais pour laquelle les consommations des individus et les productions des firmes sont des attributs de celle-ci. L'état est parfois concerné par ces attributs, le concernement est alors qualifié *d'étatique*. Si les préférences de l'état sont différentes de celles des individus avec un arbitrage de l'état en faveur de ses propres préférences, alors les consommations et les productions sont considérées *en tutelle*.

Cette tutelle revêt différentes formes en fonction de la nature des biens concernés. Ainsi, elle se manifeste par la modification des prix de marché des biens privatifs en contraignant physiquement la production ou en prenant la production à son compte. Pour les biens collectifs, l'état prend en charge la production de ces biens ou met en place une fiscalité adéquate de telle manière que ce sont les préférences de l'Etat qui conditionnent cette production.

La tutelle peut revêtir la forme d'un plafond ou d'un plancher de consommation. Dans le cas de la sécurité routière, le taux d'alcoolémie toléré au volant d'un véhicule est de 0,5g/l. L'obligation de scolarisation des adolescents jusqu'à 16 ans en France est également une illustration des contraintes de consommation édictées par l'Etat.

Les caractéristiques des biens publics présentées jusqu'ici concernaient les biens publics purs. Il est difficile de trouver de nombreux exemples de ce type de biens. En revanche, il existe de nombreux biens publics mixtes qui comportent certains traits des biens privés. Par ailleurs, de plus en plus de biens publics sont fournis et financés au

niveau des collectivités territoriales. Ces biens publics sont alors qualifiés de biens publics locaux.

2.2. Les biens publics locaux

2.2.1. Des définitions des biens publics locaux

Derycke et Gilbert (1988) définissent les biens publics locaux comme ***des biens localement produits et utilisés, avec des effets géographiques plus ou moins limités, gérés et financés par des collectivités territoriales de niveau infra-étatique.*** Tiebout (1956) définit le bien public local uniquement par la nature institutionnelle du producteur. Un bien public local est produit par une collectivité locale et donc sa consommation ne peut se réaliser que sur le territoire relevant de l'autorité de la collectivité territoriale. Il s'agit d'une définition institutionnelle qui ne prend pas en compte des caractéristiques souvent observées des biens publics locaux.

Ainsi, d'autres auteurs complètent la définition de Tiebout en relevant l'intervention des préférences des consommateurs dans l'offre des biens publics locaux. Atkinson et Stiglitz (1980) indiquent que les biens publics locaux ***sont spécifiques d'une localisation particulière, de telle sorte que les consommateurs, dans leurs décisions d'implantation, peuvent exercer un choix sur la quantité et la nature des biens collectifs fournis... Les avantages découlant de ces biens sont confinés dans une seule collectivité, avec d'éventuels débordements sur les collectivités voisines.*** Pour Scotchmer (1994), les biens publics locaux sont des biens dont la consommation peut être réservée aux agents économiques résidant sur le territoire de la collectivité locale qui les produit. Ces définitions sous-entendent que les biens publics locaux sont des biens mixtes.

2.2.2. Les caractéristiques des biens publics locaux

2.2.2.1. Les biens publics locaux des biens collectifs mixtes

Entre les biens collectifs purs et les biens privés, il existe une catégorie de biens intermédiaires dénommés biens publics impurs ou biens mixtes. Ils conjuguent les caractéristiques des deux types de biens polaires en fonction de leur degré de mixité. L'apparition de ces biens résulte des critiques de Margolis (1955) et de Dorfman (1969) sur les postulats d'indivisibilité et de non-exclusion de consommation des biens publics.

Margolis précise ***que les faits sont contre Samuelson. Il prétend que les biens collectifs ne sont pas rationnés, que l'utilisation par A n'entraîne aucun coût pour B. Ce n'est pas le cas pour tout un ensemble de services publics : l'éducation, les hôpitaux, les routes, à propos desquels il existe des limites de capacité et des phénomènes de congestion... Les seuls biens qui finalement correspondent à la définition de Samuelson sont la défense nationale et l'exemple déjà ancien des phares*** (MARGOLIS, 1955, cité par DERYCKE et GILBERT, 1988). Dorfman (1969) ajoute que la jouissance des biens publics nécessite un acte volontaire du consommateur. La consommation du bien public pur est intentionnelle ce qui va à l'encontre de ce

qu'indique Samuelson. En outre, il existe des exclusions notamment par l'instauration de barrières à l'accès ou à l'entrée, ou des dispositions législatives et réglementaires empêchant la consommation du bien public par certaines catégories d'individus.

Ces critiques ont conduit à la définition des biens mixtes. Les biens mixtes sont des biens publics dont la consommation est répartie entre les différents individus, mais dont la qualité reste indivisible. Aussi, l'indivisibilité d'usage de ces biens est-elle remise en cause partiellement. Dans les formalisations mathématiques, ces biens sont mesurés par un vecteur composé des quantités divisibles et des qualités indivisibles de ces biens.

Cette caractéristique de divisibilité peut se formaliser de la façon suivante :

$$Q_i^p = Q^0 N^{-\alpha} \quad (1.5)$$

où

Q_i^p

désigne la quantité demandée de bien public par l'utilisateur i , Q^0 la quantité totale offerte de bien public, N le nombre d'utilisateurs et α le paramètre de divisibilité-congestion.

Ainsi, les biens publics locaux sont divisibles entre les consommateurs. Le nombre total de consommateurs ne peut pas dépasser l'offre. Il est possible de limiter l'accès par l'institution d'un prix ou par le rationnement physique de l'usage. Si l'offre est divisible en termes de quantité, la qualité des biens demeure identique pour tous les consommateurs. En revanche, l'égalité de la consommation de ces biens par ces individus ne signifie pas que la qualité demeure constante quel que soit le nombre de consommateurs.

2.2.3.2. Les biens publics locaux et la congestion

La qualité est fonction de la quantité de bien consommée. Il s'agit du phénomène d'encombrement qui se répercute, souvent de façon négative, sur la qualité de chaque quantité consommée du bien. Lorsque la quantité consommée augmente, alors la qualité décroît. Cette relation peut être formalisée par :

$$q_g = \phi_g(x_g) \quad (1.6)$$

où

$$x_g = \sum_i x_g^i \leq y_g$$

avec

$$\frac{\partial \phi_g}{\partial x_g} < 0$$

et souvent

$$\frac{\partial^2 \phi_g}{\partial x_g^2} < 0$$

Cette fonction d'encombrement ϕ est importante notamment dans la détermination et la modulation de la tarification d'usage des biens publics locaux.

Les routes sont des exemples adéquats de biens mixtes. En effet, les automobilistes utilisent une partie de l'espace de circulation. L'ensemble des automobilistes ne peut pas dépasser la capacité de la route. La qualité, notamment la vitesse et la sécurité, décroît avec le nombre d'automobilistes. Ainsi, les performances de sécurité décroissent lentement, puis très rapidement avec le volume du trafic pour s'annuler au maximum physique absolu de capacité de trafic. D'autres exemples montrent que l'accroissement du nombre de consommateurs d'un bien public peut améliorer la qualité du bien. C'est l'exemple des vaccinations qui requiert un pourcentage de 70 % de population vaccinée pour que l'immunité pour l'ensemble de la collectivité soit suffisante.

2.2.3.3. Les biens publics locaux et les effets externes

Nous avons vu précédemment que les effets externes traduisent une liaison physique directe entre agents qui ne passe pas par le marché et les prix. Ces externalités sont positives ou négatives et peuvent concerner la fonction d'utilité (consommation) ou la fonction de production (ressources). Les effets externes résultent souvent de l'existence ou de l'insuffisance de biens publics. Derycke et Gilbert (1988) précisent que l'existence des biens publics constitue un puissant facteur d'apparition des externalités. Ils revêtent souvent deux formes, à savoir les effets de débordement et les effets d'encombrement.

Les biens publics locaux offerts dans une commune centre profitent aux habitants de la commune et également aux habitants des communes riveraines. Ces derniers ne contribuent pas aux financements des biens publics locaux. Les résidents des communes riveraines se comportent en *free rider*. Ils bénéficient d'externalités liées à l'offre de biens publics locaux fournis par la commune centre. Ces effets externes correspondent à des effets de débordement ou à des effets externes géographiques limités.

Les biens publics locaux sont des biens dont la demande est décroissante avec la distance. Jurion (1983) montre que les effets de débordement peuvent être réciproques et/ou symétriques. Ces effets peuvent concerner également le financement, si la plupart des impôts locaux ont une assiette communale. Il peut y avoir financement par les autres communes lorsqu'une part de l'impôt est intégrée dans le prix des biens et services produits dans la commune. La consommation par les habitants des autres communes des biens produits dans la commune centre participe alors au financement des biens publics locaux. Guengant *et alii* (1997) ont formalisé le coût marginal de congestion, qu'ils définissent comme la dégradation de la consommation individuelle liée à l'arrivée d'utilisateurs supplémentaires, pour une offre globale fixée du bien public local, ou encore comme la dépense additionnelle requise pour maintenir un niveau de service rendu malgré l'accroissement du nombre de bénéficiaires.

2.2.3.4. Les biens publics locaux et l'espace

En 1965, Buchanan expose sa théorie des clubs. Il s'agit pour lui de déterminer la taille optimale d'un groupe d'usagers d'un bien qui ont des goûts similaires et pour lesquels la convivialité est importante. Ce club n'est accessible qu'aux membres à un taux préférentiel, afin de pouvoir amortir les coûts d'investissement et de fonctionnement liés à la fourniture du bien club. Pour calculer le nombre optimal d'usagers, il tient compte de la décroissance de la qualité en fonction du nombre d'abonnés.

La théorie des biens est l'une des théories fondatrices du fédéralisme fiscal qui s'intéresse à la décentralisation des activités publiques. Cette réflexion sur le niveau territorial optimal de l'offre de biens publics renvoie au constat que le gouvernement central ne peut pas disposer de toutes les informations nécessaires pour mener une action efficace sans supporter des coûts très élevés. Le fédéralisme fiscal résulte également de la prise de conscience de la diversité et de la complexité de la gestion des problèmes qui ne peut être réalisée qu'au niveau national (ou fédéral). Cela conduit à suggérer pour chaque type de biens un échelon administratif optimal d'offre de ce bien. En fonction des caractéristiques du bien, tel ou tel échelon administratif est requis. C'est la nature des biens qui détermine l'offre optimale, reprenant ainsi la théorie des clubs de Buchanan.

The optimal structure of the public sector was found to be one in which there was a level of government (or a collective decision-making mechanism) for each jurisdiction over which the consumption of a public good could be defined (Oates, 1972, p. 42).

Cette vision est remise en cause par Hochman, Pines et Thisse (1995) qui propose de tenir compte de l'espace dans la théorie du fédéralisme fiscal. Il montre que l'introduction de l'espace conduit à remettre en cause les conclusions du fédéralisme fiscal et que l'offre de biens publics locaux doit être décentralisée au niveau d'un *gouvernement local* qui propose les biens publics locaux sur des aires géographiques appropriées.

Dans le cadre de notre problématique, la remise en cause du fédéralisme fiscal nous concerne du fait de l'introduction de l'espace dans la théorie par l'intermédiaire de la définition des biens publics locaux. Hochman *et alii.* considèrent que l'offre de biens publics locaux se caractérisent par une localisation spécifique et par des consommateurs résidant également dans des lieux singuliers.

The local public goods are not supplied by flying individuals. The services are provided at some specific locations and the beneficiaries of the services reside at some other specific locations. This follow from the fact that residence requires space, and therefore, the individuals are spread out geographically. Thus, the provision of local public goods is associated with specific costs, such as transportation to the facility supplying the local public goods, or decreasing level of service with distance between the public facility and the beneficiaries' residential location (HOCHMAN et alii, 1995, p. 1227)

La localisation des ménages et de l'offre de biens publics conditionne la consommation et le niveau d'utilité retiré de cette offre par les ménages. La distance séparant le lieu de l'offre de biens publics locaux et le lieu de résidence des ménages entraîne des coûts pour les ménages conduisant à une moindre utilité pour eux. Par ailleurs, les biens publics locaux peuvent provoquer des effets de débordement en fonction de la nature et de leur

localisation. En effet, selon la localisation de l'offre, des ménages résidant dans une autre commune mais à proximité de l'offre peuvent en bénéficier. L'introduction de l'espace remet en cause l'idée d'une homogénéité de l'offre de biens publics locaux sur le territoire de la commune que l'approche des biens publics par la théorie des clubs incorpore indirectement dans l'analyse.

2.3. Les typologies des biens publics

Les ouvrages anglo-saxons sur les biens publics ne se préoccupent pas de réaliser des typologies recensant les biens publics en fonction de leurs propriétés. En France, de nombreux auteurs ont tenté d'élaborer une taxinomie des biens publics comme Bénard (1985), Laffont (1982) et Picard (1987), Achour, Chung et Lapointe (1981) et Greffe (1994).

Nous présentons dans le Tableau 1.1 une des deux typologies des biens publics proposées par Terny qui croisent les caractéristiques des biens (la production, la consommation, l'indivisibilité, les effets externes) avec le type de concernement.

Tableau 1.1 : la typologie des biens publics de Terny

Types de biens ou de services Attitudes de la puissance publique	Services collectifs purs	Services collectifs indivisibles à effets externes géographiques limités	Services collectifs d'
Tutélaire	Défense nationale Santé publique (certains équipements sanitaires) Amélioration de l'état futur de la collectivité		Éducation obligatoire Éducation non obligatoire (partiellement) Recherche fondamentale et appliquée (partiellement) Santé (partiellement)
Non tutélaire	Défense nationale Administration générale Justice et sécurité intérieure Lutte contre la pollution de l'air Éclairage public Phares de signalisation	Aménagement du territoire Lutte contre les calamités naturelles (incendies, inondations, maladies infectieuses) Assainissements divers Lutte contre la pollution de l'eau, contre le bruit, etc. Sauvegarde des espaces verts, des sites et beautés naturels	Éducation non obligatoire Formation professionnelle Santé Recherche fondamentale et appliquée Diffusion de l'information (radio, télévision, etc.) Parcs publics, musées diffusion de la culture Transports collectifs Transports (routes, autoroutes, etc.) Urbanisme et rénovation urbaine Certains spectacles

Source : Terny (1971, p.137)

L'absence de prise en compte de la distinction entre une offre nationale et une offre

locale de la typologie de Terny montre le rôle encore mineur de l'existence des biens publics locaux au début des années soixante dix qui s'est longtemps prolongé. Ainsi en 1985, Bénard s'intéresse dans sa première typologie aux critères économiques qui permettent de distinguer les biens publics entre eux, à savoir le concernement et l'importance de la divisibilité des biens. Il propose une seconde typologie qui ajoute aux critères précédents un critère institutionnel (marchand, non marchand, mixte). Dans la première classification, il propose des exemples pour chaque type de biens isolés par son classement des biens et services publics communs qui n'existent pas dans la seconde.

Laffont (1982) réalise une taxinomie selon une arborescence. La destruction du bien, la possibilité d'exclusion, l'obligation d'usage et la nature du concernement (national ou local) servent de clé de tri. Picard (1987) distingue les biens publics entre eux, il évacue la comparaison avec les biens privés. Il reprend les propriétés traditionnelles des biens publics à savoir la possibilité d'exclusion, l'obligation d'usage, les effets d'encombrement comme moyen de segmentation des biens publics. Le dernier élément de distinction des biens publics est le niveau de l'offre (national ou local). Derycke et Gilbert (1988) s'interrogent sur la place secondaire de la différenciation du *national* et du *local* dans ces typologies. Ne faut-il pas à y voir un signe d'une prise en compte de l'échelon local dans l'économie publique qui tend vers une analyse autonome ?

Achour, Chung et Lapointe (1981) reprennent deux caractéristiques économiques à savoir la divisibilité et l'existence d'effets de débordement et les complètent par l'aire de desserte et par le mode de financement des biens publics locaux. Les effets de débordement sont qualifiés de clairs ou de flous en fonction de l'ampleur des externalités. La possibilité de tarification des biens publics est la caractéristique singulière des biens appelés biens mixtes optionnels. Derycke et Gilbert (1988) considèrent que cette taxinomie est la plus pertinente (Cf. Tableau 1.2).

L'analyse des typologies ne conduit pas à une meilleure compréhension de la nature des biens publics locaux. En revanche, elle renseigne quant à la place qu'occupait la préoccupation de l'offre de biens publics à l'échelon local dans la littérature francophone.

Par ailleurs, avec le poids de plus en plus important de la sphère publique locale et à la décentralisation de nombreuses compétences jadis du ressort de l'état, n'assistons-nous pas à la multiplication de l'offre de biens publics locaux ? L'exception qui était l'offre à un niveau local de biens publics ne deviendrait-elle pas la règle ?

Tableau 1.2 : La typologie des biens collectifs de Achour, Chung et Lapointe

Typologie des biens	Caractéristiques	Collectivité d'allocation optimale
Biens publics purs	Indivisibilité de la production et de la consommation : coût marginal nul, coût d'exclusion infini, non-rivalité des consommateurs.	Le niveau le plus élevé possible selon les contraintes techniques de production.
Biens mixtes clairs	Divisibilité spatiale de la production ou de la consommation : exclusion territoriale. Bien à l'aire de consommation : peu de débordements géographiques.	Le niveau le plus bas possible selon les contraintes techniques de production. Le niveau de production devrait correspondre aux bassins de desserte.
Biens mixtes flous	Divisibilité spatiale L'aire de prestation recouvre plusieurs collectivités (débordements).	Niveau supralocal qui permet d'internaliser les débordements
Biens mixtes optionnels	Divisibilité de la consommation	Le niveau le plus bas possible selon les contraintes techniques de production.
Biens privés purs	Divisibilité de la production et de la consommation.	La firme individuelle et le marché.

Sources : Achour, Chung et Lapointe (1981, p. 214)

3. Conclusion

A côté de l'offre de biens publics à l'échelon nationale de nombreux biens publics sont proposés par les collectivités locales. Nous retenons la définition des biens publics locaux proposée par Derycke et Gilbert (1988). Les biens publics locaux sont **des biens localement produits et utilisés, avec des effets géographiques plus ou moins limités, gérés et financés par des collectivités territoriales de niveau infra-étatique**. Cette définition renvoie aux caractéristiques spécifiques de l'offre de biens publics locaux, à savoir le financement et la gestion par une collectivité territoriale. Le financement et la gestion de l'offre des biens publics est la question centrale de l'économie publique locale. Dans les chapitres suivants, nous verrons que, pour certains auteurs, le financement et la nature de l'offre des biens publics locaux influencent la mobilité des ménages, et par conséquent, le prix des biens immobiliers.

Derycke et Gilbert (1988) résument les caractéristiques des biens publics locaux comme étant rarement des biens collectifs purs provoquant souvent des externalités et dont les problèmes de financement sont importants. Les biens publics locaux sont généralement des biens collectifs mixtes. En effet, ils présentent rarement simultanément les caractéristiques des biens publics purs à savoir l'indivisibilité, l'absence d'exclusion et la production jointe. Ils provoquent des effets externes qui pour reprendre la définition de Bonnafous peuvent concerner la sphère marchandes, la sphère non marchande ou collective, les satisfactions individuelles et la biosphère.

L'existence des biens publics locaux constitue un puissant facteur d'apparition d'effets externes. Deux types d'effets externes sont généralement évoqués lors de

l'analyse des biens publics locaux. Ils concernent les effets de débordement et la congestion. Dans le premier cas, il s'agit de biens publics produits par une collectivité et financés par ses habitants dont les habitants d'une autre commune profitent sans participer à leur financement. Ces effets sont limités à des relations de proximité ou de voisinage. Dans le second cas, cela concerne de nombreux biens publics locaux qu'ils soient gratuits ou payants (voirie, autoroutes, piscines, musées) dont la qualité de service décroît avec l'augmentation de leur fréquentation. Ils traduisent une insuffisance permanente ou temporaire de la capacité du bien public local au regard du niveau global de fréquentation (Gannon, 1994).

Hochman et alii (1995) montrent que les biens publics locaux se caractérisent, au-delà des particularités déjà indiquées, par une localisation spécifique et par des consommateurs ayant leur propre localisation. Aussi la consommation des biens publics locaux ne peut-elle faire abstraction de l'existence de l'espace qui conduit à une différenciation des niveaux d'utilité en fonction de la distance séparant les ménages des lieux d'offre de biens publics locaux. L'homogénéité de l'offre de biens publics locaux sur le territoire d'une commune est remise en cause. Cela oblige à une réflexion simultanée sur ce qu'il se passe au sein de la commune et les effets de débordement sur les communes environnantes.

Des travaux récents tentent de dépasser les distinctions entre biens publics purs, biens publics mixtes, biens publics locaux et biens privés. Brueckner, Thisse et Zenou (1997) remplacent l'existence de biens par le concept d'aménités urbaines. Ils expliquent la localisation des différentes classes de revenus par les aménités des différentes localisations. Ils distinguent les aménités historiques, les aménités naturelles et les aménités modernes. Les aménités regroupent les le niveau d'équipements privés qu'ils considèrent comme ayant une influence sur le prix du foncier. Le concept d'aménités a l'avantage de pouvoir se soustraire à la question du financement et des caractéristiques intrinsèques de l'offre de biens publics locaux pour ne retenir que les effets (aménités positives ou négatives) qu'ils peuvent avoir sur la fonction d'utilité ou de production d'un agent économique.

Le terme de bien public local regroupe de nombreux types de biens publics aux propriétés techniques différentes (divisibilité ou indivisibilité). Certains d'entre-eux sont consommés par les agents économiques qui les financent, d'autres profitent à des agents économiques résidant dans des communes périphériques. Ils ne peuvent pas être appréhendés comme un tout. Chaque bien public est consommé à des degrés divers et par certaines catégories d'usagers. Bien que les problèmes de financement soient une question cruciale de l'économie publique locale, les biens publics ne peuvent pas être saisis dans toute leur complexité par les dépenses engagées pour financer leur offre.

Dans les chapitres suivants, nous verrons comment les modèles de localisation et de capitalisation ont pris en compte l'existence des biens publics locaux pour expliquer les choix de localisation résidentielle des ménages.

CHAPITRE II : Les modèles de localisation résidentielle

Les modèles de localisation résidentielle se sont développés à l'occasion de réflexions sur la structuration spatiale des villes américaines confrontées à une urbanisation croissante en périphérie de la commune-centre. Les travaux concernant la localisation des ménages, issus de ce questionnement, correspondent à un prolongement de l'analyse de la localisation des activités agricoles développée par Von Thünen. En effet, les modèles de localisation résidentielle reprennent les hypothèses de l'analyse de l'organisation de l'espace agricole.

Dans les années soixante, plusieurs auteurs (WINGO, 1961 ; ALONSO, 1964 ; MUTH, 1969) ont proposé des modèles de structuration de l'espace urbain et ont été les précurseurs de la Nouvelle économie Urbaine (NEU) désignée aujourd'hui comme les modèles spatiaux standard. La NEU s'est fédérée autour d'une série d'hypothèses concernant l'espace. Ces modèles s'intéressent au choix de localisation des ménages mais également à la localisation des autres activités dans l'espace urbain.

Avant de présenter le modèle de localisation des ménages d'Alonso et ses amendements et raffinements proposés par d'autres auteurs, nous rappellerons la définition de l'espace et le caractère récent de son introduction dans la théorie économique.

1. L'introduction de l'espace dans la théorie économique

Von Thünen est l'un des précurseurs de la prise en compte de l'espace dans l'analyse économique même si dans des travaux antérieurs quelques références à l'espace apparaissent notamment dans l'œuvre de Cantillon (PONSARD, 1983). Cette analyse de la localisation des activités agricoles conduit à prendre en compte l'espace dans la théorie économique. Il faut attendre le vingtième siècle pour voir émerger ce concept dans l'analyse économique. En 1956, Isard parle encore d'un *wonderland of no spatial dimensions* lorsqu'il décrit l'économie contemporaine (BESSE, 1994). Longtemps, l'économie est demeurée un *monde ponctiforme* (PONSARD, 1955, cité par ZOLLER, 1988). Ainsi, deux unités d'un bien homogène s'échangeant dans deux lieux différents sont demeurées longtemps des biens identiques dans la théorie économique.

Beguïn et Thisse (1979) proposent une définition de l'espace. Ils distinguent un espace absolu et un espace relatif. L'espace est ***un cadre de référence ou espace absolu défini par trois éléments de base : un ensemble de lieux (unités spatiales élémentaires), noté L ; une mesure des positions relatives des lieux : c'est une distance, d ; enfin, une mesure de la superficie des lieux, qui peut d'ailleurs être nulle. Un espace relatif peut alors être formé sur cette base par l'introduction d'attributs ou caractéristiques des lieux qui peuvent être simples ou composés***

entre eux et concerner des stocks et des flux (HURIOT et PERREUR, 1990, p. 199).

L'espace est, d'abord, un frein au déplacement des biens et des personnes. Il n'est pas neutre. En effet, certains points de l'espace correspondent à des lieux de rencontre entre les consommateurs et les producteurs. Les déplacements réalisés pour rejoindre ces lieux, engendrent des coûts de transport. Ces coûts modifient les équilibres de marché atteints en l'absence de prise en compte de l'espace.

L'espace est également caractérisé par des attributs de lieux. En effet, ces caractéristiques interviennent dans les choix localisés des agents économiques. Ainsi, il existe des liaisons entre les décisions des agents économiques et les caractéristiques de l'espace. Ce lien entre les consommateurs et les attributs de lieux se déroule à deux niveaux. Les lieux se singularisent par l'existence d'attributs et par le paiement d'impôts. Ces caractéristiques sont localisées et généralement non transportables. Pour en bénéficier, il est nécessaire d'être localisé dans le lieu correspondant. Par ailleurs, en fonction de la localisation choisie, l'importance des attributs et des impôts est variable. Aussi, le niveau d'utilité retiré par un consommateur est-il fonction du choix de sa localisation. En outre, les différences de consommation en biens localisés induisent des effets de revenu. Ces derniers provoquent, par conséquent, des changements dans la consommation des autres biens.

Nous avons présenté le cas des consommateurs. Les conséquences sont similaires pour les producteurs. La fonction objectif est alors la fonction de profit. La fonction de profit a comme facteur les biens localisés et les autres biens. Ainsi, la production de biens non localisés dépend également des attributs des lieux.

L'espace, ainsi défini, influence le choix de localisation. Au côté des effets de la distance entre les lieux, les caractéristiques de l'espace ont un rôle crucial dans la compréhension de la localisation des agents économiques. Ponsard (1988) considère que la prise en compte d'un espace anisotrope **n'apporte pas que des raffinements de détail, elle change tout.**

L'introduction du concept d'espace dans l'économie a conduit à la constitution de quatre paradigmes : le premier correspond aux travaux de Von Thünen ; le second résulte de l'œuvre de Weber et concerne les localisations industrielles ; le troisième est issu d'un article d'Hotteling sur la concurrence spatiale entre producteurs ; le quatrième correspond aux travaux de Christaller et de Lösch sur la théorie des places centrales. Ponsard (1988) indique que quatre champs de recherche ont été développés et concernent les modèles d'interaction spatiale, la théorie de l'équilibre général spatial, la théorie de l'économie spatiale publique et de l'analyse des espaces économiques flous. En outre, la prise en compte de l'autocorrélation spatiale dans les travaux économétriques (nous parlerons d'économétrie spatiale dans la deuxième partie) participe à l'intégration de l'espace dans les sciences économiques.

Avant d'exposer les travaux d'Alonso concernant l'analyse du comportement des consommateurs en termes de localisation résidentielle, nous présenterons l'apport fondateur de Von Thünen à l'analyse spatiale des localisations.

2. Von Thünen et la localisation des activités agricoles

En 1826, Von Thünen publie un ouvrage intitulé *Der Isolierte Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und Nationalökonomie*. Il tente d'y expliquer la localisation des activités agricoles. Il élabore un modèle où *le seul facteur de structuration de l'espace est constitué par la distance des terres au marché* (AYDALOT, 1985, p. 29). Pour ce faire, il pose les hypothèses suivantes :

- Il existe une plaine homogène, sans accident géographique, où la fertilité de la terre est constante ;
- Un centre unique sert de marché à tous les produits ;
- La plaine est dotée de moyens de communication équivalents dans toutes les directions ;
- Les coûts de transport sont croissants de façon linéaire avec la distance, le poids et la nature du produit chargé ;
- Les facteurs de production sont disponibles en tout lieu de l'espace ;
- Pour chaque produit agricole cultivé, le rendement de la terre et le coût de production unitaire sont constants ;
- Le prix des produits agricoles est exogène et déterminé par le marché ;
- Les agriculteurs sont rationnels et les propriétaires louent leurs terres aux agriculteurs les plus offrants.

Von Thünen considère que les coûts de production ne varient pas en fonction de la fertilité de la terre à l'inverse des travaux de Ricardo (1817). Il n'existe pas de rente de fertilité dans les travaux de Von Thünen. La rente a un caractère résiduel puisqu'elle résulte de la différence entre le prix de marché, auquel est vendu le produit agricole, et l'ensemble des coûts constitué par les coûts de production, le profit *normal* prélevé par le fermier et les coûts de transport. Cette rente est perçue par le propriétaire des terres. A proximité du centre, la rente est maximale. Avec l'éloignement du centre, elle est progressivement réduite par les coûts de transport qui croissent jusqu'à s'annuler. La distance à laquelle la rente devient nulle, constitue la limite de l'aire de culture du produit (Cf. Figure 2.1).

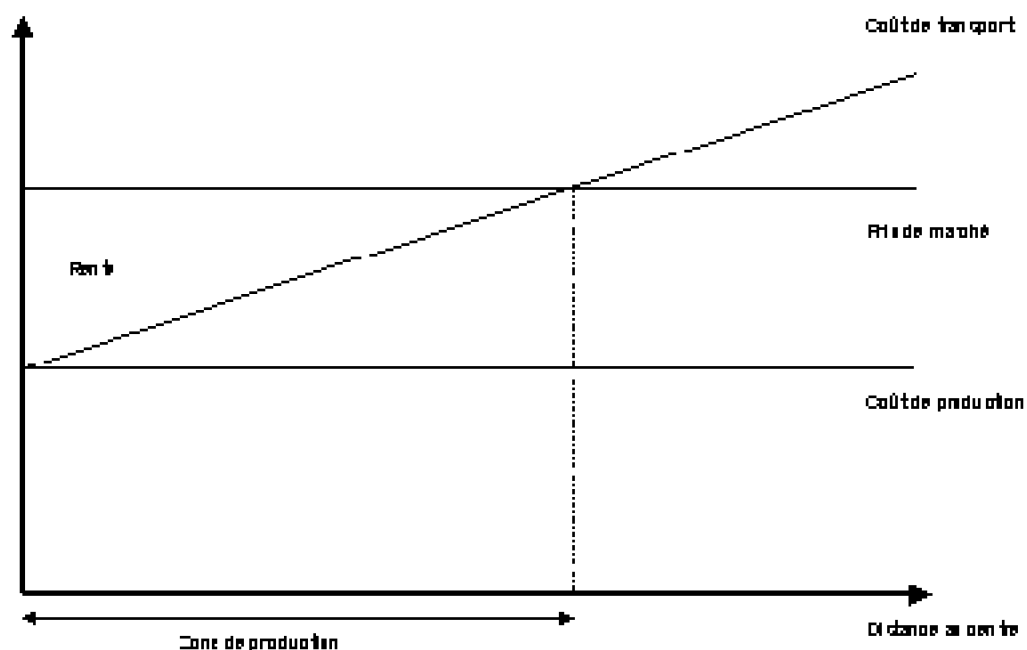


Figure 2.1 : La rente chez Von Thünen

Tableau 2.1 : Un exemple de trois produits agricoles

Biens	Prix du marché p_i	Coûts de production c_i	Coûts de transport t
A	20	10	1
B	25	10	2
C	30	10	4

Pour chacun des produits, la courbe de rente unitaire est déterminée par l'équation suivante :

$$r_i(d) = p_i - c_i - td \quad (2.1)$$

La rente pour chaque bien est représentée par une droite décroissante dont la pente correspond à $-t$ et qui possède une ordonnée à l'origine égale à $p_i - c_i$. Ainsi pour chaque produit, la courbe de rente constitue un gradient de rente décroissant entre centre et périphérie. Chaque parcelle de terre est attribuée au produit qui offre la rente la plus élevée au propriétaire. Les trois cultures sont alors localisées en cercles concentriques autour du centre. La rente effective correspond à l'enveloppe des courbes de rente (Cf. Figure 2). Dans notre exemple, la culture du produit C est mise en place à partir du centre

et dans un rayon de 2,5 kilomètres, le bien agricole B est produit dans une couronne de 2,5 à 5 kilomètres et le produit A succède au second jusqu'à une distance au centre de 10 kilomètres. Aussi, la rente foncière est-elle, d'abord, expliquée par la distance au centre. Puis par confrontation des courbes de rente de chaque produit, la localisation des différentes cultures agricoles est déterminée.

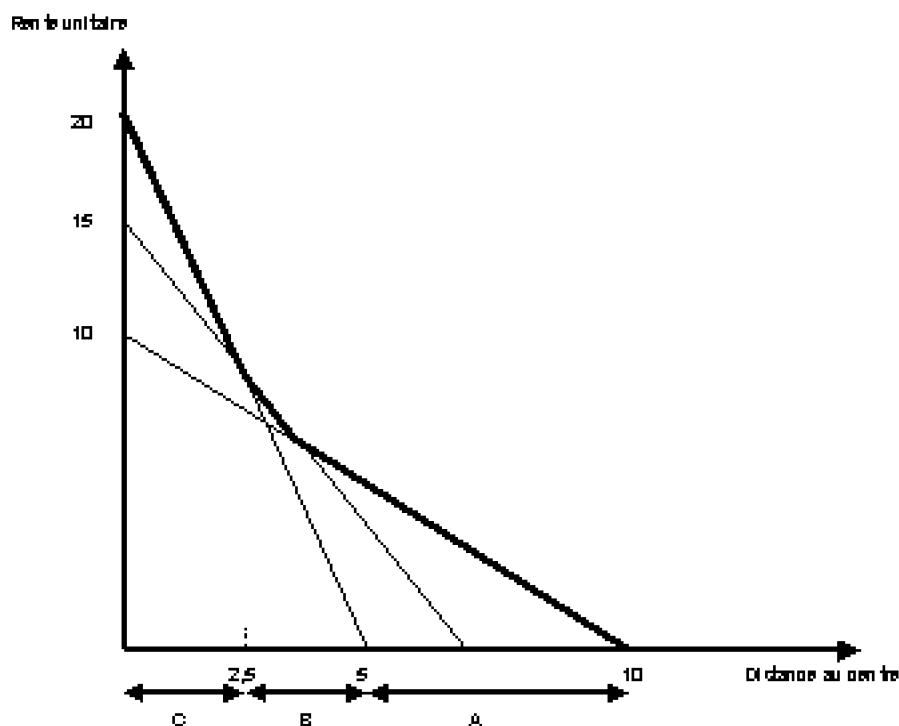


Figure 2.2 : La localisation des trois produits agricoles et la rente chez Von Thünen

L'apport des écrits de Von Thünen est double. Il existe une localisation optimale identique pour toutes les activités agricoles autour de la ville-marché. Par ailleurs, l'offre de terre connaît une rareté relative, sinon la concurrence entre activités agricoles n'existerait pas. Cette analyse est reprise par Dunn (1954) pour étudier l'évolution des espaces agricoles (POLESE, 1994, p. 292). Si ces réflexions se réfèrent à l'espace agricole, de nombreuses notions ont été reprises par les modèles de localisation des ménages et de structuration de l'espace urbain initiés par Alonso : la notion de centre, l'influence des coûts de transport sur la rente foncière et la concurrence entre activités pour l'affectation de l'espace.

3. Le modèle de localisation résidentielle d'Alonso

Un ménage désirant résider dans une commune doit décider de la taille de son logement et de la localisation exacte. Son choix de localisation prend en compte d'autres facteurs comme le voisinage, le niveau d'aménité du quartier, la distance à son lieu de travail, la qualité des écoles et des services publics, *et cetera*. L'analyse des localisations

résidentielles oblige à une simplification de la réalité en ne retenant dans un modèle que certains déterminants des localisations. Le modèle de localisation résidentielle d'Alonso (1964) en est l'illustration.

En 1964, Alonso fait paraître un ouvrage intitulé ***Location and Land Use – Towards a General Theory of Land Rent qui développait l'argumentation de son article A Theory of the Urban Land Market*** (1960). Il y développe une approche générale de l'affectation du sol en transposant le modèle de Von Thünen à la localisation résidentielle urbaine et à celle des firmes urbaines.

3.1. Les hypothèses du modèle d'Alonso

Il existe trois hypothèses principales dans le modèle d'Alonso :

- L'espace est une plaine homogène où le sol se distingue uniquement par sa distance au centre (Central Business District) ;
- Le centre regroupe tous les emplois et les activités économiques. Son rayon est souvent fixé à zéro afin de justifier l'absence de prise en compte de sa structuration et notamment des déplacements internes. Seuls les déplacements pour le motif domicile-travail entre le centre et la périphérie sont envisagés.
- Le système de transport est radial et il ne connaît pas de congestion. Sa densité est telle que tout déplacement du centre vers la périphérie est réalisé sur un rayon.

Les localisations ne se distinguent que par leur distance au centre. Les différences d'aménités entre localisations n'existent pas. Cela revient à poser que le niveau d'aménités est considéré comme uniforme pour tous les lieux de l'espace. La plaine est circulaire, organisée autour du centre. Aussi le choix de localisation se réduit-il au choix d'une distance au centre sur un segment de droite.

3.2. L'équilibre spatial du consommateur

Dans le modèle d'Alonso, l'unité de décision est le consommateur. Zoller (1988) indique que les termes *consommateur* et *ménage* sont des synonymes. Chaque consommateur, désirant résider dans la plaine monocentrique et isotrope, doit faire face à un choix complexe. Ce choix est décrit comme un arbitrage entre une localisation et un bien composite. Ainsi, l'économie comporte deux biens : le sol et un bien composite servant de numéraire. Les biens composites comme les emplois sont localisés au centre. Le choix de la localisation résidentielle se caractérise par la détermination simultanée de la distance au centre d , des quantités de sol s dont le prix est la rente de marché $R(d)$ et de la quantité du bien composite consommé x . Le modèle d'Alonso reprend la théorie néoclassique du consommateur. Le consommateur, qui fait un choix de localisation, cherche à maximiser son niveau d'utilité sous contrainte de son revenu. Dès lors, ces trois variables entrent dans la fonction d'utilité des ménages U .

Le comportement du ménage est décrit comme la maximisation de sa fonction d'utilité sous contrainte de son revenu (Y). Le revenu sert à acheter la quantité du bien composite, à acheter la quantité de sol consommé et à supporter les coûts de transport

T(d).

$$\text{Max } U = U(x, s, d) \text{ sc. } Y \geq x + sR(d) + T(d) \quad (2.2)$$

Alonso spécifie les propriétés des différentes fonctions de son modèle de localisation des ménages. Ainsi la fonction d'utilité est-elle croissante en x et en s, et décroissante en d. Elle est continue, deux fois différentiable et strictement quasi-concave. La fonction T(d) est croissante, continue, deux fois différentiable et strictement concave ou linéaire avec $T_d < 0$ et $T_{dd} \leq 0$. La fonction de rente de marché R(d) est continue et décroissante.

Implicitement, Alonso pose une hypothèse de préférence du ménage pour la centralité. En effet, les dépenses consacrées au transport augmentent avec la distance au centre, tandis que le prix du sol décroît dans le même temps. Alonso justifie très peu cette hypothèse de préférence pour la centralité. Il évoque le statut du centre comme lieu de localisation des achats, des loisirs et de l'emploi et les nuisances provoquées par les migrations alternantes pour expliquer cette préférence (ALONSO p. 26 et p. 34).

La résolution du programme de maximisation (2.2) permet de trouver les équations définissant l'équilibre spatial. Pour ce faire, nous annulons les dérivées partielles du lagrangien associé au programme (2.2). Soit le lagrangien

$$L = U(x, s, d) - \lambda [Y - (x + sR(d) + T(d))] \quad (2.3)$$

Avec λ le multiplicateur de Lagrange. Les conditions de premier ordre sont les suivantes :

$$\begin{cases} \frac{\partial L}{\partial x} = U_x + \lambda \\ \frac{\partial L}{\partial s} = U_s + \lambda R(d) \\ \frac{\partial L}{\partial d} = U_d + \lambda [sR_d + T_d] \\ \frac{\partial L}{\partial \lambda} = Y - [x + sR(d) + T(d)] \end{cases} \quad (2.4)$$

On obtient les résultats suivants

$$\begin{cases} \frac{U_s}{U_x} = R(d) \\ \frac{U_d}{U_x} = sR_d + T_d \\ Y = x + sR(d) + t(d) \end{cases} \quad (2.5)$$

Le premier résultat du système (2.5) signifie que le taux marginal de substitution entre s et x est égal au rapport des prix (il est à noter que le prix du bien composite x sert de numéraire dont $p_x = 1$) lorsque la localisation est optimale. La dernière équation de (2.5) correspond au résultat traditionnel de la contrainte saturée à l'optimum.

La seconde équation correspond à la condition d'équilibre spatial. Elle signifie que le taux marginal de substitution entre la distance et le bien composite égalise le rapport entre ce qu'appelle Alonso *le coût marginal d'un mouvement spatial*, $sR_d + T_d$, et le prix du bien composite ($p_x = 1$). Le terme sR_d désigne l'économie de dépenses engagées pour obtenir la quantité de sol consommée lors d'un déplacement marginal d'une localisation centrale vers la périphérie et T_d représente les dépenses supplémentaires consacrées au transport pour le même déplacement marginal. Nous savons que la fonction d'utilité est décroissante avec la distance ($U_d < 0$), que l'utilité marginale pour le prix du bien composite est positive ($U_x > 0$) alors le coût marginal provoqué par un éloignement du centre est négatif ($sR_d + T_d$). La quantité de sol consommée et le coût marginal sont positifs, ceci induit que la dérivée de la fonction de la rente de marché par rapport à la distance est négative. Aussi les ménages se localisent-ils en un lieu où la fonction de prix du sol est décroissante et où les économies sur les dépenses pour le sol induites par un déplacement marginal vers la périphérie excèdent les dépenses provoquées par les coûts de transport supplémentaires.

Ces résultats découlent des hypothèses sur la structuration de la ville posées par Alonso. En effet, dans une ville isotrope où les localisations se distinguent uniquement par leur distance au centre, les ménages devraient se localiser au plus près du CBD. Ce phénomène devrait être amplifié par l'hypothèse de préférence des ménages pour la centralité. L'existence d'une rente de marché décroissante avec la distance au centre qui compense les coûts de transport croissants autorise leur localisation en périphérie. C'est donc le gradient de rente foncière décroissant avec la distance au centre, expliqué par les coûts de transport, qui **situe le modèle d'Alonso dans la tradition thünenienne de la rente de localisation pure** (ZOLLER, 1988, p. 74).

3.3. La fonction de rente offerte : une présentation alternative du modèle d'Alonso

Alonso définit la courbe de rente offerte comme le consentement à payer d'un ménage

par unité de sol pour chaque distance au centre et pour un niveau d'utilité fixé. Ainsi

$$\Psi(d, u)$$

est le prix maximum par unité de sol qu'un ménage accepte de payer pour résider dans une localisation située à une distance au centre d et pour atteindre un niveau d'utilité u .

$$\Psi(d, u) = \max_{x,s} \left\{ \frac{Y - T(d) - x}{s} \mid U(x, s) = u \right\} \quad (2.6)$$

La courbe de rente offerte est obtenue quand le revenu net des coûts de transport et des dépenses pour le bien composite par unité de sol est maximisé par le choix de la consommation (x,s) pour un niveau d'utilité u .

Une autre présentation est possible. Il faut déterminer la courbe d'indifférence qui correspond à la résolution de la contrainte d'utilité $U(x,s) = u$ pour x . La courbe de rente offerte est reformulée de la manière suivante :

$$\Psi(d, u) = \max_s \frac{Y - T(d) - X(s, u)}{s} \quad (2.7)$$

avec $X(s,u)$ la consommation optimale du bien composite.

La résolution de l'équation (2.6) ou (2.7) donne le niveau optimal de bien composite et le nombre optimal d'unités de sol $S(d,u)$ consommé par le ménage.

Graphiquement, la courbe de rente offerte est donnée par la pente de la droite de budget pour une localisation à une distance d du centre et qui est tangente à la courbe d'indifférence correspondant à l'utilité u (Cf. figure 3). L'intersection entre la courbe d'indifférence et la droite de budget détermine pour un niveau d'utilité donné et une localisation donnée les quantités optimales de sol et du bien composite consommées.

A partir de ce graphique, il est possible de simuler la modification des déterminants des choix de localisation du consommateur sur la courbe de rente offerte et les courbes associées.

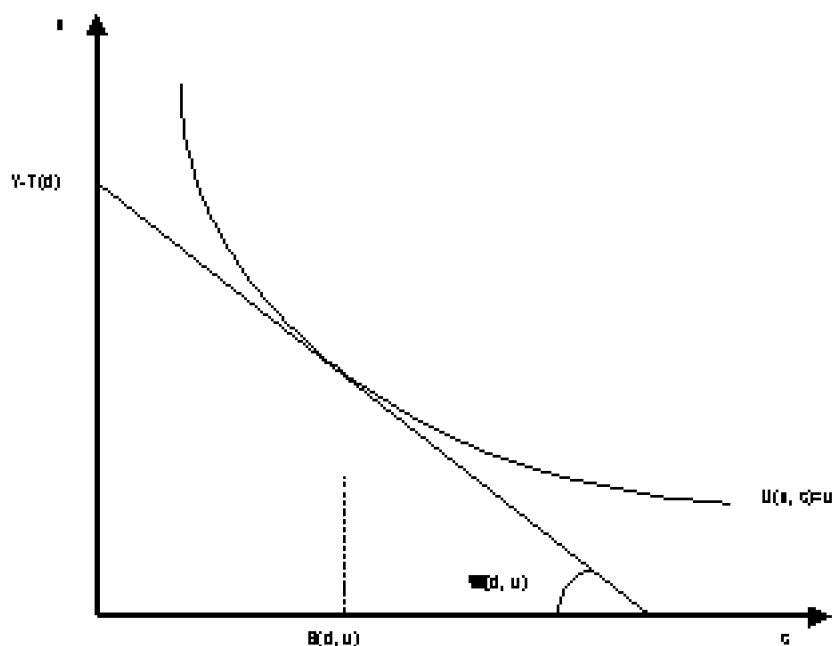


Figure 2.3 : La courbe de rente offerte des ménages

3.4. La localisation d'équilibre des ménages

Les ménages, désirant résider dans un espace, confrontent leur courbe de rente offerte à la courbe de rente de marché. La courbe de rente de marché $R(d)$ correspond au prix réellement payé par les ménages lorsqu'ils décident de résider à une distance d du centre. Elle est considérée comme une variable exogène. Les ménages n'ont aucune action sur elle, elle s'impose à eux. Aussi les ménages choisissent-ils comme localisation résidentielle le lieu où leur niveau d'utilité est le plus élevé et où la rente offerte par les ménages est égale à la rente de marché (Cf. Figure 2.4).

Graphiquement, la localisation optimale se traduit par le point de tangence entre une courbe de rente offerte et la courbe de rente de marché. Ceci est rendu possible par les propriétés de la courbe de rente de marché qui est décroissante en d et convexe (plus convexe que les courbes de rente offerte).

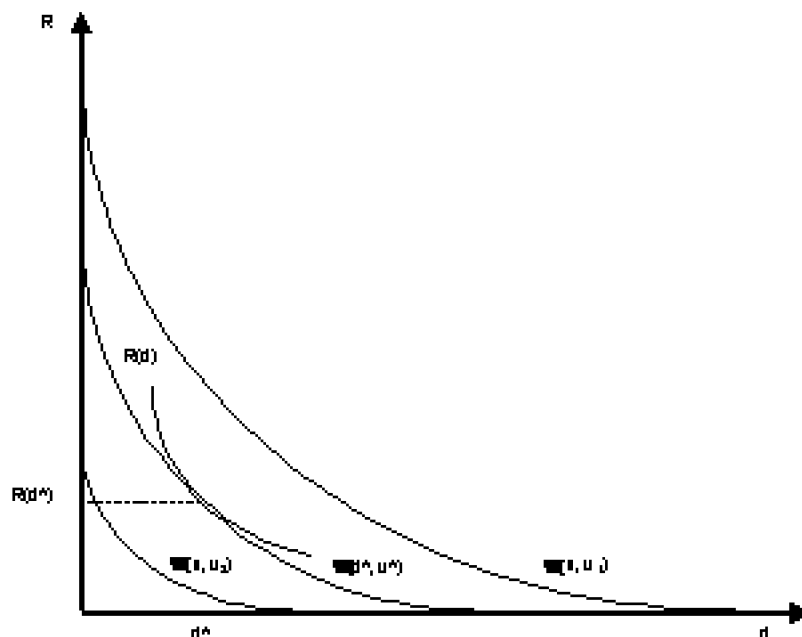


Figure 2.4 : L'équilibre spatial du ménage : les fonctions d'offre de rente et de rente de marché

3.5. Les propriétés de la courbe de rente offerte et des courbes associées

A partir de la courbe de rente offerte, il est possible de déterminer les effets d'une variation d'un des déterminants intervenant dans le choix de localisation résidentiel des ménages. Il s'agit d'une analyse en statique comparative. Nous examinerons les effets d'une modification des coûts de transport, du niveau d'utilité, de l'augmentation de la population, des revenus et du niveau général des revenus.

3.5.1. Une modification des coûts de transport

La courbe de rente offerte est, par définition, sensible à une variation des coûts de transport. Prenons deux localisations l'une située à une distance d_1 et l'autre à une distance d_2 du centre. Alors les coûts de transport s'établissent de la façon suivante :

$$T(d_1) < T(d_2) \tag{2.8}$$

Les revenus nets des coûts de transport sont les suivants :

$$V - T(d_1) > V - T(d_2) \tag{2.9}$$

D'après la définition de la courbe de rente offerte,

$$\Psi(d_1, u) > \Psi(d_2, u) \quad (2.10)$$

Le calcul du taux de substitution en appliquant le théorème-enveloppe à l'équation (2.6) donne le résultat suivant :

$$\frac{\partial \Psi(d, u)}{\partial d} = - \frac{T'(d)}{S(d, u)} < 0 \quad (2.11)$$

Plus la distance au centre est élevée, plus la rente offerte diminue. En réalité, la modification des coûts de transport entraîne deux effets. Un effet direct correspond à la modification du nombre d'unités de sol consommées afin de tenir compte du changement de revenu disponible net des coûts de transport. Si le revenu net des coûts de transport est réduit alors le ménage pour conserver le même niveau d'utilité est obligé de diminuer ses dépenses consacrées au sol. La modification provoquée par l'effet indirect concerne la composition du panier de consommation optimale $X(S(d, u))$ et $S(d, u)$. Dans les résultats de l'équation (2.11) le recours au théorème enveloppe suppose que seul l'effet direct est considéré. Par ailleurs, une modification des moyens de transport peut conduire à la diminution des coûts de transport mais également à une diminution de la désutilité liée à la distance. Dans les deux cas, la rente offerte diminue.

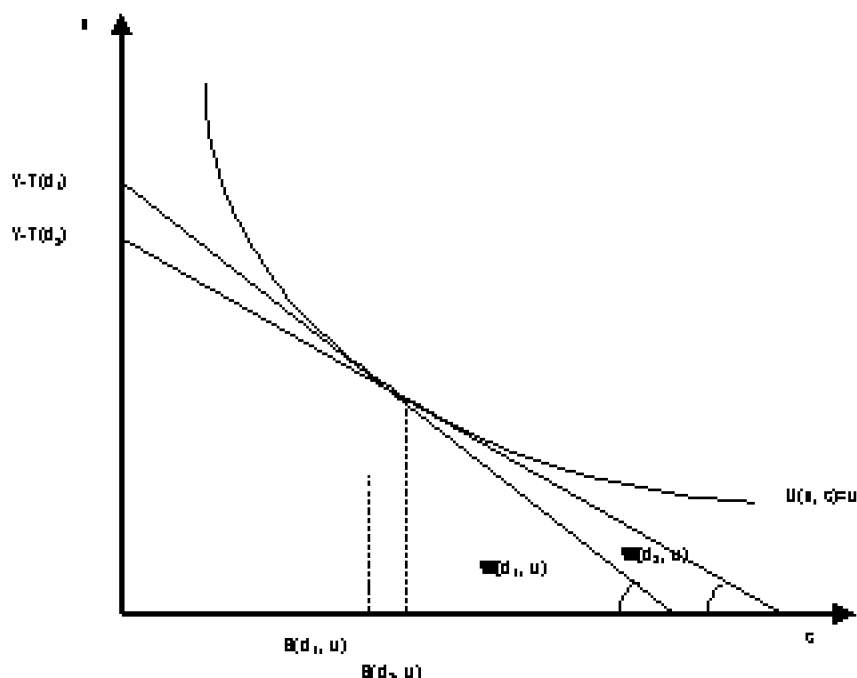


Figure 2.5 : La courbe de rente offerte des ménages et la modification des coûts de transport

3.5.2. Une modification du niveau d'utilité

Nous savons qu'une modification du niveau d'utilité conduit à un changement de la courbe de rente offerte et de la courbe du nombre optimal d'unités de sol $S(d,u)$. Soit à une distance d du centre, deux niveaux d'utilité tels que $u_1 < u_2$. Ceci conduit à l'inégalité suivante :

$$\Psi(d, u_1) > \Psi(d, u_2) \tag{2.12}$$

Le résultat signifie qu'un ménage voulant atteindre un niveau d'utilité plus important à budget constant ne peut le réaliser qu'en réduisant son niveau de rente offerte. En ce qui concerne l'impact sur la fonction $S(d,u)$, l'effet peut être ambigu.

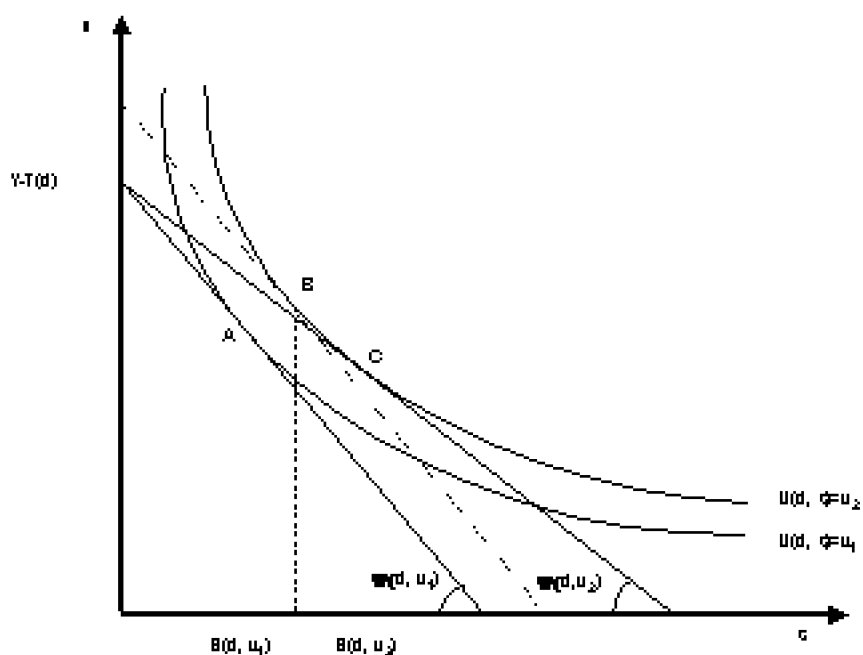


Figure 2.6 : La courbe de rente offerte des ménages et la modification d'utilité

Il est nécessaire de rajouter une hypothèse concernant l'effet revenu provoqué par une modification de l'utilité. En effet, l'on suppose que l'effet revenu se traduit par une augmentation de la consommation de sol suite à l'augmentation de revenu. Ainsi sur la figure 6, le passage de A à B (effet revenu) conduit à une augmentation de $S(d,u)$. Le passage de B à C correspond à l'effet de substitution qui entraîne une augmentation de la quantité de sol consommée.

L'étude des modifications des variables de la courbe de rente offerte permet de déterminer les propriétés de cette fonction ainsi que de la fonction associée $S(d,u)$. Ainsi

la fonction $\square(d,u)$ est continue et décroissante en d et u . La fonction $S(d,u)$ est continue et croissante en d et en u .

3.5.3. Une modification de la taille de la population

La demande de sol dans l'espace augmente conjointement avec l'accroissement de la population. Dans le cas d'une augmentation de la population, la fixité de la consommation de sol par ménage conduit à ce que la taille de la ville s'accroît jusqu'à ce que le niveau de la courbe de rente offerte soit égal à la courbe de rente agricole. Après l'augmentation de la population, les ménages ont une courbe de rente offerte plus élevée qu'auparavant provoquant une baisse de leur utilité. Cette hausse des rentes offertes conduit à une baisse de la consommation de sol puisque la consommation de sol est croissante avec le niveau d'utilité. Ainsi la densité de la ville augmente. L'accroissement de la population conduit à la fois à l'augmentation de la superficie de la ville, une hausse de la rente offerte et une croissance de la densité urbaine.

3.5.4. Une modification des revenus

Dans le modèle de Von Thünen de concurrence spatiale des productions agricoles, les produits agricoles, dont la courbe de rente est la plus élevée, sont mis en culture à proximité du centre. Le modèle d'Alonso reprend ce résultat. Ainsi les ménages qui ont les courbes de rente offerte les plus pentues se localisent le plus près du centre. Nous allons observer l'impact d'une modification des revenus sur les courbes d'enchères.

Pour ce faire, reprenons le système (2.4).

$$\begin{cases} \frac{U_s}{U_d} = R(d) \\ \frac{U_d}{U_s} = sR_d + T_d \\ Y = x + sR(d) + t(d) \end{cases} \quad (2.14)$$

A partir des deux premières équations du système, nous obtenons :

$$\frac{U_d}{U_s} = \frac{sR_d + T_d}{R(d)} \quad (2.15)$$

$$R_d = \frac{U_d}{U_s} \frac{R(d)}{s} - \frac{T_d}{s} \quad (2.16)$$

L'équation (2.16) correspond à la dérivée de la courbe de rente offerte à l'optimum. Nous allons mesurer l'impact d'une augmentation des revenus sur cette dérivée. La pente de la courbe de rente offerte est négative. En effet, la distance a une utilité marginale négative. **Both elements of the right side of the equation, so that both contribute to the negative character of the slope of the bid price curve. The first term is negative because of the disutility of distance, while the second represents commuting costs** (ALONSO, 1964, p.71).

Des revenus supplémentaires vont faire augmenter la quantité de sol consommée. En effet, l'utilité marginale du sol est positive. La quantité de sol intervient dans la première partie du membre de droite de l'équation (2.16) mais également dans les coûts d'accessibilité. Une augmentation de la quantité de sol consommée tend à accroître la dérivée de la courbe de rente offerte. Aussi la pente de la courbe de rente offerte est-elle moins importante quand le revenu augmente (la pente est négative). L'augmentation des revenus s'accompagne d'autres effets.

Les revenus supplémentaires conduisent également à la modification du rapport des utilités marginales U_d/U_5 . Nous savons que l'augmentation des revenus conduit à une augmentation de la quantité consommée de sol. Ceci conduit à une diminution de l'utilité marginale du sol. Parallèlement l'utilité de la distance décroît. Le rapport des utilités marginales (qui est négatif du fait du signe négatif de l'utilité marginale de la distance) diminue, cela provoque alors une augmentation de la pente de la courbe de rente offerte.

Les effets présentés sont de sens contraires. Aussi est-il nécessaire de recourir à des hypothèses supplémentaires. Alonso introduit une distinction entre le cas des villes américaines et les autres afin d'expliquer la localisation des ménages. Aux états-Unis, les ménages à hauts revenus sont localisés en périphérie de la ville. Alors que dans les autres pays, la périphérie est plutôt occupée par des ménages à bas revenus. Alonso propose une explication de l'organisation spatiale des agglomérations aux États-Unis.

Given a strong appetite for land, so that the holdings of land vary greatly with income, the wealthier are affected relatively less by the costs of commuting because they spread these costs over larger sites. Consequently, the rich are price-oriented whereas the poor are location-oriented. Less accessibility being bought with increasing income, accessibility being bought with increasing income, accessibility behaves as an inferior good. This is a possible explanation of the paradox encountered in American cities, of the poor living on expensive central land and the rich on cheaper peripheral land (ALONSO, 1964, p. 109).

Dans le cas américain, les ménages à hauts revenus ont une préférence pour la consommation de sol qui les pousse à se localiser en périphérie. Dans ce cas, le taux de décroissance du rapport des utilités marginales est moins fort que le taux de croissance de la quantité de sol consommée. En ce qui concerne les villes européennes, Derycke (1982) indique que les ménages aisés se localisent au centre du fait de la faible variabilité de la taille des parcelles, résultant soit des préférences des ménages, soit d'une forte contrainte sur la disponibilité du sol qui n'est pas contrebalancée par l'augmentation de la préférence pour la centralité.

Certes, l'explication donnée par Alonso est souvent considérée comme une hypothèse *ad hoc* (GOFFETTE-NAGOT, 1994, p. 76). Mais elle permet de passer du

modèle à l'analyse de l'organisation des agglomérations en termes de localisation des ménages en fonction de leurs revenus.

3.5.5. Une modification générale des revenus.

L'effet d'une augmentation générale des revenus est similaire à l'effet d'une baisse des coûts de transport puisqu'on raisonne à revenu net des coûts de transport. S'il existe une préférence pour la consommation de sol relativement plus forte que la préférence pour l'accessibilité, la pente de la fonction de rente offerte est moins forte.

Fujita (1989) aborde cette question en rejetant l'idée d'une préférence pour la centralité. Il montre que l'impact d'une augmentation générale des revenus sur la courbe de rente offerte dépend de la fonction de coûts de transport et de la disponibilité en sol en fonction de la distance. Il distingue les agglomérations circulaires des agglomérations linéaires. Dans les agglomérations circulaires, le prix du centre diminue alors que le prix en périphérie augmente. Dans les agglomérations linéaires, le prix est constant au centre et s'accroît partout ailleurs.

3.6. L'équilibre général spatial

Au côté de l'équilibre spatial des ménages, Alonso propose un modèle de localisation des activités. Il tente de conjuguer les modèles de localisation pour parvenir à un équilibre général spatial. Avant de montrer l'impossibilité d'obtenir un équilibre général, nous présenterons de façon concise le modèle d'équilibre des firmes.

3.6.1. L'équilibre de la firme

Notre propos n'est pas ici de traiter en détail l'équilibre spatial de la firme puisque l'objet de nos travaux est de traiter de la localisation des ménages. Comme les ménages, les firmes réalisent un arbitrage entre la quantité de sol et la distance au centre afin de maximiser leur profit. Alonso comprend le profit comme la différence entre le chiffre d'affaires et les coûts de production et d'utilisation du sol.

$$\Pi = CA - CP - CUS \quad (2.17)$$

avec Π le profit, CA le chiffre d'affaires de la firme, CP les coûts de production et CUS les coûts d'utilisation du sol.

Le chiffre d'affaires dépend de la distance au centre d et de la quantité de sol consommée q . Le chiffre d'affaires est croissant avec le centre d puisque le nombre de consommateurs est croissant avec la distance au centre.

$$CA = CA(d, q) \quad (2.18)$$

Les coûts de production dépendent du niveau de production directement en liaison avec le CA, la distance au centre et la quantité de sol utilisé.

$$CP = CP(CA, d, q) \quad (2.19)$$

Les coûts d'utilisation du sol correspondent au produit du prix unitaire $p(d)$ de l'espace à une distance d et de la surface utilisée q .

$$CUS = p(d) * q \quad (2.20)$$

Le profit est optimal lorsque les dérivées partielles de la fonction de profit de la firme par rapport à ses arguments sont égales à zéro. Les coûts marginaux de q et d égalisent alors leur revenu marginal respectif.

En résolvant le programme du producteur, on obtient l'équation suivante :

$$\frac{dp(d)}{dd} = \frac{CA_d (1 - CP_{qd}) - CP_d}{q} \quad (2.21)$$

Ceci correspond à la pente des courbes de rente offerte de la firme. Nous savons que la recette marginale CA_d liée à un déplacement vers la périphérie est négative et que le coût marginal de production suite à un déplacement induisant une variation marginale du chiffre d'affaires CP_{CA} est négatif et que le coût marginal de production correspondant à un déplacement de la firme CP_d est positif. Aussi la pente des courbes de rente offerte est négative si le coût marginal de la production suite à une variation de chiffre d'affaires est inférieur à 1. Ceci suppose des rendements croissants ou faiblement décroissants. Le signe négatif de la pente signifie que le montant qu'est prêt à payer la firme par unité de sol décroît avec la distance au centre qui se traduit par une diminution du chiffre d'affaires et par une augmentation des coûts de production.

Ainsi comme pour les ménages, il existe une famille de courbes d'indifférence entre p et d pour un profit donné. La courbe la plus basse correspond au profit le plus élevé. Ces courbes sont décroissantes avec la distance. La courbe de rente offerte décrit le prix que la firme est disposée à payer par unité de sol pour un niveau de profit donné. Comme pour les ménages, la firme se localisera à l'endroit où la courbe de rente de marché qui s'impose à la firme est tangente à la courbe de rente offerte de la firme la plus basse.

3.6.2. L'absence d'équilibre général

L'analyse d'Alonso ne débouche pas sur un modèle d'équilibre spatial mais sur une succession d'équilibres partiels. En effet, Alonso étudie les choix de localisation des différents agents économiques (ménages, entreprises, producteurs agricoles). Il doit déterminer **la fonction de prix du sol obtenue par le jeu de la concurrence entre les différents agents qui est la courbe enveloppe de l'ensemble des courbes de rente offerte** (GOFFETTE-NAGOT, 1994, p.71). Cet apport est l'originalité du modèle d'Alonso. Mais ceci est remis en cause par l'hypothèse de centralité des emplois du modèle.

En effet, il existe dans sa tentative de trouver un équilibre général une incohérence qui est l'une des critiques fondamentales du modèle. Lors de l'analyse du comportement des ménages en termes de localisation, l'ensemble des emplois est situé dans le centre, dans le CBD. Puis de façon incongrue, Alonso s'intéresse à la localisation des entreprises. Il ne peut pas lier les deux équilibres afin de proposer un équilibre général des agents économiques.

La détermination d'un équilibre général pour toutes les activités suppose l'abandon de la localisation centrale des emplois. En effet, **le problème d'équilibre général est de déterminer simultanément les localisations des résidents et des entreprises qui les emploient, c'est-à-dire de structurer un espace totalement vide, en l'absence de centre fixé** (HURIOT, 1994a). Par ailleurs, Fujita (1986) montre que le théorème d'impossibilité spatiale démontré par Starrett (1978) énonce que **le mécanisme du marché pur et parfait ne peut engendrer l'agglomération spatiale des activités**. Aussi doivent-ils supposer l'ouverture de l'espace aux échanges extérieurs, la présence d'externalités ou l'existence d'une concurrence imparfaite avec la présence d'économies d'échelle (GOFFETTE–NAGOT, 1994, p. 72).

Par ailleurs, l'équilibre spatial est conditionné à l'hypothèse de constitution d'une métropole instantanée. En effet, il est supposé qu'il n'existe pas de coûts à la mobilité et à la réaffectation de l'espace. **La difficulté réside dans la prise en compte de l'extrême durabilité des logements et des affectations de l'espace. Si l'on renonce à admettre que le sol puisse être instantanément gommé de toute trace d'occupation antérieure, pour être rendu à son état initial de bien spatialement indifférencié, l'on se heurtera à nouveau au problème de la convexité de l'ensemble des consommations physiques possibles. Ceci non seulement parce que la diversité du stock des logements existants rend totalement vide de sens l'idée d'un espace homogène, mais aussi en raison de la non-divisibilité de la consommation résidentielle (le logement n'est pas disponible à chaque niveau de qualité en tout lieu ; la taille des parcelles est fixée dans le tissu urbain préexistant)** (ZOLLER, 1988, p. 67)

Ces critiques remettent en cause la pertinence du modèle d'Alonso à l'occasion de l'analyse de l'équilibre général. En revanche, son analyse des équilibres partiels demeure riche d'enseignements.

4. L'enrichissement du modèle canonique

Afin de pouvoir se rapprocher de la réalité, le modèle d'Alonso a été amendé. Certaines hypothèses ont été relâchées pour pouvoir améliorer le pouvoir explicatif du modèle. <<< (HURIOT et PERREUR, 1990, p. 206). Nous allons étudier les transformations et les raffinements du modèle d'Alonso qui permettent d'enrichir l'analyse de l'arbitrage des ménages en termes de choix de localisation.

4.1. De la demande de sol à la demande du service logement

La plupart des modèles issus des travaux d'Alonso se cantonnent à reprendre comme

hypothèse que les ménages demandent une quantité de sol pour se loger. Cela revient à penser que les habitants dans l'espace urbain vivent sous tente (RICHARDSON, 1977, cité par ZOLLER, 1988, p. 60). Muth (1969) et Mills (1967) remplacent la consommation de sol par les ménages par un bien appelé *logement* dans la fonction d'utilité des consommateurs. Le sol est remplacé par un flux de services issus de l'ensemble formé par le terrain et une construction (ZOLLER, 1988, p. 68). Ce logement peut être produit par le consommateur lui-même dans certains modèles (MILLS, 1972). Muth (1969) introduit le secteur de production de logements dans le modèle de localisation résidentielle. Il considère qu'il existe des entreprises, qui utilisent du sol et d'autres facteurs de production, pour produire des logements. L'introduction du logement dans l'analyse permet une analyse des localisations résidentielles plus conforme aux observations empiriques. Par ailleurs, l'introduction du logement permet également une différenciation du type de logements dans les modèles.

4.2. Du monocentrisme au polycentrisme des modèles spatiaux

Le modèle d'Alonso suppose l'existence d'un centre unique rassemblant l'ensemble des emplois. La structure du centre n'est pas précisée. En réalité, le modèle d'Alonso correspond à un modèle de localisation des ménages dans l'anneau périphérique. Cette représentation de l'espace, où l'espace urbain est défini comme une ligne horizontale qui a pour centre le CBD, ou comme un disque autour du CBD, résulte d'une simplification de la réalité afin de simplifier les relations mathématiques. Cette structure de l'espace permet de reprendre l'hypothèse de convexité de l'ensemble des complexes de consommation physiquement possibles. Cette hypothèse est très restrictive dans les modèles spatiaux. En effet, l'introduction d'une différenciation des localisations par des caractéristiques environnementales ou sociales, conduit à supposer que les ménages ont le don d'ubiquité et disposent à l'équilibre d'une quantité de logement et d'espace pour toutes les localisations possibles.

Toutefois, cette hypothèse est remise en cause par des auteurs non seulement pour des raisons théoriques mais également pour coller plus à la réalité. Deux types de modèles résultent de cette volonté de s'affranchir de l'hypothèse de l'existence d'un centre unique. Ainsi Ogawa et Fujita (1980) supposent qu'il peut exister plusieurs centres définis à partir de certaines caractéristiques comme les interactions entre firmes et les migrations alternantes entre les ménages et leur lieu d'emploi dans un espace uniforme. Ces modèles non monocentriques sont une première réponse à la remise en cause de l'hypothèse de centre unique du modèle canonique.

D'autres modèles (PAPAGEORGIU, 1990) introduisent l'existence de plusieurs centres qui interviennent dans la détermination des rentes foncières et dans les choix de localisation des ménages. La rente foncière maximale située *au centre dans les modèles traditionnels est remplacée par un maximum absolu au centre de niveau le plus élevé et des maxima locaux pour les centres de niveau inférieur* (GOFFETTE-NAGOT, 1994, p. 85).

4.3. Une meilleure spécification des transports

Le modèle canonique prévoit uniquement des déplacements domicile-travail sur des rayons entre le centre qui regroupe tous les emplois et le reste de l'espace. Le réseau est suffisamment dense pour que les coûts entre le domicile et la radiale la plus proche soient éludés. Par ailleurs, le coût de transport est croissant avec la distance au centre. Les coûts de transport sont similaires pour tous les ménages. Il n'existe pas de différenciation du coût de transport en fonction des revenus des ménages. Plusieurs apports ont été faits depuis les travaux d'Alonso.

Déjà avant les travaux d'Alonso, Wingo (1961) introduisait dans l'analyse de la composition du coût de transport la notion de coût généralisé de transport. Ce dernier se décompose entre une partie fixe dépendant du nombre de déplacements réalisés et une partie variable fonction de la distance parcourue et du temps de transport supporté. L'analyse de Wingo ouvre la porte à l'estimation de la valeur du temps qui est fonction notamment des revenus des ménages et à l'étude des phénomènes de congestion.

Dans le modèle de Muth (1969), les coûts de transports dépendent de la distance et des revenus du consommateur. Il introduit indirectement la valeur du temps. Ainsi les consommateurs ayant les revenus les plus élevés supportent les coûts de transport les plus importants. A l'inverse du modèle d'Alonso, la fonction d'utilité des ménages n'a pas pour attribut la distance au centre. Les ménages maximisent leur utilité sous la contrainte de budget. Le lagrangien s'écrit de la façon suivante :

$$L = U(x, q, t) - \lambda [Y - (x + qK(d) + T(d, Y))] \quad (2.22)$$

Les conditions de premier ordre sont les mêmes que celles du modèle d'Alonso à l'exception de la condition d'équilibre spatiale qui est notée :

$$-\frac{\partial R}{\partial d} q = \frac{\partial T}{\partial d} \quad (2.23)$$

Ainsi à l'équilibre, l'augmentation des coûts de transport liés à un déplacement marginal est compensée par les économies réalisées sur les coûts pour le logement. Il s'agit de la condition de Muth.

Au côté de l'amélioration du calcul du coût de transport, le réseau des transports peut être complexifié. Par exemple, l'introduction d'un réseau en périphérie, qui permet de contourner certaines radiales, a été proposée par Perreur et Thisse (1974). Cela a débouché sur des formalisations mathématiques complexes mais dont l'apport principal est d'essayer de représenter de façon plus réaliste les réseaux de transports. Pourtant, les modèles de ce type ne spécifient pas les modes de transport utilisés par les ménages lors de leurs déplacements.

D'autres auteurs ont proposé des spécifications plus complexes du système de transport dans les modèles de localisation résidentielle. Mills (1967) indique que les déplacements sont réalisés en voiture particulière. Capozza (1973) suggère que l'organisation des transports soit formée, à la fois d'une voirie réservée aux VP et d'une offre de transport collectif représentée par un métro. Capozza montre que le métro

domine jusqu'à une certaine distance. Ceci n'est pas sans effet sur le profil des valeurs foncières. Gannon (1993) indique que l'introduction d'une voirie urbaine rapide à péage pour rejoindre le centre d'une agglomération modifie les valeurs foncières et la localisation des ménages à hauts revenus.

Le modèle canonique n'évoque pas la possibilité de phénomènes de congestion sur les radiales. Cette congestion existe pourtant. En effet, la croissance de la population, l'augmentation des migrations alternantes en direction du centre entraînent des phénomènes de congestion. Cette question est abordée soit par l'augmentation de la voirie pour répondre au développement de la motorisation comme en Europe à partir des années soixante, soit par la taxation de l'usage de l'infrastructure.

Pour intégrer la congestion dans les modèles de localisation résidentielle, plusieurs pratiques ont été suggérées. La première consiste à introduire un coût de transport fonction de la qualité de la circulation (inversement proportionnelle à la densité du trafic) dans la contrainte budgétaire. Ainsi à la place de maximiser le lagrangien suivant :

$$L = U(x, s, d) - \lambda [Y - (x + sR(d) + T(d))] \quad (2.24)$$

On le remplace par le lagrangien :

$$L = U(x, s, d) - \lambda [Y - (x + sR(d) + T(d, \phi(c)))] \quad (2.25)$$

Avec $\phi(c)$ la fonction croissante de densité du trafic c et $T_c > 0$.

La seconde méthode pour introduire la congestion dans les modèles de localisation résidentielle passe par l'introduction dans la fonction d'utilité des ménages du temps de loisir fonction de la densité du trafic.

Alors l'équation (2.24) devient :

$$L = U(x, s, d, l(c)) - \lambda [Y - (x + sR(d) + T(d))] \quad (2.26)$$

avec $l(c)$ le temps de loisir fonction de la densité du trafic et $l_c < 0$.

L'introduction de la congestion dans les modèles de localisation résidentielle a des conséquences sur les gradients de rente foncière. Solow (1972) montre que l'existence d'une congestion décroissante avec la distance au centre dans un modèle où l'offre de transport est constante pour tous les points de l'espace conduit à une augmentation de la convexité des gradients de rente foncière à proximité du centre. Derycke et Gannon (1990) introduisent la congestion en supposant l'existence de réseaux de transport confrontés à des phénomènes de congestion différents en termes de localisation et d'intensité. Ils combinent les deux méthodes d'introduction de la congestion dans les modèles de localisation résidentielle. Ainsi ils trouvent que les gradients de rente foncière peuvent ne pas être décroissants avec la distance.

4.4. L'hétérogénéité des ménages

Dans les modèles de localisation résidentielle, les ménages sont considérés comme identiques en termes de revenu et de fonction d'utilité. Ils possèdent tous la même courbe de rente offerte. Cette hypothèse est simplificatrice par rapport à la réalité. Aussi est-il plus pertinent de poser que les ménages perçoivent des revenus différents. Cette catégorisation des ménages conduit à ce que les ménages d'un même groupe se localisent à la même distance du centre. Dans le cas où la différence de revenus s'accompagnerait également de préférences des ménages différentes (fonction d'utilité), les ménages ayant des revenus similaires ne se localisent plus forcément à la même distance du centre.

Fujita (1989) introduit également dans son modèle de localisation résidentielle la structure des ménages. En effet, si dans les modèles traditionnels le ménage est utilisé comme synonyme de consommateur, les ménages ne se distinguent pas par leur composition. Pourtant, la composition peut modifier la demande de logement, les coûts de transport et la contrainte budgétaire. En effet, un ménage avec enfants recherche souvent des logements dont la taille est supérieure à celui d'un célibataire. Les coûts de transport engendrés par les déplacements domicile-travail sont proportionnels au nombre d'actifs composant le ménage. Ainsi Fujita (1989) inclut dans la fonction d'utilité du ménage le nombre d'actifs et le nombre d'inactifs. Les revenus se composent des revenus salariaux et d'une partie proportionnelle au nombre d'actifs. Les coûts de transport ne concernent que les actifs. L'utilité, résultant du logement et du bien composite, est fonction du nombre total des membres du ménage

Le nombre d'inactifs dans un ménage joue un rôle important. En effet, la localisation des ménages est influencée par ce nombre. Le modèle de Fujita (1989) indique que les ménages composés de plusieurs inactifs ont tendance à se localiser en périphérie. En effet, un ménage de ce type possède une demande de logement importante. Afin de pouvoir se loger, les actifs doivent supporter une augmentation du temps de transport au détriment de leur temps de loisir. Par ailleurs, plus le nombre d'actifs dans un ménage est grand, moins les ménages se localiseront en périphérie. Enfin, lorsqu'un ménage est composé uniquement d'actifs dont les revenus se composent seulement de salaires, alors le nombre d'actifs n'intervient plus dans le choix de localisation.

La prise en compte de la composition des ménages conduit à des choix de localisation différents. L'introduction de telles considérations dans les modèles de localisation apporte une vision plus réaliste des choix des ménages et des contraintes auxquelles ils sont soumis.

4.5. La prise en compte de l'anisotropie des localisations

Dans le modèle d'Alonso, les localisations se caractérisent uniquement par la distance au centre. Aucune autre caractéristique n'est prise en compte dans l'analyse. Pourtant, les localisations sont anisotropes. En effet, le résultat des modèles standard de structuration spatiale montre que la rente est décroissante avec la distance au centre. Pourtant, les économistes sont confrontés à l'existence de gradients de rente positifs pour certains

points de l'espace. Aussi d'autres facteurs doivent-ils intervenir dans le choix des ménages de résider à un point de l'espace. Les ménages ne réalisent pas leur choix de localisation uniquement par rapport à l'unique critère d'accessibilité au centre. Les attributs de l'espace interviennent également dans l'arbitrage des ménages.

4.5.1. L'introduction dans l'analyse des attributs de lieux

Ainsi Papageorgiou (1990) formalise l'existence d'attributs de lieux. Dès 1973, il s'interroge sur la possibilité d'introduire dans la fonction d'utilité des ménages la qualité de l'environnement. Souvent, la préférence pour un environnement meilleur est suggérée par la prédilection de certains ménages pour les localisations périphériques où une quantité de sol est disponible. Papageorgiou propose d'inclure implicitement dans la fonction d'utilité la qualité de l'environnement.

Dans le modèle de Papageorgiou (1973) l'utilité des ménages est fonction de l'espace disponible, des loisirs et de la qualité de l'environnement. La qualité de l'environnement dépend de la congestion et de la proximité de centres économiques. Il s'agit de facteurs endogènes au modèle. D'autres caractéristiques physiques de l'espace peuvent être également prises en compte telles que le climat et les paysages et sont exogènes au modèle. Les prix du bien composite et du logement varient en fonction de la localisation. En revanche, il n'existe pas de coût de transport domicile-travail puisque le modèle de Papageorgiou se place dans un espace polycentrique où les déplacements sont réalisés pour le seul motif d'achats. Les coûts engendrés sont proportionnels à la quantité de biens consommés.

Papageorgiou montre que dans le cas d'une distribution homogène de la qualité de l'environnement, il existe un maximum de rente foncière au centre de l'espace. En revanche, il indique que si la qualité de l'environnement est variable en fonction de la localisation, il peut exister une augmentation puis une diminution de la rente foncière en fonction de la distance au centre et des caractéristiques physiques de l'espace. Papageorgiou et Mullally (1976) montrent que dans un espace, tel que défini précédemment, les ménages ne se localisent pas sous formes d'anneaux concentriques selon leur niveau de revenus. En effet, il existe des zones non ségréguées où des ménages ayant des revenus différents se localisent pour d'autres raisons. Ces dernières correspondent aux préférences spatiales des ménages. Papageorgiou apporte des éléments de réflexion quant à l'introduction des préférences spatiales des ménages dans les modèles de base de localisation résidentielle.

A la suite de Papageorgiou, Gannon (1993) suggère d'introduire les aménités dans la fonction d'utilité des ménages afin de tenir compte de préférences spatiales des ménages. Dans son cas, les aménités prennent la forme d'une moindre pollution, d'un niveau de congestion plus faible ou de l'existence de biens naturels. Papageorgiou se place dans un modèle polycentrique de *ville-service* éloigné du modèle canonique d'Alonso. Fujita (1989) tente une synthèse des travaux à partir du modèle d'Alonso et introduit l'anisotropie des localisations dans l'arbitrage des ménages en termes de choix de localisation résidentielle.

4.5.2. Le modèle de localisation avec externalités

Dans son ouvrage *Urban Economic Theory* publié en 1989, Fujita essaye d'unifier les différents modèles de base de la NEU. Après une présentation détaillée du modèle d'Alonso-Muth, il expose un modèle de localisation avec externalités qui introduit dans l'analyse l'anisotropie des localisations. Ainsi une variable d'aménités est introduite dans la fonction d'utilité des ménages. Les consommateurs ont une fonction d'utilité spécifiée de la façon suivante :

$$U(x, s, E(z)) \quad (2.27)$$

avec x le bien composite, s la taille du logement et $E(\square)$ le niveau d'aménités de la localisation \square . Le niveau d'aménités résulte de l'offre de biens publics locaux, des aménités environnementales, etc. Chaque localisation se distingue par sa distance au centre et son niveau d'aménités.

A l'exemple du modèle d'Alonso, le comportement du ménage est décrit comme la maximisation de sa fonction d'utilité sous contrainte de son revenu (Y). Le revenu sert à acheter la quantité de bien composite, à supporter le coût du logement $sR(\square)$ et de transport $T(\square)$ et à payer les impôts $G(\square)$.

$$\text{Max } U = U(x, s, E(v)) \quad \text{sc. } Y \geq x + sR(v) + T(v) + G(v) \quad (2.28)$$

$$\Psi(v, u) = \max_{x, s} \left\{ \frac{Y - T(v) - G(v) - x}{s} \mid U(x, s, E(v)) = u \right\} \quad (2.29)$$

La courbe de rente offerte est obtenue quand les dépenses consacrées au logement sont maximisées pour un niveau d'utilité et un panier de consommation (x, s) .

Comme pour le modèle d'Alonso, la courbe de rente offerte peut être déterminée par :

$$\Psi(v, u) = \max_s \frac{Y - T(v) - G(v) - X(s, u, E(v))}{s} \quad (2.30)$$

avec $Z(s, u, E(\square))$ la consommation optimale du bien composite.

A partir de cette définition, plusieurs cas peuvent être étudiés : la variation de l'accessibilité, du niveau de la taxe locale, de l'utilité et du niveau d'aménités. Les résultats en termes d'équilibres partiels sont les mêmes que ceux obtenus avec le modèle d'Alonso. Par exemple, l'augmentation de la taxe locale réduit le revenu net d'impôts et de coûts de transport. Aussi les ménages ne peuvent conserver leur niveau d'utilité qu'à la

condition que les dépenses pour le logement soient réduites.

Nous allons nous intéresser au cas d'une variation du niveau d'aménités qui correspond à l'apport de FUJITA au modèle canonique.

Soit une augmentation du niveau d'aménités, $E_2 > E_1$, toutes choses égales par ailleurs. La courbe d'indifférence se déplace vers le bas pour un même niveau d'utilité. (Cf. Figure 2.7) Cela signifie qu'il est possible d'atteindre le même niveau d'utilité avec une diminution de la consommation du bien composite. Le taux de substitution entre le niveau d'enchères et le niveau d'aménités en utilisant le théorème-enveloppe s'écrit :

$$\frac{\partial \Psi}{\partial E} = - \frac{1}{s} \frac{\partial Z}{\partial E} > 0 \tag{2.31}$$

Figure 2.7 : La courbe de rente offerte des ménages et l'augmentation du niveau d'aménités

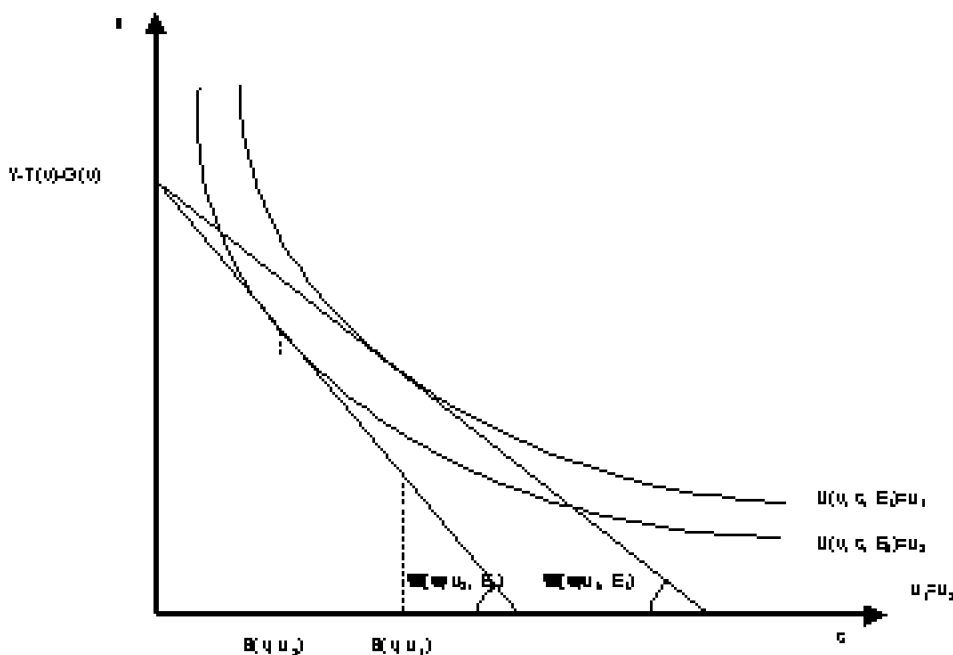


Figure 2.7 : La courbe de rente offerte des ménages et l'augmentation du niveau d'aménités

La courbe de rente offerte est croissante avec la hausse du niveau d'aménités. Les ménages enchérissent de manière plus importante dans un environnement meilleur. Toutefois, le signe de l'effet du niveau d'aménités sur la taille du logement ne peut pas être déterminé *a priori*. Par hypothèse, la taille du logement à l'optimum est décroissante avec le niveau d'utilité :

$$\frac{\partial S(v, u)}{\partial E} < 0 \quad (2.32)$$

Nous avons indiqué que les externalités peuvent résulter de l'offre de biens publics locaux ou d'aménités environnementales. Les propriétés intrinsèques des lieux sont prises en compte dans ce modèle. Ainsi le modèle de Fujita (1989) avec externalités tente de dépasser la problématique des modèles initiaux de localisation des ménages centrée sur les coûts de transport. Le modèle présenté demeure encore sommaire.

Fujita (1989) suggère de prendre en compte explicitement les biens publics locaux dans l'analyse. Il distingue plusieurs types de biens publics locaux : les *city goods*, les *neighbourhood goods* et les *superneighbourhood goods*. Les *city goods* se caractérisent par un niveau de service homogène sur l'ensemble de l'agglomération. Les *neighbourhood goods* sont offerts de façon localisée et ne bénéficient qu'aux ménages résidant dans l'agglomération. Les *superneighbourhood goods* sont des biens dont les bénéfices dépendent également de la localisation des ménages par rapport à l'offre. Ils provoquent des effets de débordement. L'introduction des biens publics locaux dans l'analyse permet d'étudier leurs effets sur les courbes de rente offerte des ménages. La complexification du modèle d'Alonso conduit à superposer à l'espace absolu un espace relatif qui déforme les gradients de rente foncière. En introduisant davantage de réalisme dans les modèles, leur pouvoir explicatif augmente dans l'analyse des localisations résidentielles.

5. Conclusion

Ce chapitre a permis d'analyser les principaux déterminants de la localisation résidentielle. Ainsi dans le modèle canonique d'Alonso, sous l'hypothèse d'un espace monocentrique et d'un centre rassemblant tous les emplois, les ménages doivent choisir une localisation d'équilibre et la quantité de sol consommée (ou la taille du logement). Ils arbitrent entre espace (coût du logement) et accessibilité (coût du transport) en fonction des prix, de leurs revenus et de leurs préférences. La vision d'Alonso du choix de localisation des ménages est très restrictive. Les développements de modèle issus du modèle de base tentent d'y remédier.

En effet, suite aux travaux d'Alonso, de nombreux modèles ont précisé les déterminants des choix de localisation notamment par la prise en compte des caractéristiques des transports dans l'arbitrage des ménages sous la forme d'un coût de transport généralisé (WINGO, 1961) ou par son introduction dans la fonction d'utilité des ménages (SOLOW, 1972). Une meilleure spécification des transports conduit souvent à la distinction des ménages en fonction de leurs caractéristiques de composition et de revenus. L'introduction de la différenciation des ménages permet de prendre en compte l'existence de localisations ségréguées selon les revenus ou la structure des ménages. La composition des ménages et leurs revenus induisent l'existence de courbes de rente offerte différentes.

Par ailleurs, la volonté de refuser l'isotropie des localisations dans les modèles de localisation résidentielle a permis de développer des modèles tenant compte des attributs de lieux (PAPGEORGIOU, 1973, 1990). Ces derniers sont pris en compte en intégrant dans la fonction d'utilité une mesure du niveau d'aménités ou l'existence et les caractéristiques de l'offre de biens publics locaux (FUJITA, 1989).

Nous savons que la détermination d'un équilibre général spatial n'est pas possible dans les modèles élaborés à partir du modèle d'Alonso. Pourtant, le raisonnement en équilibre partiel autorise l'analyse des localisations résidentielles des ménages et, par conséquent, indirectement l'analyse des déterminants des prix des logements et de la valorisation de l'offre de biens publics locaux. En effet, notre objet se situe dans un cadre statique, où il s'agit d'étudier les prix des logements en fonction des attributs de lieux à un moment donné et dans un espace délimité. Il ne s'agit pas d'étudier les étapes de la formation de l'espace urbain.

En outre, notre objet est de mesurer l'impact de l'offre de biens publics locaux sur le prix des logements dans une commune centre d'une agglomération millionnaire. ***L'économie spatiale urbaine demeure pour l'essentiel une théorie de l'espace résidentiel et, plus précisément même, une théorie de l'espace suburbain*** (ZOLLER, 1988, p. 63). Pourtant, nous considérons qu'au sein de la commune centre, nous observons les mêmes arbitrages de la part des ménages en termes de localisation que dans l'anneau périphérique. Aussi les enseignements issus des équilibres partiels étudiés et apportés par les modèles de localisations demeurent valables pour notre problématique.

CHAPITRE III : Les tests empiriques de capitalisation immobilière de l'offre de biens publics locaux

L'approche de la *capitalisation immobilière* de l'offre de biens publics locaux est issue des travaux de Tiebout (1956). Pour Tiebout, il existe un mécanisme de révélation des préférences concernant l'offre de biens publics locaux par le choix de la commune de résidence réalisé par les ménages. Il répond ainsi à Samuelson (1954) et à Musgrave (1939, 1955) qui prétendaient qu'il était impossible de déterminer un niveau optimal d'offre de biens publics locaux du fait de l'absence de contrainte des ménages à révéler leurs préférences.

1. Tiebout et l'offre de biens publics locaux

1.1. Le concept du passager clandestin

Avec l'augmentation continue des dépenses publiques depuis le début du vingtième siècle, la question de l'offre efficiente de biens publics a été posée par les économistes.

Musgrave (1939, 1955) et Samuelson (1954) ont montré qu'aucune solution de type *marché* ne permet de déterminer un niveau optimal de dépenses publiques consacrées à l'offre de biens publics. ***We are faced with the problem of having a rather large portion of our national income allocated in a non optimal way when compared with the private sector*** (TIEBOUT, 1956, p. 416).

Cette question ne se pose pas si chaque consommateur-votant déclare ses préférences pour les biens publics et si l'autorité publique adapte son offre de biens publics et le niveau de taxe la finançant, aux désirs des électeurs. Ainsi, l'existence d'un mécanisme conduisant à la révélation des préférences des consommateurs pour les biens publics conduit à une offre optimale de biens publics. Hélas, un consommateur rationnel ne révèle pas ses véritables préférences. Il est tenté de profiter de l'offre de biens publics comme passager clandestin. En ne révélant pas ses préférences, il espère profiter des biens offerts par la collectivité sans en supporter les coûts.

La solution au problème de passager clandestin consiste à forcer le consommateur à révéler ses préférences par le vote, à lui proposer un marché pour les biens publics similaire au marché des biens privés afin de satisfaire ses préférences, et à le taxer en conséquence. Mais les mécanismes politiques ne permettent pas d'atteindre ces objectifs de manière satisfaisante (TIEBOUT, 1956).

En ce qui concerne les dépenses publiques de l'Etat et les biens publics offerts au niveau national, la question de la détermination d'un niveau optimal des dépenses demeure. En revanche, Tiebout constate qu'à côté des biens publics proposés par l'Etat, les échelons administratifs inférieurs ont développé une offre de biens publics locaux. Il montre que pour ces biens, il est possible de déterminer une offre optimale du fait de la révélation des préférences des consommateurs pour les biens publics locaux lors du choix de leur commune de résidence. Ceci conduit Tiebout à proposer un modèle de gouvernement local.

1.2. Le modèle de Tiebout

Tiebout (1956) tente d'expliquer le choix résidentiel des consommateurs par les dépenses engagées par les communes pour financer différents niveaux d'offre de biens publics locaux. Ainsi, la mise à disposition de biens publics par les communes rentre dans le processus de choix des consommateurs. Le consommateur satisfait au mieux ses préférences lors du choix de sa commune de résidence. Le vote avec les pieds révèle les préférences des consommateurs pour les biens publics locaux. Cela conduit à une allocation optimale des biens publics locaux. Ce mécanisme est dénommé l'hypothèse de Tiebout.

The consumer-voter may be viewed as picking that community which best satisfies his preferences pattern for public goods. At the central level the preferences of the consumer-voter are given, and the government tries to adjust to the pattern of those preferences, whereas at the local level various governments have their revenue and expenditure more or less fixed. Given these revenue and expenditure patterns, the consumer-voter moves to that community whose local government best satisfies his set of preferences. The greater the

number of communities and the greater the variance among them, the closer the consumer will come to fully realizing his preference position (TIEBOUT, 1956, p. 418).

Tiebout élabore un modèle de gouvernement local soumis à sept hypothèses.

- Les consommateurs sont parfaitement mobiles. Ils choisissent, comme lieu de résidence, la commune qui satisfait au mieux leurs préférences pour les biens publics locaux ;
- Les consommateurs possèdent une connaissance complète de la fiscalité et de l'offre de biens publics proposée par toutes les communes ;
- Il existe un nombre suffisant de communes pour que chaque consommateur puisse trouver un lieu de résidence correspondant à ses préférences ;
- Les consommateurs vivent de leurs rentes. Cette hypothèse permet de s'affranchir de la contrainte de l'emploi ;
- Les biens publics locaux ne provoquent ni d'économies externes, ni de déséconomies d'échelle entre communes ;
- Les biens publics correspondent aux préférences des habitants actuels de la commune. La taille optimale de la commune est déterminée par l'espace donné et les demandes des habitants ;
- Les communes dont la taille est inférieure à la taille optimale attirent les nouveaux résidents au coût moyen le plus faible. Les autres communes tentent de conserver leur population constante.

Ces hypothèses posées, on comprend que le choix de la commune par un consommateur, c'est-à-dire sa mobilité, révèle ses préférences pour l'offre de biens publics locaux d'une commune. ***The act of moving or failing to move is crucial. Moving or failing to move replaces the usual market test of willingness to buy a good and reveals the consumer-voter's demand for public goods. Thus each locality has a revenue and expenditures pattern that reflects the desires of its residents*** (TIEBOUT, 1956, p. 420).

Les travaux de Tiebout ont débouché sur de nombreux tests empiriques que l'on peut classer en cinq catégories (DOWDING *et alii*, 1994) :

- La taille optimale des communes Cette question est récurrente en économie spatiale et en finances publiques. Elle se base sur l'existence d'économie d'échelle et d'envergure pour expliquer la taille importante d'entités administratives ou, *a contrario*, sur l'idée d'une meilleure adéquation de l'offre de biens publics aux préférences des consommateurs pour justifier une taille plus petite des communes ;
- L'homogénéité et le tri de la population La première conséquence du modèle de Tiebout correspond à l'augmentation de l'homogénéité de la population avec le nombre de communes existantes. La seconde est issue directement du modèle, chaque consommateur change volontairement de localisation afin de satisfaire au mieux ses préférences ;

- Les migrations induites par la fiscalité Ces études ne s'intéressent pas à l'impact de la variation de la fiscalité sur le marché de l'immobilier comme le fait la capitalisation. Elles étudient directement les effets de la fiscalité sur les flux de consommateurs migrant pour des raisons fiscales ;
- Le test du modèle de Tiebout à un niveau désagrégé Il s'agit d'étudier directement les motivations des consommateurs dans leur choix de résidence ;
- La capitalisation immobilière de l'offre de biens publics locaux. Depuis 1956, le modèle de Tiebout a suscité plus de 200 articles et ouvrages qui testent ses différentes hypothèses et ses nombreuses répercussions (DOWDING *et alii*, 1994). Ceci s'explique par l'intérêt de ses travaux pour comprendre notamment les divisions sociales et politiques dans les communes, les variations du prix des biens immobiliers résultant des politiques publiques.

2. La capitalisation de l'offre de biens publics locaux

Les articles de Tiebout (1956, 1957, 1961) n'ont pas suscité, après leur publication, de nombreuses réactions à propos de la capitalisation. En revanche, l'article d'Oates (1969) qui étudie les effets des taxes locales et de l'offre d'éducation d'une commune sur le prix des biens immobiliers a relancé l'intérêt des économistes pour les conséquences du modèle de Tiebout en termes de capitalisation.

2.1. Oates et la capitalisation

Oates reprend le modèle de Tiebout. ***We can conceive of a utility-maximizing consumer who weights the benefits stemming from the program of local public services against the cost of his liability and chooses as a residence that locality which provides him with the greatest surplus of benefits over costs*** (OATES, 1969, p. 959). Il considère que le prix du logement augmenté des taxes locales est le prix d'entrée pour vivre dans une commune et consommer les biens publics locaux offerts.

Dans cette approche, c'est la différence entre les bénéfices escomptés de la consommation de biens publics locaux et les coûts présents et futurs des taxes qui est importante. Si les consommateurs se comportent comme dans le modèle de Tiebout, un niveau élevé de taxe dans une commune doit entraîner à une réduction de la demande des biens immobiliers pour cette localisation. Dans une commune qui propose une offre de biens publics locaux plus attractive, les prix de l'immobilier résidentiel doivent être plus élevés. Les ménages enchérissent plus pour résider dans une commune dont l'offre de biens publics locaux est plus élevée et la demande pour cette localisation est plus importante. L'étude de la capitalisation des différences de biens publics locaux et de la taxe sur la propriété est souvent utilisée pour tester la validité de l'hypothèse de Tiebout.

2.1.1. Le test empirique de la capitalisation d'Oates

L'article d'Oates est la première étude empirique concernant la capitalisation immobilière. Il tente de comprendre la formation des prix immobiliers en fonction notamment de l'offre

de biens publics locaux et de son financement. Oates (1969) effectue une régression entre le prix des biens immobiliers et les critères suivants : les caractéristiques intrinsèques des logements, la distance au centre, les revenus des ménages, les dépenses consacrées aux écoles publiques par élève, les dépenses publiques par habitant et le taux de la taxe locale sur la propriété. Cela est réalisé sur un échantillon de 53 communes du New Jersey (EU) pour des données concernant l'année 1960. Les informations concernant les logements (caractéristiques et prix) sont des données agrégées. Ces dernières correspondent à la valeur et aux caractéristiques médianes des transactions immobilières par commune. Les dépenses publiques consacrées à l'éducation servent d'approximation du niveau de l'offre de biens publics locaux des communes. Pour expliquer ce choix, Oates indique que, dans les années soixante, environ 50 % des budgets des communes servent à financer ce service. Il reprend comme déterminant du prix des biens immobiliers la distance de la commune à la commune-centre de l'agglomération. Il utilise les travaux d'Alonso (1964) et Muth (1969) qui ont montré le rôle crucial de cette variable dans la formation des enchères des ménages.

Tableau 3.1 : Les variables du test empirique d'Oates (1969)

V	Valeur médiane des transactions immobilières de la commune en 1960
T	Taux effectif de l'impôt foncier
E	Dépenses d'éducation par élève
M	Distance euclidienne entre la commune et Manhattan (en miles)
R	Nombre médian de pièces par maison
N	Pourcentage de maisons construites après 1950
Y	Revenu médian par famille en milliers de dollars
P	Pourcentage de familles par commune ne disposant pas d'un revenu annuel supérieur à 3000 \$

Tableau 3.2 : Les résultats de l'estimation (MCO) d'Oates (1969)

Variables indépendantes	Paramètres estimés	T de Student
Constante	-21	(2,4)
Ln T	-3,6	(4,1)
Ln E	3,2	(2,1)
Ln M	-1,4	(4,8)
R	1,7	(4,1)
N	0,05	(3,9)
Y	1,5	(8,9)
P	0,3	(3,6)

 $R^2=0,93$

En utilisant la méthode des moindres carrés ordinaires (MCO), Oates estime la valeur des paramètres de l'équation de capitalisation. Il recourt à une transformation logarithmique du taux de la taxe foncière, de l'offre de biens publics locaux et de la distance au centre afin de prendre en compte l'absence de linéarité supposée des relations entre le prix de l'immobilier et ces variables. Oates observe alors qu'il existe un effet négatif du taux de la taxe sur la propriété et un effet positif des dépenses en matière d'éducation des enfants sur le prix des biens immobiliers.

Oates est conscient de la limite de ses travaux notamment quant au sens de la liaison entre taxe sur la propriété et prix des biens immobiliers. ***A more complete model would have to include another equation in which the tax rate is treated as a dependent variable, presumably as a function of the level local public spending, the size of the tax base, and the extent of public issues of debt*** (OATES, 1969, p. 964). *Ceteris paribus*, il montre que dans une commune où les prix des biens immobiliers sont élevés, le taux de la taxe est plus faible que dans une commune où les logements sont moins chers. Aussi propose-t-il d'estimer les paramètres de l'équation de capitalisation en utilisant la méthode des doubles-moindres carrés afin d'éliminer les biais résultant de l'existence d'équations simultanées ¹.

Tableau 3.3 : Les résultats de l'estimation (DMC) d'Oates (1969)

Variables indépendantes	Paramètres estimés	t de Student
Constante	-29	(2,3)
Ln T	-3,6	(3,1)
Ln E	4,9	(2,1)
Ln M	-1,3	(4,0)
R	1,6	(3,6)
N	0,06	(3,9)
Y	1,5	(7,7)
P	0,3	(3,1)

$$R^2=0,93$$

Les résultats sont presque similaires aux précédents. Il faut remarquer que le paramètre qui change le plus correspond à la variable *dépenses publiques*. Il passe de 3,2 à 4,9. L'absence de la prise en compte de l'existence d'équation simultanée concernant les variables fiscales conduisait à une sous-estimation de l'impact des dépenses publiques sur les prix du logement.

2.1.2. La mesure de la capitalisation de la taxe locale

Dire que la taxe locale est capitalisée dans le prix des biens immobiliers signifie que son augmentation conduit à un prix plus faible des logements. La taxe locale est complètement capitalisée lorsqu'une hausse de la taxe d'un montant X entraîne, *ceteris*

¹ Pour une présentation de la méthode des doubles moindres carrés confer JOHNSTON (1988, p. 523)

paribus, une baisse des prix de l'immobilier d'un montant équivalent.

Le concept de capitalisation des taxes locales renvoie aux notions de valeur actuelle et de taux d'actualisation. La valeur actuelle d'un franc devant être perçu l'année prochaine correspond à $1/(1+i)$. Ainsi la valeur actuelle d'un franc reçu dans n années sera $1/(1+i)^n$. La valeur actuelle d'un flux de revenus d'un franc pendant n années correspond à :

$$m = \sum_{j=1}^n \frac{1}{(1+i)^j} \quad (3.1)$$

Ainsi, avec $I=3000$ et $i = 0.03$, la valeur actuelle est approximativement de 100000 francs. Soient deux maisons identiques A et B. Le propriétaire de la maison A paie un montant de taxe sur la propriété de 3000 francs supérieur à la charge fiscale payée par le propriétaire de la maison B. Si la valeur de la maison A est inférieure de 100000 francs à celle de B, la taxe est complètement capitalisée. Dans le cas d'une différence de valeur de 50000 francs, la taxe est capitalisée à 50 %.

Lorsque l'impôt est intégralement capitalisé, le prix du logement est estimé par le flux actualisé des revenus nets des impôts procurés par ce bien :

$$V = \sum_{j=1}^n \frac{Y - tV}{(1+i)^j} \quad (3.2)$$

$$V = m(Y - iV) \quad (3.3)$$

avec V le prix du logement, Y le flux de revenus nets annuels, t le taux d'imposition foncière, r le taux d'actualisation, n la durée de vie du logement.

On déduit de l'équation (3.3) le montant des flux de revenus annuels :

$$Y = V \left(\frac{1 + mt}{m} \right) \quad (3.4)$$

Il est possible de déterminer l'impact d'une modification du taux de la taxe sur la propriété sur le prix des biens immobiliers :

$$V = \frac{mV}{1 - mt} \quad (3.5)$$

Cette baisse du prix du logement, dans l'hypothèse d'une capitalisation totale du niveau de la taxe sur la propriété, doit être comparée au résultat obtenu à l'aide de

l'équation de capitalisation. Ainsi, *ceteris paribus*, une variation de 2 % à 3 % du taux de l'impôt foncier conduit à la baisse suivante :

$$\Delta V = -3,6[\ln(0,03) - \ln(0,02)] = 1500 \$$$

2.1.3. La compensation par l'offre de biens publics locaux

Oates (1969) donne l'exemple de la capitalisation de l'offre de biens publics locaux dans une commune qui se caractérise par des logements identiques, dont la valeur est 20000 dollars. Chaque ménage a un enfant qui fréquente l'école publique. La commune décide d'augmenter son taux de taxe sur la propriété de 2 à 3 % afin de développer son offre de biens publics locaux. Son budget est consacré pour moitié à l'éducation. Du fait de l'augmentation des prélèvements, les dépenses par élève augmentent de 100 dollars passant ainsi de 350 à 450 dollars.

En utilisant son équation de capitalisation, il montre que l'impact de la hausse du taux de la taxe sur la propriété réduit la valeur de chaque logement de 1500 dollars. En revanche, l'augmentation des dépenses pour l'éducation entraîne une hausse de 1200 dollars de la valeur des biens immobiliers :

$$\Delta V = 4,9[\ln(450) - \ln(350)] = 1200 \$$$

Ainsi l'utilisation de la moitié des recettes fiscales générées par la hausse du taux de la taxe sur la propriété pour financer les écoles compensent quasi-intégralement la perte de valeur provoquée par l'augmentation des impôts. Ce résultat ne tient pas compte de l'augmentation supposée de la qualité de l'offre des autres biens publics locaux provoquée par l'augmentation du budget communal.

2.2. Les analyses critiques du test de la capitalisation selon Oates

Oates a initié des travaux empiriques sur la capitalisation de l'offre de biens publics locaux. Son article a servi de base à de nombreux travaux tant du point de vue méthodologique que du point de vue des données. En effet, Oates a permis à divers travaux d'utiliser ses données afin de tester les modifications des variables explicatives de l'équation de capitalisation sur ses résultats. Trois principales critiques ont été faites à l'encontre des travaux d'Oates : la mesure de l'offre de biens publics locaux, le problème du choix de la méthode statistique et la spécification de la variable fiscale.

2.2.1. La mesure de la variable fiscale

2.2.1.1. Taux de l'impôt foncier *versus* montant de l'impôt foncier

La plupart des études sur la capitalisation commettent une erreur de spécification de la variable fiscale. Cette erreur entraîne un biais dans le calcul de la capitalisation de l'impôt foncier. ***Whereas the hypothesis suggests capitalization of the tax burden, this [Oates's] equation suggests capitalization based upon the tax rate*** (KING, 1977, p. 426). En effet, les tests empiriques utilisent, comme indicateur de la variable fiscale, le taux effectif d'imposition (t) à la place de la charge fiscale (tV). Ceci conduit à considérer que la capitalisation de la variable fiscale est constante quel que soit le prix des maisons.

Pour reprendre les calculs d'Oates (1969), une augmentation de 2 à 3 % du taux effectif d'imposition (t) entraîne une baisse du prix médian des maisons de 1500 \$. Pour le prix médian le plus important (32000\$), le taux de capitalisation de l'impôt est de 40 %, alors qu'il est de 92 % pour le prix le plus faible (14000\$). Avec les résultats du test de capitalisation d'Oates de 1973, les taux de capitalisation de la variable fiscale sont respectivement de 56 % et de 127 %.

Finalement, l'utilisation du taux effectif de l'impôt foncier dans l'équation de capitalisation signifie toujours une capitalisation faible pour les communes où le prix des biens immobiliers est important et une capitalisation trop élevée pour les communes où le prix des biens immobiliers est plus faible. King (1977) propose de remplacer la variable ***taux effectif de la taxe foncière par une variable montant de la taxe***. Il reprend les données d'Oates (1969) et obtient les résultats suivants.

Tableau 3.4 : La comparaison des estimateurs calculés à l'aide des MCO par Oates (1969) et King (1977)

Variables indépendantes	Oates (1969)		King (1977)	
	Paramètres	Estimés Student	Paramètres	Estimés Student
Constante	-29,0	(2,3)	-38,0	(2,5)
In T	-3,6	(3,1)	-	-
T	-	-	-6,9	(2,1)
In E	4,9	(2,1)	5,7	(3,7)
In M	-1,3	(4,0)	-1,5	(3,7)
R	1,6	(3,6)	1,9	(3,2)
N	0,06	(3,9)	0,07	(4,3)
Y	1,5	(7,7)	1,7	(7,0)
P	0,3	(3,1)	0,3	(2,6)
	R ² =0,93		R ² = n.c	

Tableau 3.5 : La comparaison des estimateurs calculés à l'aide des DMC par Oates (1969) et King (1977)

Variables indépendantes	Oates (1969)		King (1977)	
	Paramètres	Estimés Student	Paramètres	Estimés Student
Constante	-35,0	(2,7)	-47,0	(2,8)
In T	-5,0	(3,8)	-	-
T	-	-	-12,0	(2,8)
In E	4,8	(2,1)	5,7	(2,0)
In M	-1,1	(3,4)	-1,5	(3,5)
R	1,1	(2,2)	1,6	(2,4)
N	0,06	(4,2)	0,08	(4,5)
Y	1,4	(7,1)	1,8	(6,8)
P	0,2	(2,4)	0,3	(2,3)
In Z	2,7	(2,2)	3,2	(1,9)
	R ² =0,93		R ² = n.c	

Il faut remarquer une certaine stabilité des paramètres de l'équation de capitalisation et notamment le paramètre correspondant à la variable représentant l'offre de biens publics locaux. Le calcul du taux de capitalisation de l'impôt foncier avec les spécifications d'Oates (durée de vie de 40 ans et un taux d'actualisation de 5 %) implique qu'une augmentation de la taxe de 1000 \$ entraîne une baisse du prix de l'immobilier résidentiel de 17160 \$. Le calcul à l'aide de l'équation de capitalisation montre qu'une telle augmentation conduit à une baisse de 12000 \$. L'impôt est capitalisé à hauteur de 70 % (12000 / 17160) dans les prix de l'immobilier au lieu de 100 %.

2.2.1.2. Taxe foncière : variable explicative ou variable indépendante ?

King (1977) suggère à la fin de son article une modification du modèle de l'équation de capitalisation d'Oates. En effet, il propose qu'au prix du logement soit ajouté le montant de l'impôt foncier. En effet, le coût d'un logement correspond au prix de celui-ci augmenté de la charge fiscale. Le paiement de ce montant autorise le propriétaire à bénéficier des caractéristiques du logement ainsi que de l'offre de biens publics locaux. Aussi, recommande-t-il la formulation de l'équation de capitalisation suivante :

$$V - btV = \beta_0 + \sum \beta_i X_i + \sum \beta_j P_j \quad (3.6)$$

avec V le prix du logement, t le taux effectif de la taxe, X_i les caractéristiques du logement et P_j les caractéristiques de l'offre de biens publics locaux.

Si l'intuition de King est bonne, il commet plusieurs erreurs dans sa formulation. La première concerne le signe figurant devant le montant de la charge fiscale. Ce signe devrait être positif. Ainsi l'on retrouve le signe négatif pour la capitalisation de l'impôt foncier symbolisé par le b . La seconde correspond au raisonnement de King sur une année alors que la capitalisation suppose un raisonnement sur une longue période. **King suggest the capitalization of 1 year's tax bill, whereas the hypothesis would**

suggest the capitalization of the present discounted value of stream of future tax bills (REINHARD, 1981, p. 1253). Ces deux points permettent de proposer une nouvelle formulation de l'équation de capitalisation dans un horizon infini :

$$V + \frac{btV}{r} = \beta_0 + \sum \beta_i X_i + \sum \beta_j P_j \quad (3.7)$$

avec r le taux d'actualisation.

L'équation (3.7) ne peut pas être estimée de manière satisfaisante puisque la variance de la variable dépendante (par conséquent, la part de la variance expliquée) est croissante avec b . Ceci amène un biais lors de la recherche de faible valeur de b lorsque le R^2 est utilisé comme critère du maximum de vraisemblance. Une nouvelle équation de capitalisation est conseillée :

$$V = \frac{\beta_0 + \sum \beta_i X_i + \sum \beta_j P_j}{[1 + bt/r]} \quad (3.8)$$

Reinhard propose une estimation de la capitalisation en faisant varier (b/r) et en maximisant le R^2 ou le F de Fisher (maximum de vraisemblance). Il retient la valeur de b , correspondant au taux de capitalisation, qui donne le meilleur ajustement. Les résultats obtenus en utilisant les données d'Oates (1973) figurent dans le tableau 3.6.

Tableau 3.6 : La comparaison des estimateurs calculés par Oates (1973) et Reinhard (1981)

Variables indépendantes	Oates (1973)		Reinhard (1981)	
	Paramètres estimés	Student	Paramètres estimés	Student
Constante	-35,0	(2,7)	-60,0	(4,2)
In T	-5,0	(3,8)	-	-
T	-	-	-24,8*	-
In E	4,8	(2,1)	6,1	(2,4)
In M	-1,1	(3,4)	-1,9	(5,3)
R	1,1	(2,2)	2,2	(3,8)
N	0,06	(4,2)	0,09	(6,1)
Y	1,4	(7,1)	2,0	(9,3)
P	0,2	(2,4)	0,4	(4,1)
In Z	2,7	(2,2)	5,8	(4,6)
	R ² = 0,93 (F = 56,07)		R ² = 0,97 (F=139,49)	

La valeur de b de cet échantillon est de 1,45 soit une capitalisation de 145 % de la taxe dans le prix des logements en posant l'horizon à 40 ans et le taux d'actualisation de

5 %. Le coefficient de l'équation de capitalisation correspondant à la charge fiscale est calculé de la manière suivante :

$$b = \frac{\beta}{\sum_{i=1}^{40} \frac{1}{(1+i)^i}} \quad \text{d'où} \quad \beta = \sum_{i=1}^{40} \frac{1}{(1+r)^i} * b = 17,16 * 1,45 = 24,8 \quad (3.9)$$

Reinhard montre que la capitalisation dépasse les 100 %. Ceci ne semble pas être compatible avec la théorie. Mais tous les calculs du taux de capitalisation de la variable fiscale nécessitent une hypothèse sur l'espérance de vie des logements (l'horizon du calcul) et une hypothèse concernant le taux d'actualisation. Ainsi le recours à un taux d'actualisation de 2,6 % et un horizon de 40 ans ramènent le taux de capitalisation à 100 % (contre 145 % avec $r = 5\%$). Aussi toute comparaison des taux de capitalisation de la fiscalité locale doit-elle tenir compte du taux d'actualisation employé et de l'horizon temporel retenu.

2.2.2. La mesure de l'offre de biens publics locaux

2.2.2.1. Les travaux de Pollakowski

Dans les études empiriques d'Oates, les dépenses publiques consacrées à l'éducation par élève sont utilisées comme mesure de l'offre de biens publics. Mais Pollakowski (1973) montre que ce seul bien n'est pas forcément le reflet de l'offre totale de biens publics locaux, même s'il représente plus de la moitié des dépenses publiques locales. D'autres biens publics locaux peuvent avoir une influence sur les prix de l'immobilier résidentiel.

Chez Oates, l'équation de capitalisation peut être synthétisée de la manière suivante :

$$V = \alpha_1 + \alpha_2 E_1 \quad (3.10)$$

Pour Pollakowski, l'équation correcte est de la forme :

$$V = \pi_1 + \pi_2 E_1 + \pi_3 E_2 + u \quad (3.11)$$

avec E_1 le niveau du service *éducation* et E_2 le niveau des autres services publics.

Si les autres biens publics locaux offerts par la commune n'ont pas d'effet sur les prix des biens immobiliers, ou si les dépenses publiques consacrées à l'éducation et les autres biens publics ne sont pas corrélés, il n'existe pas de biais de spécification. En revanche, dans tous les autres cas, l'équation de capitalisation d'Oates comporte des

biais. Alors, le paramètre concernant la variable *éducation* est sous-estimé ou surestimé.

La justification d'Oates concernant l'utilisation des dépenses d'éducation comme la mesure la plus pertinente de l'offre de biens publics locaux conduit à penser qu'il considère les autres dépenses publiques comme corrélées avec cette variable. Ceci implique, d'après Pollakowski, l'existence de biais de spécification dans les travaux d'Oates remettant en cause une mesure correcte de la capitalisation.

A la suite des remarques de Pollakowski, Oates reprend ses travaux et modifie l'équation de capitalisation en introduisant une variable concernant les autres dépenses publiques afin d'éliminer ce biais de spécification.

Tableau 3.7 : La comparaison des estimateurs calculés à l'aide des MCO par Oates en 1969 et 1973

Variables indépendantes	Oates (1969)		Pollakowski (1973)	
	Paramètres estimés	Student	Paramètres estimés	Student
Constante	-21	(2,4)	-26	(3,0)
In T	-3,6	(4,1)	-4,2	(2,4)
In E	3,2	(2,1)	3,6	(2,4)
In M	-1,4	(4,8)	-1,2	(4,3)
R	1,7	(4,1)	1,4	(3,2)
N	0,05	(3,9)	0,06	(4,3)
Y	1,5	(8,9)	1,5	(8,6)
P	0,3	(3,6)	0,3	(3,1)
In Z			1,5	(1,9)

$$R^2=0,93 \quad R^2=0,94$$

Les tableaux 3.7 et 3.8 permettent de comparer la valeur des estimateurs après l'introduction de cette variable. Les résultats tendent à confirmer l'hypothèse de l'existence d'un impact des autres dépenses publiques sur le prix des logements. L'estimateur concernant cette variable est statistiquement significatif et son signe correspond au signe attendu. Par ailleurs, le coefficient estimé du taux de la taxe foncière, en valeur absolue, augmente de 3,6 à 4,2 (MCO) et de 3,6 à 5,0 (DMC). Il existe une corrélation positive entre les dépenses publiques et le taux de la taxe foncière comme le suggérait Pollakowski.

Tableau 3.8 : La comparaison des estimateurs calculés à l'aide des DMC par Oates en 1969 et 1973

Variables indépendantes	Oates (1969)		Pollakowski (1973)	
	Paramètres de estimés	Student	Paramètres de estimés	Student
Constante	-29,0	(2,3)	-35,0	(2,7)
In T	-3,6	(3,1)	-5,0	(3,8)
In E	4,9	(2,1)	4,8	(2,1)
In M	-1,3	(4,0)	-1,1	(3,4)
R	1,6	(3,6)	1,1	(2,2)
N	0,06	(3,9)	0,06	(4,2)
Y	1,5	(7,7)	1,4	(7,1)
P	0,3	(3,1)	0,2	(2,4)
In Z			2,7	(2,2)
	R ² =0,93		R ² =0,94	

2.2.2.2. L'absence de certaines variables

Le second problème méthodologique concernant les travaux empiriques sur la capitalisation correspond à l'existence potentielle de biais liés à l'absence de certaines variables explicatives (BLOOM *et alii*, 1983). Ceci est d'autant plus vrai que les tests utilisent la méthode des doubles carrés. En effet, le recours à cette méthode suppose que la variable fiscale n'est pas une variable exogène mais une variable endogène, qui dépend du taux de la taxe appliqué à une valeur estimée du bien. Cette dernière est calculée en fonction des caractéristiques du logement et du voisinage. Ces caractéristiques permettent également l'estimation de l'équation de capitalisation. Aussi, l'omission de certaines variables peut-elle conduire à deux biais, l'un obtenu lors de la phase d'estimation du niveau de l'impôt foncier, l'autre lors de la détermination de la fonction de capitalisation.

Les biais inhérents à l'absence de certaines variables dans l'équation de capitalisation peuvent être éliminés en utilisant un nombre maximal de variables concernant le logement et les caractéristiques de voisinage. Mais ces variables sont souvent difficiles à trouver, en particulier, lorsque les études se font sur des données agrégées. L'omission de variables caractérisant le logement conduit souvent à une sous-estimation de la capitalisation. *In principle, the bias could work in either direction, but because housing characteristics that have a positive impact on house value tend to have a positive effect on assessed value, left-out characteristics are likely to push estimated capitalization toward zero* (YINGER *et alii*, 1987, p.14).

Tableau 3.9 : Le nombre de variables concernant les caractéristiques des biens immobiliers et du voisinage et la nature de la variable dépendante

Tests empiriques	Nombre de variables de contrôle	Variable dépendante désagrégée
OATES (1969, 1973)	5	-
HEINBERG et OATES (1970)	3	-
POLLAKOWSKI (1973)	5,6	-
KING (1973)	5	X
EDEL et SCLAR (1974)	4	-
EDELSTEIN (1974)	5	X
GUSTELY (1976)	6	-
MC DOUGALL (1976)	4	-
MEADOWS (1976)	3	-
KING (1977)	20	-
ROSEN et FULLERTON (1977)	5	-
CASE (1978)	27, 23	X
HAMILTON (1979)	16	X
REINHARD (1981)	14	X
RICHARDSON et THALHEIMER (1981)	27	X
DUSANSKY et <i>alii.</i> (1981)	3	-
LEA (1982)	10	X
GOODMAN (1983)	15	X

A la vue du tableau 3.9, il faut attendre la fin des années soixante-dix et le début des années quatre-vingt pour voir apparaître des tests empiriques dont le nombre de variables de contrôle du voisinage et des biens immobiliers varie et dépasse la dizaine. Par ailleurs, la disponibilité des transactions immobilières désagrégées autorise souvent une meilleure analyse de la capitalisation en permettant une description plus fine du logement et de son environnement.

2.2.2.3. Les variables utilisées pour l'offre de biens publics

Oates a utilisé comme variable représentant l'offre de biens publics les dépenses publiques consacrées à l'éducation par élève. Cette variable a été utilisée comme variable explicative dans de nombreux travaux comme le montre le tableau 3.10. D'autres travaux ont essayé d'étudier l'impact d'autres variables censées refléter l'offre de biens publics locaux. Certains auteurs, suivant les recommandations de Pollakowski, complètent l'équation de capitalisation avec une variable concernant les autres dépenses publiques par habitant. Parfois, des tests empiriques tentent de montrer l'existence de capitalisation de dépenses publiques particulières comme les dépenses de maintenance des autoroutes par habitant (EDEL et SCLAR, 1974).

Tableau 3.10 : Les variables explicatives concernant l'offre de biens publics locaux

	Les dépenses d'éducation	Les dépenses par habitant	Le taux de criminalité	Les dépenses de maintenance des autoroutes par

	par élève	(hors éducation)		<i>miles square</i>
CASE (1978)	X			
EDEL et SCLAR (1974)	X			X
GUSTELY (1976)		X		
HEINBERG et OATES (1970)	X			
KING (1977)	X			
MC DOUGALL (1976)			X	
MEADOWS (1976)	X	X		
OATES (1973)		X		
POLLAKOWSKI (1973)	X			

Plus rarement, la variable *offre de biens publics* n'est pas approximée par les dépenses publiques. Dès lors, elle correspond à une variable qualitative ou descriptive de l'offre de biens publics locaux. Ce changement d'approche de la variable *offre de biens publics locaux* dans les tests empiriques est un apport important dans l'étude de la capitalisation.

2.2.2.4. Intrans versus extrant

La critique fondamentale provient de l'article de Rosen et Fullerton (1977). Ils dénoncent l'utilisation des dépenses publiques comme indicateur de l'offre (quantitative et qualitative) de biens publics locaux.

In several important studies of tax capitalization expenditures on various local public benefits have been used to proxy the quantity and quality of public services. It is widely recognized that such measures are deficient because of untenable assumption that output can be measured by expenditures on inputs (ROSEN et FULLERTON, 1977, p. 433).

Aussi, mettent-ils en lumière des hypothèses sous-jacentes très peu souvent précisées. Ainsi, ils considèrent l'hypothèse selon laquelle les intrants (les dépenses publiques) peuvent servir à approximer les extrants (l'offre et de bien public) comme peu défendable. Reprenant les travaux d'Oates (1969), ils montrent que, si le prix des biens immobiliers est sans doute influencé par la qualité des écoles, les dépenses publiques ne sont pas le meilleur indicateur de cette qualité. Les tests empiriques sous-entendent que les fonctions de coûts sont identiques dans toutes les communes étudiées. ***Each jurisdiction has an identical cost function for the local public good, and contains an identical amount T of perfectly divisible and homogenous land*** (WILDASIN, 1987, p. 1165).

There are several reasons why this might be the case: educational factor prices might differ among communities, educational production function might differ among communities, and endowments of non market inputs might differ among communities. The main point is that the value of inputs is not likely to be a good measure of output in this context (ROSEN et FULLERTON, 1977, p. 435).

Rosen et Fullerton introduisent les résultats de test de lecture et de test sur les mathématiques à la place des dépenses publiques pour l'éducation par élève. Ils sont

conscients des limites de ces variables explicatives. Mais ils considèrent que l'introduction de telles variables est une considérable amélioration des tests empiriques de la capitalisation.

Clearly, the tests are not a perfect measure. For example, the expected value added by the school system may be a more important factor than its overall quality. More importantly, examination results certainly cannot be guaranteed to summarize adequately the whole vector of characteristics that determine perceived school quality. (ROSEN et FULLERTON, 1977, p. 435).

Par ailleurs, en reprenant les données d'Oates et en les complétant pour pouvoir calculer une équation de capitalisation pour des données concernant l'année 1970, ils obtiennent des résultats les confortant dans l'idée que la variable *dépenses publiques* n'est pas satisfaisante pour ce type d'analyse. Les résultats sont contre-intuitifs puisque les dépenses publiques sont capitalisées de manière négative dans le prix des logements en 1970. Il est à noter que les variables sont rigoureusement les mêmes que dans le test d'Oates (1969), à l'exception de la *variable offre de biens publics* qui est remplacée par le résultat moyen à un test de lecture par commune et la variable P qui représente le pourcentage de la population qui a un revenu inférieur à 4000 dollars (au lieu de 3000 dollars dans les tests empiriques d'Oates).

En introduisant une variable qualitative, ils améliorent alors les résultats trouvés par Oates quant à l'existence et à l'importance de la capitalisation. Ils retiennent quatre variables représentant l'offre de biens publics locaux : le résultat moyen par commune d'un test de lecture, d'un test de mathématique, le résultat moyen par commune aux tests de lecture et de mathématique et le logarithme du résultat moyen aux tests. Dans le tableau 3.11, il ne figure que les résultats concernant l'introduction du résultat moyen au test de lecture.

Variabes indépendantes	Paramètres estimés	t de Student
Constante	-32	(8,5)
Ln T	-8,6	(4,0)
RD	0,5	(3,0)
Ln M	-2,4	(9,4)
R	2,4	(2,4)
N	0,09	(3,0)
Y	1,9	(7,9)
P	0,8	(4,4)
R ² =0,94		

Le coefficient de détermination ne change pas par rapport au résultat d'Oates. En revanche, le calcul du taux de capitalisation est significativement modifié par le changement de variable. Le calcul de la capitalisation intégrale d'une variation du taux de l'impôt foncier de 3 à 4 % sur une maison de 30000 \$ d'une espérance de vie de 40 ans et d'un taux d'actualisation de 6 % montre que la baisse du prix de cette maison est de 2820 \$. L'équation de capitalisation indique qu'une augmentation de 3 à 4 % de l'impôt

foncier entraîne une baisse d'environ 2500 \$. Presque 90 % de cette hausse d'impôt est capitalisé dans le prix des biens immobiliers.

L'estimation de l'équation de capitalisation en utilisant les dépenses publiques par élève permet de calculer le taux de capitalisation dans ce cas de figure. Le résultat correspond à un taux d'environ 75 % (contre 90 %). L'utilisation d'une variable extrant plutôt qu'une variable intrant augmente le taux de capitalisation de la taxe foncière.

En ce qui concerne la capitalisation de l'offre de biens publics locaux, donc des résultats au test de lecture, il n'est pas possible de calculer un taux de capitalisation. En revanche, la différence de prix d'une maison, *ceteris paribus*, localisée dans la commune qui connaît le résultat en termes de test de lecture le plus faible, et celle située dans la commune au plus fort résultat, est d'environ 4300 \$. Il n'est pas possible de lier l'augmentation des impôts et l'amélioration des résultats aux tests de lecture. En effet, la comparaison entre capitalisation de l'impôt foncier et offre de biens publics locaux est ici peu pertinente puisqu'on ne possède aucune information sur la fonction de production du service éducation.

Pollakowski propose un test reprenant les variables utilisées par Oates mais appliqué à une région s'étalant de San Francisco, à Oakland et à San José aux États-Unis.

Tableau 3.12 : La comparaison des estimations d'Oates (1969) et de Pollakowski (1973)

Variables indépendantes	Oates (1969)		Pollakowski (1973)	
	Paramètres	Estimés Student	Paramètres	Estimés Student
Constante	-21	(2,4)	-23	(1,6)
Ln T	-3,6	(4,1)	-9,1	(2,6)
Ln E	3,2	(2,1)	1,4	(0,6)
Ln M	-1,4	(4,8)	0,73	(1,4)
R	1,7	(4,1)	3,8	(2,7)
N	0,05	(3,9)	0,036	(2,76)
Y	1,5	(8,9)	1,8	(3,6)
P	0,3	(3,6)	0,14	(1,2)
	R ² =0,93		R ² =0,97	

3. Les tests empiriques sur la capitalisation et le modèle de Tiebout

3.1. Des conditions de validation du modèle de Tiebout

Nous savons que Tiebout en proposant son modèle tente de répondre à la question de la détermination d'une offre efficiente de biens publics locaux. Tiebout ne parle pas de capitalisation dans ses différents articles. Il n'apporte qu'une réponse théorique au problème du passager clandestin. Il faut attendre Oates (1969) et Tullock (1971) pour suggérer, à la suite d'Oates, l'idée d'une compétition entre communes et l'existence d'un phénomène de capitalisation de l'offre de biens publics locaux dans les biens immobiliers

résidentiels.

Local governments in the area around major cities frequently are in competition with each other for residents. The individual deciding where to live take into account the private effects upon him of the bundle of government services and taxes in each suburb. In this case, the decision is a private decision, the bulk of cost of which falls upon the person making (TULLOCK, 1971, p. 917). With the growing urbanization of society, there is some reason to believe that the Tiebout hypothesis may be relevant to the real world : individuals working in a central city frequently have a wide choice of suburban communities in which to reside, and the quality of the local public schools, for instance, may be of real importance in the choice of a community of residence. If this is true, the outputs of public services (as well as taxes) should influence the attraction of a community to potential residents and should thereby affect local property values (OATES, 1969, p. 958).

Ceci conduit à distinguer les modèles qui peuvent prétendre tester la validité du modèle de Tiebout et de ceux dont la formulation ne le permet pas. Deux types de travaux doivent être distingués. D'une part, les études concernant uniquement la mesure de la capitalisation de la taxe locale sur les biens immobiliers. D'autre part, les tests empiriques qui s'intéressent, au-delà de la capitalisation de la taxe locale, à la capitalisation des déterminants des dépenses publiques et de l'offre de biens publics locaux. Le tableau 3.13 permet de différencier les études empiriques.

Tableau 3.13 : Les tests empiriques de la capitalisation des taxes locales et de l'offre de biens publics locaux

Capitalisation des taxes locales (uniquement)	Capitalisation de l'offre de biens publics locaux
CHINLOY (1978)	CASE (1978)
CHURCH (1974)	DUSANSKY et <i>alii.</i> (1981)
IHLANFELDT et JACKSON (1982)	EDEL et SCLAR (1974)
ROSEN (1982)	EDELSTEIN (1974)
SMITH (1970)	GOODMAN (1983)
WALES et WEINS (1974)	GUENGANT (1992)
WICKS, LITTLE et BECK (1968)	GUSTELY (1976)
	HAMILTON (1979)
	HEINBERG et OATES (1970)
	KING (1973)
	KING (1977)
	LEA (1982)
	MC DOUGALL (1976)
	MEADOWS (1976)
	OATES (1969, 1973)
	POLLAKOWSKI (1973)
	REINHARD (1981)
	RICHARDON et THALHEIMER (1981)
	ROSEN et FULLERTON (1977)

C'est la différence d'utilité pour les individus, déterminée par le niveau de la charge fiscale et les caractéristiques de l'offre de biens publics locaux entre communes qui explique l'apparition de la capitalisation de l'offre de biens publics locaux dans le prix de l'immobilier résidentiel. Les premiers tests qui ne se soucient que de la capitalisation de l'impôt sur le revenu ne peuvent pas se faire fort de démontrer la pertinence du modèle de Tiebout. De nombreuses études ne s'intéressaient plus à la capitalisation dans l'optique du fonctionnement du marché de Tiebout mais comme à un phénomène indépendant.

3.2. L'existence de la capitalisation et le modèle de Tiebout

La plupart des tests empiriques de la capitalisation dans les logements de l'offre de biens publics locaux tend à rejeter l'hypothèse d'absence de phénomènes de capitalisation. Malgré toutes les limites présentées antérieurement, tant du point de vue méthodologique que de la qualité des variables, quelques enseignements peuvent être tirés de ces travaux. Ainsi si quelques études montrent l'absence totale de capitalisation (Pollakowski, 1973), les autres présentent des résultats s'établissant entre 30 % et 100 %. Peu de tests indiquent que la capitalisation est totale, soit une capitalisation de 100 % (Heinberg et Oates, 1970 ; Mc Dougall, 1976 ; Oates, 1973). Les autres suggèrent une capitalisation de l'ordre de 30 à 70 %.

Ces résultats ne nous permettent pas de conclure que le modèle de Tiebout est pertinent. En effet, les différents tests empiriques ne peuvent pas prétendre que chaque individu se comporte comme dans le modèle de Tiebout, où il est censé choisir la commune de résidence qui lui procure le plus d'utilité par l'intermédiaire de l'équilibre entre taxe et offre de biens publics locaux (Oates, 1973). Pourtant les articles d'Oates ont souvent été considérés comme des éléments qui confirment les hypothèses de Tiebout. Mais Edel et Sclar (1974) montrent qu'il n'en est rien et que Oates a simplifié le modèle de Tiebout.

We argue that Oates restated Tiebout's model into a simpler question of whether households have preferences for a tax-service mix. This formulation does not consider whether the supply of public service combinations approaches the elasticity required for the model to yield Tiebout's analogue to the perfectly competitive solution. Oates verified that consumer demand conforms to Tiebout's hypothesis (EDEL et SCLAR, 1974, p. 942).

Les travaux issus des articles d'Oates ne correspondent pas au test du modèle de Tiebout. Ils nous éclairent sur le comportement des individus. Ils permettent surtout de vérifier que la demande des consommateurs est conforme à celle décrite dans le modèle de Tiebout.

4. Conclusion

Bien que les résultats statistiques des différents tests empiriques soient généralement très bons, il n'en demeure pas moins que les critiques, faites à l'encontre de ces modèles, jettent un doute quant à la pertinence des résultats. Il faut également remarquer qu'aucune réflexion théorique quant aux variables explicatives du prix du logement

(environnement, localisation, *etc.*) n'est entreprise. Les différents tests ne font, pour la majorité, que reprendre directement les travaux initiaux d'Oates. Ces critiques internes et externes remettent-elles en cause l'intérêt des tests de capitalisation dans le cadre de notre problématique ?

La mesure de la capitalisation de la taxe foncière est relativement aisée. En dehors de la question de la variable fiscale à retenir et du choix de la formulation de l'équation de capitalisation, il est possible de calculer la capitalisation théorique puis la capitalisation déterminée à l'aide de l'équation. Le rapport des deux résultats calculés précédemment donne le taux de capitalisation.

Il en va différemment de la mesure de la capitalisation de l'offre de biens publics locaux. En effet, deux cas se présentent : soit l'offre de biens publics locaux est mesurée par les dépenses publiques, soit elle est représentée par ses caractéristiques. Dans le premier cas, le calcul de la capitalisation est aisé. Pourtant, il est difficile de lier la fiscalité foncière, les dépenses publiques et l'offre de biens publics locaux. Une augmentation des dépenses publiques consacrée à l'offre de biens publics locaux n'est pas forcément financée par une modification de l'impôt foncier. Dans le second cas, le caractère qualitatif de la variable *biens publics locaux* interdit tout calcul de taux de capitalisation lié à l'offre de biens publics locaux.

La comparaison de l'impact de l'offre de biens publics locaux et du coût provoqué par cette offre pour la collectivité est une question cruciale des politiques publiques. Les tests empiriques de capitalisation à la Oates ne semblent pas être adéquats pour traiter de cette question. Les travaux empiriques se sont développés de façon autonome. Ils précèdent de quelques années les modèles empiriques de capitalisation. Quelques modèles sont présentés dans le chapitre suivant.

Chapitre IV : Les modèles de capitalisation de l'offre de biens publics locaux

Il a fallu attendre 1974 pour voir apparaître les premiers modèles de capitalisation. Ces modèles tentent de dépasser le simple modèle de Tiebout et son approche en termes de capitalisation. Ces travaux essaient d'aller plus loin que la seule mesure de la capitalisation en tentant de comprendre l'apparition des phénomènes de capitalisation de l'offre de biens publics locaux. Trois principaux modèles ont été élaborés proposant des explications quant à l'apparition de la capitalisation : les modèles de Edel et Sclar (1974), de Brueckner (1979, 1982) et de Yinger (1982).

1. Le modèle de Edel et Sclar : la capitalisation, un phénomène passager

Tiebout (1956) fait l'hypothèse que l'offre de biens publics locaux reflète les préférences

de la population à l'inverse de l'offre de biens publics proposée au niveau national. Il répond à Samuelson (1954) et Musgrave (1959) qui pensaient qu'il n'existait pas de marché permettant d'atteindre un niveau optimal d'offre de biens publics. Tiebout élabore un modèle où un marché local permet d'atteindre un niveau optimal d'offre de biens publics locaux. Le modèle de Tiebout contribue au développement de l'autonomie fiscale des échelons territoriaux inférieurs. Les travaux d'Oates sur la capitalisation fiscale et l'hypothèse de Tiebout sont souvent présentés comme une confirmation du modèle de Tiebout.

Pourtant Edel et Sclar (1974) affirment que Oates a confirmé uniquement que la demande des consommateurs est conforme à l'hypothèse de Tiebout. Oates n'a pas démontré que l'offre de biens publics locaux déterminée est analogue à la solution optimale du marché. Edel et Sclar indiquent que la capitalisation n'est qu'une friction passagère résultant d'une défaillance d'un marché *tieboutien*. Ils s'intéressent à l'ajustement de l'offre sur un marché *tieboutien* des biens publics locaux. ***This result [le résultat du test empirique d'Oates] was found only because supply was not in long-run equilibrium. If supply conditions in all markets had attained the competitive equilibrium, no capitalization would have been measured*** (EDEL et SCLAR, 1974, p. 942).

1.1. L'absence de capitalisation

Edel et Sclar (1974) reprennent les cinq premières hypothèses du modèle de Tiebout (Cf. Chapitre III) et les complètent par une hypothèse concernant la production à rendements constants des biens publics locaux et par une hypothèse de financement des biens publics locaux par une taxe sur la propriété. Ils montrent la façon dont l'offre de biens publics locaux est capitalisée dans un système fonctionnant comme le modèle de Tiebout.

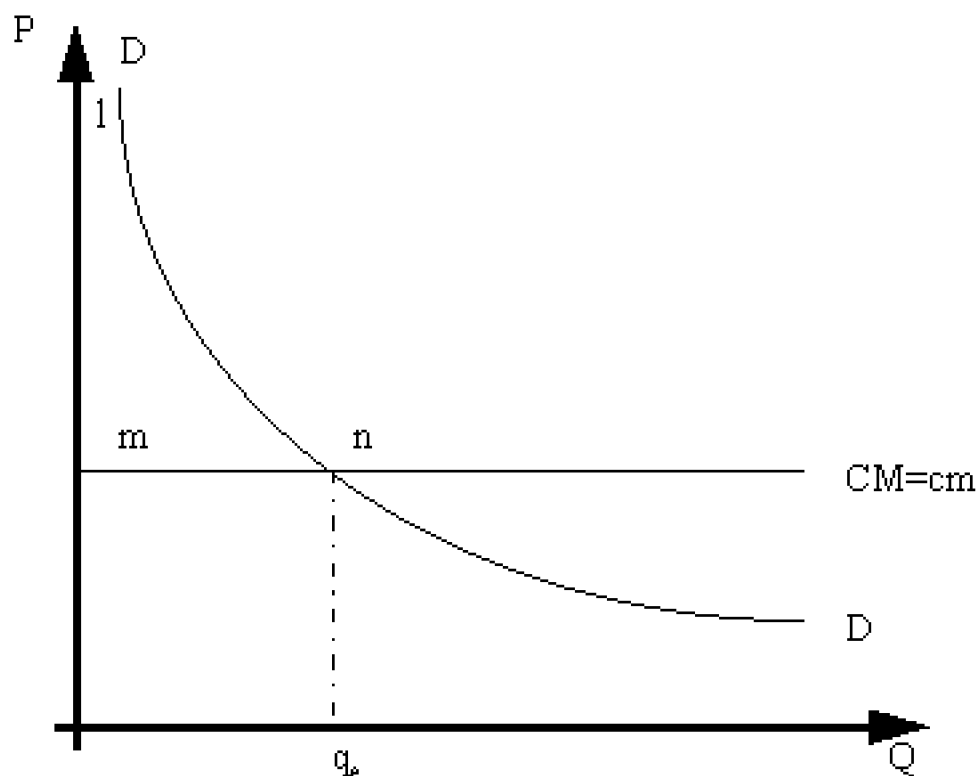


Figure 4.1 : L'absence de capitalisation dans un marché tieboutien

1.2. Une capitalisation : le reflet d'une restriction de l'offre de biens publics locaux

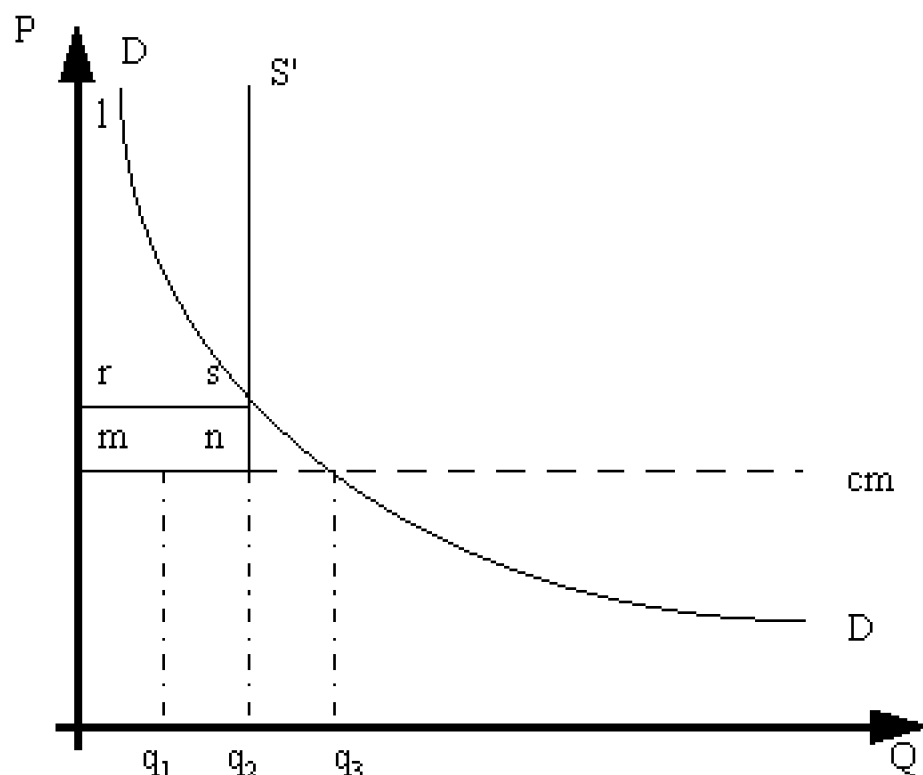


Figure 4.2 : Un exemple de capitalisation par insuffisance de l'offre de biens publics locaux

Source : Edel et Sclar (1974)

1.3. La capitalisation : le reflet d'une offre de biens publics locaux faiblement élastique

La capitalisation apparaît également lorsque le coût marginal est croissant avec le nombre d'utilisateurs ou la quantité de biens offerts. Ceci implique que le coût moyen est également croissant. Si les communes perçoivent une taxe croissante égale au coût marginal, l'équilibre du marché est atteint (ceci correspond au fonctionnement d'un marché de biens privés). En revanche, dans le cas d'une taxation au coût moyen, la disposition à payer est supérieure au niveau de cette taxe. La sélection des demandes s'opère par une hausse des valeurs foncières (capitalisation), jusqu'à résorption de l'écart entre disposition à payer et coût d'usage du bien public. Ce type de capitalisation apparaît lorsque par un mécanisme (ni tarifaire, ni fiscal), la demande est limitée au niveau déterminé par l'intersection de la courbe de demande et de la courbe de coût marginal. Ceci peut revêtir la forme d'une politique de zonage.

La présentation d'Edel et Sclar concerne uniquement le cas où il n'existe qu'un bien public local offert. Le raisonnement devient beaucoup plus complexes (taxation différenciée, capitalisation liée à chaque bien) lorsque le marché concerne différents biens publics locaux (Cf. BUCHANAN et GOETZ, 1972).

1.4. Les travaux d'Oates : une simplification du modèle de Tiebout

Si les hypothèses du modèle sont validées, alors il ne peut pas exister de capitalisation à l'équilibre. Aussi la capitalisation ne peut résulter que d'une défaillance d'un marché *tieboutien* (c'est à dire une hypothèse levée). Pour Edel et Sclar, Oates a simplifié le modèle de Tiebout, il ne s'intéresse pas à la partie offre du modèle. ***Tiebout's world is one in which the consumer shops among different communities offering varying packages of local public services and selects as a residence the community which offers the tax-expenditure program best suited to his tastes*** (OATES, 1969, p. 957).

Oates a montré que les taxes et les biens publics locaux ont des effets sur les préférences des consommateurs en termes de choix de localisation. Ces effets sont reflétés par le prix des biens immobiliers. Edel et Sclar considèrent que ces résultats résultent de l'absence de prise en compte du côté offre du modèle de Tiebout. ***A model of Tiebout as used by Oates does not consider the elasticity or inelasticity of supply and hence whether the welfare-economic implications of Tiebout's original model hold*** (EDEL et SCLAR, 1974, p. 949). Par ailleurs, ils précisent que, bien que Oates pose l'hypothèse de rationalité des ménages, la capitalisation ne devrait pas apparaître si les consommateurs sont indifférents à l'offre de biens publics locaux et au niveau de la taxe locale et s'ils n'ont pas connaissance des différences entre les communes.

Edel et Sclar reconnaissent l'apport d'Oates, et notamment l'introduction de la capitalisation de l'offre de biens publics locaux dans le modèle de Tiebout. Ils critiquent la simplification du modèle apportée par Oates qui conduit à trouver une capitalisation. Par ailleurs, ils reprochent à ses travaux de ne s'intéresser qu'à la capitalisation à un moment donné. Pour eux, la capitalisation doit s'étudier à long terme. L'apparition d'un phénomène de capitalisation n'est qu'une situation de court terme résultant de frictions passagères dans un marché fonctionnant comme le suggère Tiebout.

2. Le modèle de Brueckner amendé par Wildasin : la capitalisation, un verdict caché sur l'efficiencia de l'offre de biens publics locaux

Le modèle de Brueckner (1979, 1982) ne sera pas présenté dans sa forme initiale comprenant l'offre de deux biens publics locaux. En revanche, sa relecture par Wildasin est exposée. Wildasin (1987) donne une vision du modèle de Brueckner intéressante à plus d'un titre. Il arrive à simplifier un modèle dont les notations sont parfois absconses, et il renvoie à des concepts théoriques bien connus des économistes (fonction de coûts, taux marginal de substitution, etc.). L'apport essentiel des travaux de Brueckner est de considérer la capitalisation comme une analyse du niveau de l'offre de biens publics locaux par rapport à l'offre optimale. Ainsi la capitalisation serait un verdict caché de l'efficiencia de l'offre de biens publics locaux.

Puisque la propriété est un moyen d'exclusion de la consommation des biens publics locaux, si le niveau de biens publics locaux est trop bas, alors une augmentation des dépenses publiques et des taxes va provoquer une demande plus large de ces biens

immobiliers qui verront augmenter leurs prix. *A contrario*, si le niveau d'offre de biens publics locaux est trop important, alors une augmentation des dépenses publiques et des taxes provoquera une baisse de la valeur des logements.

2.1. L'équilibre

Le modèle de Brueckner réécrit par Wildasin suppose qu'il existe M communes qui offrent un bien public local à un niveau z_i financé par une taxe τ_i . Toutes les communes ont une fonction de coût identique $C(z_i)$ pour produire le bien public local. Elles possèdent la même quantité T de sol. Les ménages consomment un bien composite x_i servant de numéraire, une quantité de sol t_i et un bien public local. Tous les ménages ont les mêmes préférences et les mêmes dotations. Ainsi la fonction d'utilité des ménages correspond à $u(x_i, t_i, z_i)$

Soit le prix net de taxe, r_i , de la terre localisée dans la commune i et N la population totale, alors la contrainte de budget de chaque ménage dans la commune i s'écrit :

$$x_i + r_i(1 + \tau_i)t_i = \bar{x} + \sum_j r_j T_j / N = \bar{w} \quad (4.1)$$

avec

$$\bar{w}$$

le revenu du ménage,

$$\bar{x}$$

la dotation en bien composite.

Chaque commune équilibre son budget en fixant le niveau de la taxe au niveau du coût de production du bien public local :

$$\tau_i = C(z_i) \quad (4.2)$$

En remplaçant l'équation (4.2) dans l'équation (4.1), la contrainte de budget s'écrit :

$$x_i + [r_i + C(z_i)/T] t_i = \bar{w} \quad (4.3)$$

Le maximum d'utilité qu'un ménage vivant dans la commune i est donné par la fonction d'utilité indirecte :

$$v_i = v_i(r_i + C(z_i)/T, \bar{w}, z_i) \quad (4.4)$$

Les ménages sont parfaitement mobiles et la mobilité n'a pas ou peu de coûts. A l'équilibre r_i et n_i et

$$\bar{v}$$

doivent satisfaire à l'équilibre de localisation et l'équilibre du marché foncier pour toutes les communes.

L'équilibre de localisation est le suivant :

$$v_i - \bar{v} \tag{4.5}$$

L'équilibre du marché foncier correspond à l'équation :

$$-n_i v_k / v_{kk} = T \tag{4.6}$$

sachant que \square_k et \square_i correspondent respectivement à la dérivée de \square_i par rapport à r_i et w_i .

A partir de ces résultats si l'on suppose que M le nombre de communes est important alors deux types d'analyses peuvent être menés sur la capitalisation : une analyse en statique comparative et une analyse en coupe transversale.

2.2. Une analyse en statique comparative

avec

$$TMS_i = (\partial u / \partial z_i) / (\partial u / \partial x_i).$$

Les préférences des ménages pour les biens publics locaux sont révélées par l'équation (4.7). En multipliant la dernière équation par le nombre de ménages, on obtient une équation qui signifie qu'une augmentation de l'offre de biens publics locaux augmente les prix fonciers nets d'impôts si la somme des bénéfices marginaux provoqués par l'offre de biens publics locaux excède les coûts de production des biens publics locaux pour la commune :

$$T \frac{dr_i}{dz_i} - n_i TMS_i = C'(z_i) \tag{4.8}$$

L'équilibre de Samuelson est atteint lorsque $dr_i/dz_i = 0$.

L'équation (4.8) permet la réalisation d'une analyse diachronique. En effet, il est possible d'analyser la variation des prix des biens en fonction des changements dans le temps de l'offre de biens publics locaux. Si l'augmentation de l'offre de biens publics locaux conduit à une augmentation des prix de l'immobilier alors la situation initiale se caractérise par une sous production de biens publics locaux. Si l'offre de biens publics

locaux augmente et les prix de l'immobilier diminuent, alors il existe une surproduction de biens publics locaux. En revanche, une relative constance des prix de l'immobilier après augmentation de la quantité de biens publics locaux traduit une production proche de la situation optimale décrite par Samuelson.

2.3. Une analyse en coupe transversale

Un autre type de résultat peut être obtenu lorsque les offres de biens publics locaux d'une commune à l'autre sont suffisamment proches, afin d'obtenir un choix continu de biens publics locaux pour les ménages décidant de leur localisation résidentielle. Dans cette approche de la capitalisation, les différentes offres de biens publics locaux sont fixes.

On reprend l'équation (4.7) :

$$t_i \frac{dr_i}{dz_i} = TMS_i - C'(z_i) \frac{t_i}{T}$$

L'équation (4.7) est considérée comme la dérivée du comportement de maximisation de l'utilité par les consommateurs. Cette équation permet de nombreux tests empiriques sur la satisfaction des conditions de Samuelson concernant l'efficacité des dépenses publiques. Il est possible de régresser les prix fonciers sur l'offre de bien public local pour déterminer si la condition de Samuelson sur les dépenses publiques locales efficaces est atteinte.

Le modèle est donc un verdict caché sur la situation de l'offre de biens publics locaux des communes par rapport à l'efficacité.

3. Le modèle de Yinger : une capitalisation durable

Yinger (1982) propose un modèle où il tente de montrer que, dans les autres modèles, les marchés du logement et des biens publics locaux ne sont pas suffisamment spécifiés.

Oates (1969) and Brueckner (1979) focus on the demand for local public services and predict that local services and property taxes will be capitalized into houses values. Edel and Sclar (1974), Hamilton (1975) and Epple, Zelenitz and Vissher (1978) focus on supply responses to rent differentials and predict the disappearance of this capitalization (YINGER, 1982, p. 918).

Pour lui, trop d'auteurs confondent l'analyse de la demande de logement et la capitalisation. En effet, ils ne différencient pas les ménages qui votent et ceux qui recherchent un logement. Yinger distingue ainsi le marché du logement d'une part et le marché des biens publics locaux d'autre part. Il isole deux types de ménages : les ménages migrants qui correspondent aux résidents potentiels et les votants. Chaque catégorie de ménages joue un rôle différent puisque les uns interviennent sur le marché du logement par leurs enchères, les autres déterminent par leurs votes le niveau et le type de l'offre de biens publics locaux (SONSTELIE et PORTNEY, 1980). Cette distinction ne signifie pas qu'il existe une séparation totale entre ces deux types de ménages. En effet,

les résidents sont des migrants potentiels.

Le migrant choisit sa localisation résidentielle en fonction du taux de la taxe sur la propriété, du niveau de l'offre de biens publics locaux par ménage dans chaque commune.

3.1. Le modèle initial de Yinger

Le migrant choisit sa localisation résidentielle en fonction du taux de la taxe sur la propriété, du niveau de l'offre de biens publics locaux par ménage E dans chaque commune. Ainsi le montant qu'il est prêt à payer par unité de logement dans une commune dépend de l'offre de biens publics et de son financement. Le ménage possède une courbe de rente offerte du type :

Avec

$$\frac{\partial P}{\partial E} \geq 0 \text{ et } \frac{\partial P}{\partial t} \geq 0$$

.

L'enchère ne dépend pas de la taille de l'habitation,

$$\frac{\partial P}{\partial H} = 0$$

.

Ainsi un ménage est prêt à payer pour un logement possédant H unité de logement :

$$P = P(E, t)H \tag{4.10}$$

La valeur vénale approximative du logement correspond à :

$$V(E, t) = P(E, t)H / r \tag{4.11}$$

avec r le taux d'actualisation et un horizon infini.

Le montant de la taxe foncière qui est la seule ressource locale pour une durée de vie infinie est égal à :

$$tP(E, t)H / r \tag{4.12}$$

Chaque ménage consomme le service rendu par le logement H, un bien composite servant de numéraire Z et les biens publics locaux E. Le ménage maximise son utilité sous contrainte de son budget.

Soit le lagrangien

$$L = U(Z, H, E) - \lambda [Y - (Z + P(E, t)H(1 + (t/r)))] \quad (4.13)$$

avec λ le multiplicateur de Lagrange. Les conditions de premier ordre sont les suivantes :

$$\begin{cases} \frac{\partial L}{\partial Z} = U_Z - \lambda = 0 \\ \frac{\partial L}{\partial H} = U_H - \lambda [1 + (t/r)] = 0 \\ \frac{\partial L}{\partial E} = U_E - \lambda P_E H [1 + (t/r)] \\ \frac{\partial L}{\partial t} = P_t (r+t) + P = 0 \end{cases} \quad (4.14)$$

A partir de la dernière équation des conditions de premier ordre, l'on peut déterminer l'effet de la taxe sur la propriété, sur la valeur vénale du logement.

Soit l'équation différentielle du premier ordre à variables séparables :

$$-\frac{P_t}{P} = \frac{1}{r+t} \quad (4.15)$$

L'enchère s'applique à une offre de biens publics locaux E^* .

Reprenons la dernière équation du système (4.14) et multiplions la par r , on obtient l'intégrale :

$$\int_0^T r P_t (r+t) dt + \int_0^T r P dt = 0 \quad (4.16)$$

On peut décomposer

$$\int_0^T r P_t (r+t)$$

en une intégration par partie, on obtient

$$\int_0^T rP_t(r+t)dt = [rP(r+t)]_0^T - \int_0^T rPdt \quad (4.17)$$

En réintégrant l'équation (4.17),

$$[rP(r+t)]_0^T - \int_0^T rPdt + \int_0^T rPdt = 0 \quad (4.18)$$

$$[rP(r+t)]_0^T = 0 \quad (4.19)$$

$$rP(T)(r+T) - rP(0)(r+0) = 0 \quad (4.20)$$

On obtient alors :

$$P(T) = \frac{rP(0)}{(r+f)} \quad (4.21)$$

Avec P(0) qui représente la fonction d'enchère avant impôt.

Pour un niveau d'offre de biens publics E^* , on obtient la fonction d'enchère suivante :

$$P(E^*, f) = \frac{rP^*(E^*)}{r+f} \quad (4.22)$$

avec $P^*(E^*)$ la fonction d'enchère pour un niveau d'offre de biens publics locaux E^* .

L'équation (4.22) représente la capitalisation du taux de l'impôt foncier dans le prix du bien immobilier. Le niveau de la capitalisation ne dépend ni des préférences des ménages, ni du niveau de biens publics locaux offerts. Il n'est fonction que de la pression fiscale et du taux d'actualisation.

La valeur du logement correspond à la valeur du bien immobilier en l'absence de fiscalité minorée du prélèvement fiscal :

$$V(E^*, f) = \frac{P^*(E^*)H}{r} - f \frac{P(E^*, f)H}{r} \quad (4.23)$$

Il est possible de mesurer l'impact sur la fonction d'enchère d'une modification du niveau d'offre de biens publics locaux pour un taux de fiscalité donné t . Pour ce faire, il faut recourir à une fonction d'utilité de type Cobb-Douglas :

$$U = c_1 \ln(Z) + c_2 \ln(H) + c_3 \ln(E) \quad (4.24)$$

En reprenant les deuxième et troisième équations du système (4.14), on en déduit :

$$\frac{dF}{P} = \frac{c_3}{c_2} \frac{dE}{E} \quad (4.25)$$

La pente de la courbe d'enchère, à taux d'imposition donné, dépend des préférences des ménages pour la taille du logement et pour le montant d'offre de biens publics locaux. La pente est directement fonction du taux marginal de substitution entre taille du logement et consommation collective financée par les résidents de la commune.

L'équation (4.25) est une équation différentielle de premier ordre séparable avec K comme constante d'intégration :

$$F(E, t^*) = KE^{\frac{c_3}{c_2}} \quad (4.26)$$

La fonction d'enchères est donc définie par les équations (44) et (48) :

$$\begin{cases} P(E^*, t) = \frac{rP^*(E^*)}{r+t} \\ P(E, t^*) = KE^{\frac{c_3}{c_2}} \end{cases} \quad (4.27)$$

Pour un taux de fiscalité fixé à 0, la fonction d'enchères $P^*(E)$:

$$P^*(E) = \gamma E^{\frac{c_3}{c_2}} \quad (4.28)$$

L'équation (44) donne la fonction d'enchères :

$$P(E, t) = \frac{rP^*(E)}{r+t} \quad (4.29)$$

En intégrant l'équation (50) dans l'équation (51), on obtient :

$$P(E, t) = \frac{\gamma E^{\frac{c_1}{c_2}}}{r + t} \quad (4.30)$$

Supposons que les services de logement peuvent être décrits par une fonction multiplicative des caractéristiques de X_1 à X_d :

$$H = \prod_{i=1}^d X_i^{a_i} \quad (4.31)$$

On obtient alors :

$$V(E, t) = \frac{P(E, t) H}{r} = \frac{\gamma E^{\frac{c_1}{c_2}}}{r + t} \prod_{i=1}^d X_i^{a_i} \quad (4.32)$$

ou encore,

$$\ln(V) = \ln(\gamma) + \frac{c_3}{c_2} \ln(E) - \ln(r + t) + \sum_{i=1}^d a_i \ln X_i \quad (4.33)$$

Cette dernière équation est la définition de la capitalisation pour Yinger. Elle peut faire l'objet d'un test économétrique. Elle décrit la capitalisation des variables locales fiscales dans la valeur des biens immobiliers. Elle s'applique ainsi à la variation de l'offre de biens publics locaux et des taux de taxe entre communes. **Local fiscal variables are completely capitalized into house values if the variation in house values within or across the jurisdictions inhabited by similar households exactly reflects what these households are willing to pay for the difference service-tax packages in different locations** (YINGER, 1982, p. 923). Par ailleurs, les ménages ne considèrent pas le budget de chaque commune. Les ménages ne prennent en compte que la quantité de l'offre de biens publics locaux et de son financement par une taxe.

Le taux d'imposition foncière a un effet négatif sur le prix des biens immobiliers. Il est complètement capitalisé. En revanche, le niveau de l'offre de biens publics locaux dépend des préférences des ménages migrants représentées par le rapport c_3/c_2 . La capitalisation des biens publics locaux dépend du taux marginal de substitution entre la taille du logement et l'offre de biens publics locaux puisque :

$$\frac{c_3}{c_2} = \frac{U_E}{U_H} \frac{E}{H} \quad (4.34)$$

Une augmentation de l'offre de biens publics locaux, *ceteris paribus*, augmente la valeur vénale des biens immobiliers. La capitalisation de la taxe sur la propriété agit de

manière uniforme et négative. Le taux de la taxe sur la propriété ne devrait pas intervenir dans le choix des ménages en termes de localisation résidentielle puisque la valeur vénale des biens immobiliers intègre complètement le montant de l'impôt sur la propriété. En effet, une hausse de la taxe dans une commune provoque une baisse de la valeur vénale des logements du montant d'impôt payé. Aussi, seul le niveau de l'offre de biens publics locaux influence-t-il les choix résidentiels des ménages.

Ainsi dans le modèle de Yinger, les différentiels de fiscalité sont complètement capitalisés dans la valeur des biens immobiliers alors que la capitalisation de l'offre de biens publics locaux dépend des préférences des ménages. Plus les ménages tirent de l'utilité de l'offre de biens publics, plus la valeur des biens immobiliers est élevée.

Par ailleurs, Yinger considère que la capitalisation est un phénomène durable. Il existe une stabilité des préférences des migrants qui fixent les enchères et de celles des résidents qui déterminent par leur vote l'offre de biens publics locaux et le niveau de la taxe. Cela suppose que les migrants et résidents possèdent des préférences identiques. Les ménages n'ont pas les mêmes préférences d'une même commune à l'autre.

3.2. De l'importance du niveau des revenus et des préférences des ménages

Jusqu'à maintenant, l'on supposait que les ménages étaient similaires. Yinger montre qu'il n'en est rien. La capitalisation s'effectue, en réalité, au sein d'une même catégorie d'acheteurs et de vendeurs possédant des préférences identiques pour les consommations collectives et résidentielles (GUENGANT, 1992). Yinger en tire arguments pour justifier l'existence d'une stratification de la population.

Yinger considère que l'évolution des prix d'enchère variant en fonction de l'offre de biens publics n'est pas la même en fonction des catégories de revenu. Il justifie l'allure de ces deux courbes par l'hypothèse que la contrepartie monétaire d'un accroissement de bien public croît avec le revenu (c'est à dire

$$\frac{\partial}{\partial Y} \left(\frac{\partial P}{\partial Z} \right) > 0$$

).

Il fait l'hypothèse qu'il est possible de regrouper les ménages en fonction de leurs revenus et de leurs préférences. Aussi chaque classe a-t-elle sa propre courbe de rente offerte $P(E,t)$ et chaque commune est-elle habitée par les ménages qui enchérissent le plus. L'offre de biens publics locaux et le niveau des taxes constituent une donnée pour les migrants puisqu'ils sont déterminés par les ménages déjà résidents. Yinger prend l'exemple de cinq communes et de deux groupes de population ayant chacun des préférences et des revenus différents (Cf. Graphique 4.1). Le prix des biens immobiliers dans une commune est déterminé par la fonction d'enchères des ménages qui y résident. Les ménages ayant des revenus importants sont prêts à payer plus que le prix de marché dans les communes 4 et 5 pour pouvoir bénéficier du niveau de l'offre de biens publics locaux proposée dans ces communes. C'est donc une sorte de tri des individus en raison de leurs préférences qui conduit à des communes spécialisées, fournissant un niveau de bien public adapté à chaque groupe de population, caractérisé par des revenus et des

goûts singuliers. **La courbe observée des prix d'enchère en fonction de l'offre de bien public est alors la courbe enveloppe des différentes catégories de revenus et de goût** (GUENGANT, 1992).

Par ailleurs, l'impôt n'a pas d'influence sur le choix du lieu de résidence des ménages. Pour un niveau fixé d'offre de biens publics locaux, pour lequel les courbes d'enchères des deux groupes se rencontrent, et un taux d'imposition foncière (t), l'équation (4.33) indique qu'une augmentation du taux d'imposition de t à t' conduit pour les deux groupes à la même diminution d'enchères proposée pour pouvoir se localiser dans la commune. Le taux d'imposition foncière n'est pas une clé de tri des ménages.

Ainsi, si la capitalisation existe, elle résulte de l'hétérogénéité en termes de goût et de revenu de la population. Les migrations orientées par les préférences conduisent à la constitution de communes homogènes dans leur composition et différentes les unes des autres. Ces différentes communes permettent d'observer des prix fonciers différents correspondant à des biens publics et à des taxes liés à la situation optimale de chaque catégorie d'individus.

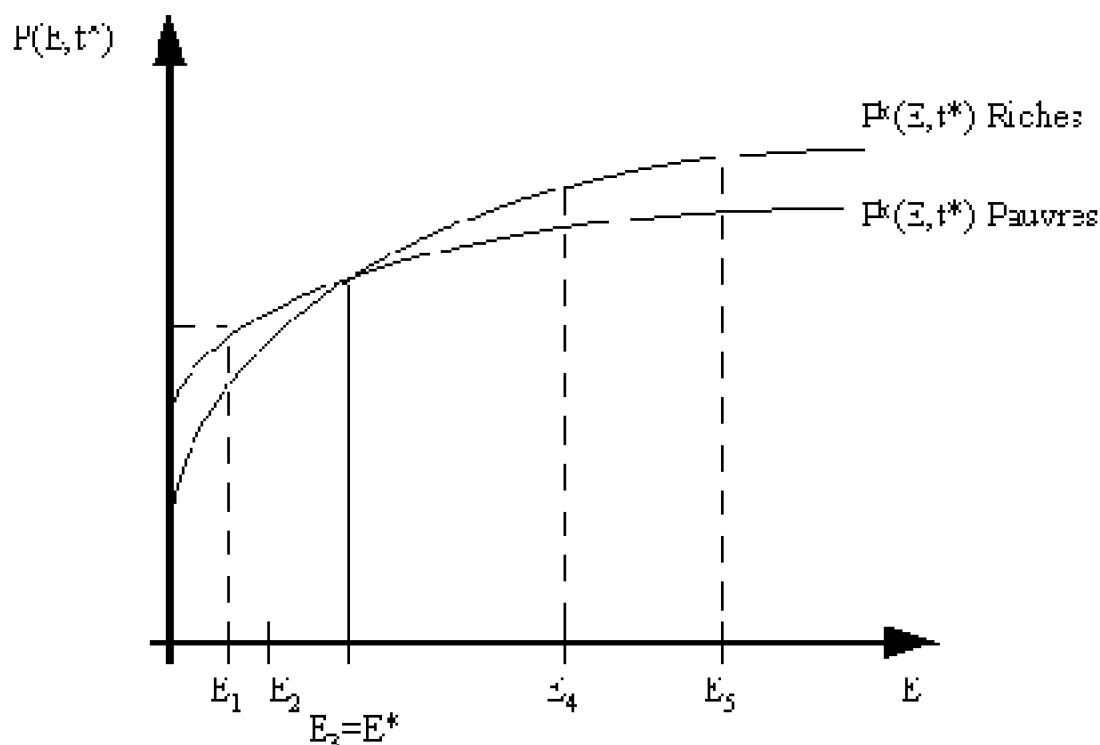


Figure 4.3 : Stratification des ménages en fonction de l'offre de biens publics locaux

Source : Yinger (1982)

En revanche, les préférences pour l'offre de biens publics locaux ont un impact sur le niveau d'enchères. Ainsi des ménages à revenus peu élevés ayant une forte préférence pour un niveau élevé de biens publics locaux offerts ont une fonction d'enchère dont la pente est plus raide que celle des autres ménages à faibles revenus. Ces ménages peuvent enchérir autant que les ménages à hauts revenus pour les communes 4 et 5.

Dans ce cas, il pourrait exister des communes hétérogènes en termes de revenus de la population. Pour Yinger, cet exemple ne remet pas en cause les hypothèses de Tiebout.

Le modèle initial réduit le choix d'une localisation résidentielle des ménages à un arbitrage entre le logement, un bien numéraire et l'offre de biens publics locaux. Pourtant d'autres variables interviennent dans ce choix.

3.3. L'introduction d'une variable de site dans le modèle initial de Yinger

Yinger introduit une variable de site qui tient compte des coûts de transport par rapport au centre, et des aménités. Le lagrangien s'écrit :

$$L = U[Z, H, E, A(d)] - \lambda [Z + (d, E, t)H[1 + (t/r)] + sd] - Y \quad (4.35)$$

avec $A(d)$ le niveau d'aménité d'une localisation située à d kilomètres du centre d'activité et s mesure les coûts de transport par kilomètre.

Les conditions de premier ordre sont les suivantes :

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial L}{\partial Z} = U_Z - \lambda = 0 \\ \frac{\partial L}{\partial H} = U_H - \lambda[1 + (t/r)] = 0 \\ \frac{\partial L}{\partial E} = U_E - \lambda P_E H[1 + (t/r)] = 0 \\ \frac{\partial L}{\partial t} = P_t(r + t) + P = 0 \\ \frac{\partial L}{\partial d} = U_d - \lambda[P_d H[1 + (t/r)] + s] = 0 \\ \frac{\partial L}{\partial \lambda} = Z + PH[1 + (t/r)] + sd - Y = 0 \end{array} \right. \quad (4.36)$$

La fonction d'utilité a la forme d'une fonction Cobb-Douglas :

$$U = c_1 \ln Z + c_2 \ln H + c_3 \ln E + c_4 \ln A(d) \quad (4.37)$$

On déduit des quatre premières équations du système (4.36), la solution suivante :

$$P(E, f, d^*) = \frac{\gamma_r E^{\epsilon_1, k_1}}{(r + f)} \quad (4.38)$$

Si l'on fait varier d, alors

$$P(E, f, d) = \frac{P(d) \gamma_r E^{\epsilon_1, k_1}}{(r + f)} \quad (4.39)$$

Pour déterminer la forme de P(d), il faut résoudre l'équation. En remplaçant (H) par sa valeur, la cinquième équation du système (4.36) devient :

$$Z = (Y - sd) \frac{c_1}{c_1 + c_2} \quad (4.40)$$

En remplaçant \square et Z par leur valeur, l'équation s'écrit :

$$\frac{P_d}{P} = \frac{c_1}{c_2} \frac{A_d}{A} + \frac{c_1 + c_2}{c_2} \frac{(-s)}{Y - sd} \quad (4.41)$$

Cette équation est une équation différentielle du premier ordre à variables séparables.

La solution de cette équation est :

$$P(E^*, f^*, d) = A^{\epsilon_1, k_1} (Y - sd) \frac{c_1 + c_2}{c_2} \quad (4.42)$$

d'où

$$P(d) = \beta A^{\epsilon_1, k_1} (Y - sd)^{\frac{c_1 + c_2}{c_2}} \quad (4.43)$$

En remplaçant P(d) par sa valeur,

$$P(E, f, d) = \frac{\beta \gamma_r (Y - sd)^{\frac{c_1 + c_2}{c_2}} A(d)^{\epsilon_1, k_1} E^{\epsilon_1, k_1}}{r + f} \quad (4.44)$$

En remplaçant P(d) par sa valeur dans l'équation initiale :

$$V(E, t, d) = \frac{\beta(Y - \alpha d)^{\frac{c_1 + c_2}{c_2}} A(d)^{c_1/c_2} E^{c_1/c_2} H}{r + t} \quad (4.45)$$

Si H suit une fonction multiplicative des caractéristiques immobilières X_i et si on opère sur $V(E, t, d)$ une transformation logarithmique alors :

$$\ln V(E, t, d) = \ln \beta + \frac{c_1 + c_2}{c_2} \ln(Y - \alpha d) - \frac{c_1}{c_2} \ln A(d) + \frac{c_1}{c_2} \ln E - \sum_{i=1}^n c_{1i} \ln X_i - \ln(r + t) \quad (4.46)$$

L'équation (4.46) montre que les coûts de transport sont capitalisés négativement dans le prix des biens immobiliers. En fait, ce sont les revenus nets des coûts de transports qui sont capitalisés. Ainsi une hausse des coûts de transport entraîne une baisse du revenu net des coûts de transports et induit une baisse de la valeur vénale du bien immobilier. En revanche, une augmentation des aménités provoque une hausse du prix des logements. Cette augmentation est fonction des préférences des ménages. La capitalisation du niveau d'aménités dépend du taux marginal de substitution entre la taille du logement et le niveau d'aménités puisque :

$$\frac{c_1}{c_2} = \frac{U_A}{U_H} \frac{A}{H} \quad (4.47)$$

La variable fiscale est toujours intégralement capitalisée négativement dans la valeur vénale des biens immobiliers. L'offre de biens publics a un effet positif sur le prix de l'immobilier et dépend toujours du taux marginal de substitution entre la taille du logement et l'offre de biens publics.

Le tri des ménages se fait en fonction du niveau d'aménités, de la distance au centre et de l'offre de biens publics locaux.

4. Le modèle de Starrett : l'existence d'une capitalisation intracommunale

En 1981, Starrett publie un article intitulé *Land Value Capitalization in Local Public Finance*, dans lequel il indique les conditions de l'existence d'une capitalisation foncière des bénéfices sociaux résultant d'une modification de l'offre d'un bien public local. Il définit deux formes de capitalisation, à savoir l'interne et l'externe.

The intuitive argument for external capitalization is quite simple. Suppose that a project is built in one community designed to make people better off there. Now, if people in all communities have similar tastes and are free to move among the communities, outsiders will necessarily be attracted to the project-building community. And they will continue to move until the welfare incentive disappears. The only factor which can stop this movement is a differential location cost, that is, an increase in land rents in the project-building community (Starrett, 1981, p. 307).

Ainsi, la capitalisation externe résulte-t-elle des enchères des ménages entre communes. En revanche, la capitalisation interne relève d'enchères compétitives à l'intérieur de la commune. Ce sont les propriétés des biens publics locaux qui expliquent son existence. En effet, les biens publics locaux sont des biens localisés dont la consommation par les ménages peut dépendre de la distance séparant le lieu de l'offre des localisations résidentielles.

4.1. Le modèle de Starrett

Le ménage a un revenu I composés de profit Π provenant des firmes, de revenus fonciers R , et de revenus divers Y :

$$I^i = \Pi^i + R^i + Y^i \quad (4.48)$$

Le ménage paye un montant forfaitaire d'impôt T sur les revenus qui finance l'offre du bien public local.

La fonction d'utilité d'un ménage, ayant des préférences u , a pour argument le niveau du bien public local q , la fréquentation du bien public g , la quantité de terrain l , et la quantité d'un bien composite :

$$U^*(q, g, l, I^i - T^i - f(g, s) - r_s l) \quad (4.49)$$

Chaque ménage choisit sa localisation s , la quantité de terrain l et la fréquentation du bien public g . Le programme de maximisation est le suivant :

$$\text{Max}_{g, l} U^*(q, g, l, I^i - T^i - f(g, s) - r_s l) \quad (4.50)$$

La maximisation de la fonction d'utilité donne les fonctions de demande de terrain et de fréquentation pour chaque zone s .

$$\begin{cases} g_s^* = g^*(q, I^i - T^i, r_s, s) \\ l_s^* = l^*(q, I^i - T^i, r_s, s) \end{cases} \quad (4.51)$$

Une fonction d'utilité indirecte pour chaque zone s est déterminée à partir des fonctions de demande :

$$V_s^{*i} = V^*(q, I^i - T^i, r_s, s) \quad (4.52)$$

Le ménage choisit s en maximisant la fonction d'utilité indirecte :

$$\text{Max}_s V_s^{\text{pl}} \quad (4.53)$$

Par ailleurs, le secteur privé est toujours en équilibre et fournit les biens nécessaires à l'offre du bien public local. La contrainte budgétaire communale s'écrit :

$$\Gamma(g) = T \quad (4.54)$$

Les loyers varient jusqu'à ce que le marché des terrains soit en équilibre pour chaque zone, alors que tous les autres prix sont fixes.

Starrett s'intéresse aux conditions de l'absence ou de l'existence de la capitalisation interne et externe de la modification de l'offre d'un bien public local. Nous présenterons une partie de son raisonnement concernant la capitalisation interne des bénéfices sociaux.

4.2. La capitalisation interne

4.2.1 Les conditions d'absence de capitalisation interne

Starrett (1981) étudie comment bloquer les phénomènes de capitalisation interne. Les ménages consomment la même quantité de bien public, quelle que soit la zone où ils habitent, et utilisent la même quantité de terrain.

$$\begin{cases} g = \bar{g} \\ I = \bar{I} \end{cases} \quad (4.55)$$

Par ailleurs, aucune migration intercommunale n'est possible après la modification de l'offre du bien public. Ces hypothèses ont des conséquences sur la nature du bien public offert par la commune. En effet, si la consommation de ce bien ne dépend pas de la distance entre les lieux d'offre et de consommation, alors il s'agit d'un bien public pur. L'exigence de la consommation de la même quantité de terrain par chaque ménage implique qu'une contrainte institutionnelle définit *a priori* la taille de la parcelle de terrain.

Avec ces hypothèses, le choix des ménages se résume à la détermination de la zone de résidence. Les ménages minimisent les coûts globaux composés des coûts de transport et du loyer.

$$\text{Min}_s [f(\bar{g}, s) + r_s \bar{I}] = \text{Min}_s [C] \quad (4.56)$$

Les coûts de transport sont similaires pour tous les ménages. A l'équilibre, les loyers

s'établissent de manière à ce que les coûts globaux soient indépendants du choix de la zone de résidence. Dans ces conditions, les ménages sont indifférents quant à leur lieu de localisation. Aussi n'existe-t-il pas de capitalisation interne.

4.2.2. Les conditions d'existence de capitalisation interne

Starrett examine également les conditions d'existence de la capitalisation interne. Deux hypothèses garantissent son développement. D'une part, il n'existe pas d'effets de débordement résultant de l'offre du bien public local ($g = 0$), et d'autre part les communes sont homogènes en termes de préférence des ménages. Pour une structure de loyers donnée, les ménages ayant les mêmes préférences se localisent au même endroit.

Les préférences d'un ménage i sont représentées par la fonction d'utilité suivante :

$$U^i = \hat{U}(q, g, l) + I^i - T^i - f(g, s) - r_i l \quad (4.57)$$

Les communes peuvent être de deux types, à savoir des communes isolées et entourées de zones rurales qui peuvent être urbanisées, et des communes faisant partie d'une aire urbaine dont l'offre de terrain est limitée.

La variation du bien-être social, liée à la modification de l'offre du bien public local, est déterminée par la fonction suivante :

$$dW = \sum_i w_i dV^i \quad (4.58)$$

Pour simplifier l'analyse, Starrett fait l'hypothèse que la distribution des revenus est optimale ($w_i = 1$) et que l'ensemble de la population est localisé dans les zones périphériques \square et sont sensibles aux effets de la modification de l'offre du bien public local q .

La variation de bien-être s'écrit alors :

$$\frac{dW}{dq} = \frac{dR}{dq} - \frac{d\Gamma}{dq} + \frac{d\Pi}{dq} - M_\sigma \frac{dr_\sigma}{dq} \quad (4.59)$$

Starrett envisage deux scénarios pour expliquer l'existence de la capitalisation, à savoir une distribution des profits des firmes aux résidents locaux et une distribution des profits des firmes à des non-résidents.

- Les profits des firmes sont distribués aux résidents Les firmes sont détenues par les ménages qui perçoivent les profits. Les firmes ne sont pas affectées par la modification de l'offre du bien public local. Seuls les loyers des terrains sont modifiés par cette variation Alors, l'équation 4.59 s'écrit :

$$\frac{dW}{dq} = \frac{dR_r}{dq} - \frac{d\Gamma}{dq} - M_\sigma \frac{dr_\sigma}{dq} \quad (4.60)$$

- Quand la commune est isolée, l'urbanisation des zones rurales périphériques, résultant de l'augmentation de la demande de terrain, induit que les loyers demeurent stables dans la commune

$$(dr_\sigma/dq = 0)$$

- L'équation 4.60 s'écrit :

alors,

Les bénéfices sociaux découlant de la modification de l'offre du bien public sont capitalisés dans les loyers des terrains résidentiels.

- Quand la commune se situe dans une agglomération, les frontières sont intangibles et l'offre de terrains est parfaitement inélastique, aussi les loyers varient-ils. En cas de demande globale de terrain croissante avec l'offre de bien public, la capitalisation dans les loyers est plus importante que dans le cas de la commune isolée (*overcapitalization*).

$$\frac{dR_r}{dq} = \frac{dW}{dq} + \frac{d\Gamma}{dq} + M_\sigma \frac{dr_\sigma}{dq} \quad (4.63)$$

Dans le cas contraire, la capitalisation dans les valeurs foncières résidentielles est plus faible que dans le cas de la commune isolée (*undercapitalization*).

$$\frac{dR_r}{dq} = \frac{dW}{dq} + \frac{d\Gamma}{dq} - M_\sigma \frac{dr_\sigma}{dq} \quad (4.64)$$

- Les profits ne sont pas distribués aux résidents locaux. La situation est différente lorsque les firmes n'appartiennent pas totalement aux habitants de la commune où elles sont localisées. Les profits ne sont pas entièrement distribués aux résidents. Certains coûts de production sont supportés par des non-résidents qui bénéficient en retour d'une part des profits. Si les firmes sont entièrement détenues par des non-résidents, alors le profit distribué aux résidents est nul.

Si les communes sont isolées alors les bénéfices sont capitalisés dans toutes les valeurs foncières. Reprenons l'équation 4.59 et prenons en compte les hypothèses précédentes, on obtient :

$$\frac{dR}{dq} = \frac{dW}{dq} - \frac{d\Gamma}{dq} \quad (4.65)$$

Les bénéfices sociaux ne sont plus capitalisés dans les seuls loyers des terrains résidentiels mais dans l'ensemble des terrains.

Cette présentation synthétique d'une partie du modèle de Starrett (1981) indique que l'augmentation des bénéfices sociaux, induite par la modification de l'offre d'un bien public local, est capitalisée dans les valeurs foncières résidentielles (à l'exception du cas où les profits des firmes sont distribués à des non résidents). La prise en compte de l'existence d'une capitalisation intracommunale résulte de la définition des biens publics locaux dont la consommation est localisée. En effet, la capitalisation interne n'existe pas lorsque l'offre concerne un bien public pur. Les communes ne constituent pas des zones homogènes. Elles se caractérisent par une variation de l'offre de bien public local et de l'utilité retirée de leur consommation par les ménages en fonction de leur localisation dans la commune.

5. Conclusion

La capitalisation est un phénomène passager, un verdict caché sur l'efficacité de l'offre de biens publics locaux et un phénomène durable. Trois auteurs, trois modèles, trois conclusions différentes expliquent l'essence de la capitalisation. A l'inverse de certains concepts économiques, pour lesquels avec le temps, un consensus a été trouvé concernant leur définition, le concept de capitalisation foncière ou immobilière ne fait pas encore l'unanimité. Par ailleurs, les tests empiriques n'ont pas donné des résultats infirmant un modèle en particulier.

L'analyse de la capitalisation n'a pas le même objectif en fonction de l'auteur. Ainsi, Edel et Sclar n'ont pas pour objectif de mesurer la capitalisation de la fiscalité et de l'offre de biens publics locaux. Dans l'introduction de leur article intitulé ***Taxe, Spending, and Property Values : Supply Adjustment in a Tiebout-Oates Model, ils précisent leur objectif : this paper extends the capitalization approach of W.E. Oates to consider supply adjustment in a local public goods market of the hypothesized by C.M. Tiebout*** (EDEL et SCLAR, 1974, p. 941). Ils tentent de vérifier le modèle de Tiebout à travers l'étude des phénomènes de capitalisation.

Pour Brueckner et Wildasin, la capitalisation est un verdict sur l'efficacité de l'offre de biens publics locaux. ***This paper develops a test for Pareto efficiency in the local public sector using the analytical result that aggregate property value is maximized at the public output level which satisfies the Samuelson condition for efficiency*** (BRUECKNER, 1982, p. 311-331). Ainsi Brueckner et Wildasin montrent qu'en étudiant la capitalisation, il est possible de déterminer si l'offre de biens publics locaux est optimale. Parmi les trois modèles présentés, Yinger est le seul à s'intéresser à la capitalisation de l'offre de biens publics locaux dans son ensemble (offre de biens publics et financement de l'offre) et à essayer de calculer la valorisation immobilière de l'offre de biens publics

locaux. Pour pouvoir répondre à notre problématique, nous retenons le modèle de Yinger comme support à notre test empirique.

Ces modèles s'intéressent à la capitalisation intercommunale. Le modèle de Starrett introduit dans l'analyse l'existence d'une capitalisation intracommunale au côté de la capitalisation externe. Starrett (1981) indique comment les ménages choisissent leur lieu de résidence au sein d'une commune. Il précise les conditions d'absence et d'existence de la capitalisation interne qui s'intéresse à la valorisation foncière des bénéficiaires d'une modification de l'offre d'un bien public local. La prise en compte de la capitalisation interne dans l'analyse résulte des caractéristiques de consommation des biens publics locaux par les ménages. Elle participe à l'introduction dans l'analyse de la capitalisation du caractère spatial des biens publics locaux.

Conclusion de la première partie

Les modèles et les tests empiriques de la capitalisation de l'offre de biens publics locaux et les modèles de localisation résidentielle permettent d'analyser le comportement des ménages lorsqu'ils choisissent leur lieu de résidence. Cela conduit à isoler les déterminants micro-économiques de la localisation des ménages. Les deux approches sont complémentaires. En effet, les modèles de localisation se situent dans un espace isotrope (dans le modèle canonique d'Alonso) progressivement complexifié par les auteurs, alors que les modèles de capitalisation se situent dans un espace organisé avec des communes. Cette différence n'est pas réductrice et n'obère pas les enseignements retirés de l'une ou l'autre des approches dans le cadre de la valorisation immobilière de l'offre de biens publics locaux.

Malgré sa simplicité, le modèle d'Alonso apparaît comme le point de départ de la détermination des variables qui expliquent la localisation des ménages qui réalisent un arbitrage entre un bien composite et la taille du logement (le sol) en fonction de leurs revenus et de leurs préférences représentées par leur fonction d'utilité. Les localisations ne se distinguent que par la distance au centre. L'existence d'un gradient négatif d'offre de rente permet que des ménages s'établissent du centre de l'espace jusqu'à sa périphérie compensant les coûts de transport croissants avec la distance au centre. Si le gradient n'était pas décroissant, les ménages rationnels se localiseraient tous au plus près du centre. La distance au centre s'avère un des déterminants micro-économiques du choix de localisation des ménages. Ainsi elle ressort comme une variable expliquant le prix des logements.

Si le modèle d'Alonso représente la base des modèles de localisation, il demeure bien trop réducteur pour saisir le comportement de ménages lorsqu'ils décident de résider quelque part. En effet, l'hypothèse d'isotropie de l'espace n'est pas compatible avec des espaces urbains complexes, aussi bien dans les activités et les populations abritées que dans l'aménagement des espaces privés et publics. Cette constatation aboutit à privilégier une approche anisotrope de l'espace urbain. Aussi les caractéristiques des localisations varient-elles en fonction de leur situation dans l'espace. L'anisotropie de l'espace revient

à modifier l'arbitrage des ménages et à le compléter par d'autres attributs qui interviennent dans la fonction d'utilité des ménages. Elle s'accompagne également d'une sophistication de la spécification des coûts de transport et de la prise en compte de l'existence d'espaces polycentriques.

La meilleure spécification des coûts de transport consiste à revenir sur les hypothèses de radialité des déplacements et de coûts de transport uniformes pour tous les ménages quels que soient leurs revenus. Cela consiste à substituer aux coûts de transport dépendant de la distance au centre comme dans le modèle d'Alonso, la notion de coûts généralisés de transport qui prend en compte le nombre de déplacements, la distance parcourue et le temps de parcours (WINGO, 1961). Cela réside dans l'introduction de la valeur du temps qui varie de manière croissante avec le revenu des ménages. Les coûts de transports s'établissent à un niveau plus élevé pour les ménages à hauts revenus que pour les autres.

À côté de la prise en compte de la spécification des coûts de transport qui passe par une différenciation des ménages en fonction de leurs revenus et de leur composition (FUJITA, 1989), une *complexification* du réseau de transport peut être introduite dans l'analyse (MUTH, 1969). Parallèlement, les motifs de déplacement (CAPOZZA, 1973) et les modes de transport (MILLS, 1967 ; CAPOZZA, 1973 ; GANNON, 1993) peuvent aider à une meilleure représentation des réseaux de transport et de leurs usages, et à leur insertion dans le choix de localisation des ménages. La congestion des infrastructures de transport est également une caractéristique retenue pour compléter les modèles de localisation résidentielle (SOLOW, 1972).

Cette meilleure spécification de l'espace par un coût de transports saisi sous une forme plus compliquée et plus proche de l'observation empirique vise à expliciter pourquoi le gradient de rente offerte n'est pas forcément décroissant avec la distance au centre. En effet, le gradient de rente offerte peut croître en certains points (ou zone) de l'espace infirmant la théorie de la localisation résidentielle d'Alonso. Les transports et les coûts qu'ils génèrent pour les ménages expliquent en partie les variations singulières de la courbe de rente dans l'espace. D'autres facteurs interviennent dans cette remise en cause de l'homogénéité de la rente pour tous les logements situés à la même distance du centre.

Au-delà des seuls effets des coûts de transports variant d'un lieu à l'autre, chaque localisation peut être définie par une série d'attributs (PAPAGEORGIU, 1990). Ces attributs revêtent différentes formes comme des éléments concernant les transports, l'environnement, les effets externes présents, *et cetera*. Ces attributs sont constitués des aménités positives ou négatives qui interviennent dans le choix résidentiel des ménages (FUJITA, 1989).

L'existence de biens publics locaux peut être introduite dans l'analyse par l'intermédiaire des attributs de lieux et des aménités. Les biens publics locaux se caractérisent par le fait que leur consommation est appréhendée parfois comme un effet externe. Dans tous les cas, les biens publics locaux sont réputés provoquer des effets externes (effet de débordement, congestion et impact du financement). Les biens publics locaux ne sont pas spécifiquement considérés dans les modèles de localisation les plus

connus. Ils participent à la différenciation des localisations dans l'espace et des rentes offertes.

L'économie publique locale est **considérée comme plus publique et financière que territoriale et spatialisée. En d'autres termes l'intégration de l'espace dans les raisonnements et la modélisation de l'économie publique semble incomplète ou insatisfaisante** (DERYCKE, 1997, p. 829). Le modèle de Tiebout, fondement de l'économie publique locale, est directement concerné par cette critique.

Le modèle de Tiebout (1956) explique les choix résidentiels des ménages en fonction de l'offre de biens publics locaux. Les ménages choisissent leur commune de résidence qui satisfait au mieux la demande de biens immobiliers. Plus le nombre de communes est élevé, plus l'offre de biens publics locaux est proche des préférences des ménages. Ce modèle s'inscrit dans le questionnement de Samuelson (1954) sur la détermination de l'offre optimale de biens publics en l'absence de mécanisme obligeant les ménages à révéler leurs préférences pour les biens publics. Tiebout montre que l'étude du vote par les pieds (la mobilité) est une méthode permettant de saisir les préférences des ménages pour les biens publics locaux. A partir du modèle de Tiebout, Oates élabore un test sur la capitalisation des dépenses des collectivités pour financer l'offre biens publics locaux et du financement par l'impôt de cette offre par les ménages. La capitalisation indique la valorisation immobilière par les ménages de l'offre de biens publics locaux.

Ces deux approches du choix résidentiel des ménages paraissent être distinctes, dans le sens qu'elles ne se situent pas dans deux perspectives explicatives similaires. En définitive, dans le cadre de notre objet, elles peuvent se compléter. En effet, les biens publics locaux sont des biens localisés dont la consommation dépend le plus souvent de la plus ou moins grande proximité entre le lieu où ils sont offerts et les lieux de consommation où les ménages le consomment. Par ailleurs, les biens publics locaux ne sont pas forcément disponibles sur l'ensemble du territoire de la commune. Pour la plupart des biens publics locaux, l'offre n'est pas identique, quelle que soit la localisation des ménages par rapport à cette offre.

Dans le modèle de Tiebout, les biens publics locaux sont fournis au niveau de chaque commune et sont disponibles pour tous les résidents de la commune. Une analogie peut être faite avec les modèles de localisation résidentielle. En effet, nous pourrions appréhender le modèle de Tiebout et son extension en termes de capitalisation comme un cas particulier d'un modèle de localisation avec effets externes ou aménités. L'ensemble des communes constituerait l'espace caractérisé notamment par l'offre de biens publics et son financement. Ces derniers seraient similaires pour toutes les localisations repérées comme faisant partie d'une même commune. De plus, en levant l'hypothèse d'homogénéité de l'offre de biens sur l'ensemble du territoire de la commune, les deux modèles fusionnent pour n'en donner plus qu'un. Le financement de l'offre de biens publics pourrait être considéré comme une aménité négative. Dans ce cas, les ménages se retrouvent dans la même situation que dans le modèle de Tiebout, ils choisissent la localisation qui propose le panier offre de biens publics locaux – financement de l'offre qui correspond à leurs préférences. Ceci conduit à supposer que les déterminants micro-économiques des choix de localisation des ménages des modèles de localisation résidentielle s'appliquent aux tests empiriques de la capitalisation.

Cette analogie conduit à s'interroger sur la méthode utilisée par Oates pour évaluer la capitalisation de l'offre de biens publics. En effet, le fait de lever l'hypothèse d'homogénéité de l'offre de biens publics locaux sur le territoire de la commune, oblige à remettre en cause la mesure de l'offre de biens publics locaux par les dépenses engagées pour les fournir. Rosen et Fullerton (1977) sont les premiers à dénoncer l'utilisation des dépenses publiques comme indicateur de l'offre (quantitative et qualitative) des biens publics locaux. Ils précisent que le recours aux dépenses publiques suppose que les fonctions de production sont les mêmes d'une commune à l'autre.

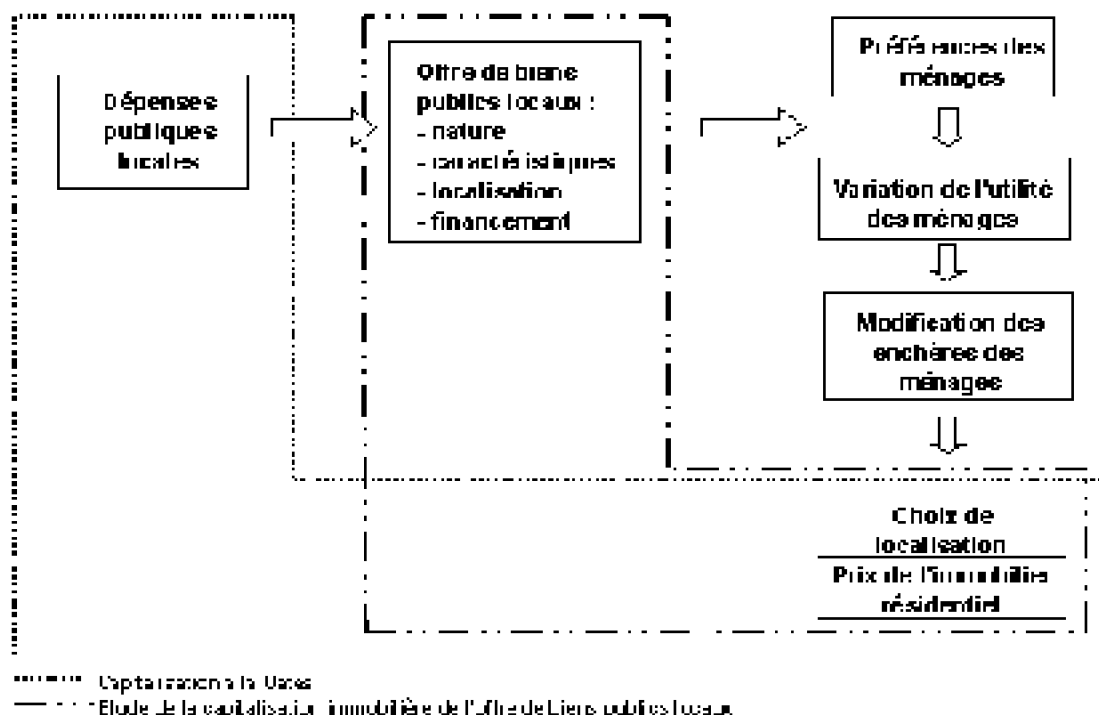


Figure 1 : L'analyse de la valorisation immobilière de l'offre de biens publics locaux

La liaison pertinente n'est pas entre les caractéristiques et les effets de l'offre de biens publics locaux et le prix des biens immobiliers, mais entre les caractéristiques et les effets de l'ordre de biens publics locaux qui interviennent dans la fonction d'utilité des ménages. Le recours aux dépenses publiques ne résulte pas uniquement d'une approximation de l'offre de biens publics. En effet, l'ensemble des tests empiriques détermine un taux de capitalisation des dépenses publiques et du niveau des impôts les finançant, qui est censé refléter la prise en compte de ces variables dans le prix des biens immobiliers. L'utilisation des caractéristiques des biens publics empêche la détermination du taux de capitalisation de l'offre de biens publics.

Par ailleurs, les ménages ne peuvent pas évaluer le niveau des dépenses publiques engagées pour l'offre de biens publics locaux. L'utilisation des dépenses publiques pour le test de capitalisation signifie que la fonction d'utilité des ménages possède pour argument les dépenses publiques. Cette hypothèse est difficilement *crédible*. Les ménages sont sensibles aux modifications d'utilité provoquées par l'existence, les caractéristiques des biens publics locaux et leurs externalités. Par exemple, les dépenses générées par la

création d'une station de métro ne sont pas directement capitalisées par les ménages, mais ce sont les gains d'accessibilité et les changements d'aménités qui sont valorisés dans le prix de l'immobilier.

Cette valorisation immobilière des caractéristiques de l'offre de biens publics plutôt que des dépenses publiques peut expliquer que les taux de capitalisation sont rarement proches de 100 %. En effet, outre le problème du choix du taux d'actualisation et de l'horizon temporel qui conduit à des taux de capitalisation différents, les ménages vont plus ou moins valoriser les dépenses en fonction du type de biens publics qu'elles financent.

Les critiques des tests empiriques et des modèles de capitalisation n'impliquent pas l'abandon de la question de la mesure de l'impact de la fiscalité sur le prix des biens immobiliers, ni la remise en cause de la pertinence de la comparaison entre les dépenses publiques locales et leurs effets allocatifs et redistributifs. Cette problématique demeure pertinente. Mais seule l'analyse coûts-avantages peut apporter une réponse à cette question. Elle permet de mettre en parallèle les dépenses publiques et les variations des prix de l'immobilier résultant de l'offre de biens publics locaux. Elle requiert la valorisation monétaire des effets externes des politiques publiques. La capitalisation de l'offre de biens publics locaux participe à la connaissance et à la valorisation monétaire de l'impact des politiques publiques.

De plus, la spatialisation de l'économie publique locale et notamment de l'analyse de la capitalisation conduit à s'interroger sur ce qui peut se passer au sein d'une commune. En effet, remettre en cause l'uniformité de l'offre de biens publics locaux partout dans la commune suggère qu'il existe une capitalisation relevant non plus de la différence d'offre de biens publics locaux d'une commune à l'autre, mais d'une capitalisation à l'intérieur de la commune résultant des variations de l'offre de biens publics locaux. Ainsi la capitalisation externe s'accompagne d'une capitalisation interne (Starrett, 1981). L'existence de cette capitalisation confirme l'analogie des modèles de capitalisation et des modèles de localisation résidentielle lorsque l'espace est introduit dans l'analyse. L'analogie avec les modèles de localisation conduit à considérer que les mêmes phénomènes se déroulent entre les communes et au sein des communes.

Les tests empiriques de la capitalisation issus des travaux d'Oates s'accompagnent également de critiques internes. En effet, le choix des variables explicatives est susceptible de provoquer des biais de l'estimation de la fonction de capitalisation. Au côté des variables caractérisant la structure des biens immobiliers, les variables concernant l'offre de biens publics locaux et de leur financement posent des problèmes de définition. Nous connaissons les difficultés pour déterminer la variable correspondant à l'offre de biens publics locaux, à savoir le recours aux dépenses publiques ou aux caractéristiques de l'offre. La spécification de la variable fiscale est également sujette à controverses. En effet, les premiers tests ont été réalisés à l'aide du taux de la taxe foncière qui ne permet pas d'appréhender la différence de charges fiscales pour les ménages, qu'elle induit en fonction de la valeur du bien immobilier. La question est donc de choisir entre le taux de l'impôt foncier et le montant de l'impôt foncier. Privilégier la charge fiscale induit de recourir à l'estimation d'un système d'équations simultanées par les doubles moindres carrés comportant la détermination de la capitalisation et de la charge fiscale. En outre,

cela oblige également à considérer que la variable fiscale n'est pas forcément une variable exogène mais une variable endogène, à estimer en même temps que l'équation de capitalisation par la méthode du maximum de vraisemblance (Reinhard, 1981; Sonstelie et Portney, 1980 ; Linneman, 1978). Ces critiques montrent le rôle important d'une part de ces variables comme déterminants micro-économiques du choix du lieu de résidence par les ménages et d'autre part de la difficulté du choix de la spécification des variables dans un test empirique.

Ces tests supposent que la capitalisation est un phénomène durable observable à tout moment sur le marché de l'immobilier. Seul Yinger (1982) considère que la capitalisation de l'offre de biens publics locaux est pérenne. Edel et Sclar (1974) indiquent qu'il s'agit de la défaillance du marché tel que décrit par Tiebout qui provoque l'apparition d'une capitalisation. Brueckner (1982) et Wildasin (1987) montrent que la capitalisation est un verdict caché sur le caractère optimal de l'offre de biens publics locaux. La capitalisation disparaît lorsque l'offre de biens publics locaux est optimale. L'analogie avec les modèles de localisation résidentielle implique de poser comme hypothèse que la capitalisation est immuable. Cela suppose que le montant de la taxe est complètement valorisé de façon négative dans le prix des biens immobiliers et que seule l'offre de biens publics locaux détermine le choix résidentiel des ménages.

L'introduction de l'anisotropie de l'espace dans les modèles de localisation résidentielle et des modèles de capitalisation permet de mieux cerner les déterminants micro-économiques des choix de localisation des ménages. Ainsi les caractéristiques de l'espace, qui se composent des attributs de lieu et des aménités, de la nature et du type de l'offre de biens publics locaux et de son financement, déterminent la localisation des ménages et indirectement le prix de l'immobilier. Dans la seconde partie, nous allons réaliser un test empirique concernant la valorisation immobilière de l'aménagement de l'espace public urbain en utilisant les enseignements de l'analyse des déterminants micro-économiques résultant de l'examen des modèles et des tests de capitalisation et de localisation résidentielle. Afin de pouvoir passer de la théorie à la réalisation d'un test empirique, nous montrerons la nécessité de recourir à la méthode des prix hédonistes (Chapitre V). Les tests empiriques de capitalisation ne justifient pas le passage de la théorie à sa confrontation à la réalité. La plupart des tests empiriques reprennent la fonction de capitalisation définie par Oates sans s'interroger sur sa spécification.

Nous examinerons les différentes sources de données disponibles sur l'immobilier. Par ailleurs, nous justifierons la réalisation d'une enquête de terrain dont l'objet est de fournir des données supplémentaires sur l'immeuble accueillant le bien immobilier et sur l'aménagement de l'espace public urbain. Enfin, nous définirons la méthodologie et les résultats de l'estimation de la valorisation immobilière de l'aménagement de l'espace public urbain par la méthode des prix hédonistes (Chapitre VI).

L'introduction de l'espace dans l'analyse des localisations des ménages conduit à nous interroger sur l'existence de relations entre les observations concernant les transactions immobilières. La distribution spatiale des résidus remet en cause une des hypothèses des modèles économétriques standard et entraîne des biais dans les estimations. Nous analyserons les causes des phénomènes d'autocorrélation spatiale des observations et les modèles économétriques spatiaux qui permettent d'en tenir compte

dans les estimations (Chapitre VII). La détermination de la valorisation immobilière de l'aménagement de l'espace public urbain en fonction de plusieurs spécifications de l'autocorrélation spatiales sera réalisée et comparée aux résultats de l'estimation a spatiale (Chapitre VIII).

SECONDE PARTIE

CHAPITRE V : La méthode des prix hédonistes

Comment déterminer le prix des caractéristiques intrinsèques, c'est-à-dire hors marché, de deux biens, qui eux, s'échangent sur un seul et même marché ? Quelles sont les fonctions de demande de ces caractéristiques ? La méthode des prix hédonistes tente de répondre à ces questions en proposant une analyse des marchés de ce type de biens. L'analyse hédoniste de ces marchés propose une méthode pour déterminer la structure des prix des caractéristiques. Puis à partir des prix hédonistes calculés, cette méthode autorise l'estimation de la demande des attributs des biens.

Il faut attendre les années soixante pour voir se développer les analyses concernant le prix hédoniste de biens qui diffèrent de part leurs caractéristiques mais dont le marché est singulier. Pourtant, dès 1929, Waugh publie un ouvrage intitulé *Quality as a determinant of vegetables prices*. Il indique que la qualité des légumes est définie par leurs caractéristiques. Il calcule le prix de chaque attribut en appliquant des techniques statistiques récentes pour l'époque (SHEPPARD, 1997). En 1939, Court s'intéresse au marché de l'automobile en analysant l'impact des différentes composantes de l'automobile sur le prix de ce bien.

Les analyses de Adelman et Griliches (1961), de Lancaster (1966), de Griliches

(1971) et de Ironmonger (1972) sur la divisibilité des biens ont fourni les bases théoriques de la méthode hédoniste (SOGUEL, 1994). Rosen (1974) a formalisé la détermination des fonctions de demande des caractéristiques en recourant à la méthode des prix hédonistes dans son article intitulé *Hedonic prices and implicit markets : product differentiation in pure competition*.

Nous examinerons d'abord les fondements théoriques qui ont permis le développement de la méthode. Puis nous expliquerons les deux étapes de l'analyse hédoniste, à savoir l'estimation de la fonction des prix hédonistes et la détermination de la fonction de demande et d'offre de caractéristiques. Enfin, nous étudierons les différentes applications de la méthode.

1. Les fondements théoriques de la méthode des prix hédonistes

Certains biens se négocient toujours sous la forme d'un ensemble *non dénouable* de caractéristiques. Le marché, où nous observons le prix d'équilibre du bien, ne s'applique qu'au bien en tant que panier des caractéristiques. Ce marché peut être considéré comme résultant de l'existence de marchés implicites pour chaque élément de l'ensemble *non dénouable* de caractéristiques. La théorie économique a permis de saisir les particularités de ces biens en développant notamment les concepts des biens différenciés et d'hétérogénéité des biens.

1.1. Les biens différenciés et la remise en cause de l'homogénéité des biens

Deux approches peuvent être évoquées pour justifier l'existence de marché implicite, à savoir la théorie des biens différenciés de Lancaster (1966) et l'existence de biens hétérogènes.

1.1.1. Le concept de biens différenciés de Lancaster

Lancaster (1966) remet en cause la théorie traditionnelle du consommateur. En effet, cette dernière suppose que le consommateur a dans sa fonction d'utilité pour argument, au côté des caractéristiques socio-économiques qui lui sont propres, les quantités de biens qu'il consomme. Lancaster propose de remplacer dans la fonction d'utilité la quantité de biens consommés par les caractéristiques intrinsèques du bien. Ainsi la demande de bien ne s'intéresse plus au bien en tant que bien en lui-même, mais comme un ensemble de caractéristiques.

L'innovation technique principale consiste à se détacher de l'approche traditionnelle selon laquelle les biens sont les arguments directs de l'utilité et à supposer au lieu de cela que ce sont des propriétés ou des caractéristiques des biens dont dérive l'utilité. Nous admettons que la consommation est une activité dans laquelle les biens, seuls ou en combinaison, sont des facteurs et dans laquelle le produit est une série de caractéristiques. L'utilité ou l'ordonnement des préférences sont supposés classer des séries de caractéristiques et ne classer des séries de biens qu'indirectement à travers les caractéristiques qu'ils possèdent (LANCASTER, 1966 cité par GOFFETTE-NAGOT, 1994).

Le consommateur achète ce type de bien et l'utilise comme une sorte d'intrant à la fonction d'utilité dont le niveau dépend des caractéristiques contenues dans le bien.

1.1.2. L'hétérogénéité des biens

Une autre approche consiste à considérer que les biens s'échangeant sur un marché ne sont, souvent, pas homogènes dans le sens où ils correspondent à une combinaison d'autres biens (et plus uniquement de caractéristiques comme dans les travaux de Lancaster). Les principaux exemples de ce type de biens sont les automobiles et le logement. Les modèles économiques traditionnels ne permettent pas de traiter de tels biens puisque le prix d'un bien hétérogène dépend directement des biens qu'il contient. Ainsi les biens hétérogènes n'ont pas de prix commun puisqu'ils sont composés de manière différente. En revanche, les caractéristiques de tous ces biens doivent posséder une structure de prix commune (SHEPPARD, 1997).

2. La méthode des prix hédonistes

2.1. Les hypothèses de la méthode des prix hédonistes

Les agents économiques sont considérés comme rationnels. Le bien hétérogène est décrit par un vecteur de n caractéristiques. Ces caractéristiques sont mesurables et perçues de la même manière par les consommateurs (information pure et parfaite). Cela conduit à regarder les caractéristiques comme des biens à part entière pour lesquels il existe un prix. Le bien hétérogène est suffisamment varié dans sa composition sur le marché pour qu'il existe une continuité des caractéristiques afin que les consommateurs trouvent le bien correspondant à leurs préférences.

Par conséquent, si un bien A se distingue d'un bien B seulement par ses caractéristiques intrinsèques, et si le consommateur en retire la même utilité, alors ces deux biens sont équivalents pour lui. Aussi les consommateurs ayant la même fonction d'utilité et des revenus identiques peuvent consommer, pour un niveau d'utilité fixé, un bien hétérogène dont les caractéristiques sont différentes.

La confrontation de l'offre et de la demande d'un bien hétérogène conduit à une structure de prix qui s'impose aux consommateurs comme aux producteurs. L'équilibre est déterminé simultanément pour toutes les caractéristiques et conduit à un vecteur de prix des caractéristiques. Il n'existe pas de coûts de transaction.

Afin de simplifier la formalisation de la méthode des prix hédonistes, il convient de préciser qu'un bien composite représente l'ensemble de la consommation de biens homogènes et sert de numéraire.

2.2. La première étape de la méthode : l'estimation des prix hédonistes

Le consommateur retire son utilité de la consommation des caractéristiques Z_i d'un bien hétérogène, d'un bien composite x servant de numéraire et de leurs préférences \square . La fonction d'utilité du consommateur est définie de la manière suivante :

$$U = U(Z, x, \alpha) \tag{5.1}$$

Les consommateurs se distinguent les uns des autres par leurs revenus Y et leurs préférences. La contrainte de budget du consommateur s'écrit :

$$Y = P(Z) + x \tag{5.2}$$

Il est à noter que le consommateur n'intègre dans sa droite de budget que $P(Z)$ le prix du bien et non pas le prix du bien multiplié par les quantités consommées de ce bien puisqu'il n'achète qu'un bien dont les caractéristiques sont en plus ou moins grandes quantités.

Le programme de maximisation peut être résolu en recourant au langrangien suivant:

$$L = U(Z, x, \alpha) - \lambda [Y - (P(Z) + x)] \tag{5.3}$$

avec λ le multiplicateur de Lagrange.

Les conditions de premier ordre sont les suivantes :

$$\begin{cases} \frac{\partial L}{\partial Z_1} = U_{z_1} + \lambda F_{z_1} = 0 \\ \frac{\partial L}{\partial x} = U_x - \lambda = 0 \\ \frac{\partial L}{\partial \alpha} = U_\alpha = 0 \\ \frac{\partial L}{\partial \lambda} = Y - P(Z) - x = 0 \end{cases} \tag{5.4}$$

On suppose que la fonction d'utilité et la fonction des prix hédonistes satisfont les conditions de second ordre.

On obtient les résultats suivants :

$$\begin{cases} \frac{U_{z_1}}{U_x} = P_{z_1} \\ Y = P(Z) + x \end{cases} \tag{5.5}$$

A l'optimum, l'utilité est maximisée :

$$\begin{cases} \Psi(Z^*, Y, u^*, \alpha) = P(Z^*) \\ \Psi_2(Z^*, Y, u^*, \alpha) = P_2(Z^*) \end{cases} \quad (5.6)$$

Graphiquement, cela revient à observer que le lieu géométrique optimum est le point de tangence entre la courbe des prix hédonistes $P(Z)$ et la fonction d'enchère

$$\Psi(Z, Y, u^*, \alpha)$$

lorsque l'on s'intéresse à une seule dimension de la solution (Cf. Figure 1). Si on s'intéressait à l'ensemble des caractéristiques, il ne faudrait pas raisonner en termes de courbes mais en termes de surfaces.

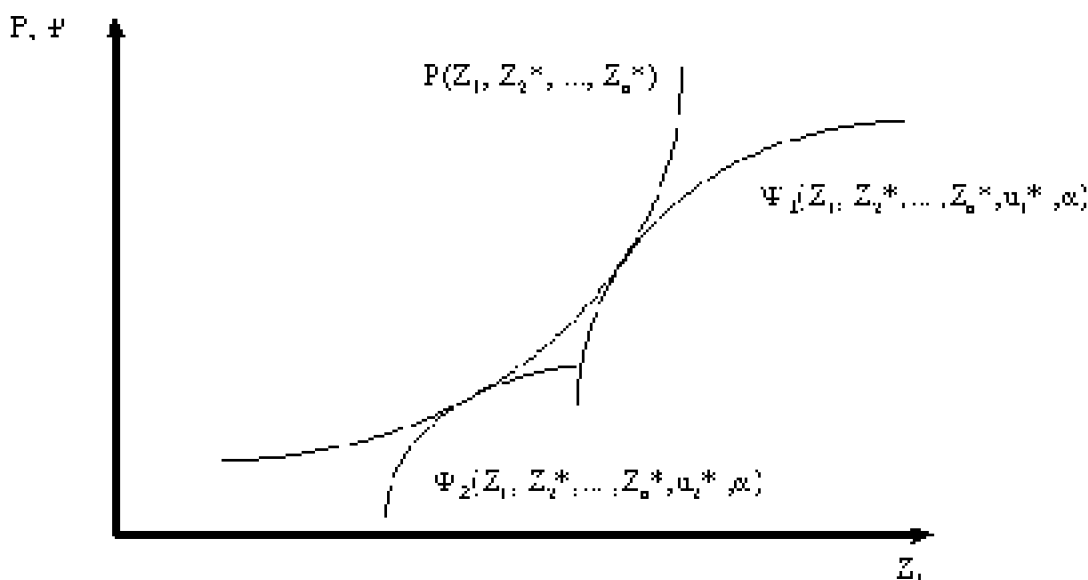


Figure 5.1 : la fonction d'offre de rente et la fonction des prix hédoniques

Source : Rosen (1974)

Afin d'être complet, il faut s'intéresser également à l'autre versant du marché d'un bien différencié, c'est-à-dire à l'offre du bien.

Nous considérons un producteur de bien hétérogène dont la fonction de coûts est la suivante :

$$C = C(Z, n, \gamma) \quad (5.7)$$

avec Z_i les caractéristiques du bien produit, n la quantité produite de ce bien et γ les caractéristiques propres au producteur. Le prix du bien s'impose au producteur.

Le producteur maximise son profit π défini par l'équation suivante :

$$\Pi = P(Z)n - C(Z, n, \gamma) \quad (5.8)$$

Les conditions de premier ordre s'écrivent :

$$\begin{cases} P_z = C_z \\ P(Z) = C_n \end{cases} \quad (5.9)$$

Ainsi le producteur égalise le coût marginal de chaque caractéristique au prix hédoniste. Il produit le bien hétérogène tant que le coût marginal de la production d'un bien supplémentaire est inférieur au prix du bien $P(Z)$. Comme dans le cas du consommateur, il est possible de relier la fonction des prix hédonistes Z_i et la fonction d'offre

$$\Phi(Z, \Pi, \beta)$$

A l'optimum, les fonctions satisfont les équilibres suivants :

$$\begin{cases} P_z = \Phi_z(Z^*, \Pi^*, \beta) \\ P(Z^*) = \Phi(Z^*, \Pi, \beta) \end{cases} \quad (5.10)$$

Cela caractérise l'équilibre qui correspond au point de tangence entre une courbe d'offre et la fonction des prix hédonistes (Cf. Figure 5.2).

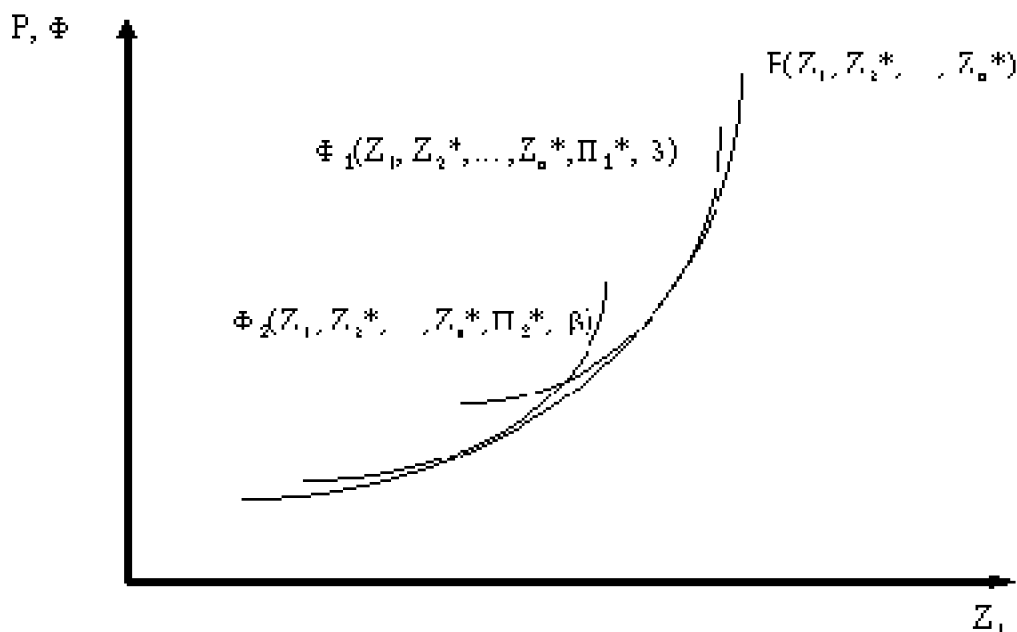


Figure 5.2 : La fonction d'offre et la courbe des prix hédonistes

Source : Rosen (1974)

L'équilibre sur le marché d'un bien différencié implique que la fonction de prix hédonistes permet de réaliser l'égalisation de l'offre et de la demande pour tous les biens ayant les mêmes caractéristiques (Cf. Figure 5.3)

Les équations (5.6) et (5.10) sont les justifications de l'approche hédoniste des marchés qui consiste à considérer qu'en étudiant les prix d'équilibre des marchés des biens différenciés, il est possible d'observer ou d'évaluer le prix hédoniste de chaque caractéristique des biens différenciés et le comportement de choix des ménages. Cela est similaire à l'analyse standard du comportement du consommateur. En effet, les prix de marché et les caractéristiques des biens achetés autorisent l'analyse des préférences des consommateurs par des méthodes statistiques.

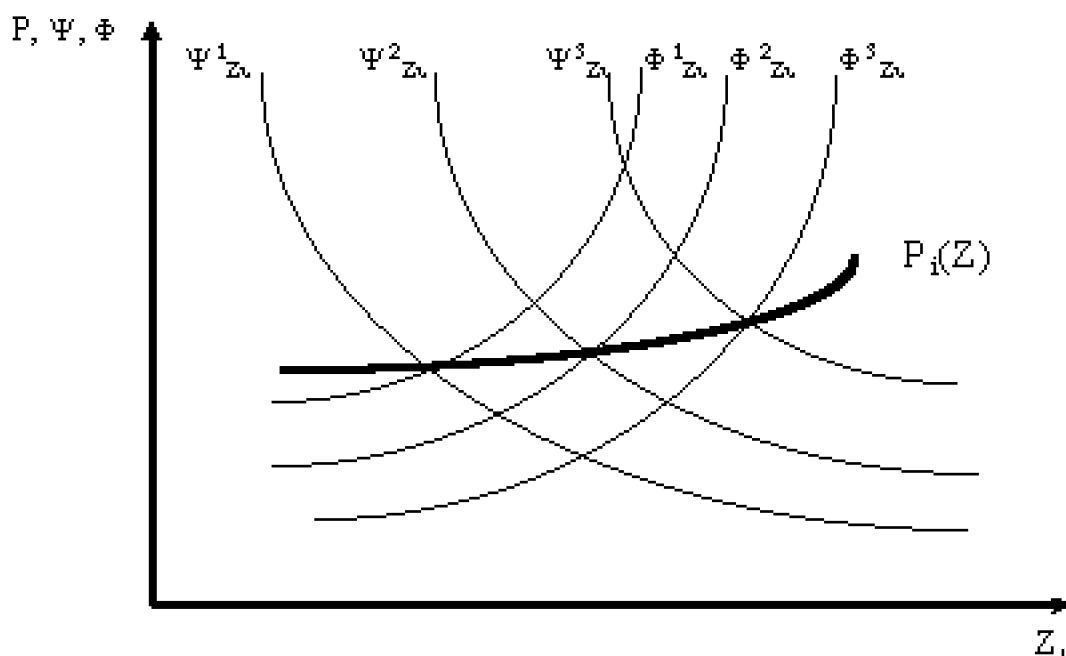


Figure 5.3 : L'équilibre entre l'offre et la demande de la caractéristique Z_i et la fonction des prix hédonistes

Source : Rosen (1974)

2.3. Les fonctions de demande des caractéristiques

La principale raison de l'utilisation des méthodes des prix hédonistes est de déterminer les fonctions de demande des caractéristiques des biens hétérogènes. Cette connaissance permet la simulation des modifications sur le marché d'un bien différencié liées à des changements de ses attributs et de déterminer l'évaluation des avantages et des coûts entraînés par ces modifications. En premier lieu, il s'agit de déterminer les fonctions de demande.

2.3.1. La détermination des fonctions de demande

La détermination de la fonction des prix hédonistes n'est pas suffisante pour déterminer la fonction de demande des différentes caractéristiques, sauf si les ménages évaluent chaque caractéristique de la même manière. Cela suppose que les particularités socio-économiques (revenu, composition du ménage, etc.) n'aient pas d'influence sur la demande des caractéristiques.

Rosen (1974) propose une méthode qui remet en cause l'hypothèse d'absence d'impact des caractéristiques socio-économiques des ménages sur la détermination des fonctions de demande (Cf. Figure 5.4). Cette méthode consiste à compléter l'estimation de la fonction des prix hédonistes par une seconde étape qui permet de tenir compte de la fonction d'utilité des consommateurs (ou de la fonction de profit des producteurs).

Pour chaque observation, il faut déterminer les prix marginaux de chaque caractéristique :

$$\partial F(Z)/\partial Z_1 = P_2 \quad (5.11)$$

Les prix marginaux sont introduits comme argument de la fonction d'offre de rente marginale (ou de demande) pour chaque caractéristique :

$$P_2 = F_1(Z_1, \dots, Z_n, Y, \alpha) \quad (5.12)$$

On obtient alors pour chaque caractéristique, une fonction de demande implicite reliant les caractéristiques du ménage, les caractéristiques du bien hétérogène et le prix de demande. De la même manière, il est possible de déterminer la fonction d'offre d'un bien différencié. Il faut déterminer les prix marginaux pour chaque caractéristique. Les prix marginaux ainsi calculés interviennent dans la fonction d'offre marginale

$$P_2 = G_1(Z_1, \dots, Z_n, \beta)$$

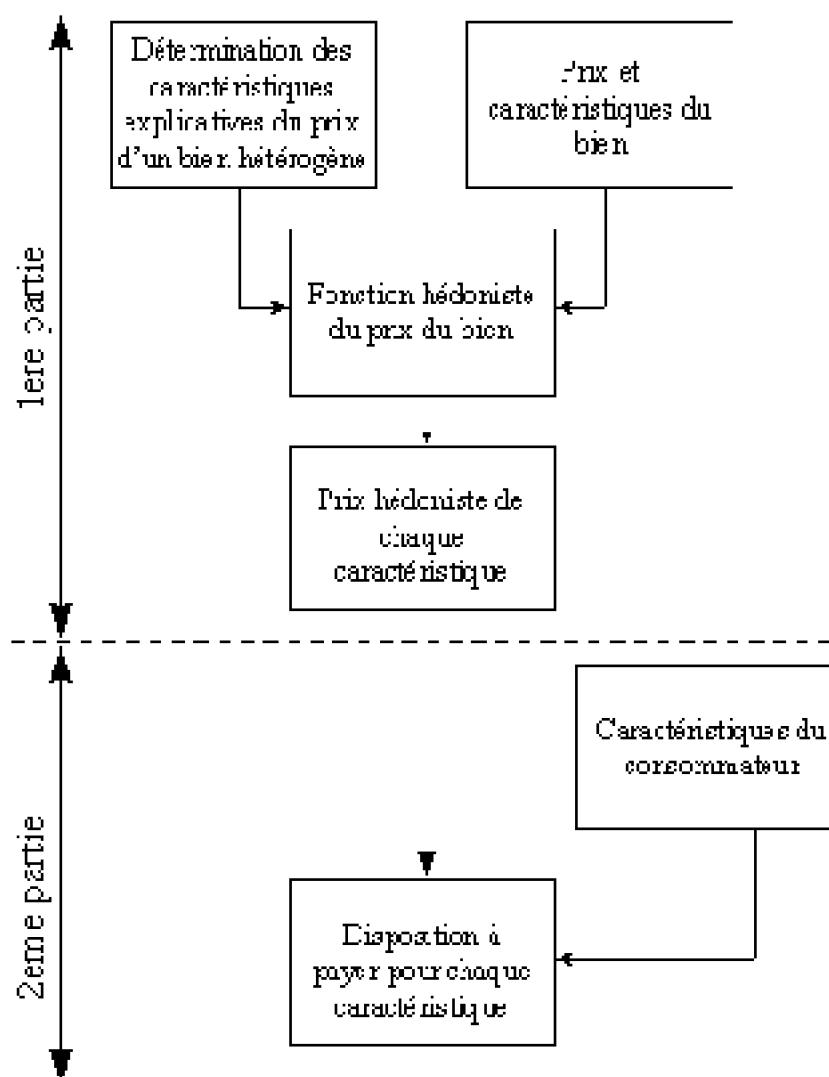


Figure 5.4 : Les deux parties de la méthode des prix hédonistes

2.3.2. Les propriétés des fonctions de demande

A partir des travaux de Freeman (1979) et Johansson (1987), Soguel (1994) distingue cinq cas concernant l'identification des fonctions de demande. Ainsi selon la forme de la fonction des prix hédonistes, il est possible de déterminer la courbe de demande des caractéristiques.

Rosen (1974) décrit une fonction linéaire des prix hédonistes. Cette forme ne permet pas d'identifier les fonctions de demande. En effet, nous savons qu'il faut déterminer pour chaque observation, le prix marginal de la caractéristique étudiée. Il indique **que les prix marginaux calculés et introduits comme variables explicatives des fonctions de demande, produisent une variété d'observations similaire, à celle que donne l'observation directe des prix dans le cas des biens homogènes** (ROSEN, 1974, p.50). Cette assimilation des prix marginaux au prix directement observé est contestée.

La linéarité de la fonction des prix hédonistes conduit à ce que les prix marginaux ne donnent aucune information supplémentaire par rapport à la fonction des prix hédonistes. En effet, la première étape correspond à la transformation des quantités en information sur les prix. La seconde étape reproduit la même logique. Les paramètres estimés lors de cette étape sont identiques à ceux de la fonction des prix hédonistes (à une constante près).

Dans ce cas, plusieurs résultats peuvent être déterminés en fonction du modèle analysé (Cf. tableau 5.1). Si l'on suppose que la fonction d'utilité des ménages ne se distingue pas d'un ménage à l'autre, la fonction de demande est la même pour tous les ménages et coïncide avec la fonction des prix hédonistes. Lorsque les fonctions d'utilité sont différentes les unes des autres, trois situations peuvent être identifiées en fonction des propriétés de l'offre.

Lorsque l'offre est parfaitement élastique, les quantités varient pendant que les prix demeurent constants). La fonction des prix est considérée comme exogène par rapport au choix des ménages. La fonction de demande est obtenue en régressant les quantités de caractéristiques sur les prix hédonistes et sur les caractéristiques socio-économiques des ménages.

Si l'offre est inélastique, les quantités disponibles sont fixes. Ceci correspond à la situation où les ménages enchérissent pour les caractéristiques qu'ils désirent. On connaît le prix payé par chaque ménage que l'on régresse par rapport aux quantités de caractéristiques demandées et les déterminants socio-économiques des ménages pour identifier la fonction de demande inverse.

Il est souvent fait référence pour l'offre inélastique à un ajustement de courte période et pour la situation d'offre parfaitement élastique à des situations d'équilibre de longue période. Dans les cas intermédiaires pour lesquels l'offre est élastique, il faut recourir à la résolution d'un système d'équations simultanées d'offre et de demande.

Ainsi la détermination des fonctions de demande dépend de l'hypothèse faite concernant la forme de la fonction d'offre. Il n'existe pas de solution unique pour appliquer la méthode des prix hédonistes. En fonction des caractéristiques et du marché étudiés, certaines formes fonctionnelles sont plus pertinentes que d'autres.

Tableau 5.1 : Identification de la demande sur la base de la relation hédoniste

Forme de la relation hédoniste	Caractéristique des revenus et des fonctions d'utilité	Caractéristique de l'offre	Possibilité d'identifier les fonctions de demande inverse
Linéaire			Les fonctions de demande se confondent avec la fonction hédoniste
Non linéaire	Identiques entre les locataires	Parfaitement élastique	Régression des quantités observées sur les prix implicites et sur les caractéristiques socio-économiques
	Différentes entre les locataires	Inélastique	Régression des prix implicites sur les quantités observées et sur les caractéristiques socio-économiques
		élastique	Résolution simultanée d'un modèle d'équations d'offre et de demande

Source : Soguel (1994, p. 41)

3. Les conditions de réalisation des tests empiriques

Nous avons vu, au début de ce chapitre, les hypothèses imposées par le modèle. Il est nécessaire de s'intéresser de nouveau à ces hypothèses et à leurs conséquences sur les tests empiriques de la méthode des prix hédonistes.

3.1. La perception des caractéristiques des biens étudiés

Les ménages sont censés percevoir les variations de la qualité des caractéristiques des biens différenciés. Il s'agit de l'hypothèse centrale de la méthode des prix hédonistes : le prix d'un bien est fonction de ses caractéristiques. Les ménages payent plus cher un bien lorsque ce dernier possède une qualité supérieure en termes de caractéristiques. Cette liaison entre prix du bien et la qualité de ses attributs est conditionnée par la prise en compte par les ménages de ces variations qualitatives.

Dans le chapitre sur la capitalisation de l'offre de biens publics locaux, nous avons évoqué l'importance des caractéristiques de l'offre de biens publics financés par les dépenses publiques dans l'existence et l'étendue des phénomènes de capitalisation. Les dépenses publiques consacrées à l'offre de biens publics ne correspondant pas à l'attente des ménages (donc à leur absence comme variable de la fonction d'utilité du ménage). Elles conduisent à l'absence de capitalisation voire à une capitalisation négative de l'offre de biens publics dans le prix des biens immobiliers.

La perception de la variation de la qualité des caractéristiques du bien s'avère le centre de la méthode des prix hédonistes. Soguel (1994, p. 43) précise que, pour les changements environnementaux qui sont aisément perceptibles, la théorie n'est pas réfutée. Mäler (1977, p. 360) indique qu'il est nécessaire de comprendre que l'absence de perception des effets conduit à une sous-estimation de l'importance des coûts induits par une modification des caractéristiques environnementales du bien. Ces remarques

concernant les effets environnementaux peuvent être étendues à l'ensemble des caractéristiques du bien étudié.

3.2. L'existence de situations contrastées

La seconde hypothèse de la méthode des prix hédonistes constitue la disponibilité de biens dont les caractéristiques sont suffisamment différentes afin de satisfaire la demande des ménages. En effet, chaque ménage doit pouvoir se trouver en situation d'équilibre qui correspond au bien lui procurant un niveau d'utilité optimal compte tenu de sa contrainte de budget. Aussi, chaque ménage doit-il pouvoir trouver le bien correspondant à ses attentes, sinon il se retrouve dans une situation où le niveau d'utilité est le plus élevé, mais qui n'est pas une situation optimale.

L'existence de situations contrastées revient à supposer que la fonction hédoniste soit différentiable et continue. Cela a des implications par rapport aux tests empiriques. Ainsi, dans les tests empiriques, la taille de l'échantillon doit être suffisamment importante pour qu'il soit représentatif des différentes combinaisons de caractéristiques possibles. Par ailleurs, les caractéristiques sont rarement des variables continues. La fonction estimée n'est, alors, qu'une mauvaise approximation de la relation. Aussi est-il nécessaire d'avoir un échantillon d'observations représentatif de l'ensemble du marché afin de limiter les biais existant entre le prix hédoniste et la disposition à payer des ménages.

Plus l'échantillon d'observations est grand, plus l'espérance d'avoir un continuum de combinaisons de caractéristiques est élevée. Si la fonction hédoniste n'est pas différentiable et continue, alors le prix hédoniste diffère du consentement à payer des ménages pour l'attribut.

Parfois, malgré un consentement à payer élevé pour une caractéristique du bien, les ménages ne trouvent pas le bien permettant d'obtenir un niveau optimal d'utilité. Ainsi Harrison et Rubinfeld (1978) étudient la fonction hédoniste du marché du logement de Boston et la disposition à payer des ménages pour abaisser les émissions d'oxyde d'azote. Ils observent que les ménages à hauts revenus, ne trouvant pas des logements cumulant simultanément accessibilité rapide au centre ville et niveau d'oxyde d'azote faible, privilégient l'accessibilité au niveau de la pollution. Ces ménages résident ainsi dans un environnement pollué, mais proche du centre de Boston. Cela a un impact sur la forme de la fonction hédoniste et sur la signification des prix hédonistes. Pour les ménages à bas revenus, les prix hédonistes correspondent au consentement à payer alors que pour les ménages à hauts revenus, cela n'est pas le cas.

3.3. La discordance entre les prix hédonistes et les dispositions à payer

Le marché de l'immobilier permet d'illustrer la discordance entre les prix hédonistes et les dispositions à payer. L'hypothèse d'équilibre du marché permet d'obtenir que le prix hédoniste corresponde aux dispositions à payer des ménages pour les caractéristiques du logement. L'équilibre du marché n'est atteint que lorsque les ménages trouvent le logement dont les caractéristiques satisfont leurs préférences compte tenu de leurs contraintes de revenus. Dans le même temps, l'ensemble des logements doit être occupé par les ménages. Par ailleurs, l'hypothèse d'équilibre de marché ne peut être réalisée

qu'à la condition que les ménages soient parfaitement informés sur les prix des biens et leurs caractéristiques, et que les coûts de transaction soient nuls. En outre, les prix doivent s'ajuster instantanément à l'offre et à la demande. Cette situation n'existe pas généralement sur le marché et conduit à des biais. Ces derniers remettent-ils en cause la pertinence de l'hypothèse d'équilibre du marché ?

L'existence de coûts de transaction conduit à des biais d'estimation. L'ajustement des ménages au marché se réalise de la façon suivante : les ménages ne changent de logement que si le surcroît d'utilité provoqué par un nouveau logement est supérieur aux coûts d'information et de transaction induits par le changement de logement. Les coûts de transaction et d'information conduisent à une divergence des prix hédonistes et des dispositions à payer des ménages pour les caractéristiques. Le prix hédoniste n'intègre l'évolution des dispositions à payer que lorsque les gains d'utilité sont supérieurs ou égaux aux coûts de transaction et d'information.

D'autres phénomènes peuvent conduire aux mêmes divergences. En effet, l'existence d'anticipation des ménages sur l'évolution des caractéristiques, notamment environnementales, du logement peut modifier le consentement à payer pour le prix de ses caractéristiques. Les prix des logements sont alors différents des prix d'équilibre. Cela conduit à une surestimation ou à une sous-estimation de la disposition à payer des ménages pour les attributs du logement. Si les anticipations des ménages prévoient une baisse de la qualité d'une caractéristique, l'estimation du prix implicite par la méthode des prix hédonistes conduit à une sous-évaluation du prix hédoniste. Dans le cas inverse, le prix hédoniste est surévalué.

En définitive, même si les risques de voir le marché du logement s'écarter de l'équilibre semblent nombreux, les erreurs dans les estimations de la disposition à payer ne revêtent souvent qu'un caractère aléatoire. Seul un marché orienté dans une même direction (ou anticipé comme tel) pourrait provoquer un ajustement incomplet (ou une totale adaptation à des prévisions changeantes) et introduire un biais systématique (SOGUEL, 1994, p. 44).

3.4. L'existence d'une segmentation du marché

La méthode des prix hédonistes est souvent utilisée pour un marché de l'immobilier sur une zone géographique étendue. Le marché se caractérise parfois par une segmentation en sous marchés. En effet, l'aire géographique étudiée est parfois hétérogène. Cela résulte souvent d'une mobilité limitée des ménages entre les différentes zones. Cette absence de mobilité provient souvent de l'indisponibilité dans des zones de certaines caractéristiques du logement recherchées par des ménages.

Straszheim (1974) est le premier auteur à aborder la question de la segmentation du marché de l'immobilier. ***The urban housing market is a set of compartmentalized and unique submarkets with demand and supply influences likely to result in a different structure of prices in each. A huge variation exists both in the types of housing available across geographic submarkets within a metropolitan area and in the demand for housing of a given type at a given location*** (STRASZHEIM, 1974, p. 404).

Deux conditions doivent être remplies pour qu'il existe une segmentation du marché

de l'immobilier. D'une part, les ménages ne doivent intervenir que sur un seul sous marché. D'autre part, les structures des sous marchés doivent être différentes les unes des autres.

Ceci ne remet pas en cause l'utilisation de la méthode des prix hédonistes. En revanche, cela réclame son utilisation sur chaque marché. La détermination de chaque segmentation du marché résulte de l'étude des caractéristiques géographiques, sociales, *et cetera*. La fonction des prix hédonistes diffère généralement d'un segment à l'autre du marché. Pour chaque sous marché, il est possible de déterminer les prix implicites et la disposition à payer des ménages.

3.5. La fonction d'utilité

La fonction hédoniste reflète l'interaction entre la fonction de demande et la fonction d'offre du bien. Les prix hédonistes résultent de l'optimisation de l'utilité des ménages acheteurs et vendeurs. En l'absence d'existence de segmentation, les offreurs sont tous identiques. Aussi ne sont-ils pas pris en compte dans l'estimation de la fonction des prix hédonistes. En revanche, la fonction d'utilité des acheteurs reste la base de la méthode.

En effet, comme nous l'avons déjà indiqué dans le chapitre sur la capitalisation de l'offre de biens publics locaux, seules les caractéristiques des logements figurant dans la fonction d'utilité influencent les prix des logements. L'absence dans la fonction des prix hédonistes de certaines variables, existant dans la fonction d'utilité des ménages, conduit à une mauvaise estimation des coefficients des autres caractéristiques. De manière analogue, la prise en compte d'une variable absente de la fonction d'utilité a tendance à minimiser la significativité des autres variables lors de l'estimation. Nous retrouvons là, le problème d'un concept opératoire, dont la définition et la mesure sont liées à la spécification du modèle qui les détermine.

Par ailleurs, il n'est pas possible de multiplier, dans la fonction des prix hédonistes, le nombre de variables, sous peine d'augmenter le risque de multicollinéarité. En effet, des variables sont souvent étroitement corrélées. Leur présence dans la fonction des prix hédonistes empêche d'isoler leurs effets respectifs.

En outre, la forme fonctionnelle dépend directement de la forme des variables explicatives. La théorie n'indique pas la forme de la fonction des prix hédonistes. Halvorsen et Pollakowski (1981) recommandent de recourir à des critères statistiques pour estimer la fonction des prix hédonistes, à savoir les transformations Box-Cox². Les transformations Box-Cox n'ont pas conduit à des résultats forcément convaincants d'après Graves *et alii.* (1988, p. 3). Pearce et Markandya (1989) tempèrent cet avis en rappelant l'importance du chercheur dans le choix de la forme fonctionnelle. En effet, de nombreux tests empiriques ont basé leur estimation soit sur une forme fonctionnelle semi-logarithmique (FORREST *et alii.*, 1996), soit sur une forme fonctionnelle log-linéaire (NELSON, 1978 ; KRUMM, 1980 ; LINNEMAN, 1981). D'autres spécifications plus complexes sont également utilisées comme les fonctions quasi-translog et les modèles hybrides Box-Cox/translog (BOULES *et alii.*, 1997, p. 3).

² Pour une description des transformations Box-Cox confer JOHNSTON (1988, pp. 73-85)

4. Les différentes formes de la méthode des prix hédonistes

Les tests empiriques recourant à la méthode des prix hédonistes ne prennent pas uniquement la forme d'une coupe transversale instantanée. En effet, pour le marché de l'immobilier, la méthode standard utilisée consiste à régresser le prix de biens immobiliers (ou le loyer) par rapport à des vecteurs de caractéristiques (les caractéristiques intrinsèques du logement, les caractéristiques du voisinage, les conditions du marché). Cette méthode a permis d'évaluer la valeur d'attributs déduite de la différence de prix entre des logements ayant des attributs différents. Elle a été appliquée notamment à l'estimation de la valeur de caractéristiques environnementales. Quelques études sur ce thème ont été rassemblées dans le tableau 5.2. Elles traitent du prix de la pollution de l'air, de la proximité de sources de pollution, du bruit provoqué par les aéroports, la proximité des gares ferroviaires et le bruit de la circulation routière, *et cetera*. Les travaux sur la capitalisation de l'offre de biens publics locaux présentés dans le chapitre III utilisent également la méthode standard des prix hédonistes.

Des auteurs ont pourtant contesté l'utilisation de la méthode standard des prix hédonistes. En effet, Palmquist (1984) et Kohlhase (1988) indiquent qu'il est difficile d'isoler les effets des caractéristiques des logements, des autres attributs des logements et de leurs voisinages non observés. Ils proposent une autre manière d'utiliser la méthode des prix hédonistes afin de contrôler un nombre plus important de variables. Ils suggèrent d'utiliser la Repeat Sale Analysis (RSA), qui se caractérise par l'étude de la variation des prix de mêmes biens immobiliers vendus avant et après un événement qui a modifié leurs caractéristiques. L'hypothèse sous-jacente à cette méthode d'estimation de la fonction des prix hédonistes est que les caractéristiques, autres que les attributs modifiés par l'événement, ne sont pas modifiées entre la vente et la revente des biens immobiliers. Boules *et alii*. (1997) proposent une autre façon d'appliquer la méthode des prix hédonistes en recourant à l'étude des prix de biens situés dans un même quartier, le quartier se définissant par une communauté de caractéristiques.

Tableau 5.1 : Quelques exemples d'utilisation de la méthode des prix hédonistes dans l'évaluation des atteintes à l'environnement

Auteurs	date	Atteintes environnementales évaluées
BLEICH <i>et alii.</i>	1991	La proximité de source de pollution
BOULES	1997	Le bruit et la qualité de l'air
BROOKSHIRE <i>et alii.</i>	1982	La pollution de l'air
FORREST <i>et alii.</i>	1996	La proximité des gares ferroviaires
GATZLAFF et SMITH	1993	La proximité des gares ferroviaires
GRAVES <i>et alii.</i>	1988	La pollution de l'air
HUGUES et SIRMANS	1992	Le bruit de la circulation routière
KOHLHASE	1988	La proximité de sources de pollution
NELSON	1970	Le bruit de la circulation routière
NOURSE	1967	La pollution atmosphérique
O'BYRNE <i>et alii.</i>	1985	Le bruit des aéroports
PALMQUIST	1980	Le bruit de la circulation routière
POMMERHNE	1985	Le bruit de la circulation routière
SOGUEL	1989	Le bruit de la circulation routière
VAINIO	1991	Le bruit de la circulation routière

Ces alternatives à la méthode standard des prix hédonistes se heurtent également à des critiques. En effet, le recours à la RSA est intéressant lorsqu'il s'agit de mesurer l'impact d'un nouvel aménagement ou d'une nouvelle infrastructure. La RSA peut être soumise à l'existence de phénomènes d'anticipation de la création d'un équipement public. Par ailleurs, dans le contexte français où la mobilité des ménages demeure limitée, la RSA oblige à collecter les prix des biens immobiliers sur une longue période afin d'obtenir suffisamment de données et de se soustraire aux phénomènes d'anticipation. L'augmentation de l'amplitude de la période d'étude est en contradiction avec l'objectif de la RSA qui est le contrôle d'une partie importante des variables. En effet, plus l'étendue de la période d'analyse est importante, plus le risque d'introduire l'évolution du marché immobilier est élevé.

Par ailleurs, la restriction de l'étude à un quartier oblige au préalable à définir des limites, ce qui n'est pas sans impact sur les résultats de l'estimation de la fonction des prix hédonistes. Ce choix réalisé, cette méthode oblige également à rassembler des transactions sur une longue période, afin d'obtenir un échantillon d'observations suffisant pour réaliser une analyse statistique convenable. En outre, cette méthode ne permet pas toujours l'analyse d'un nombre suffisant de situations contrastées en termes de caractéristiques.

Ces réserves concernant les alternatives à la méthode des prix hédonistes standard conduisent à ne pas la rejeter. Ponctuellement, dans des contextes singuliers, les autres méthodes peuvent être plus adéquates (BOULES *et alii.*, 1997, p.1).

5. Conclusion

La méthode des prix hédonistes constitue un outil indispensable à l'étude des impacts d'une modification d'attributs de biens différenciés et à la valorisation des caractéristiques des biens différenciés pour lesquelles il n'existe pas de marché. Le marché de l'immobilier est un lieu d'application privilégié de la méthode des prix hédonistes. En effet, les politiques publiques et les décisions privées peuvent modifier le voisinage des biens immobiliers, donc les attributs de chaque logement, provoquant ainsi une modification du prix des biens immobiliers et des prix hédonistes des caractéristiques.

La fonction des prix hédonistes est le lieu d'équilibre de l'offre et de la demande des biens immobiliers. Elle permet de confronter à la réalité les théories de capitalisation de l'offre de biens publics locaux et les modèles de localisation résidentielle des ménages. En effet, ces théories tentent de formaliser les choix résidentiels des ménages en fonction de l'offre de biens publics locaux. La spécification des fonctions d'utilité des ménages dans ces théories indique les variables explicatives à prendre en compte dans les tests empiriques de la méthode des prix hédonistes et permet de simuler l'impact des modifications des variables explicatives sur les prix des biens immobiliers. ***Les liaisons que la fonction hédoniste permet d'établir, entre un certain nombre de variables explicatives et le prix du logement, n'ont de sens qu'insérées dans une théorie explicative, même imparfaite*** (MALEYRE, 1997).

Malgré des critiques sur le passage de la théorie au test empirique, la méthode des prix hédonistes demeure indispensable pour valoriser les caractéristiques des biens différenciés ne s'échangeant pas sur un marché. Le chapitre suivant consistera d'une part à appliquer la méthode des prix hédonistes au marché des logements dits anciens vendus sur le territoire de la commune de Lyon en 1995, et d'autre part à mesurer la valorisation immobilière de l'aménagement de l'espace public urbain.

Chapitre VI : Le test empirique de la valorisation immobilière de l'aménagement de l'espace public urbain

Ce chapitre a pour objet d'appliquer la méthode des prix hédonistes aux transactions immobilières concernant les logements dit anciens achetés par des particuliers à Lyon en 1995 afin de mesurer l'impact de l'aménagement de l'espace public urbain sur le prix des logements dans cette commune. Avant d'effectuer l'estimation de la valorisation des caractéristiques des biens immobiliers, il est nécessaire de préciser la spécification du test empirique en étayant le choix de la base de données concernant l'immobilier, en expliquant la nécessité d'une enquête de terrain complémentaire et en précisant le type de méthode des prix hédonistes retenu.

1. Les loyers versus les transactions immobilières comme variable endogène

Il faut distinguer le marché locatif du marché de l'immobilier à la vente. Les études sur les prix hédonistes recourent parfois à des données concernant les loyers. Nous ferons apparaître que dans le contexte français les loyers ne conviennent pas. Par ailleurs, nous recenserons les données disponibles sur les transactions immobilières. Nous mettrons en évidence que le marché de l'immobilier est segmenté en sous marchés et que les dispositions fiscales sur le marché de l'immobilier créent des biais quant au choix du bien. En conséquence, pour notre test empirique, nous ne nous intéresserons qu'à un seul des sous marchés.

1.1. Le marché immobilier locatif

En France, en 1992, 39,2 % des logements étaient occupés par un locataire tandis que 53,8 % étaient occupés par leur propriétaire (CASES, 1995). Les autres logements sont occupés à titre gratuit. Aussi, pourrions-nous recourir aux loyers comme variable dépendante de la fonction des prix hédonistes.

Le marché du logement locatif en France est très réglementé et ne résulte pas uniquement d'une offre privée. En effet, le parc locatif français était composé à 43,6 % de logements du secteur social en 1992. Ces logements sont gérés quasi intégralement par les 900 organismes HLM. L'objet de ces organismes est d'aider les ménages disposant de ressources modestes à se loger. Ces établissements ont construit et gèrent des logements locatifs et des logements pour l'accession à la propriété. Ils accordent également des prêts pour l'amélioration de l'habitat populaire et pour l'acquisition de logement par les ménages modestes. En 1997, les organismes HLM ont géré environ 73 milliards de francs de loyers et 23 milliards de francs de charges locatives. La même année, ils ont construit 50000 logements sociaux et en ont réhabilité 130000 pour un montant de 46 milliards de francs. Ces chiffres de l'Union des Organismes HLM (1999) montrent l'importance des organismes HLM dans le secteur de l'immobilier et du bâtiment.

La gestion de l'habitat du secteur social ne répond pas à la loi du marché. Le niveau des loyers n'est pas basé sur la valeur du bien immobilier. Bien que les HLM doivent bénéficier aux personnes à revenus modestes, les locataires sont souvent des ménages ayant des revenus compatibles avec le niveau des loyers dans le secteur privé. Malgré l'institution de surloyers pour ces locataires tenant compte de leur capacité contributive, les loyers payés correspondent rarement au loyer sur le marché concurrentiel.

Le niveau des loyers du parc privé ne résulte pas non plus de la loi de l'offre et de la demande. Le marché locatif privé est très encadré.

Les loyers sont fixés librement entre le propriétaire et le nouveau locataire pour les logements neufs ou les logements ayant fait l'objet de travaux d'amélioration importants (équivalents à au moins une année de loyer) dans les six derniers mois. Dans tous les autres cas, il ne peut être fixé librement. En effet, en cas de changement de locataire, le montant du loyer doit être fixé par référence aux loyers constatés dans le voisinage pour

un logement comparable. Les loyers peuvent être révisés en cours de bail si cela est prévu dans le contrat de location. Cette modification intervient à la date anniversaire de la prise d'effet du contrat de location. Le loyer est alors majoré de la variation moyenne de l'indice du coût de la construction sur quatre trimestres.

Une modification du loyer au-delà de l'évolution de l'indice du coût de la construction n'est possible qu'au renouvellement du bail (tous les trois ans dans la majorité des cas). L'annonce de cette augmentation doit intervenir au moins six mois avant l'échéance du bail. Le propriétaire n'est autorisé à augmenter le loyer qu'à la condition que le loyer soit manifestement sous évalué. Le nouveau loyer doit également correspondre aux loyers habituellement constatés dans le voisinage pour un logement similaire. Le propriétaire doit fournir au locataire ces références. En cas de désaccord, le locataire peut saisir la Commission Départementale de Conciliation. En cas d'absence de conciliation devant cette commission, le bailleur peut saisir le tribunal pour demander l'application du nouveau loyer. Dans le cas contraire, le bail est reconduit au loyer antérieur.

Cette présentation succincte des conditions de location des logements en France montre les résistances à l'ajustement de l'offre et de la demande du fait de la réglementation. Le loyer dans ce contexte ne permet pas de prendre en compte rapidement l'évolution des changements de l'environnement du logement (transport, services publics, équipements publics, etc.). Ceci conduit à un temps d'ajustement souvent long qui empêche les loyers de révéler le prix de marché du bien immobilier (ABELSON et MARKANDYA, 1985).

L'encadrement des loyers n'est pas l'unique raison qui pousse à rejeter leur utilisation pour calculer les prix hédonistes. En effet, la location n'est pas vécue de la même manière que l'acte d'achat d'un logement par les locataires.

Ainsi, le statut de locataire est propice au changement de résidence. Entre 1988 et 1992 en France, 49,7 % des locataires hors HLM ont changé de résidence principale, contre 9,5 % des propriétaires. Cases (1995) montre que les changements résultent principalement de changements de la situation professionnelle, des besoins d'un logement de plus grande taille, de raisons personnelles ou de la volonté d'obtenir un logement d'une meilleure qualité.

Les locataires n'intègrent pas forcément des éléments de long terme lorsqu'ils choisissent une localisation puisqu'ils peuvent changer de logement, sans coût de transaction rédhitoire à l'inverse du marché immobilier. Par ailleurs, l'acte de location n'a pas les mêmes conséquences que l'achat d'un bien immobilier, qui est un engagement financier important des ménages à long terme par l'intermédiaire du financement de l'achat par l'emprunt. Les conséquences en cas d'erreur dans le choix d'une location en termes d'exposition au bruit ou d'accessibilité peuvent être rectifiées facilement. Cela n'est pas le cas après l'achat d'un bien immobilier, notamment du fait de coûts de transaction élevés.

Le caractère encadré du marché du logement et les caractéristiques du choix de la location conduisent à rejeter l'utilisation des loyers comme variable endogène de la fonction des prix hédonistes.

1.2. Le marché immobilier

En France, 53,8 % des logements sont occupés par leurs propriétaires en 1992 (CASES, 1995). De nombreux acteurs intervenant sur le marché immobilier ont produit des statistiques et constitué des bases de données sur l'immobilier. Deux types de données existent sur ce marché, à savoir une connaissance macroscopique qui s'intéresse à l'évolution du marché dans son ensemble et une connaissance microscopique du marché qui recense de manière souvent exhaustive les transactions immobilières.

1.2.1. La connaissance macroscopique du marché immobilier

Les professionnels ont une vision globale du marché. En effet, les agences immobilières ont une connaissance au jour le jour du marché de l'immobilier par l'intermédiaire de leurs clients (acheteurs, vendeurs, loueurs). Cette connaissance du marché leur permet de pouvoir expertiser un bien immobilier ou foncier. Il s'agit d'une connaissance de terrain du marché qui sert au sein d'organismes professionnels à la constitution d'études sur le marché. Ainsi, la Fédération Nationale des Agences Immobilières (FNAIM) réalise une étude trimestrielle du marché de l'immobilier. Il s'agit d'une vue générale du marché tant du point de vue des logements demandés, des logements construits que de l'évolution des financements.

Les promoteurs immobiliers interviennent sur le marché dit du logement neuf. Leurs organismes professionnels réalisent des études sur le marché immobilier. Des observatoires ont été constitués à ces fins dans les grandes agglomérations françaises. Il s'agit souvent du suivi d'une cohorte de logements sensés refléter le parc immobilier neuf, voués à la location, afin de déterminer un indice de l'évolution du prix des loyers. Une telle enquête existe pour l'agglomération lyonnaise et est réalisée par le Centre d'études de la Conjoncture Immobilière (CECIM).

Les banques interviennent sur le marché de l'immobilier. Elles ont une connaissance du marché par l'intermédiaire des prêts immobiliers qu'elles octroient à leurs clients et aux financements d'opérations immobilières avec les promoteurs, les marchands de biens et leurs investissements directs sur le marché du logement. Elles s'intéressent plutôt aux questions de financement et de retours sur investissements. Par ailleurs, comme pour tous les secteurs de l'économie, la Banque de France réalise des analyses conjoncturelles de l'évolution du secteur du bâtiment et du marché de l'immobilier.

Au côté des professionnels, l'état et ses services décentralisés, notamment les Directions Régionales de l'équipement, réalisent des études sur l'évolution du marché de l'immobilier tant au niveau national qu'au niveau local. Ils s'intéressent à la conjoncture du marché. En effet, dans une situation de chômage élevé, la connaissance de l'évolution du secteur du bâtiment, qui est un secteur économique qui emploie encore beaucoup de main d'œuvre est un élément important d'une politique économique. Par ailleurs, l'Etat et les organismes sociaux ont mis en place des aides diverses à l'accession à la propriété ou à l'accès au logement. Cette intervention dans le fonctionnement du marché immobilier nécessite de connaître son évolution et les répercussions des politiques publiques.

L'Institut National de la Statistique et des études économiques (INSEE) réalise une

enquête intitulée *Enquête Nationale Logement* qui fournit des données sur le prix des logements achetés au cours des 25 dernières années. Elle distingue les prix en fonction des régions, de la taille de l'agglomération urbaine, entre logements situés au centre et localisés en périphérie ou entre l'habitat individuel et l'habitat collectif.

Toutes ces études sur l'évolution sont médiatisées par la presse, qui réalise régulièrement des numéros spéciaux sur l'immobilier et sur l'évolution du marché à Paris et dans les grandes agglomérations régionales. Ces données ne nous conviennent pas. En effet, nous avons souligné dans la première partie que l'offre de biens publics locaux ne bénéficie pas à tous les ménages puisque la plupart des biens publics sont des biens localisés. L'utilité retirée de la consommation des biens publics locaux par les ménages est souvent fonction de la distance séparant la localisation des biens publics et le lieu de résidence des ménages. Les données macroscopiques du marché de l'immobilier effacent l'anisotropie de l'espace en termes d'offre de biens publics locaux.

1.2.2. La connaissance microscopique du marché immobilier

Des données individuelles concernant les transactions immobilières existent. Elles ont été longtemps indisponibles pour les travaux scientifiques en France. Les services déconcentrés du Ministère des Finances possèdent des fichiers qui regroupent l'ensemble des transactions immobilières, quelle que soit la nature du bien et des intervenants. Ainsi, les services du Domaine, du Cadastre et de la Conservation des Hypothèques possèdent tous les actes de mutations effectuées en France.

Ces services avaient pour consigne de refuser toute consultation et communication de ces fichiers. Cela a, semble-t-il, évolué récemment. Le Ministère des Finances a autorisé ces services à fournir les fichiers pour des études effectuées par des organismes publics de recherches. Jusqu'alors, la communication de ces données relevait des relations que pouvaient entretenir les centres de recherches ou un chercheur avec ces organismes. A Lyon, la réponse de ces services avait toujours été négative.

Deux principales bases de données sont disponibles auprès des services déconcentrés du Ministère des Finances : la base MAJIC et la base ŒIL.

- La base MAJIC est utilisée par le service du Cadastre. L'unité d'observation n'est pas la transaction immobilière mais la parcelle cadastrale. Pour chaque parcelle cadastrale figure, dans la base, l'historique de la propriété de la parcelle, la description physique des biens immobiliers et la valeur locative. La valeur locative est déterminée par les services du Ministère des Finances à partir des caractéristiques du logement et de sa localisation. Elle sert de base au calcul de la taxe d'habitation et de la taxe foncière. En revanche, l'historique ne recense pas le prix du logement lors des transactions dont il a pu faire l'objet.
- La base ŒIL est constituée par le service du Domaine. L'unité d'observation de la base est la transaction immobilière. Les données sont établies à partir des extraits des actes notariés établis lors de la transaction. Dans les actes des notaires figurent peu de renseignements sur les caractéristiques physiques des logements, même la superficie du logement n'y était pas forcément spécifiée jusqu'en juillet 1997 (Cf.

Tableau 6.1). Les données descriptives du logement obtenues par l'analyse des extraits d'actes notariés sont complétées par certaines informations de la base MAJIC. Le prix de transaction est indiqué dans cette base à l'inverse de la base MAJIC, mais l'identité de l'acheteur et de celle du vendeur n'y figurent pas. Cette base a été étendue à la quasi-totalité des départements. L'objectif de la constitution de cette base est de pouvoir fournir une évaluation des biens immobiliers lors de leur vente ou de leur acquisition par l'Etat.

Tableau 6.1 : Les renseignements disponibles dans la base Œil

Le prix de la transaction (Hors Taxe)
L'adresse cadastrale
La catégorie cadastrale (impôts fonciers, taxe d'habitation)
La surface des pièces principales
La surface de la cave et/ou du cellier
La superficie de la terrasse
La superficie de la piscine
Le nombre de cuisines
Le niveau de confort (sanitaire)
L'ascenseur
L'état des murs
L'adresse complète du logement
Le type du bien immobilier
Le nombre de pièces
La surface du garage
La superficie du grenier
La superficie du terrain
Le nombre de salles de bain
Le chauffage central
L'étage
L'année de construction
La situation locative

Source : Hiron (1999)

Au côté de ces bases constituées par des services du Ministère des Finances, d'autres bases ont été établies par les notaires et par certaines collectivités locales.

Les notaires possèdent l'ensemble des ventes dans un fichier centralisé : le Marché Immobilier des Notaires (MIN). A l'occasion de chaque transaction immobilière effective, le notaire envoie au MIN les renseignements concernant la mutation (nature du bien, superficie, prix, localisation, etc.) Le MIN comprend plus de deux millions de transactions pour la France et près de 120000 pour le Rhône. A partir de ces données, les notaires publient chaque année des statistiques sur l'évolution du marché. Cette analyse du marché est la plus fiable puisque les données des notaires sont exhaustives. Ces

données sont consultables par tous les notaires par minitel. Cette consultation leur permet pour une localisation précise de connaître l'ensemble des mutations qui ont été réalisées à proximité.

Les collectivités locales ont été autorisées par la Loi à constituer des fichiers regroupant les transactions concernant les biens immobiliers et fonciers ayant eu lieu sur leur territoire de compétence. L'objectif est d'améliorer l'intervention des collectivités en matière d'action foncière, d'urbanisme et de planification urbaine. Ainsi les communautés urbaines de Lyon et de Brest ont été les premières à saisir la possibilité d'établir ces fichiers. La Communauté Urbaine de Lyon (COURLY) a ainsi constitué une base de données regroupant l'ensemble des transactions immobilières et foncières réalisées dans le périmètre de la COURLY depuis 1990. Elle est alimentée comme la base ŒIL par les extraits des actes de notaires communiqués par les Services Fiscaux. Le fichier n'indique pas le nom des propriétaires et son contenu n'est pas complété par les informations de la base MAJIC. Aussi le contenu en termes de description du bien immobilier ou foncier est-il peu détaillé (Cf. Tableau 6.2).

Tableau 6.2 : Les renseignements disponibles dans la base du service d'action foncière de la COURLY (pour les appartements dits anciens)

Le prix HT
Le nombre de pièces
La superficie
Le numéro de parcelle cadastrée
La nature du vendeur (particulier, SCI, organismes financiers, etc.)
L'âge du vendeur
L'âge de l'acheteur
Le département de résidence du vendeur
Le département de résidence de l'acheteur

Source : COURLY, Action Foncière, OTIF

1.3. Les conséquences

En France, 53,8 % des logements étaient occupés par leur propriétaire en 1992 (CASES, 1995). Plus de la moitié de ces propriétaires (55,4 %) étaient d'anciens propriétaires, les autres sont des accédants à la propriété.

Le marché des biens immobiliers peut être segmenté en deux types de transactions : les transactions de logement neuf et les transactions concernant le logement ancien. Cette distinction induit des conséquences en termes de frais de notaires.

En effet, pour chaque transaction immobilière, il existe des frais que l'on dénomme généralement les *frais de notaires* qui viennent s'ajouter au prix du bien immobilier déterminé par la négociation entre le vendeur et l'acheteur. En France, les droits de mutation sont considérés comme très élevés par rapport à leur niveau dans les pays anglo-saxons. En fonction du type de logement, les droits de mutation (frais de notaire)

sont différents.

Pour l'achat d'un bien neuf (moins de 5 ans et n'ayant pas été cédé une seconde fois dans les 5 premières années), les frais de notaires s'établissent entre 2,5% et 3 %. La TVA se rajoute au prix de vente (18,6 % avant le 01/1995, depuis 20,6 %). Pour les logements anciens, c'est-à-dire les logements achevés depuis plus de 5 ans ou qui ont fait l'objet d'une cession à titre onéreux depuis la première vente, les frais de mutation sont de 7,4 % auxquels il faut ajouter les frais de notaire comme pour un bien immobilier neuf. Aussi, entre un bien immobilier qui serait vendu une seconde fois et un bien qui ne serait vendu qu'une fois, l'écart du prix payé serait d'environ 13 %.

Les acheteurs peuvent être très différents. Au côté des ménages qui représentent la majorité des acheteurs de logements, d'autres agents économiques interviennent sur le marché comme les marchands de biens, les sociétés immobilières, les organismes financiers, *et cetera*. Cette diversité des acheteurs introduit une nouvelle segmentation du marché. En effet, les différents agents économiques n'ont pas les mêmes objectifs quand ils interviennent sur le marché. Ainsi les organismes financiers achètent des logements pour réaliser un investissement. Pour les ménages, l'achat d'un logement revêt plusieurs objectifs : l'achat d'une résidence principale, l'achat d'une résidence secondaire et l'achat comme investissement dans la pierre. Par ailleurs les ménages peuvent obtenir des déductions et des réductions d'impôt lorsqu'ils réalisent l'achat d'un bien immobilier.

Les principaux dispositifs existants de déductions et de réductions d'impôt dans les dernières années sont les suivants :

- la déduction des intérêts d'emprunt pour l'achat d'une résidence principale à hauteur de 25 % ;
- la loi *Malraux* qui permettait une déduction des dépenses de rénovation pour les logements en secteur sauvegardé ou loués nus à usage d'habitation principale pendant au moins 6 ans ;
- la loi *Méhaignerie* qui autorisait une réduction d'impôts égale à 15 % du montant de l'investissement (réduction plafonnée à 60000 francs pour une personne célibataire, 120000 francs pour un couple) sur 4 ans lorsqu'il s'agit d'un logement neuf en secteur intermédiaire aidé ainsi qu'une déduction forfaitaire de 25 % des revenus fonciers pour les 10 premières années de location quand le logement est loué nu à usage d'habitation principale durant au moins 6 ans.

Ces trois mesures ont été supprimées à la fin de l'année 1997. De nouvelles mesures ont pris le relais notamment avec la loi Périssol. Elle s'applique aux logements neufs acquis entre le 01/01/96 et 31/08/99 et loués pendant 9 ans. Elle permet d'amortir 80 % de la valeur du bien en 24 ans. Les ménages déduisent de leur revenu 10 % par an les 4 premières années et 2 % par an les années suivantes. La déduction est limitée à 100000 francs par an. A cela s'ajoute la déduction à 100 % sans plafond des revenus fonciers.

Ces dispositions fiscales peuvent avoir des conséquences sur l'évaluation par les ménages du bien immobilier et donc sur le prix qu'ils sont prêts à payer pour ce bien. Certains ménages acceptent de payer plus cher un logement puisqu'ils bénéficient d'un avantage fiscal. En outre, pour les biens immobiliers neufs, les promoteurs augmentent

parfois leur prix lorsqu'ils ont conçu leur programme immobilier dans une perspective de vente des logements dans le cadre d'un dispositif fiscal. Les revues spécialisées sur les investissements immobiliers et financiers recommandent toujours de ne pas tenir compte des avantages fiscaux pour évaluer l'intérêt d'un investissement et d'être vigilant sur les prix des biens achetés. Cela confirme que certains ménages sont tentés d'en tenir compte.

Les dispositions fiscales peuvent également provoquer une augmentation de la demande de certains logements et indirectement augmenter le prix d'une partie du marché. Ainsi, la Loi Méhaignerie a provoqué une augmentation importante de la demande de logements de petite taille dans les grandes agglomérations. Cela a eu pour conséquence une augmentation du prix de ces logements.

En outre, l'achat d'un bien immobilier comme investissement locatif peut introduire un biais quant au choix du bien immobilier. En effet, le propriétaire n'investit pas pour lui mais par rapport à la cible de locataire qu'il compte loger dans le logement. Aussi les déterminants du choix du logement ne sont pas les mêmes lorsqu'il s'agit de l'achat d'une résidence principale, d'une résidence secondaire ou d'un investissement locatif.

Afin de limiter les biais, nous avons décidé de nous intéresser uniquement à un segment du marché : le marché des logements collectifs anciens et qui ne concernent que les acheteurs qui sont des particuliers. Nous n'avons pas retenu le marché de l'immobilier neuf puisqu'il est le principal marché à bénéficier des avantages fiscaux et que ce marché est plus restreint que celui de l'ancien. En outre, le marché du logement ancien offre une dispersion plus importante du point de vue géographique.

2. Les données disponibles pour le test empirique

2.1. Le marché immobilier sur le territoire de la COURLY

Le service Action Foncière de la Communauté Urbaine de Lyon (COURLY) possède un fichier regroupant l'ensemble des transactions immobilières et foncières réalisées sur le territoire de la COURLY depuis 1990. Une de ces subdivisions, l'Observatoire des Transactions Immobilières et Foncières, qui a pour objectif de suivre le marché immobilier et de disposer de prix de référence sur le territoire de la COURLY, réalise chaque année une analyse du marché.

Le marché immobilier sur le territoire de la Communauté Urbaine de Lyon comprend environ 15000 transactions immobilières et foncières pour un montant de 10 milliards de francs chaque année. Entre 1990 et 1995, environ 90000 mutations ont été enregistrées. Les logements collectifs anciens représentent 54,8 % des transactions contre 21,4 % pour les logements collectifs neufs. La distribution des autres types de biens immobiliers et fonciers figure dans le tableau 6.3.

Tableau 6.3 : La distribution des mutations en fonction du type de bien

Type de logement	%
Logements collectifs anciens	54,8
Logements collectifs neufs	21,4
Maisons individuelles anciennes	9,8
Maisons individuelles neuves	1,9
Immeubles de rapport	1,3
Terrains	6,4
Locaux industriels	0,4
Commerces	3,1
Bureaux	0,9
Total	100

Source : COURLY, Action Foncière, OTIF, 1997

En 1995, les transactions immobilières sur le territoire de la COURLY ont représenté 13516 ventes, soit un nombre inférieur à la moyenne observée depuis 1990. Chaque année, un peu moins de 3 % du parc de logements existant change de propriétaires. Les logements collectifs anciens constituent 53,3 % des mutations pour un montant de 2,9 milliards de francs. Cette baisse du nombre de transactions touche l'ensemble du marché mais s'exprime avec une intensité plus importante sur le marché du logement neuf. Il est nécessaire de rappeler, qu'en 1995, une élection présidentielle a eu lieu. Les acheteurs ont pu repousser la date de leur achat dans l'attente de mesures favorables au marché de l'immobilier. Des mesures ont été effectivement annoncées à la suite de l'élection présidentielle. En 1996, le marché a retrouvé les niveaux antérieurs. La baisse a particulièrement touché le logement neuf (- 39 % pour les logements collectifs neufs et - 46 % des logements individuels neufs). Le marché du logement ancien a connu une baisse de 21 % pour le segment des logements collectifs anciens et de 16 % pour les segments des logements collectifs neufs.

- Le logement collectif neuf La particularité du marché du logement collectif neuf est l'explosion du nombre de logements d'une pièce. Dans le même temps, la taille moyenne du logement d'une pièce a diminué passant de 31 m² à 23 m². Cette croissance de la vente du logement d'une pièce s'explique par la multiplication des résidences étudiantes et par les avantages fiscaux de la Loi Méhaignerie qui a eu pour conséquence de favoriser les petits logements dans les grandes agglomérations. Le prix moyen par m² a cru pour ce type de logement s'établissant à 10800 francs en 1995. Pour les autres logements, la taille moyenne des logements a légèrement décru, passant de 80,7 m² en 1990 à 76,4 m² en 1995. Le prix du m² s'établit en 1995 à 9200 francs. En francs constants, le prix du m² en 1995 est le même que celui constaté en 1990. Ces logements ont été construits à 90 % dans les deux communes du centre de l'agglomération (Lyon et Villeurbanne). Les quatre arrondissements (3^{ème}, 6^{ème}, 7^{ème} et 8^{ème} arrondissements) de la Rive gauche du Rhône regroupent à eux seuls la moitié des programmes de construction.
- **Le logement collectif ancien** Entre 1990 et 1995, plus de 50000 ventes ont été

enregistrées sur le marché du logement collectif ancien sur les 271000 logements constituant le stock de logements anciens lors du Recensement Général de la Population en 1991. Ce marché génère annuellement plus de 3 milliards de francs de transactions. A Lyon, de 1990 à 1995, le nombre moyen de ventes annuelles concernant le logement collectif neuf était d'environ 4700 mutations pour un prix moyen au mètre carré de 6500 francs. Compte tenu de l'évolution de l'inflation sur cette période, les prix moyens observés en 1995 sont en baisse de 10 % par rapport aux prix observés en 1990. Les très grands logements (d'au moins 6 pièces) connaissent une hausse des prix au mètre carré. Les petits logements (1 à 2 pièces) se vendent moins chers en 1995 (moins de 5000 francs par mètre carré) qu'en 1990 en francs courants (6000 francs par mètre carré). Les logements localisés sur la Presqu'île (les 1^{er}, 2^{ème} et 4^{ème} arrondissements) représentent 27 % des transactions entre 1990 et 1995. 52 % des logements collectifs anciens ont été vendus sur la Rive gauche (les 3^{ème}, 6^{ème}, 8^{ème}, 9^{ème} arrondissements). La baisse du nombre de transactions a touché particulièrement les ventes à Lyon puisque les ventes se sont établies à environ 3900 transactions en 1995, contre une moyenne de 4700 entre 1990 et 1995.

- **Le logement individuel neuf** Environ 300 maisons ont changé de propriétaire chaque année sur le territoire de la COURLY pour un montant de 230 millions de francs. Les parcelles de terrains font environ 700 m² et la surface habitable moyenne des maisons est de 107 m². 73 % des maisons possèdent 4 ou 5 pièces, contre 22 % qui ont 6 pièces ou plus. En 1995, le marché du logement individuel neuf s'est effondré de 45 %. Les mêmes raisons que pour le logement collectif neuf semblent expliquer le ralentissement des ventes et de la construction.
- **le logement individuel ancien** Entre 1990 et 1995, environ 1500 logements individuels anciens ont été vendus en moyenne chaque année pour un montant annuel de transactions de 1,2 milliards de francs. La surface moyenne des terrains correspond à environ 1000 m². Les maisons ont une superficie d'environ 110 m². Seuls 61 % des maisons sont composées de 4 ou 5 pièces et 22 % ont 6 pièces ou plus. L'indication d'un prix moyen du m² n'a pas de signification dans le cas du logement individuel qu'il soit neuf ou ancien. En effet, ce prix ne tient pas compte de la taille du terrain qui peut énormément varier d'un bien à un autre. Par ailleurs, les prix observés varient énormément d'une commune à l'autre.

2.2. Les données utilisées pour estimer la fonction des prix hédonistes

Après avoir justifier le recours à des données concernant les transactions immobilières plutôt que les loyers, il est nécessaire de préciser la nature exacte du marché de l'immobilier étudié.

En 1995, 3900 transactions ont été réalisées concernant des appartements dits anciens à Lyon. Cette connaissance des transactions résulte de la consultation de la base de données sur les opérations de ventes et d'achats de biens immobiliers et fonciers sur le périmètre de la Communauté Urbaine de Lyon détenue par le service des études foncières de la Communauté Urbaine de Lyon. Afin d'assurer la confidentialité de ces

opérations, les informations contenues dans les actes de mutation ne sont pas toutes retenues pour renseigner la base de données. Ainsi, les informations relatives aux acheteurs et aux vendeurs sont presque inexistantes. Ces bases de données ont pour objet une connaissance et une maîtrise des opérations foncières par les collectivités locales. Aussi, les transactions ne sont-elles pas localisées par rapport à leur adresse postale mais par rapport au numéro de parcelle cadastrale sur laquelle le bien immobilier a été bâti. Cela explique que l'échantillon de notre test, initialement composé de 1991 transactions, pour lesquelles toutes les variables du tableau 6.2 étaient renseignées, a été ramené à 1499 transactions exploitables.

En effet, il a été nécessaire, pour l'exploitation de ces données, de transformer le numéro de la parcelle cadastrale en adresse postale. Cette opération a été réalisée manuellement en repérant les différentes transactions sur les planches cadastrales. L'ancienneté- de certaines planches a conduit à la consultation de microfiches, plus à jour, concernant le cadastre. Malgré la consultation de ces deux sources d'information, certaines transactions n'ont pu être localisées par une adresse postale. Ces transactions ont été exclues de l'étude. En outre, certaines transactions concernaient des appartements dont l'immeuble se situait au milieu de parcelles cadastrales bâties. Il n'a pas été possible de déterminer de manière certaine leur adresse postale. Ces transactions ne sont pas incluses dans l'échantillon de l'étude.

Afin de compléter les informations contenues dans la base, une enquête de terrain a été menée. Cette phase de l'étude de la capitalisation a conduit à une diminution de la taille de l'échantillon des transactions étudiées, puisque certaines adresses se sont révélées fausses. Par ailleurs, certaines transactions ont été faites par des promoteurs immobiliers pour récupérer le terrain afin de monter une opération immobilière. Aussi, au moment de l'enquête, les biens immobiliers n'existaient-ils plus.

Enfin, certaines variables contenues dans la base de données ne sont pas renseignées du fait de leur absence dans l'acte notarié. Cela concerne principalement la variable *surface de l'appartement*, renseignement non obligatoire dans les actes de vente jusqu'en juillet 1997. Les transactions dans ce cas n'ont pas été retenues dans l'échantillon.

En définitive, la population étudiée est de 1499 transactions immobilières concernant des logements collectifs dits anciens achetés sur le territoire de la commune de Lyon en 1995.

2.3. L'analyse de la base de données

Les transactions immobilières étudiées ne sont pas localisées de façon uniforme sur le territoire de la commune de Lyon. En effet, l'étude de la distribution des transactions selon l'arrondissement où se trouve le logement montre une hétérogénéité dans la localisation des biens immobiliers qui ont connu une mutation en 1995 (Cf. Tableau 6.4). Le troisième arrondissement de Lyon concentre le plus de transactions immobilières (18,1 %), suivi du sixième (15,2 %) et du septième arrondissement (14,2 %). Plusieurs explications peuvent être avancées pour expliquer ces différences. D'une part, il faut tenir compte du stock de logements disponible dans les différents arrondissements qui est fonction du type de bâti

rencontré et de l'étendue géographique de l'arrondissement. D'autre part, les logements n'ont pas le même statut. Certains sont destinés à la location, d'autres à l'occupation par leur propriétaire. Ainsi, la part respective de ces statuts conduit à un nombre plus ou moins important de transactions.

Tableau 6.4 : La distribution des transactions immobilières en fonction de l'arrondissement de localisation

Arrondissements	Nombre de logements	%
Lyon 1	108	7,2 %
Lyon 2	116	7,7 %
Lyon 3	272	18,1 %
Lyon 4	154	10,3 %
Lyon 5	164	10,9 %
Lyon 6	228	15,2 %
Lyon 7	213	14,2 %
Lyon 8	127	8,5 %
Lyon 9	117	7,8 %
Total	1499	100,0 %

Source : COURLY, Action foncière, OTIF, 1997

Le nombre de transactions immobilières décroît avec le nombre de pièces des logements (Cf. Tableau 6.5). Ainsi 27,2 % des logements sont des studios, contre seulement 3 % pour les logements de six pièces ou plus. Les studios et les logements de deux pièces représentent 50 % des transactions. Les grands logements (plus de quatre pièces) ne concernent que 10 % des transactions immobilières en 1995.

Tableau 6.5 : La distribution des appartements en fonction du nombre de pièces

Nombre de pièces	Nombre de logements	%
1	408	27,2 %
2	351	23,4 %
3	314	20,9 %
4	263	17,5 %
5	118	7,9 %
6 et plus	45	3,0 %
Total	1499	100 %

Source : COURLY, Action foncière, OTIF, 1997

Les caractéristiques de la variable *superficie du logement* figurent dans le tableau 6.6. La superficie moyenne des logements est de 65 mètres carrés.

Tableau 6.6 : Les caractéristiques de la variable " superficie du logement "

Minimum	Maximum	Médiane	Moyenne	Ecart-type
6	313	61	65,24	35,49

Source : COURLY, Action foncière, OTIF, 1997

Tableau 6.7 : La distribution des transactions en fonction du type de vendeurs

Vendeurs	Effectifs	%
Particuliers	1215	81,1 %
Collectivités publiques ou organismes publics	16	1,1 %
Sociétés Civiles Immobilières	87	5,8 %
Marchands de biens	141	9,4 %
Organismes financiers	36	2,4 %
Autres	4	0,3 %
Total	1499	100,0 %

Source : COURLY, Action foncière, OTIF, 1997

Plus de 80% des biens immobiliers ont été vendus par des particuliers. Et près de 90 % des logements ont été achetés par des particuliers (CF. Tableau 6.7).

Tableau 6.8 : La distribution des transactions en fonction du type d'acquéreurs

Acquéreurs	Effectifs	%
Particuliers	1336	89,1 %
Collectivités publiques ou organismes publics	20	1,3 %
Sociétés Civiles Immobilières	80	5,3 %
Marchands de biens	55	3,7 %
Organismes financiers	5	0,3 %
Autres	3	0,2 %
Total	1499	100,0 %

Source : COURLY, Action foncière, OTIF, 1997

Le tableau 6.8 apparaît très important, dans la mesure où il permet de segmenter le marché de l'immobilier en fonction du type d'acquéreurs. Dans le cadre de l'estimation de la valorisation immobilière de l'aménagement de l'espace public urbain, il est nécessaire de réduire les transactions utilisées pour le test empirique aux transactions dont les acheteurs sont des particuliers pour que la valorisation immobilière observée résulte bien du choix des ménages. Ainsi le nombre de transactions concernées par l'analyse est de 1336. Ces dernières concernent les biens immobiliers collectifs dits anciens localisés à Lyon et acheté par des ménages en 1995. Il faudrait pouvoir distinguer les transactions qui concernent un bien immobilier servant de résidence à son propriétaire, de celles qui correspondent à un investissement locatif. Les informations disponibles ne le permettent pas. L'annexe 1 permet de localiser les transactions immobilières étudiées.

3. L'enquête de terrain

Les informations contenues dans la base de données concernant la structure du logement ne sont pas suffisantes pour déterminer la fonction des prix hédonistes. En effet, seuls la

protégé en vertu de la loi du droit d'auteur.

superficie et le nombre de pièces ne font pas référence aux caractéristiques physiques du logement. Nous ne possédions pas l'identité du propriétaire. Aussi, aucune enquête auprès des propriétaires ne fut-elle possible pour rassembler d'autres données sur le logement. Le prix du logement dépend de la structure du logement et celles de l'immeuble. De plus, il existe souvent une liaison entre caractéristiques du logement et de l'immeuble. La connaissance de l'adresse postale a permis de réaliser un repérage sur le terrain des caractéristiques de l'immeuble.

Par ailleurs, il n'existe pas de bases de données regroupant les informations concernant l'aménagement de l'espace public. Les collectivités locales ont développé des Systèmes d'Information Géographique (SIG) qui se limitent généralement à cartographier les réseaux. Il n'est pas associé de banques de données au SIG. Une part importante de l'enquête de terrain a consisté à recenser les caractéristiques de l'immeuble et sa localisation.

3.1. La méthodologie de l'enquête de terrain

Nous nous sommes efforcés de compenser la faiblesse des informations concernant le logement en lui-même et l'aménagement de l'espace public urbain, par une connaissance des caractéristiques de l'immeuble abritant le logement, par le recensement des caractéristiques de l'aménagement de l'espace public urbain.

Le choix des variables sur l'immeuble résulte de lectures de publications variées sur le marché de l'immobilier et les caractéristiques des choix résidentiels des ménages ainsi que d'entretiens avec des professionnels du secteur de l'immobilier. En ce qui concerne l'aménagement de l'espace public urbain, nous nous sommes basés sur l'analyse du profil en travers du tronçon de voies : les caractéristiques concernent l'espace circulaire, le stationnement, les trottoirs, les plantations d'alignement, etc. (BECKERICH, 1993). Deux variables *subjectives* sont également déterminées pendant l'enquête : le niveau d'aménités et le caractère commerçant des espaces riverains de l'espace public. L'annexe 2 indique les variables repérées lors de l'enquête.

Cette enquête, réalisée par nos propres soins, a nécessité de nous déplacer sur l'ensemble de Lyon pendant le printemps 1997 et le début de l'été 1997.

3.2. Les résultats de l'enquête de terrain

3.2.1. Les caractéristiques de l'immeuble

Environ 57 % des immeubles ont été construits avant 1948. Les autres se répartissent entre les périodes indiquées ci-dessous.

Tableau 6.9 : La distribution des transactions en fonction de la période de construction de l'immeuble

Période de construction	Effectifs	%
Avant 1948	743	55,6 %
Entre 1948 et 1960	154	11,5 %
Entre 1960 et 1980	284	21,3 %
Après 1980	146	11,6 %
Total	1336	100,0 %

Suite à l'enquête, nous avons considéré que 52 % des logements pouvait être classés comme étant de *standing* c'est-à-dire dont la qualité de la construction était supérieure à la moyenne des immeubles lyonnais (Cf. Tableau 6.10).

Tableau 6.10 : La distribution des transactions en fonction du standing

Standing	Effectifs	%
Oui	694	51,9 %
Non	642	48,1 %
Total	1336	100,0 %

L'habitat traditionnel lyonnais ne se caractérise pas par un nombre d'étages important. Dans les quartiers populaires, les immeubles ont généralement 4 étages contre en moyenne cinq étages dans les quartiers plus aisés. Ainsi environ 65 % des immeubles possédaient au plus cinq étages (Cf. Tableau 6.11). Les immeubles dont le nombre d'étages est très élevé ont été construits dans les années soixante et soixante-dix.

Tableau 6.11 : La distribution des transactions en fonction du nombre d'étage de l'immeuble

Nombre d'étages	Effectifs	%
Aucun	6	0,4 %
1	47	3,5 %
2	83	6,2 %
3	159	11,9 %
4	282	21,1 %
5	298	22,3 %
6	126	9,4 %
7	123	9,2 %
8	73	5,5 %
9 et plus	139	10,4 %
Total	1336	100,0 %

L'état de la façade de l'immeuble est souvent un élément important dans le choix d'un logement puisque les dépenses de ravalement représentent une part importante des charges générales des copropriétés. Environ 10 % des immeubles avaient une façade rénovée lors de l'enquête (Cf. Tableau 6.12). Il est à noter que l'enquête a été réalisée en 1997 alors que les données sur les transactions concernent l'année 1995. Aussi pour la régression, ces immeubles ont-ils été considérés comme ayant une façade défraîchie. Seulement un peu plus des deux cinquièmes des immeubles avaient une façade peu

défraîchie.

Tableau 6.12 : La distribution des transactions en fonction de l'état de la façade

État de la façade	Effectifs	%
Rénovée	140	10,5 %
Peu défraîchie	526	39,4 %
Défraîchie	568	42,5 %
Très défraîchie	102	7,6 %
Total	1336	100,0 %

La présence d'un interphone ou d'un digicode a souvent été considérée comme un indicateur du standing de l'immeuble. Aujourd'hui, ces deux équipements correspondent souvent à une volonté de la copropriété de lutter contre les vols très nombreux dans les grandes agglomérations. Dans notre échantillon, 95 % des immeubles possèdent un interphone ou un digicode (Cf. Tableau 6.13).

Tableau 6.13 : La distribution des transactions en fonction de la présence d'un interphone ou d'un digicode

Présence d'un interphone ou d'un digicode	Effectifs	%
Non	44	3,3 %
Oui	1292	96,7 %
Total	1336	100,0 %

La présence de certaines professions (avocat, notaire, *etc.*) est un indicateur du standing de l'immeuble. En revanche, d'autres activités (bar, pub, discothèque, *etc.*) peuvent provoquer des nuisances. Aucune profession libérale n'est présente dans 85 % des immeubles (Cf. Tableau 6.14).

Tableau 6.14 : La distribution des transactions en fonction de la présence de professions libérales dans l'immeuble

Présence de professions libérales	Effectifs	%
Aucune	1135	85,0 %
Professions médicales ou paramédicales	136	10,2 %
Avocats, notaires, <i>etc.</i>	7	0,5 %
Autres	58	4,3 %
Total	1336	100,0 %

Tableau 6.15 : La distribution des transactions en fonction de la présence d'activités et de la nature des activités commerciales en rez-de-chaussée

Présence d'activités commerciales en rez-de-chaussée	Effectifs	%
Aucune	885	66,2 %
Banques et services	17	1,3 %
Alimentations, bureaux de tabac	16	1,2 %
Autres services banals	311	23,3 %
Activités bruyantes (discothèque, bar, etc.)	107	8,0 %
Total	1336	100,0 %

Les activités commerciales bruyantes affectent 9 % des immeubles (Cf. Tableau 6.15). La quasi-totalité des immeubles ne connaît pas d'activités commerciales empiétant sur l'espace public (Cf. Tableau 6.16).

Tableau 6.16 : La distribution des transactions en fonction de la présence d'usages privatifs de l'espace public par des activités

Présence d'usages privatifs de l'espace public par des activités	Effectifs	%
Non	1325	99,2 %
Oui	11	0,8 %
Total	1336	100,0 %

La localisation de l'immeuble a un impact sur les aménités du logement comme le bruit. Ainsi une localisation de l'immeuble sur un carrefour a feux entraîne souvent des nuisances sonores et atmosphériques (24 % des immeubles).

Tableau 6.17 : La distribution des transactions en fonction de la localisation de l'immeuble sur un carrefour

Localisation de l'immeuble sur un carrefour	Effectifs	%
Non	925	69,2 %
Oui, sans feux	335	25,1 %
Oui, avec feux	76	5,7 %
Total	1336	100,0 %

A l'inverse la présence d'une place, d'un square à proximité de l'immeuble et la localisation sur un quai (environ 4 %) provoque des aménités positives (Cf. Tableaux 6.18, 6.19, 6.20).

Tableau 6.18 : La distribution des transactions en fonction de la localisation de l'immeuble sur un square

Localisation de l'immeuble sur un square	Effectifs	%
Non	1279	95,7 %
Oui	57	4,3 %
Total	1336	100,0 %

Tableau 6.19 : La distribution des transactions en fonction de la localisation de l'immeuble sur une place

Localisation de l'immeuble sur une place	Effectifs	%
Non	1276	95,5 %
Oui	60	4,5 %
Total	1336	100,0 %

Tableau 6.20 : La distribution des transactions en fonction de la localisation de l'immeuble sur un quai

Localisation de l'immeuble sur un quai	Effectifs	%
Non	1282	95,7 %
Oui	54	4,3 %
Total	1336	100,0 %

3.2.2. Les caractéristiques de l'espace public environnant

Afin de pouvoir prendre en compte, dans la fonction des prix hédonistes, l'aménagement de l'espace public, plusieurs caractéristiques de l'environnement du logement ont été recensées. Ainsi 80 % des logements correspondent à l'espace de circulation composé d'une ou deux voies de circulation. Il est à noter que 9 % des logements sont situés dans une rue d'au moins 4 voies de circulation (Cf. Tableau 6.21).

Tableau 6.21 : La distribution des transactions en fonction du nombre de voies de circulation

Nombre de voies	Effectifs	%
Voie piétonne	9	0,7 %
1	671	50,2 %
2	426	31,9 %
3	118	8,8 %
4	93	7,0 %
5	13	1,0 %
6	2	0,1 %
7	2	0,1 %
8	2	0,1 %
Total	1336	100,0 %

Depuis les années quatre-vingt, les plans de circulation ont privilégié les voies à sens unique. A Lyon, 73 % des immeubles sont situés sur une voie à sens unique (Cf. Tableau 6.22).

Tableau 6.22 : La distribution des transactions en fonction de l'existence de voies à sens unique

Voie en sens unique	Effectifs	%
Non	360	26,9 %
Oui	976	73,1 %
Total	1336	100,0 %

Des normes déterminent la largeur de chaussée, 50 % des immeubles sont implantés

sur une voie dont la chaussée est de plus de 9 mètres (Cf. Tableau 6.23). De même 91 % des immeubles donnent sur un trottoir de 1,25 mètres (Cf. Tableau 6.24).

Tableau 6.23 : La distribution des transactions en fonction de largeur de chaussée

Largeur de chaussée	Effectifs	%
Inférieure à 6 mètres	186	13,9 %
De 6 à 9 mètres	479	35,9 %
Plus de 9 mètres	671	50,2 %
Total	1336	100,0 %

Tableau 6.24 : La distribution des transactions en fonction de la largeur des trottoirs

Largeur des trottoirs	Effectifs	%
Inférieure ou égale à 1,25 mètres	1209	90,5 %
Entre 1,25 et 2,5 mètres	57	4,3 %
Supérieure à 2,5 mètres	70	5,2 %
Total	1336	100,0 %

Comme dans de nombreuses agglomérations, Lyon s'est dotée de transports collectifs en site propre qui ont pour vocation d'extraire les bus de la congestion. Dans notre échantillon, 11 % des logements sont situés sur une voie réservée au bus au pied de l'immeuble (Cf. Tableau 6.25).

Tableau 6.25 : La distribution des transactions en fonction de la présence de voies réservées au bus

Présence de voies réservées au bus	Effectifs	%
Non	1187	88,8 %
Oui	149	11,2 %
Total	1336	100,0 %

Dans les grandes agglomérations, le stationnement dans la commune centre est souvent difficile. Les communes ont tendance à réduire le stationnement de surface pour privilégier le stationnement hors voirie dans des parkings payants. Par ailleurs, le stationnement payant est étendu à des zones de la commune de plus en plus importantes. Des forfaits *résidant* sont créés qui permettent aux résidents de stationner en journée à proximité de leurs logements. Toutes ces dispositions tendent à favoriser l'usage des transports collectifs au détriment de l'usage de la voiture particulière. A Lyon, 57 % des immeubles sont situés dans une rue où le stationnement sur voirie est autorisé de chaque côté de la chaussée (Cf. Tableau 6.26).

Tableau 6.26 : La distribution des transactions en fonction du type de stationnement autorisé

Stationnement autorisé	Effectifs	%
Non	170	12,7 %
Oui, stationnement unilatéral	389	29,1 %
Oui, stationnement bilatéral	777	58,2 %
Total	1336	100,0 %

Les plantations d'alignement sont un élément apprécié par les riverains. Mais les communes sont confrontées à un coût d'entretien de l'ordre de 15000 francs par an par arbre (COURLY). Cela est un frein important à leur implantation. En outre, la présence de réseaux souterrains n'autorisant pas souvent ces plantations, seulement 21,8 % des immeubles bénéficient de plantations d'alignement à proximité (Cf. Tableau 6.27).

Tableau 6.27 : La distribution des transactions en fonction de la présence de plantations d'alignement

Présence de plantations d'alignement	Effectifs	%
Non	1048	78,4 %
Oui	288	21,6 %
Total	1336	100,0 %

Lors de l'enquête, nous avons établi un indicateur général d'aménités pour l'environnement de l'immeuble. Il s'agit d'un indicateur basé sur nos propres préférences. Ainsi, nous avons considéré que 59 % des immeubles bénéficiaient d'un niveau d'aménités positif ou très positif. Enfin, la proximité de commerces est considérée comme une chose importante dans le choix d'une localisation. Plus de 73 % des logements ne sont pas situés dans une rue commerçante. Seuls 3 % des logements sont dans une rue très commerçante (Cf. Tableau 6.28).

Tableau 6.28 : La distribution des transactions en fonction de la localisation dans une zone commerçante de l'immeuble

Localisation de l'immeuble dans une zone commerçante	Effectifs	%
Non	982	73,5 %
Peu commerçante	150	11,2 %
Commerçante	161	12,1 %
Très commerçante	43	3,2 %
Total	1336	100,0 %

Ces données sur l'aménagement de l'espace public urbain doivent être complétées par d'autres informations notamment sur l'usage de l'espace public.

3.3. Les données complémentaires

L'enquête de terrain a permis de repérer l'organisation physique de l'espace public urbain. D'autres sources de données ont été consultées afin d'obtenir des informations sur l'usage de l'espace public. Ces informations concernent les trafics de voitures

particulières et de transports en commun. Par ailleurs, les temps de déplacement à destination de la place Bellecour et du centre commercial de la Part-Dieu ont été rassemblés.

La Direction Départementale de l'équipement (DDE) de Lyon possède, au côté de mesures exhaustives du trafic sur certaines voies de l'agglomération, une estimation du flux de véhicules sur un réseau simplifié, le réseau Davis. Des zones émettrices et réceptrices sont définies et sont censées émettre et recevoir un nombre de véhicules qui est réparti sur un réseau viaire simplifié. Les estimations sont vérifiées par des comptages ponctuels sur le terrain. Le nombre de véhicules à l'heure de pointe du soir est disponible. A partir de ces données et de la vitesse moyenne sur les tronçons, il est possible de déterminer une carte isochrone représentant la durée du parcours à l'heure de pointe du soir entre les zones et une zone particulière. Les temps de parcours entre les zones et la place Bellecour et le centre commercial de la Part-Dieu ont été mis à notre disposition.

La Société Lyonnaise de Transports en Commun (SLTC) qui gère le réseau de transport collectif dans l'agglomération lyonnaise nous a communiqué l'ensemble des trafics collectifs pour toute ligne passant sur le territoire de la commune de Lyon. Par ailleurs, elle nous a fournis également les temps de parcours moyen entre différentes zones de Lyon et la place Bellecour et du centre commercial de la Part-Dieu à la période de pointe du soir (16h00 - 18h30).

Au côté de ses données liées aux trafics VP et TC, le Recensement Général de la Population 1990 nous a permis de prendre une variable sur la composition en termes de CSP (pourcentage d'ouvriers) des quartiers INSEE. Cette variable est une variable permettant de tester indirectement l'effet de l'homogénéité des revenus. Par ailleurs, elle permet également de tenir compte de la différence du type de bâti entre les quartiers populaires et les quartiers dont la population possède des revenus plus élevés.

4. L'estimation de la fonction de valorisation immobilière

Les données concernant les logements collectifs dits anciens achetés par des particuliers en 1995 à Lyon, la structure de l'immeuble, l'aménagement et les usages de l'espace public urbain vont servir à réaliser une estimation de la fonction des prix hédonistes d'un segment du marché de l'immobilier résidentiel à Lyon. Avant de déterminer l'équation de capitalisation, nous allons préciser les choix méthodologiques effectués.

4.1. Les choix méthodologiques

Nous reprenons la spécification de la fonction de valorisation immobilière proposée par Yinger même si elle mesure la capitalisation intercommunale de l'offre de biens publics locaux. Nous posons comme hypothèse qu'elle peut servir dans le cadre de l'analyse de la capitalisation intracommunale. L'équation de Yinger indique notamment que le montant de la taxe foncière est complètement capitalisé dans le prix des biens immobiliers suivant l'équation (4.46) :

$$\ln V(E, r, d) = \ln \beta + \frac{c_1 + \sigma_2}{c_1} \ln(V - \sigma_2) + \frac{c_4}{c_2} \ln A(d) + \frac{c_3}{c_1} \ln E + \sum_{i=1}^n \alpha_i \ln X_i - \ln(r + t)$$

avec V la valeur vénale du bien immobilier, E les biens publics locaux, A(d) les aménités à une distance d du centre, r le taux d'actualisation, t le taux d'imposition, X_i les caractéristiques du logement, c_4/c_2 le taux marginal de substitution entre la taille du logement et le niveau d'aménités, c_3/c_2 le taux marginal de substitution entre la taille du logement et l'offre de biens publics locaux.

Les prix des logements (hors frais de notaires) de notre base de données correspondent aux prix nets des taxes foncières. Les transactions étudiées concernent des biens immobiliers localisés dans une même commune, la commune de Lyon en l'occurrence. Malgré des taxes dont le taux nominal s'applique sur tout le territoire de la commune, le niveau de la taxe foncière et la taxe d'habitation redevables par les ménages dépend de la valeur locative déterminée par les services fiscaux. Aussi, deux ménages ayant les mêmes caractéristiques et le même appartement en termes de superficie, d'équipements et de standing peuvent-ils payer des taxes différentes. Cette divergence des taxes s'explique par la localisation du logement dans la commune dont les services décentralisés du Ministère de l'économie, des Finances et de l'Industrie tiennent compte dans le calcul de la valeur locative du logement. N'ayant pas eu accès aux fichiers de l'Administration fiscale, nous posons que les impôts sont proportionnels aux prix payés par les ménages lors de la transaction (hors frais de notaires).

La méconnaissance de l'impôt payé par les ménages oblige à revoir la fonction de capitalisation. La fonction s'écrit alors de la manière suivante :

$$\ln Y = X\alpha + Z\beta + L\lambda + T\theta + Q\delta + b + \varepsilon \tag{6.1}$$

avec $\alpha, \beta, \lambda, \theta, \delta$ les paramètres à estimer, Y le logarithme du prix du logement net des impôts locaux (taxes foncières, taxe d'habitation), X les caractéristiques structurelles du logement, Z les caractéristiques structurelles de l'immeuble, L les variables de localisation, T les caractéristiques de l'usage et de l'aménagement de l'espace public urbain, Q les aménités, b la constante et ε les résidus.

Les paramètres de la fonction des prix hédonistes seront estimés par la méthode des moindres carrés ordinaires. Plusieurs spécifications de la variable à expliquer et de la principale variable explicative principale (la superficie) ont été testées (Cf. Tableau 6.29). On observe que la spécification de la variable à expliquer sous forme logarithmique (retenu *a priori*) donne un coefficient de détermination le plus important avec pour variable explicative la superficie du logement sous forme logarithmique.

Tableau 6.29 : Le R² en fonction de la spécification des variables du modèle

	Spécification de la variable explicative <i>superficie du logement</i>	
Variable à expliquer	SURF	LnSURF
PRIX	0,69	0,57
LnPRIX	0,65	0,73

Nous retenons donc les variables prix du logement et surface du logement sous leur forme logarithmique. L'introduction des autres variables a été faite progressivement en comparant le coefficient de détermination ajusté après introduction d'une variable explicative supplémentaire et le coefficient de détermination avant cette introduction et l'évolution de la valeur du Fisher. Nous avons vérifié l'ensemble par la méthode Stepwise³ (pas à pas) qui permet une sélection automatique des variables explicatives en minimisant le carré des écarts entre valeur observée et valeur estimée de la variable dépendante.

L'ensemble des données exposées précédemment a été introduit dans l'équation. Les variables significatives du point de vue statistique sont rassemblées dans le tableau 6.30. Elles constituent le modèle 1.

Tableau 6.30 : Les variables de la fonction des prix hédonistes


³ Pour une présence de la méthode Stepwise confer JOHNSTON (1988).

Variable	Description	Signe attendu
<i>Variable dépendante</i>		
LnPRIX	Prix du logement (sous forme logarithmique)	
<i>Variables indépendantes</i>		
Structure du logement		
LNSURF	Superficie en m ² du logement (sous forme logarithmique)	+
Structure de l'immeuble		
TYPE	Variable prenant la valeur suivante en fonction de la date de construction de l'immeuble [1] avant 1948 [2] entre 1948 et 1960 [3] entre 1960 et 1980 [4] Immeuble récent	+
STAND	Variable dichotomique prenant la valeur 1 si l'immeuble a été considéré comme de standing lors de l'enquête	+
ETAGE	Variable binaire prenant la valeur 1 si le nombre d'étages est strictement supérieur à 5	+
FACADE	Variable binaire prenant la valeur 1 si la façade de l'immeuble a été renseignée comme défraîchie et très défraîchie lors de l'enquête	-
Localisation		
DIST	Exponentielle négative de la distance euclidienne (en km) entre la préfecture du Rhône et le logement	+
S/P	Variable dichotomique prenant la valeur 1 lorsque l'immeuble donne sur un square ou une place	+
QUAI	Variable dichotomique prenant la valeur 1 lorsque le logement est situé sur un quai	+
Aménagement de l'espace public urbain		
IBUS	Variable dichotomique prenant la valeur 1 lorsque le trafic de bus est supérieur à 500 passages par jour	-
STATBI	Variable dichotomique prenant la valeur 1 quand le stationnement devant l'immeuble est autorisé de part et d'autre de la chaussée	+
METRO	Variable binaire prenant la valeur 1 lorsque le logement se situe à moins de 150 m d'une station de métro	+
Aménités		
AMEN+	Variable dichotomique prenant la valeur 1 si le niveau d'aménités de la zone environnante a été renseigné positif et très positif	+
OUVR	Pourcentage d'ouvriers dans le quartier INSEE où est localisé le logement (Recensement Général de la Population 1990)	-

4.2. L'estimation des paramètres

Le modèle 1⁴ qui intègre de nombreuses variables de l'enquête réalisée, a été estimé par la méthode des moindres carrés ordinaires. Les résultats sont indiqués dans le tableau 6.31 où il ne figure que les variables significatives du point de vue statistique comme la valeur des t de Student le confirme. Tous les coefficients sont significatifs au seuil de 1 %, à l'exception de la variable *distance au métro* significative au seuil de 2 %, et la variable *localisation sur un square ou une place* significative au seuil de 5 %. Le coefficient de corrélation est relativement élevé. Les variables indépendantes retenues expliquent 78 % de la variance du prix du logement. Le sens de la relation entre la variable à expliquer et les variables explicatives est du signe attendu pour toutes les variables.

Tableau 6.31 : L'estimation du modèle 1 par les MCO

VARIABLES explicatives	Valeur du paramètre	Valeur du t-Student	Valeur du t-Student (hypothèse de White)
CONSTANTE	8,398	97,67***	87,24***
LNSURF	1,059	59,04***	49,11***
TYPE	0,066	7,02***	7,95***
STANDING	0,071	3,70***	3,84***
ETAGE	0,079	3,70***	4,27***
FACADE	-0,053	-2,83***	-2,77***
DIST	0,159	2,79***	2,79***
S/P	0,073	2,02 *	2,34 **
QUAI	0,179	3,74***	3,40***
IBUS	-0,211	-4,03***	-3,71***
STATBI	0,051	2,84***	2,75***
METRO	0,081	2,39 **	2,51 **
AMEN+	0,058	2,92***	2,90***
OUVR	-0,007	-4,85***	-4,36***
R^2 : 0,782 : 0,7796 Log : -371,33 RSS : 136,379 Valeur du F : 364,27 Degré de liberté : 1322 			

*** significatif au seuil de 1 % ** significatif au seuil de 2 % * significatif au seuil de 5 %

L'analyse traditionnelle des résidus (projection des résidus par rapport à la variable estimée et aux variables explicatives) montre qu'il n'existe pas d'autocorrélation des

⁴ Un autre modèle a été estimé par BECKERICH (1998). La distance au centre est remplacée par la distance-temps qui est considérée comme plus conforme aux comportements observés. Les résultats sont décevants puisque la distance-temps est introduite comme une variable dichotomique distinguant l'hypercentre du reste de la commune. Les situations ne sont pas assez contrastées au sein d'une commune et le calcul de la distance-temps demeure très approximatif.

résidus. En revanche, le test de Breush-Pagan montre qu'il existe de l'hétéroscédasticité. La présence d'hétéroscédasticité ne remet pas en cause l'estimation des paramètres qui demeurent non biaisés. Elle nuit à la pertinence des t de Student. En effet, les résidus de la régression sont hétéroscédastiques aussi la matrice de variance-covariance utilisée pour le calcul des t de Student ne convient plus.

White (1980) propose une nouvelle formulation de la matrice de variance-covariance afin de déterminer des t de Student moins biaisés. A la variance traditionnelle de la méthode des moindres carrés ordinaires, White substitue la formulation suivante :

$$V(\beta) = (XY)^{-1} X'SX(XY)^{-1}$$

avec S la matrice diagonale des carrés des résidus de la régression.

Les résultats de l'application de l'hypothèse de White au modèle 1 figurent dans la dernière colonne du tableau 6.31. Ils confirment les résultats précédents en renforçant la significativité des résultats. Toutes les variables sont significatives au seuil de 1 %. La présence d'hétéroscédasticité dans le modèle ne remet pas en cause la pertinence des résultats présentés.

En revanche, ce premier modèle est soumis à la présence de multicollinéarité. Il existe une corrélation de certaines variables comme nous le confirme le *condition number* qui a une valeur de 32 (Belsley *et alii.*, 1980). Il est généralement admis qu'à partir d'une valeur de 20 ou de 30, il faut revoir les variables explicatives du modèle (Anselin, 1998). Afin de réduire la multicollinéarité, la matrice de corrélation des variables explicatives a été étudiée afin de choisir les variables à enlever du modèle. Ce choix conduit au modèle 2 pour lequel le *condition number* est de 24 contre 31 avec le modèle 1. Nous nous sommes refusés à retirer d'autres variables afin de conserver l'intérêt du modèle.

L'estimation du modèle 2 figure dans le tableau 6.32. Comme pour le modèle 1, il y a présence d'hétéroscédasticité. Aussi la correction de White est-elle également indiquée dans le tableau 2. Elle confirme la significativité des paramètres au même niveau que pour le modèle 1. Le coefficient de corrélation est un peu plus faible que pour le modèle 1 (0,772 contre 0,783).

Tableau 6.32 : L'estimation du modèle 2 par les MCO

VARIABLES indépendantes	Valeur du paramètre	Valeur du t-Student	Valeur du t de Student (Hypothèse de White)
CONSTANTE	8,435	102,44***	89,48***
LNSURF	1,078	60,58***	50,02***
TYPE	0,082	9,40***	10,19***
FACADE	-0,064	-3,52***	-3,50***
DIST	0,151	2,69***	2,68***
S/P	0,088	2,44 **	2,77***
QUAI	0,169	3,62***	3,32***
IBUS	-0,210	-4,00***	-3,64***
STATBI	0,060	3,30***	3,19***
METRO	0,081	2,36 *	2,52 **
OUVR	-0,009	-6,30***	-5,70***
R^2 : 0,775 : 0,773 Log : -391,192 RSS : 140,495 Degré de liberté : 1325 $R^2_{ajusté}$			

*** significatif au seuil de 1 % ** significatif au seuil de 1,5 % * significatif au seuil de 2 %

4.3. L'interprétation des paramètres

Le graphique 6.1. illustre l'impact des variables dichotomiques sur le prix des logements. L'impact est mesuré par le coefficient multiplicateur qu'il faut appliquer au prix du logement pour prendre en compte la présence du phénomène décrit par la variable. A l'exception de la variable QUAI (18,4 %), les autres variables ont une valeur inférieure à 10 %. Deux variables ont un coefficient multiplicatif inférieur à 1 : les variables IBUS (-19 %) et FACADE (-6,1 %).

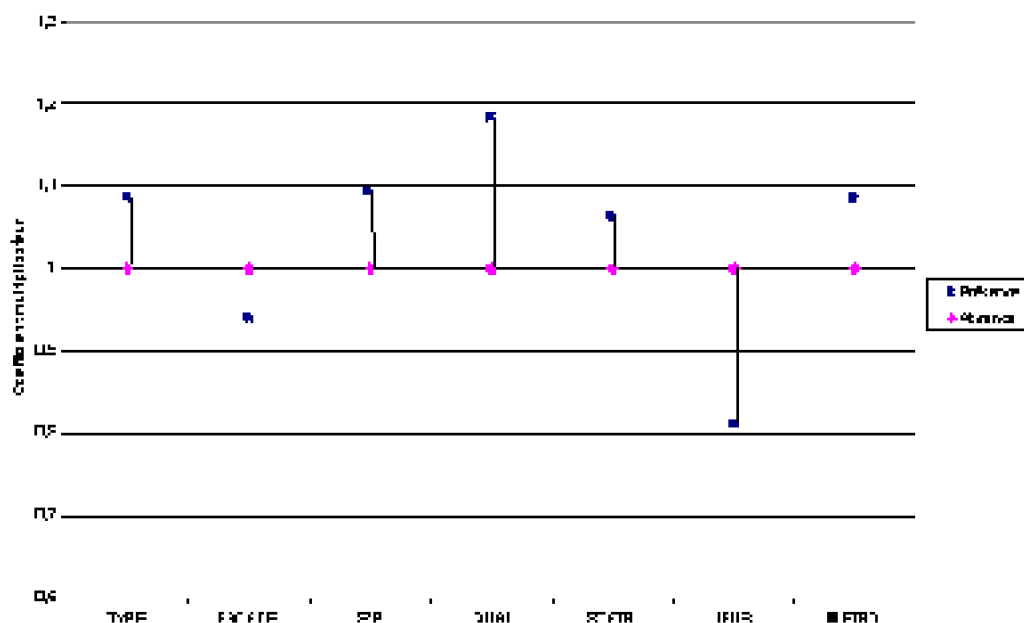


Figure 6.1 : Impact des variables dichotomiques

La présence cumulée de toutes les caractéristiques représentées par une variable dichotomique provoque une augmentation d'environ 23 % du *prix de base* du logement (Cf. Tableau 6.33). Cette hausse s'élève à plus de 60 % si on fait abstraction des deux caractéristiques ayant une influence négative (FACADE et IBUS).

Tableau 6.33 : La variation des prix en fonction du cumul des variables dichotomiques

Variables	Variations cumulées en %	
QUAI	18,41	18,41
S/P	9,20	9,20
TYPE	8,55	8,55
METRO	8,44	8,44
STATBI	6,18	6,18
FACADE	-6,20	
IBUS	-18,94	
Total	22,9	61,6

Comme attendu, la variable qui explique le plus le prix du logement est la superficie du logement. La forme logarithmique montre également qu'un mètre carré supplémentaire induit un impact plus important pour un logement de petite superficie que pour un logement de plus grande superficie. L'année de construction est également une variable explicative importante. En effet, l'équipement des logements les plus anciens ne correspond plus forcément aux attentes des ménages actuellement notamment en termes de taille des différentes pièces des logements. Celui-ci a changé au fil des modes. Le type de chauffage et l'isolation phonique et acoustique des logements ont évolué.

L'état des façades a un impact non négligeable sur le prix du logement (environ 10 %). En effet, le ravalement de la façade est un poids important des charges communes

d'une copropriété. Aussi, une façade en très mauvais état peut-elle conduire l'acheteur à tenir compte de cette caractéristique dans son choix. Par ailleurs, les opérations de ravalement des biens immobiliers décidées par les communes constituent une contrainte qui doit également expliquer le poids de cette variable.

Les variables de localisation correspondent à la présence d'une place ou d'un square à proximité de l'immeuble (9,2 %) et à la localisation de l'immeuble sur un quai (18,4 %). Ces deux variables regroupent plusieurs aménités : la vue, la lumière, la fraîcheur, l'absence de vis à vis, *et cetera*.

Les paramètres estimés pour *les variables aménagement et usages de l'espace public urbain* sont significatifs (Cf. graphique 6.2). Ainsi la présence de stationnement entraîne une augmentation de 8,6 % du prix du logement. L'existence de stationnement bilatéral sur chaussée permet aux ménages de trouver plus facilement une place de stationnement qu'en son absence. Par ailleurs, dans les zones où le stationnement n'est pas autorisé de chaque côté de la chaussée, les ménages sont souvent obligés de stationner en payant un emplacement hors chaussée. Cette hausse des coûts de transport, soit par le recours à un stationnement payant hors voirie, soit par l'allongement de la durée du déplacement (par l'intermédiaire de la valeur du temps) conduit à une baisse de la fonction d'offre de rente suivant ainsi les enseignements des modèles de localisation des ménages (Cf. chapitre II).

Comme cela est souvent admis dans le marché de l'immobilier, la proximité des stations de métro a un impact important environ 8,7 %. Il est à noter que seuls les logements à moins de 150 mètres de la station de métro connaissent une valorisation du fait de son existence. Ce périmètre restreint peut résulter du réseau de transports collectifs très dense à Lyon. Aussi au-delà de 150 mètres, les effets se conjuguent-ils et ne sont plus dissociables.

Il n'a pas été possible d'obtenir des mesures de nuisances des transports pour la commune de Lyon, bien que la Loi sur l'air prévoit qu'une carte des nuisances soit annexée au Plan d'Occupation des Sols. La connaissance des trafics n'a pas permis de dresser une carte du bruit. En effet, à partir des trafics et de la structure du bâti, une estimation du bruit est possible en recourant à une méthode simplifiée proposée par le Guide du bruit des transports terrestres. Nous ne possédions pas toutes les informations nécessaires pour calculer de façon systématique une évaluation du bruit. En revanche, une étude des axes structurants de l'agglomération et des trafics montre une relation entre nombre de passages de bus, les trafics VP et notre appréciation des nuisances. L'estimation montre que le passage de plus de 500 bus par jour au pied de l'immeuble conduit à une baisse de 17,5 % du prix du logement. Cet impact se cantonne aux logements riverains.

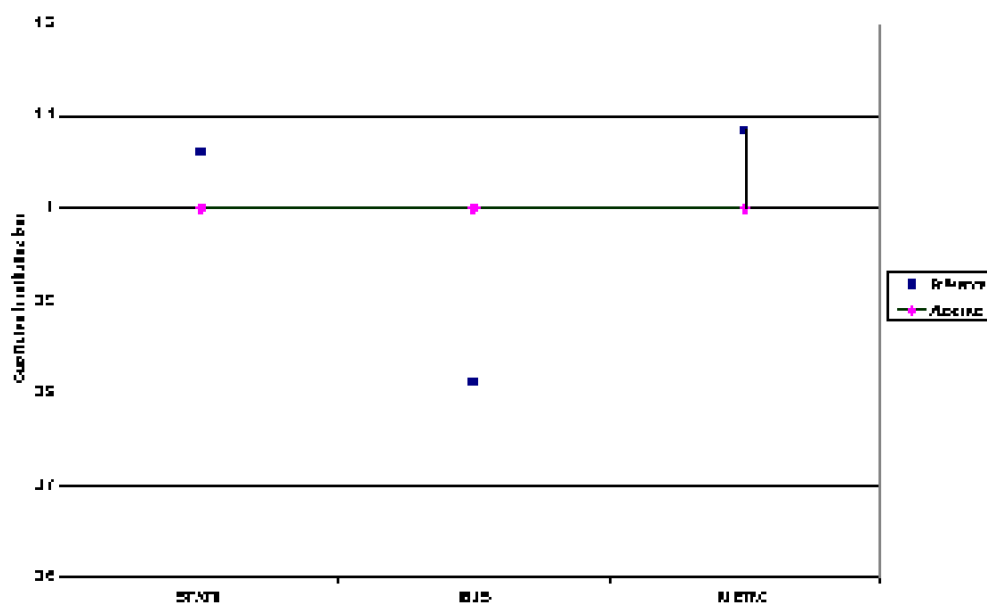


Figure 6.2 : Impact des variables aménagement et usage de l'espace public urbain

Un résultat important est l'impact de la distance au centre qui n'infirmes pas la théorie. En effet, la distance au centre joue de manière négative sur le prix du logement. Il faut rappeler que la distance au centre est prise en compte par l'intermédiaire d'une exponentielle négative de la distance. Ainsi un déplacement du centre à un lieu situé à 1 km du centre débouche sur une baisse du prix du logement de 9,1 %. Le graphique (Cf. figure 6.3) représente cette décroissance du prix des logements en fonction de la distance au centre.

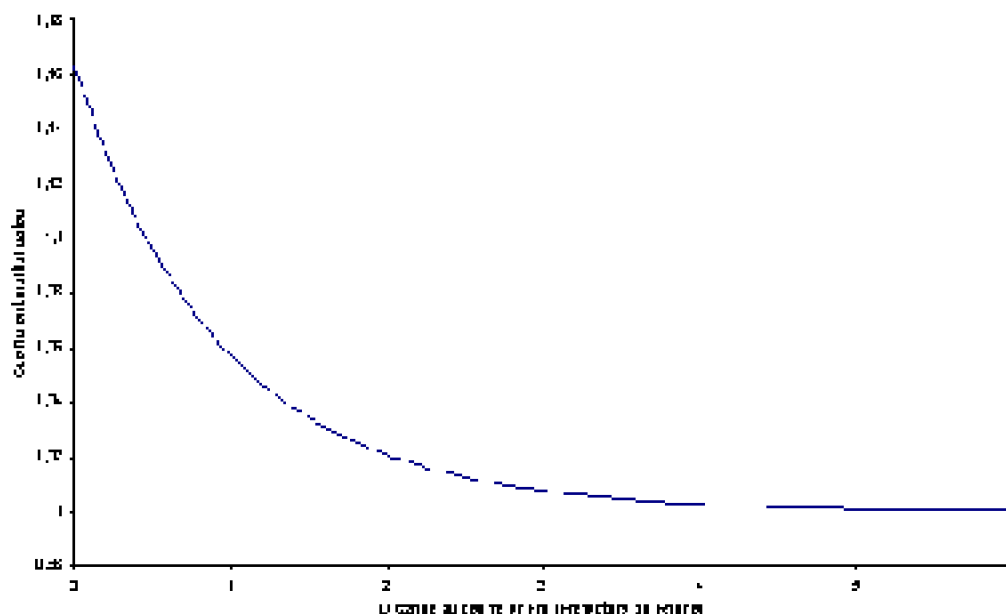


Figure 6.5 : Décroissance du prix des logements en fonction de la distance au centre

Enfin, la variable d'aménités sociales, correspondant au pourcentage d'ouvriers parmi les actifs dans le quartier INSEE où le logement est situé, entraîne une baisse de 0,008 % par pourcentage supplémentaire d'ouvriers (Cf. figure 6.3).

Figure 6.6. La décroissance des prix immobiliers en fonction du pourcentage d'ouvriers

absente

Pourcentage d'ouvriers dans la population active : 20 % 25 % 30 % 40 %

Pourcentage d'évolution du prix des logements : -16 % -20 % -24 % -30 %

4.4. Les enseignements de l'estimation de la fonction de valorisation immobilière

4.4.1. Une simulation de la valorisation immobilière de l'espace public urbain

Afin de simuler l'impact de l'aménagement et l'usage de l'espace public urbain sur le prix du logement nous proposons 7 scénarios possibles (à l'exception de l'absence des effets des trois variables) correspondant à la combinaison des trois variables *aménagement de l'espace de public urbain*. Le tableau 6.34 montre les conséquences de ces 4 scénarios sur le prix du logement.

Tableau 6.34 : La simulation de l'impact de l'aménagement et de l'usage de l'espace public urbain sur le prix du logement

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4	Scénario 5	Scénario 6	Scénario 7
Proximité d'une station de métro	X	X		X	X		
Stationnement bilatéral autorisé	X		X	X		X	
Passage de bus important				X	X	X	X
Taux de croissance du prix du logement (%)	15,14	8,44	6,18	-6,67	-12,10	-13,93	-18,94

NB : la croix signifie la présence de l'effet de la variable

Il est intéressant de comparer la situation la plus favorable et la moins favorable en termes d'aménagement et d'usages de l'espace public urbain. Ainsi l'écart de prix entre un logement confronté au scénario 1 et celui situé dans une localisation du type de celle du scénario 7 est d'environ 42,5 %. Cet écart est très important, montrant ainsi le rôle de l'aménagement dans la valorisation du prix des logements. Nous comprenons que les choix des investissements publics sur les prix du logement ne sont pas négligeables.

4.4.2. L'estimation de la valorisation immobilière de l'aménagement de l'espace public urbain

Nous venons de voir qu'en fonction de l'aménagement de l'espace public urbain les prix des biens immobiliers collectifs dits anciens peuvent varier de 42,5 %. Il est intéressant de déterminer pour notre échantillon, le montant de ces variations et le poids moyen de l'aménagement de l'espace public urbain dans les prix de l'immobilier à Lyon. Pour ce faire, il est nécessaire de calculer le prix estimé de chaque transaction à l'aide de la fonction des prix hédonistes lors de la présence puis de l'absence des variables liées à l'aménagement de l'espace public. Le tableau 6.35 présente les résultats de l'estimation de la valorisation immobilière de l'aménagement de l'espace public urbain.

Tableau 6.35 : L'estimation de la valorisation immobilière de l'aménagement de l'espace public urbain à Lyon

Montant estimé des transactions avec les variables liées à l'aménagement de l'espace public comprises dans l'équation (en francs)	583 677 907
Montant estimé des transactions avec les variables liées à l'aménagement de l'espace public non comprises (en francs)	562 555 896
La valorisation de l'aménagement de l'espace public urbain dans notre échantillon (en francs)	21 122 011
La valorisation de l'aménagement de l'espace public urbain en pourcentage des prix estimés pour notre échantillon	3,6 %

L'aménagement de l'espace public urbain est valorisé dans notre échantillon à environ 21 millions de francs. Ceci représente 3,6 % du montant total des transactions estimées (hors frais de notaires).

5. Conclusion

La fonction de valorisation immobilière estimée pour les logements collectifs dits anciens achetés par des particuliers en 1995 à Lyon indique que l'aménagement et l'usage de l'espace public urbain est une variable prise en compte dans la valorisation des biens immobiliers. La valorisation de l'aménagement de l'espace urbain est loin d'être négligeable puisqu'elle représente environ 3,6 % du montant des transactions estimées. Les situations en termes d'aménagement de l'espace public sont très contrastées. La différence entre les scénarios extrêmes est d'environ 42,5 %. L'impact des transports est important et est sûrement sous-estimé puisqu'il n'a pas été possible de prendre en compte les effets du réseau de transport collectif de surface relativement dense à Lyon. Les communes en choisissant la localisation et la nature des investissements en matière de transport et d'aménagement de l'espace public, provoquent des effets de valorisation et de dévalorisation des biens immobiliers.

Les résultats obtenus n'infirmant pas la théorie. En effet, tous les paramètres estimés ont le signe attendu. Les caractéristiques du logement et de l'immeuble représentent une

grande part du prix du logement. L'offre de biens publics locaux et plus particulièrement l'aménagement de l'espace public remettant en cause l'isotropie des localisations ont une incidence sur le prix des logements. En fonction des caractéristiques de l'aménagement, la valorisation est positive ou négative. Cela renforce l'idée que l'étude de la valorisation en recourant aux dépenses publiques n'est pas pertinente. Les ménages tiennent compte des caractéristiques de l'offre de biens publics locaux, mais pas des dépenses engagées dans leurs fonctions d'utilité. Le gradient de rente décroissant avec la distance au centre est observé. Le prix des logements diminue en fonction de l'éloignement de la Préfecture du Rhône.

L'introduction de la distance au centre, d'un effet localisé du métro ou des nuisances du passage des bus a permis de prendre en compte l'anisotropie des localisations. Cependant, les biens immobiliers sont localisés dans des quartiers qui se caractérisent par une certaine homogénéité interne en termes d'attributs. Cela nous oblige à nous intéresser aux conséquences de la remise en cause de l'hypothèse d'indépendance des observations sur l'estimation de la fonction de valorisation immobilière.

Nous savons que les modèles présentés dans ce chapitre sont soumis à un niveau élevé d'hétéroscédasticité. La présence d'hétéroscédasticité conduit à la remise en cause des t de Student et de la valeur du Fisher. Mais pourquoi ces modèles possèdent-ils de l'hétéroscédasticité ? Les analyses en coupe transversale sont connues pour générer souvent de l'hétéroscédasticité. Son existence peut relever de l'absence de prise en compte d'effets spatiaux. Anselin et Griffith (1988) montrent que les tests sur l'hétéroscédasticité sont très sensibles à la présence d'effets spatiaux. Aussi, l'existence d'hétéroscédasticité peut-elle résulter de la présence de relations spatiales entre les données non prises en compte par la méthode des moindres carrés ordinaires. Dans le prochain chapitre, les relations spatiales entre les observations seront étudiées et nous analyserons les modèles spatiaux qui nous permettront de les intégrer dans l'équation de valorisation immobilière.

CHAPITRE VII : Le marché de l'immobilier et l'économétrie spatiale

Le chapitre précédent a permis d'estimer une fonction de valorisation immobilière pour le marché des logements anciens dont les acheteurs sont des particuliers, sur le territoire de la commune de Lyon en 1995. Les caractéristiques des localisations ont été prises en compte par la distance au centre, le niveau d'aménité, l'offre de transport, *et cetera*. Les résultats sont significatifs du point de vue statistique et n'infirmes pas la théorie. Pourtant, certaines caractéristiques du marché de l'immobilier ne remettent-elles pas en cause la pertinence du recours aux moindres carrés ordinaires comme méthode d'inférence pour calculer les prix hédonistes des caractéristiques des biens immobiliers ? Dans le marché de l'immobilier, les observations se caractérisent par des coordonnées géographiques. Elles sont ordonnées dans l'espace, les données sont plus ou moins proches les unes

des autres. Elles sont notamment soumises aux mêmes aménités et au même environnement. L'existence d'autocorrélation spatiale oblige à recourir aux modèles de l'économétrie spatiale. En effet, l'économétrie spatiale propose des méthodes d'inférence prenant en compte l'interaction spatiale des observations.

1. Le marché de l'immobilier : la remise en cause des hypothèses du modèle linéaire général

Les développements méthodologiques de l'économétrie et de la statistique ont montré que l'utilisation des méthodes d'estimation standard ne conviennent pas pour estimer les fonctions dont les observations se caractérisent par des localisations singulières. Le caractère spatial des données conduit à une remise en cause des hypothèses du modèle linéaire général. Il nous faut donc rappeler ces dernières pour préciser cette remise en cause.

1.1. Les hypothèses du modèle linéaire général

L'utilisation des moindres carrés pour déterminer les paramètres d'un modèle linéaire est soumise au respect d'hypothèses simplificatrices.

Le modèle linéaire général est défini comme suit. Soit Y le vecteur rassemblant les valeurs de la variable expliquée, X la matrice des variables explicatives et a le vecteur des paramètres à estimer, b le scalaire représentant la constante et ε le vecteur des résidus.

L'équation à estimer sous forme matricielle s'écrit

$$Y = Xa + b + \varepsilon \quad (7.1)$$

Pour ce modèle, les hypothèses simplificatrices sont au nombre de trois.

- **H1 : La mesure des variables** Les variables x_i et y_i représentent des valeurs numériques observées sans erreur. La variable Y est une variable aléatoire par l'intermédiaire des résidus ε . Les variables explicatives X sont des données dans le modèle.
- **H2 : La distribution des erreurs** L'homoscédasticité des erreurs Les résidus ε sont distribués selon une loi indépendante de l'ordre des observations

$$\begin{cases} E(\varepsilon_i) = 0 \\ V(\varepsilon_i) = \sigma_\varepsilon^2 \end{cases} \quad (7.2)$$

Les résidus ε sont indépendants des valeurs prises par les variables explicatives X .

L'indépendance des erreurs

Les erreurs sont indépendantes entre elles pour les observations i et i' .

$$\begin{aligned} Cov(\varepsilon_i, \varepsilon_j) &= 0 \\ E(\varepsilon_i, \varepsilon_j) &= 0 \end{aligned} \tag{7.3}$$

La distribution des résidus suit une loi normale

H3 : Les variables explicatives du modèle L'absence de colinéarité des variables explicatives. Aussi n'est-il pas possible de trouver un vecteur λ tel que

$$\sum_{i=1}^p \lambda_i x_i = 0 \tag{7.4}$$

$$M = \frac{1}{n} (XX')$$
(7.5)

Certaines de ces hypothèses sont remises en cause par l'existence d'autocorrélation et d'hétérogénéité spatiales.

1.2. L'autocorrélation et l'hétérogénéité spatiales

L'existence d'autocorrélation a fait l'objet d'une importante littérature : Cliff et Ord (1973, 1981), Klaassen et Paelink (1979), Upton et Fingleton (1985), Anselin (1988). Plusieurs facteurs sont avancés pour expliquer la genèse de l'autocorrélation spatiale : les erreurs de mesure des données dans des espaces contiguës et l'existence d'interactions spatiales liées aux phénomènes étudiés.

Les analyses en coupe instantanée transversale sont soumises à la présence d'effets spatiaux. En effet, les observations sont souvent collectées de manière agrégée. Il existe régulièrement une divergence entre l'étendue du phénomène mesuré et la délimitation des zones servant à la collecte des informations. De nombreuses erreurs de mesure sont ainsi engendrées. Par ailleurs, des effets de débordement existent entre les zones d'étude. Aussi, par un effet de contagion, les erreurs de mesure dans une zone peuvent-elles entraîner des erreurs de mesure dans une autre zone. Ces effets de débordement des erreurs de mesure sont l'une des principales raisons d'apparition d'interaction spatiale.

Anselin (1988, p. 12) illustre le risque d'erreur de mesure en recourant à un exemple. Soit trois zones A, B et C dont les observations seront agrégées au niveau 1 et 2.

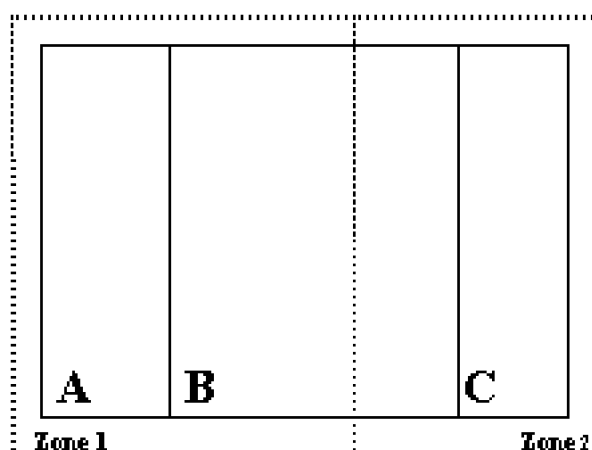


Figure 7.1 : Les erreurs de mesure lors de l'agrégation des données

Source : Anselin (1988, p.12)

Dans le cadre d'une régression, on obtient les relations suivantes :

$$\begin{cases} Y_1 = Y_A + \lambda Y_F \\ Y_2 = Y_C + (1 - \lambda) Y_F \end{cases} \quad (7.6)$$

La seconde explication avancée pour justifier l'apparition d'autocorrélation spatiale résulte du caractère intrinsèque des phénomènes étudiés. En effet, les localisations et les distances sont des caractères importants de la structuration des comportements des agents économiques et de leur inscription dans l'espace. La distance constitue notamment un frein à la diffusion des biens et aux déplacements des individus. Il existe des relations entre les observations qui dépendent des distances les séparant. Par conséquent, ce qui est observé à un endroit est déterminé (en partie) par ce qui se passe ailleurs dans le système (ANSELIN, 1988, p. 12).

En plus de la présence d'autocorrélation spatiale, il peut exister également de l'hétérogénéité spatiale. L'hétérogénéité spatiale résulte de la variabilité des caractéristiques de chaque localisation (hiérarchie des places centrales, existence de disparités de développement des régions, etc.). Ceci peut être pris en compte par des modèles économétriques spécifiques. En revanche, à l'hétérogénéité des phénomènes observés, il se rajoute l'hétérogénéité des unités spatiales servant d'unités d'observation. Les unités d'observation sont rarement homogènes. Lorsque ces différences sont reflétées dans des erreurs de mesure, cela induit de l'hétéroscédasticité à l'image de l'omission de certaines variables ou de la mauvaise spécification du modèle (ANSELIN, 1988, p. 13).

La présence d'effets spatiaux conduit au viol répété des hypothèses de la méthode des moindres carrés. Les tests standard utilisés supposent qu'il n'existe pas d'autocorrélation des résidus. L'autocorrélation des résidus viole ces hypothèses et les tests statistiques standard amènent à des conclusions incorrectes. Les résidus qui sont

positivement autocorrélés sous-estiment la variance résiduelle de la population et les t de Student sont surestimés (BASU et THIBODEAU, p. 62). C'est pourquoi, il est indispensable de tester la présence d'autocorrélation et d'hétérogénéité spatiale pour les modèles dont les observations ont des caractéristiques spatiales. Dans le cas où des effets spatiaux sont présents, il faut recourir aux méthodes et aux techniques *ad hoc* développées par la statistique et l'économétrie spatiales.

1.3. Les biens immobiliers et l'autocorrélation spatiale

L'étude du marché des biens immobiliers et l'estimation de la fonction de valorisation immobilière doit tenir compte de l'existence d'effets spatiaux. Les biens immobiliers sont des biens localisés qui capitalisent de nombreuses caractéristiques relevant de leur localisation. Ceci conduit à la présence d'autocorrélation spatiale.

En effet, tous les logements contigus connaissent les mêmes aménités de localisation. Il existe une certaine homogénéité interne des quartiers. Nous savons que les caractéristiques de localisation qui influencent le prix des logements incluent l'accessibilité, la proximité et la nature de l'offre de biens publics. D'autres éléments sont également pris en compte comme les variables socio-économiques (le revenu moyen des ménages, le taux de chômage, *etc.*), les caractéristiques de l'urbanisme (la densité de population, l'usage de l'espace pour l'habitation, pour des activités économiques, *etc.*). Par ailleurs, les logements contigus ont souvent été construits à la même époque. Ainsi, ils possèdent les mêmes caractéristiques et le même niveau d'équipement (aménagement intérieur, taille des différents types de pièces, *standing*, *etc.*). La valorisation immobilière des aménités (au sens large) remet en cause l'hypothèse d'indépendance des observations.

La méthode des prix hédonistes tente d'expliquer les variations du prix des logements en fonction des caractéristiques structurelles du logement et de ses caractéristiques de localisation. De nombreuses variables explicatives sont mesurées facilement, D'autres ne sont pas disponibles et ne peuvent pas être déterminées de façon précise, notamment, lorsqu'il s'agit au préalable de définir l'aire d'une zone pour laquelle la variable sera renseignée. Souvent, les données reprennent un zonage qui n'est pas (ou plus) forcément pertinent.

Par ailleurs, le fonctionnement du marché conduit à tenir compte de l'autocorrélation spatiale. En effet, lors d'une vente d'un logement, le propriétaire peut demander conseil pour l'évaluation de son bien immobilier à un notaire ou à un agent immobilier. Pour estimer le bien, le professionnel fait référence aux biens vendus précédemment dans le voisinage. En outre, la communication régulière par la presse des prix au mètre carré par arrondissement et par quartier conduit au même résultat. Le prix d'un logement dépend indirectement du prix des biens immobiliers environnants. Ainsi Can (1990, p. 259) donne l'exemple suivant : *houses located in the transition area between low-income and upper-middle income neighborhoods will be assessed by the realtor at a higher value than would occur if the realtor only considered the locational attributes.*

Ceci oblige à étudier les différentes manières de tenir compte de l'autocorrélation spatiale dans les modèles économiques. **L'analyse des effets exercés sur une variable**

par les autres n'utilise pas vraiment toutes les caractéristiques de l'espace tant qu'elle n'est pas combinée avec une analyse des interactions entre observations. L'espace, en effet, n'est pas composé d'unités isolées les unes des autres. Ce qui se passe dans chacune d'entre elles peut influencer les autres : il y a interaction spatiale (JAYET, 1993, p. 7). Aussi la première étape pour tenir compte de l'autocorrélation spatiale consiste-t-elle à définir la contiguïté et la proximité. *Everything is related to everything else, but near things are more related than distant things* (TOBLER, 1979, cité par ANSELIN, 1988, p. 8).

2. La dépendance spatiale

La différence entre l'analyse de données spatiales et les analyses a-spatiales s'exprime par la prise en compte de l'arrangement spatial des observations. Cet arrangement spatial doit être formalisé afin de pouvoir être introduit dans le modèle. La notion retenue pour tenir compte des interactions spatiales entre observations est la notion de contiguïté. La formalisation de la contiguïté passe par la détermination d'une matrice représentant les effets spatiaux.

La matrice des effets spatiaux (W) recense l'organisation spatiale des données. Il s'agit d'une matrice carrée symétrique comportant autant de lignes et de colonnes que de zones géographiques (ou d'observations). L'élément de la matrice w_{ij} correspond à l'interaction potentielle entre une observation i et une observation j . Lorsqu'un élément $w_{ij} = 0$, cela suppose qu'il n'existe pas d'interaction entre les deux observations. L'interaction entre deux données peut revêtir plusieurs formes. En effet, en fonction du type de données étudiées et de leur organisation spatiale, la relation entre observations peut prendre la forme d'une matrice de contiguïté, d'une matrice de distance de contiguïté ou d'une matrice de distance.

2.1. La mesure de l'interaction spatiale

Moran (1948) et Geary (1954) sont les premiers à proposer une mesure de l'interaction spatiale. L'autocorrélation spatiale est basée sur la notion de contiguïté binaire entre observations spatiales. Les observations correspondent à des zones. Chaque zone possède des frontières communes avec d'autres zones. Si deux zones ont une frontière commune, les deux observations sont considérées comme contiguës. La valeur 1 est attribuée pour mesurer cette interaction. En l'absence de frontière commune, l'élément correspondant à ces deux zones de la matrice spatiale est égal à 0. Ce type de contiguïté peut être facilement déterminé. D'autres formes existent notamment lorsque les observations se répartissent dans un espace organisé sous la forme d'une grille régulière.

En effet, Cliff et Ord (1973) illustrent les différentes formes de contiguïté en prenant comme référence un espace défini par des zones régulières. On peut assimiler cette organisation de l'espace à un échiquier. Ces deux auteurs isolent trois principaux types de contiguïté. Ils sont représentés par les mouvements possibles de trois pièces du jeu d'échec : la tour, le fou et la dame.

- La contiguïté assimilée aux déplacements de la tour correspond à la situation où la

contiguïté est définie par l'existence de bordures en commun entre les cases. Ainsi dans l'exemple ci dessous, les cases b sont contiguës à la case a.

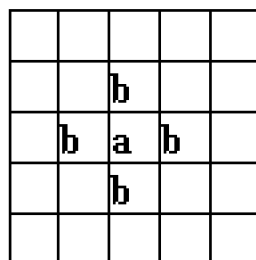


Figure 7.2 : La contiguïté (le cas de la tour)

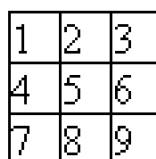


Figure 7.3 : L'organisation de l'espace et la matrice de contiguïté (le cas de la tour)
(les numéros permettent de repérer les cases)

La matrice de contiguïté

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
2	1	0	1	0	1	0	0	0	0
3	0	1	0	0	0	1	0	0	0
4	1	0	0	0	1	0	1	0	0
5	0	1	0	1	0	1	0	1	0
6	0	0	1	0	1	0	0	0	1
7	0	0	0	1	0	0	0	1	0
8	0	0	0	0	1	0	1	0	1
9	0	0	0	0	0	1	0	1	0

La matrice de contiguïté déduite de l'organisation de l'espace définie par la matrice carrée de dimension 3 et de la définition de la contiguïté (cas de la tour) donne la matrice carrée de dimension 9 (Cf. figure 7.3)

- La contiguïté de type *déplacement du fou* est représentée dans la figure 9. Elle consiste à considérer comme contiguës les cases ayant uniquement des sommets en commun. Les cases c sont contiguës à la case a.

	c		c	
		a		
	c		c	

Figure 7.4 : La contiguïté (le cas du fou)

- La contiguïté telle que définie par les déplacements de la dame sur le jeu d'échec correspond au cas où les cases contiguës posséderaient soit des bordures, soit des sommets en commun. Toutes les cases c et b sont considérées comme contiguës à la case a.

	c	b	c	
	b	a	b	
	c	b	c	

Figure 7.5 : La contiguïté (le cas de la dame)

$$\begin{cases} w_y = 0 \Rightarrow i = j \\ w_k \leq w_y + w_x \end{cases} \quad (7.7)$$

Pour reprendre l'exemple de la contiguïté définie par les déplacements de la tour sur le jeu d'échec, la figure 4 montre l'ordre de contiguïté à partir de a pour les 24 cases.

4	3	2	3	4
3	2	1	2	3
2	1	a	1	2
3	2	1	2	3
4	3	2	3	4

Figure 7.6 : La contiguïté d'ordre k (le cas de la tour)

Ceci est valable pour des observations basées sur des représentations de l'espace sous la forme de zones géographiques régulières. Lorsque les zones sont régulières, les contiguïtés de même ordre sont équivalentes, donc elles sont pondérées du même poids.

En revanche, attribuer le même poids aux contiguïtés de même ordre lors d'un zonage irrégulier est plus discutable. En effet, on peut imaginer que les interactions potentielles entre deux zones irrégulières peuvent être proportionnelles à la longueur de leur frontière commune. D'autres indicateurs peuvent servir à définir la contiguïté en rompant ainsi avec l'équivalence des interactions, notamment les voies de communications reliant les deux zones, les trafics, *et cetera*.

La définition de la contiguïté et de la distance de contiguïté s'est intéressée aux observations définies à partir d'espaces structurés en zones. Les observations peuvent être des points irrégulièrement disposés dans l'espace. La notion de proximité se substitue à la notion de contiguïté. La distance géométrique est souvent utilisée mais il existe d'autres définitions de la distance qui peuvent mieux prendre en compte les frictions auxquelles doivent faire face tous les déplacements dans l'espace (distance-temps, distance-coûts, *etc.*).

La notion de contiguïté et de proximité a évolué depuis la formalisation par Moran et Geary. De nombreuses formalisations ont été proposées (ANSELIN, 1988, p. 20).

L'interaction entre deux observations est alors formalisée dans le cas général de la manière suivante :

$$w_{ij} = f(d_{ij})$$

avec d_{ij} la distance entre les points i et j , f est une fonction décroissante.

Cliff et Ord (1973, 1981) suggèrent d'utiliser simultanément une mesure de la distance (l'inverse de la distance, l'exponentiel négatif de la distance) et la part de longueur totale de frontière de la zone i qui est commune avec la zone j :

$$w_{ij} = [d_{ij}]^{-a} [\beta_{ij}]^b \quad (7.8)$$

avec d_{ij} la distance entre les centroïdes des zones i et j , β_{ij} la part de la frontière de la zone i qui est commune avec la zone j , a et b sont deux paramètres.

DACEY (1968) propose de prendre en compte l'aire des zones :

$$w_{ij} = d_{ij} \alpha_i \beta_{ij} \quad (7.9)$$

avec d_{ij} une mesure de la contiguïté entre les zones i et j , α_i la part de l'aire de la zone i par rapport à l'aire totale des zones étudiées, β_{ij} la part de la frontière de la zone i qui est commune avec la zone j .

Bodson et Peeters (1975) s'intéressent à une mesure générale de l'accessibilité qui est formalisée par une fonction logistique. Elle prend en compte l'influence des voies de communication entre les zones comme les routes, les voies ferrées, *etc.*

$$W_y = \sum_j k_j \left(\frac{a}{[1 + b e^{-c_j d_{jj}}]} \right) \quad (7.10)$$

avec k_j l'importance des voies de communication dans la zone j , d_{jj} la distance séparant les centroïdes des deux zones, a , b et c_j sont des paramètres à estimer.

Ces formulations complexes permettent de prendre en compte l'organisation spatiale des observations ponctuelles. La matrice de distance traditionnelle demeure utilisée dans de nombreuses études empiriques.

2.2. La prise en compte de la dépendance spatiale

Nous savons que le marché de l'immobilier viole de nombreuses hypothèses concernant le mode linéaire. Plusieurs solutions peuvent être adoptées pour remédier à cette caractéristique du marché de l'immobilier. La première est de spécifier au mieux la partie non aléatoire de l'équation, la seconde est de modéliser la dépendance entre les résidus.

2.2.1. Une meilleure spécification du modèle

Afin de prendre en compte la spatialisation des données, on recourt souvent à l'introduction de variables explicatives comme la distance par rapport aux différents centres et des indicateurs représentant certaines caractéristiques de zones urbaines. Mais ceci n'est pas suffisant pour que les résidus ne soient plus autocorrélés spatialement. Belsley, Kuh et Welsch (1980, p. 239) montrent que, malgré l'introduction de ce type de variables par Harrison et Rubinfeld (1978), les résidus sont toujours autocorrélés (PACE, BARRY et SIRMANS, 1998, p. 6).

Par ailleurs, il est difficile de pouvoir modéliser la partie non aléatoire du phénomène à partir de quelques variables comme il est d'usage en économétrie. Deux solutions ont été envisagées mais elles débouchent toutes deux sur la proposition d'un nombre de variables explicatives trop important pour que cela puisse être réalisable.

En effet, l'analyse spatiale est réalisée sur deux dimensions, ce qui oblige à recourir à un nombre de variables explicatives très important. L'analyse des séries chronologiques est éclairante à ce sujet. En effet, les séries temporelles requièrent pour la modélisation du trend au-delà de l'évolution du temps un indicateur pour chaque année. L'analogie entre les modèles temporels et les modèles spatiaux est fréquemment utilisée. Ainsi, l'analyse de phénomènes spatiaux nécessiterait non pas autant de variables explicatives que d'observations comme pour les variables temporelles, mais le carré du nombre d'observations puisque les phénomènes spatiaux se déroulent dans deux dimensions. La seconde proposition se situe dans le cadre d'une analyse par zone. Alors si nous supposons que le nombre d'observations par zone, nécessaire pour une analyse robuste est d'au moins 20 transactions immobilières, cela revient à avoir un nombre plus réduit de variables endogènes, égal au nombre d'observations divisé par le nombre de transactions par zone, soit dans notre cas environ 75 variables. L'on convient aisément que ceci est impossible.

D'autres solutions sont également proposées. Jackson (1979) propose de modéliser le caractère spatial des données en utilisant dans la fonction des prix hédonistes une polynomiale croisant les coordonnées géographiques de chaque observation. Cette fonction polynomiale crée une surface. Mais de nombreux problèmes sont associés à cette méthode (DUBIN, 1992) :

- Elle provoque des distorsions à la marge de la zone afin de pouvoir mieux s'ajuster aux points situés au centre ;
- Les termes de la polynomiale sont souvent très corrélés provoquant ainsi de la multicolinéarité ;
- Une distribution inégale des données peut fausser l'ajustement ;
- Une autocorrélation positive des erreurs peut conduire à recourir à une polynomiale d'ordre élevé ;
- La polynomiale a tendance à lisser les phénomènes.

Afin d'améliorer les résultats des analyses, des méthodes plus spécifiques de modélisation des dépendances spatiales ont été développées.

2.2.2. Le recours aux modèles de géostatistique

En cas de présence d'autocorrélation spatiale résultant de la dépendance des caractéristiques et de l'accessibilité des localisations, d'autres méthodes sont utilisées. En effet, les paramètres estimés de la fonction des prix hédonistes par la méthode des moindres carrés ordinaires sont inefficients en cas de présence d'autocorrélation spatiale. Pour obtenir des estimateurs non biaisés, il est nécessaire de recourir à la méthode des moindres carrés généralisés. Mais ceci requiert la connaissance de la matrice de variance-covariance des résidus qui n'est en général pas connue.

Deux méthodes sont souvent utilisées pour calculer cette matrice : le maximum de vraisemblance et une procédure itérative. Chica Olmo (1992, p. 1332) indique que la première conduit à des estimateurs biaisés lors de faibles variations et que la seconde également produit des biais mais fournit des approximations raisonnables (UPTON et FLINGLETON, 1990, p. 367 et RIPLEY, 1981, p. 58). Les modèles de géostatistique sont ainsi proposés pour prendre en compte l'autocorrélation spatiale.

La géostatistique est une branche de la statistique appliquée développée par George Matheron (1965), un géomathématicien français. Elle permet d'estimer les variations de qualité de minerai dans les gisements. Ces outils ont été appliqués à d'autres domaines que la recherche géologique et minière. La méthode est basée sur les variables *régionalisées* qui sont des variables se situant entre les variables aléatoires et les variables déterministes. Les variables régionalisées décrivent les phénomènes caractérisés par des distributions géographiques.

Ces méthodes sont utilisées pour estimer la valeur d'un paramètre (grandeur mesurable) à n'importe quel point de l'espace étudié, à partir de données mesurées ponctuellement (donc supposées exactes). L'estimation de la valeur d'un paramètre en un point, pour lequel on ne dispose pas de mesures, est calculée par une combinaison

linéaire de toutes les valeurs mesurées sur le périmètre étudié (krigeage). Cependant, chaque valeur mesurée est pondérée en fonction de sa distance avec le point estimé. La pondération est calculée à l'aide d'un variogramme qui est une représentation de l'évolution de la variance en fonction de la distance. L'utilisation de la géostatistique implique l'hypothèse de stationnarité (sur le périmètre d'étude, les deux premiers moments de la distribution du paramètre : moyenne et variance sont constants) ou au moins l'hypothèse intrinsèque (la variance ne dépend que de la distance entre les points de mesures et non de leur position absolue). Les erreurs sont isotropiques. Les modèles de géostatistique conduisent à l'élaboration de cartes avec des isocourbes sur lesquelles la valeur du phénomène étudié peut être lue pour toutes les localisations existantes.

La première étape des modèles de géostatistique consiste à modéliser la dépendance des résidus pour chaque couple d'observations. Ainsi une plus petite distance implique une plus faible variance et une plus grande distance induit une plus grande variance. Mais la variance augmente en fonction de la distance jusqu'à une certaine distance puis se stabilise pour former un plafond appelé *Sill*. La distance à partir du point de départ jusqu'au point associé au début du *Sill* correspond à l'étendue de la variable régionalisée. Dans cette zone, les localisations sont proches les unes des autres et forment un voisinage. Les observations dans cette zone serviront à l'estimation d'une valeur pour une localisation ne faisant pas partie des observations.

Le krigeage est la procédure d'estimation utilisée dans un second temps qui reprend les valeurs connues et le variogramme pour déterminer des valeurs ne faisant pas partie des observations. Le krigeage (*kriging* en langue anglaise) a été développé par Krig, ingénieur minier sud-africain. Basé sur l'utilisation du variogramme, les poids spatiaux sont assignés aux valeurs inconnues afin de déterminer leur valeur pour toutes les localisations.

Les modèles de géostatistique appliqués à l'estimation du prix des biens immobiliers ont connu un développement important depuis 15 ans. Ainsi Dubin (1992) a appliqué ces modèles au marché de l'immobilier à Baltimore (EU) et montre que par rapport à la méthode des moindres carrés ordinaires, le krigeage réduit la somme des carrés des résidus de 38 %. Basu et Thibodeau (1998) appliquent à des sous-marchés du logement à Dallas (EU) le krigeage et montrent que pour six des huit sous-marchés, les modèles de géostatistique améliorent les résultats obtenus avec la méthode des moindres carrés ordinaires. Chica Olmo (1992) conclut que les résultats trouvés pour le marché du logement à Grenade en Espagne indiquent que ***cette méthode est l'instrument idéal pour les analyses de données en coupe transversale en présence d'autocorrélation spatiale***. Il met en exergue que, en plus de permettre l'estimation spatiale du prix du logement, les modèles de géostatistique calculent la valeur de la localisation.

2.2.3. Le recours à l'économétrie spatiale

Au côté des modèles de géostatistique, un autre champ de recherche tente de modéliser les interactions spatiales entre observations. Il s'agit de l'économétrie spatiale. Paelink a été le fondateur de l'économétrie spatiale avec ses travaux sur les modèles économiques multirégionaux au début des années soixante-dix. L'économétrie standard commence à

reconnaître la nécessité de prendre en compte l'organisation spatiale des données.

2.2.3.1. Les principes de l'économétrie spatiale

Paelink et Klaassen (1979) posent cinq caractéristiques de l'économétrie spatiale :

- le rôle de l'interdépendance spatiale dans les modèles spatiaux. Les modèles spatiaux sont des modèles avec l'autocorrélation spatiale entre les phénomènes observés. L'exemple souvent présenté pour montrer l'existence de l'interdépendance spatiale concerne les revenus et les dépenses : les dépenses engagées dans un lieu donnent naissance à des revenus qui seront partiellement dépensés dans des lieux différents conduisant à des revenus ailleurs dans l'espace.
- l'asymétrie des relations spatiales. Les relations ne sont pas les mêmes en fonction des espaces concernés. Par exemple, les probabilités spatiales d'achat d'un bien par un citadin diffèrent de celles d'un rural (JAYET, 1993).
- le principe d'allotopie Les phénomènes économiques étudiés ne s'expliquent pas uniquement par les facteurs localisés dans le même espace. Ils s'expliquent par des facteurs qui se déroulent dans d'autres espaces.
- la différenciation entre interaction *ex ante* et *ex post* Il est parfois nécessaire de distinguer les phénomènes de fonctionnement (*ex post*) et les phénomènes d'installation (*ex ante*). Ceci est vrai notamment dans les modèles de localisation résidentielle qui révèlent l'attrait des ménages pour une localisation mais n'indiquent pas les conséquences de ces choix sur les déplacements par exemple.
- une modélisation explicite de l'espace L'espace apparaîtra dans les modèles explicitement par des distances, des densités, des coûts de transport, etc.

Les principes des modèles spatiaux posés, il nous faut définir les deux principaux modèles linéaires spatiaux.

Deux cas de figure peuvent se présenter lorsqu'on s'intéresse à l'autocorrélation spatiale. En effet, l'autocorrélation spatiale existe quand la valeur de la variable expliquée ou les résidus pour chaque localisation sont corrélés aux autres valeurs de la variable dépendante ou aux résidus des autres localisations. Ceci est formulé pour des observations voisines i et j par

$$E(y_i y_j) \neq 0 \text{ ou } E(\varepsilon_i \varepsilon_j) \neq 0 \quad (7.11)$$

Les conséquences de la non prise en compte de l'autocorrélation spatiale dans une régression, lorsqu'elle est présente, dépendent de la forme de l'hypothèse alternative. Comme pour tous les tests de mauvaise spécification, l'hypothèse nulle reflète l'absence d'erreurs de spécification. Dans notre cas, il s'agit du modèle de régression standard avec homoscedasticité et des résidus non corrélés.

L'hypothèse alternative correspond à deux principaux modèles : le modèle spatial autorégressif et le modèle spatial avec autocorrélation des résidus.

2.2.3.2. Le modèle spatial autorégressif

Le modèle spatial autorégressif consiste à tenir compte de l'autocorrélation spatiale oubliée dans le modèle linéaire standard en y ajoutant une variable explicative autorégressive de la forme W_y .

Ce modèle est un modèle spatial autorégressif de la forme :

$$y = \rho W_y y + X\beta + \varepsilon \quad (7.12)$$

avec W_y la variable autorégressive, ρ le coefficient autorégressif spatial.

L'hypothèse nulle de l'absence d'autocorrélation correspond à

$$H_0 : \rho = 0 \quad (7.13)$$

Si cette forme d'autocorrélation spatiale est ignorée, les paramètres estimés sont biaisés ainsi que tous les tests basés sur le modèle de régression standard.

2.2.3.3. Le modèle spatial avec autocorrélation

Le second modèle prend en compte l'autocorrélation spatiale en formalisant l'autocorrélation des résidus comme une combinaison linéaire des résidus pondérés par la matrice spatiale.

Ce modèle peut s'exprimer de la façon suivante :

$$\begin{cases} y = X\beta + \varepsilon \\ \varepsilon = \lambda W \varepsilon + \xi \end{cases} \quad (7.14)$$

avec W la variable autorégressive, λ le coefficient autorégressif et ξ les résidus homoscedastiques et non autocorrélés.

L'hypothèse nulle est de la forme :

$$H_0 : \lambda = 0 \quad (7.15)$$

Les conséquences de l'oubli de la dépendance spatiale des erreurs sont semblables à l'effet de la présence d'hétéroscédasticité. Les paramètres estimés par les moindres carrés ordinaires demeurent non biaisés. Les t de Student et les tests de Fisher sont trompeurs et le coefficient de détermination R^2 l'est également.

3. L'estimation des modèles spatiaux à l'aide de l'économétrie

spatiale

3.1. De l'importance du choix de la matrice spatiale

Il est nécessaire d'insister sur l'impact du choix de la définition de la contiguïté dans la valeur de l'indice de Moran. En effet, lorsque l'on teste l'absence d'autocorrélation, on teste une autocorrélation spatiale particulière définie par une définition singulière de la contiguïté. Les coefficients de la matrice servent pour calculer le test. Aussi, est-il nécessaire d'en tenir compte, lorsqu'on rejette l'hypothèse d'absence d'autocorrélation.

Cliff et Ord (1973) montrent dans un exemple qu'en fonction de la définition de la contiguïté, la conclusion quant à la forme de l'autocorrélation est différente. Reprenons le cas de l'échiquier et les trois types de contiguïté (la tour, le fou, la dame). Dans le cas de la tour, les observations contiguës à une observation donnée sont toutes de couleur opposée à la sienne, il y a autocorrélation spatiale négative. Dans le cas du fou, les observations contiguës sont toutes de la même couleur que celle-ci, l'autocorrélation spatiale est positive. Dans le cas de la dame, il en va différemment il y a absence d'autocorrélation spatiale puisque chaque observation est contiguë à autant d'observations d'une couleur que de l'autre couleur.

absente

Source : Jayet (1993, p. 67)

3.2. Les tests de choix de spécification du modèle spatial avec autocorrélation

3.2.1. L'indice de Moran

Afin de déterminer la spécification de l'autocorrélation spatiale, le test statistique le plus usité est l'indice de Moran.

L'indice de Moran est défini par

$$I = \frac{1}{N-1} \frac{e' W e}{e' e} \quad (7.16)$$

avec e le vecteur des résidus issus de la régression des données par la méthode des moindres carrés ordinaires, W la matrice spatiale, N le nombre d'observations et $e'e$ correspond à la somme des éléments de la matrice spatiale.

Lorsque la matrice spatiale est standardisée, alors la somme des éléments par ligne est égale à 1. L'indice de Moran est simplifié de la manière suivante :

$$I = \frac{e' W e}{e' e} \quad (7.17)$$

Il est à noter que ce test ressemble au test de Durbin-Watson d'autocorrélation utilisé pour les séries chronologiques.

Afin de pouvoir mesurer la pertinence de l'indice de Moran, il faut le comparer à une valeur théorique z_i dont la formule est la suivante :

$$z_i = \frac{I - E(I)}{SD(I)} \quad (7.18)$$

avec $E(I)$ la moyenne théorique et l'écart-type théorique.

Ensuite, l'on suppose que z_i suit une distribution normale (moyenne égale à zéro et variance égale à 1). La significativité peut être déterminée en comparant z_i à sa probabilité dans la table d'une distribution normale standard.

L'interprétation est la suivante. Une valeur z_i positive avec une probabilité critique faible indique une autocorrélation spatiale positive. Les valeurs élevées (ou les valeurs faibles) sont groupées. Une valeur z_i négative avec une probabilité critique faible montre qu'il existe une autocorrélation spatiale négative.

Il est nécessaire d'insister sur l'impact du choix de la définition de la contiguïté dans la valeur de l'indice de Moran. En effet, lorsque l'on teste l'absence d'autocorrélation, l'on teste une autocorrélation spatiale particulière à partir d'une définition singulière de la contiguïté. Les coefficients de la matrice servent pour calculer le test. Aussi est-il nécessaire d'en tenir compte, lorsqu'on rejette l'hypothèse d'absence d'autocorrélation.

3.2.2. Le test du multiplicateur de Lagrange

Lorsque les modèles sont estimés par le maximum de vraisemblance, les tests concernant les coefficients autorégressifs sont basés sur le test de Wald, le t-test asymptotique (de la matrice de variance asymptotique) ou sur le test du ratio de vraisemblance. Ces tests obligent à estimer le modèle spatial.

Une autre méthode permet de se passer de l'estimation du modèle. Il s'agit des tests basés sur le multiplicateur de Lagrange (LM). Il part d'une estimation basée uniquement sur l'hypothèse nulle.

LM_{ERR} est défini par :

$$LM_{ERR} = \frac{[s'W_s/\sigma^2]^2}{Tr[(W + W')W]} \quad (7.19)$$

LM_{ERR} suit un Khi deux d'ordre 1.

3.2.3. Le test de Kelejian-Robinson

Kelejian et Robinson (1992) proposent ce test. Il consiste à une régression du produit des résidus et du produit des variables explicatives rassemblés dans une matrice Z avec P

colonnes. Les produits de chaque paire d'observations dont la corrélation est supposée nulle sont au nombre h_{ij} .

La statistique correspond au

$$KR = \frac{(y'Z'Zy)}{(a'a/h_w)} \quad (7.20)$$

Le test de Kelejian-Robinson suit un Khi deux avec P degrés de liberté.

3.3. Les tests de choix de spécification du modèle spatial autorégressif

De la même manière que le test du multiplicateur de Lagrange pour tester le modèle spatial avec autocorrélation, le test LM pour le modèle spatial autorégressif est un test basé sur l'hypothèse nulle.

$$LM_{LAG} = \frac{[s'Wy / (s's/N)]^2}{D} \quad (7.21)$$

avec

$$D = [(WX\beta)'(I - X(X'X)^{-1}(WX\beta)/\sigma^2) + tr(W^2 + W'W)]$$

LM_{LAG} suit une distribution d'un Khi deux d'ordre 1.

3.4. L'estimation des modèles spatiaux

Nous ne présenterons pas en détail l'ensemble des méthodes permettant d'estimer les paramètres des modèles spatiaux. Nous présenterons une synthèse des ouvrages de Jayet (1993) et Anselin (1988) tout en conservant les notations que nous avons adoptées jusqu'ici. Pour une présentation détaillée, il faut se référer à Jayet (1993, p. 70-107) et Anselin (1988, chapitre 6, 7 et 8).

Deux types de méthodes d'estimation des modèles spatiaux existent : les méthodes basées sur le maximum de vraisemblance et les méthodes basées sur les variables instrumentales. La première est généralement privilégiée. En cas d'absence de normalité de la distribution des résidus et de présence d'hétéroscédasticité, la deuxième approche est requise.

3.4.1. Le modèle spatial avec autocorrélation des résidus

Le modèle spatial avec autocorrélation des résidus s'écrit :

$$\begin{cases} y = X\beta + s \\ s = \lambda Ws + \lambda \xi \Leftrightarrow (I - \lambda W)s = \lambda \xi \end{cases} \quad (7.22)$$

avec $E(\varepsilon) = 0$ et $V(\varepsilon) = \sigma^2 \Omega$

Pour pouvoir estimer les paramètres β , il faut estimer les quatre inconnues λ , σ^2 , ρ , α . Avant de nous intéresser à cette estimation, nous allons supposer que λ et α sont connus. Nous savons que le modèle est défini par :

$$y = X\beta + \varepsilon \tag{7.23}$$

avec

$$E(\varepsilon) = 0, V(\varepsilon) = \sigma^2 \Omega \text{ et } \Omega^{-1} = [(I - \lambda W)'(I - \lambda W)]^{-1}$$

Dans ce cas, nous devons utiliser les moindres carrés généralisés avec la matrice de variance-covariance connue Ω , nous obtenons une estimation du paramètre β .

$$\hat{\beta} = [(X'(I - \lambda W)'(I - \lambda W)X)]^{-1} X'(I - \lambda W)'(I - \lambda W)y = (X\Omega^{-1}X')^{-1} X\Omega^{-1}y \tag{7.24}$$

Lorsque λ et α sont inconnus, nous devons recourir à la méthode du maximum de vraisemblance. La fonction de maximum de vraisemblance dans le cas d'un modèle spatial avec autocorrélation est formulée de la manière suivante :

$$L(\lambda, \rho, \sigma^2, \beta) = \sum_{i=1}^n \ln(1 - \lambda w_i) - \frac{K}{2} - \frac{1}{2\sigma^2} (y - X\beta)'(I - \lambda W)'(I - \lambda W)(y - X\beta) \tag{7.25}$$

avec w_i les valeurs propres de la matrice spatiale.

Pour pouvoir maximiser la fonction de vraisemblance afin d'obtenir une estimation des paramètres, nous devons suivre une procédure itérative en quatre étapes :

- 1^{ère} étape : Il faut estimer les paramètres β à l'aide de la méthode des moindres carrés ordinaires, puis calculer les résidus.
- 2^{ème} étape : Il faut ensuite déterminer

$$\hat{\lambda}$$

par une maximisation d'une vraisemblance pour le modèle spatial autorégressif

$$\hat{\varepsilon} = \lambda \hat{\varepsilon} + \xi$$

- 3^{ème} étape : Il faut calculer un estimateur

$$\hat{\beta}$$

à partir de

$$\hat{\lambda}$$

en utilisant les moindres carrés généralisés.

4^{ème} étape : Il est nécessaire de recommencer les étapes 1 à 3 jusqu'à convergence du paramètre

$$\hat{\lambda}$$

Ces quatre étapes conduisent à l'estimation des paramètres

$$\hat{\beta}$$

du modèle spatial avec autocorrélation. Nous allons voir que l'estimation du modèle spatial autorégressif utilise la même méthode.

3.4.2. Le modèle spatial autorégressif

3.4.2.1. La méthode du maximum de vraisemblance

Le modèle spatial autorégressif s'écrit :

$$y = \rho W y + X \beta + \varepsilon \tag{7.26}$$

Comme pour le modèle spatial avec autocorrélation, quatre paramètres sont à estimer

$$\rho, \sigma^2, \mu, \beta$$

En recourant aux moindres carrés généralisés avec la matrice de variances-covariances connue Σ , nous obtenons une estimation de β :

$$\hat{\beta} = [(X'(I - \rho W)(I - \rho W)X)]^{-1} X'(I - \rho W)(I - \rho W)y - (X \Sigma^{-1} X)^{-1} X \Sigma^{-1} y \tag{7.27}$$

Pour trouver l'estimation des paramètres lorsque ρ et σ^2 sont inconnus, il faut recourir à la maximisation de la fonction de vraisemblance définie par :

$$L(\rho, \sigma^2, \mu, \beta) = \sum_i \ln(1 - \lambda w_i) - \frac{N}{2} \ln(\sigma^2) - \frac{N}{2} \ln(\sigma^2) - \frac{y' (I - \rho W) X \beta (I - \rho W) y - \rho W X \beta X' \rho W}{\sigma^2} \tag{7.28}$$

avec w_i les valeurs propres de la matrice spatiale.

Pour pouvoir déterminer les paramètres, il faut recourir à la même méthode itérative que pour la détermination du modèle spatial avec autocorrélation des résidus.

3.4.2.2. La méthode des variables instrumentales

L'estimation des modèles spatiaux autorégressifs peut être réalisée par la méthode des

variables instrumentales. Cette méthode conduit à des estimateurs robustes. Elle permet de se soustraire de l'hypothèse de la distribution normale des résidus qu'il est indispensable de respecter lors de l'utilisation du maximum de vraisemblance.

- Le modèle spatial autorégressif s'écrit de la manière suivante :

$$y = \rho W y + X\beta + \varepsilon \tag{7.29}$$

avec y le vecteur (N par 1) correspondant aux valeurs de la variable à expliquer, ρ le coefficient spatial autorégressif, W le vecteur (N par 1) de la variable autorégressive, X la matrice (N par K) regroupant les observations des variables explicatives, β le vecteur de paramètres de la régression et ε le vecteur (N par 1) des résidus.

Nous posons que la matrice Z de dimension (N par K+1) regroupe la variable autorégressive W et les variables exogènes X . Le principe des estimations des variables instrumentales est basé sur l'existence d'un groupe d'instruments Q qui est très corrélé avec les variables Z , mais non corrélé avec les résidus. Quand ces instruments sont identifiés, ils sont utilisés pour construire une approximation des variables endogènes qui consiste à leurs valeurs prédites dans une régression sur les instruments et les variables exogènes. Cette approximation est alors utilisée dans une régression utilisant les moindres carrés ordinaires.

L'estimateur est le suivant :

$$\theta_{IV} = [(Z'Q)(Q'Q)^{-1}(Q'Z)]^{-1}(Z'Q)(Q'Q)^{-1}Q'y \tag{7.30}$$

avec θ_w un vecteur (K+1 par 1) avec ρ comme premier élément suivi par les estimations des paramètres β .

Il arrive que ρ soit supérieur à 1. Cela traduit une erreur de la spécification du modèle.

3.4.2.3. La méthode Bootstrap

La méthode Bootstrap est un estimateur robuste qui utilise la présence d'aléas dans des échantillons créés artificiellement comme base de l'inférence statistique. Cela conduit à des paramètres estimés alternatifs, les mesures de biais et de variances et la construction de pseudo niveaux de significativité et d'intervalles de confiance. Dans le cas du modèle spatial autorégressif, la méthode de Bootstrap est basée sur les résidus.

La première étape est l'estimation par les variables instrumentales qui produit des résidus de la forme

$$e = y - \rho W y - X\beta \tag{7.31}$$

avec ρ et β remplacés par leurs estimateurs IV.

A la seconde étape, des pseudo-résidus sont générés par des tirages aléatoires des

résidus ϵ_r . Anselin (1988) montre que les vecteurs de pseudo-observations des variables dépendantes calculés pour chaque échantillon e_r correspondent :

$$y_r = (I - \rho W)^{-1} (X_r \beta + e_r) \quad (7.32)$$

avec ρ et β remplacés par leurs estimateurs IV.

Une estimation pour ρ et β pour chaque échantillon est obtenue par la moyenne des variables instrumentales utilisant W_r comme variable autorégressive. Cette procédure est répétée de nombreuses fois afin d'obtenir une distribution des fréquences empiriques pour les estimateurs ρ et β . L'estimation par la méthode Bootstrap est la moyenne de la distribution des fréquences empiriques.

3.5. La mesure de l'ajustement et les tests de spécification du modèle

3.5.1. La méthode du maximum de vraisemblance

La mesure du R^2 basée sur la décomposition de la somme des carrés entre la somme des carrés expliqués et la somme des carrés résiduels ne peut pas être appliquée aux modèles spatiaux estimés à l'aide de la méthode du maximum de vraisemblance. Deux indicateurs peuvent être utilisés pour essayer de mesurer la qualité de l'ajustement. Une première mesure correspond au calcul du ratio entre la variance des valeurs prédites et la variance des valeurs observées (pseudo R^2). Le second indicateur est la corrélation au carré entre les valeurs prédites et les valeurs observées.

La mesure la plus adéquate de la qualité de l'ajustement linéaire des modèles spatiaux correspond aux critères d'information. Deux critères basés sur le logarithme du maximum de vraisemblance sont utilisés : le critère d'information Akaike (AIC) et le critère de Schwartz (SC). Le meilleur à retenir est celui qui a le critère d'information (AIC) le plus faible.

$$AIC = -2L + 2K \quad (7.33)$$

$$SC = -2L + K \ln(N) \quad (7.34)$$

Avec N le nombre d'observations et K le nombre de variables explicatives.

Afin de s'assurer de l'absence d'erreurs de spécification dans le modèle spatial, il faut réaliser les trois tests suivants :

- le ratio de vraisemblance Pour mesurer la significativité du paramètre spatial calculé, il faut recourir au ratio de vraisemblance (LR). Il s'agit d'un ratio entre le logarithme de vraisemblance obtenu pour le modèle spatial et le logarithme de vraisemblance

calculé pour le modèle a-spatial. Ce ratio suit un Khi-deux de 1 degré de liberté. L'hypothèse nulle correspond à l'absence d'autocorrélation spatiale dans le modèle spatial testé.

L'ordre du test de Wald, du ratio de vraisemblance et du multiplicateur de Lagrange. Ces tests ont une valeur identique lorsque la population statistique est infinie. En revanche, pour des échantillons finis, ces indicateurs varient. Ils sont généralement dans l'ordre suivant :

$$W \geq LR \geq LM \tag{7.35}$$

Lorsque ces indicateurs sont ordonnés dans cet ordre, alors le modèle spatial est correctement spécifié. Dans le cas de l'estimation d'un modèle spatial avec autocorrélation des résidus, il faut également réaliser le test du facteur commun. Nous savons que le modèle spatial avec autocorrélation des résidus s'écrit

. Il s'agit d'un modèle spatial autorégressif particulier :

$$y = \lambda W y + X \beta + \lambda W X \beta + \xi \Leftrightarrow y = \lambda W y + X \beta + W X \gamma + \xi \tag{7.36}$$

Afin que la formulation de l'équation (7.36) corresponde à un modèle spatial avec autocorrélation, le coefficient de WX doit être égal à la négative du produit des termes W et X. Cette hypothèse s'appelle l'hypothèse du facteur commun. Elle est formalisée par l'hypothèse nulle :

$$H_0 : \lambda \beta = \gamma \tag{7.37}$$

Pour tester cette hypothèse, le premier test est un test de Wald qui suit un Khi-deux dont les degrés de liberté correspondant au nombre de paramètres de l'équation. Le second est le test du ratio de vraisemblance qui suit un Khi-deux de degrés de liberté égal au nombre de paramètres de l'équation.

Un modèle spatial correctement spécifié devrait pouvoir prendre en compte l'ensemble des interactions des observations. Afin de s'en assurer, il faut recourir à un test qui mesure, après l'estimation du modèle spatial autorégressif (d'un modèle spatial avec autocorrélation des résidus), l'importance de l'autocorrélation résiduelle résultant de la présence d'autocorrélation des résidus (de l'absence de la prise en compte de la variable autorégressive) dans le modèle spatial.

Nous présentons le test du multiplicateur de Lagrange de l'existence d'autocorrélation des résidus dans le cas du modèle spatial autorégressif. Le test équivalent peut être appliqué pour un modèle spatial avec autocorrélation des résidus afin de mesurer la présence d'autocorrélation spatiale résiduelle résultant de l'omission d'une variable

autorégressive dans le modèle. Ce test est formalisé de la manière suivante :

$$LM_{err} = \left(\frac{\varepsilon' W \varepsilon}{s^2} \right)^2 / \left\{ \text{tr}(W'W + W^2) - \text{tr}(W'W + W^2) A^{-1} \text{var}(\rho) \right\} \quad (7.38)$$

avec

$$A^{-1} = (I - \rho W)^{-1}, \quad \varepsilon$$

les résidus résultant de l'estimation par le maximum de vraisemblance, s^2 la variance estimée des résidus, W la matrice spatiale et $\text{var}(\rho)$ la variance asymptotique estimée du coefficient ρ .

Ce test suit un Khi-deux à un degré de liberté. Si le résultat du test est significatif, cela conduit à deux conséquences. Cela signifie que la forme d'autocorrélation introduite dans le modèle n'a pas permis de prendre en compte l'ensemble de l'autocorrélation spatiale. Ceci peut s'expliquer par le fait que la matrice spatiale ne convient pas ou que le modèle spatial retenu n'est pas approprié à la forme présente d'interactions spatiales.

Comme pour la méthode des moindres carrés ordinaires, nous pouvons utiliser le test de Breush-Pagan à partir des résidus issus de la méthode du maximum de vraisemblance pour mesurer l'importance de l'hétéroscédasticité. Mais ce test ne prend pas en compte l'autocorrélation spatiale. Il est possible d'utiliser le test de Breusch-Pagan adapté aux modèles spatiaux (Anselin, 1998).

3.5.2. Les méthodes des variables instrumentales

A l'inverse de la méthode du maximum de vraisemblance, les indicateurs de la mesure de l'ajustement et des tests de spécification sont moins nombreux.

Comme pour les modèles estimés à l'aide de la méthode du maximum de vraisemblance, l'ajustement est mesuré par le pseudo R^2 et le carré de corrélation entre les valeurs observées et les valeurs estimées. Ces mesures de l'ajustement par les méthodes du maximum de vraisemblance ne peuvent pas être comparées avec les valeurs obtenues à l'aide de la méthode des moindres carrés ordinaires (ANSELIN, 1998).

Comme pour toutes les estimations d'un modèle, il faut s'assurer de la significativité des paramètres calculés. Dans les méthodes des variables instrumentales, on retrouve la valeur du test asymptotique pour chaque paramètre. Il s'interprète comme le test de Student dans la méthode des moindres carrés ordinaires. Aucun test spécifique n'existe pour le paramètre spatial estimé (ρ ou λ) par les méthodes des variables instrumentales.

4. Conclusion

L'estimation de la fonction des prix hédonistes dans le cadre d'une analyse en coupe transversale instantanée est confrontée à des problèmes méthodologiques. En effet,

l'estimation de la fonction des prix hédonistes déroge aux hypothèses standards du modèle linéaire, estimé par la méthode des moindres carrés ordinaires, en cas d'existence d'autocorrélation spatiale et d'hétérogénéité spatiale. L'autocorrélation apparaît lorsqu'il existe des interactions entre les observations. Cette dépendance des observations remet en cause l'hypothèse d'indépendance des résidus. L'hétérogénéité spatiale est souvent observée du fait de variation de comportements des agents économiques à travers l'espace. Cela est contraire à l'hypothèse d'homoscédasticité des résidus.

De nombreuses tentatives de prise en compte des caractéristiques spatiales des observations ont été menées. Certains travaux ont tenté d'améliorer la spécification des fonctions pour intégrer l'espace. Les résultats indiquent qu'une meilleure spécification fonctionnelle ne permet pas de saisir l'ensemble de l'autocorrélation spatiale. En revanche, le recours à la géostatistique est une des méthodes efficaces pour prendre en compte l'interdépendance des observations. Nous avons privilégié une autre approche : l'économétrie spatiale.

La présence de l'autocorrélation spatiale et/ou de l'hétérogénéité spatiale oblige à renoncer à utiliser les méthodes d'estimation traditionnelles comme les moindres carrés ordinaires. Des méthodes et des techniques ont été développées pour tenir compte du caractère spatial des observations et des phénomènes étudiés. Elles sont regroupées sous le vocable : économétrie spatiale.

Deux types d'autocorrélation spatiale existent. L'autocorrélation peut prendre la forme d'une variable autorégressive ou la forme d'une combinaison linéaire des résidus. Cette distinction conduit à deux modèles d'autocorrélation spatiale : le modèle spatial autorégressif et le modèle spatial avec autocorrélation des résidus. Pour estimer ces modèles spatiaux, il faut recourir à la méthode du maximum de vraisemblance. En cas de présence d'hétéroscédasticité ou de résidus non distribués selon une loi normale, d'autres méthodes sont requises comme les méthodes des variables instrumentales.

Avant d'estimer ces modèles spatiaux, il faut déterminer la matrice spatiale représentant l'interaction des observations. Cette matrice joue un rôle important puisqu'elle intervient dans l'estimation des modèles spatiaux. Une mauvaise spécification de la matrice spatiale conduit à rejeter l'existence d'autocorrélation spatiale ou à retenir un modèle spatial inadéquat. La matrice spatiale rassemble les relations entre les observations. L'autocorrélation spatiale peut être définie comme une contiguïté, une distance de contiguïté ou la distance entre les observations en fonction de la nature de l'unité spatiale et géographique étudiée. Des tests de spécification du type de l'autocorrélation ont été développés permettant de privilégier une forme d'autocorrélation spatiale et donc un modèle spatial. Ces tests sont sensibles au choix de la forme de la matrice spatiale.

Ainsi l'économétrie spatiale permet de prendre en compte l'autocorrélation spatiale des observations.

L'estimation de la fonction des prix hédonistes appliquée au marché du logement est confrontée à l'existence d'autocorrélation spatiale. L'utilisation des moindres carrés ordinaires conduit à des paramètres biaisés et à des niveaux de significativité incorrects.

Plusieurs raisons expliquent que le marché du logement est confronté à l'existence d'interactions des observations. En effet, des biens immobiliers proches possèdent les mêmes caractéristiques de voisinage. Par ailleurs, le prix d'un bien immobilier dépend également du prix des biens environnants. Aussi, une approche par le modèle spatial autorégressif est-elle généralement recommandée pour le marché des biens immobiliers. Toutefois, il peut arriver que le modèle spatial avec autocorrélation des résidus soit retenu lorsque les résidus ne sont pas corrélés entre eux mais lorsqu'ils sont corrélés aux prix des biens immobiliers.

Dans le prochain chapitre, nous examinerons l'apport de la prise en compte de l'autocorrélation spatiale dans le test empirique concernant la valorisation immobilière de l'aménagement de l'espace public urbain.

Chapitre VIII : L'estimation d'une fonction spatiale de valorisation immobilière de l'aménagement de l'espace public urbain

L'utilisation de la méthode des moindres carrés ordinaires pour estimer la fonction des prix hédonistes en présence d'autocorrélation spatiale conduit à des paramètres biaisés et à des tests de spécifications erronés. Dans ce chapitre, nous recourons aux méthodes et aux techniques de l'économétrie spatiale, afin de pouvoir tenir compte de l'autocorrélation spatiale dans l'estimation de la fonction des prix hédonistes. Nous qualifierons ce modèle de fonction spatiale de valorisation immobilière.

1. La spécification de la dépendance spatiale

La première étape de l'estimation consiste à spécifier la matrice de distance qui servira ensuite à constituer la matrice spatiale. Les caractéristiques de la matrice de distance figurent dans le tableau 8.1. Les coordonnées géographiques ont été déterminées en recourant au logiciel de cartographie Géoconcept© qui nous a permis de localiser de façon précise sur une carte les transactions immobilières (Cf. Annexe 2). Les distances sont des distances euclidiennes.

Tableau 8.1 : les caractéristiques de la matrice de distance (en km)

Nombre d'observations	1002
Distance maximale entre deux points	9,883
Distance minimale entre deux points	0
Distance minimale qui permet à chaque point d'être <i>relié</i> à un autre point	0,391
Premier quartile	1,803
Médiane	2,849
Troisième quartile	4,110

Upton et Fingleton (1985) et Can (1990, 1992) indiquent que les matrices spatiales les plus communément utilisées, lorsque les unités spatiales sont des points, sont les matrices correspondant à l'inverse de la distance et à l'inverse du carré de la distance. Pour l'estimation du modèle spatial, nous reprendrons la définition de ces matrices. Aussi, posons-nous que les éléments de la matrice spatiale W sont définis par :

$$\text{- la matrice } W_1 : w_y = \frac{1}{d_y}$$

$$\text{- la matrice } W_2 : w_y = \frac{1}{d_y^2}$$

avec d_y les distances entre les points.

Cette spécification de la matrice spatiale est conforme aux théories spatiales. Can (1990) montre que les prix des logements sont influencés par le prix des logements environnants. Elle indique que ces effets s'expliquent de deux façons :

- les logements dans un même voisinage connaissent les mêmes facteurs de localisation ;
- les logements ont souvent des caractéristiques structurelles identiques.

Ces effets tendent à décroître avec la distance qui sépare deux logements. Les deux matrices définies se distinguent par une plus grande sensibilité de W_1 à l'augmentation de la distance.

Une autre spécification définie de la manière suivante sera testée :

$$w_y = 1 \text{ si } d_y \leq 1,5 \text{ km}$$

$$w_y = 0 \text{ sinon}$$

Ces différentes matrices définissant la dépendance spatiale seront utilisées pour tester la présence d'autocorrélation des résidus ou la présence d'un phénomène spatial autorégressif.

2. Le modèle de base

Dans le chapitre précédent, nous avons estimé deux modèles (modèle 1 et modèle 2). Pour calculer les effets spatiaux, nous avons utilisé le logiciel SpaceStatTM développé par Anselin. L'estimation des modèles spatiaux pose des problèmes de calcul lorsque le nombre d'observations est élevé. Les calculs matriciels prennent plusieurs heures, voire plus d'une journée. Afin de limiter la durée des traitements, nous avons décidé de prendre un échantillon de notre population pour tester la présence d'autocorrélation spatiale. Nous avons réalisé un tirage aléatoire pour obtenir un échantillon des transactions immobilières

représentant les trois-quarts de la population soit 1002 observations.

Nous reprenons les variables explicatives du modèle 2 du chapitre VI. Cela conduit à ne pas retenir la variable **explicative présence d'une place ou d'un square** qui n'est plus significative, aussi estimons-nous deux modèles : un modèle 2bis sur la population de 1336 transactions immobilières et un modèle 3 sur l'échantillon de 1002 transactions à l'aide de la méthode des moindres carrés ordinaires. Ces estimations figurent dans le tableau 8.2. Les résultats du modèle 2bis et du modèle 3 montrent que le passage de 1336 transactions à 1002 transactions prises en compte provoque de faibles modifications des paramètres estimés et de la qualité de l'ajustement. Le modèle 3 servira de référence dans ce chapitre.

Tableau 8.2 : Les estimations du modèle 2bis et du modèle 3 par les MCO

Variables indépendantes	Modèle 2bis		Modèle 3	
	Valeur du paramètre	Valeur du t-Student	Valeur du paramètre	Valeur du t-Student
CONSTANTE	8,433	102,24***	8,404	90,16***
LNSURF	1,081	60,67***	1,092	54,28***
TYPE	0,083	9,44***	0,078	7,82***
FACADE	-0,065	-3,57***	-0,066	-3,14***
S/P	X		X	
QUAI	0,168	3,59***	0,147	2,70***
STATBI	0,061	3,34***	0,062	2,97***
IBUS	-0,210	-4,00***	-0,216	-3,72***
METRO	0,093	2,75***	0,097	2,54 **
OUVR	-0,009	-6,44***	-0,010	-5,84***
DIST	0,151	2,80***	0,167	2,61***
		$R^2 : 0,774$: 0,772 Log : -394,187 RSS : 141,127 Degré de liberté : 1326 $R^2_{ajusté}$	$R^2 : 0,788$: 0,786 Log : -278,937 RSS : 102,374 Degré de liberté : 992 $R^2_{ajusté}$	

*** significatif au seuil de 1 % ** significatif au seuil de 1,5 % * significatif au seuil de 2 %

3. La mesure de l'autocorrélation spatiale

Afin de mesurer l'omission d'une variable autorégressive et de l'autocorrélation des erreurs, nous calculons d'abord le test de Moran pour chaque matrice spatiale. Nous savons que ce calcul est très sensible à toutes les mauvaises spécifications des erreurs (présence d'hétéroscédasticité, distribution non normale des erreurs) ou à l'absence de prise en compte de phénomènes spatiaux autorégressifs. Par ailleurs, il n'indique pas le

type de modèle spatial à privilégier. Aussi, faut-il déterminer pour chaque matrice spatiale les indicateurs suivants :

- pour mesurer l'absence d'une variable autorégressive, nous calculons le test ;
- pour mesurer l'omission de l'autocorrélation, nous calculons le test LM_{ERR} et le test de Kelejian et Robinson.

Tableau 8.3 : Les tests des effets spatiaux

	W_1		W_2		W_3	
Le test de Moran *	18,08	0,00	12,54	0,00	8,08	0,00
Le test LM_{ERR} *	286,99	0,00	149,73	0,00	38,38	0,00
Le test de Kelejian-Robinson	2,84	0,98	2,84	0,98	100,09	0,00
Le test * LM_{Log}	158,00	0,00	92,13	0,00	4,59	0,03

* Ces tests sont parfois biaisés par la mauvaise spécification des erreurs. Pour chaque matrice, la première colonne indique la valeur du test et la deuxième colonne précise la probabilité associée à la valeur obtenue pour le test.

L'examen des résultats du test de Moran confirme qu'il existe une forte autocorrélation spatiale des observations. De la même manière, les tests LM_{ERR} et

$$LM_{Log}$$

indiquent une forte présence d'erreurs de spécification due à l'omission de la variable autorégressive et à l'autocorrélation des erreurs. Le test de Kelejian-Robinson est en contradiction avec les résultats précédents dans le cas des matrices W_1 et W_2 . En effet, les probabilités associées aux valeurs du test de Kelejian-Robinson sont proches de 1. Ceci conduit à penser que pour les matrices W_1 et W_2 , la prise en compte de l'autocorrélation dans la fonction des prix hédonistes nécessite l'introduction d'une variable autorégressive. Anselin et Rey (1991) précisent que le test qui a la valeur la plus importante indique la forme de l'interaction spatiale. Pour la matrice W_3 , c'est le test de Kelejian-Robinson qui est très élevé. Dans ce cas, il faut privilégier le modèle avec autocorrélation spatiale des résidus.

Cette divergence des tests peut résulter de l'absence de normalité des résidus issus de l'application des moindres carrés ordinaires. L'existence de dépendances spatiales s'explique par l'autocorrélation des résidus et par l'absence d'une variable autorégressive. Can (1992, p. 465) indique que souvent l'autocorrélation spatiale résultant de l'autocorrélation des résidus est le résultat de l'interaction entre les résidus correspondant à une localisation et la variable dépendante dans les localisations environnantes. Il ne s'agit pas d'autocorrélation *pure* des résidus.

4. L'estimation des modèles spatiaux

L'existence d'hétéroscédasticité et de résidus non distribués selon une loi normale devrait conduire à repousser une estimation des modèles spatiaux à l'aide de la méthode du maximum de vraisemblance. Pourtant, Anselin conseille dans les tests empiriques de calculer en premier les estimateurs à l'aide du maximum de vraisemblance puis de privilégier d'autres méthodes d'estimation. Nous savons que les modèles autorégressifs peuvent être estimés par les méthodes des variables instrumentales, lorsque la méthode du maximum de vraisemblance ne peut pas être utilisée. En revanche, d'autres méthodes existent pour estimer les modèles avec autocorrélation des résidus mais qui ne sont pas encore disponible dans le logiciel utilisé.

4.1. La fonction spatiale autorégressive de valorisation immobilière

4.1.1. Le recours à l'estimation par la méthode du maximum de vraisemblance

L'estimation des paramètres de la fonction spatiale autorégressive de valorisation immobilière par la méthode du maximum de vraisemblance est indiquée dans le tableau 8.4.

Tableau 8.4 : Les paramètres estimés de la fonction spatiale autorégressive de valorisation immobilière par la méthode du maximum de vraisemblance

Modèle 4						
	W ₁		W ₂		W ₃	
Variables indépendantes	Valeur du paramètre	Valeur du t	Valeur du paramètre	Valeur du t	Valeur du paramètre	Valeur du t
W_LnPrix	0,667	11,66***	0,203	9,52***	0,151	1,81
CONSTANTE	0,066	0,09	5,981	22,65***	6,463	6,01***
LNSURF	1,043	53,48***	1,048	52,66***	1,091	54,55***
TYPE	0,046	4,69***	0,048	4,91***	0,078	7,86***
FACADE	-0,072	-3,70***	-0,072	-3,62***	-0,063	-2,69***
QUAI	0,071	1,37	0,067	1,28	0,147	2,96***
STATBI	0,071	3,65***	0,059	3,02***	0,061	2,94***
IBUS	-0,146	-2,69***	-0,168	-3,05***	-0,211	-3,66***
METRO	0,058	1,63	0,068	1,88	0,100	2,64**
OUIVR	-0,007	-4,62***	-0,007	-4,53***	-0,009	-5,42***
DIST	0,139	2,32 **	0,162	2,68***	0,158	2,50 *
	PseudoR ² : 0,808 LIK : -222,143 AIC : 466,287 SC : 520,294 LR : 113,59 Degré de liberté : 991		PseudoR ² : 0,803 LIK : -235,334 AIC : 492,667 SC : 546,674 LR : 87,20 Degré de liberté : 991		PseudoR ² : 0,789 LIK : -277,113 AIC : 576,347 SC : 630,354 LR : 3,52 Degré de liberté : 991	
*** significatif au seuil de 1 % ** significatif au seuil de 2 % * significatif au seuil de 5 %						

La mesure de l'ajustement et le calcul des t asymptotiques ne sont pas suffisants pour déterminer la pertinence du modèle. Nous savons qu'il faut s'intéresser à l'ordre du test de Wald (correspondant au carré de la valeur du test asymptotique du paramètre de la variable autorégressive), du test LM et du test LR.

Tableau 8.5 : L'ordre du test de Wald, du test LM et du test LR

	W ₁	W ₂	W ₃
Ordre des tests de Wald, LM et LR	LM > Wald > LR 158,00 > 135,95 > 113,58	LM > Wald > LR 92,12 > 90,63 > 87,20	LM > LR > Wald 4,59 > 3,52* > 3,27
Test LM sur l'absence de prise en compte de l'autocorrélation des résidus	62,15 (0,00)	43,59 (0,00)	19,55 (0,00)

Pour la matrice W₃, le modèle spatial autorégressif n'est pas le modèle à retenir, puisque le test LR sur le paramètre de la variable autorégressive indique que la valeur du coefficient ρ n'est pas significative. L'ordre obtenu des différents tests rend difficile de poser un diagnostic sur la prise en compte de l'ensemble de l'autocorrélation spatiale par l'introduction de la variable autorégressive dans le cas du recours à la matrice W₁ et W₂, dans la mesure où ces tests sont biaisés par le non respect des hypothèses de la

méthode du maximum de vraisemblance.

4.1.2. Le recours à l'estimation par la méthode des variables instrumentales

Les paramètres estimés et les t asymptotiques associés au modèle spatial autorégressif sont présentés dans le tableau 8.6 et le tableau 8.8. La différence entre ces deux tableaux est la méthode d'estimation utilisée. Le tableau 8.6 est l'estimation du modèle 5 dont les paramètres sont calculés en recourant à la méthode des variables instrumentales. Le tableau 8.8 donne la valeur des paramètres du modèle 6 estimé en utilisant la méthode des variables instrumentales dénommée Bootstrap. Ces deux tableaux regroupent l'estimation des modèles pour les différentes matrices spatiales retenues qui servent à calculer la variable autorégressive. Le pseudo R^2 et le carré de corrélation sont retenus pour mesurer la qualité de l'ajustement.

Tableau 8.6 : Les paramètres estimés par la méthode des variables instrumentales

Variables indépendantes	Modèle 5					
	W ₁		W ₂		W ₃	
	Valeur du paramètre	Valeur du t	Valeur du paramètre	Valeur du t	Valeur du paramètre	Valeur du t
W_LnPrix	0,379	4,97***	0,085	3,04***	0,193	2,27 *
CONSTANTE	3,667	3,83***	7,388	21,39***	5,914	5,38***
LNSURF	1,064	53,13***	1,074	52,40***	1,091	54,24***
TYPE	0,059	5,88***	0,065	6,27***	0,078	7,85***
FACADE	-0,069	-3,47***	-0,068	-3,35***	-0,062	-2,96***
QUAI	0,104	1,96 *	0,113	2,10 *	0,147	2,69***
STATBI	0,067	3,37***	0,061	3,01***	0,061	2,94***
IBUS	-0,177	-3,15***	-0,196	-3,45***	-0,210	-3,61***
METRO	0,075	2,04 *	0,085	2,27 *	0,101	2,65***
OUVR	-0,008	-5,15***	-0,009	-5,24***	-0,009	-5,44***
DIST	0,151	2,47 **	0,164	2,65***	0,156	2,44 **
	Pseudo R^2 : 0,794 Carré de corrélation : 0,7945 Degré de liberté : 991		Pseudo R^2 : 0,790 Carré de corrélation : 0,800 Degré de liberté : 991		Pseudo R^2 : 0,789 Carré de corrélation : 0,788 Degré de liberté : 991	
*** significatif au seuil de 1 % ** significatif au seuil de 1,5 % * significatif au seuil de 5 %						

Pour le modèle 5, les variables sont toutes significatives au seuil de 5 %. Mais par rapport au modèle 3 (MCO), la significativité des paramètres est souvent plus faible et la valeur des paramètres est modifiée. Pour certaines variables, les écarts sont plus importants. Ainsi, l'écart entre le modèle 3 et les estimations du modèle 5 s'élèvent à quelques pour-cent. L'omission de la variable autorégressive dans le modèle conduit généralement à une surestimation des coefficients estimés et de la valeur des tests de significativité.

Pour déterminer si la prise en compte de l'existence d'une variable autorégressive a permis de saisir complètement les effets spatiaux, il faudrait pouvoir recalculer les tests des effets spatiaux. Le logiciel ne permet pas de réaliser ce calcul. Pour obtenir une estimation de ces tests, nous avons calculé la valeur d'une nouvelle variable à expliquer qui correspond à la variable exogène précédente à laquelle nous avons retranché la variable autorégressive affectée de son coefficient. La méthode des moindres carrés ordinaires a été utilisée pour estimer un nouveau modèle. Les résidus de ce modèle sont utilisés pour déterminer les nouvelles valeurs des tests. Cette méthode n'est pas vraiment orthodoxe, mais elle permet néanmoins de donner une estimation de la valeur des tests.

Ces résultats sont à interpréter avec précaution puisque les résidus ne sont pas distribués selon une loi normale. L'introduction d'une variable autorégressive tend à diminuer la valeur des tests. Nous pouvons remarquer que le test

$$LM_{Lag}$$

pour la matrice W_3 n'est plus significatif, alors que ce test demeure significatif pour les autres matrices.

Tableau 8.7 : Les tests des effets spatiaux après introduction d'une variable autorégressive (IV)

	W_1		W_2		W_3	
	Valeur du test	Valeur de p	Valeur du test	Valeur de p	Valeur du test	Valeur de p
Le test de Moran	13,94	0,00	11,92	0,00	7,33	0,00
Le test ML_{ERR}	168,28	0,00	135,09	0,00	30,93	0,00
Le test de Kelejian-Robinson	2,77	0,98	2,81	0,98	73,18	0,00
Le test LM_{Lag}	70,15	0,00	75,84	0,00	0,01	0,95

Le recours à la méthode de Bootstrap (modèle 6) pour estimer les paramètres du modèle spatial autorégressif conduit aux mêmes conséquences que pour l'estimation par la méthode des variables instrumentales. Ainsi les coefficients estimés et les valeurs du test asymptotique sont plus faibles que pour le modèle 3. La variable $Quai$ n'est plus significative, même au seuil de 5 % dans le cas de l'utilisation de la matrice W_1 . Pour les deux autres matrices, toutes les variables sont significatives. Dans le cas de l'estimation du modèle spatial autorégressif avec la matrice W_3 , le paramètre de la variable autorégressive est significative au seuil de 1,5 % contre 5 % dans l'estimation par les variables instrumentales. Les autres variables sont significatives au moins au seuil de 1,5 %, voire souvent à 1 %.

Tableau 8.8 : Les paramètres estimés par la méthode de Bootstrap

Modèle 6						
	W ₁		W ₂		W ₃	
Variables indépendantes	Valeur du paramètre	Valeur du t	Valeur du paramètre	Valeur du t	Valeur du paramètre	Valeur du t
W_LnPrix	0,391	5,08***	0,087	3,18***	0,216	2,55 **
CONSTANTE	3,507	3,64***	7,358	21,87***	5,613	5,10***
LNSURF	1,064	52,06***	1,074	51,51***	1,091	54,10***
TYPE	0,059	5,71***	0,065	6,26***	0,078	7,80***
FACADE	-0,069	-3,42***	-0,067	-3,28***	-0,061	-2,88***
QUAI	0,101	1,94	0,112	2,10 *	0,147	2,69***
STATBI	0,067	3,60***	0,061	3,19***	0,061	3,12***
IBUS	-0,177	-3,17***	-0,198	-3,48***	-0,212	-3,61***
METRO	0,074	2,06 *	0,084	2,30 *	0,101	2,68***
OUVR	-0,008	-5,14***	-0,009	-5,24***	-0,009	-5,13***
DIST	0,151	2,50 **	0,166	2,68***	0,157	2,50 **
	Pseudo R ² : 0,794 Carré de corrélation : 0,789 Degré de liberté : 991		Pseudo R ² : 0,789 Carré de corrélation : 0,788 Degré de liberté : 991		Pseudo R ² : 0,793 Carré de corrélation : 0,785 Degré de liberté : 991	
*** significatif au seuil de 1 % ** significatif au seuil de 1,5 % * significatif au seuil de 5 %						

Les valeurs des indicateurs de la qualité de l'ajustement sont très proches les unes des autres, autour de 0,79. L'observation des effets de l'introduction de la variable autorégressive n'est pas disponible pour cette méthode. Nous reprenons la même méthode que pour l'estimation avec les variables instrumentales. Les observations sont exactement les mêmes. Les valeurs des indicateurs sont plus faibles. La valeur de la probabilité pour le test

$$LM_{lag}$$

est égale à 0,88. Ceci conduit à accepter l'hypothèse nulle de présence d'effets résultant de l'omission d'une variable autorégressive.

Tableau 8.9 : Les tests des effets spatiaux après introduction d'une variable autorégressive (Bootstrap)

	W ₁		W ₂		W ₃	
	Valeur du test	Valeur de p	Valeur du test	Valeur de p	Valeur du test	Valeur de p
Le test de Moran	14,05	0,00	11,94	0,00	7,30	0,00
Le test ML _{ERR}	171,01	0,00	135,46	0,00	30,71	0,00
Le test de Kelejian-Robinson	2,78	0,98	2,81	0,98	74,62	0,00
Le test LM _{lag}	72,23	0,00	74,28	0,00	0,02	0,88

4.2. La fonction spatiale de valorisation immobilière avec autocorrélation des résidus

L'estimation des paramètres de la fonction des prix hédonistes figure dans le tableau 8.10. Toutes les variables explicatives du modèle sont significatives au seuil d'au plus 5 %, à l'exception de la variable Quai pour toutes les matrices spatiales. Pour le modèle estimé avec la matrice W₃, la variable DIST (distance au centre) n'est plus significative. La valeur des autres paramètres est généralement diminuée par l'introduction de l'autocorrélation spatiale des résidus dans la fonction des prix hédonistes.

Tableau 8.10 : Les paramètres estimés de la fonction spatiale avec autocorrélation des prix hédonistes par la méthode du maximum de vraisemblance

Modèle 7						
Variables indépendantes	W ₁		W ₂		W ₃	
	Valeur du paramètre	Valeur du t	Valeur du paramètre	Valeur du t	Valeur du paramètre	Valeur du t
Lambda	0,971	48,95***	0,390	12,20***	0,598	4,45***
CONSTANTE	8,704	25,30***	8,460	84,65***	8,435	83,42***
LNSURF	1,071	56,30***	1,069	56,24***	1,091	54,86***
TYPE	0,078	7,26***	0,079	6,99***	0,086	8,53***
FACADE	-0,059	-2,75***	-0,064	-2,90***	-0,065	-3,15***
QUAI	0,094	1,62	0,101	1,60	0,100	1,81
STATBI	0,054	2,40 **	0,044	1,89***	0,061	2,86***
IBUS	-0,165	-2,64***	-0,194	-2,96***	-0,190	-3,31***
METRO	0,080	1,99 *	0,069	1,60	0,094	2,50***
OUVR	-0,008	-3,82***	-0,007	-3,59***	-0,010	-5,39***
DIST	0,174	1,96 *	0,229	2,70***	0,081	0,90
	Pseudo R ² : 0,751 Carré de corrélation : 0,7875 LIK : -206,530 AIC : 433,061 SC : 482,158 LR : 144,81 Degré de liberté : 992		Pseudo R ² : 0,751 Carré de corrélation : 0,7873 LIK : -213,371 AIC : 446,743 SC : 495,840 LR : 131,13 Degré de liberté : 992		Pseudo R ² : 0,794 Carré de corrélation : 0,787 LIK : -270,699 AIC : 561,398 SC : 610,496 LR : 16,47 Degré de liberté : 992	
*** significatif au seuil de 1 % ** significatif au seuil de 2 % * significatif au seuil de 5 %						

Dès la détermination de la forme de l'autocorrélation (Cf. tableau 8.3), les tests indiquaient que pour la matrice W₃ l'interdépendance des observations se caractérisait par l'autocorrélation des résidus. Malgré les réserves quant à l'interprétation des résultats, il apparaît que l'absence de la prise en compte de l'autocorrélation spatiale biaise les résultats résultant de l'utilisation de la méthode des moindres carrés.

Tableau 8.11 : Les tests de la spécification de la fonction avec autocorrélation des prix hédonistes

	W_1	W_2	W_3
Ordre des tests de Wald, LR et LM	$Wald > LM > LR$ 2396,10 > 286,97 > 144,81	$LM > Wald > LR$ 149,73 > 148,84 > 131,13	$LM > Wald > LR$ 38,38 > 19,82 > 16,47
Test de l'hypothèse des facteurs communs	$Wald > LR$ 21,64 > 21,50	$LR > Wald$ 21,53 > 21,07	$Wald > LR$ 23,01 > 22,46
Test LM sur l'absence d'une variable autorégressive	17,55 (0,00)	3,27 (0,07)	1,33 (0,25)
La probabilité associée à la valeur du test LM sur la non prise en compte de l'autocorrélation des résidus figure entre parenthèse.			

5. Les conséquences de la prise en compte de l'autocorrélation spatiale dans la fonction de valorisation immobilière

L'introduction de l'autocorrélation spatiale dans la fonction des prix hédonistes n'infirme pas la théorie, à l'exception du cas de la variable DIST (la distance au centre). Ainsi le prix des biens hédonistes dépend des caractéristiques du logement, de la structure de l'immeuble, de l'environnement du logement, de l'aménagement de l'espace public urbain. La prise en compte de l'interaction entre les observations conduit à modifier les paramètres et la significativité des variables retenues dans le modèle. En effet, certaines variables ne sont plus significatives dans le modèle spatial des prix hédonistes.

La théorie est basée sur l'importance de la distance au centre comme variable explicative des choix de localisation résidentielle et du prix des biens immobiliers. Dans le modèle spatial des prix hédonistes, la valeur demeure une variable significative, quelle que soit la matrice spatiale à l'exception de l'estimation de la fonction des prix hédonistes avec autocorrélation des résidus pour la matrice W_3 . Quelques résultats sur la valeur du paramètre de la variable *distance au centre* figurent dans le tableau 8.12.

Tableau 8.12 : La distance au centre dans les modèles spatiaux de valorisation immobilière

	Paramètre de distance au centre
Taux de croissance du prix du logement (modèle 3)	0,167 (2,61)
Taux de croissance du prix du logement (modèle 6 avec la matrice W_2)	0,166 (2,68)
Taux de croissance du prix du logement (modèle 7 avec la matrice W_3)	0,081 (0,90)
La valeur du t asymptotique de la variable est indiquée entre parenthèses	

Les deux premières valeurs des paramètres de la variable DIST restent très proches les unes des autres et ont des niveaux similaires de significativité. En revanche, dans le troisième cas, le paramètre estimé est deux fois plus faible et le test n'est plus significatif.

Tableau 8.13 : La variation des prix en fonction du cumul des variables dichotomiques

	Modèle 3 Variations cumulées en %		Modèle 7 avec W_3 Variations cumulées en %	
QUAI	14,7	14,7	10,0 *	10,0
TYPE	7,8	7,8	8,6	8,6
METRO	9,7	9,7	9,4	9,4
STATBI	6,2	6,2	6,1	6,1
FACADE	-6,6		-6,5	
IBUS	-21,6		-19,0	
Total	5,5	44,5	5,0	38,6
* cette variable n'est plus significative au seuil de 5 %				

En ce qui concerne les variables liées à l'aménagement de l'espace public urbain, nous pouvons comparer leurs impacts dans le modèle a-spatial et deux modèles spatiaux. Nous retenons le modèle 7 avec la matrice W_3 afin de comparer la valorisation immobilière de ces variables avec les résultats correspondant au modèle 3.

Comme dans le chapitre VI, afin de simuler l'impact de l'aménagement et l'usage de l'espace public urbain sur le prix du logement, nous proposons 7 scénarios possibles correspondant à la combinaison des trois variables *aménagement de l'espace public urbain*. Le tableau 8.14 montre les conséquences de ces scénarios sur le prix du logement.

Tableau 8.14 : La simulation de l'impact des transports sur le prix du logement

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4	Scénario 5	Scénario 6	Scénario 7
Proximité d'une station de métro	X	X		X	X		
Stationnement bilatéral autorisé	X		X	X		X	
Passage de bus important				X	X	X	X
Taux de croissance du prix du logement <i>Modèle 3</i>	17,2	10,2	6,4	-5,5	-11,2	-14,3	-19,5
Taux de croissance du prix du logement <i>Modèle 7 avec W_3</i>	16,8	9,9	6,3	-3,4	-9,2	-12,1	-17,3

Pour le modèle 3, l'écart est d'environ 45 % entre le scénario 7 qui correspond à la situation la moins favorable en termes d'aménagement de l'espace public urbain et le scénario 1 le plus favorable. Après avoir introduit les interactions spatiales (modèle 7 avec la matrice spatiale W_3), l'écart est seulement de 41 %. L'écart entre les deux situations est surestimé d'environ 10 % en l'absence de prise en compte des interactions spatiales entre observations.

Le calcul du montant de la valorisation par les ménages de l'aménagement de l'espace public urbain montre que les résultats sont analogues pour le modèle 3 et le modèle 7 avec comme matrice spatiale W_3 . L'aménagement de l'espace public urbain est valorisé dans notre échantillon à environ 16,7 millions de francs. Ceci représente 3,8 % du montant total des transactions estimées (hors frais de notaires). Ce pourcentage est également en concordance avec les résultats obtenus au chapitre VI (Cf. Tableau 6.35), puisque la valorisation de l'aménagement de l'espace public était estimée à environ 3,6 %.

Tableau 8.15 : L'estimation de la valorisation immobilière de l'aménagement de l'espace public urbain à Lyon

	Modèle 3	Modèle 7 avec la matrice W_3
Montant estimé des transactions avec les variables liées à l'aménagement de l'espace public comprises dans l'équation (en francs)	441 817 326	443 330 665
Montant estimé des transactions avec les variables liées à l'aménagement de l'espace public non comprises (en francs)	425 125 947	426 555 615
La valorisation de l'aménagement de l'espace public urbain dans notre échantillon (en francs)	16 691 378	16 775 051
La valorisation de l'aménagement de l'espace public urbain en pourcentage des prix estimés pour notre échantillon	3,8 %	3,8 %

6. Conclusion

La fonction des prix hédonistes standard n'intègre pas la présence de liaisons spatiales entre les observations. Le recours à la méthode des moindres de carrés ordinaires pour l'estimation de la fonction des prix hédonistes conduit à des paramètres surestimés. En effet, en présence d'autocorrélation spatiale, une des hypothèses du modèle linéaire général n'est pas respectée. L'incorporation des effets spatiaux nécessite de recourir à des méthodes d'estimation comme le maximum de vraisemblance ou les variables instrumentales en cas d'existence d'hétéroscédasticité ou d'absence de normalité des résidus.

Une des difficultés est la détermination de la matrice spatiale à retenir dans l'analyse.

Une dérive peut conduire à constituer une matrice *ad hoc* en fonction des résultats attendus. Les résultats de la prise en compte de l'autocorrélation dans l'estimation de modèles sont complètement dépendants de l'étape de définition de la matrice spatiale. Le choix de la forme de l'autocorrélation spatiale (modèle spatial autorégressif ou modèle spatial avec autocorrélation des résidus) à l'aide de tests adéquats demeure également crucial. Dans le cas de la fonction des prix hédonistes appliquée aux biens immobiliers, le modèle spatial correspond à un modèle spatial autorégressif. En effet, le prix d'un logement dépend des prix des biens environnants (CAN, 1990). Le modèle spatial avec autocorrélation peut également servir à modéliser les prix des logements, lorsque l'autocorrélation spatiale est le résultat de l'interaction entre les résidus pour un logement situé à un endroit et la variable dépendante des localisations environnantes (CAN, 1992).

L'estimation de la fonction spatiale de valorisation immobilière conduit à des paramètres estimés plus faibles et à des t asymptotiques non biaisés. La variable *distance au centre* (DIST) n'est plus significative dans le modèle spatial avec autocorrélation des résidus. Le test empirique concernant les transactions des prix des logements anciens achetés par des particuliers à Lyon en 1995 montre l'importance des variables *aménagement de l'espace public urbain* dans le prix des logements. La valorisation immobilière de l'aménagement de l'espace public urbain, dans le cas de la prise en compte de la distribution spatiale des observations, est moins importante que dans l'estimation a-spatiale. Elle demeure très importante puisqu'elle s'établit dans une fourchette comprise entre 17,3 % et -16,8 %, soit environ un écart de 41 % entre les deux situations polaires, *ceteris paribus*. Pour l'ensemble de l'échantillon, la valorisation immobilière de l'aménagement de l'espace public représente 3,8 % du montant estimé des transactions.

Ces résultats n'infirment pas la présence d'autocorrélation spatiale. En revanche, l'interprétation des résultats doit être réalisée avec circonspection. En effet, les modifications des paramètres, suite à l'introduction de l'autocorrélation spatiale dans l'évaluation de la fonction de valorisation immobilière, ne résultent pas forcément de la correction de biais liés à l'absence d'indépendance des observations. Cela peut découler également de l'existence de colinéarité entre la variable spatiale et les autres variables explicatives.

Conclusion de la seconde partie

La première partie nous a permis de préciser les déterminants socio-économiques des choix résidentiels des ménages. Par ailleurs, nous avons montré l'intérêt d'introduire dans l'analyse la spatialité des biens publics locaux pour évaluer la valorisation immobilière de l'offre de biens publics locaux et plus particulièrement de l'aménagement de l'espace public urbain.

A partir de ces enseignements, nous avons réalisé un test empirique sur la valorisation immobilière de l'offre de biens publics locaux qui concerne les transactions immobilières des logements dits anciens achetés par des particuliers en 1995 sur le

territoire de la commune de Lyon. La méthode des prix hédonistes retenue pour le test empirique est la méthode traditionnelle en coupe instantanée. La spécification de la fonction est conforme à celle proposée par Yinger, à l'exception de l'absence de la variable fiscale. En effet, l'absence d'information sur la charge fiscale foncière payée par les ménages ne permet pas de l'introduire dans la fonction des prix hédonistes.

L'estimation de la fonction de capitalisation par la méthode des moindres carrés ordinaires explique environ 80 % de la variance. Elle indique que l'aménagement de l'espace public participe à la formation du prix de l'immobilier résidentiel de façon non négligeable. Plusieurs scénarios d'aménagement de l'espace public urbain ont permis de simuler la valorisation immobilière des aménagements. Les résultats sont importants, puisque entre la situation la plus favorable et la moins favorable en termes d'aménagement de l'espace public urbain, l'écart des prix des biens immobiliers est d'environ 45 %. Pour chaque transaction, nous avons calculé le prix estimé à l'aide de l'équation de capitalisation et la valorisation immobilière correspondant aux effets de l'aménagement de l'espace public urbain. Le cumul de la valorisation de l'aménagement concernant toutes les transactions immobilières étudiées représente environ 17 millions de francs, soit 3,8 % du montant des transactions analysées.

Les résultats n'infirment pas la théorie. Les biens publics interviennent dans le choix résidentiel des ménages et participent alors à la formation du prix des biens immobiliers. Comme attendu, les prix des biens immobiliers se décomposent en plusieurs parties, à savoir la valorisation des caractéristiques intrinsèques du logement, des attributs de l'immeuble, des aménités environnantes et des biens publics locaux comme l'aménagement de l'espace public urbain. La théorie a été basée sur l'importance de la distance au centre dans le prix des biens immobiliers, l'estimation indique que son rôle demeure important dans la formation du prix des biens immobiliers. Deux logements similaires l'un situé au centre et l'autre à 1 km du centre connaissent un écart de prix de 9,1 % en défaveur du logement localisé en périphérie.

Les résultats établissent la présence d'autocorrélation et confirment ainsi la nécessité de tenir compte de la distribution spatiale des observations dans l'estimation de la fonction de valorisation immobilière. En effet, l'estimation d'une fonction des prix hédonistes sur des données comme les transactions immobilières qui se caractérisent par une localisation singulière oblige à s'interroger sur les conséquences de l'espace sur l'estimation des modèles économétriques standard. En effet, l'organisation des observations dans l'espace et l'homogénéité interne des quartiers conduisent à remettre en cause les hypothèses de base des méthodes économétriques et à biaiser ainsi les paramètres estimés et les tests associés. Le recours aux modèles spatiaux développés par l'économétrie spatiale introduit l'autocorrélation spatiale dans l'estimation.

La définition des relations entre les observations à l'aide d'une matrice spatiale est une étape cruciale dans l'économétrie spatiale puisqu'elle détermine les résultats de l'estimation. Le choix est arbitraire puisqu'il n'existe pas de tests permettant de privilégier une forme plutôt qu'une autre. La seule indication est la nature des observations. Les transactions immobilières étudiées sont des données ponctuelles, aussi une matrice spatiale correspondant à une mesure de la distance séparant chaque point est privilégiée. Des tests spécifiques mettent en évidence l'existence d'autocorrélation spatiale dans les

données étudiées. Par ailleurs, la présence d'hétéroscédasticité et l'absence d'une distribution normale des résidus dans l'analyse obligent à une interprétation nuancée de ces résultats et à l'utilisation de méthodes d'estimation spécifiques.

En effet, les tests de spécification de la forme du modèle spatial sont contraints par des hypothèses sur la forme des résidus issus de l'estimation de la fonction des prix hédonistes avec la méthode des moindres carrés ordinaires. Seul, les résultats du test de Kelejian-Robinson ne sont pas sensibles à la structure des résidus. Les résultats donnés par ces tests indiquent le type d'autocorrélation à privilégier, c'est-à-dire la forme de la fonction à retenir. Le recours à telle ou telle fonction spatiale entraîne des différences d'interprétation quant à l'explication de la provenance de l'autocorrélation spatiale. Par ailleurs, les modèles spatiaux sont estimés en utilisant généralement la méthode du maximum de vraisemblance. La présence d'hétéroscédasticité et d'une distribution non normale des résidus conduit à recourir aux méthodes des variables instrumentales.

Dans le test empirique, en fonction de la matrice spatiale retenue, les tests de spécification favorisent l'un ou l'autre des modèles spatiaux. L'estimation du modèle spatial avec autocorrélation et du modèle spatial autorégressif révèle en général une surestimation des paramètres estimés lors de l'absence de prise en compte de l'autocorrélation spatiale. Certaines variables ne sont plus significatives comme la variable distance au centre qui dans le modèle 7 (avec la matrice W_3) n'est plus significative. L'écart de prix s'établit dans le cas de la prise en compte de l'autocorrélation (modèle 7 avec la matrice W_3) à 41 % au lieu de 45 %. En revanche, l'appréciation de la valorisation totale s'établit au environ de 17 millions de francs, soit 3,8 % du montant des transactions. Les paramètres calculés sont généralement plus faibles lors de l'estimation spatiale.

Le recours aux méthodes de l'économétrie spatiale demeure difficile notamment pour des observations résultant de coupe transversale connue pour posséder souvent de l'hétéroscédasticité. En effet, le non respect des hypothèses d'absence d'hétéroscédasticité et de distribution normale des résidus complexifie l'emploi de l'économétrie spatiale. Par ailleurs, la possibilité d'existence de colinéarité entre la variable spatiale et les autres variables explicatives rend difficile une conclusion formelle sur les effets de l'introduction de l'autocorrélation spatiale dans la mesure de la valorisation immobilière de l'aménagement de l'espace public urbain.

CONCLUSION GENERALE

L'objectif de notre thèse était d'appréhender la valorisation immobilière des biens publics locaux et plus particulièrement de l'aménagement de l'espace public urbain.

Pour l'atteindre, nous avons mobilisé les enseignements des modèles de localisation résidentielle, ainsi que des modèles et des tests de capitalisation immobilière de l'offre de biens publics locaux, afin d'isoler les déterminants micro-économiques du choix des ménages en termes de localisation. L'objet de nos travaux nous a conduit à nous intéresser à la remise en cause de l'hypothèse de l'isotropie de l'espace dans les modèles de localisation qui autorise la prise en compte de l'existence de l'offre de biens publics locaux dans les choix résidentiels des ménages. L'anisotropie des caractéristiques des localisations, au-delà d'une simple différence liée à la distance au centre, tend à rendre intelligible la croissance du gradient de rente à certains endroits de l'espace.

Par ailleurs, nous avons introduit dans le modèle de Tiebout et dans son extension en termes de capitalisation, la spatialité de l'offre des biens publics locaux au sein des communes, qui aboutit à ne plus considérer les communes comme des clubs, rendant ainsi possible une analogie entre les modèles de localisation résidentielle et les modèles de capitalisation. En effet, en levant l'hypothèse de l'uniformité de l'offre de biens publics locaux au sein d'une commune, les ménages ne choisissent plus une commune de résidence, mais un lieu de résidence ayant certains attributs, notamment l'offre de biens publics locaux, les aménités et l'appartenance à une commune déterminant le niveau de taxe foncière. Aussi, existe-t-il une capitalisation de l'offre de biens publics locaux entre communes, et au sein de chacune des communes étudiées.

La spatialisation de l'offre des biens publics locaux nous a conduit à remettre en cause la capitalisation telle qu'Oates la définit. En effet, la prise en compte dans l'analyse de la valorisation immobilière de la localisation et des caractéristiques des biens publics locaux entraîne l'absence de pertinence du recours aux dépenses publiques comme indicateur de l'offre des biens publics locaux. Oates s'est intéressé à la capitalisation immobilière des dépenses publiques, alors que nos travaux concernent la valorisation immobilière de l'offre de biens publics. Pourtant, l'analyse des tests empiriques de la capitalisation nous a apporté des informations méthodologiques importantes sur la spécification des variables à retenir dans la fonction des prix hédonistes, tant sur la variable fiscale, que sur les variables *offre de biens publics locaux*.

Pour le test empirique, nous avons retenu une spécification proche de celle du modèle de Yinger. Celle-ci implique que les ménages valorisent les impôts négativement et l'offre de biens publics locaux positivement, en intégrant des considérations en termes de préférences des ménages dans les prix des biens immobiliers. L'offre de biens publics locaux oriente le choix de localisation des ménages en fonction de leurs préférences. Le prix des biens immobiliers intègre entièrement les impôts payés par les ménages. Aussi cette variable n'intervient-elle pas dans leurs choix de localisation résidentielle. En revanche, elle participe à la formation du prix du logement.

Le test empirique concerne la valorisation immobilière de l'aménagement de l'espace public urbain. L'analyse du marché de l'immobilier nous a conduit à nous intéresser au marché des logements dits anciens achetés par des particuliers sur le territoire de la commune de Lyon en 1995. L'enquête de terrain auprès de 1336 transactions immobilières a permis de compléter les informations obtenues sur les attributs des immeubles qui abritent les logements et sur l'aménagement de l'espace public urbain riverain du logement. Les résultats de l'estimation de la fonction de valorisation immobilière obtenus en recourant aux outils traditionnels de l'économétrie n'infirment pas la théorie. La simulation de la valorisation immobilière de scénarios concernant l'aménagement de l'espace public urbain confirme l'importance de l'aménagement dans la formation du prix des logements puisque l'écart de prix *ceteris paribus* entre les scénarios extrêmes atteint 45 % (modèle 3). Sur l'échantillon étudié, la valorisation immobilière de l'aménagement de l'espace public urbain représente environ vingt et un millions de francs soit 3,8 % du montant des transactions estimées.

Malgré ces résultats conformes à la théorie, nous remettons en cause l'utilisation de méthodes économétriques standard pour estimer la fonction de valorisation immobilière avec des données qui se caractérisent par une localisation singulière dans l'espace au sein de quartiers homogènes en termes d'attributs, provoquant ainsi l'apparition d'autocorrélation spatiale. Afin de tenir compte de l'autocorrélation spatiale dans l'estimation de la fonction, nous avons recouru à l'économétrie spatiale et plus particulièrement au modèle spatial autorégressif et au modèle spatial avec autocorrélation des résidus. L'estimation de l'équation a requis la définition de matrices de distance représentant les liens spatiaux entre les observations. La détermination de ces matrices est l'un des points faibles de l'analyse puisque le choix est arbitraire. Aucun test ne fournit d'indication sur sa forme.

La présence d'hétéroscédasticité nous a contraints à l'estimation de la fonction par

plusieurs méthodes afin d'observer si les résultats étaient obérés. Les résultats, sous réserve des conséquences de la présence d'hétéroscédasticité, indiquent que l'estimation par les méthodes économétriques standard entraîne généralement une modification des paramètres de l'équation de valorisation immobilière. En revanche, à l'exception de la variable *distance au centre*, toutes les autres variables demeurent généralement significatives du point de vue statistique. L'écart des prix, *ceteris paribus*, entre les scénarios polaires, en termes de valorisation immobilière, diminue pour s'établir à 41 % au lieu de 45 %. En revanche, l'estimation de la valorisation sur l'ensemble de notre population représente environ 3,8 % du montant estimé des transactions comme précédemment.

Le risque d'existence de colinéarité entre la variable spatiale et les autres variables explicatives ne permet pas d'affirmer que la prise en compte de l'autocorrélation spatiale tend à montrer que les paramètres estimés par la méthode des moindres carrés ordinaires sont généralement surestimés. En revanche, les tests d'autocorrélation indiquent que les observations sur le marché de l'immobilier se caractérisent par l'existence d'autocorrélation spatiale dont il est nécessaire de tenir compte pour obtenir des estimations moins biaisées.

Les limites de nos travaux permettent d'envisager des perspectives de prolongement de recherche extrêmement variées sur la valorisation immobilière de l'offre de biens publics locaux. En effet, l'objet demeure encore peu analysé en France. Longtemps, l'indisponibilité de données a empêché des analyses rigoureuses du marché du logement basées sur les transactions immobilières individuelles. Souvent les études sur le logement se sont contentées de recourir à des prix d'offre, à des prix moyens calculés par commune, quartier, arrondissement et aux loyers en remplacement des transactions immobilières individuelles. Pourtant, le développement des dépenses publiques locales liées au désengagement de l'état, aux transferts de compétences vers les collectivités locales accompagnant les lois de décentralisation, rend, aujourd'hui, plus vive la question de l'évaluation des politiques publiques locales analysées au travers du prisme des préférences des ménages révélées par les prix des biens immobiliers.

Notre thèse s'est intéressée à la valorisation de l'aménagement de l'espace public urbain pour les logements dits anciens achetés par des particuliers en 1995 à Lyon. Cette restriction du champ de l'analyse à la commune centre d'une agglomération millionnaire provoque des biais certains dans nos estimations. En effet, nous connaissons les effets de débordement résultant de l'offre de biens publics locaux que nos choix méthodologiques ne permettent pas de prendre en compte du fait de l'isolement de la commune de Lyon par rapport aux communes périphériques. Le choix de circonscrire le champ d'études résulte de notre volonté de travailler sur des données *exhaustives* d'un segment du marché immobilier. Par ailleurs, la nécessité de réaliser une enquête de terrain pour relever les caractéristiques des immeubles et de l'aménagement de l'espace public urbain rendait impossible, dans le cadre de notre travail, l'extension du périmètre d'analyse.

Pourtant, la constitution de structures intercommunales favorisée par l'état, visant à gérer en commun certains biens et services publics locaux, milite en faveur de l'étude de la valorisation immobilière de l'aménagement de l'espace public urbain sur le périmètre de

ces structures intercommunales. Nous avons vu l'importance des transports dans l'aménagement de l'espace public et dans la formation des prix de l'immobilier résidentiel. Les transports urbains de personnes sont coordonnés par une autorité organisatrice qui regroupe parfois plusieurs collectivités territoriales pour définir l'offre de transports publics sur le Périmètre de Transports Urbains. Afin de pouvoir mesurer l'impact des transports sur les biens immobiliers résidentiels, il faut s'intéresser aux prix de l'immobilier résidentiel sur ce périmètre. Aussi une première possibilité d'extension de nos travaux consisterait-elle à élargir la zone d'étude à l'ensemble de l'agglomération lyonnaise représentée par le territoire de la Communauté Urbaine de Lyon.

Une partie des effets de l'aménagement de l'espace public urbain concerne l'impact des transports sur les choix résidentiels des ménages. L'accessibilité est indirectement déterminée par la proximité d'une station de métro et par la possibilité de stationner de manière bilatérale sur la chaussée. Ces mesures demeurent élémentaires. Une réflexion est à mener sur la définition de l'accessibilité et sur la détermination d'un indicateur d'accessibilité dépendant de la distance (distance-temps) de l'observation par rapport aux principaux centres (activités, achats, loisirs) et des modes de transport de l'agglomération lyonnaise.

Par ailleurs, nos travaux concernent l'aménagement de l'espace public urbain, les autres biens publics locaux ne sont pas pris en compte dans notre analyse. L'Inventaire Communal réalisé par l'INSEE qui regroupe l'ensemble des équipements communaux peut être utilisé pour connaître les biens publics locaux offerts dans chaque commune. Une réflexion préalable à l'utilisation de l'Inventaire Communal est nécessaire. En effet, la constitution d'un indice d'équipements publics dans les études s'approche souvent plus du calcul d'une mesure *ad hoc* que d'un indicateur pertinent résultant d'un examen du rôle de chaque bien public local dans le choix résidentiel des ménages. De plus, l'oubli de certaines variables explicatives biaise l'estimation des paramètres de la fonction des prix. Aussi, est-il nécessaire de poursuivre une réflexion sur la valorisation des autres biens publics locaux existants dans le prix des biens immobiliers résidentiels.

En outre, nos travaux ont porté sur la valorisation immobilière de l'aménagement de l'espace public urbain à un moment donné. Or, il serait intéressant de mener également une étude de la valorisation immobilière de l'aménagement de l'espace public urbain en diachronique. Par exemple, l'analyse pourrait mesurer la variation de l'introduction d'une nouvelle infrastructure de transport comme celle des lignes de tramway sur le prix de l'immobilier résidentiel.

Enfin, la détermination de la valorisation immobilière de l'aménagement de l'espace public urbain représente la première étape de la méthode des prix hédonistes. Les résultats obtenus en termes de valorisation immobilière ne correspondent pas au consentement à payer pour l'aménagement de l'espace public urbain puisque aucune information sur les caractéristiques socio-économiques des ménages n'est connue. Par ailleurs, l'absence de connaissance du montant de l'impôt payé par les ménages conduit à des estimations biaisées. Ces informations sont détenues par les services fiscaux mais sont rarement accessibles. Des enquêtes supplémentaires devraient être effectuées pour pouvoir collecter ces données. Ceci signifie qu'il faudrait lever l'anonymat des transactions immobilières.

Les perspectives de prolongement de la valorisation immobilière de l'aménagement de l'espace public urbain ne se cantonnent pas à la seule extension du périmètre de l'étude, à la prise en compte de l'existence d'autres biens publics locaux ou à une meilleure spécification des transports. Elles peuvent également s'étendre à l'approfondissement des explorations méthodologiques réalisées dans nos travaux.

L'existence d'autocorrélation et d'hétéroscédasticité spatiales dans les données observées remet en cause l'estimation des modèles par les méthodes économétriques standard. Le marché de l'immobilier se caractérise par des données spatialisées, ce qui conduit à s'interroger sur l'existence de relations entre les transactions immobilières. Afin d'obtenir des estimations non biaisées, il est nécessaire de recourir à des modèles spatiaux autorégressifs et avec autocorrélation des résidus. Les résultats obtenus en utilisant ces modèles montrent la difficulté de l'estimation lorsqu'il existe de l'hétéroscédasticité des résidus et un risque de multicollinéarité. L'économétrie spatiale propose des modèles spécifiques permettant de tenir compte à côté de l'autocorrélation de l'hétéroscédasticité des résidus. Ces modèles n'ont pu être appliqués à nos observations pour des raisons de difficultés d'application à des populations statistiques d'effectif élevé. Les résultats obtenus illustrent l'intérêt de recourir aux modèles spatiaux pour obtenir des paramètres non biaisés même si cela conduit parfois à des résultats *plus décevants* en termes de significativité de certaines variables.

Dans les méthodes de prise en compte de la dépendance spatiale présentées, nous avons évoqué les modèles de géostatistique basés sur la théorie des variables *régionalisées*. Ils permettent d'estimer la valeur d'un paramètre dans tous les points de l'espace étudié à partir de données ponctuelles. L'intérêt de la méthode est, d'une part, de fournir une estimation spatiale du prix des biens immobiliers, et d'autre part, de déterminer une valorisation de la localisation. En effet, du fait de l'utilisation première de la méthode en géologie, les résultats permettent de dresser des cartes avec des isocourbes qui représentent les variations de la valeur de la variable endogène en fonction de la localisation dans l'espace étudié. La carte est réalisée grâce aux propriétés des variables *régionalisées*. Les caractéristiques de chaque localisation ne sont pas connues mais les observations ponctuelles autorisent le calcul de la valeur de tous les points de l'espace. Dans le cadre de l'analyse de l'aménagement de l'espace public urbain et de sa valorisation dans les prix de l'immobilier et l'analyse du marché de l'immobilier, cette méthode semble apporter un nouvel éclairage.

Enfin, nous avons supposé implicitement que les hypothèses de la méthode des prix hédonistes étaient vérifiées sur le marché de l'immobilier. Pourtant, une forte asymétrie informationnelle et des coûts de transactions élevés caractérisent ce marché. Il serait intéressant de mesurer l'impact de la remise en cause des hypothèses sur l'estimation des paramètres de la fonction de valorisation immobilière de l'offre de biens publics locaux.

L'étude des choix de la localisation résidentielle et de la valorisation des biens publics locaux demeure encore à ses premières explorations en France. Les perspectives de recherche présentées soulignent l'étendue des applications possibles et des questionnements méthodologiques résultant de la problématique de la valorisation immobilière de l'offre de biens publics locaux.

Annexes

ANNEXE 1



Une carte de LYON

ANNEXE 2

Absente

Annexe 3

ANNEXE 4

Tableau 1

Variable	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1,00												
2	0,11	1,00											
3	0,11	0,12	1,00										
4	0,11	0,12	0,13	1,00									
5	0,11	0,12	0,13	0,14	1,00								
6	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	1,00							
7	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	1,00						
8	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	1,00					
9	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	1,00				
10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	1,00			
11	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	1,00		
12	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	1,00	
13	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	1,00

La matrice de corrélation des variables Explicatives

Tableau 2

Variable	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1,00												
2	0,11	1,00											
3	0,11	0,12	1,00										
4	0,11	0,12	0,13	1,00									
5	0,11	0,12	0,13	0,14	1,00								
6	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	1,00							
7	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	1,00						
8	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	1,00					
9	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	1,00				
10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	1,00			
11	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	1,00		
12	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	1,00	
13	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	1,00

ANNEXE 5

Les Résultats de quelques modèles

MODELE 3

MODELE 7 avec W3 (KD1_3)

```

TYPE OF THE MATRIX      W1: (non-singular, fixed entry)
TEXT                   INPUT      VALUE      COST
Economic J: cost      1.000000    0.000000    0.000000
Lagrange Multiplier: cost      1.000000    0.000000    0.000000
Economic Reduction: cost      1.000000    0.000000    0.000000
Lagrange Multiplier: cost      1.000000    0.000000    0.000000
    
```

STATISTICAL INFORMATION ON SPECIAL BOUND VALUES (REGRESSION METHOD)

```

STATISTICAL FACTS
Partial Derivatives for Variables: 15.0000
Lower and Upper Limits of Acceptable Parameters Range
Lower: 0.000000 Upper: 1.000000
Lower and Upper Limits to Search Parameters
Lower: 0.000000 Upper: 0.000000
    
```

Case	Lower	Upper	Sign	Cost
1	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
2	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
3	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
4	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
5	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
6	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
7	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
8	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
9	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
10	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
11	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
12	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
13	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
14	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
15	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
16	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
17	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
18	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
19	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000

```

STATISTICAL BOUND VALUES      SPECIAL BOUND VALUES
TYPE SET      TYPE      SPECIAL SET TYPE MATRICE      W1:
DIFFERENTIABLE PARAMETER      INPUT      COST TYPE      PARAMETER      TYPE
R0      0.000000      0.000000      0.000000      0.000000      0.000000
R1      0.000000      0.000000      0.000000      0.000000      0.000000
R2      0.000000      0.000000      0.000000      0.000000      0.000000
    
```

PARAMETER	CONST	STD.	SE-VALUE	BOUND
CONSTANT	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
INPUT	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
COST	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
R0	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
R1	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
R2	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
PARAMETER	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
CONST	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
INPUT	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
COST	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
R0	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
R1	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
R2	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000

COEFFICIENTS VARIANCE-COVARIANCE

CONSTANT

0.000000	0.000000	-4.11942e-05	-0.000189140	0.000000000	-0.000000000
-0.000000000	-0.000000000	-0.000000000	-0.000000000	0.000000000	0.000000000

LOGE

0.000000000	0.000000000	4.00000e-05	1.70000e-05	0.000000000	1.00000e-05
0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000

TIME

-0.000000000	-0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	-0.000000000
0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000

DEP

-0.000000000	-0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	-0.000000000
-0.000000000	-0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000

CONS

0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000
0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000

STAT

-0.000000000	0.000000000	-0.000000000	-0.000000000	-0.000000000	0.000000000
0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000

TIME

0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000
0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000

CONS

0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000
0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000

STAT

0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000
0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000

STAT

0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000
0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000

TESTES FOR HYPOTHESES

DIAGNOSTIC FOR HETEROSKEDASTICITY

BRAYDON COEFFICIENTS

TEST	DF	VALUE	P-VALUE
Braydon-Bright test	1	51.44000	0.00000
Braydon-Bright test	1	41.43000	0.00000

DIAGNOSTIC FOR SPATIAL DEPENDENCY

SPECIAL ERRORS DEPENDENCE FOR OLS WITH NATURE

TEST	DF	VALUE	P-VALUE
Likelihood Ratio Test	1	16.48775	0.00000

TEST ON COMMON SLOPE HYPOTHESES

TEST	DF	VALUE	P-VALUE
Likelihood Ratio Test	1	12.45027	0.00000
Wald Test	1	12.45027	0.00000

LAGRANGE MULTIPLIER TEST ON SPATIAL DEPENDENCY

TEST	STAT	DF	VALUE	P-VALUE
LML	1	1	1.72475	0.00000

BIBLIOGRAPHIE

- ABDEL-RAHMAN H. et FUJITA M. (1990), Product Variety, Marshallian Externalities, and City Sizes, *Journal of Regional Science*, Vol. 30, N°2, 1990, pp.165-183
- ABELSON P.W. et MARKANDYA A., The Interpretation of Capitalized Hedonic Prices in a Dynamic Environment, *Journal of Environmental Economics and Management*, N°12, 1985, pp. 195-206
- ACHOUR D., CHUNG J. et LAPOINTE A. (1981), *Economie urbaine*, Editions Gaëtan Morin, Québec, 288 p.
- ADELMAN I. et GRILICHES Z. (1961), On a Index of Quality Change, *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 56, pp. 531-548
- ALONSO W. (1960), *A Model of the Urban Land Market : Locational and Densities od Dwellings and Businesses*, University of Pennsylvania, 1960
- ALONSO W. (1964), *Location and Land Use*, Cambridge, Harvard University Press, 1964, 205 p.
- ANAS A. (1995), Capitalization of urban Travel Improvements into Residential and Commercial Real Estate : Simulation with a Unified Model of Housing, Travel Mode and Shopping Choices, *Journal of Regional Science*, Vol. 35, No. 3, 1995, pp. 351-375
- ANSELIN L. (1988), *Spatial Econometrics : Methods and Models*, Kluwer Academic Publishers, 284 p.

- ANSELIN L. (1998), *Spacestat User's Guide, version 1.80*, 1998
- ANSELIN L. et GRIFFITH (1988), Do spatial Effects Really Matter in Regression Analysis ?, *Regional Science Association*, N°65, 1988
- ANSELIN L. et REY S. (1991), Properties of Tests for Spatial Dependence in Linear Regression Models, *Geographical Analysis*, N°23, 1991, pp. 112-131
- ARNOTT (1981), Aggregate Land Rents and Aggregate Transport Cost, *The Economic Journal*, N°91, 1981, pp. 331-347
- ATKINSON A.B. et STIGLITZ J.E. (1980), *Lectures on Public Economics*, McGraw Hill Book Company, Londres, 1980, 619 p.
- AURAY J.P. BAILLY A. DERYCKE P.H. et HURIOT J.M. (1994), *Encyclopédie d'économie spatiale*, Economica, Paris, 1994, 428 p.
- AYDALOT (1985), *Economie régionale et urbaine*, Economica, Paris, 1985
- BAJIC V. (1983), The Effect of a New Subway Line on Housing Prices in Metropolitan Toronto, *Urban Studies*, Vol. 20, 1983, pp. 147-158
- BARTIK T.J et SMITH V.K (1987), Urban Amenities and Public Policy, in Mills E.S. , Handbook of Regional and Urban Economics, Vol. II, Chapter 31, Elsevier Publisher B.V. , 1987, pp. 1207-1254.
- BASU S. et THIBODEAU T.G. (1998), Analysis of Spatial Autocorrelation in House Prices, *Journal of Real Estate Finance and Economics*, Vol.17, 1998, pp. 61-85
- BAUMGARTNER J.P. (1977), *La contribution de la recherche économique aux décisions de la politique des transports - Thème 3 : choix des priorités d'investissement sous l'angle théorique*, CEMT, Paris, 1977
- BECKERICH C. (1993), *Les usages de l'espace public et le partae de la voirie, réflexions méthodologiques*, Mémoire de DEA d'Economie des Transports, Faculté de Sciences Economiques et de Gestion, Université Lumière Lyon 2, Laboratoire d'Economie des Transports, 1993, 193 p.
- BECKERICH C. (1998), La capitalisation immobilière de l'offre de biens publics locaux : une application à l'offre de transport à Lyon, Communication à la 8ièmeWorld Conference on Transport Research, Anvers, juillet 1998, 26 p.
- BECKERICH C. (1999), Les prix des biens immobiliers et l'offre de biens publics locaux : un état de l'art de la capitalisation, in CALCOEN F. et CORNUEL D. , Marchés immobiliers, segmentation et dynamique, ADEF, 1999, pp. 27-64
- BECKMANN M.J. (1974), Spatial Equilibrium in the Housing Market, *Journal of Urban Economics*, N°1, 1974, pp. 99-107
- BEGUIN H. et THISSE J-F (1979), An Axiomatic Approach to Geographical Space, *Geographical Analysis*, Vol. 11, N°4, 1979, pp. 325-341
- BENARD J. (1985), *Economie publique*, Economica, Paris, 1985, 430 p.
- BERGSTROM T.C. et GOODMAN R.P., Private Demands for Public Goods, Vol. 63, N°3, pp. 280-296
- BERNADET M. (1998), *Les transports en France : Repères chiffrés des Comptes des Transports de la Nation*, Economica, 1998
- BESLEY D. , KUH E. et WELSCH R. (1980), *Regression Diagnostics, Identifying*

Influential Data and Sources of Collinearity, Wiley, New-York, 1980

- BESSE J-M (1994), L'analyse spatiale et le concept d'espace – une approche philosophique, in AURAY J.P. *et alii.* (sous la direction de) (1994), Encyclopédie d'économie spatiale, concepts – comportements – organisation, Economica, 1994, pp. 3-11
- BLEICH D.H. et alii. (1991), An Evaluation of the Impact of a Well-designed Landfill on Surrounding Property Values, *The Appraisal Journal*, Vol. 59, N°2, 1991, pp. 247-252
- BLOOM H.S., LADD H. et YINGER J. (1983), Are Property Taxes Capitalized into Property Values ?, in G.R. ZODROW, Local Provision of Public Services : The Tiebout Model after Twenty-Five Years, Academic Press, 1983
- BLOY E., BONNAFOUS A. et alii. (1977), *Evaluer la politique des transports*, Economica, PUL, 1977, 103 p.
- BOITEUX M. (1994), *Transport pour un meilleur choix des investissements*, Rapport du groupe présidé par M. BOITEUX, Commissariat Général du Plan, La Documentation Française, Paris, 1994
- BONNAFOUS A. (1989), *Le siècle des ténèbres de l'économie*, Economica, Paris, 1989, 184 p.
- BONNAFOUS A. (1992), Transport et environnement : comment valoriser les effets externes, *Economie et statistique*, N°258-259, Octobre-novembre, 1992, pp. 121-128
- BONNAFOUS A. et PUEL H. (1983), *Physionomies de la ville*, Les Editions Ouvrières, Paris, 1983, 165 p.
- BOUF D. (1997), Transport et prix fonciers : les enseignements de la théorie, LET, Document de travail, 1997
- BOULES T., GAGNE R. et LANOIE P. (1997), Living on a Noisy and Dusty Street : Environmental Evaluation , *CIRANO Scientific Series*, 97s-08, 1997, 10 p. + annexes
- BROOKSHIRE D.S., SCHULZE W.D. et D'ARGE R.C. (1982), Valuing Public Goods : A comparison of Survey and Hedonic Approaches, *The American Economic Review*, Vol. 72, N°1, pp.165-177
- BRUECKNER J.K. (1979), Property Values, Local Public Expenditure and Economy Efficiency , *Journal of Public Economics*, N°11, 1979, pp. 225-244
- BRUECKNER J.K. (1982), A Test for Allocative Efficiency in the Local Public Sector, *Journal of Public Economics*, N°19, 1982, pp. 311-331
- BRUECKNER J.K. ,THISSE J. et ZENOU Y. (1997), *Why is central Paris rich and downtown Detroit poor ? An amenity-based theory*, 1997, à paraître.
- BUCHANAN J.M (1968), *The Demand and Supply of Public Goods*, Rand McNally & Company, 1968, 213 p.
- BUCHANAN J.M. (1965), An Economic Theory of Clubs, *Economica*, Vol. 32, 1965, pp. 1-14
- BUCHANAN J.M. et GOETZ C.J. (1972), Efficiency Limits on Fiscal Mobility : a Assessment of the Tiebout Model, *Journal of Political Economics*, Vol. 1, 1972, pp. 25-43
- BUCHANAN J.M. et STUBBLEBINE W.C. (1962), Externality, *Economica*, novembre

- 1962, pp. 371-384
- BUTLER R.V. (1980), Cross-Sectional Variation in the Hedonic Relationship for Urban Housing Markets, *Journal of Regional Science*, Vol. 20, N°4, 1980, pp. 439-453
- BUTTON K. (1990), Environmental Externalities and Transport Policy, *Oxford Review of Economics and Policy*, Vol. 6, 1990, pp. 61-75
- CAMAGNI R. (1996), *Principes et modèles de l'économie urbaine*, Bibliothèque de Science Régionale, Economica, 1996, Paris
- CAN Ayse (1990), The Measurement of Neighbourhood Dynamics in Urban House prices, *Economic Geography*, N°66, 1990, pp. 254-272
- CAN Ayse (1992), Specification and Estimation of Hedonic Housing Price Models, *Regional Science and Urban Economics*, N°22, 1992, pp. 453-474
- CAPOZZA D.R. (1973), Subways and Land Use, *Environment et Planning*, N°5, 1973, pp. 555-570
- CASE C.E. (1978), *Property Taxation : the Need for Reform*, Cambridge, Ballinger, 1978
- CASES L. (1995), Le retour des locataires, *Economie et Statistiques*, N°288-289, 1995, pp. 43-57
- CEMT (1994), *Internaliser les coûts sociaux des transports*, CEMT, OCDE, 1994, 211 p.
- Centre de Documentation de l'Urbanisme (1998), *La Conférence de Rio*, Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement, pages Web, 1998
- CETUR (CERTU), SETRA (1992), *Sécurité des routes et des rues*, SETRA, Bagneux, 1992, 436 p.
- CHICA OLMO J. (1995), Spatial Estimation of Housing Prices and Locational Rents, *Urban Studies*, Vol. 32, N°8, 1995, pp. 1331-1334
- CHINLOY P. (1978), Effective Property Taxes and Tax Capitalization, *Canadian Journal of Economics*, Vol. 11, 1978, pp. 740-750
- CHURCH A.M. (1974), Capitalization of the Effective Property Rate on Single-Family Residences, *National Tax Journal*, Vol. 27, 1974, pp. 113-122
- CLIFF A. et ORD J. (1973), *Spatial autocorrelation*, Pion, Londres, 1973
- CLIFF A. et ORD J. (1981), *Spatial Processes, Models and Applications*, Pion, 1981
- COASE R. (1960), The Problem of Social Cost, *Journal of Law and Economics*, Vol. 3, 1960, pp. 1-44
- COEN R., POWELL B. (1972), Theory and Measurement of the Incidence of Differential Property Taxes on Rental Housing, *National Tax Journal*, Vol. 25, 1972, pp. 211-216
- COURLY, Action Foncière, Observatoire des Transactions Immobilières et Foncières (1997), *Analyse du marché, le logement 1990-1995*, 1997, 27 p.
- CROPPER M.L. et OATES W.E. (1992), Environmental Economics : A Survey, *Journal of Economic Literature*, Vol. XXX, 1992, pp. 675-740
- CROZET Y. (sous la direction de) (1994), *La mobilité en milieu urbain : de la préférence pour la congestion à la préférence pour l'environnement ?*, Rapport réalisé dans le cadre du programme ECLAT-ESCG pour le compte de l'ADEME et du Ministère de l'Environnement, Laboratoire d'Économie des Transports, 1994, 304 p.

- CUSHING B.J. (1984), Capitalization of Interjurisdictional Fiscal Differentials : An Alternative Approach, *Journal of Urban Economics*, N°15, 1984, pp. 317-326
- DE CRECY R. (1979), Quelques réflexions sur l'accessibilité, *Les Cahiers Scientifiques de la Revue Transports*, 4^{ème} trimestre 1979, pp. 18-32
- DELVERT K. (1995), *Effets externes et révélation des préférences*, Une analyse de la valorisation des effets externes, Mémoire de DEA d'Economie des Transports, Laboratoire d'Economie des Transports, Faculté de Sciences Economiques, Université Lumière Lyon 2, 1995, 130 p. + annexes
- DERYCKE P.H et GANNON F. (1990), Distance et coûts de transport, *Revue d'économie régionale et urbaine*, N°2, 1990, pp. 289-305
- DERYCKE P.H. (1979), *Economie et planification urbaine*, tome 1, PUF, Paris, 1979, 406 p.
- DERYCKE P.H. (1982), *Economie et planification urbaine*, tome 2, PUF, Paris, 1982, 412 p.
- DERYCKE P.H. (1997), Espace urbain et économie publique locale, Problème de tarification et de congestion, *Revue d'Economie Régionale et Urbaine*, Vol. 5, 1997, pp. 829-864
- DERYCKE P.H. et GILBERT G. (1988), *Economie publique locale*, Bibliothèque de Science Régionale, Economica, 1988, 308 p.
- DESAIGUES B. et LESGARDS V. (1992), L'évaluation contingente des actifs naturels, un exemple d'application, *Revue d'Economie Politique*, N°102, 1992, pp. 100-121
- DESERPA A.C. (1971), A Theory of the Economics of Time, *Economic Journal*, Décembre, 1971, pp. 828-845
- DORFMAN R. (1968), *Generation Equilibrium with Public Goods*, Communication au colloque d'économie publique de Biarritz, Editions du CNRS, 1968, pp. 49-80
- DOSIERE R. (1996), *La fiscalité locale*, Que sais-je ?, Presses Universitaire de France, 1996, 127 p.
- DOWDING K. , JOHN P. et BIGGS S. (1994), Tiebout : A Survey of the Empirical Literature, *Urban Studies*, Vol. 31, No. 4/5, 1994, pp. 767-797
- DUBIN R.A. (1992), Spatial Autocorrelation and Neighborhood Quality, *Regional Science and Urban Economics*, 1992, pp. 433-452
- DUNN E.S. (1954), *The Location of Agricultural Production*, University of Florida Press, Gainesville, 1954
- DURANTON G. (1997), L'analyse économique du zonage urbain : une brève revue de la littérature, *Revue d'Economie Régionale et Urbaine*, N°2, 1997, pp. 171-188
- DUSANSKY R., INGBER M. et KARATJAS N. (1981), The Impact of Property Taxation on Housing Values and Rents, *Journal of Urban Economics*, Vol. 10, 1981, pp. 240-255
- EDEL M. et SCLAR E. (1974), Taxes, Spending, and Property Values : Supply Adjustment in a Tiebout-Oates Model, *Journal of Political Economy*, Vol. 82, N°5, 1974, pp. 941-954
- EDELSTEIN R. (1974), The Determinants of Value in the Philadelphia Housing Market :

- A Case Study of the Main Line, *Review of Economics and Statistics*, Vol. 56, 1974, pp. 319-328
- EPPLÉ D. , ZELENITZ A. et VISSCHER M. (1978), A Search for Testable Implications of the Tiebout Hypothesis, *Journal of Political Economy*, Vol. 86, N° 3, 1978, pp. 405-425
- FAIVRE D'ARCIER B. (1992), *La voirie urbaine : de l'accumulation à la gestion patrimoniale*, Thèse pour le Doctorat ès Sciences Economiques, mention Economie des Transports, Laboratoire d'Economie des Transports, Faculté de Sciences Economiques et de Gestion, Université Lumière Lyon 2, 1992, 139 p.
- FAUCHEUX S. et PASSET R. (1995), Quelle économie pour l'environnement ? introduction, *Economie Appliquée*, Tome XLVIII, N°2, 1995, p. 5-24
- FOLLAIN J.R. et JIMENEZ E. (1985), The Demand for Housing Characteristics in Developing Countries, *Urban Studies*, N°22, 1985, pp. 421-432
- FORREST D. , GLEN J. et WARD R. (1996), The Impact of Light Rail System on the Structure of House Prices, a Hedonic Longitudinal Study, *Journal of Transport Economics and Policy*, 1996, pp. 15-29
- FREEMAN A.M (1979), Hedonic Prices, Property Values and Measuring Environmental Benefits : A Survey of the Issues, *Scandinavian Journal of Economics*, Vol. 81, 1979, pp. 154-173
- FUJITA M. (1989), *Urban Economic Theory, Land Use and City Size*, Cambridge University Press, 1989, 366p.
- GABRIEL S.A. (1981), Interjurisdictional Capitalization Effects of Proposition 13 in San Francisco Bay Area, *National Tax Proceedings*, 1981, pp. 263-271
- GANNON F. (1993), *Modèles de villes et politiques urbaine optimales*, Thèse de Doctorat ès Sciences Economiques, Université de Paris X, Nanterre, 1993, 631 p.
- GATZLAFF D.H. et SMITH M.T. (1993), The Impact of the Miami Metrorail on the Value of Residences near Station Location, *Land Economics*, Vol. 64, N°1, 1993, pp. 54-66
- GEARY R. (1954), The Contiguity Ratio and Statistical Mapping, *The Incorporated Statistician*, N°5, 1954, pp. 115-145
- GILBERT G. et GUENGANT A. (1998), *La fiscalité locale en question*, Montchrestien, Collection clefs économie, Paris, 1998, 155 p.
- GOFFETTE-NAGOT F. (1994), *Analyse microéconomique de la périurbanisation : Un modèle de localisation résidentielle*, Document de recherche n° 43, Economie et sociologie rurale, INRA, 1994, 427 p.
- GOODMAN A.C. (1978), Hedonic Prices, Price Indices and Housing Markets, *Journal of Urban Economics*, N°5, 1978, pp. 471-484
- GOODMAN A.C. (1983), Capitalization of Property Tax Differentials within and among Municipalities, *Land Economics*, Vol. 59, 1983, pp. 211-219
- GRANELLE J-J. et VILMIN T. (sous la direction de) (1993), *L'articulation du foncier et de l'immobilier*, ADEF, 1993, 190 p.
- GRAVEL N. , MARTINEZ M. et TRANNOY A. (1997), Une approche hédonique du marché des logements, *Etudes Foncières*, N°74, mars 1997, pp. 16-19

-
- GRAVES et alii. (1988), The Robuteness of Hedonic Price Estimation : Urban Air Quality, *Land Economics*, Vol. 64, N°3, 1988, pp. 220-233
- GREFFE X. (1994), *Economie des politiques publiques*, Dalloz, Précis Dalloz, 1994, 546 p.
- GRAVEL N. , MARTINEZ M. et TRANNOY A. (1997), *Evaluation des prix hédonistes du logement dans les communes du Val d'Oise de plus de 10 000 habitants*, THEMA, Université de Cergy-Pontoise, Université de Paris X-Nanterre, 1997, 81 p.
- GRILICHES Z. (1971), *Prices Indexes and Quality Change : Studies in News Methods of Measurement*, Harvard University Press, 1971, Cambridge
- GRONBERG T.J (1979), The Interaction in Housing and Local Public Goods : A Simultaneous Equations Approach, *Southern Economic Journal*, Vol. 46, 1979, pp. 445-459
- Groupement des Autorités Responsables de Transport (1997), *Mémento 1997 des transports publics urbains*, 1997, 12 p.
- GUENGANT A. (1992), *Les coûts de la croissance péri-urbaine : l'exemple de l'agglomération rennaise*, ADEF, 1992
- GUENGANT A., JOSSELIN J-M. et ROCABOY Y. (1997), *Externalités spatiales de consommation et congestion des biens publics locaux*, Communication au colloque de l'ASRDLF, Lille, Septembre 1997, 21 p.
- GUIGOU J-L (1982), *La rente foncière, les théories et leur évolution depuis 1650*, *Economica*, 1982
- GUSTELY D. (1976), Local Taxes, Expenditures and Urban Housing, *Southern Economic Journal*, Vol. 42, 1976, pp. 659-665
- HALVORSEN R . et POLLAKOWSKI H.O. (1981), Choice of Functional Form for Hedonic Price Equations, *Journal of Urban Economics*, N°10, 1981, pp.37-49
- HAMILTON B. W. (1976), Capitalization of Intrajurisdictional Differences in Local Tax Prices, *American Economic Review*, Vol. 66, No. 5, 1976, pp. 743-753
- HAMILTON B.W. (1976), The Effects of Property Taxes and Local Public Spending on Property Values : A Theoretical Comment, *Journal of Political Economy*, Vol. 84, N°3, 1976, pp. 647-650
- HAMILTON B.W. (1979), Capitalization and the Regressivity of the Property Tax : Empirical Evidence, *National Tax Journal*, Vol.32, 1979, pp. 169-180
- HAMMICHE S. (1997), *Cohérence du calcul économique public, Le cas de l'autoroute ferroviaire*, Thèse pour le Doctorat ès Sciences Economiques, mention Economie des Transports, Laboratoire d'Economie des Transports, Faculté de Sciences Economiques et de Gestion, Université Lumière Lyon 2, 1997, 440 p.
- HARRISON D. et RUBINFELD D.L. (1978), Hedonic Housing Prices and the Demand of Clean Air, *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol.5, 1978, pp. 81-102
- HEIKKIKKA E.J. (1996), Are Municipalities Tieboutian Clubs ?, *Regional Science and Urban Economics*, N°26, 1996, pp. 203-226
- HEINBERG J. et OATES W (1970), The Incidence of Differential Property Taxes on

- Urban Housing, *National Tax Journal*, Vol. 23, 1970, pp. 92-98
- HERRING W.E. (1992), Testing the Standard Urban Model of Residential Choice : An Implicit Markets Approach, *Journal of Urban Economics*, N°31, 1992, pp. 145-163
- HIRON B. (1999), *L'évaluation du coût du bruit en milieu urbain : méthode des prix hédonistes et méthode d'évaluation contingente à l'épreuve*, Thèse pour le Doctorat en Sciences Economiques, mention Economie des Transports, Laboratoire d'Economie des Transports, Faculté de Sciences Economiques et de Gestion, Université Lumière Lyon 2, 1999, 338 p.
- HOCKMAN O., PINES D. et THISSE J-F (1995), On the Optimal Structure of Local Governments, *The American Economic Review*, Vol. 85, N°. 5, 1995, pp. 1224-1240
- HOTELLING H. (1929), Stability in Competition, *Economic Journal*, Vol. 39, 1929, pp. 41-57
- HUGUES W.T. et SIRMANS (1992), Traffic Externalities and Single-family House Price, *Journal of Regional Science*, Vol. 32, N°4, 1992, pp. 487-500
- HURIOT J.M. (1994a), L'utilisation du sol, in AURAY J.P. et alii . , Encyclopédie d'économie spatiale, Economica, 1994, Paris
- HURIOT J.M. (1994b), *Von Thünen : économie et espace*, Economica, Paris
- HURIOT J.M. et PERREUR J. (1990), Distances, espaces et représentations, une revue, *Revue d'économie régionale et urbaine*, N°2, 1990, pp. 197-237
- IHLANDFELD K.R. et JACKSON J.D (1982), Systematic Assessment Error and Intra-jurisdictional Property Tax Capitalization, *Southern Economic Journal*, Vol. 49, 1982, pp. 417-427
- IRONMONGER D.S. (1972), *New Commodities and Consumer Behavior*, Cambridge University Press, 1972
- ISARD W. (1956), *Location ans Space Economy*, MIT Press, 1956
- JACKSON R.J. (1979), Intraurban Variation in the Price of Housing, *Journal of Urban Economics*, N°6, 1979, pp.464-479
- JAYET H. (1993), *Analyse spatiale quantitative, une introduction*, ARSDFL, Bibliothèque de science régionale, Economica, 1993, 202 p.
- JESSUA C. (1968), *Coûts sociaux et coûts privés*, Bibliothèque d'Economie Contemporaine, PUF, 1968, 288p.
- JESSUA C. (1968), *Coûts sociaux et coûts privés*, Presse Universitaire de France, 1968
- JOHANSSON P-O. (1987), *The Economy Theory and Measurement of Environmental Benefits*, Cambridge University Press, Cambridge, 1987
- JOHNSON M.S. et LEA M.J. (1982), Differential Capitalization of Local Public Service Characteristics, *Lands Economics*, Vol. 58, No. 2, 1982, pp. 189-203
- JOHNSTON J. (1985), *Méthodes Econométriques*, Tomes 1 et 2, Economica, 3^{ème} édition, 1985, 648 p.
- JURION B. (1983), A theory of public services with distance sensitivity, in THISSE J.F et ZOLLER H.G. , *Locational analysis of public facilities*, North-Holland, 1983, pp. 95-116
- KANEMOTO Y. (1977), Cost-Benefit Analysis and the Second Best Land Use for

- Transportation, *Journal of Urban Economics*, N°4, 1997, pp. 483-503
- KELEJIAN H. et ROBINSON D.P (1992), Spatial autocorrelation : a new computationally simple test with an application to per capita county policy expenditures, *Regional Science and Urban Economics*, N°22, 1992, pp. 317-331
- KING T.A. (1973), *Property Taxes, Amenities and Residential Land Values*, Cambridge, Ballinger, 1973
- KING T.A. (1977), Estimating Property Tax Capitalization : A Critical Comment, *Journal of Political Economy*, Vol. 85, No. 2, 1977, pp. 425-431
- KLAASSEN L. et PAELINK J. (1979), *Spatial Econometrics*, Saxe House, Farnborough, 1979
- KOENIG G. (1979), A propos de : Quelques réflexions sur la notion d'accessibilité, *Les cahiers scientifiques de la revue Transports*, 4^{ème} trimestre, 1979, pp. 33-40
- KOHLHASE J.E. (1988), The Impact of Toxic Waste Sites on Housing Values, *Journal of Urban Economics*, Vol. 30, pp. 1-26
- KOLM S.C. (1971), *L'Etat et le système des prix*, Dunod, 1971
- KRUMM R.J. (1980), Neighborhood Amenities : An Economic Analysis, *Journal of Urban Economics*, N°7, 1980, pp. 208-224
- La Revue d'Economie Politique (1989), Le calcul économique public, 20 ans de calcul économique, Numéro spécial, Vol. 99, N°2, 1989, pp. 155-392
- LACAZE J-P (1997), Les prix hédoniques n'expliquent pas les femmes nues sculptées sur les façades des immeubles, *Etudes Foncières*, N°76, septembre 1997, pp. 30-31
- LAFFONT J-J. (1977), *Monographie du séminaire d'économétrie : effets externes et théorie économique*, Editions du CNRS, Paris, 1977, 167 p.
- LAFFONT J-J. (1982), *Cours de théorie micro-économique*, *Economica*, Vol.1, Paris, 1982, 199 p.
- LAFFONT J-J. (1988), *Economie publique*, *Economica*, Paris, 1988, 272 p.
- LANCASTER K.J. (1966), A New Approach to Consumer Theory, *Journal of Political Economy*, Vol. 74, 1966, pp. 132-157
- LAPOINTE A. et DESROSIERS J. (1986), Modelling Residential Choice, *Journal of Regional Science*, Vol. 26, N°3, 1986, pp. 549-566
- LEA M.J. (1982), Local Tax and Equilibrium Capitalization : Integrating Evidence from the Market and Political Processes, *Public Finance Quarterly*, Vol. 10, 1982, pp. 95-117
- LINNEMAN P. (1980), Some Empirical Results on the Nature of the Hedonic Price Function for the Urban Housing Market, *Journal of Urban Economics*, N°8, 1980, pp. 47-68
- LINNEMAN P. (1980), The Capitalization of Local Rates : a Note on Specification, *Journal of Political Economy*, Vol.86, N°3, 1980, pp. 535-538
- LINNEMAN P. (1981), The Demand for Residence Site Characteristics, *Journal of Urban Economics*, N°9, 1981, pp.129-148
- MÄLER K.G (1977), A Note on the Use of Property Values in Estimating Marginal Willingness to Pay for Environmental Quality, *Journal of Environmental Economics*

- and Management*, N°4, 1977, pp. 355-369
- MALEYRE I. (1995), L'analyse de la demande pour les caractéristiques du logement, application à Abidjan, *Revue d'Economie Régionale et Urbaine*, N°3, 1995, pp. 449-480
- MALEYRE I. (1997), L'approche hédonique des marchés immobiliers, *Etudes Foncières*, N°76, septembre 1997, pp. 22-29
- MARGOLIS J. (1955), A comment on the pure theory of public expenditure, *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 38, Novembre 1955, pp. 344-349
- MARSHALL (1890), *Principles of economics*, Mc Millan, Londres, 1^{ère} édition, 1890
- MARTINAND C. et LANDRIEU J. (sous la direction de) (1996), *L'aménagement en questions*, ADEF, 1996, 246 p.
- MATHERON G. (1965), *Les variables régionalisées et leur estimation*, Masson, Paris, 1965
- MAURICE-BAUMONT C. (1992), Analyse empirique des comportements de localisation résidentielle dans les espaces urbains multicentriques, le cas de l'agglomération dijonnaise, *Revue d'Economie Régionale et Urbaine*, N°1, 1992, pp. 11-35
- McDONALD J.F. et OSUJI C.I. (1995), The Effect of an Anticiped Transportation Improvement on Residential Land Values, *Regional Science and Urban Economics*, Vol. 25, 1995, pp. 261-278
- McDOUGALL G.A. (1976), Local Public Goods and Residential Property Insight and Extensions, *National Tax Journal*, Vol. 29, 1976, pp. 436-447
- MEADE J.E. (1952), External economics and diseconomics in a competitive situation, *The Economic Journal*, mars, 1952, pp. 54-67
- MEADOWS G.R. (1976), Taxes, Spending, and Property Values : A Comment and Further Results, *Journal of Political Economy*, Vol. 84. No. 4, 1976, pp. 869-880
- MILLS E.S. (1967), An Aggregative Model of Resource Allocation in a Metropolitan Area, *American Economic Review*, Vol. 57, N°2, 1967, pp. 197-210
- MILLS E.S. (1972), *Urban Economics*, Scott Foresman, Glenview, 1972
- Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (1999), *La pollution de l'air, émissions nationales de l'année 1996*, CITEPA, 1999
- Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement (1998), *Les transports au XXI^{ème} siècle*, pages Web, 1998
- Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement, Conseil général des Ponts et Chaussées, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, Centre d'Enseignement et de Recherche Analyse Socio-économiques (1997), *Evaluation Economique des projets de transports urbains*, Rapport n°97-129, Septembre 1997, 17 p.
- MISHAN E.J. (1971), The Postwar Literature on Externalities : An Interpretative Essay, *Journal of Economic Literature*, Vol. 9, 1971, pp. 1-28
- MORAN P. (1948), The Interpretation of Statistical Maps, *Journal of the Royal Statistical society B*, N°10, 1948, pp. 243-251
- MUSGRAVE (1939), The voluntary exchange theory of public economy, *Quarterly*

-
- Journal of Economics, N°52, 1939, pp. 213-217
- MUSGRAVE (1955), *A multiple theory of budget*, Econometric Society Annual Meeting, 1955
- MUSGRAVE R.A. (1959), *Theory of Public Finance*, New York, 1959, McGraw Hill
- MUSGRAVE R.A. (1969), *Fiscal system*, Yale University Press, 1969
- MUTH R.F. (1969), *Cities and Housing*, University of Chicago Press, 1969, 355 p.
- NELSON J.P. (1978), Residential Choice, Hedonic Prices, and the Demand for Urban Air Quality, *Journal of Urban Economics*, N°5, 1978, pp. 357-369
- NOURSE H.O. (1967), The Effect of Air Pollution on House Values, *Land Economics*, Vol. 44, 1967
- O'BYRNE et alii. (1985), Housing Values, Census Estimates, Disequilibrium and the Environmental Cost of Airport Noise : A Case Study of Atlanta, *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 12, N°2, 1985, pp. 169-178
- OAKLAND W.H. (1987), Theory of Public Goods, in AUERBACK A.J. et FELDSTEIN M., *Handbook of Public Economics*, Elsevier Science Publishers B.V., 1987, pp. 485-535
- OATES W.E. (1969), The Effect of Property Taxes and Local Public Spending on Property Values : An Empirical Study of Tax Capitalization and the Tiebout Hypothesis, *Journal of Political Economy*, Vol. 77, 1969, pp. 957-971
- OATES W.E. (1973), The Effects of Property Taxes and Local Public Spending on Property Values : A Reply and Further Result, *Journal of Political Economy*, Vol.81, 1973, pp. 1004-1008
- OFFNER et alii (1994), *Projet de lexique réseaux et territoires*, GDR Réseaux, 1994, 22 p.
- OGAWA H. et FUJITA M. (1980), Equilibrium Land Use Patterns in a Nonmonocentric city, *Journal of Regional Science*, Vol. 20, N°4, 1980, pp. 455-474
- PACE R.K. , BARRY R. et SIRMANS C.F. (1998), Spatial Statistics and Real Estate, *Journal of Real Estate Finance and Economics*, Vol. 17, 1998, pp. 5-13
- PALMQUIST R.B. (1984), Estimating the Demand for the Characteristics of Housing, *The Review of Economics and Statistics*, 1984, pp. 394-404
- PAPAGEORGIU Y.Y. (1973), The Impact of the Environment upon the Distribution of Population and Land Values, *Economic Geography*, N°49, 1973, pp. 251-256
- PAPAGEORGIU Y.Y. (1990), *The Isolated City State*, Routledge, London – New York, 1990, 466p.
- PAPAGEORGIU Y.Y. et MULLALLY H. (1976), Urban Residential Analysis, 2. Spatial consumer equilibrium, *Environment and Planning A*, Vol. 8, 1976, pp. 489-506
- PAULY M.V. (1976), A Model of Local Governments Expenditure and Tax Capitalization, *Journal of Public Economics*, 1976, pp. 231-242
- PEARCE D.W. et MARKANDYA A. (1989), *L'évaluation monétaire des avantages des politiques de l'environnement*, OCDE, Paris, 1989
- PERREUR J. et THISSE J.F. (1974), Une application de la métrique circum-radiale à l'étude des déplacements urbain, *Revue économique*, Vol. 25, N°2, mars, 1974, pp.

298-315

- PICARD P. (1987), *Eléments de micro-économie, Théorie et applications*, Editions Economica, Paris, 1987, 529 p.
- PIGOU A.C. (1962), *The economics of welfare*, MacMillan, 4^{ème} édition, Londres, 1962
- POLESE M. (1994), *Economie urbaine et régionale, logique spatiale des mutations économiques*, Bibliothèque de Science Régionale, Economica, Paris, 1994
- POLLAKOWSKI H.O. (1973), The Effects of Property Taxes and Local Public Spending on Property Values : A Comment and Further Results, *Journal of Political Economy*, Vol. 81, 1973, pp. 994-1004
- PONSARD C. (1983), *History of Spatial Economic Theory*, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, 1983, 238 p.
- PONSARD C. (1988), sous la direction de, *Analyse économique spatiale*, Collection économie, PUF, Paris, 1988, 452 p.
- POULIT (1974), *Urbanisme et transport : les critères d'accessibilité et de développement urbain*, Rapport pour le SETRA, Division urbaine, Ministère de l'Equipement, 1974, 55 p.
- REINHARD R.M. (1981), Estimating Property Tax Capitalization : A Further Comment, *Journal of Political Economy*, Vol. 89, No. 6, 1981, pp. 1251-1260
- RICARDO (1817), *On the principles of political economy and taxation*, 1817 (traduction de l'anglais en 1971, Flammarion)
- RICHARDSON D.H. et THALHEIMER R. (1981), Measuring the Extent of Property Tax Capitalization of Single Family Residences, *Southern Economic Journal*, Vol. 48, 1981, pp. 674-689
- RICHARDSON H.W. (1977), On the Possibility of Positive Rent Gradients, *Journal of Urban Economics*, N°4, 1977, pp. 60-68
- RIPLEY B.D. (1981), *Spatial Statistics*, Wiley, 1981
- ROCABOY Y. (1987), *La capitalisation immobilière, une analyse des modèles théoriques et économétriques*, Mémoire de DEA d'Economie Monétaire et Financière, Faculté de Sciences Economiques et d'Economie Appliquée à la Gestion, Université de Rennes I, 1987, 98 p.
- ROSEN H.S. et FULLERTON D.J. (1977), A Note on Local Tax Rate, Public Benefit Levels, and Property Values, *Journal of Political Economy*, Vol. 85, No. 2, 1977, pp. 433-440
- ROSEN K.T. (1982), The Impact of Proposition 13 on House Prices in Northern California : A test of the Interjurisdictional Capitalization Hypothesis, *Journal of Political Economy*, Vol. 90, 1982, pp. 191-200
- ROSEN S. (1974), Hedonic Prices and Implicit Markets : Product Differentiation in Pure Competition, *Journal of Political Economy*, Vol. 85, N°5, 1974, pp. 34-55
- ROTHENGATTER W. (1994), Do External Benefits Compensate for External Costs of Transport ?, *Transportation Research*, Vol. 28A, N°4, 1994, pp. 321-328
- SAMUELSON P.A. (1954), The Pure Theory of Public expenditures, *Review of Economics and Statistics*, Vol. 30, N°4, 1954, pp. 36-44

- SAMUELSON P.A. (1955), Diagrammatic Exposition of a Theory of Public Expenditure, *Review of Economics Statistics*, Vol. 37, N°4, 1955, pp. 350-356
- SCHALL L.D. (1971), A Note of Externalities and Property Valuation, *Journal of Regional Science*, Vol. 11, N°11, pp. 101-105
- SCHELLING T. (1980), *La tyrannie des petites décisions*, Presse Universitaire de France, Paris, 1980, 248 p.
- SCHILLING J.D., SIRMANS C.F. et GUIDRY K.A. (1991), The Impact of State Land-Use Controls on Residential Land Values, *Journal of Regional Science*, Vol. 31, N°1, 1991, pp. 83-92
- SCHUMPETER J.A. (1954), The crisis of the tax state, *International Economic Papers*, N°4, 1954
- SHEPPARD S. (1997), Hedonic Analysis of Housing Markets, Working Paper, 1997, 27 p.
- SKABURSKIS A. (1982), Externalities and Property Prices : A test of the Schall Hypothesis, *Journal of Regional Science*, Vol. 22, N°2, 1982, pp. 213-223
- SMITH A.S. (1970), Property Tax Capitalization in San Francisco, *National Tax Journal*, Vol. XXIII, N°2, 1970, pp. 177-193
- SMITH B.A. (1978), Measuring the Value of Urban Amenities, *Journal of Urban Economics*, N°5, 1978, pp. 370-387
- SOGUEL N. (1994), *Evaluation monétaire des atteintes à l'environnement : une étude hédoniste et contingente sur l'impact des transports*, Institut de Recherches Economiques et Régionales, EDES, Université de Neuchâtel, 1994, 181p.
- SOLOW R.M. (1972), Congestion, Density and the Use of Land in Transportation, *Swedish Journal of Economics*, N°74, 1972, pp. 161-173
- SONSTELIE J. C. et PORTNEY P.N. (1980), Gross Rents and Market Values : Testing the Implications of Tiebout's hypothesis, *Journal of Urban Economics*, Vol.7, 1980, pp. 102-118
- STARRETT D.A. (1981), Land Value Capitalization in Local Public Finance, *Journal of Political Economy*, Vol. 89, No. 2, 1981, pp. 306-327
- STIGLITZ J.E. (1983), The Theory of Local Public Goods Twenty-Five Years after Tiebout : A Perspective, in ZODROW G.R. , *Local Provision of Public Services : The Tiebout Model after Twenty-Five Years*, Academic Press, 1983
- STRASZHEIM M. (1974), Hedonic Estimation of Housing Market Prices : A Further Comment, *The Review of Economics and Statistics*, 1974, pp. 404-406
- STRASZHEIM M. (1987), The Theory of Urban Residential Location, in MILLS E.S., *Handbook of Regional and Urban Economics*, Vol. II, Elsevier Science Publishers B.V. , 1987
- TERNY G. (1971), *Economie des services publics et de la dépense publique*, Dunod, 1971, 403 p.
- TIEBOUT C.M (1957), Locational Theory, Empirical Evidence, and Economic Evolution, *Regional Science Association, Papers and Proceedings*, III, 1957, pp. 74-86
- TIEBOUT C.M. (1956), A Pure Theory of Local Expenditures, *Journal of Political*

- Economy*, Vol. 64, 1956, pp. 416-424
- TIEBOUT C.M. (1961), Economic Theory of Fiscal Decentralization, in National Bureau of Economic Research, Public Finances : Needs, Sources and Utilization, Princeton, 1961
- TOBLER W. (1979), Cellular Geography, in GALE S. et OLSSON G. (1979), Philosophy in Geography, Dordrecht, 1979, pp. 379-386
- TULLOCK G. (1971), Public Decisions as Public Goods, *Journal of Political Economy*, N°79, 1971, pp. 913-919
- UPTON G. et FINGLETON B. (1985), *Spatial Data Analysis by Example*, Wiley, New-York, 1985
- VAINIO M. (1995), *Traffic Noise and Air Pollution, Valuation of Externalities with Hedonic Price and Contingent Valuation Methods*, Helsinki School of Economics and Business Administration, 1995, 239 p.
- VAQUIN J.B. (1977), *La nature et la ville*, *Economica*, PUL, 1977, 278 p.
- VERHOEF E. (1994), External Effects and Social Costs of Road Transport, *Transportation Research A*, Vol. 28A, N°4, 1994, pp. 273-287
- VINCENT M. (1986), *La formation du prix du logement*, *Economica*, 1986, 221 p.
- VON THÜNEN J. H. (1826), *Der Isoliert Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und Nationaleconomie*, Hamburg, 1826
- WALES T. J. et WIENS E. G. (1974), Capitalization of Residential Property Taxes : An Empirical Study, *Review of Economics and Statistics*, Vol. 56, 1974, pp. 319-328
- WHITE H. (1980), A Heteroskedastic-Consistent Covariance Matrix Estimator and a Direct Test for Heteroskedasticity, *Econometrica*, N°48, 1980, pp. 817-838
- WICKS J.H., LITTLE R.A. et BECK R.A. (1968), A Note on Capitalization of Property Tax Changes, *National Tax Journal*, Vol. 21, 1968, pp. 263-265
- WILDASIN D.E. (1979), Local Public Goods, Property Values, and Local Public Choice, *Journal of Urban Economics*, N°6, 1979, pp. 521-534
- WILDASIN D.E. (1987), Theoretical Analysis of Local Public Economics, in MILLS E.S., Handbook of Regional and Urban Economics, Vol. II, Chap. 29, ES. Mills, 1987, pp. 1131- 1178
- WINER S.L. (1983), Some Evidence on the Effect of the separation of Spending and Taxing Decisions, *Journal of Political Economy*, Vol. 91, N°1, 1983, pp. 126-140
- WINGO L. (1961), *Transportation and Urban Land – Resources for the Future*, Baltimore, John Hopkins, 1961, 132 p.
- WITTE A.D., SUMKA H.J. et EREKSON H. (1979), An Estimate of a Structural Hedonic Price of the Housing Market : An Application of Rosen's Theory of Implicit Markets, *Econometrica*, Vol. 47, N°5, 1979, pp. 1151-1173
- YINGER J. (1982), Capitalization and the Theory of Local Public Finance, *Journal of Political Economy*, Vol. 90, No. 5, 1982, pp. 917-943
- YINGER J. (1995), Capitalization and Sorting : A Revision, *Public Finance Quarterly*, Vol. 23, N°2, 1995, pp. 217-225
- YINGER J. et alii. (1987), *Property Taxes and House Values*, Academic Press, 1987,

218 p.

ZERBE O.R. et DIVELY D.D. (1994), *Benefit-Cost Analysis, In Theory and Practice*, HaperCollinss College Publishers, 1994, 555 p.

ZOLLER H.G. (1988), L'espace résidentiel et le prix du logement, *in* PONSARD (sous la direction de), *Analyse économique spatiale*, PUF, Paris, 1988, pp.59-92