

NNT: 2015SACLE011

THÈSE DE DOCTORAT
DE L'UNIVERSITÉ PARIS-SACLAY,
préparée à l'Université d'Évry-Val-d'Essonne

ÉCOLE DOCTORALE N° 578
Sciences de l'Homme et de la Société
Spécialité de doctorat : Sciences Économiques

par

Laetitia TUFFERY

Valeur de l'environnement forestier périurbain et
hétérogénéité spatiale des services récréatifs
par l'approche hédonique

Thèse présentée et soutenue à Évry, le 9 décembre 2015

Composition du Jury :

M. Marc BAUDRY (Examineur)
Professeur, Université Paris Ouest Nanterre La Défense

M. Serge GARCIA (Rapporteur)
Directeur de recherche INRA, Laboratoire d'Économie Forestière

Mme Julie LE GALLO (Rapporteur)
Professeur, Agrosup Dijon

M. Lionel RAGOT (Directeur de thèse)
Professeur, Université Paris Ouest Nanterre La Défense

M. Jean-Michel SALLES (Président du jury)
Directeur de recherche CNRS, Campus INRA-SupAgro

M. Laurent SIMON (Co-directeur de thèse)
Professeur, Université Paris I Panthéon-Sorbonne

L'université PARIS-SACLAY n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans cette thèse. Ces opinions doivent être considérées comme propres à leur auteur.

Remerciements

Je tiens à remercier en premier lieu les membres de mon jury. Je remercie Serge Garcia et Julie Le Gallo pour avoir accepté de rapporter cette thèse, mais aussi Marc Baudry et Jean-Michel Salles, pour l'intérêt qu'ils ont porté à mon travail, et le temps consacré à sa lecture. Un grand merci Marc pour l'inspiration que tu m'as insufflée et les conseils avisés dont tu m'as fait part durant mon doctorat.

Bien sûr, je continue ces remerciements avec mes directeurs de thèse : Lionel Ragot, professeur d'économie et Laurent Simon, professeur de géographie. Un petit historique de cette thèse pour expliquer cet encadrement singulier...

Tout a commencé lorsque j'ai rencontré, en master 2, Laurent Simon qui a accepté d'encadrer mon mémoire que je réalisais au sein du Ministère chargé de l'écologie. Plus tard, Laurent m'a contactée pour m'associer à un projet de recherche avec le Conseil Général de Seine-et-Marne, sous la houle d'Olivier Renault, de Romain Julliard pour le Museum National d'Histoire Naturelle et de Richard Raymond pour le Ladyss de l'Université Paris I. Seule économiste de cette belle équipe de chercheurs, venus de divers horizons disciplinaires pour travailler sur la biodiversité, je dois réaliser une évaluation économique des forêts de Seine-et-Marne en quelques mois ; ce travail devient mon projet de thèse. Je vous remercie vivement pour avoir eu la curiosité des évaluations économiques et avoir toujours cru aux bienfaits d'un travail pluridisciplinaire. Nous avons eu des échanges extrêmement intéressants qui ont nourri mon esprit et cette thèse.

Une fois le projet de thèse en main il ne me manquait plus qu'un directeur de thèse. Je rencontre Lionel Ragot et quelques minutes plus tard nous nous asso-

cions pour cette aventure. Je vous adresse un très grand MERCI pour m'avoir donné la chance de réaliser cette thèse, pour m'avoir fait confiance, pour m'avoir soutenue pendant ces quatre années, pour m'avoir apporté votre grande lucidité scientifique et tous vos pertinents conseils ainsi que votre gentillesse.

J'ai eu la chance de réaliser ma thèse au sein de l'EPEE de l'Université d'Evry. Je commence tout naturellement par remercier mes collègues du bureau 320. Arthur, Zhun, sans vous tout aurait été plus compliqué et tellement moins sympathique. Vous m'avez épaulée et avez répondu présents à chaque instant. Grâce à vous j'ai rencontré bien plus que des collègues à Evry. Merci !

J'ai une pensée pour tous les autres doctorants de l'EPEE avec lesquels j'ai partagé de très bons moments (Julien, Saloua, Amira, Rhama, Sylvain, Julia). Je tiens aussi à remercier Jean De Beir et Damien Dejeufosse pour avoir mis de la bonne humeur dans mon quotidien evryien et pour être d'excellents chargés de cours mais bien plus aussi. Merci aussi à tous les collègues d'Evry qui, à un moment ou un autre, ont nourri ma réflexion économique. Je pense tout particulièrement à Xavier Fairise, maintenant au GAIN, et à Stefano Bosi qui ont été des directeurs de labo toujours à l'écoute et attentifs à nos conditions de travail, et à Marc-Arthur pour m'avoir soutenue et aiguillée lors de mes comités de thèse. Je pense aussi à Patricia Bailleron, notre secrétaire sans qui nous ne serions pas grand-chose. Merci Pat' pour ta patience et ton accompagnement à toute épreuve face à la torpeur administrative qui nous accable parfois. Bien sûr je n'oublie pas Sylvie Guérin, Brigitte Bichara et Samuel Nosel pour leur soutien quotidien.

Une deuxième équipe m'a accueillie à bras ouvert durant toute cette thèse, j'ai nommé "le Ladyss de la rue Valette". Une équipe de géographes du tonnerre que j'associe à de beaux moments d'échanges scientifiques, d'amitié et de franches rigolades. Un grand merci à Anne, Delphine, Alizée, Aliénor, Sarah et surtout à Mathilde et Kaduna pour leur amitié et leurs grandes qualités humaines.

Pendant ma première année d'ATER, c'est sans aucun regret que j'ai passé toute mes semaines à l'Université Paris-Est Marne-la-Vallée. Je remercie Yannick l'Horty, Melika Ben Salem, Manon Dos Santos, Pascale Petit, Jean-François Jacques mais aussi Jérémy Chapon, Guillaume Raoul et Ida Holcblat pour m'avoir accueillie dans leur équipe. Et je n'oublie pas les "anciens" de l'équipe CELESTE Florent et Fabrice. J'ai une pensée toute spéciale pour la fine équipe de doctorants en éco-gestion : Emilia, Emilie, Sylvain, Marion, Hajar, Laëtitia et surtout Céline ma complice de thèse. On a commencé ensemble il y a six ans comme ingénieures d'étude au Centre d'Etude de l'Emploi et nous avons fait en sorte que nos chemins se suivent jusqu'au bout. Merci pour tes relectures sans relâche, tes conseils éclairés, nos discussions qui n'en finiront jamais, nos conférences exotiques, nos apéros colorés et ton amitié.

Je garde mes dernières pensées pour mes amis et ma famille sur lesquels je peux toujours compter. Vous avez été un soutien sans faille, toujours curieux et à l'écoute de mon travail. Tout simplement merci à tous! Une pensée spéciale à Laure et Julia pour avoir eu le courage de relire minutieusement cette thèse.

Le dernier merci tout spécial revient à mon principal soutien quotidien, à l'homme le plus patient et compréhensif du monde. Toi qui as vécu chaque instant de cette thèse, toi qui as lu chaque ligne de ce manuscrit, toi qui pourrais sillonner toutes les pistes cyclables de Seine-et-Marne pour vérifier le PDIPR, toi qui depuis le début es tout simplement présent. Mille mercis!

Résumé

La question des préférences des individus en matière de services récréatifs des forêts prend de plus en plus d'importance au sein des réflexions et des stratégies de planification urbaine. La littérature basée sur la méthode des prix hédoniques pour l'évaluation des services récréatifs des forêts interroge généralement l'accessibilité à la forêt la plus proche et considère la fourniture de services récréatifs comme homogène. Or, notre hypothèse est la suivante : en milieux urbains et périurbains, les ménages peuvent avoir des préférences pour la diversité d'espaces forestiers dans leur environnement résidentiel. Les évaluateurs doivent appréhender la complémentarité des espaces forestiers sur un territoire et questionner l'environnement forestier global ainsi que sa variété en termes de services récréatifs. L'objectif de notre première étude est d'estimer puis de comparer l'impact de la proximité avec les services récréatifs de la forêt sur le prix de l'immobilier lorsque l'on considère d'une part la forêt la plus proche et d'autre part l'environnement forestier global, qui comprend l'hétérogénéité spatiale des services récréatifs. Nous mettons en lumière l'importance de considérer l'environnement forestier dans les évaluations économiques afin d'estimer au mieux la valeur récréative des forêts. Dans un deuxième travail, à l'aide de l'estimation des fonctions d'enchères, nous interrogeons la manière dont le profil socio-économique des ménages influence leurs préférences en termes de services récréatifs de l'environnement forestier. Les résultats permettent d'approfondir la connaissance que l'on a sur les préférences autour des questions de "nature en ville". Ils révèlent des rapports hétérogènes à l'environnement forestier et à ses qualités récréatives, qui dépendent du profil des ménages. Enfin, dans une troisième section, nous partons du constat selon

lequel dans le cas d'aménités multi-sites, les individus peuvent choisir de se rendre sur différents sites et à différentes fréquences. A partir d'un modèle théorique calibré sur des données réelles nous concilions l'approche spatiale d'Alonso avec l'accessibilité à une aménité multi-sites dans l'approche hédonique de Rosen. Nous concluons que, lorsqu'il existe une préférence pour une aménité multi-sites offrant des niveaux de qualité hétérogènes, une mauvaise spécification de la distance dans les modèles hédoniques impacte significativement l'évaluation de l'aménité.

Mots-clés : services récréatifs, forêts périurbaines, environnement global, prix hédoniques, analyse spatiale

Abstract

The topic of household preferences for forests is becoming increasingly important in urban planning strategies. The literature based on the hedonic price method for the evaluation of forest recreational services generally uses the accessibility to the nearest forest and considers recreational services as homogeneous. However, our hypothesis is that in urban and periurban areas, households may have preferences for the diversity of forest areas in their residential environment. Therefore, evaluations have to take into account the complementary impact of forest areas and thus estimate the overall forest environment and its diversity in terms of quality of recreational services. The aim of our first study is to measure the impact of proximity to forest recreational services on housing prices when using the nearest forest on the one hand and the global forest environment on the other hand, which includes the spatial heterogeneity of recreational quality. We highlight the importance of considering the forest environment in its diversity in economic evaluations in order to estimate the real recreational value of forests. In a second work, using the auction functions method, we question whether and how the socio-economic profile of households influences their preferences in terms of recreation of the forest environment. The results help to clarify household preferences around the issue of “nature in the city”. They reveal heterogeneous preferences for the forest environment and its recreational qualities, depending on the socio-professional category and the age of the buyer. Finally, in the third study, in the case of multi-site amenities, people can choose to visit different sites and at different frequencies. From a theoretical model we conciliate the spatial urban approach of Alonso with accessibility to multi-site amenity in the hedonic model of Rosen. We conclude

that, when there is a preference for a multi-site amenity with heterogeneous quality levels, a wrong specification of the distance in hedonic models significantly impacts the amenity assessment.

Keywords : recreational services, periurban forests, global environment, hedonic approach, spatial analysis

Sommaire

Sommaire	xi
Introduction	1
I Présentation des données	17
II The value of recreational services of periurban forest: a comparison of nearby forest and global forest environment using the hedonic pricing method	55
III Hétérogénéité des préférences et valeurs récréatives des forêts, enseignement de la méthode des enchères	89
IV Accessibilité à une aménité multi-sites et évaluation environnementale hédonique : Comment concilier Rosen et Alonso ?	119
Conclusion générale	163
Bibliographie	183
Liste des figures	185
Liste des tableaux	187
Table des matières	189

Introduction

La demande sociale en espaces forestiers récréatifs

Depuis le début du XIXe siècle et surtout depuis les années 1950, la forêt est devenue un lieu très prisé par les populations majoritairement urbaines en demande de sites de loisirs à proximité de leur lieu de résidence : 55% des français se sont rendus en forêt au moins une fois en 2010 (Dobré (2005)). A l'image des nouvelles préoccupations de l'Office National des Forêts (ONF) qui doit faire face à une demande sociale croissante en termes de forêts publiques, l'ensemble des acteurs publics locaux se questionne actuellement sur l'avenir et le devenir des espaces forestiers périurbains. Les résultats de l'enquête nationale "Forêt et Société" menée par l'ONF et l'université de Caen en 2004, estiment à environ 500 millions le nombre de visites des forêts en France par an, dont 100 millions pour les forêts de la région Ile-de-France. Ils expliquent l'importance de ces chiffres à travers différents "visages" des forêts françaises et franciliennes :

- "Les forêts périurbaines tout d'abord, complètent les parcs urbains et constituent, des espaces de "vraie" nature facilement accessibles ;
- De même, les forêts proches de la mer, des stations touristiques de montagne ou des sites naturels et historiques très fréquentés, forment un écrin de verdure et un lieu apprécié pour randonner, pique-niquer à l'ombre ou trouver un peu de tranquillité ;
- Enfin, les bois et forêts sont des éléments indissociables de l'identité et de la vie des campagnes. La forêt et la filière bois participent à l'économie locale.

Les habitants vont ramasser leur bois de chauffage, chasser, cueillir le muguet ou les champignons, mais aussi, tout comme les citadins, se promener. C'est aussi un atout pour un tourisme vert à la recherche d'espaces préservés." (ONF, 2010¹)

Les forêts sont le support majeur d'aménités environnementales récréatives, écologiques et paysagères (Irwin, 2002). En effet, de nombreuses études concluent que les espaces verts et forestiers en milieux urbains et périurbains fournissent des services communément appelés dans la littérature "services écosystémiques" qui sont en lien direct avec le bien-être humain et la santé (Maller et al. (2005), Hand et al. (2008), Wolch et al. (2014)). Cela comprend les services d'approvisionnement, de régulation et les services culturels. Les services culturels (spirituels et religieux, de loisirs et tourisme, esthétiques, éducatifs, etc. - (Watson & Zakri, 2005)) sont connus pour jouer un rôle important dans nos sociétés urbaines et sont de plus en plus précieux (Peyron et al., 2002). Plus particulièrement, les services récréatifs constituent l'une des plus importantes catégories de services non-marchands fournis par les forêts (Hanley et al. (2002), Abildtrup et al. (2012)). Ils sont définis comme les bénéfices non-matériels que les Hommes tirent des relations entre humanité et écosystèmes (Chan et al., 2011). Ils comprennent par exemple la qualité du paysage et l'esthétique et tout ce qui a trait aux loisirs et sports de nature ainsi qu'au tourisme. Ils sont aussi le support pour les travaux de recherche et le développement des savoirs éducatifs (Watson & Zakri, 2005).

Cependant, le développement des villes et l'accroissement de la population impliquent que les espaces périurbains et ruraux subissent l'influence des métropoles et sont fortement convoités. L'étalement urbain impose une réflexion sur l'usage des sols des espaces périurbains. Cette pression génère des modifications des écosystèmes naturels du fait de l'artificialisation des sols et de la fragmentation des habitats faunistiques et floristiques, conséquence du développement des infrastructures linéaires de transport. Les conséquences de ces changements ne sont pas neutres

¹www.onf.fr, consulté le 12/09/2015.

pour les populations locales. La dégradation de l'espace vert et naturel peut impliquer une perte de bien-être dans les zones urbaines concernées (Tzoulas et al., 2007). Une enquête réalisée auprès des populations franciliennes (Maresca, 2000) révèle qu'une part importante des habitants de la région parisienne estime que les surfaces forestières sont en diminution, alors qu'elles sont en fait en expansion ou stables depuis plusieurs siècles. Ce comportement révèle "l'anxiété de l'Homme urbain" à propos de la disparition des espaces naturels dans leur environnement (Maresca, 2000). Ainsi, près des centres urbains la fréquentation des forêts s'explique par le simple fait que les populations qui vivent en ville recherchent de l'espace de nature (en milieu rural, la demande porte principalement sur des sites remarquables et des lieux d'exceptions en termes de paysages sans oublier la volonté d'y trouver des activités de plein air).

La connaissance de la demande sociale en espaces verts et forestiers apparaît désormais primordiale pour la qualité environnementale en ville et le bien-être des résidents dans les espaces urbains et périurbains. Elle devient l'un des fers de lance des actions environnementales menées par les politiques publiques locales et nationales. Fort de ce constat, le ministère en charge de l'écologie s'est occupé de cette question. La direction de la Nature et des Paysages lance en 2007 une réflexion sur les espaces agricoles et forestiers urbains et périurbains afin de concilier la demande en espaces bâtis et en espaces naturels. En 2010, le ministère lance le plan "Nature en ville" qui définit son engagement autour du développement d'espaces de nature urbains et périurbains en quantité et en qualité. De leur côté les collectivités territoriales, en partenariat avec l'ONF, prennent en charge la question de l'aménagement des espaces forestiers sur leur territoire. Concrètement les forêts d'Ile-de-France, gérées par l'ONF et l'Agence des Espaces Verts, font l'objet d'une politique d'acquisition des forêts privées par la sphère publique (État et régions) en vue de répondre à une forte demande sociale en services récréatifs des espaces de nature (avec la mise en place de schémas départementaux de pistes cyclables, par exemple).

Les acteurs publics locaux ont besoin d'outils pour penser l'aménagement du territoire en intégrant l'objectif de pérennité des services récréatifs, notamment forestiers, au sein de leurs politiques d'aménagement et de gestion du foncier. La question se pose alors des critères à partir desquels faire des choix d'aménagement tout en prenant en compte la demande sociale afin de mieux répondre aux besoins variés des populations riveraines en termes d'espaces forestiers et de leurs services récréatifs. Pour cela, il est important d'estimer avec précision la valeur économique que les ménages accordent à ces aménités urbaines et périurbaines. Or, les services récréatifs des forêts sont, de par leur nature, des biens et services publics non-marchands avec absence de droits de propriété et absence d'échange marchand et n'ont donc pas de prix de marché. Pour les évaluer et révéler ainsi leur valeur économique, les économistes ont défini un ensemble de méthodes d'évaluation des biens et services environnementaux.

L'évaluation économique comme outil d'analyse de la valorisation des espaces forestiers

Les méthodes d'évaluation économique d'actifs environnementaux constituent la boîte à outils incontournable pour évaluer les aménités forestières. Les évaluations économiques (les méthodes de préférences déclarées de type évaluation contingente ou les méthodes de préférences révélées de type hédonique) sont, en théorie, utilisées pour prendre des décisions privées ou publiques pour l'aménagement et la planification du territoire ainsi que la gestion forestière au sens large, qui inclut la conservation, l'exploitation ou la conversion forestières. Elles permettent de mettre en évidence certains aspects des écosystèmes forestiers qui vont au-delà des évaluations biophysiques, en estimant leurs liens avec le bien-être humain. Il existe deux grandes familles de méthodes.

Premièrement les méthodes de préférences déclarées permettent d'évaluer la valeur d'un bien environnemental par le biais d'un marché contingent ou hy-

pothétique (Desaigues & Point, 1993). Dans le cadre d'une enquête, on interroge la population concernée par le bien environnemental à évaluer sur la mise en œuvre de projets autour de l'aménagement ou de la modification de ce bien pour connaître la somme qu'ils seraient prêts à payer pour le préserver (consentement à payer, CAP) ou *a contrario*, celle qu'ils seraient prêts à recevoir (consentement à recevoir, CAR) pour compenser une dégradation de celui-ci.

Plus récemment, cette méthode d'évaluation contingente (MEC) s'est vue complétée par les méthodes dites d'expérience de choix. Ces dernières consistent, dans le cadre d'enquêtes, à proposer aux individus différentes alternatives en termes de choix d'aménagement d'un bien environnemental avec, à chaque fois, différentes combinaisons d'attributs associées à ce bien. Ces attributs peuvent être de l'ordre des propriétés intrinsèques et naturelles du bien (taille/surface, espèces faunistiques ou floristiques, richesse en biodiversité, etc.) ou des propriétés de l'aménagement (parking, aire de jeux, etc.).

Deuxièmement, la disposition à payer des individus peut être révélée en utilisant des méthodes basées sur les préférences individuelles : la méthode des coûts de transport (MCT) et la méthode des prix hédoniques (MPH). Concrètement, afin d'estimer la valeur d'un actif qui n'a pas de prix de marché, l'un des moyens est d'observer le comportement du consommateur, d'en déduire ses préférences afin d'en révéler la disposition à payer pour bénéficier du bien environnemental. La méthode des coûts de transport attribue une valeur à un bien en analysant les coûts de transports engagés pour se rendre à ce bien. Elle est généralement utilisée pour déterminer la valeur d'usage récréatif d'espace naturel (Brahic & Terreaux, 2009).

La méthode des prix hédoniques repose sur le fait que la valeur de certains biens différenciés dépend de ses caractéristiques qui, pour certaines, reflètent la qualité de son environnement. En comparant le prix de biens semblables, toutes choses égales par ailleurs, excepté en ce qui concerne les caractéristiques environnementales (la proximité avec les forêts et leur qualité récréative dans le cas de cette thèse), on peut extraire la composante du prix du bien liée à ces ca-

ractéristiques. Cette méthode est fréquemment employée pour l'analyse de biens hétérogènes (biens différenciés) tels que les biens fonciers et immobiliers (Chau et al., 2005). Elle permet d'évaluer la perte de valeur des biens immobiliers en lien avec les nuisances environnantes, ou *a contrario* le gain de valeur que représente un environnement plus agréable.

Au regard des méthodes exposées ci-avant, la question se pose de saisir laquelle choisir afin d'estimer la demande sociale en services récréatifs des espaces forestiers périurbains ? Soulignons pour commencer que chaque méthode répond à une question et ne révèle pas la même valeur économique de l'actif environnemental étudié. A partir des conclusions issues de l'analyse hédonique des effets de la proximité avec le Lac Michigan réalisée par Blomquist et al. (1988), Bonnet (2012) propose l'exemple de la valeur de la vue sur la Seine. La MPH révélerait certainement une valeur plus importante que la méthode d'expérience de choix. La première méthode estime le CAP moyen accordé par les ménages qui ont effectivement vue sur la Seine. La seconde méthode mesure un CAP moyen pour l'ensemble des parisiens correspondant à une situation hypothétique d'avoir un logement avec vue sur la Seine. Ceux qui ont effectivement vue sur la Seine (considérés par la MPH) sont potentiellement plus riches que la moyenne des parisiens (considérés par l'expérience de choix) et donc auront un CAP plus élevé que les autres pour lesquels la situation est hypothétique. En outre, la méthode des prix hédoniques ne se limite pas à déterminer l'impact des attributs du bien sur le prix du logement mais elle permet aussi de définir la fonction de demande et donc les CAP des individus. Conçue pour approcher les préférences en termes de logement, la méthode des prix hédoniques est la plus utilisée pour étudier l'impact d'aménités environnementales sur les prix immobiliers.

Les méthodes basées sur les préférences déclarées ont cependant l'avantage d'évaluer aussi des valeurs de non-usage, et dans le cas des logements elles peuvent proposer des combinaisons d'attributs du logement qui ne se limitent pas au marché existant. De plus, la valorisation économique d'un bien tel que la forêt

a souvent été étudiée en utilisant la MCT. Or, comme l'évoquent McConnell & Walls (2005), la MCT se limite à l'évaluation des seules valeurs d'usage direct ; la valeur économique est issue de l'utilisation même d'un parc ou d'une forêt en particulier à des fins récréatives. Cependant, ces espaces peuvent fournir des services récréatifs et esthétiques simplement à travers la vue que l'on peut avoir sur eux. Ainsi, la MCT fournit seulement une borne inférieure des bénéfices totaux de l'espace vert ou forestier évalué (McConnell & Walls, 2005). La méthode choisie pour ce travail est la MPH.

La littérature mobilisée dans cette thèse porte principalement sur les prix hédoniques et l'évaluation des services récréatifs des forêts. Afin de rester dans l'esprit d'un travail original, nous n'exposons pas ici la littérature exhaustive et déjà bien connue sur le sujet "aménité environnementale et évaluation économique" qui a déjà fait l'objet de nombreuses publications de recherche auparavant (Chau et al. (2005), McConnell & Walls (2005)). Nous proposons d'introduire notre sujet à travers les différents travaux théoriques et empiriques qui ont structuré et enrichi la recherche autour des aménités urbaines et forestières. Une littérature plus approfondie pour les sous-questions de cette thèse est proposée en début des chapitres II, III et IV.

Concernant les espaces forestiers urbains et périurbains, empiriquement, les études de la valeur de la qualité récréative relative à la forêt mettent en application un panel de méthodes d'évaluations économiques très large. Notre littérature fait principalement appel à des études basées sur la méthode des prix hédoniques mais aussi d'autres techniques que nous évoquons brièvement dans cette partie.

Les évaluations basées sur les méthodes de préférences déclarées de type évaluation contingente (Willis & Garrod (1993), Garrod & Willis (1997), Scarpa et al. (2000), Scherrer (2002)), et dites de choix multi-attributs ou de choix d'expérience (Hanley et al. (2002), Rulleau et al. (2010), Abildtrup et al. (2013)) montrent, grâce à l'étude des CAP, que les espaces forestiers offrent de nombreux aspects

récréatifs que les individus valorisent. Ainsi, les politiques publiques de modification du paysage forestier, de revaloriser la biodiversité, d'aménagements sportifs comme les chemins de randonnées (Willis & Garrod (1993), Garrod & Willis (1997)) ou encore de restauration d'un espace détérioré par une forte tempête (Scherrer, 2002), affectent le CAP des ménages. Une littérature relativement dense interroge les préférences des ménages en matière d'attributs récréatifs grâce à l'estimation d'un indice de qualité récréative des forêts (Scarpa et al., 2000) ou de forêts fictives qui se distinguent par leurs caractéristiques récréatives (randonnée, cyclisme, équitation, aire de pique-nique, etc.) en France (Rulleau et al. (2010), Abildtrup et al. (2013)) ou à l'international (exemple de l'étude réalisée en Écosse par Hanley et al. (2002)).

Du côté des préférences révélées et plus particulièrement de la méthode des coûts de transport, la littérature est importante et vient confirmer les conclusions déjà évoquées ci-avant (Englin & Mendelsohn (1991), Garcia & Jacob (2010), Bestard & Font (2009), Baerenklau (2010)).

L'ensemble de ces travaux vérifie la valorisation économique significative des espaces forestiers en milieux urbains et périurbains et convergent sur l'idée que les forêts, comme espaces de nature et de récréation, constituent un élément stratégique des choix de localisation.

La MPH : une méthode d'estimation des nuisances et aménités urbaines et environnementales

La méthode des prix hédoniques appliquée aux forêts apparaît progressivement dans la littérature exposant les questions que se posent les décideurs et les aménageurs sur les aménités et les nuisances urbaines et rurales. D'un côté, on observe une littérature abondante sur l'étude des nuisances urbaines (le bruit ou la qualité de l'air) ainsi que les espaces verts en ville pour les politiques de planification urbaine et de l'autre côté on retrouve l'étude de la valeur des parcs naturels et du couvert agro-forestier. Notre revue de littérature suit cette structure.

L'application des prix hédoniques liée à la qualité environnementale se développe autour de l'évaluation de nuisances en milieu urbain ; le bruit ou la pollution atmosphérique font l'objet de nombreux travaux de recherche (Wilhelmsson (2000), Lipscomb (2003), Faburel & Maleyre (1987), Maslianskaïa-Pautrel (2009)). Habituellement les études hédoniques mesurent l'effet de ces nuisances grâce à la distance des logements aux infrastructures qui sont sources de pollution (Maslianskaïa-Pautrel, 2009). Parmi elles figurent celles qui évaluent l'impact négatif de la proximité avec le logement de friches industrielles ou d'usines (Letombe & Zuindeau (2001, 2005)), de réseaux routiers denses (Lake et al., 1998) ou d'un aéroport (Lipscomb (2003), Faburel & Maleyre (1987)). La méthode des prix hédoniques est aussi appliquée à l'étude des politiques de renouvellement urbain et à l'impact positif des aménités environnementales. Elles observent notamment la demande sociale en espaces verts urbains. Bolitzer & Netusil (2000) estiment l'impact de différents espaces verts sur le prix du logement à Portland dans l'Oregon. Ils évaluent ainsi l'effet des parcs urbains, parcs naturels, cimetières et golfs sur les prix immobiliers de la métropole. Ils estiment un impact positif et significatif des parcs urbains et des golfs de l'ordre de 1.4% pour un espace vert situé dans un rayon de 400 mètres autour du logement. Aussi, au Canada, Hobden et al. (2004) montrent que les parcelles mitoyennes d'espaces verts valent 2.8% de plus que les autres. Les petits espaces verts qui sont généralement des corridors vers de grands parcs augmentent la valeur de l'immobilier de 6.9%. S'ils sont dotés d'un sentier piétonnier, la plus-value atteint 11% ou 6.5% pour un équipement de loisir. Les études menées par Morancho (2003) en Espagne, Anderson & West (2006) aux États-Unis et Flachaire et al. (2007) en France viennent corroborer les résultats précédemment évoqués. Prenons l'exemple le plus proche de nous de Flachaire et al. (2007) qui mesurent l'impact d'un parc urbain sur le prix du logement dans la ville de Brest. Ils estiment que l'éloignement de 100 mètres à l'espace vert urbain de proximité génère une baisse moyenne du prix immobilier de l'ordre de 1.4%. La plupart de ces études conclue que la proximité directe avec un espace vert en ville

augmente le CAP des ménages du fait d'un effet de rareté (Cheshire & Sheppard, 1995). Le corollaire est l'impact négatif de la distance aux espaces verts sur le prix du logement.

En parallèle, la méthode des prix hédoniques est utilisée pour estimer la demande sociale en parcs et réserves naturels et en paysage rural. Le Jeannic (1997) fait l'hypothèse du rôle primordial des aménités vertes et du cadre de vie rural pour expliquer l'attrait des espaces périurbains. Nelson (1986) et Lee & Linneman (1998) montrent que le prix de l'immobilier augmente avec la proximité avec les espaces protégés. Il en ressort deux types de bénéfices liés aux parcs naturels : directs avec les services récréatifs et la vue et indirects avec la filtration de la pollution par exemple (Correll et al., 1978).

Concernant le couvert agro-forestier, plusieurs approches sont utilisées pour appréhender les variables relatives aux aménités environnementales dans les études hédoniques : la couverture au sol, la vue et la distance géographique.

Historiquement, les études empiriques observent le couvert agro-forestier et plus précisément la présence et la part de forêts, de terres agricoles ou d'espaces en eaux à proximité des zones résidentielles. Cette littérature montre que la présence d'aménités environnementales à proximité du logement influence positivement et significativement le prix de l'immobilier. Concernant le couvert agricole, Roe et al. (2004) observent une préférence pour la présence de cultures et de prairies dans un rayon d'1,5km autour des maisons : une augmentation de 10% d'espaces agricoles implique une augmentation de 5% du prix du logement. Ainsi, ils concluent que les aménités agricoles périurbaines ont un rôle très attractif du fait de leur valeur esthétique et de non-usage. Cependant, cet effet positif ne se retrouve pas systématiquement dans la littérature. Le Goffe (2000) interroge les externalités négatives liées aux activités agricoles et sylvicoles. Il détermine qu'il existe un impact négatif sur le prix immobilier et l'activité touristique de la présence de cultures céréalières et fourragères à proximité des logements tandis qu'il est po-

sitif pour les prairies. Quant au couvert forestier et son impact sur le prix du logement, les études sont nombreuses (Willis & Garrod (1993), Acharya & Lewis (2001), Des Rosiers et al. (2002), Irwin (2002)). Acharya & Lewis (2001) étudient le CAP des ménages pour une qualité environnementale en termes de forêts dans le Connecticut aux États-Unis. Ils estiment à 75 dollars l'augmentation de 1% de la part des espaces forestiers et agricoles de proximité. De même, Des Rosiers et al. (2002) déterminent que l'impact positif des arbres sur le prix des maisons à Québec est de l'ordre de 0.2% pour 1% d'arbres supplémentaire.

La vue est aussi capitalisée dans le prix du logement. La distance visuelle (qui se distingue de la distance géographique) aux aménités environnementales peut avoir un impact positif sur le CAP des ménages pour un logement. Toutefois, l'appréciation de la variable "vue sur l'aménité" est difficile à appréhender et surtout à modéliser (la modélisation doit se faire en trois dimensions pour intégrer la hauteur des immeubles par exemple). Cela explique très certainement les différences en termes de résultats même s'ils tendent à converger vers un prix hédonique positif de la vue sur la forêt (Tyrvaïnen & Miettinen (2000) et Cavailhès et al. (2009)) ou plus généralement l'impact sur le prix du logement de la vue sur un espace vert (Tu et al. (2015)). Du côté des forêts finlandaises (à proximité de la ville de Solo), Tyrvaïnen & Miettinen (2000) estiment que la vue sur la forêt augmente de 4.9% en moyenne le prix du logement. Cependant, d'autres études concluent que l'effet de la vue sur la forêt ou sur un espace vert urbain n'a pas d'impact significatif sur le prix du logement (Morancho (2003) et Palmer (2004)).

Enfin, la distance géographique est devenue incontournable pour l'estimation des prix hédoniques des aménités environnementales. Les ménages apprécient la présence d'une aménité en fonction de la distance du logement à cette dernière. Plus la forêt est proche, plus son effet sur le CAP des ménages est significatif et dans la plupart des études, l'effet est positif (Garrod & Willis (1992), Tyrvaïnen & Miettinen (2000), Thorsnes (2002), Irwin (2002), Cavailhès et al. (2009)). Tyrvaïnen & Miettinen (2000) partent de l'idée que les espaces verts et naturels sont importants pour le renouvellement des villes ; au minimum ils stimulent l'attention

des populations sur la valeur potentielle de ces espaces, au maximum ils influencent la prise de décision à l'échelle de la planification urbaine. Les auteurs estiment le prix du logement en fonction de la proximité avec les forêts situées en proche banlieue d'Helsinki par gradient. Les résultats de cette étude montrent que, lorsque la distance aux forêts augmente de 1%, le prix des maisons diminue de 5.9%. En outre, l'effet de la proximité est positif et significatif au seuil de 1% jusqu'à 600 mètres, au-delà il devient non significatif. Dans la lignée des travaux de Tyrvaïnen, Thorsnes (2002) montre que le prix des biens immobiliers à proximité directe d'une forêt est de 7% supérieur au prix des biens voisins. Pour des biens situés de l'autre côté de la rue, l'impact de la forêt n'est plus significatif. Il conclut donc qu'il y a un effet de proximité immédiate très fort. La plupart des études estime donc que la forêt a un impact positif sur le prix des biens immobiliers et cet effet est globalement significatif dans un rayon maximum de 1km autour des logements. Toutefois, certaines études observent un effet non significatif voire négatif. Garrod & Willis (1992) et Le Goffe (2000) montrent que la forêt peut avoir un impact négatif sur les biens immobiliers du fait de la fermeture du paysage ² ou d'une activité productive trop intensive.

A l'issue de cette revue de littérature, nous pouvons conclure qu'une grande majorité des travaux empiriques sur la valeur des espaces verts urbains et des forêts périurbaines à travers le prisme du prix des biens immobiliers est positive. C'est dans une littérature plus récente que l'attention est portée sur la fourniture de services récréatifs des forêts périurbaines. Les études en France basées sur la méthode des prix hédoniques sont relativement peu nombreuses. Au cœur de cette thèse, cette littérature est abordée avec plus de précisions dans les chapitres II, III et IV.

²L'intensification de l'espace forestier induit une homogénéisation du paysage et une perte des espaces ouverts et récréatifs.

Objectifs et construction de la thèse

Après avoir expliqué tout l'intérêt de mieux comprendre la demande sociale en forêts périurbaines, nous partons de l'idée que ces espaces forestiers fournissent des services récréatifs qui ont une certaine valeur pour les ménages et que cette valeur se retrouve dans le prix des biens immobiliers. Comme nous l'avons précédemment évoqué, la littérature sur les évaluations environnementales basées sur la méthode des prix hédoniques ne considère généralement que la proximité directe du lieu de résidence avec la forêt la plus proche, et caractérise la fourniture de services récréatifs comme homogène. Cependant, dans les zones urbaines et périurbaines, les ménages peuvent avoir une préférence pour la diversité des espaces forestiers de proximité en fonction des aspects récréatifs que la forêt offre. Les pratiques récréatives et sportives des ménages peuvent différer entre la semaine et le week-end. Concrètement, nous pouvons imaginer le cas d'un individu qui a une préférence pour un petit bois communal peu fréquenté pour aller courir en semaine et d'une grande forêt domaniale aménagée pour une sortie vélo en famille le week-end. De plus, l'aménité peut être multi-sites ce qui implique des niveaux de qualité récréative spatialement hétérogènes qui peuvent avoir un impact plus ou moins positif sur le bien-être. La forêt la plus proche n'est pas toujours celle qui a l'impact le plus important sur le bien-être. Abildtrup et al. (2012) montrent, à travers une enquête réalisée en 2010 sur les forêts de Lorraine, que les individus peuvent parcourir quelques kilomètres additionnels à la forêt la plus proche pour profiter d'un espace dont les attributs récréatifs correspondent mieux à leurs préférences. Considérer comme aménité forestière, le seul petit bois communal de proximité alors que, par exemple, la forêt domaniale de Fontainebleau est située à quelques minutes du logement peut altérer les conclusions de l'analyse. Ce travail de thèse a pour ambition de définir, estimer et analyser une autre approche de l'aménité environnementale, au travers de l'appréhension de l'environnement forestier global (l'accessibilité à l'ensemble des forêts et de leur qualité récréative à l'échelle d'un département) dans les modèles hédoniques.

A notre connaissance, il n'existe pas d'étude sur le sujet en France qui s'appuie sur la méthode des prix hédoniques. Un travail approfondi sur la question des préférences des ménages urbains et périurbains en termes de proximité avec les forêts en fonction de leur qualité récréative apparaît donc nécessaire. L'objet de cette thèse est de déterminer la valeur des services récréatifs de l'environnement forestier global des ménages dans les espaces périurbains grâce à l'analyse de leur choix de localisation. **Quelle est la valeur des services récréatifs lorsque l'on considère l'environnement forestier global et non plus la seule forêt la plus proche du lieu de résidence ? De quelle manière le profil socio-économique des ménages influence leurs préférences en termes de services récréatifs de l'environnement forestier ? Comment concilier l'approche hédonique de Rosen et l'accessibilité à une aménité multi-sites offrant différents niveaux de qualité de services, avec l'approche spatiale urbaine d'Alonso ?**

Pour appréhender ces questions, le terrain choisi est la région métropolitaine française, l'Ile-de-France, et plus particulièrement le département de la Seine-et-Marne. Ce département est le plus étendu de l'Ile-de-France, il compose toute la frange Est de la grande couronne et constitue 49% de la superficie totale la région francilienne. La singularité de ce territoire réside dans son développement en termes d'étalement urbain, lié au développement de la métropole (la Seine-et-Marne est incluse dans la politique du Grand Paris) et du développement du parc immobilier. En outre, il offre une réelle diversité de profils socio-économiques de sa population et d'espaces forestiers. Ses 125 000 hectares de zones forestières sont composés d'une grande diversité de flore et de faune qui constitue un patrimoine naturel exceptionnel (Filoche et al. (2010), Renault (2012)). Le massif forestier de Fontainebleau, classé réserve internationale de la biosphère, est un exemple de cette richesse.

Cette thèse se construit autour de quatre chapitres : un chapitre présentant les données et trois chapitres abordant chacun une sous-question relative à l'objet de ce travail.

Dans un premier chapitre, nous abordons de manière descriptive et approfondie les données construites et utilisées tout au long de cette thèse. Ce travail est majoritairement empirique et s'appuie sur la méthode des prix hédoniques. Les données nécessaires à ce type de modèle sont nombreuses et une réflexion sur leur apport est donc cruciale. Nous exposons dans ce chapitre les données relatives aux transactions immobilières issues de la Base d'Informations Économiques Notariales, à l'environnement forestier récréatif (forêts et services récréatifs) et à l'environnement urbain (profil des quartiers et des communes ainsi que les aménités urbaines de type biens et services publics).

Dans un deuxième chapitre, nous posons la question de la valeur des services récréatifs lorsque l'on considère deux approches de l'aménité forestière : l'approche standard de la forêt la plus proche du logement caractérisée par ses services récréatifs et l'approche par l'environnement forestier global du lieu de résidence. Pour cela, nous procédons à l'estimation de la fonction hédonique ; première étape d'estimation de la méthode des prix hédoniques exposée par Rosen (1974) selon deux modèles définis par les deux approches comparées.

Dans un troisième chapitre, l'objectif est d'analyser, grâce à l'estimation des fonctions d'enchères, comment le profil socio-économique des ménages influence leurs préférences en termes de services récréatifs de l'environnement forestier. Cette étude complète l'analyse du chapitre II grâce à des estimations réalisées selon le profil des acquéreurs (catégorie socio-professionnelle et âge) des biens immobiliers.

Dans un quatrième et dernier chapitre, nous concilions l'approche spatiale d'Alonso (distance au "Central Business District") avec le modèle traditionnel des prix hédoniques de Rosen, dans le cadre de l'analyse d'une aménité multi-sites. Nous prenons l'exemple des forêts et nous construisons un indice d'hétérogénéité spatiale de qualité récréative. Ce dernier permet d'estimer la préférence des ménages

pour la diversité d'aménités forestières. Ensuite, nous introduisons cette préférence dans un modèle théorique afin de simuler le prix implicite de l'aménité "forêts" selon deux spécifications de la distance : la forêt la plus proche et la diversité des forêts.

Chapitre I

Présentation des données

Résumé

La méthode des prix hédoniques utilisée dans les chapitres II et IV ainsi que la méthode des enchères utilisée dans le chapitre III nécessitent un grand nombre de données et d'informations précises sur les transactions immobilières. Les aménités de proximité, l'environnement naturel (forestier dans ce travail) et les caractéristiques économiques et sociales du quartier ou plus largement de la commune sont aussi primordiales dans l'utilisation rigoureuse de ces méthodes. En effet, ces dernières doivent satisfaire aux exigences des modèles empiriques employés et apporter une réponse quant à la valeur des espaces forestiers et de leurs services récréatifs dans les territoires périurbains.

Abstract

The price hedonic method used in the chapter II and IV, and the auction method used in the chapter III, needs a large number of data on housing transactions. Amenities, natural environment, information on socio-economical profile of neighborhood and cities are also fundamental to implement these methods completely. They must fulfill every requirements of the empirical models used in order to provide the value of forest areas and their recreational services in periurban areas.

Dans le cadre de ce premier chapitre nous mettons en évidence l'importance d'un travail méticuleux sur les données et nous soulignons l'intérêt de construire des variables originales et localement adaptées pour étudier les préférences des ménages en termes d'environnement résidentiel. Ce chapitre est composé de trois parties définies par le type de données nécessaires à la réalisation des chapitres suivants. La première permet de décrire en détail l'exploitation de la base de données sur les transactions immobilières. Ensuite, nous expliquons et défendons les choix des variables retenues pour approximer l'environnement forestier et ses services récréatifs. Enfin, nous nous intéressons aux caractéristiques socio-économiques du voisinage ainsi qu'à l'accessibilité aux diverses aménités.

1 La Base Immobilière Et Notariale

Pour l'étude des transactions immobilières en Ile-de-France, la Base d'Informations Économiques Notariales (BIEN) de la Chambre des notaires de Paris est incontournable de par sa richesse en données intrinsèques au logement et la qualité d'informations géolocalisées qu'elle contient. Cette base de données résulte de la collecte d'informations, à l'initiative des notaires, sur les transactions immobilières réalisées depuis 1998 sur le territoire de l'Ile-de-France. Elle permet d'observer le prix et les caractéristiques des mutations de biens immobiliers (type de bien, surface, nombre de pièces, etc.). Elle rassemble ainsi près de deux millions de fiches individuelles de mutations sur un peu moins de 20 ans, ce qui constitue un nombre d'observations tout à fait exceptionnel pour ce type d'analyse empirique. La représentativité de ces données est cependant altérée par la non-exhaustivité de la base BIEN. Cette dernière se fonde sur le volontariat des notaires, certaines transactions ne sont donc pas renseignées. La chambre des notaires de Paris nous assure néanmoins une quasi-exhaustivité de la base BIEN.

La base BIEN présente certes quelques limites mais il faut être conscient de la difficulté d'obtenir des données aussi précises et détaillées pour effectuer une ana-

lyse hédonique rigoureuse. En effet, l'acquisition de telles données est un élément structurant de notre parcours de recherche sur les prix hédoniques. Ces données sont coûteuses, leur obtention soumise à de nombreuses conditions, notamment en termes de partage et de diffusion de son contenu, et leurs substituts sont inexistantes en Ile-de-France (exemple de la base Perval¹). Nous tentons donc d'exploiter au mieux son potentiel au cours des trois chapitres suivants de cette thèse.

Nous travaillons sur une extraction de la base BIEN pour le département de la Seine-et-Marne, composé de 514 communes et de 762 IRIS², et sur l'ensemble des transactions de type "logement" (appartements et maisons) effectuées au cours de la période 2001-2008. Notre échantillon comporte initialement 132 239 transactions sur la période.

1.1 Les variables de la base BIEN

Cette partie présente l'ensemble des données disponibles concernant autant les caractéristiques intrinsèques du logement que celles des acquéreurs et des vendeurs. Elle met en évidence le fait que certaines observations ne peuvent être conservées afin de maintenir la cohérence du travail empirique réalisé dans les chapitres suivants.

Les données relatives au logement

Des informations concernant les caractéristiques intrinsèques des logements sont nécessaires dans l'analyse empirique des chapitres II, III et IV. La chambre des notaires de Paris met à notre disposition un grand nombre de variables caractéristiques de chaque transaction :

¹La base Perval, disponible depuis 1990, recense les transactions immobilières de tous types de biens grâce aux volontariats des Notaires. Elle est disponible pour toute la France exceptée la région Ile-de-France.

²"Les Ilots Regroupés pour l'Information Statistique (IRIS) correspond à la taille visée de 2000 habitants par maille élémentaire" selon la définition donnée par l'INSEE. L'IRIS est la plus petite échelle statistique définie par l'INSEE.

- Code INSEE ³ de la commune du logement ;
- Code IRIS du logement ;
- Ancienneté du logement (construction avant ou après 5 ans) ;
- Année de la mutation ;
- Mois de la mutation ;
- Type de mutation (vente de gré à gré sans viager, vente de gré à gré en viager, adjudication notariale, adjudication du Tribunal, vente des domaines, expropriation, location-vente) ;
- Type de bien (appartement, maison, garage, local d'activité, immeuble entier, terrain non-agricole, bien agricole) ;
- Type de maison (chalet, ferme aménagée, grande propriété, hôtel particulier, pavillon, maison rurale, villa) ;
- Type d'appartement (appartement standard, atelier d'artiste, chambre de service, duplex, grenier à aménager, logement de gardien, loft, studio, studentte, triplex) ;
- Prix du m^2 ;
- Montant de la transaction en euros ;
- Surface habitable déclarée en m^2 ;
- Surface du terrain et surface totale ;
- Nombre de caves ;
- Présence de dépendance ;
- Nombre d'étages ;

³Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques

- Présence de jardin privatif ou de terrain non-bâti ;
- Présence d'une terrasse ;
- Nombre de parkings ou de box ;
- Nombre de pièces principales ;
- Nombre de salles de bains et salles d'eau ;
- Nombre de niveaux en étage(s) ;
- Desserte par ascenseur ;
- Chauffage collectif.

Les variables de l'acquéreur (symétriquement les variables du vendeur)

La base contient également des informations sur les acquéreurs et vendeurs. Leur intérêt majeur se révèle dans le chapitre III pour la mise en œuvre de la méthode des enchères et la question des préférences hétérogènes des ménages :

- Qualité de l'acquéreur [administration, État ou armée, particulier, autre entreprise (SA, SARL, SNC), fiscalité marchand de biens, SAFER, société civile immobilière, secteur social (HLM)] ;
- Affectation de l'acquéreur (résidence principale, investissement locatif, résidence secondaire) ;
- Âge de l'acquéreur ;
- Catégorie socio-professionnelle agrégée (agriculteurs, artisans-commerçants et chefs d'entreprises, cadres et professions intellectuelles supérieures, professions intermédiaires, employés, ouvriers, inactifs et chômeurs). Les catégories socio-professionnelles (CSP) sont aussi disponibles dans une nomenclature

beaucoup plus fine (30 niveaux de CSP); mais, dans ce cas, la classification est trop lourde pour son traitement avec la méthode des enchères (cf. chapitre III).

Le traitement et l'harmonisation de la base de données

Un grand nombre des transactions observées porte sur des agents ou des biens qui ne peuvent être considérés dans ce travail. L'acquisition d'un bien immobilier atypique (local commercial par exemple) ne répond pas à l'intégration du critère environnemental du logement et ne vient pas corroborer notre modèle théorique sur le choix de localisation. De plus, l'une des faiblesses de la base BIEN réside dans le nombre d'observations incomplètes. De nombreuses observations sont supprimées car elles manquent d'information sur des variables primordiales à notre analyse (l'IRIS par exemple).

- Les données considérées comme “atypiques”

Cette thèse porte sur le consentement à payer (CAP) des ménages pour l'acquisition d'un logement qui se définit à travers un environnement aussi bien en termes d'aménités de type services publics (école, transports, etc.) que d'aménités de type environnemental (forêt). Plus précisément, ce travail étudie la valeur que les ménages accédant à la propriété attribuent aux espaces forestiers périurbains et aux services récréatifs qu'ils procurent. Seules les observations relatives aux particuliers (et non aux administrations, bailleurs sociaux ou encore entreprises) acquéreurs d'une maison ou d'un appartement (et non d'un garage, d'une terre agricole ou d'un local d'activité professionnelle) pour un usage d'habitation sont pertinentes dans le cas de ce travail. Les autres sont supprimées. Le prix des biens ne se définit pas selon les mêmes attributs en fonction du type d'acquéreurs et surtout de l'usage du bien. En effet, les logiques d'achat de logement des ménages qui maximisent leur bien-être se distinguent fortement de celles d'entreprises maximisant leur profit.

A ces observations supprimées, s'ajoutent les observations atypiques relatives à des donations, des successions qui ne révèlent pas nécessairement un CAP et une volonté d'achat de la part de l'acquéreur. De plus, la forme juridique de ces transactions nous est inconnue (Kazmierczack-Cousin, 1999).

L'ensemble des transactions supprimées est détaillé dans l'Annexe 5.1. Toutefois, certaines transactions dites "atypiques" ne font pas l'objet de suppression par nos soins. Suite à notre demande d'extraction spécifique portant sur les biens à destination du logement, la chambre des notaires de Paris a déjà effectué une première sélection. Par exemple, nous ne retrouvons pas de transaction de type "local d'activité" ou "garage" mais uniquement des biens de type "appartements et maisons" comme indiqué dans l'Annexe 5.1.

- Les données manquantes

Au regard des théories utilisées dans ce travail de thèse, le prix au m^2 (soit le prix et la surface du logement) ainsi que sa localisation à l'IRIS sont des données indispensables. Si certaines transactions ne disposent pas de ces informations, elles ne peuvent être mobilisées pour l'estimation empirique du modèle et sont ainsi supprimées. 44 788 observations sont supprimées car le prix ou la surface sont manquants ainsi que 17 425 observations pour lesquelles l'IRIS n'est pas renseigné. Aux variables indispensables à la méthode des prix hédoniques viennent s'ajouter celles des caractéristiques des acheteurs (CSP et âge) qui constituent les informations de référence afin d'effectuer les classifications des acquéreurs pour la méthode des enchères.

Cette modification significative de notre échantillon peut être à l'origine d'un problème statistique de biais de sélection. En effet, sans contrôle du caractère aléatoire des variables manquantes, il est impossible d'affirmer que les paramètres

issus de la régression ne sont pas différents entre notre échantillon et la base de données originale. Cependant, en suivant la démarche de Barthélémy et al. (2007) nous procédons à des suppressions massives d’observations et, même si nous ne rejetons pas l’hypothèse de biais de sélection, nous constatons que les résultats des régressions, effectuées dans les chapitres suivants, ne dépendent pas de la taille de l’échantillon.

Finalement, suite aux suppressions des données atypiques et des observations incomplètes, notre analyse retient un échantillon de 49 281 transactions immobilières pour les chapitres II et IV et 39 354 transactions immobilières pour le chapitre III. La différence d’observations est due aux 9 927 données non renseignées sur les CSP et l’âge qui ne sont pas indispensables aux chapitres II et IV mais uniquement au chapitre III.

1.2 Les statistiques descriptives des données relatives aux biens immobiliers

Les observations de la base BIEN sont définies à l’échelle statistique la plus fine : l’IRIS. La présentation des données qui suit couvre un territoire administratif important (le département) qui recense un trop grand nombre d’IRIS pour une présentation statistique des résultats. Nous avons donc choisi de présenter les statistiques descriptives de nos données à une échelle plus agrégée ; la “zone d’emploi” apparaît comme l’échelle la plus appropriée. Une zone d’emploi “est un espace géographique à l’intérieur duquel la plupart des actifs résident et travaillent, et dans lesquels les établissements peuvent trouver l’essentiel de la main-d’œuvre nécessaire pour occuper les emplois offerts” (définition INSEE, 2010). De plus, elle est définie à partir de la base des flux de mobilité qui dénombre les déplacements domicile-lieu de travail entre les communes (INSEE – Flux de mobilité, 2010). Les flux de mobilité sont comptabilisés à partir d’un seuil supérieur ou égal à 100 personnes. Cette échelle d’étude apparaît pertinente pour notre objet d’analyse

du fait qu'elle est construite pour définir des territoires relativement homogènes en termes de lieu d'habitation (variable centrale de notre analyse) et de lieu de travail. L'intérêt de ce choix est également pertinent dans le cadre du chapitre IV car les zones d'emploi est le niveau de modélisation choisi.

Dix zones d'emploi composent l'intégralité du département de la Seine-et-Marne (figure.I.1) : Coulommiers, Créteil, Marne-la-Vallée, Meaux, Melun, Montereau, Nemours, Paris, Provins et Roissy.



FIGURE I.1: Les zones d'emploi de Seine-et-Marne

Sources : Zones d'emploi – INSEE (2010); IGN Base de données IRIS

Cartographie : Tuffery, 2015

Note de lecture : les noms indiqués sur la carte sont les noms des zones d'emploi et non le nom des villes avec géolocalisation de celles-ci.

Les transactions immobilières dans l'espace et dans le temps

Nos observations se répartissent sur l'ensemble du département de la Seine-et-Marne pour la période 2001-2008. L'ouest du département, proche de la métropole parisienne, est plus urbanisé tandis que la ruralité caractérise l'est de ce territoire. Le département étudié est singulier pour un département francilien du fait de sa structure en termes d'urbanisation, de démographie et de profils socio-économiques des ménages (avec une moindre proportion de cadres supérieurs et une plus forte proportion d'agriculteurs par exemple). L'intérêt de disposer de telles données est de saisir de potentielles différences en termes de résultats d'analyse qui pourraient apparaître sur un territoire homogène administrativement : le département.

La répartition géographique des transactions immobilières suit la densité urbaine et démographique du territoire. La figure I.2 et le tableau I.1 permettent de distinguer, voire de scinder, le département en deux zones : une frange à l'ouest qui longe la petite couronne parisienne du nord, proche de l'aéroport de Roissy Charles-De-Gaulle, jusqu'au sud proche de Melun et le reste de la partie est du département. Le nombre de transactions met en avant cette bipolarité : il y a dix fois plus d'observations dans la frange ouest (zones d'emploi de Créteil, Marne-la-Vallée, Melun, Montereau et Roissy) que dans les zones les plus rurales (Coulommiers, Meaux, Provins et Nemours).

Le tableau I.1 présente le nombre de transactions par zone d'emploi. La zone d'emploi de Melun enregistre le taux le plus important avec quasiment 30% du total des observations de la base de données, suivie de Marne-la-Vallée avec 20% des observations et Créteil 15%.

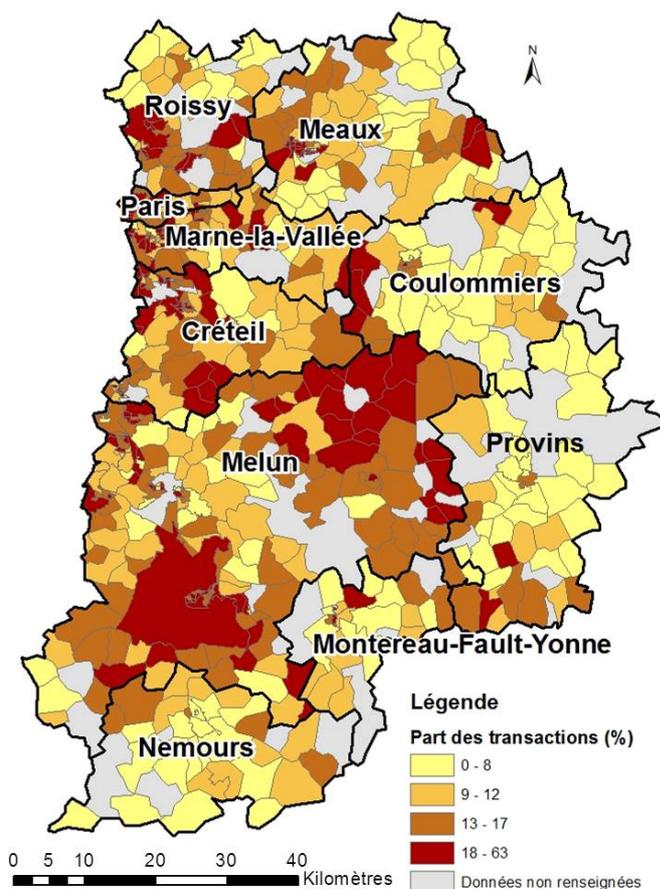


FIGURE I.2: La part des transactions dans la base BIEN (2001-2008, IRIS) sur l'ensemble du parc immobilier

Sources : BIEN (2001-2008), IGN Base de données IRIS

Cartographie : Tuffery, 2015

TABLE I.1: La répartition des mutations par zone d'emploi

Zone d'emploi	Nbre de mutations	(fréq et %)
Coulommiers	1751	3,55
Créteil	7532	15,28
Marne-la-Vallée	9455	19,19
Meaux	4730	9,60
Melun	14334	29,08
Montereau Fault-Yonne	929	1,89
Nemours	1254	2,54
Paris	4080	8,28
Provins	1477	3,00
Roissy - Sud Picardie	3739	7,59
Ensemble département	49281	100

Après avoir mis en avant la disparité spatiale des transactions immobilières, le tableau I.2 indique que ces dernières ne suivent pas le même schéma dans le temps : sur les huit années disponibles (2001-2008), elles sont très homogènes en fréquence. Chaque année regroupe 10% à 15% des transactions totales comme l'indique le tableau I.2 ci-dessous.

TABLE I.2: *Les transactions de 2001 à 2008*

Année	Nbre de mutations	(fréq et %)
2001	5677	11,52
2002	5631	11,43
2003	6001	12,18
2004	7131	14,47
2005	7158	14,53
2006	6241	12,66
2007	6544	13,28
2008	4898	9,94
Ensemble département	49281	100

Un département dont le marché immobilier est lié à la proximité avec Paris

Dans cette partie nous nous intéressons aux variables qui permettent de révéler les différences majeures dans les transactions observées telles que le type de biens, le prix au m^2 , la surface, etc. L'usage des biens (résidence principale *versus* résidence secondaire) n'est pas précisé dans cette partie car les 0.2% de transactions de type "résidences secondaires" présentes initialement dans l'échantillon sont supprimées lors du traitement de la base de données.

Au regard de la figure I.3 et du tableau I.3, les deux types de transactions (maison *versus* appartement) se distinguent par leur disposition spatiale : à l'est les transactions concernent principalement des maisons tandis qu'à l'ouest il s'agit majoritairement d'appartements. Les transactions des zones d'emploi de Créteil, Marne-la-Vallée et Paris sont des maisons dans approximativement 50% des cas contre plus de 80% pour les zones d'emploi de Coulommiers, Nemours ou Montereau. Cette répartition spatiale reflète la structure du territoire, plus urbanisé à

l'ouest et plus rural à l'est comme expliqué précédemment.

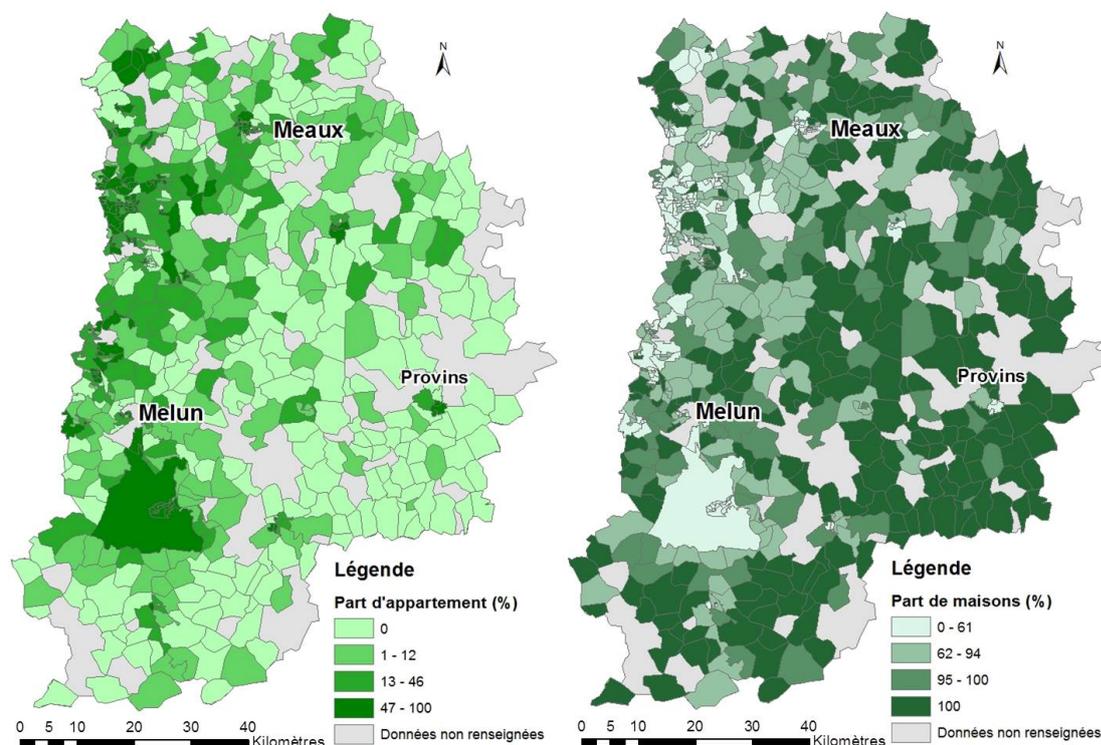


FIGURE I.3: La part des maisons et des appartements sur l'ensemble des transactions sur BIEN (2001-2008)

Sources : BIEN (2001-2008), IGN Base de données IRIS

Cartographie : Tuffery, 2015

TABLE I.3: Le type de bien immobilier par zone d'emploi

Zone d'emploi	Appartement (%)	Maison (%)
Coulommiers	16,22	83,78
Créteil	28,97	71,03
Marne-la-Vallée	52,51	47,49
Meaux	31,52	68,48
Melun	25,41	74,59
Montereau-Fault-Yonne	18,41	81,59
Nemours	12,20	87,80
Paris	49,12	50,88
Provins	24,44	75,56
Roissy - Sud Picardie	40,22	59,78
Ensemble département	34,00	66,00

La cartographie relative au type de biens (figure.I.4) prouve que les prix au m^2 (en euros constants) sont presque doublés à l'ouest du département par rapport à l'est. On observe donc des disparités spatiales dans les prix des logements. Cette dernière pourrait s'expliquer par la forte proportion d'appartements à l'ouest et de maisons à l'est du département. Cependant le tableau I.4 nous indique qu'il n'y a qu'une différence de l'ordre de 9% en moyenne entre le prix/ m^2 des maisons et celui des appartements. D'autres facteurs interviennent donc pour expliquer la différence de prix observée. Un parallèle entre la proximité avec Paris et le taux d'urbanisation qui l'accompagne permet d'interpréter cette différence. On observe que les prix/ m^2 avoisinent 1500 euros pour la frange est du département et augmentent progressivement sur le territoire en se déplaçant vers l'ouest jusqu'à atteindre 3000 euros/ m^2 .

TABLE I.4: *Le prix/ m^2 moyen en fonction des types de biens*

Zone d'emploi	Appartement	Maison
Coulommiers	2131,31	1592,77
Créteil	2417,97	2170,85
Marne-la-Vallée	2427,05	2242,74
Meaux	1923,31	1708,51
Melun	2024,42	1853,27
Montereau Fault-Yonne	1599,59	1351,70
Nemours	1560,94	1525,44
Paris	2218,85	2287,15
Provins	2450,92	1593,66
Roissy - Sud Picardie	2370,71	2063,43
Ensemble département	2242,44	2045,28

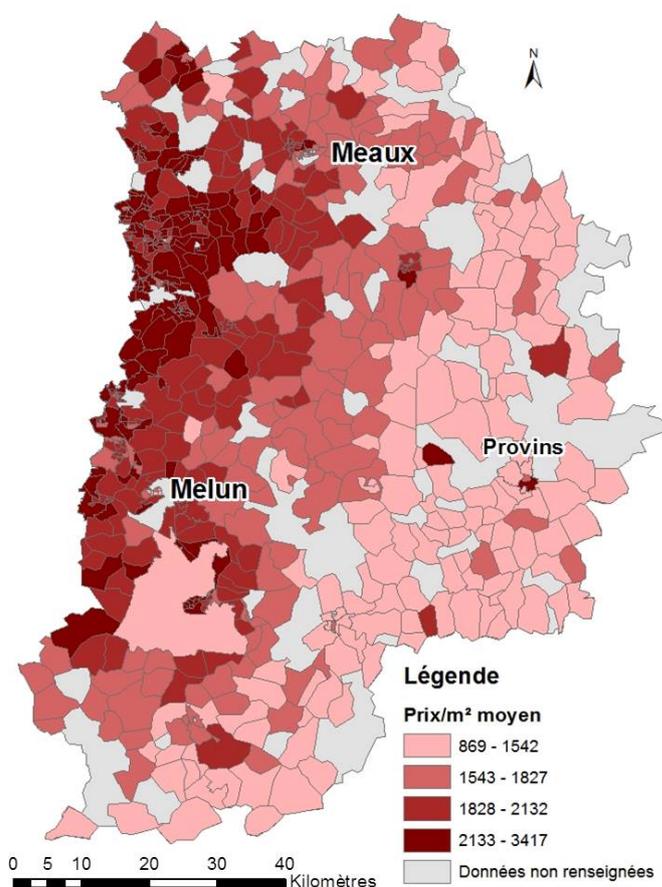


FIGURE I.4: Les prix/m² moyens des transactions entre 2001 et 2008 à l'IRIS
Sources : BIEN (2001-2008), IGN Base de données IRIS
Cartographie : Tuffery, 2015

Regardons à présent d'autres variables très importantes à la caractérisation des biens et des modèles de choix de localisation utilisés ultérieurement : la surface et le nombre de pièces.

Les surfaces habitables moyennes pour chaque zone d'emploi fluctuent de plus ou moins 10% autour de la moyenne du département (cf. tableau I.5). Au maximum, on observe une différence de 20m² habitables entre les zones d'emploi les plus "urbaines" et les zones d'emploi les plus "rurales" (Paris *versus* Coulommiers par exemple). Les disparités territoriales apparaissent là aussi mais de manière moins prononcée que pour les prix. Le nombre de pièces dont dispose chaque bien varie majoritairement entre 3, 4 et 5 pièces (cf. tableau I.6). Peu de différences entre

les zones d'emploi sont notables, excepté pour les transactions de 6 pièces et plus pour lesquelles on observe jusqu'à +12 points pour la zone d'emploi de Coulommiers par rapport à celle de Paris (cet écart est lié à la possibilité de construire de grands logements dans des localités où la densité urbaine est faible, contrairement à Paris).

TABLE I.5: *La surface moyenne en m² des transactions par zone d'emploi*

Zone d'emploi	Minimum	Maximum	Moyenne
Coulommiers	10	460	101
Créteil	16	472	92
Marne-la-Vallée	12	400	85
Meaux	12	500	92
Melun	10	600	99
Montereau-Fault-Yonne	14	343	94
Nemours	16	476	101
Paris	10	320	83
Provins	16	350	91
Roissy - Sud Picardie	13	400	82
Ensemble département	10	600	92

TABLE I.6: *Le nombre de pièces des biens immobiliers par zone d'emploi (%)*

Zone d'emploi	1	2	3	4	5	6 et +
Coulommiers	4,02	12,82	20,54	21,53	19,83	21,25
Créteil	9,58	15,13	15,81	20,55	21,58	17,34
Marne-la-Vallée	7,49	17,34	26,13	23,86	15,43	9,75
Meaux	6,62	15,33	20,70	24,22	17,47	15,66
Melun	7,31	13,30	20,55	24,00	18,25	16,59
Montereau-Fault-Yonne	3,10	11,51	21,30	24,95	22,74	16,40
Nemours	4,42	10,51	18,46	24,19	23,00	19,41
Paris	6,89	15,12	28,29	25,87	13,89	9,94
Provins	6,21	16,88	22,72	21,37	18,59	14,23
Roissy - Sud Picardie	9,58	18,45	22,89	20,21	15,29	13,58
Ensemble département	4,77	10,49	18,73	24,73	22,24	19,04

Une mise en parallèle de l'ensemble des informations ci-dessus : le prix/m², le type de bien, la surface et le nombre de pièces des biens contenus dans notre base de données, met en évidence l'intérêt de notre territoire pour l'étude du choix de localisation des ménages. Il est défini par un gradient d'est en ouest allant de

transactions de type appartements, de plus petite taille et plus chères au m^2 , à des transactions concernant majoritairement des maisons de 4 pièces et plus et dont le prix/ m^2 est plus bas. Ces données mettent en évidence l'effet "proximité avec Paris" que nous retrouvons dans les résultats des chapitres suivants.

1.3 Les profils des acquéreurs et des vendeurs

Observons maintenant les caractéristiques des acquéreurs et des vendeurs ainsi que la distribution socio-économique des agents sur le département.

Les informations sur le profil des acquéreurs sont centrales dans le chapitre III de cette thèse. En effet, basé sur la méthode des enchères et la question des préférences hétérogènes des ménages, le choix de localisation est dans ledit chapitre étudié selon les caractéristiques des agents. Ces informations nous permettent de construire des catégories homogènes d'acquéreurs selon les deux variables que nous avons à notre disposition pour chaque transaction : la CSP et l'âge (cf. chapitre III).

Comme le montre le tableau I.8, la répartition des profils des acquéreurs apparaît homogène sur le territoire avec une majorité de CSP autour de 30% à 35% de notre échantillon qui sont de type "professions intermédiaires". Cependant, notons que pour les CSP "cadres" et "ouvriers", on observe quelques rares spécialisations socio-économiques territoriales. Prenons l'exemple de Marne-la-Vallée et de Montereau avec 20% de cadres et 9% d'ouvriers pour la première et exactement l'inverse pour la seconde. Contrairement aux disparités territoriales identifiées jusqu'à présent, l'observation des profils socio-économiques des acquéreurs ne permet pas, quant à elle, de conclure à d'importantes différences socio-spatiales liées au marché immobilier. Le département de la Seine-et-Marne apparaît donc relativement homogène du point de vue des acheteurs de biens immobiliers sur la période 2001-2008. Le constat est différent au regard du tableau I.8 qui décrit les CSP des

vendeurs ⁴. Environ 20-25% des vendeurs sont de CSP “professions intermédiaires” et 30-35% sont de CSP “inactifs ou chômeurs”. Leurs profils sont relativement plus hétérogènes et avec une forte proportion d’inactifs et de chômeurs. Pour finir sur le profil des acteurs, le tableau I.7 nous informe sur l’âge des acquéreurs et des vendeurs. Les zones d’emploi ne se distinguent pas ici, avec une moyenne légèrement inférieure à 40 ans pour les acquéreurs et une moyenne légèrement supérieure à 50 ans pour les vendeurs.

TABLE I.7: *L’âge moyen des acquéreurs et des vendeurs par zone d’emploi*

Zone d’emploi	âge des acquéreurs	âge des vendeurs
Coulommiers	41	47
Créteil	39	45
Marne-la-Vallée	39	38
Meaux	40	46
Melun	40	47
Montereau Fault-Yonne	41	47
Nemours	42	52
Paris	40	45
Provins	41	47
Roissy - Sud Picardie	37	44
Ensemble département	39	45

⁴Les informations sur les vendeurs ne sont pas reprises dans la suite de la thèse. C’est pourquoi, nous passons très brièvement sur ces données.

TABLE I.8: Les CSP des acquéreurs et des vendeurs

CSP des acquéreurs (% par zone d'emploi)									
Zone d'emploi	Agriculteurs	Artisans-commerçants et chefs d'entr.	Cadres et prof. intellect. sup.	Prof. intermédiaires	Employés	Ouvriers	Inactifs et chômeurs	Non renseigné	
Coulommiers	0,86	4,05	12,45	29,07	22,10	19,87	11,31	0,29	
Créteil	0,09	3,20	15,64	35,75	23,83	15,25	5,96	0,27	
Marne-la-Vallée	0,15	2,92	20,18	37,37	23,98	9,09	6,07	0,25	
Meaux	0,44	2,52	13,23	32,18	26,24	15,90	8,50	0,99	
Melun	0,28	3,02	19,39	33,49	22,25	13,03	8,18	0,36	
Montereau-Fault-Yonne	0,22	4,41	9,80	30,25	25,30	19,16	10,55	0,32	
Nemours	0,96	2,95	12,76	34,29	21,61	16,43	10,37	0,64	
Paris	0,05	3,09	15,54	33,31	25,00	13,60	9,09	0,32	
Provins	1,29	3,99	12,66	29,72	24,85	15,17	11,85	0,47	
Roissy - Sud Picardie	0,21	2,97	12,12	34,66	28,11	16,15	5,51	0,27	
Ensemble département	0,28	3,07	16,71	34,22	23,99	13,68	7,66	0,38	

CSP des vendeurs (% par zone d'emploi)									
Zone d'emploi	Agriculteurs	Artisans-commerçants et chefs d'entr.	Cadres et prof. intellect. sup.	Prof. intermédiaires	Employés	Ouvriers	Inactifs et chômeurs	Non renseigné	
Coulommiers	0,86	3,66	6,57	19,93	10,51	11,94	30,5	16,05	
Créteil	0,05	3,36	11,8	24,99	13,42	9,57	23,33	13,48	
Marne-la-Vallée	0,15	2,79	13,31	24,57	12,64	6,41	15,56	24,58	
Meaux	0,49	3,04	9,15	21,31	12,39	11,31	26,66	15,64	
Melun	0,15	2,77	12,08	22,67	12,57	8,13	27,35	14,28	
Montereau-Fault-Yonne	0,11	3,01	4,31	18,41	10,23	11,09	35,2	17,65	
Nemours	0,64	3,51	8,61	20,02	8,85	11,8	34,21	12,36	
Paris	0,07	2,82	8,7	21,67	12,7	8,09	28,33	17,62	
Provins	0,54	3,18	8,33	18,35	11,24	9,48	32,5	16,38	
Roissy - Sud Picardie	0,24	3,45	9,68	24,53	12,52	11,21	24,23	14,15	
Ensemble département	0,22	3,01	10,99	22,94	12,45	8,88	24,84	16,67	

Avec une densité de population moyenne sur le département de 229 habitants/ km^2 , contre 991 habitants/ km^2 pour la région Ile-de-France, la Seine-et-Marne est un territoire relativement peu urbanisé au sein de la région métropolitaine. Néanmoins, en regardant plus localement, on observe de fortes disparités territoriales avec une densité de population de 1136 hab/ km^2 pour la zone d'emploi de Marne-la Vallée (à proximité de Paris) contre 97 hab/ km^2 pour la zone d'emploi de Provins située à l'extrême est du département. Ces informations issues de l'INSEE (Connaissance Locale de l'Appareil Productif, CLAP, 2012) se recourent avec l'analyse de la base BIEN sur le département de 2001 à 2008. En effet, les observations montrent une forte polarité entre l'est et l'ouest du territoire. L'est (zones d'emploi de Provins et de Coulommiers par exemple) est plus rural, les biens immobiliers sont de type "maisons", de superficie plus grande que la moyenne du département mais de prix/ m^2 nettement inférieur à celle-ci (les prix/ m^2 de Provins sont 25% inférieurs à ceux de l'ensemble du département, cf. tableau I.4). Concernant le profil socio-économique des acquéreurs, malgré une forte proportion de professions intermédiaires, l'est du territoire enregistre une proportion de chômeurs et d'inactifs supérieure à l'ensemble du département. En revanche, la frange ouest plus urbanisée (zones d'emploi de Marne-la-Vallée et de Créteil par exemple) s'oppose en termes de caractéristiques des transactions et de profils des acquéreurs. Les transactions concernent des biens de type "appartement", de superficie plus réduite et les prix/ m^2 sont de l'ordre de 10% supérieurs à la moyenne départementale. Il en est de même pour les acquéreurs qui sont de CSP plus aisées que la moyenne du territoire.

2 L'environnement forestier : les forêts et les services récréatifs de Seine-et-Marne

Comme nous l'avons déjà exprimé en introduction, ce travail porte sur la valorisation des forêts et de leurs services récréatifs. Afin de réaliser un travail précis, la définition des variables relatives à l'environnement forestier est cruciale pour

nos analyses sur l'hétérogénéité des forêts en termes d'apports récréatifs. Grâce à des échanges de qualité avec des chercheurs en géographie de l'Université Paris I et des chercheurs en écologie du Museum National d'Histoire Naturelle (MNHN) ainsi qu'avec des professionnels de la gestion d'espaces de nature pour le Conseil Général de Seine-et-Marne, nous avons élaboré une méthode pour définir les forêts dans un environnement résidentiel. Dans cette partie, nous montrons tout l'intérêt d'un travail original effectué pour définir localement les espaces forestiers dans un premier temps et les services associés dans un second temps grâce à de nombreuses données.

2.1 Les espaces forestiers

Ce travail porte sur l'impact de l'environnement naturel de type forestier sur les stratégies de localisation. Il apparaît alors indispensable que l'ensemble des forêts et espaces boisés du territoire ainsi que leurs caractéristiques récréatives soient géolocalisés et analysés.

Il est nécessaire de prendre en compte les forêts dites "publiques" et les forêts "privées" pour effectuer une analyse fine de l'impact des forêts sur le prix du logement. La demande sociale en activités récréatives et sportives peut être estimée à travers l'évaluation économique des espaces forestiers et boisés et leurs caractéristiques. Le statut "public" *versus* "privé" des forêts constitue une première variable d'approximation de la fourniture de services récréatifs et culturels car les forêts privées, pour la majorité d'entre elles, ne sont pas aménagées et n'ont pas vocation à accueillir du public (même si dans les faits l'entrée dans les forêts privées est souvent tolérée). Ainsi, leur statut permet de discriminer les forêts à partir de leur accessibilité et leurs services récréatifs.

Deux bases de données sont utilisées pour géolocaliser et cartographier les forêts à l'échelle du département étudié : le Mode d'Occupation du Sol (MOS, 2008) et son pendant écologique, l'ECOMOS (2008) de l'Institut d'Aménagement

Urbain de la région Ile-de-France (IAU-IDF, Cauchetier et al. (2015)). Le MOS est un atlas cartographique exhaustif de l'occupation du sol de la région Ile-de-France. Cet outil de suivi et d'analyse du territoire francilien, mis en œuvre à l'initiative de l'IAU-IDF, date de 1982. Actualisé régulièrement depuis, nous travaillons sur l'avant dernière version, à savoir celle de 2008 (la dernière version date de 2012). Quant à l'ECOMOS, dont la première édition date de 2004, il s'agit, à partir du MOS, d'un focus sur les "milieux naturels" pour la région Ile-de-France. Réalisé à partir de photographies aériennes et d'images satellites, l'ECOMOS comporte une nomenclature construite autour de quatre niveaux d'informations qui est fondée sur le principe de la nomenclature CORINE *Land Cover*. Nous utilisons le premier poste intitulé "bois et forêts" dans lequel l'ensemble des bois et forêts du département sont présents. Cette catégorie de la nomenclature MOS-ECOMOS (2008) est définie comme suit : "végétation d'arbres, arbustes, buissons pouvant résulter de régénération ou de recolonisation arbustive ; surface composée d'au moins 40% d'arbres de 5 m de haut (sauf les vergers), y compris les landes arborées".

Les forêts publiques sont identifiées grâce aux bases de données géolocalisées fournies par l'Office National des Forêts (ONF, 2012). L'ONF fournit des bases de données géoréférençant l'ensemble des parcelles de forêts publiques à l'échelle nationale. Nous mobilisons les données pour la région Ile-de-France et, plus particulièrement, celles du département à l'étude. Nos 46 forêts publiques sont donc exactement les 46 forêts publiques définies par l'ONF. Les forêts privées sont celles qui restent dans la base de données ECOMOS lorsque les forêts publiques sont soustraites de la catégorie "bois et forêts". Elles représentent plus de 70 000 polygones dans notre base de données. Nous avons choisi de regrouper certaines d'entre elles afin de pouvoir traiter un tel nombre de forêts. L'agrégation la plus pertinente pour notre analyse spatiale semble être à l'échelle de la ville : tous les polygones forestiers appartenant à la même ville sont considérés comme étant une seule et même forêt privée. Une agrégation par contiguïté spatiale des polygones est peu

envisageable. En effet, certaines surfaces forestières sont attenantes les unes aux autres sur des dizaines de kilomètres. Les considérer comme une seule et même forêt privée nous éloignerait de la cohérence spatiale des choix de localisation en fonction des aménités. Par conséquent, grâce à la première méthode, nous obtenons 360 forêts privées. La figure I.5 présente les forêts publiques et privées et nous informe de leur répartition sur le territoire.

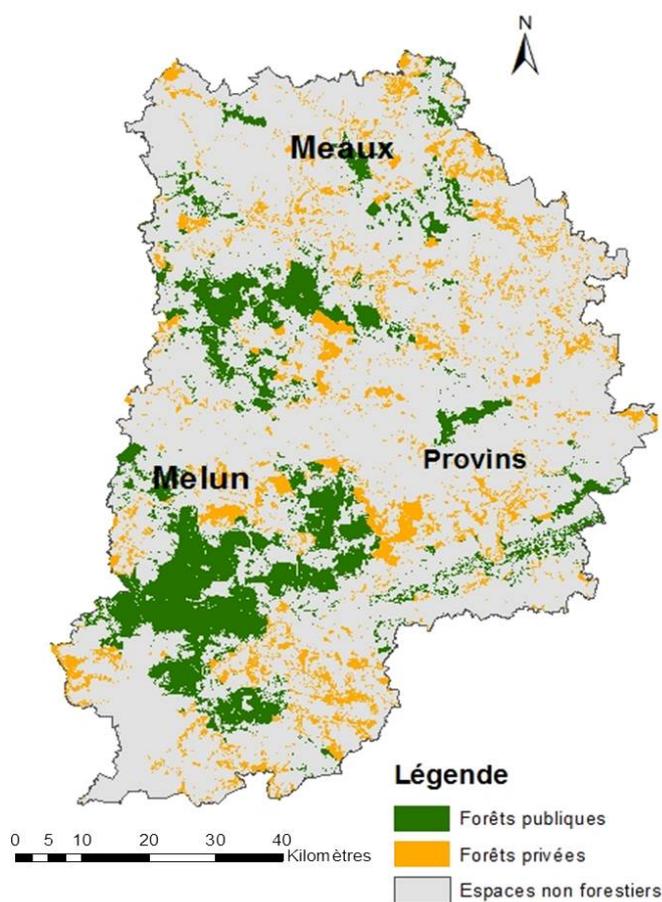


FIGURE I.5: *Les forêts publiques et privées de Seine-et-Marne*
Sources : BIEN (2001-2008), IGN Base de données IRIS
Cartographie : Tuffery, 2015

Avec 60% d'espaces agricoles et 20% d'espaces forestiers, la Seine-et-Marne est composée d'une variété d'aménagements récréatifs sur 125 000 hectares de forêts. Les forêts domaniales, gérées par l'Office National des Forêts constituent 33 600 hectares soit environ 27% de l'ensemble du couvert forestier contre 91 400 hectares

TABLE I.9: *Les éléments descriptifs des forêts de Seine-et-Marne*

	Forêts (freq)		Superficie totale (Ha)	Superficie moyenne (km^2)
Forêts publiques	46	27%	33600	18,57
Forêts privées	360	73%	91400	1,59
Ensemble des forêts	406	100%	125000	3,5

Sources : MOS (2008), ONF (2012)

soit 73% de forêts privées(cf. Tableau I.9). Le couvert forestier est présent sur tout le territoire ce qui nous permet de mener une étude hédonique sur son ensemble.

Précisons toutefois qu'il existe une limite à l'analyse des forêts à l'échelle du département. L'accès aux données est restreint par les différentes structures qui les détiennent et certaines données ne sont pas harmonisées entre les départements. Nos analyses se cantonnent donc aux forêts de Seine-et-Marne ce qui peut engendrer un effet de frontière. Nous tentons donc d'identifier les forêts aux frontières du département qui pourraient introduire un biais sur nos résultats. Seul, le massif forestier de Chantilly (département de l'Oise), localisé à la frontière nord-ouest du département, pourrait légèrement perturber nos résultats. Au sud, nous trouvons le massif forestier de Fontainebleau déjà intégré à notre analyse et à l'est le massif forestiers de la montagne de Reims situé à plusieurs dizaines de kilomètres de la frontière. Cet effet semble, à priori, marginal au regard du faible espace potentiellement concerné et du peu de transactions immobilières observées sur cette partie du territoire étudié.

2.2 Les services récréatifs

La fréquentation et l'attractivité des forêts dépendent en partie du contexte urbain dans lequel elles s'inscrivent mais aussi de leurs caractéristiques propres : aménagement, activités récréatives, accessibilité, etc. Nous proposons d'apporter des éléments de caractérisation de nos espaces forestiers grâce à des variables de profil "récréatif" de chaque forêt présentée ci-dessus.

Les forêts fournissent un grand nombre de biens et services appelés services écosystémiques (Millenium Ecosystem Assessment, 2005). Ils se définissent comme “représentant les bienfaits, directs et indirects, que retire l’Homme de la nature”. Les objectifs de cette évaluation des écosystèmes pour le millénaire sont multiples : reconnaissance de la contribution des écosystèmes au bien-être humain *via* la production de services, formalisation de la notion de services écosystémiques et des méthodes d’analyse, premier consensus international sur le rôle de la biodiversité dans la fourniture de services écosystémiques. Ils sont classés selon trois grandes catégories :

- Les services d’approvisionnement (production de biens) : support de production agricole, aquaculture, prélèvement d’eau à usage domestique, etc.
- Les services de régulation (production de services) : prévention des crues et des inondations, régulation de l’érosion et des coulées de boues, recyclage des déchets organiques, régulation des espèces nuisibles et envahissantes, régulation du climat global et local, etc.
- Les services à caractère social et culturel (production de services) : le paysage, le patrimoine naturel, la chasse, la pêche, etc.

Parmi tous ces services, nous nous focalisons sur la caractérisation des forêts à travers le spectre de la fourniture de services récréatifs qui sont inclus dans la catégorie des services culturels. Plus précisément, l’étude des services récréatifs des forêts considère : la qualité du paysage et l’esthétique , tout ce qui a trait aux loisirs de nature mais aussi le support pour les travaux de recherche et le développement des savoirs éducatifs (Watson & Zakri, 2005). Ces derniers, peuvent être appréhendés par la richesse en biodiversité de l’espace étudié (cf. la construction des variables ci-dessous et les chapitres II, III et IV sur les politiques de protection de la biodiversité).

Nous caractérisons les forêts selon la présence (ou l’absence) de services récréatifs. Les pratiques des individus en forêt et les services récréatifs forestiers de notre

territoire sont identifiées grâce à l'enquête du Crédoc (Centre de Recherche pour l'Etude et l'Observation des Conditions de vie, Maresca (2000)). Elle repose sur l'analyse de pratiques récréatives d'un échantillon vaste et représentatif pendant un an afin d'observer les aspects saisonniers des fréquentations des forêts et les usages récréatifs de l'Ile-de-France. Des agendas, envoyés par voie postale à 2500 individus répartis sur 250 villes de la région, ont permis aux personnes interrogées de décrire au moins dix expériences en forêt différentes. L'échantillon final de répondants est constitué de 879 personnes. Bien que datant de 2000, les pratiques des franciliens en forêts ne devraient pas avoir significativement évoluées sur la période 2001-2008 (période d'étude des transactions BIEN). Ces résultats d'enquête sont au fondement de l'élaboration d'une typologie originale des services récréatifs locaux développée dans le tableau I.10.

TABLE I.10: *La construction de variables de services écosystémiques des forêts à partir de l'enquête du Crédoc*

Quelles activités pratiquez-vous au cours d'une sortie en forêt ? (Crédoc)		Variables construites
Promenades et randonnées	75,50%	Chemins de randonnées
Observation des plantes et animaux	24,10%	Indice de labellisation, Réservoirs de biodiversité
Vélo et VTT	17,40%	Pistes cyclables
Jogging, parcours de santé	11,40%	Base de loisirs en plein air

A partir de l'enquête du Crédoc sur les visites des forêts en région parisienne, et plus précisément à partir de la question ayant trait aux activités pratiquées par les individus dans les forêts franciliennes, nous retenons quatre intitulés d'activités récréatives avec les scores les plus élevés : marche et randonnée, observations de plantes et d'animaux, vélo et VTT, jogging et parcours de santé (cf. tableau I.10). Nous avons ensuite construit cinq variables à partir des informations précédentes : randonnées pédestres, pistes cyclables, indice de protection de la biodiversité, noyau de biodiversité et base de loisirs en plein air. Toutes ces variables sont étudiées sur l'ensemble des espaces forestiers du département.

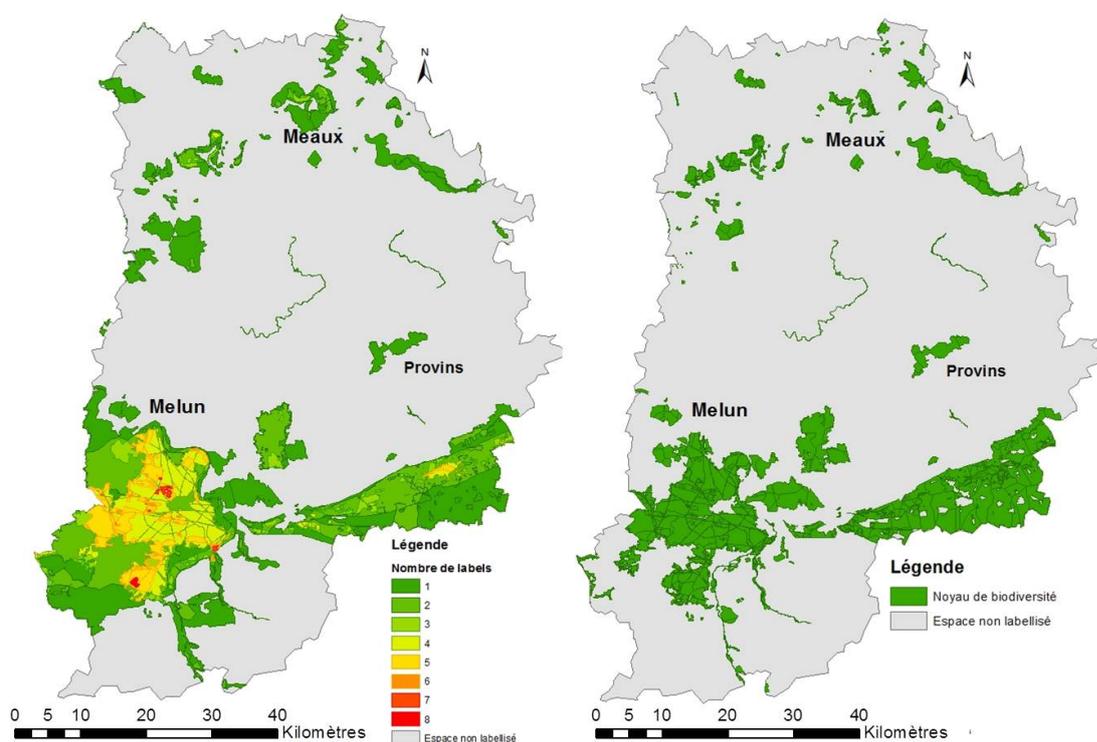


FIGURE I.6: *L'indice de labellisation et les noyaux de biodiversité*

Sources : MOS (2008), IAU-IDF (2009) ; Simon (2015)

Cartographie : Tuffery, 2015

Deux variables géo-localisées de type “surfacique” sont intégrées à notre analyse : *l'indice de labellisation* (Simon, 2015) et *les zones de biodiversité* (cf. figure I.6). L'indice de labellisation, qui va de 0 à 8, représente le nombre de couches de protection de l'espace naturel sur une zone donnée. Les labels de protection existants en France et retenus sont les suivants : Natura 2000, réserve naturelle, réserve biologique, réserve de biosphère, Parc Naturel Régional, protection de biotope et Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique. L'hypothèse est la suivante : plus le nombre de labels superposés sur un espace est important, plus cet espace est porteur de biodiversité. Les noyaux de biodiversité sont constitués par l'IAU-IDF. “Ils regroupent des espaces de nature variés et caractéristiques de l'Ile-de-France tels que les grands massifs forestiers, les milieux humides (plaines et forêts alluviales), les milieux naturels ou semi-naturels rares et généralement de petite dimension (pelouses calcaires) ou encore les espaces agricoles” (IAU-IDF, 2009). Ces données permettent d'approcher la biodiversité sous sa forme remar-

quable et sa forme ordinaire ⁵.

Les données géo-localisées du Plan Départemental des Itinéraires de Promenade et de Randonnée (PDIPR de Seine-et-Marne, 2009) sont utilisées pour définir les chemins de randonnées et les pistes cyclables ainsi que les bases de loisirs du département (cf. figure I.7).

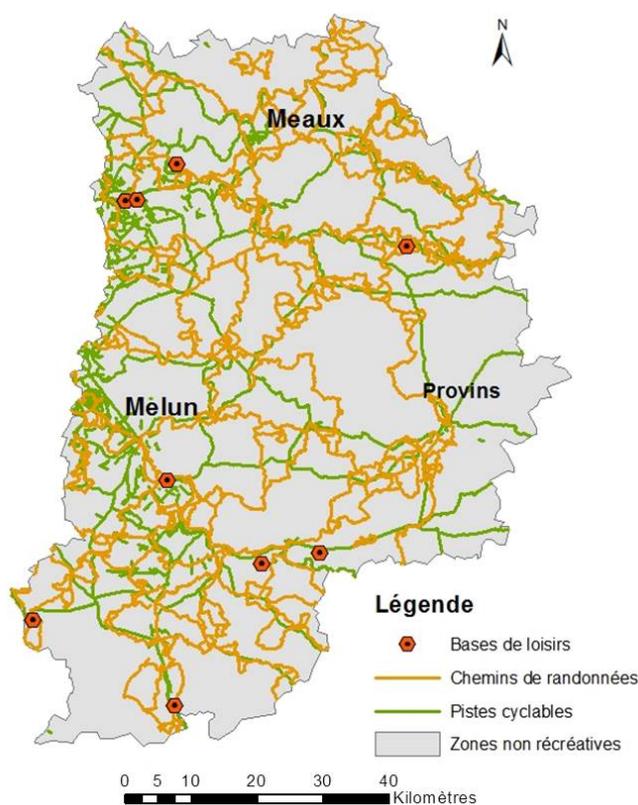


FIGURE I.7: Les sentiers de randonnées, les pistes cyclables et les bases de loisirs
Sources : MOS (2008), IAU-IDF et CG77 (PDIPDR)

Cartographie : Tuffery, 2015

Le tableau I.11 présente des éléments descriptifs et statistiques des variables de services récréatifs détaillées ci-dessus.

⁵La biodiversité remarquable est associée aux espaces et espèces protégés *via* les couches de protection. La biodiversité ordinaire est sans valeur intrinsèque identifiée par les politiques publiques, elle est définie par les noyaux de biodiversité

TABLE I.11: Les éléments descriptifs des forêts en termes de fourniture de services récréatifs

	Surface (km^2)	Label	Noyau	Base de loisirs	Chemins de randonnées (km)	Pistes cyclables (km)
Forêts publiques						
min	0,3880	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
max	201,87	7,00	1,00	1,00	1542,10	156,28
moy	18,57	1,91	0,76	0,09	391,84	14,10
Forêts privées						
min	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
max	11,36	5,00	1,00	1,00	920,88	16,86
moy	1,61	0,77	0,34	0,03	143,69	2,08
Ensemble des forêts						
min	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
max	201,87	7,00	1,00	1,00	1542,10	156,28
moy	3,53	0,90	0,39	0,04	171,80	3,44

3 La caractérisation de l'environnement urbain

L'INSEE fournit un grand nombre de bases de données que nous utilisons pour définir le voisinage des logements, à l'échelle de l'IRIS et de la ville. Ces données sont disponibles pour différentes échelles territoriales, que nous détaillons ci-dessous, et ce pour l'ensemble des 514 communes et 762 IRIS du département de la Seine-et-Marne.

Les caractéristiques de voisinage des logements en termes d'aménités ou de profils socio-économiques des ménages sont construites à partir de ces bases de données.

3.1 Les revenus fiscaux localisés des ménages de l'INSEE (2000-2007)

“Les revenus fiscaux localisés des ménages, à l'échelle de la commune, sont établis à partir des fichiers exhaustifs des déclarations de revenus des personnes physiques, de la taxe d'habitation et du fichier d'imposition des personnes physiques fournis à l'INSEE par la Direction générale des impôts. Il s'agit des indicateurs usuels d'analyse de la distribution des revenus (nombres, quartiles, déciles, moyenne, médiane,

etc.) et d'indicateurs de structure de ces revenus (part des salaires, pensions, retraites, rentes dans le revenu fiscal, etc.)” (INSEE). Cette base est produite par la Direction Générale des Impôts (DGI).

Le revenu net imposable est agrégé à l'échelle des communes. Cette information nous permet de construire le profil socio-économique des ménages présents dans la commune du logement à l'étude. Le revenu médian des ménages a été extrait de cette base de données. Nous retenons ici le revenu médian des ménages (en euros constants) de l'année précédant la transaction pour obtenir une variable temporellement décalée afin d'éviter le problème d'endogénéité potentiel dans notre modèle économétrique.

3.2 La base permanente des équipements de l'INSEE (2010)

La base permanente des équipements propose un bilan du cadre de vie local. Elle recense les commerces, les services publics et les équipements mis à la disposition des populations à l'échelle de l'IRIS. Pour étudier l'impact sur le logement des aménagements urbains au niveau statistique le plus fin (IRIS), les données concernant les commerces, les loisirs, la culture, l'enseignement, la distribution de revenus ou encore les équipements de santé sont extraites de la base de données des équipements. Ainsi, un certain nombre de variables de type “aménités urbaines” et des variables d'accessibilité sont construites : le nombre de supermarchés, de boulangeries et de cinémas (à l'IRIS), les temps de déplacement jusqu'à la gare, jusqu'au lycée, l'hôpital, les commerces et le parc urbain le plus proche du logement sont calculés à partir des bases de données INSEE.

Pour résumer, les profils socio-économiques des ménages ainsi que la présence d'aménités locales dans les zones étudiées sont estimés dans les chapitres suivants grâce aux variables suivantes : le revenu médian des ménages, les supermarchés, les boulangeries et les cinémas pour les variables présentant le nombre d'aménités à l'IRIS. Le temps de déplacement pour se rendre à Paris en transports en commun,

la gare la plus proche, la zone d'emploi, les lycées, les hôpitaux, les magasins et les parcs urbains à proximité des logements sont les variables de la distance aux aménités.

3.3 Les zones d'emploi et le recensement de la population (2008)

La troisième et dernière partie porte sur la construction des zones d'emploi, associées au lieu de résidence, qui sont utilisées dans les chapitres II et IV. Pour ce faire, deux bases de données sont mobilisées : la base mobilité (2010, issue du recensement de la population) et les zones d'emploi (2010), définies dans la première partie de ce chapitre. L'objectif est de créer une variable "zone d'emploi" qui reflète une réalité locale en termes de bassin d'emplois pour chaque logement, localisé à l'IRIS. Ainsi, en partant des flux de mobilité en termes de déplacements domicile-travail, nous rattachons la commune de travail à la base de données des zones d'emploi. Ensuite, nous hiérarchisons les zones d'emploi de 1 à 7 en fonction de la probabilité de travailler dans une zone d'emploi sachant que l'on habite dans une commune déterminée. Une exploitation centrale de ces informations sur les zones d'emploi est réalisée dans le chapitre IV. La figure I.8 et le tableau I.12 présentent, à titre d'exemple, les résultats pour les personnes résidant dans la zone "Marne-la-Vallée".

TABLE I.12: *Les zones d'emploi des résidents de la zone "Marne-la-Vallée"*

Zone de résidence	Zone d'emploi	Fréquence	%
Marne-la-Vallée	Marne-la-Vallée	15305	50%
	Paris	12243	40%
	Roissy	1654	5%
	Meaux	847	3%
	Créteil	273	1%
Ensemble		30322	100%

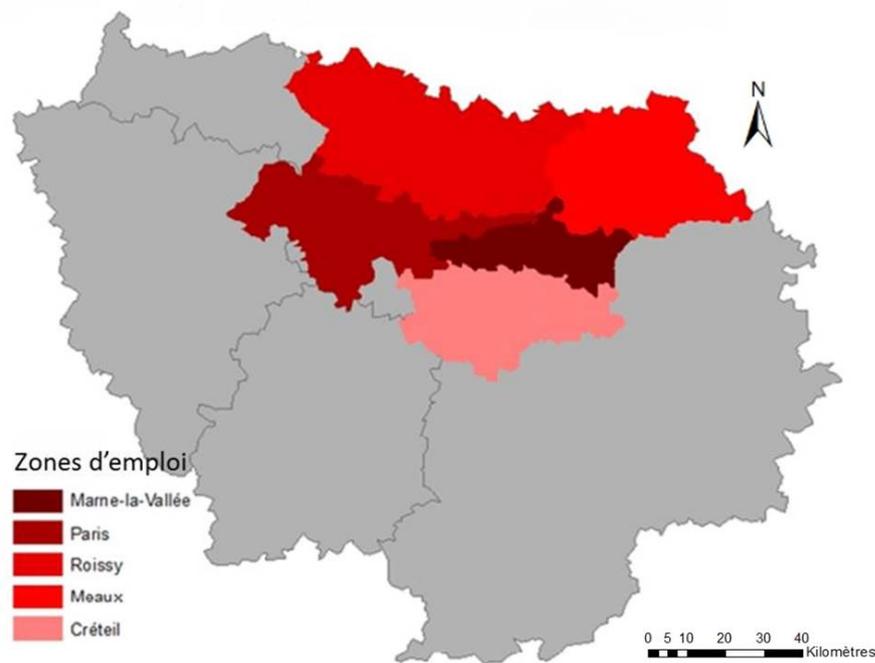


FIGURE I.8: La représentation cartographique des zones d'emploi des résidents de la zone "Marne-la-Vallée"

Sources : Zone d'emploi et flux de mobilité - INSEE (2010)

Cartographie : Tuffery, 2015

3.4 L'accessibilité et la localisation par la mesure du temps de trajet

Afin d'intégrer la distance et le temps de déplacement du logement aux différentes aménités locales présentées ci-dessus, deux méthodes de calcul sont utilisées dans cette thèse. Dans le chapitre II et III nous procédons au calcul du temps de trajet en voiture *via* le réseau routier. Cette mesure, calculée grâce aux système d'informations géographiques, apparaît comme étant la plus pertinente au regard des véritables temps de trajets réalisés en métropole. Inexistante, à notre connaissance, dans la littérature sur les prix hédoniques, sa démarche originale est exposée dans le chapitre II de cette thèse. Dans le chapitre IV, il s'agit d'un calcul de distance à vol d'oiseau. Le détail de chaque calcul est présenté dans les chapitres correspondants.

4 Conclusion

Rappelons que l'étude hédonique en lien avec la valorisation des aménités urbaines est très demandeuse en données. Ainsi, nous disposons maintenant d'un grand nombre de base de données, de variables créées et répertoriées. Toutes ces données permettent de préparer un champ fertile aux analyses empiriques et théorique de la valeur des espaces forestiers et de leurs services récréatifs à travers le choix de localisation des ménages qui suivent dans les chapitres II, III et IV de ce travail.

5 Annexe

5.1 Les observations supprimées de la base BIEN

TABLE I.13: Les observations supprimées de la base BIEN

Variables	Obs. retenues	Obs. supprimées	Nbre supprimé
Qualité de l'acquéreur	Particulier	Administration, état, armée	7457
		Autre entreprise (SA,SARL,SNC) Fiscalité marchand de biens SAFER Société civile immobilière Secteur social, HLM	NR=1427
Type de bien	Appartement	Garage individuel vendu seul	NR=1
	Maison	Local d'activité Immeuble entier Terrain non agricole Bien agricole	
Usage du bien	Habitation	Mixte habitation-professionnel	2709
		Professionnel	NR=1612
Affectation acquéreur	Résidence principale	Investissement locatif	1202
	Résidence Secondaire		
Type de mutation	Vente de gré à gré sans viager	Vente de gré à gré en viager	228
		Adjudication notariale Adjudication Tribunal Ventes des domaines Expropriation Location-Vente	NR=4
Type de propriété	Tiers indivis en tte propriété	Bail à construction	462
	Moitié indivis en tte propriété Pleine propriété Quart indivis en tte propriété	Crédit bail Bail emphytéotique Nue propriété Spacio-temporelle, Multipro. Usufruit Volume	NR=438

Chapter II

**The value of recreational services of
periurban forest: a comparison of
nearby forest and global forest
environment using the hedonic
pricing method**

Résumé

La littérature qui s'appuie sur la méthode des prix hédoniques pour l'évaluation des forêts questionne généralement la proximité directe à la forêt la plus proche et considère la fourniture des services récréatifs comme homogène. Cependant, en milieux urbains et périurbains, les ménages peuvent avoir une préférence pour la diversité des espaces forestiers dans leur environnement résidentiel. L'objectif principal de cette étude est d'estimer et de comparer l'impact de la proximité des services récréatifs de la forêt lorsque l'on considère uniquement la forêt la plus proche d'une part et l'environnement forestier global, qui comprend l'hétérogénéité spatiale de la qualité de loisir, d'autre part. L'environnement forestier global est construit à partir de l'ensemble des services récréatifs des forêts pondéré par leur distance au logement. Les résultats empiriques montrent qu'il existe des différences en termes de valeur des forêts et de leurs services récréatifs selon le modèle considéré. En ce qui concerne l'analyse de la forêt la plus proche, la surface est la seule caractéristique ayant un impact positif et significatif sur les prix des logements. Concernant résultats relatifs à l'environnement forestier global, les forêts ont un impact positif sur les prix des logements selon certaines caractéristiques : une grande surface forestière, des chemins de randonnées et des pistes cyclables, qui impliquent un accès au public et un entretien, et pas d'espaces de biodiversité protégée.

Mots clés : *méthode des prix hédoniques; services récréatifs; forêt périurbaine; environnement global; analyse spatiale*

Abstract

The literature on hedonic method for the valuation of forest areas generally covers the direct proximity of the housing to the nearest forest, and considers the recreational services provision as homogenous. However, in urban and periurban areas, households may have a preference for the diversity of forest areas in their neighborhood. The main objective of this study is to estimate and compare the impact of proximity to forest recreational services when analysing the nearest forest on the one hand and the global forest environment on the other hand, which includes the spatial heterogeneity of recreational quality. Global forest environment includes the forest recreational services with respect to their travelling time to the housing. Empirical results show that there exist major differences in the valuation of forests and their recreational services, depending on which model is considered. Regarding the nearest forest, the surface is the only characteristic with a positive and significant impact on housing prices. Conversely, when considering global environment, forests tend to be amenities with a positive impact on housing prices when the forest is large, includes hiking and biking paths, implying public access and maintenance, and without protected areas.

Keywords : *hedonic price method; recreational services; periurban forest; global environment; spatial analysis*

1 Introduction

1.1 Current issue and motivations

The existence of large and highly populated urban areas tends to affect periurban and rural spaces, by putting pressure on local land-use. This pressure generates natural ecosystem changes such as soil artificialization, natural habitat fragmentation, etc. The loss of well-being in the concerned cities has been shown to be related to land degradation (Tzoulas et al., 2007). In the same way, a survey (Maresca, 2000) revealed that a significant percentage of the inhabitants of the Paris region believe that forest areas are shrinking, while they are actually either expanding or stable. This behaviour reveals the “urban man anxiety” about the disappearance of natural spaces from the environment (Maresca, 2000). Hence, when the forest is close to urban areas, its value can be explained by the simple fact that people living in the city are looking for natural environment in their surroundings.

Urban and periurban forest ecosystems provide numerous ecosystem services for human well-being. Among all these services, cultural services (spiritual and religious, recreation and tourism, aesthetic, inspirational, educational – Watson & Zakri (2005)) are known to have an important role in urban societies and are increasingly valued. This work does not analyze all cultural ecosystem services but focuses on the non-material recreational aspects of human-nature relationships: the recreational periurban forest ecosystem services.

The main objective of this study is to estimate and compare the impact of proximity to forest recreational services using two different specifications of forest variable : proximity to the nearest forest on the one hand and proximity to the global forest environment, which includes the spatial heterogeneity of recreational quality, on the other hand.

1.2 Literature and Methodology

To implement public policies, policymakers and land-use managers need ecological and socio-economical information to elaborate planning strategies for land development. However, they tend to underestimate the ecosystem services value and especially their recreational value due to the lack of information. A comprehensive and realistic approach integrating this economic value for urban planning policies is needed. Non-market valuation methods and Geographic Information Systems (GIS) are increasingly and conjointly used as tools to implement land-use management, urban planning and local public policy assessment (Banzhaf, 2010). Consumer preferences regarding the former environmental variables can be revealed using willingness to pay (WTP) studies. The housing market is one of the relevant proxies for the assessment of both social and economic impact of public actions in terms of land-use and the valuation of environmental amenities. The hedonic approach is one of the suitable method to reveal WTP. It aims at observing housing prices based on the property's characteristics (location, environment, etc.) and defines implicit prices for each amenity by studying its effect on housing prices. Our model follows the basic framework of the hedonic price analysis as established by Lancaster (1966), Griliches (1961) and Rosen (1974).

Literature on hedonic method for forest recreational services valuation generally covers the direct proximity of the housing to the nearest forest, and considers the recreational services provision as homogenous in the same forest environment. However, in urban and periurban areas, people may have a preference for the diversity of forest areas in their neighborhood. There are two main reasons explaining these preferences. Firstly, from the household perspective, recreational and sport practices can differ between the week and the week-end for example. Secondly, amenity based housing values are usually related to the quality of the amenity. The amenity can be multi-sites and imply spatial heterogeneous quality levels in terms of recreational services. Indeed, forest quality is not homogeneous

and may have a positive impact on well-being through recreational amenities, as well as a negative one because of industrial activities: timber production for example or because of military lands (Ham et al. (2012, 2015)). Thus, considering only the nearest forest can generate an omitted variable bias. It negatively affects the land-use strategies because the nearest forest is not necessarily the only one considered by households in their residential choice. The economic valuation of the global forest environment should include a more comprehensive approach to assess the recreational value of periurban forest.

Most of empirical studies aims at valuing recreational properties of different ecosystems, but deals with the direct proximity to the ecosystem (distances to forests or trees in cities for example – Sander & Haight (2012)) without totally integrating the ecosystem attributes and services diversity. The difficulty to know which local recreational services are included might explain this limitation. However, in a more recent literature, the value of forest areas according to their attributes (and location/accessibility) is estimated. Abildtrup et al. (2013) (for French forests in the Lorraine region) and Termansen et al. (2008, 2013) (for Danish forests), using a choice experiment method, consider that spatial preferences for forest recreation depend on recreational services supply (such as hiking path, lake and river, etc.) and the accessibility of forest areas. Thus, for recreational sites valuation, spatial characteristics and recreational facilities of each forest area and their substitutes have to be considered (Abildtrup et al., 2013). Clough & Meister (1991) and Bestard & Font (2009, 2010), using the travel cost method, estimate the aggregated value for recreational services of forests in multiple sites (for example all the forest areas in Mallorca in the study of Bestard & Font (2009, 2010)) in order to take into account the heterogeneity of preferences for forest recreation. Using hedonic price method, several articles provides detailed estimates of the value of natural sites, with respect to their socio-ecological characteristics (Ham et al. (2012, 2015)), Tapsuwan et al. (2012) and Panduro & Veie (2013)) or ownership status (private *versus* institutional forest - Mansfield et al.

(2005)). Panduro & Veie (2013) article is an example of non-market valuation of green spaces (using a broad definition of the latter). Their estimates are based on a classification of ecosystem services of these areas, as in Bell et al. (2007), which includes some recreational ecosystem services characteristics. They study eight classes : parks, lakes, nature, sports fields, churchyard, agriculture field, common green space and green buffer. They show that the impact on housing price differs according to the categories of green areas and their differences with respect to “maintenance” and “accessibility” criteria. Considering forests as heterogeneous goods, Ham et al. (2012) estimates the marginal impact of the proximity to the Pike National Forest, distinguishing the housing proximity to the recreational part of this forest from the “working land” part. The latter appears as nuisance with a significant negative effect. Another study is combining the traditional distance to the environmental amenity of the hedonic model with the recreational services heterogeneity to assess national parks and lakes (Tapsuwan et al., 2012).

This study aims at improving the measurement of recreational services of forest in the hedonic method valuation. Thus, we estimate the implicit price of the nearest forest recreational attributes and we compare it to the implicit price of the global forest environment in the housing surroundings. Global forest environment is computed from the forest areas (i.e their recreational services) with respect to their travelling time to the housing. This work is carried out at the smallest national french statistical level, for the entire Seine-et-Marne *département*, and use a large number of databases. This paper is organized as follows: in the first part we present the econometric models and the estimation methods. Then, we introduce the data set in part two. Finally, we describe and discuss the results.

2 Econometric model and estimation method

2.1 The analysis framework

The hedonic price model was developed by Rosen (1974) and improved by Epplé (1987) and Bartik (1987). This model aims at estimating the implicit and marginal prices of housing characteristics like urban or environmental amenities in the neighborhood. This model evaluates the marginal effects on housing prices of each variable, in our case forest areas and their recreational services.

As in the theoretical model developed by Rosen (1974), we consider that the price of differentiated goods, such as housing, depends on their attributes. Hedonic prices are thus the implicit prices of attributes drawn from observed prices which depend on the characteristics of the housing. Starting from the assumption that the housing market is at equilibrium, this marginal implicit price is also defined as the value of the amenity capitalised into dwellings or more generally the WTP for amenity.

According to Lancaster, consumers derive their utility from the characteristics of the goods. In the housing market, an agreement that leads to an exchange between buyers and sellers maximizes their marginal utility. Equilibrium occurs when the price perfectly matches the quality of the good, so that individuals cannot maximize their well-being through another transaction. At equilibrium, the hedonic price function is:

$$P = F(X_j, \beta) + \epsilon \quad (\text{II.1})$$

where P is the price of the dwelling, $X_j; j = 1, \dots, m$ the set of characteristics, β is the coefficient and ϵ is an error term.

The objective is to regress the housing price according to its characteristics:

$$P = g((X_1), \dots, X_j))$$

According to equation (II.1) the marginal price for one single characteristic of a differentiated good is written as follows:

$$P_j = \frac{\partial P}{\partial X_j} \quad \text{with } j = 1, \dots, m$$

Typically, the housing characteristics are organized according to three standard classes of attributes: dwelling attributes (L), neighborhood attributes (S), and environmental attributes (N).

$$P = g(L, S, N) + \epsilon$$

We run a regression model, where the dependent variable is the housing price and the explanatory variables are the set of the three bundles of attributes. First, L , is a set of intrinsic characteristics specifying the housing services (Muth, 1969). Second, S , is a set of variables characterizing neighborhood and the town. In other words, they are local extrinsic characteristics (Baumont & Maslianskaia-Pautrel, 2015). Finally, N , is built from the proximity, the accessibility to global forest environment and recreational services variables.

Due to the huge number of effects of independent variables on housing price, the hedonic function is intrinsically non-linear. Different functional forms are commonly used for hedonic model. This model could be constructed with a linear-linear, semi-log, log-log or a Box, G. E. P. & Cox, D. R. (1964) transformation form (Bello & Moruf, 2010). The hedonic price function is estimated in this chapter using the semi-logarithmic functional form (as in Letombe & Zuindeau (2001), Cavailhès et al. (2009), Sander & Haight (2012), Panduro & Veie (2013)). The log-linear transformation minimizes heteroskedasticity (Wooldridge, 2008). This functional form allows for a discussion of the results in terms of elasticity.

For all the discrete variables including the dummy variables (year of transaction, house/apartment, number of bathrooms, garages, bakeries, supermarkets, etc.) we use a log-lin functional form. The log-log functional form is only used

for some variables including all travelling time and median income variables as presented by Iwata et al. (2009).

In this situation (II.1), the logarithm of housing prices is related to the three categories of explanatory variables described above:

$$\ln P = \alpha L + \beta S + \gamma N + \epsilon \quad (\text{II.2})$$

where P is the housing price per square meter for each observation.

2.2 The estimation method

Space and geographic localization in econometric models are not neutral. Among all the determinants of real estate value, accessibility variables and neighborhood characteristics are the housing attributes, which implies spatial analysis and hold reserchers attention. Working on geo-referenced data (housing, neighborhood and accessibility attributes), implies considering the spatial structure of the territory in econometric models to take into account the presence of spatial autocorrelation (Le Gallo, 2002). Spatial autocorrelation can be defined as “the coincidence of value similarity with locational similarity” (Anselin, 1988) or “a situation where values observed at one location or region depend on the values of neighboring observations at nearest locations” (LeSage & Pace, 2009).

The first empirical applications considering spatial autocorrelation are applications of hedonic price methods in regional economics, spatial and urban fields (Le Gallo, 2002). Part of the literature on real estate prices, such as Can & Megbolugbe (1997) and Pace & Gilley (1997) also includes controlled spatial autocorrelation. Considering spatial autocorrelation in hedonic pricing specification improves the estimation of the model and the assessment of the environmental services (Wilhelmsson, 2002). Thus, “not only locations matter but interactions between locations matter too” (Baumont & Legros, 2013).

The environmental attributes in a spatial hedonic model

Empirical studies on spatial hedonic pricing conclude that all information about accessibility and environmental services is included in the housing price and can be interpreted as an implicit price. Starting from this result, hedonic price method appears as a relevant method to assess the impact of environmental services on housing prices. Many variables about accessibility and forest attributes are introduced in the estimation: distance to public amenities (hospital, high school, shops, and green park), distance to the train station, distance to Paris, distance to forest areas, distance to recreational forest services, etc. The dataset is described in details in the part 3.

The spatial dependencies applied to the hedonic model in environmental valuation

Baumont & Maslianskaia-Pautrel (2015) develop four reasons of the presence of spatial autocorrelation in the housing market. Firstly, spatial autocorrelation is likely to be found because neighboring homes are often built during the same period and with the same architectural and technical methods (thermic and acoustic, for example). They thus share the same intrinsic characteristics. Secondly, urban public policies such as urban renewal operations modify homogeneously the neighborhoods in terms of socio-economic and natural environment. Some of these public policies can improve the neighborhood attractiveness and the housing prices by developing transport networks or urban green parks. On the contrary, others public policies can degrade the environmental neighborhood through the development of industries or road networks. Thirdly, when valuing a dwelling, private owners or real estate agencies compare it to that of neighboring housing. Finally, the development of environmental awareness and the knowledge on sustainable development affect households' preferences and more specifically their residential choices.

Thus, as these correlations often exist, controlling for space elements improves a lot the estimates of implicit prices. The model must take into account the spatial structure of the different variables and particularly the land-use structure of housing and the forest recreational environment.

The neighborhood structure and Spatial weighting matrix

To measure spatial autocorrelation, a weighting matrix W is used. It represents the geographic proximity between observations in a matrix form, specifying the relative position of each observation with respect to the others. Due to the lack of GPS coordinates, all observations belonging to the same IRIS¹ are located at the center of the IRIS. Distance computation is thus irrelevant and inaccurate within this database. Administrative zoning or IRIS zoning seems more relevant. Thus, a binary contiguity matrix is used in this paper. If two observations are in the same IRIS then the binary contiguity matrix takes 1 for these two observations, 0 otherwise.

Spatial autocorrelation is tested using the Moran statistic. The autocorrelation coefficient, known as Moran's I, can be interpreted as the ratio of the covariance between contiguous observations and the total variance of the sample. It is written as follows:

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{S_0 \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

where $S_0 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}$ and $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$.

The w_{ij} parameter takes the value 1 if the observations x_i and x_j are contiguous and 0 otherwise. S_0 is the total number of neighbors present in the studied area. The Moran's I is significantly positive which confirms the presence of spatial autocorrelation. It means that neighboring observations are more similar in value

¹IRIS is the smallest national French statistics level. One IRIS includes around 2000 persons.

compared to remote observations.

When spatial lagged variable are ignored in the spatial hedonic specification, Ordinary Least Squares (OLS) estimators in the model are biased and non-convergent (Le Gallo, 2002). Similarly, if the model does not consider the spatial autocorrelation in the errors term, estimators become inconsistent. Thus, when the presence of spatial autocorrelation is known, one cannot use the OLS estimator anymore. There exist three main models in spatial econometrics (SAR, SEM, and SDM) that can be estimated using the Maximum Likelihood (ML) estimator to avoid spatial autocorrelation biases.

The spatial econometric model

- The spatial autoregressive model (SAR)

The SAR model considers spatial autocorrelation in the dependent variables: the value of the dependent variable for one observation depends on that of neighboring observations. In our case, the model of hedonic pricing is as follows:

$$\ln P = \beta X + \rho W \ln P + \epsilon \quad (\text{II.3})$$

where ρ is the spatial autoregressive parameter which represents existing interactions between observations, $X = (X_1, \dots, X_m)$, W is the weighting matrix, and ϵ is the error term. For the hedonic pricing method applied to housing, the SAR is the most used model as the value of a property cannot be defined without looking at neighboring properties' values. Specifically, one can imagine that the seller, when determining his price, checks out the price of other properties in the area. Similarly, real estate agents determine the price of their dwelling based on the comparison of the neighborhood housing price (Srikhum, 2012).

- The spatial error model (SEM)

The SEM model considers that the error term is spatially dependent and is written

as follows:

$$\begin{cases} \ln P = \beta X + \epsilon \\ \epsilon = \lambda \epsilon W + \mu \end{cases} \quad (\text{II.4})$$

where W is the weighting matrix, μ , the white-noise and ϵ , the error term. The SEM model is chosen if the spatial autocorrelation arises from omitted variables in the model. In the case of housing prices, omitted variables may be related to the lack of information about the neighborhood (for instance crime rates, “reputation” effects, etc. . .).

- The spatial Durbin model (SDM)

The SDM model considers the situation where residuals ϵ depend on the dependent variable, as in the SEM model. The structural form is defined as follows:

$$\ln P = \rho W \ln P + \beta X + \theta W X + \epsilon \quad (\text{II.5})$$

And the reduced form is:

$$\ln P = A_n \beta X + A_n \theta W X + A_n \epsilon$$

with $A_n = (I_n - \rho W)^{-1}$, where W is the spatial weighting matrix, so $\rho W \ln P$ and $\theta W X$ are the spatial lag variables of the dependent and exogenous variables respectively. This model takes into account both spatial correlations in the lagged independent variable and spatial correlation in the dependent variable.

SEM and SAR are special cases of SDM (Elhorst, 2010). According to the test presented by Elhorst (2010), starting from SDM model, we test if we can reject the SAR or SEM model: if $\theta = 0$, we choose a SAR model; if $\theta = -\rho\beta$, we choose a SEM model (see Appendix 6.4). In our case, there is a spatial lagged error issue and the spatial autoregressive model cannot be rejected neither. Thus, SDM is used. This model, estimated by Maximum Likelihood (ML), is the most appropriate, since it controls for spatial autocorrelation in the dependent and in

the explanatory variables. It takes into account the presence of omitted variables and the mimicry in the fixation of housing prices. The results of the estimated SDM model are presented in section IV (see table II.1).

3 Databases and Variables

This hedonic price analysis requires a large number of databases and variables. All databases are presented in the chapter I and all variables which are used for econometric estimation in this chapter are presented in Appendix 6.1.

3.1 Dependent, interest and control variables

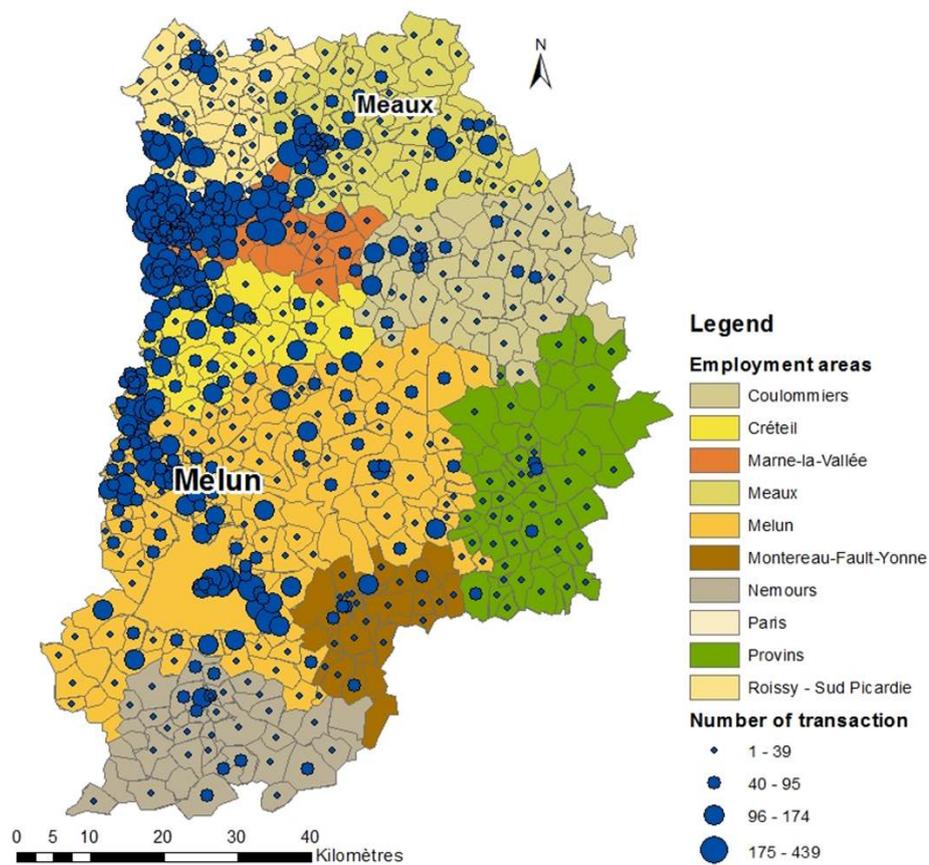


Figure II.1: Number of transaction in the Seine-et-Marne département

Sources : MOS-ECOMOS (2008), ONF (2012)

Cartographie : Tuffery, 2015

From the whole BIEN database, only 49 281 observations are exploited, due to missing values and outliers (business transactions, inheritance or parking lots for example). Figure II.1 shows the number of transactions included in our database in each IRIS in the Seine-et-Marne *département*.

The dependent variable

To measure the impact of the forest environment and their characteristics on housing prices we estimate the following variable extracted from the BIEN database: the transaction price per square meter in constant euros.

The interest variables

Based on a detailed analysis of the accessibility to recreational services in periurban forests, we define a set of variables related to forest areas recreational services.

As presented in the first chapter we end up with 406 forest areas (private and public forests).

Ecosystem services for the nearest forest and for the whole forest areas in the *département* are estimated through recreational and sports facilities, computed from the number of facilities in the forests. We first use the surface of the forests as a main proxy for the supply of recreational services. The bigger the surface, the richer the forest is in recreational services. We integrate two geo-localized variables for the biodiversity richness intulated : the “Protection index” (Simon, 2015) and the “pools of biodiversity”. The “Protection index” is based on a set of French biodiversity protection layers; it ranges from 0 to 8: Natura 2000, Nature Reserve, Biological Reserve, Biosphere Reserve, Regional Nature Reserve, Biotope Protection or Natural Zone of Interest for Ecology, Flora and Fauna. Our hypothesis is that, the higher the number of labels, the richer the biodiversity. “Biodiversity pools” is a variable extracted from the IAU-IDF database and includes different natural areas, such as large forests, wetlands, natural or semi-natural areas and

agricultural areas. This variable can approach biodiversity in its remarkable form (through the protective layers) and its ordinary form (through the biodiversity pools). Geo-localized data, from the Seine-et-Marne program for hikes and bikes database (PDIPR, database 2009), is used for hiking and biking paths as well as for leisure areas.

As a result, four variables are created: a surface variable as a continuous variable in hectare, hiking and biking paths variable are included as a dummy variable equals to one if there are some hiking and biking paths in the forest area and zero otherwise. Leisure areas is a dummy variable equals to one if there is leisure area in the forest and zero otherwise. Protection index and pools of biodiversity form one variable ranking from 0 to 8. All these variables are only analyzed in forest areas ².

The control variables

Variables that are extracted from the BIEN database are:

- The year of the transaction : eight dummy variables for each year (2001 to 2008), as presented by Cavailhès (2005). The year of transaction is needed to control inflation and business cycle effects on housing price. As a consequence, binary variables for each year are used in the model to control this effect;
- The living area in square meters;
- The housing age : if the dwelling has been built more or less than 5 years ago;
- The type of the dwelling taking 1 if the observation is a house, 0 if the observation is an apartment;
- The number of garages;

²We do not include in the analysis paths or labels outside of forest areas.

- The number of bathrooms.

The socio-economic profiles of the neighborhood as well as local amenities in the studied areas were extracted from these databases: the median household income (city level), the number of supermarkets, the bakeries and cinemas (IRIS level), the travelling time to the nearby high school, hospital, shops and urban park. The household median income is extracted from the household income database (INSEE, 2000 to 2007) at the city level. We take into account the household median income (in constant euros) of the year preceding the transaction to obtain a time lagged variable in order to avoid endogenous issue in our econometric model. To study the impact of urban amenities at the lowest level (IRIS), data covering trade, entertainment, culture, education, income distribution and health facilities are extracted from the Facilities database (2010) at the IRIS level. Finally, we add information about the supply of urban facilities: supermarkets, bakeries, etc. and public institutions like schools, hospitals, etc. for the 762 IRIS. In order to integrate accessibility and travelling time from the real estate properties to these public facilities, an analysis of the road network is carried out.

3.2 The distance computation

Technically, most of the studies on hedonic prices integrate neighborhood proximity using distances “as the crow flies” with continuous or dichotomous variable (defining threshold for the impact of distance variable). However, this measure of the distance is not representative of location strategies, especially in urban areas (because of the transportation network non-linearity and the road traffic for example). Therefore, we use travelling time by car, which provides a more relevant measure for accessibility. Using GIS software and the distance computation method, distance variables, based on the existing road network (topographic database of French National Geographic Institute – IGN, 2011) are built. To express the distance in time, we use a database from the Paris region, giving a daily and hourly average travelling speed by car in the region. Average travelling time

is thus computed, distinguishing working days from week-ends ³.

3.3 The definition of the global environment

This section only relates to the second model with the “global forest environment” amenity specification. The first model only considers the closest forest and does not need to include the distance to the housing.

As presented in the introduction, parks and forests can be multi-sites and imply heterogeneous transportation costs and quality levels; people thus do not always choose the closest forest. This study takes into account not only the WTP for nearest forests, but for all forest ecosystems and services in their housing environment at the *département* level.

The time variable for the global environment ⁴, measures the proximity between all forest ecosystems and their services on the one hand and each dwelling on the other hand. A matrix of all travelling times between the dwellings and the 406 forests is computed and used as a weight for the four recreational services variables. Based on a detailed analysis of the housing forest environment and the former travelling time matrix, a set of variables related to the whole forest areas is built ⁵(see Appendix 6.1): travelling time to global forests environment in terms of surface, of biodiversity richness (protected index and biodiversity pools), of leisure areas and hiking and biking paths. Our interest variables are defined as followed:

$$\gamma_{N_i} = \exp(-T) * N_i, i = 1, \dots, n \quad (\text{II.6})$$

where T is the travelling time between all forests and each dwelling and $N_i, i = 1, \dots, n$, a set of recreational services variables: surface, biodiversity richness, leisure areas and hiking/biking paths.

³Average travelling speed is 76 km/h. (website : sytadin.fr)

⁴In the first model, the time to the nearest forest is computed.

⁵Time variables are computed such as 1unit = 10minutes

The equation II.6 represents the transformation of the variables of interest weighted by the inverse of the travelling time. When the travelling time is higher, the weight of the studied variable in our regression will be lower⁶. Thus, the variables are weighted by the proximity to the housing using the distance index : $\exp(-T)$. This transformation decreases the weight of the extreme values and the dispersion of the variable. It also integrates the standard idea in hedonic pricing theory that from a certain distance, the amenities have no significant effect on housing prices. Therefore, this transformation appears to be the most relevant for our study.

3.4 The estimated sample

Before presenting the results, some information must be specified. The existence of missing values⁷ in the whole BIEN database may cause selection bias problems in our sample. Without controlling for randomness of missing values, one cannot conclude whether the parameters from the regression differ from those of the original database. Like in the paper by Barthélémy et al. (2007), even if the hypothesis of selection bias cannot be rejected, our regression tests tend to show that the results do not depend on the sample size. Another clarification concerns the estimation itself. For computational reasons, with 49 281 observations, it is not possible to run a ML in spatial econometric model in the whole sample (with a square spatial matrix of almost 50 000 observations). We use a random subsample of around 11 000 observations, constrained by the same spatial IRIS and year of transaction structure as the global sample. This subsample is thus representative of our global sample as shown in Appendix 6.2.

⁶Indeed, we can see that $\lim_{x \rightarrow 0} \exp(-x) = 1$ and $\lim_{x \rightarrow \infty} \exp(-x) = 0$

⁷As described in the chapter I, observations for missing values such as IRIS or Price/m^2 are, by definition, useless to our analysis.

4 Results

We estimate the hedonic function for two different models: one for the nearest forest and another one for the proximity to the global forest environment. These functions are estimated by regressing the logarithm of the housing price per square meter (in constant euros) on the control and interest variables. As presented in the part 2, there are discrete variables without any specific transformation and independent variables with logarithmic transformation. For the latter, the marginal price is the exponential of the coefficient minus one, and then multiplied by hundred. Finally, for the interest variables in the global forest environment model, the transformation of each variable as in the equation II.6 implies that a negative coefficient indicates that houses further from the global forest environment and their recreational services sell for less. Overall results, of both models, are presented in Table II.1.

The R^2 statistic is around 65%. As detailed above, these estimations require the control of spatial autocorrelation in the analysis. The results are described by the ρ parameter. The spatial autoregressive parameter ρ for the housing price variable has a positive and significant coefficient in both models. If the average housing price of the closest IRIS to the observation increases by 1%, the housing price of the studied observation increases by around 0.30%. The impact of neighboring prices on the transactions is therefore positive. All results for spatial lag explanatory variables are presented in Appendix 6.3.

4.1 The proximity to the nearest forest and the global forest environment

The results show that forest amenity valuation varies depending on the model.

For the surface of the nearest forest model, a 10% increase in the size implies an increase of housing price of 2%. In the global environment model, the global size of the forest variable is associated to a weaker but positive coefficient. A 10%

Table II.1: Results of the estimation of the housing price (price/m² in constant euros)

if $p < 0.10$, ** if $p < 0.05$, *** if $p < 0.01$

Method of estimation	Maximum Likelihood			
Observations	11074			
	Global forest environment		Nearby forest	
	Coeff	Std error	Coeff	Std error
R-squared	0,65		0,65	
Constant	9,218***	0,168	10,112***	0,233
Rho	0,302***	0,006	0,302***	0,006
Yea of transaction				
2001(ref)	0,000		0,000	
2002	0,037	0,031	0,029	0,233
2003	0,171***	0,030	0,119***	0,030
2004	0,129***	0,032	0,220***	0,032
2005	0,339***	0,031	0,367***	0,031
2006	0,457***	0,032	0,423***	0,032
2007	0,463***	0,031	0,476***	0,031
2008	0,438***	0,031	0,460***	0,031
Housing specifications				
Living area (log)	-0,360***	0,009	-0,367***	0,009
Housing age (> 5 years)	-0,177***	0,012	-0,187***	0,012
House	0,157***	0,009	0,168***	0,008
Number of garage (log)	0,153***	0,009	0,159***	0,009
Number of bathroom (log)	0,206***	0,017	0,222***	0,017
Neighborhood characteristics				
Median income (log)	-0,064	0,030	-0,128***	0,027
Supermarket	-0,031	0,011	-0,017	0,011
Bakery	-0,018	0,123	-0,018	0,134
Cinema	0,077	0,011	0,061*	0,006
Location and amenities				
Travelling time to nearby train station	-0,006***	0,002	-0,006***	0,002
Travelling time to Paris by public transport	-0,006***	0,001	-0,008***	0,001
Travelling time to the nearest employment area	0,002*	0,001	0,002*	0,001
Travelling time to high school	-0,004*	0,002	-0,005**	0,002
Travelling time to hospital	-0,011***	0,004	-0,013***	0,004
Travelling time to shops	-0,0001	0,002	-0,002	0,002
Travelling time to urban park	-0,007***	0,001	-0,006***	0,001
Forest and Recreational Ecosystem Services				
Surface* exp(-T)	0,001**	0,0002	-	-
Biodiversity pools*Protection index* exp(-T)	-0,006***	0,002	-	-
Leisure areas* exp(-T)	-0,029	0,020	-	-
Hiking*Biking path* exp(-T)	0,009***	0,003	-	-
Surface	-	-	0,002***	0,0004
Biodiversity pools*Protection index	-	-	-0,021***	0,007
Leisure areas	-	-	-0,009	0,031
Hiking*Biking path	-	-	-0,003	0,017

increase in the size of global forest environment implies an increase of housing price of 1%. Hence, these results show that the more important the forest surface, the higher its valuation. People value forest environment and have a preference for a larger forest environment area in their neighborhood. However, the impact of the nearest forest surface is twice that of global forest environment (with a higher significance: 1% *versus* 5%). The surface of the nearest forest area has a higher impact on housing price than the surface of the global forest environment because the latter is relatively large for all housing goods.

Among the same recreational services, the results are different between the two models. For several recreational services (leisure areas, hiking and biking paths) the parameters are not significant in the nearest forest model. Conversely, in the global forest model the hiking and biking path variable is significant and positive with a strong effect. The presence of facilities for sports and recreational activities, increases the housing price of around 1%. Leisure areas have no significant impact on housing prices in both models.

Finally, regarding the biodiversity level, the parameter is negative and significant at 1% for both models. Biodiversity has a negative and significant impact on housing price (the higher the biodiversity level, the lower the valuation of the forest). Higher number of protection layers is negatively valued by the agents as they appear to be a nuisance. The literature on choice location and biodiversity in the forest areas usually shows a positive impact of biodiversity in the household WTP (Willis & Garrod (1993), Garrod & Willis (1997), Scarpa et al. (2000), Rulleau et al. (2010), Abildtrup et al. (2013)). However, in this study, biodiversity is not considered through the level of biodiversity (species of trees in forest areas for example) but through the protected areas. In this way, Shultz & King (2001) show a negative effect of high quality wildlife habitats on housing prices. One can imagine that the existence of public policies to protect biodiversity could mean that these areas become less, or even not at all, accessible (for instance biologi-

cal reserves are forbidden to people) and/or with more constraints. Additionally, Lévêque (2008) shows that urban and periurban population prefers a “controlled and domesticated nature” rather than a “wild nature” with an important biodiversity including wildlife species and habitats (due to insecurity and hygienic issues related to wild and natural ecosystems).

If we restrict the analysis to the nearest forest, surface plays a very important role. However, in this case, recreational facilities as hiking and biking paths are not valued by households. Conversely, in the global forest environment analysis, surface is less valued but facilities have a higher impact on housing price.

4.2 Business cycle, housing specifications and other amenities

As expected, there are few differences with respect to the estimated parameter for the control variables between the two models. Table II.1 highlights the effects of explaining variables according to the year of the transaction. The dummy variables give information about the effects of business cycles on the housing market. The average price per square meter increased from 1336 euros/ m^2 in 2001 to 2274 euros/ m^2 in 2008; this represents a rise of approximately 40% over 8 years. In both models, business cycle impact remains positive and strongly significant.

The effect of intrinsic characteristics of housing is significant for all variables. Moreover, the coefficients are almost the same in both models as shown by the results presented in table II.1. The observed price is significantly and positively related to the living area. An elasticity of -0.36 implies that when the living area increases by 10%, the price/ m^2 will decrease by 3.6%. The housing age has a negative effect on the price, up to 17.7% or 18.7% (depending on model) for housing having more than 5 years of existence. The effect on price is positive and around 16% or 17% if the observation is a house (the sign is thus opposite for an apartment). For an additional garage, the price increases by around 16% and 21% for an extra bathroom with a decreasing marginal effect. All these results are fully

consistent with the results found in the literature.

As described earlier, we introduce many variables related to the characteristics of the neighborhood. Based on the literature, we expect a strong effect of these variables on the property price. However, the impacts on housing prices of the supermarket, bakery and cultural amenities, such as cinemas, is not significant. The results of the estimation for the variables of location, distance and travelling time to various public structures and employment areas vary sensibly according to commodity. Some are perceived as amenities like high school and mainly urban green park, while others have no significant impact on housing value. One can imagine that in urban and metropolitan areas, amenities like public services (schools, hospitals, etc.) are evenly spread over the entire *département*. Hence, the presence of such amenities does not affect housing prices. Regarding the results for the median income variable at the city level, there is a difference between the two models with a negative but not significant impact on housing prices in the global forest environment model and a highly significant negative coefficient for the nearest forest model. This result might seem surprising but it can be explained by the negative relationship between the surface and the housing price/ m^2 . As wealthier households live in larger housing, the housing price/ m^2 tends to decrease with the median income.

Regarding accessibility to the employment areas and to Paris, the proximity to the nearest train station and to Paris by public transport positively affects housing prices. If the travelling time to the train station is increased by 10 minutes, the price will decrease by 0.6% for both models. Considering the proximity to Paris, if the travelling time is increased by 10 minutes, the housing price will decrease by 0.6% for the global forest model and by 0.8% for the nearest forest model. In contrast, the travelling time to reach the employment areas reduces the price. These job areas correspond to the major cities of the *département* and of some neighboring *départements*. This could mean that people do not value proximity

to these cities, even if they are the important urban areas.

5 Discussion and Conclusion

To reveal the WTP, various economic methods can be used. However, the hedonic price method appears to be a relevant tool for addressing the question of amenities valuation in urban or periurban areas. This method requires a large number of observations but also a geographic analysis and spatial econometrics. In this work, we use several original databases, new tools (such as road network distance computation with GIS software) and above all an original approach considering for multi-sites amenities assessment to refine our implicate price results.

Most of the literature about forest recreational services valuation generally considers only the nearest amenity and the direct proximity of the housing to the forest without taking into account that households may have a preference for the diversity of forest areas in their neighborhood. This paper contributes to the urban amenities valuation and especially to the question of the economic value of recreational aspect of forest areas, taking into account the heterogeneous quality of recreational services. To evaluate periurban forest areas and their services, we first consider that forests are not homogeneous commodities. Forests areas could include, protected or unprotected, public or private, forests etc. (Mansfield et al., 2005). People may value proximity to forests areas according to the recreational services provided by each specific area. Thus, they may have preferences for the diversity of their forest environment.

We compare the results between the standard nearest amenity approach and an original approach based on preferences for the diversity of the whole surrounding forest areas (and recreational amenities). Overall, the results of the hedonic function estimation confirm the importance, for the local population, of its “green and natural” surroundings. Moreover, the value of marginal forest surface is higher

when only the nearest forest is considered. Thus, both models reveal that forests have a real impact on local economy through housing prices with a higher effect when considering the nearby forest. Conversely, biodiversity richness have a negative effect for both models. Regarding recreational facilities, taking into account the global forest environment reveals some different preferences. When using the global forest environment, we show that the impact of recreational services on housing prices is significant while that of the nearest forest model is not significant. The recreational services in forest areas have a positive impact on housing price. This result is not significant in the nearby forest model.

To conclude, regarding the nearest forest, the surface is the only characteristic with a positive and significant impact on housing prices. Conversely, when considering global environment, forests tend to be amenities with a positive impact on housing prices when the forest is large, includes hiking and biking paths, implying public access and maintenance, and without protected areas.

Our study helps land-use managers and planners with original information about how people value recreational benefit of forests in periurban areas (and in our case in the metropolitan area). This work sheds light on the importance of an accurate specification also the importance of the forests and their heterogeneity (diversity of the services provided) and of taking into account global environment (as opposed to only the nearest forest) in order to fully grasp the specific needs of the urban population.

6 Appendix

6.1 Statistics on variables

Table II.2: Descriptive statistics on variables

	Mean	Std Error	Min	Max
Housing characteristics				
Price per square meter (in constant euros)	1826.85	636.99	105.77	9250.03
2001	0.16	9.02	0	1
2002	0.16	9.13	0	1
2003	0.16	9.13	0	1
2004	0.19	9.14	0	1
2005	0.20	9.14	0	1
2006	0.17	9.15	0	1
2007	0.17	9.15	0	1
2008	0.14	9.16	0	1
Housing age (>5 years)	2.44	3.50	0	10.95
House	0.70	0.46	0	1
Surface floor (m^2)	92	41.24	10	600
Number of garage	0.9	0.6	0	8
Number of bathroom	1.23	0.5	0	8
Neighborhood characteristics at city level				
Median income (in constant euros)	10882.33	1884.68	5821.06	19136.64
Supermarket	0.38	0.72	0	6
Bakery	0.82	1.67	0	11
Cinema	0.18	0.83	0	11
Travelling time to urban amenities				
Travelling time to the nearby train station (min)	4.68	3.85	0.18	21.89
Travelling time to Paris by train (min)	52.21	14.28	23	90
Travelling time to the nearest employment area (min)	14.51	8.74	0.01	45.37
Travelling time to high school (min)	6.32	4.73	0.05	25.76
Travelling time to hospital (min)	2.34	1.85	0.00	11.82
Travelling time to shops (min)	3.34	3.7	0.11	22.95
Travelling time to urban parcs (min)	9.46	6.32	0.17	36.42
Characteristics of natural and forest environment				
Nearby forest model				
Surface	20.88	49.20	0.014	201.87
Protection index*Pools of biodiversity	1.49	1.86	0	7
Leasure area	0.18	0.38	0	1
Biking*Hiking path	0.69	0.46	0	1
Global forest environment model				
Surface* $\exp(-T)$	122.01	49.77	25.94	306.08
Protection index*Pools of biodiversity* $\exp(-T)$	23.48	6.62	7.02	39.59
Leasure area* $\exp(-T)$	1.68	0.76	0.27	3.47
Biking*Hiking path* $\exp(-T)$	12.57	3.14	1.29	19.60

Table II.3: Statistics on forest variables : the travelling time

	Distance (average in km by car)	Travelling time (average in min by car)	Travelling time by walking (average in min)
Public forest	3.24	2.56	38.88
<i>Std error</i>	<i>3.4</i>	<i>2.7</i>	<i>41.3</i>
Private forest	1.85	1.46	22.2
<i>Std error</i>	<i>1.78</i>	<i>1.41</i>	<i>21.4</i>
Nearest forest	0.8	0.66	9.6
<i>Std error</i>	<i>0.7</i>	<i>0.7</i>	<i>9.3</i>

Table II.4: Statistics on forest variables : the surface area

	Average area (km^2)
Public forest	18.57
Private forest	1.59
All forest	3.5

6.2 Subsample analysis

Table II.5: Comparison between the global sample and the subsample (Student statistics)

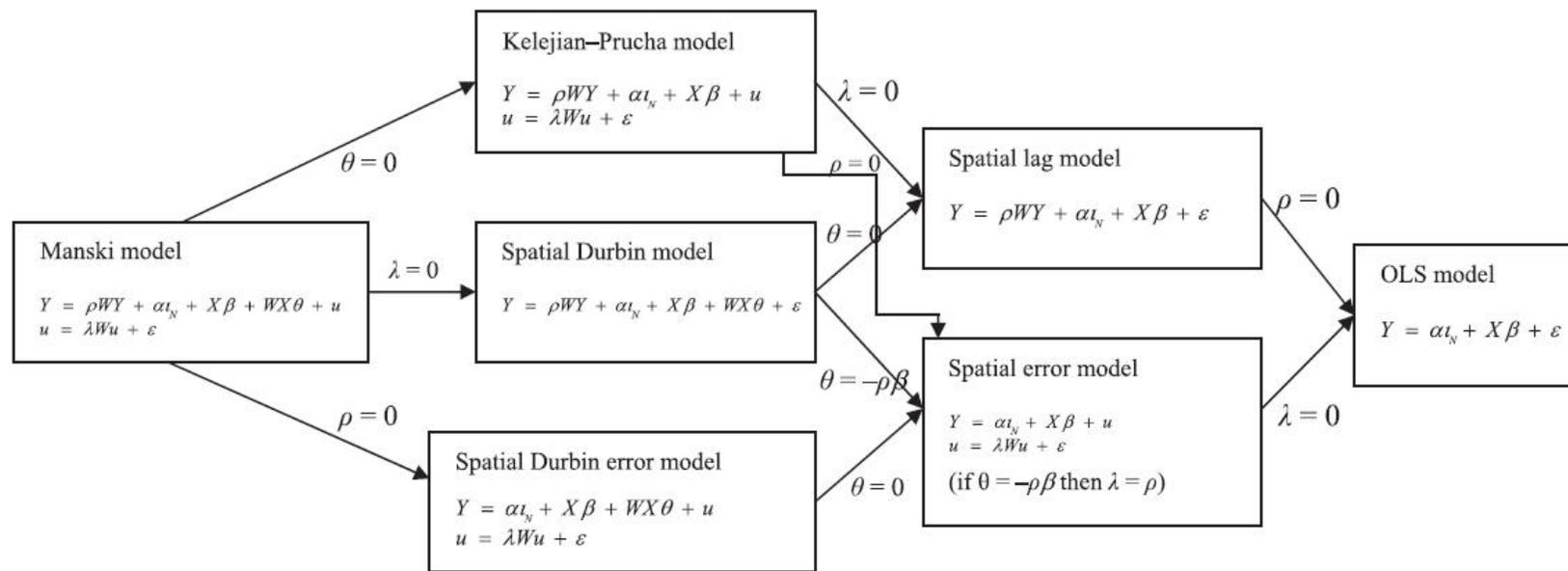
	Mean of global sample	Mean of subsample	T-stats	P-Value
Housing characteristics				
Price/m ² (in constant euros)	1826,85	1816,44	1,549	0,122
2001	0,16	0,12	-0,100	0,920
2002	0,16	0,12	-0,238	0,812
2003	0,16	0,12	-0,332	0,740
2004	0,19	0,14	0,274	0,784
2005	0,20	0,14	0,841	0,400
2006	0,17	0,13	0,291	0,771
2007	0,17	0,13	-0,119	0,906
2008	0,14	0,10	-0,761	0,447
Surface floor (m ²)	92,00	92,17	-0,687	0,492
Number of garage	0,90	0,90	0,367	0,714
Number of bathroom	1,24	1,24	-0,043	0,966
Housing age (> 5 years)	0,91	0,91	-1,718	0,086
House	0,66	0,66	-0,617	0,537
Neighborhood characteristics at city level				
Median income (in constant euros)	10882,33	10873,83	0,438	0,661
Supermarket	0,38	0,32	0,408	0,683
Bakery	0,82	0,91	0,866	0,386
Cinema	0,18	0,02	0,323	0,347
Travelling time to urban amenities				
Travelling time to the nearby train station (min)	4,68	4,72	-2,321	0,200
Travelling time to Paris by train (min)	52,21	52,52	-2,030	0,062
Travelling time to the nearest employment area (min)	14,51	14,40	0,227	0,821
Travelling time to high school (min)	6,32	6,30	-0,996	0,319
Travelling time to hospital (min)	2,34	2,37	-1,718	0,086
Travelling time to shops (min)	3,34	3,38	-1,758	0,079
Travelling time to urban parcs (min)	9,46	9,47	1,830	0,067
Characteristics of forest environment				
Nearby forest model				
Surface	20,88	20,56	0,654	0,513
Protection index*Pools of biodiversity	1,49	1,49	0,195	0,845
Leasure area	0,18	0,17	0,255	0,255
Biking*Hiking path	0,69	0,68	0,799	0,799
Global forest environment model				
Surface*exp(-T)	122,01	121,65	0,284	0,776
Protection index*Pools of biodiversity*exp(-T)	23,48	23,48	0,183	0,855
Leasure area*exp(-T)	1,68	1,68	1,731	0,084
Biking*Hiking path*exp(-T)	12,57	12,52	1,513	0,131

6.3 Results for spatial analysis

Table II.6: Results of the SDM for the spatial lag variables (Coefficient and Std Error)

	Global forest environment		Nearby forest	
	Coeff	Std error	Coeff	Std error
Year of transaction				
2001(ref)	0,000		0,000	
2002	0,083**	0,034	0,086**	0,033
2003	0,086***	0,033	0,143***	0,033
2004	0,306***	0,034	0,205***	0,034
2005	0,334***	0,033	0,300***	0,033
2006	0,459***	0,034	0,493***	0,033
2007	0,583***	0,033	0,568***	0,033
2008	0,541***	0,033	0,516***	0,033
Housing specifications				
Living area (log)	-0,357***	0,011	-0,369***	0,011
Housing age (> 5 years)	-0,210***	0,016	-0,257***	0,016
House	0,102***	0,012	0,117***	0,012
Number of garage (log)	0,122***	0,014	0,138***	0,014
Number of bathroom (log)	0,226***	0,026	0,270***	0,026
Neighborhood characteristics				
Median income (log)	0,743***	0,019	0,796***	0,027
Supermarket	0,013	0,031	-0,018	0,031
Bakery	0,053***	0,011	0,050***	0,011
Cinema	-0,15	0,120	-0,202*	0,119
Location and amenities				
Travelling time to the nearby train station	0,006***	0,002	0,005**	0,002
Travelling time to Paris by public transport	0,003***	0,001	0,003***	0,001
Travelling time to the nearest employment area	0,003***	0,001	0,003***	0,001
Travelling time to high school	-0,0002	0,003	-0,005**	0,002
Travelling time to hospital	-0,016***	0,005	-0,020***	0,005
Travelling time to shops	-0,009***	0,003	-0,002	0,003
Travelling time to urban park	0,005***	0,002	-0,002	0,001
Forest and Recreational Ecosystem Services				
Surface* exp(-T)	0,001***	0,0002	-	-
Biodiversity pools*Protection index* exp(-T)	0,0003	0,002	-	-
Leisure areas* exp(-T)	0,099***	0,021	-	-
Hiking*Biking path* exp(-T)	0,011***	0,003	-	-
Surface	-	-	0,001*	0,0004
Biodiversity pools*Protection index	-	-	-0,019**	0,007
Leisure areas	-	-	0,018	0,033
Hiking*Biking path	-	-	0,062***	0,019

6.4 The relationships between different spatial dependence models for cross-section data (Elhorst, 2010)



Préambule au chapitre III

Le chapitre III s'inscrit dans la continuité du précédent et vient compléter les résultats et l'analyse du chapitre II.

Après avoir mis en avant l'intérêt méthodologique de considérer l'environnement global pour évaluer les services récréatifs forestiers, nous abordons dans le chapitre suivant la question des préférences en termes de services récréatifs forestiers des acquéreurs de biens immobiliers en fonction de leur profil socio-économique. L'objectif principal de ce chapitre n'est pas d'expliquer la variabilité des prix des logements en raison de leurs attributs et surtout de leur environnement forestier mais d'estimer des élasticités prix de la demande pour l'environnement forestier et ses fonctions récréatives en fonction du profil socio-économique (catégorie socio-professionnelle et âge) des acquéreurs. Nous proposons donc d'analyser, grâce à l'estimation des fonctions d'enchères, comment le profil socio-économique des ménages influence les préférences en termes de services récréatifs présents dans leur environnement forestier.

Chapitre III

**Hétérogénéité des préférences et
valeurs récréatives des forêts,
enseignement de la méthode des
enchères**

Résumé

Les préférences des ménages pour le logement sont par nature hétérogènes du fait des différences liées à leurs revenus, âges, situations familiales ou encore leurs zones de logement. Considérer les préférences en moyenne ne permet pas de comprendre les spécificités du territoire dans son ensemble. L'objectif de ce travail est d'analyser, grâce à l'estimation des fonctions d'enchères, comment le profil socio-économique des ménages influence leurs préférences en termes de services récréatifs de l'environnement forestier. Les résultats permettent d'éclaircir un peu plus les préférences autour des questions de "nature en ville" et révèlent des rapports originaux à l'environnement forestier et à ses qualités récréatives. L'environnement forestier en tant que lieu de verdure et d'aménités en général est valorisé par les classes aisées et les personnes de plus de 45 ans. L'environnement forestier appréhendé par ses espaces de protection de biodiversité n'est pas ou peu considéré par l'ensemble des classes les moins aisées et relativement peu considéré par une partie des "cadres et professions intellectuelles supérieures". Pour finir, dans le cas où l'environnement forestier constitue un espace de loisir, ce dernier est valorisé par tous (excepté les cadres de plus de 45 ans) et plus particulièrement les classes les moins aisées et les populations les plus jeunes.

Mots clés : *méthode des enchères ; préférences hétérogènes ; services récréatifs ; environnement forestier*

Abstract

Due to differences in terms of income, age, family status and household housing area, household preferences for housing are heterogeneous. Using average preferences is not representative of our territory specificities. The aim of this study is to analyze, through the estimation of the bid functions, how the socio-economic profile of households affects their preferences in terms of recreation in forest environment. The results tend to clarify the question of “nature” in urban and periurban areas and reveal heterogeneous preferences for recreational qualities of forests. When defined as greenery and amenity area in general, global forest environment value is higher for the upper classes and people over 45 years. When expressed by its protected areas for biodiversity, global forest environment negatively affects the demand of the least affluent classes but positively valued by some “managers and intellectual professions”. Finally, considered as a hiking and biking paths area, forest environment is especially valued by the less affluent and younger households.

Keywords : *bid function ; heterogenous preferences ; recreational services ; global forest environment*

1 Introduction

Les préférences des ménages pour le logement sont, de par la nature du bien, hétérogènes bien qu'elles apparaissent en moyenne relativement homogènes. Les ménages français préfèrent par exemple avoir accès à la propriété plutôt qu'à la location et ils préfèrent un logement individuel au logement collectif. Il existe une forte hétérogénéité liée au revenu, à l'âge, à la situation familiale des ménages et à la zone de logement. De nombreuses études réalisées en interrogeant les français mettent en évidence cette diversité (Bigot et al. (2008), Blandin de Thé (2012), Bonnet (2012), INSEE : enquête logement(2006)). Prenons l'exemple de l'étude de Bonnet (2012) qui conclut que les ménages éloignés des centres urbains ont une préférence marquée pour les maisons. Concernant l'âge, les jeunes valorisent principalement la surface du logement comme la proximité avec les aménités urbaines de type établissements scolaires alors que les plus âgés accordent plus d'importance à la proximité avec les commerces. Ces études mettent aussi en évidence la nécessité de mieux comprendre la demande des ménages en matière de logement pour l'aménagement du territoire et les politiques locales. Considérer la demande de logement en moyenne ne permet pas de saisir les spécificités territoriales et les différences en termes de préférences dues au profil socio-économique des ménages. Paris, par exemple, est très spécifique en termes de goût prononcé pour les logements collectifs qu'on ne retrouve pas dans les résultats d'enquête d'autres localités.

Dans ce chapitre nous proposons d'analyser, grâce à l'étude du choix de localisation, comment le profil socio-économique des ménages influence leurs préférences en termes de services récréatifs de l'environnement forestier.

L'estimation de la fonction hédonique est la méthode incontournable pour approcher l'impact de certaines externalités sur le prix du logement. Cette méthode est utilisée dans de nombreux champs d'études : la concurrence fiscale, l'impact

d'aménités publiques (école, hôpital, etc.) mais aussi les aménités environnementales. Cette méthode fait l'objet de deux étapes d'estimation : la première étape consiste à analyser la fonction hédonique et la seconde consiste à révéler les consentements à payer (CAP) des ménages à partir des prix hédoniques estimés dans la première étape. Cependant, l'estimation de la fonction hédonique, pertinente pour l'analyse comparative des deux approches réalisée dans le chapitre II, nous semble plus complexe et surtout moins directe, dans le sens où deux étapes de calcul sont nécessaires pour estimer les préférences des ménages en fonction de leur profil socio-économique. Nous utilisons donc la méthode des enchères qui permet d'estimer le CAP des acheteurs d'un bien immobilier. Les avantages de cette approche par rapport à l'approche en deux étapes présentée par Rosen (1974) sont multiples. Au lieu d'estimer d'abord une fonction de prix hédoniques pour ensuite estimer un ensemble d'équations simultanées, nous estimons une seule équation. Certes, cette dernière est une équation compliquée, mais il demeure que son estimation reste conceptuellement simple pour l'étude d'une aménité qui pourrait avoir une valeur positive pour certains ménages et une valeur négative pour les autres (tandis que la littérature dépeint la méthode de Rosen comme étant relativement complexe) (Rouwendal (1992), Yinger (2015)).

Une littérature relativement récente, basée sur les méthodes de préférences déclarées (évaluation contingente ou choix multi-attributs), conclut que les préférences des individus pour les sites récréatifs sont significativement hétérogènes en fonction des caractéristiques des sites étudiés et des profils des usagers (Brey et al. (2007), Christie et al. (2007)). Christie et al. (2007) définissent quatre groupes d'usagers (cyclistes, cavaliers, "promeneurs-observateurs" et visiteurs en général) afin de mesurer l'hétérogénéité de leurs préférences pour différentes politiques d'aménagement des forêts. Leurs résultats montrent que les usagers réguliers et les spécialistes de la forêt ont un CAP pour l'amélioration de cette dernière plus important que les usagers en général. De plus, au sein même des groupes d'usagers des différences sont observées, par exemple entre les vététistes et les

cyclistes-promeneurs en famille. L'hétérogénéité des préférences en matière de qualité récréative des forêts peut aussi néanmoins s'expliquer par le profil socio-économique des individus : revenu, âge, sexe et niveau d'études. (Baerenklau (2010) - méthode des coûts de transport). Peu d'études, basées sur les méthodes de préférences révélées, portent sur l'hétérogénéité des préférences des ménages pour la proximité avec les aménités. Le constat est relativement identique pour les aménités environnementales estimées par la méthode des prix hédoniques en deux étapes (Parsons (1986), Palmquist (1984), Bilbao-Terrol (2001), Baudry et al. (2009), Garcia & Raya (2010)).

Concernant la méthode des enchères, la littérature est limitée. Seules de rares études ont permis d'étudier les fonctions d'enchères liées à la proximité avec les aménités urbaines et périurbaines. Elles estiment les préférences pour différentes aménités urbaines de type transport, services publics, etc. ((Kazmierczak-Cousin, 1999), (Jayet & Kazmierczak-Cousin, 2001)) et certaines avec un objectif initial plus théorique qu'empirique (Yinger, 2015). Flachaire et al. (2007) analysent l'impact sur le CAP des ménages de la présence d'un parc urbain situé à proximité des logements en centre-ville de la commune de Brest. Du côté des évaluations environnementales, l'étude la plus connue est celle de Chattopadhyay (1998). Il estime l'impact de la qualité de l'air sur le CAP des ménages grâce à un travail méthodologique de comparaison entre la méthode des prix hédoniques et la méthode des enchères. Les résultats montrent que la demande des ménages pour une meilleure qualité environnementale dépend positivement de leurs revenus ainsi que du nombre d'enfants. Il conclut que les résultats des deux méthodes semblent conformes aux résultats attendus. Elles peuvent donc être utilisées pour l'estimation des CAP mais la méthode hédonique est plus compliquée économétriquement.

A notre connaissance, aucune des évaluations utilisant la méthode des enchères ne fait état des préférences des ménages pour les forêts et leurs services récréatifs.

Dans la partie suivante nous développons le modèle économétrique associé à

la méthode des enchères ainsi que l'estimation réalisée. Ensuite, nous détaillons les données utilisées dans ce travail ainsi que les variables que nous estimons. Les résultats de la méthode des enchères sont exposés dans une quatrième partie. Nous finissons sur une discussion et des pistes conclusives.

2 Le modèle économétrique et l'estimation : la méthode des enchères

Le modèle théorique sur lequel se basent ces estimations est issu des modèles de structuration urbaine de la Nouvelle Economie Urbaine, qui s'inspire des travaux d'Alonso (1964) et de Muth (1969) sur le fonctionnement des marchés foncier et immobilier, ainsi que les préférences des ménages en matière de logement.

Alonso (1964), dans un modèle d'équilibre spatial sans hétérogénéité des biens fonciers, définit le logement par sa superficie et sa distance au centre-ville. Rosen (1974) propose un modèle d'appariement entre des logements et des individus définis de manière hétérogène, qui inclut les caractéristiques intrinsèques des biens immobiliers. Ces modèles sont ensuite développés par Ellickson (1981) afin de saisir la structure du marché foncier et la détermination des prix par la maximisation des enchères. Ellickson (1981) puis Lerman & Kern (1983) proposent une alternative au modèle hédonique dans le cas de l'analyse des transactions immobilières. On caractérise ainsi le marché immobilier par la concurrence en termes d'occupation des sols et le lien entre rente foncière et utilisation des sols. Cette concurrence mène à considérer, dans le modèle, que l'acquéreur de chaque logement est celui avec la plus forte enchère. L'ensemble des transactions immobilières sur un même marché constitue donc les fonctions d'enchères.

La fonction d'enchères représente la disposition à payer des acquéreurs sur le marché du logement. Elle permet d'estimer l'impact d'un changement marginal d'une ou plusieurs caractéristiques du logement sur le bien-être des agents. La

disposition à payer des agents n'étant pas homogène, nous introduisons différentes fonctions d'enchères, reflètes des caractéristiques socio-économiques des acquéreurs. Partant de l'hypothèse que les acquéreurs peuvent être regroupés de manière homogène, l'estimation de la fonction d'enchères passe donc par la création de K catégories d'acquéreurs. Elles doivent représenter des sous-groupes d'agents homogènes en termes de préférences et de disposition à payer pour un logement $i = 1, \dots, I$, ayant des caractéristiques X .

A l'équilibre, le prix observé est donc l'enveloppe supérieure de la fonction d'enchères, soit l'enchère du plus fort enchérisseur :

$$p_i = \max_k E_i^k$$

Avec E_i^k , l'enchère d'un acquéreur de catégorie $k = 1, \dots, K$ pour un logement $i = 1, \dots, I$.

Les variables endogènes observées sont le profil de l'acquéreur et le prix payé par ce dernier ; la variable latente est le CAP de chaque individu. Ces données nous permettent de constituer K catégories d'acquéreurs qui se caractérisent par des ressources homogènes (voir la partie 4.1 sur l'élaboration des catégories d'acquéreurs, cf. Tableau III.1). Le modèle économétrique utilisé ici est un tobit généralisé. Il est défini de la manière suivante : la probabilité d'observer une transaction réalisée par un acquéreur d'une certaine catégorie, à un prix donné, est la probabilité que le CAP de l'acquéreur de cette catégorie soit égale au prix du bien immobilier observé et que les CAP des potentiels acquéreurs d'autres catégories de ce bien soient inférieures au prix observé.

La théorie n'apportant que très peu d'éléments concernant la forme à donner aux fonctions d'enchères, nous choisissons une forme fonctionnelle de type log-linéaire comme le préconise la littérature (Kazmierczack-Cousin (1999), Bayer

et al. (2004), Flachaire et al. (2007)). La spécification du modèle à estimer est donc la suivante :

$$\ln E_i^k = \beta_k x_i + \sigma_k \epsilon_i^k \quad (\text{III.1})$$

Où x_i est un vecteur ligne composé de l'ensemble des variables attributs du logement i , β_k est le vecteur des paramètres associés aux variables attributs qui estime l'impact de ces attributs sur l'enchère du ménage k , σ_k est un paramètre déterminant l'écart-type du terme d'erreur de notre modèle et ϵ_i^k , les termes aléatoires indépendamment et identiquement distribués, dont la loi de probabilité a une fonction de répartition $F(\epsilon)$ et une fonction de densité $f(\epsilon)$.

Comme nous l'avons précisé précédemment, les enchères de chaque ménage ne sont pas observables. Les variables latentes sont représentées par E_i^k . Les variables observables sont la catégorie à laquelle appartient chaque ménage, le prix du logement obtenu ainsi que les caractéristiques de ce dernier. Conformément à l'équation III.1, nous obtenons :

$$\gamma_i = \operatorname{argmax}_k E_i^k$$

$$\text{et } \ln p_i = \max_k E_i^k = E_i^{\gamma_i}$$

Nous avons donc :

$$p_i = \beta_{\gamma_i} x_i + \sigma_{\gamma_i} \epsilon_i^{\gamma_i}$$

$$\text{et } p_i > \beta_k x_i + \sigma_k \epsilon_i^k$$

Soit :

$$\epsilon_i^{\gamma_i} = \frac{p_i - \beta_{\gamma_i} x_i}{\sigma_{\gamma_i}}$$

$$\text{et } \epsilon_i^k = \frac{p_i - \beta_k x_i}{\sigma_k}$$

La log-vraisemblance est donc déterminée par :

$$\ln L = \sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K U_{\gamma_i}(k) \ln f\left(\frac{p_i - \beta_k x_i}{\sigma_k}\right) + (1 - U_{\gamma_i}(k)) \ln F\left(\frac{p_i - \beta_k x_i}{\sigma_k}\right)$$

avec $U_{\gamma_i}(k) = 1$ quand $k = \gamma_i$, 0 sinon.

3 Les variables du modèle

L'origine et la réflexion autour de la construction des variables sont présentées dans le chapitre I. Nous développons principalement ici les variables utilisées pour l'estimation des fonctions d'enchères qui nous intéressent dans ce chapitre.

Les variables relatives aux transactions immobilières (prix et caractéristiques intrinsèques du logement) sont extraites de la base BIEN (2001-2008). Nous disposons de 39 354 observations pour cette étude.

3.1 La variable à expliquer

Afin de mesurer l'impact de l'environnement forestier sur les prix du logement en fonction du profil des acheteurs, nous utilisons le prix au m^2 de la transaction en euros constants.

3.2 Les variables d'intérêt

Partant d'une analyse fine de la proximité avec les services récréatifs des forêts périurbaines, nous construisons un ensemble de variables qui définissent les services récréatifs forestiers. Quatre variables d'intérêt sont intégrées au modèle pour l'estimation :

- Une variable de surface globale en km^2 de l'environnement forestier ;
- Une variable proxy de la richesse en biodiversité qui combine l'indice de protection de la biodiversité et les noyaux de biodiversité ;

- Une variable dummy des itinéraires récréatifs qui prend la valeur 1 si la forêt est dotée de pistes cyclables et de chemins de randonnées, 0 sinon ;
- Une variable dummy de localisation des bases de loisirs en plein air présentes sur les forêts du département. Elle prend la valeur 1 si la forêt est dotée d'une base de loisirs, 0 sinon ;

Toutes ces variables sont analysées dans les espaces forestiers et boisés.

Afin d'estimer l'environnement forestier, toutes les forêts sont caractérisées par leurs services récréatifs . Ces derniers sont pondérés par le temps de trajet entre chaque logement et chaque forêt.

Les variables relatives à l'environnement forestier et aux services récréatifs ont donc la spécification suivante (définie de manière identique au chapitre II) :

$$\gamma_{N_i} = \exp(-T) * N_i, i = 1, \dots, n \quad (\text{III.2})$$

Où T est le temps de trajet entre chaque logement et chaque forêt et $N_i, i = 1, \dots, n$ représente l'ensemble des variables de services récréatifs : surface, protection de biodiversité, bases de loisirs, chemins de randonnées et pistes cyclables.

La figure III.1 présente la distribution dans le département des quatre variables d'intérêt. On observe que la distribution n'est pas homogène entre les variables et pour chaque variable. Si l'on considère la variable de surface il y a une forte concentration de l'environnement forestier pour les logements situés au centre et au sud du département. Concernant les espaces de protection de la biodiversité, contrairement à la surface, les ménages qui bénéficient des espaces forestiers riches en biodiversité remarquable ne se concentrent pas en une zone mais selon une bipolarité nord et sud. Quant aux itinéraires récréatifs et sportifs, pistes cyclables et chemins de randonnées, ils se localisent à proximité des ménages dans le nord du département.

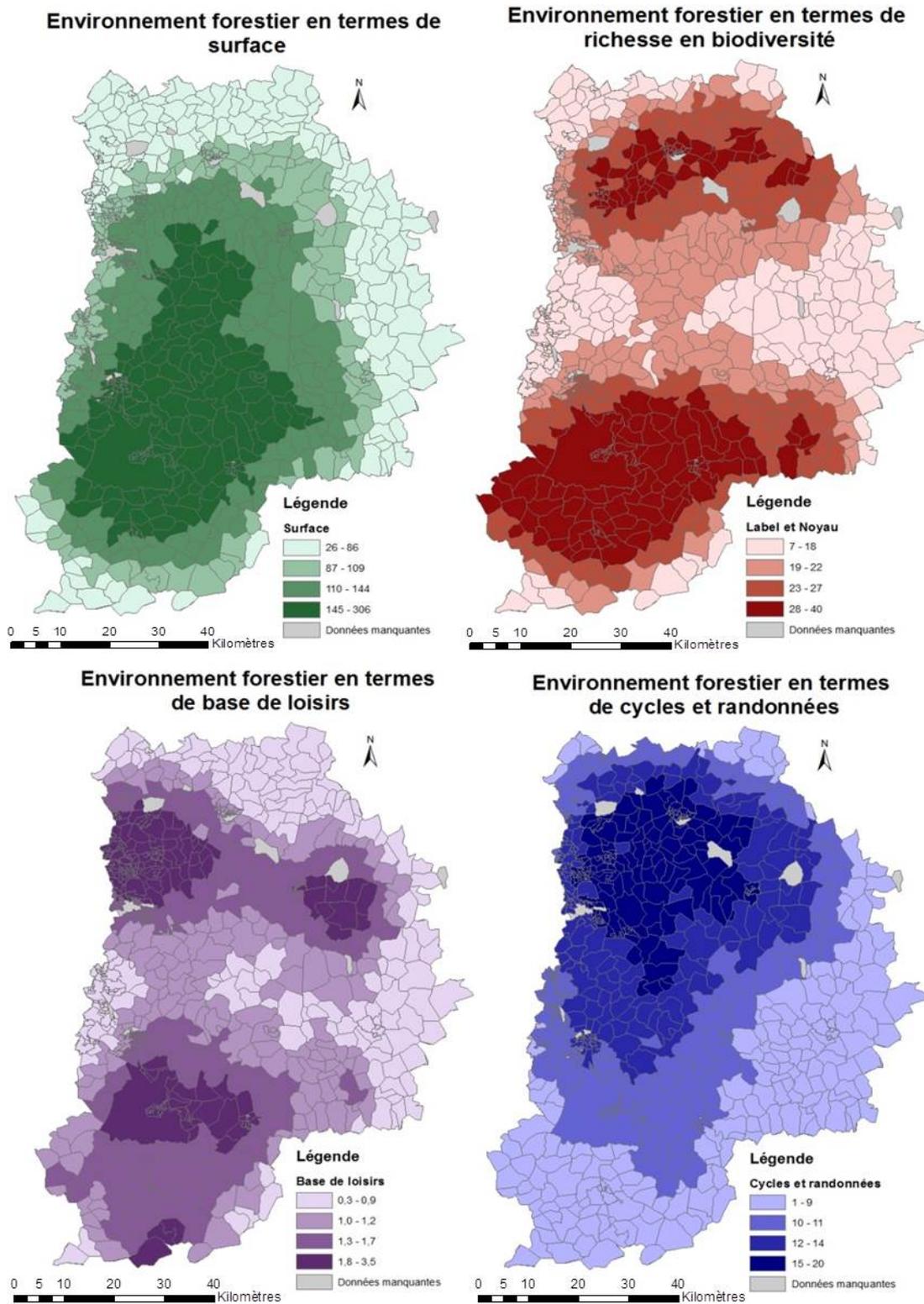


FIGURE III.1: L'environnement forestier en termes de services récréatifs
 Sources : MOS 2008, IAURIF et ONF
 Cartographie : Tuffery, 2015

3.3 Les variables de contrôle

Les variables extraites de la base BIEN sont : la surface (en m^2), l'ancienneté du logement (1 si le logement a été construit il y a plus de 5 ans, 0 sinon), le type de logement (1 si l'observation est une maison, 0 si l'observation est un appartement), le nombre de garages et le nombre de salles de bain.

De plus, à partir des bases de données INSEE, plusieurs variables d'accessibilité sont construites pour mesurer l'impact du voisinage et des aménités urbaines : le revenu médian des ménages (en euros constants de l'année précédant la transaction), le nombre de supermarchés, de boulangeries et de cinémas (à l'IRIS), le temps de déplacement pour la gare, les lycées, les hôpitaux, les commerces et les parcs urbains.

4 Les résultats des fonctions d'enchères

Des points de vue théorique et empirique, le choix des catégories d'acheteurs pour effectuer l'estimation a un effet sur les résultats obtenus et l'analyse. Nous débutons cette partie par l'explication de notre segmentation avant de présenter les résultats de la méthode des enchères.

4.1 Les catégories d'acquéreurs

Afin de composer nos groupes d'acheteurs, deux variables de la base BIEN sont utilisées : la catégorie socio-professionnelle (CSP) et l'âge de la personne de référence du ménage acquéreur du bien immobilier. Ces deux variables constituent des proxys du niveau de revenu, de la situation professionnelle ainsi que de la situation familiale. Une des limites porte sur le fait que la personne de référence n'est pas toujours représentative du profil de la famille. Cependant, nous pouvons supposer que le profil de la personne de référence est à l'image des besoins de sa famille.

Plusieurs méthodes existent pour construire ces catégories. La première concerne l'analyse statistique de la composition et de la structure même de l'échantillon. La seconde méthode propose une approche plus normative. Elle s'appuie sur le profil des ménages et les préférences de ces derniers en termes de choix de logement et de stratégie de localisation. Dans ce dernier cas, les variables "âge" et "CSP" sont donc interprétées comme des proxys de la composition des ménages qui déterminent les besoins en termes de logement. Dans son travail de thèse, Kazmierczack-Cousin (1999) compare les deux méthodes et met en évidence le fait que la seconde est plus pertinente. En effet, l'analyse statistique ne correspond pas aux théories et travaux empiriques concluant que la composition du ménage est importante dans leur choix de localisation. Ainsi, à partir de la seconde méthode, nous avons constitué 12 catégories d'agents.

TABLE III.1: *La répartition des transactions pour chaque catégorie*

CSP	Age	Fréquence	%
	< 30 ans	1126	3%
Cadres et Prof. Intellectuelles Supérieures	30 à 45 ans	2994	8%
	> 45 ans	3283	8%
	< 30 ans	3869	10%
Professions Intermédiaires	30 à 45 ans	6229	16%
	> 45 ans	5039	13%
	< 30 ans	3039	8%
Employés	30 à 45 ans	4143	11%
	> 45 ans	3507	9%
	< 30 ans	1672	4%
Ouvriers	30 à 45 ans	2388	6%
	> 45 ans	2065	5%
Ensemble		39354	100%

TABLE III.2: La répartition des catégories par zone d'emploi (en %)

Zone d'emploi	Cadres et Prof. Intellec. Sup.			Prof. intermédiaires		
	< 30 ans	30 à 45 ans	< 45 ans	< 30 ans	30 à 45 ans	< 45 ans
Créteil	1,07	0,47	0,76	0,96	0,82	0,99
Coulommiers	3,82	3,84	3,75	4,32	3,21	3,41
Marne-la-Vallée	20,34	18,70	18,70	18,74	20,08	18,48
Meaux	10,30	10,12	9,56	8,45	9,42	8,77
Melun	29,22	32,90	32,53	32,26	32,00	33,06
Montereau	1,78	2,30	2,77	2,17	2,36	2,40
Nemours	3,55	4,04	4,02	3,54	4,01	3,43
Provins	12,70	12,02	10,33	13,00	12,27	13,22
Paris	9,33	7,62	9,47	8,61	8,41	8,37
Roissy	7,90	7,98	8,10	7,96	7,42	7,86
Ensemble	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Zone d'emploi	Employés			Ouvriers		
	< 30 ans	30 à 45 ans	< 45 ans	< 30 ans	30 à 45 ans	< 45 ans
Créteil	0,79	0,65	0,63	1,02	0,67	0,92
Coulommiers	3,36	3,52	3,11	3,83	3,22	3,87
Marne-la-Vallée	18,13	19,65	18,96	19,56	19,18	18,89
Meaux	8,00	9,49	8,98	8,91	8,84	9,20
Melun	34,25	32,83	32,79	32,78	33,17	31,96
Montereau	2,70	1,76	2,45	1,85	2,18	2,18
Nemours	3,39	3,55	3,88	3,47	3,39	3,44
Provins	12,67	12,21	13,12	12,74	12,23	12,11
Paris	8,98	8,16	8,24	7,66	9,59	7,94
Roissy	7,73	8,18	7,84	8,19	7,54	9,49
Ensemble	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Nous retenons les quatre CSP présentes dans notre base de données : cadres et professions intellectuelles supérieures, professions intermédiaires, employés et ouvriers. L'âge est réparti en trois classes construites autour de la seconde catégorie de 30 à 45 ans qui représente celle d'une famille avec potentiellement des enfants

et en recherche d'un logement de taille plus importante (Flachaire et al., 2007).

Les tableaux III.1 et III.2 présentent la classification en 12 groupes d'acheteurs intégrés dans notre modèle économétrique ainsi que leur répartition dans les zones d'emploi du département (les statistiques descriptives sont présentées dans l'Annexe 6.1). Malgré une proportion plus élevée de "professions intermédiaires", on observe des proportions relativement importantes pour chaque catégorie. Le minimum est de 3% de notre échantillon total, soit 1126 observations pour les cadres de moins de 30 ans. L'ensemble des 12 catégories est représenté sur l'ensemble du territoire (cf. tableau III.2).

Malgré l'existence de 41 CSP et potentiellement plus de trois catégories d'âge, nous faisons le choix de limiter notre analyse à 12 sous-groupes de ménages. Ce choix est motivé par les restrictions liées au modèle économétrique ainsi que la volonté de définir un cadre adéquat pour l'analyse des résultats.

4.2 Les résultats des fonctions d'enchères

Les résultats de l'étude, obtenus par estimation du maximum de vraisemblance, sont exposés dans le tableau III.3. L'Annexe 6.2 expose l'ensemble des résultats pour les variables de contrôle.

Nous avons construit nos modèles économétriques sur la base du chapitre II (même variable à expliquer et mêmes variables de contrôle). Ainsi, nous retrouvons des résultats qui corroborent les estimations du chapitre II mais qui sont, dans ce chapitre, axées sur les préférences hétérogènes des ménages.

La surface globale de l'environnement forestier est significative pour une majorité de notre échantillon. Cependant la valorisation ne semble pas homogène en fonction des groupes d'acquéreurs. Il convient ainsi de réaliser une analyse à double niveau. Premièrement, pour les CSP les plus aisées (cadres et professions intermédiaires) la surface forestière apparaît globalement comme une aménité ayant

un impact positif sur le prix du logement. A l'inverse, l'effet estimé est négatif pour les CSP les moins aisées. Deuxièmement, au sein même des CSP les plus aisées, l'âge semble aussi modifier le coefficient. Plus l'âge est élevé, plus le coefficient est important et plus sa significativité augmente. L'effet de l'âge sur la valorisation de la surface de l'environnement forestier ne se retrouve pas pour les autres CSP.

L'effet de la variable de richesse en biodiversité des espaces forestiers apparaît significatif mais de manière peu homogène dans l'ensemble de notre échantillon. On observe que l'effet estimé des espaces forestiers protégés riches en biodiversité est négatif pour les "ouvriers" à un seuil très significatif (1%). Il en est de même pour les "employés" et les "professions intermédiaires" de moins de 30 ans. En revanche, si l'on considère les "cadres et professions intellectuelles supérieures" l'effet semble tout à fait inverse, avec un coefficient positif et significatif au seuil de 10%.

Pour ce qui est de l'effet estimé des bases de loisirs, aucune différence ne semble pouvoir s'expliquer par les CSP. L'âge, quant à lui, apparaît comme un facteur déterminant de la valorisation. Seuls les ménages dont la personne de référence a plus de 45 ans les valorisent très significativement. L'impact des bases de loisirs sur le prix du logement est non significatif, pour les autres groupes, excepté pour les "employés" de moins de 30 ans.

La valorisation est différente pour les itinéraires récréatifs : chemins de randonnées et pistes cyclables. Les CSP les moins aisées semblent valoriser de manière très significative ces services récréatifs (seuls les "cadres et professions intellectuelles supérieures" de plus de 45 ans ne valorisent pas ces aménagements récréatifs). A ce premier résultat s'ajoute l'effet estimé, qui est décroissant par rapport à l'âge, au sein des CSP. Les coefficients sont doublés entre les acheteurs de plus de 45 ans et ceux de moins de 30 ans. Les itinéraires récréatifs ont un impact important sur le CAP des ménages jeunes et de CSP peu aisées.

TABLE III.3: Les résultats de la méthode des enchères sur le prix/m² des transactions immobilières

*** Significatif au seuil de 1%, ** au seuil de 5%, * au seuil de 10%

Variables	Cadres et Prof. Intellect. Sup.			Prof. intermédiaires		
	< 30 ans	30 à 45 ans	> 45 ans	< 30 ans	30 à 45 ans	> 45 ans
Surface de l'envt forestier						
<i>Coeff</i>	0,0008*	0,0015***	0,0023***	-0,0001	0,0005*	0,0010***
<i>Ecart-type</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<i>P-value</i>	0,083	0,000	0,000	0,845	0,067	0,000
Labels et Noyaux						
<i>Coeff</i>	0,001	0,005*	0,003	-0,006**	-0,002	-0,001
<i>Ecart-type</i>	0,004	0,003	0,003	0,003	0,002	0,002
<i>P-value</i>	0,881	0,080	0,260	0,024	0,423	0,659
Base de loisirs						
<i>Coeff</i>	0,033	0,049**	0,085***	-0,006	0,008	0,049***
<i>Ecart-type</i>	0,031	0,023	0,022	0,021	0,018	0,019
<i>P-value</i>	0,290	0,034	0,000	0,774	0,664	0,009
Cycles et Randonnées						
<i>Coeff</i>	0,009	0,006	-0,010**	0,021***	0,020***	0,006*
<i>Ecart-type</i>	0,006	0,004	0,004	0,004	0,003	0,004
<i>P-value</i>	0,130	0,189	0,017	0,000	0,000	0,084
Variables	Employés			Ouvriers		
	< 30 ans	30 à 45 ans	> 45 ans	< 30 ans	30 à 45 ans	> 45 ans
Surface de l'envt forestier						
<i>Coeff</i>	-0,0008	-0,0007**	0,0004	-0,0007*	-0,0004	-0,0007*
<i>Ecart-type</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<i>P-value</i>	0,017	0,017	0,223	0,062	0,277	0,059
Labels et Noyaux						
<i>Coeff</i>	-0,005*	-0,002	-0,003	-0,013***	-0,015***	-0,009***
<i>Ecart-type</i>	0,003	0,002	0,002	0,003	0,003	0,003
<i>P-value</i>	0,068	0,416	0,190	0,000	0,000	0,001
Base de loisirs						
<i>Coeff</i>	-0,039*	0,001	0,026	0,022	0,013	0,062**
<i>Ecart-type</i>	0,023	0,020	0,021	0,028	0,024	0,025
<i>P-value</i>	0,084	0,964	0,210	0,423	0,600	0,013
Cycles et Randonnées						
<i>Coeff</i>	0,022***	0,025***	0,009**	0,019***	0,016***	0,011**
<i>Ecart-type</i>	0,004	0,004	0,004	0,005	0,005	0,005
<i>P-value</i>	0,000	0,000	0,018	0,000	0,000	0,017

4.3 Des scénarios prospectifs

Cette section a vocation à être illustrative. Le tableau III.4 permet, à partir des coefficients résultant de l'estimation (Tableau III.3 pour les variables d'intérêt et Annexe 6.2. pour les variables de contrôle) de visualiser les prix d'enchères des acquéreurs de 30 à 45 ans pour chacune des CSP ¹. Pour cela, nous partons d'une situation de référence et nous observons comment des modifications de l'environnement forestier et de ses caractéristiques peuvent avoir un effet sur les CAP des individus.

La situation de référence est la suivante : il s'agit d'une transaction effectuée en 2008 pour une maison de $100m^2$ de plus de 5 ans avec un garage, une salle de bain, disposant à proximité (au sein de l'IRIS) d'une boulangerie, de commerces et d'un cinéma, le revenu médian de la commune est de 10 000 euros (moyenne de notre échantillon en euros constants). La gare, la zone d'emploi, l'école, l'hôpital, les commerces et le parc se trouvent à 15 minutes et le centre de Paris est à 45 minutes. Le temps de trajet moyen pour l'environnement forestier est de 10 minutes. Nous imaginons trois scénarios de modification de l'environnement forestier ² :

- Scénario 1 : les forêts sont à 20 minutes des logements ;
- Scénario 2 : les forêts sont uniformément dotées d'un label de protection supplémentaire ;
- Scénario 3 : les forêts sont désormais sans aucun aménagement de type pistes cyclables et chemins de randonnées.

On observe dans le Tableau III.4 que pour le même changement dans l'environnement forestier, l'augmentation du temps de trajet entre le logement et la forêt a un effet négatif sur le prix du logement quelle que soit la catégorie. Néanmoins, cet effet est plus important pour les cadres, les professions intermédiaires et les employés que pour les ménages de CSP "ouvriers". L'effet est très

¹Nous retenons ici les 30-45 ans du fait de leur importance au sein de notre échantillon et de leur rôle dans la théorie sur l'achat de bien immobilier.

²Ces scénarios sont fictifs. Ils ne sont pas basés sur une politique publique existante

TABLE III.4: Les prix/m² d'enchères calculés en euros constants et les taux de variation.

	Acquéreurs de 30 à 45 ans							
	Cadres		Prof.interm		Employés		Ouvriers	
	Prix	Tx var	Prix	Tx var	Prix	Tx var	Prix	Tx var
<i>référence</i>	1264		2219		1525		1237	
scénario 1	1245	-1,5	2181	-1,7	1495	-1,9	1235	-0,2
scénario 2	1274	0,8	2217	-0,1	1522	-0,2	1220	-1,4
scénario 3	1253	-0,8	2174	-2,0	1487	-2,5	1217	-1,7

différent lorsque l'on considère le scénario 2. L'effet calculé pour un label de protection supplémentaire est négatif pour une grande majorité de nos catégories (professions intermédiaires, employés et ouvriers), à l'exception des cadres pour lesquels l'effet est positif. Pour le scénario 3, défini par un environnement forestier sans pistes cyclables et chemins de randonnées, l'impact sur le prix d'enchères est négatif et prononcé pour les employés, les professions intermédiaires et les ouvriers; l'effet est moins net pour les cadres.

5 Conclusion et discussion

Mesurer l'hétérogénéité des préférences apparaît comme un enjeu majeur en termes d'aménagement du territoire et plus spécifiquement d'environnement forestier des populations périurbaines. La méthode des enchères permet ainsi de révéler qui valorise (selon le profil socio-économique) les services récréatifs forestiers.

L'ensemble des ménages, quel que soit le profil socio-économique étudié, semble valoriser les aspects récréatifs de la forêt mais pour des raisons différentes. Les ménages les plus aisés et de plus de 45 ans semblent valoriser l'espace forestier pour sa superficie ainsi que ses aménagements récréatifs de type "bases de loisirs". Ce résultat vient corroborer les conclusions de la littérature existante : le revenu, le niveau d'éducation et l'âge ont un impact significatif et positif sur le CAP pour la proximité avec les espaces forestiers (Baerenklau (2010), Abildtrup et al. (2013)).

L'effet des espaces de protection de la biodiversité en forêt est globalement moins significatif sauf pour les ménages de 30 à 45 ans de CSP "cadres et professions intellectuelles supérieures". Du côté des CSP les moins aisées, les résultats concernant les espaces de protection de la biodiversité sont significatifs mais de signe opposé à celui des CSP les plus aisées avec un coefficient négatif et significatif au seuil de 1% pour l'ensemble de ces derniers. Comme nous l'avons évoqué dans le chapitre II, les études sur la valeur des espaces naturels forestiers montrent généralement que l'impact de la biodiversité dans les espaces forestiers est positif sur le CAP des individus (Willis & Garrod (1993), Garrod & Willis (1997), Scarpa et al. (2000), Rulleau et al. (2010), Garcia et al. (2011), Abildtrup et al. (2013)). Néanmoins, dans ce travail, nous approchons la biodiversité par les espaces de protection. Dans ce cas, Shultz & King (2001) montrent par exemple un impact négatif des habitats faunistiques à haute qualité écologique des forêts (uniquement pour les habitats les plus vierges et les protégés) sur le prix du logement. Afin d'expliquer les résultats opposés entre les cadres et les ouvriers pour la proximité avec les espaces riches en biodiversité, des études montrent le lien entre le profil socio-économique et démographique des individus et leur intérêt pour la biodiversité. Cette littérature conclut qu'il existe un lien significatif et positif entre le revenu, la CSP, le niveau de diplôme (Kinzig et al. (2005), Strohbach et al. (2009), Simon et al. (2012), Shwartz et al. (2012)) et l'âge des individus (Shwartz et al., 2012) avec l'intérêt de ces derniers pour la biodiversité. Simon et al. (2012) montrent que ce sont les ménages caractérisés par un niveau socio-économique élevé (en termes de CSP et de revenu) qui dévoilent des préoccupations plus importantes pour la biodiversité et sa conservation. Nos résultats viennent corroborer ces conclusions.

L'effet sur le prix du logement des équipements récréatifs de type chemins de randonnées et pistes cyclables est significatif et positif pour l'ensemble des catégories. Cependant, le coefficient est plus important pour les ménages de CSP "profession intermédiaire" et "ouvrier" et de moins de 30 ans. Les ménages les plus jeunes et les moins aisés semblent donc donner la priorité aux itinéraires récréatifs de types pistes cyclables et chemins de randonnées.

Pour conclure, trois grands résultats ressortent de notre étude :

- Si la forêt est appréhendée comme lieu de verdure et d'aménités en général (surface), l'environnement forestier est valorisé par les classes aisées et les personnes de plus de 45 ans ;
- Si la forêt est appréhendée par ses qualités écologiques (zones de protection d'une biodiversité remarquable), l'environnement forestier est peu voire n'est pas valorisé par l'ensemble des classes les moins aisées mais il est considéré par une partie des "cadres et professions intellectuelles supérieures" ;
- Si la forêt est appréhendée comme un espace de loisir (cycles et randonnées), l'environnement forestier est valorisé par tous (excepté les cadres de plus de 45 ans) et plus particulièrement les classes les moins aisées et les populations les plus jeunes.

Les résultats de ce chapitre permettent d'éclaircir un peu plus la question du rapport à la forêt dans les espaces urbain et périurbain et révèlent des formes de rapports à l'environnement forestier et à ses services récréatifs originales et hétérogènes.

6 Annexe

6.1 La moyenne des variables par catégorie d'acheteurs

TABLE III.5: La moyenne des variables par catégorie d'acheteurs

Variables	Cadres et Prof. Intellect. Sup.			Professions intermédiaires		
	< 30 ans	30 à 45 ans	> 45 ans	< 30 ans	30 à 45 ans	> 45 ans
Nbre Obs	1126	2994	3283	3869	6229	5039
Prix/m ²	1907,92	1892,66	1944,48	1868,56	1815,05	1837,13
Surface	81,90	110,19	111,65	73,94	97,15	99,41
Garage	0,89	0,96	1,00	0,83	0,90	0,92
Salle de bain	1,16	1,39	1,44	1,09	1,27	1,31
Ancienneté (> 5 ans)	0,88	0,89	0,87	0,91	0,91	0,91
Maison	0,51	0,79	0,72	0,48	0,75	0,70
Boulangerie	0,31	0,29	0,30	0,37	0,30	0,31
Commerces	0,90	0,82	0,97	1,02	0,84	0,92
Cinéma	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02
Revenu Médian	10974,85	11307,72	11045,39	10785,07	11093,94	10898,43
Temps Gare	3,95	4,06	4,36	4,48	4,66	4,54
Transp. en commun pour Paris	49,52	51,40	53,31	50,70	52,02	52,88
Temps zone d'emploi	13,99	14,30	13,56	14,30	14,87	14,32
Temps école supérieure	5,46	5,86	5,71	5,88	6,45	6,19
Temps Hôpitaux	2,19	2,25	2,17	2,26	2,47	2,30
Temps Commerces	2,85	2,94	3,11	3,05	3,43	3,28
Temps parcs	8,34	8,54	8,99	8,93	9,24	9,35
Surface des forêts	122,30	130,15	134,90	116,28	121,04	125,38
Labels et Noyaux	23,56	24,33	24,94	22,91	23,24	23,85
Base Loisirs	1,81	1,75	1,73	1,72	1,67	1,69
Randonnées et Cycles	12,88	12,62	12,36	12,82	12,64	12,47

Variables	Employés			Ouvriers		
	< 30 ans	30 à 45 ans	> 45 ans	< 30 ans	30 à 45 ans	> 45 ans
Nbre Obs	3039	4143	3507	1672	2388	2065
Prix/m ²	1842,24	1766,97	1777,34	1730,78	1653,45	1708,02
Surface	69,60	91,73	90,66	73,89	91,31	90,00
Garage	0,81	0,89	0,90	0,76	0,85	0,84
Salle de bain	1,08	1,22	1,23	1,06	1,17	1,18
Ancienneté (> 5 ans)	0,91	0,91	0,92	0,95	0,95	0,94
Maison	0,44	0,71	0,66	0,58	0,80	0,76
Boulangerie	0,38	0,31	0,36	0,34	0,29	0,29
Commerces	1,02	0,82	0,98	0,89	0,74	0,89
Cinéma	0,03	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02
Revenu Médian	10616,40	10947,31	10785,72	10589,43	10794,86	10585,71
Temps Gare	4,68	4,83	4,59	5,26	5,39	5,21
Transp. en commun pour Paris	51,13	52,23	52,82	53,78	54,52	54,52
Temps zone d'emploi	14,46	14,60	14,39	15,55	15,43	14,85
Temps école supérieure	6,32	6,61	6,25	7,19	7,29	7,00
Temps Hôpitaux	2,28	2,42	2,26	2,59	2,65	2,50
Temps Commerces	3,22	3,50	3,34	3,91	3,96	3,71
Temps parcs	9,59	9,69	9,35	10,61	10,59	10,38
Surface des forêts	113,23	116,75	121,81	113,34	116,41	116,39
Labels et Noyaux	22,59	22,97	23,43	22,40	22,37	22,95
Base Loisirs	1,67	1,65	1,67	1,58	1,53	1,60
Randonnées et Cycles	12,71	12,68	12,47	12,30	12,16	12,22

6.2 Les résultats de la méthode des enchères pour les variables de contrôle

TABLE III.6: Les résultats de la méthode des enchères pour les variables de contrôle

Variables	Cadres et Prof. Intellect. Sup.			Prof. intermédiaires		
	< 30 ans	30 à 45 ans	> 45 ans	< 30 ans	30 à 45 ans	> 45 ans
Constante						
<i>Coeff</i>	1,545*	-0,970	-0,024*	4,885***	2,719***	3,831***
<i>Ecart-type</i>	0,944	0,662	0,635	0,640	0,534	0,561
2001 (ref)						
2002						
<i>Coeff</i>	0,022	0,102**	0,087**	0,036	0,075**	0,084**
<i>Ecart-type</i>	0,057	0,042	0,041	0,039	0,033	0,035
2003						
<i>Coeff</i>	0,092	0,177***	0,158***	0,161***	0,175***	0,141***
<i>Ecart-type</i>	0,056	0,041	0,040	0,038	0,033	0,034
2004						
<i>Coeff</i>	0,225***	0,330***	0,315***	0,220***	0,282***	0,215***
<i>Ecart-type</i>	0,053	0,039	0,038	0,037	0,031	0,033
2005						
<i>Coeff</i>	0,304***	0,427***	0,382***	0,391***	0,467***	0,384***
<i>Ecart-type</i>	0,055	0,039	0,039	0,036	0,031	0,033
2006						
<i>Coeff</i>	0,498***	0,571***	0,510***	0,501***	0,579***	0,503***
<i>Ecart-type</i>	0,055	0,041	0,040	0,038	0,032	0,034
2007						
<i>Coeff</i>	0,566***	0,593***	0,584***	0,566***	0,611***	0,575***
<i>Ecart-type</i>	0,054	0,041	0,039	0,037	0,032	0,034
2008						
<i>Coeff</i>	0,558***	0,563***	0,582***	0,502***	0,558***	0,598***
<i>Ecart-type</i>	0,057	0,044	0,042	0,040	0,035	0,036
Surface (log)						
<i>Coeff</i>	-0,331***	0,098***	0,039	-0,644***	-0,226***	-0,196***
<i>Ecart-type</i>	0,041	0,033	0,030	0,028	0,025	0,026
Nbre de garages (log)						
<i>Coeff</i>	0,125***	0,138***	0,261***	0,085***	0,134***	0,171***
<i>Ecart-type</i>	0,043	0,031	0,030	0,029	0,025	0,026
Nbre de salles de bain (log)						
<i>Coeff</i>	-0,068	0,298***	0,640***	-0,224***	0,123***	0,400***
<i>Ecart-type</i>	0,083	0,053	0,052	0,060	0,045	0,047
Ancienneté (> 5 ans)						
<i>Coeff</i>	-0,241***	-0,387***	-0,484***	-0,084**	-0,195***	-0,232***
<i>Ecart-type</i>	0,046	0,035	0,032	0,034	0,029	0,030

Variables	Cadres et Prof. Intellect. Sup.			Prof. intermédiaires		
	< 30 ans	30 à 45 ans	> 45 ans	< 30 ans	30 à 45 ans	> 45 ans
Maison						
<i>Coeff</i>	-0,090*	0,266***	0,043	-0,053**	0,311***	0,148***
<i>Ecart-type</i>	0,039	0,030	0,029	0,026	0,023	0,025
Boulangerie						
<i>Coeff</i>	-0,045	-0,022	-0,044***	0,000	-0,016	-0,030**
<i>Ecart-type</i>	0,023	0,017	0,016	0,014	0,013	0,013
Supermarché						
<i>Coeff</i>	0,011	0,026***	0,047***	0,003	0,020***	0,028***
<i>Ecart-type</i>	0,010	0,007	0,006	0,006	0,006	0,006
Cinéma						
<i>Coeff</i>	-0,037	0,114	0,157**	0,126**	0,078	0,019
<i>Ecart-type</i>	0,109	0,077	0,072	0,064	0,059	0,064
Revenu médian (commune)						
<i>Coeff</i>	0,588***	0,632***	0,536***	0,425***	0,423***	0,263***
<i>Ecart-type</i>	0,099	0,070	0,067	0,067	0,056	0,059
Temps pour la gare						
<i>Coeff</i>	-0,007	-0,011***	0,003	0,002	-0,003	-0,004
<i>Ecart-type</i>	0,005	0,004	0,003	0,003	0,003	0,003
Temps pour Paris en train						
<i>Coeff</i>	-0,007***	-0,006***	-0,001	-0,004***	-0,005***	-0,002**
<i>Ecart-type</i>	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Temps pour la zone d'emploi						
<i>Coeff</i>	0,002	0,003**	0,000	0,003**	0,004***	0,002**
<i>Ecart-type</i>	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Temps pour les lycées						
<i>Coeff</i>	-0,008	-0,008**	-0,015***	-0,007**	-0,003	-0,004
<i>Ecart-type</i>	0,005	0,004	0,004	0,003	0,003	0,003
Temps pour l'hôpital						
<i>Coeff</i>	0,012	-0,010	-0,024***	0,012*	0,008	-0,008
<i>Ecart-type</i>	0,010	0,007	0,007	0,006	0,005	0,006
Temps pour la zone commerciale						
<i>Coeff</i>	-0,004	-0,014***	0,002	-0,004	-0,003	-0,006
<i>Ecart-type</i>	0,006	0,004	0,004	0,004	0,003	0,003
Temps pour le parc public						
<i>Coeff</i>	-0,002	-0,004	-0,002	-0,005*	-0,007***	-0,001
<i>Ecart-type</i>	0,004	0,003	0,003	0,002	0,002	0,002

Variables	Employés			Ouvriers		
	< 30 ans	30 à 45 ans	> 45 ans	< 30 ans	30 à 45 ans	> 45 ans
Constante						
<i>Coeff</i>	7,315***	4,221***	5,511***	8,260***	7,160***	8,759***
<i>Ecart-type</i>	0,707	0,600	0,629	0,868	0,733	0,760
2001 (ref)						
2002						
<i>Coeff</i>	0,045	0,058	0,053	-0,012	0,086**	0,072
<i>Ecart-type</i>	0,043	0,037	0,038	0,050	0,042	0,046
2003						
<i>Coeff</i>	0,130***	0,172***	0,100***	0,058	0,118***	0,103**
<i>Ecart-type</i>	0,042	0,036	0,038	0,049	0,042	0,046
2004						
<i>Coeff</i>	0,245***	0,278***	0,198***	0,127***	0,182***	0,204***
<i>Ecart-type</i>	0,040	0,035	0,036	0,048	0,041	0,044
2005						
<i>Coeff</i>	0,417***	0,409***	0,276***	0,294***	0,282***	0,349***
<i>Ecart-type</i>	0,040	0,035	0,037	0,047	0,042	0,044
2006						
<i>Coeff</i>	0,504***	0,480***	0,410***	0,433***	0,424***	0,466***
<i>Ecart-type</i>	0,041	0,036	0,038	0,048	0,043	0,045
2007						
<i>Coeff</i>	0,534***	0,554***	0,522***	0,481***	0,490***	0,577***
<i>Ecart-type</i>	0,041	0,036	0,037	0,048	0,043	0,044
2008						
<i>Coeff</i>	0,494***	0,493***	0,482***	0,534***	0,419***	0,507***
<i>Ecart-type</i>	0,044	0,039	0,040	0,051	0,047	0,048
Surface (log)						
<i>Coeff</i>	-0,770***	-0,347***	-0,403***	-0,721***	-0,487***	-0,536***
<i>Ecart-type</i>	0,030	0,028	0,029	0,036	0,034	0,034
Nbre de garages (log)						
<i>Coeff</i>	0,086***	0,147***	0,232***	0,044	0,155***	0,168***
<i>Ecart-type</i>	0,031	0,028	0,029	0,037	0,033	0,035
Nbre de salles de bain (log)						
<i>Coeff</i>	-0,106	0,073	0,193***	-0,336***	-0,125**	0,020
<i>Ecart-type</i>	0,067	0,052	0,054	0,079	0,062	0,065
Ancienneté (> 5 ans)						
<i>Coeff</i>	-0,061***	-0,169***	-0,122***	0,053	-0,011	-0,066
<i>Ecart-type</i>	0,037	0,033	0,035	0,052	0,046	0,046

Variables	Employés			Ouvriers		
	< 30 ans	30 à 45 ans	> 45 ans	< 30 ans	30 à 45 ans	> 45 ans
Maison						
<i>Coeff</i>	-0,080***	0,268***	0,201***	0,143***	0,552***	0,500***
<i>Ecart-type</i>	0,028	0,026	0,027	0,035	0,033	0,034
Boulangerie						
<i>Coeff</i>	-0,001	-0,009	0,005	0,004	0,002	-0,041**
<i>Ecart-type</i>	0,015	0,014	0,014	0,019	0,017	0,019
Supermarché						
<i>Coeff</i>	-0,008	0,002	0,021***	-0,013	-0,007	0,014*
<i>Ecart-type</i>	0,007	0,006	0,006	0,009	0,008	0,008
Cinéma						
<i>Coeff</i>	0,082	0,043	-0,076	-0,003	-0,049	-0,082
<i>Ecart-type</i>	0,069	0,066	0,075	0,087	0,084	0,087
Revenu médian (commune)						
<i>Coeff</i>	0,204***	0,311***	0,178***	0,026	0,029	-0,149*
<i>Ecart-type</i>	0,074	0,063	0,066	0,091	0,077	0,080
Temps pour la gare						
<i>Coeff</i>	-0,004	-0,003	-0,006*	-0,004	-0,001	-0,004
<i>Ecart-type</i>	0,004	0,003	0,003	0,004	0,004	0,004
Temps pour Paris en train						
<i>Coeff</i>	-0,004***	-0,004***	-0,001	0,000	0,000	0,000
<i>Ecart-type</i>	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Temps pour la zone d'emploi						
<i>Coeff</i>	0,002	0,001	0,003*	0,007***	0,005***	0,004*
<i>Ecart-type</i>	0,002	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002
Temps pour les lycées						
<i>Coeff</i>	0,005	0,004	-0,002	0,002	-0,003	0,001
<i>Ecart-type</i>	0,003	0,003	0,003	0,004	0,004	0,004
Temps pour l'hôpital						
<i>Coeff</i>	0,010	-0,004	-0,014**	0,021***	0,008	0,001
<i>Ecart-type</i>	0,007	0,006	0,006	0,008	0,007	0,007
Temps pour la zone commerciale						
<i>Coeff</i>	-0,007*	-0,008*	0,001	-0,005	-0,008**	-0,010***
<i>Ecart-type</i>	0,004	0,003	0,004	0,004	0,004	0,004
Temps pour le parc public						
<i>Coeff</i>	0,001	-0,001	-0,006**	0,001	-0,002	0,001
<i>Ecart-type</i>	0,003	0,002	0,002	0,003	0,003	0,003

Préambule au chapitre IV

Après deux chapitres d'analyse empirique qui ont permis de mettre en lumière la valeur des services récréatifs forestiers sous l'angle de l'environnement forestier global, nous abordons dans ce quatrième chapitre la question des aménités multi-sites dans la spécification des modèles de prix hédoniques et d'analyse spatiale du choix de localisation des ménages.

Nous montrons dans les chapitres II et III que l'approche par environnement global apporte des résultats distincts à la littérature existante sur la valorisation des aménités environnementales qui considère la distance l'aménité la plus proche. Ainsi, grâce à un modèle théorique, nous tentons de concilier l'approche spatiale d'Alonso, avec l'accessibilité à une aménité multi-sites, dans les modèles hédoniques d'évaluation environnementale de Rosen. Nous proposons de construire un indice de qualité récréative des forêts afin d'estimer la préférence des ménages pour la diversité d'aménités. Ensuite, nous introduisons cette préférence dans un modèle théorique afin de simuler le prix implicite de l'aménité "forêt" pour deux spécifications du modèle : la première considérant la seule forêt la plus proche et la seconde incluant la diversité forestière.

Chapitre IV

Accessibilité à une aménité multi-sites et évaluation environnementale hédonique : Comment concilier Rosen et Alonso ?

Ce chapitre est le fruit d'un travail co-réalisé avec
Marc Baudry et Lionel Ragot.

Résumé

La pratique standard de la méthode des prix hédoniques consiste à calculer la distance à l'aménité la plus proche et à estimer son impact sur le prix du logement. Néanmoins, lorsque l'aménité est multi-sites, et implique un coût de transport pour en bénéficier, la distance au site le plus proche n'est pas nécessairement la plus pertinente. En effet, face à plusieurs forêts, définies par des conditions d'accessibilité et des niveaux de qualité hétérogènes en termes de services récréatifs, chaque individu choisit les sites sur lesquels il souhaite se rendre ainsi que la fréquence de ses visites. Il existe donc un goût plus ou moins prononcé pour la diversité d'aménités forestières. A cet effet, ce travail suggère de greffer sur la modélisation traditionnelle des prix hédoniques de Rosen (1974) une dimension explicitement spatiale au choix de localisation des ménages tel que défini par la théorie d'Alonso (1964). L'apport de cette étude est double. D'abord, elle fournit une modélisation cohérente du choix de localisation des ménages avec le choix des sites et la fréquence à laquelle ils les visitent. Deuxièmement, elle montre que le fait de ne pas considérer cette approche multi-sites peut générer un biais dans l'estimation du prix implicite de l'aménité et, par suite un biais dans l'évaluation de l'aménité.

Mots-clé : *prix hédoniques, approche spatiale, forêt, indice de qualité récréative, modélisation*

Abstract

The basic practice of the hedonic price method is to compute the distance to the nearest amenity and estimate its impact on housing prices. However, when the amenity is multi-site, and involves transport costs to reach it, the distance to the nearest site is not necessarily the most relevant variable. In the case of multi-sites forests, defined by heterogeneous conditions of accessibility and different quality levels in terms of recreational services, each household chooses which sites they visit and its frequency. Preferences differ a lot for the diversity of forest amenities. For this purpose, this paper suggests introducing a spatial dimension in the spirit of Alonso (1964) in the traditional hedonic price model proposed by Rosen (1974). It first develops a consistent modelling of the choice of localization of households and the choice of the sites they visit and at which frequency. Second, it shows that if this multi-sites approach is not considered, a bias in the estimation of the implicit price of the amenity and therefore a bias in the assessment of the amenity can be generated.

Keywords : *hedonic price ; spatial approach ; forest ; recreational quality index ; modelisation*

1 Introduction

La méthode des prix hédoniques est couramment utilisée pour évaluer la valeur des aménités environnementales. Il existe une vaste littérature empirique qui intègre les avancées récentes en économétrie et plus particulièrement en économétrie spatiale. La mise en œuvre de ces techniques a bénéficié du développement des systèmes d'information géographique (SIG), qui fournissent simultanément des informations détaillées sur la localisation des logements et sur leur environnement. La pratique standard (cf. chapitre II, Tyrvainen & Miettinen (2000), Irwin (2002), Cavailhès et al. (2009), etc.) consiste à calculer et à estimer la distance à l'aménité la plus proche. Néanmoins, lorsque l'aménité est multi-sites, et implique un coût de transport pour en bénéficier, la distance au site le plus proche n'est pas nécessairement la plus pertinente. En effet, face à plusieurs sources d'aménités, définies par des conditions d'accessibilité et des niveaux de qualité hétérogènes (en termes de fourniture d'équipements récréatifs par exemple), chaque individu choisit les sites sur lesquels il souhaite se rendre ainsi que la fréquence de ses visites. Il existe donc un goût/des préférences plus ou moins prononcé/es pour la diversité d'aménités. Ce système de choix est beaucoup plus complexe que celui communément allégué qui prend uniquement en compte la distance au site le plus proche. Un exemple typique est l'accessibilité aux parcs naturels et aux forêts à proximité de zones densément urbanisées.

L'apport de cette étude est double. D'abord, elle fournit une modélisation cohérente du choix de localisation des ménages avec le choix des sites et la fréquence à laquelle ils les visitent. Deuxièmement, elle montre que le fait de ne pas considérer cette approche multi-sites peut générer un biais dans l'estimation du prix implicite de l'aménité et, par suite un biais dans l'évaluation de l'aménité.

A cet effet, ce travail suggère de greffer sur la modélisation traditionnelle des prix hédoniques de Rosen (1974) une dimension explicitement spatiale au choix de localisation des ménages telle que définie par la théorie d'Alonso (1964). En effet,

l'approche des prix hédoniques ne traite pas explicitement l'accessibilité. Cette dernière nécessite d'introduire des frais de transport dans la contrainte budgétaire des ménages, comme observé dans l'approche spatiale. D'un autre côté, dans l'approche spatiale, l'analyse du choix de localisation est restreinte à l'accessibilité à un seul "centre d'emploi" (nommé "Central Business District", CBD, selon la théorie d'Alonso (1964)). De plus, sauf dans certains cas (Brueckner et al. (1999), Homans & Marshall (2008), Wu (2006, 2010)), l'approche spatiale ne tient pas compte des aménagements et aménités urbaines et suppose que l'espace est une "plaine sans relief". Les aménités étant par essence multi-sites, elles induisent une hétérogénéité de l'espace étudié.

Une application à la valorisation des forêts du département de la Seine-et-Marne est proposée. Nous utilisons des données géoréférencées pour intégrer dans le modèle des informations sur les prix de l'immobilier (à l'échelle statistique de l'IRIS), les distances aux "centres d'emploi" et aux forêts et les différentes caractéristiques des forêts. Les informations concernant les propriétés récréatives des forêts sont regroupées en un indice de qualité grâce à une analyse en composantes principales. Nous estimons une fonction de prix hédoniques afin de trouver le paramètre de préférence pour la diversité, intégré par la suite au modèle théorique simulé.

En utilisant une version calibrée du modèle, nous générons un échantillon aléatoire de données en univers parfaitement contrôlé. Le fait de contrôler le processus générateur de données est fondamental. Il permet d'imputer sans ambiguïté les biais dans l'évaluation du prix implicite de l'aménité au seul écart de spécification de la distance.

Le modèle est simulé sur les données évoquées ci-dessus pour deux spécifications de la distance aux forêts : la distance à la forêt la plus proche et la distance à plusieurs forêts représentant la diversité forestière des ménages. Nous montrons ainsi que l'utilisation de la distance au site le plus proche au lieu de l'indice d'ac-

cessibilité génère un biais statistiquement significatif de spécification du modèle et un prix implicite de l'aménité "forêt" surestimé.

La zone d'emploi est l'échelle d'étude privilégiée pour ce chapitre car c'est celle qui se rapproche le plus d'une délimitation cohérente du marché de l'immobilier résidentiel. Comme nous l'avons déjà évoqué dans le chapitre I, la zone d'emploi "est un espace géographique à l'intérieur duquel la plupart des actifs résident et travaillent, et dans lesquels les établissements peuvent trouver l'essentiel de la main d'œuvre nécessaire pour occuper les emplois offerts" (définition INSEE, 2010). De plus, elle est définie à partir de la base des flux de mobilité qui dénombre les déplacements domicile-lieu de travail entre communes (INSEE – base "Flux de mobilité", 2010). Ces flux sont comptabilisés à partir d'un seuil supérieur ou égal à 100 personnes.

Afin de simplifier l'expression de nos démonstrations et de nos analyses, nous parlons de zones urbaines, comme une unité de base géographique, sur lesquelles des ménages résident, dans ce cas définie comme la zone de résidence, et sur lesquelles des ménages travaillent (pouvant être distincts des premiers), définie comme la zone d'emploi.

Dans une première section nous présentons le modèle théorique. Les sections 2 et 3 présentent respectivement les données du modèle et l'analyse économétrique visant à estimer le paramètre de préférence pour la diversité. Enfin, dans une quatrième section, nous discutons des résultats et nous concluons.

2 Le modèle théorique

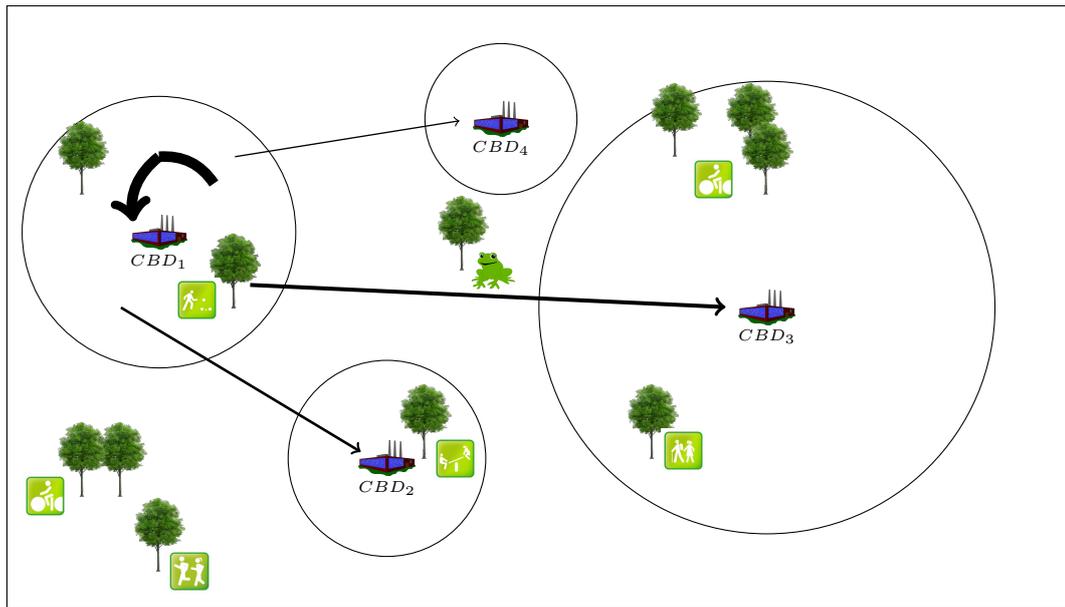
2.1 La structure spatiale

Nous considérons un territoire sur lequel sont localisées des zones urbaines qui, en plus d'être des zones résidentielles, constituent également des zones d'emploi, ainsi

que des forêts offrant des activités récréatives diverses. Chacune des zones urbaines est représentée par un disque et constitue un marché immobilier indépendant. Elles peuvent avoir des surfaces différentes. Outre l'existence d'un "centre d'emploi" (le Central Business district, CBD) dans chaque zone urbaine, où sont localisés tous les emplois de la zone et qui constitue le centre du disque, la propriété isotropique des disques retenue dans les analyses "à la Alonso" est ici relâchée pour deux motifs :

1. Les forêts constituent des sources d'aménités hétérogènes (différenciées selon leur qualité récréative). Elles peuvent être situées au sein des zones urbaines ou en dehors. Le résident d'une zone peut potentiellement visiter chacune des forêts, qu'elles soient situées dans la zone dans laquelle il réside ou non ;
2. Les résidents d'une zone urbaine donnée, s'ils travaillent très majoritairement au sein de cette zone (par définition d'une zone d'emploi selon l'INSEE) peuvent également travailler dans un autre CBD. Un individu a une seule localisation de travail.

Les résidents d'une zone sont donc éventuellement amenés à effectuer des déplacements en dehors de leur zone de résidence pour aller travailler où visiter une forêt. La Figure (IV.1) illustre une telle structure spatiale, avec les flèches qui représentent les déplacements liés au travail au sein de la zone urbaine 1 et au départ de cette zone vers les autres zones urbaines, ainsi que leur volume (épaisseur du trait en fonction de l'importance du flux de mobilité résidence/travail). Seuls les déplacements domicile/travail au départ de la zone urbaine 1 ont été représentés dans cette figure (pour l'alléger), mais il y a en réalité de tels déplacements de chaque zone urbaine vers les autres. De même, toujours pour alléger la figure, nous n'avons pas représenté les déplacements domicile/forêts.

FIGURE IV.1: *La structure spatiale*

Nous faisons l'hypothèse que seule une partie (exogène) de la surface au sein d'une zone est réellement allouée au foncier résidentiel¹. Cette fraction est répartie de manière homogène sur le disque. L'espace restant est dévolu au foncier d'entreprise ou au foncier agricole (activités qui ne sont pas prises en compte dans le modèle).

La présence des sources d'aménités excentrées, et le fait que certains résidents travaillent dans un CBD autre que celui de leur zone de résidence, nécessitent de raisonner en coordonnées polaires et non plus seulement en termes de distance au CBD de la zone de résidence. En effet, deux points de l'espace qui sont à équidistance du CBD ne le sont pas nécessairement de la même forêt. La distance au CBD n'est donc plus la seule source d'hétérogénéité de l'espace. Le CBD de la zone urbaine dans lequel réside le ménage sert de référentiel pour la localisation de tout bien foncier de la zone ainsi que pour la localisation de chaque site source d'aménité (dans ou hors de la zone urbaine) et pour la localisation des

¹Cette hypothèse n'est pas en soi nécessaire dans l'élaboration du modèle théorique, elle facilite le calibrage du modèle sur les données présentées dans la section suivante et sa résolution numérique.

CBD des autres zones. Chaque zone urbaine constitue par hypothèse un marché immobilier indépendant, l'équilibre du marché foncier d'une zone urbaine sera déterminé indépendamment de l'équilibre du marché foncier des autres zones urbaines présentes sur le territoire. Cela implique que l'identification de l'espace pour résoudre l'équilibre du marché foncier d'une zone urbaine peut-être différent de celui utilisé pour définir cet équilibre pour une autre zone urbaine.

Ainsi, pour une zone urbaine donnée, tout point de l'espace est identifié d'une part par, l'angle θ exprimé en radians et prenant sa valeur entre 0 et 2π , mesuré à partir d'un axe horizontal est-ouest passant par le CBD et, d'autre part, par la distance r au CBD. Les coordonnées polaires d'une localisation i sont ainsi notées $\{\theta_i, r_i\}$. Ce principe est illustré par la Figure IV.2.

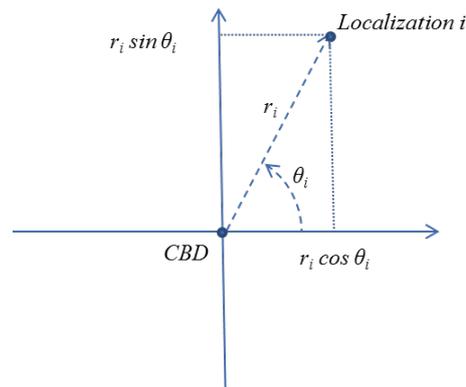


FIGURE IV.2: Les coordonnées polaires d'une localisation i

On en déduit, la distance euclidienne séparant le point i de localisation (θ_i, r_i) du point j de coordonnées polaires (θ_j, r_j) :

$$d_{(\theta_i, r_i), (\theta_j, r_j)} = \sqrt{(r_i \cos \theta_i - r_j \cos \theta_j)^2 + (r_i \sin \theta_i - r_j \sin \theta_j)^2}$$

2.2 Le programme des ménages

Les ménages sont supposés homogènes à la fois en termes de préférences et de revenus. Nous supposons que pour des raisons exogènes (par exemple familiales) les

ménages sont affectés à une zone urbaine pour y résider. Ils ne choisissent pas de manière optimale leur lieu de résidence en fonction de leur préférence et de leur lieu de travail (effectif ou potentiel). De plus, nous supposons qu'au moment de choisir son lieu de résidence au sein d'une zone urbaine (pré-affectée), un ménage ne le détermine pas en fonction d'un lieu de travail unique, mais selon une distribution de probabilités du lieu de travail, conditionnelle à sa zone urbaine. Cela revient à considérer que, s'il a déjà un emploi, chaque ménage intègre la possibilité d'être amené à changer d'emploi prochainement et donc de choisir son lieu de résidence en fonction de cette distribution de probabilité propre à sa zone de résidence. Et s'il n'a pas encore d'emploi, il fait ce choix en fonction des probabilités d'avoir un emploi dans chacun des CBD du territoire. On note $p_{h,w}$ la probabilité de travailler dans le CBD de la zone urbaine w , lorsque l'on réside dans la zone urbaine h , avec $h, w = 1, \dots, \xi$ où ξ est le nombre de zones urbaines dans le territoire. On a nécessairement $\sum_{w=1}^{\xi} p_{h,w} = 1$ pour chaque zone urbaine h et $p_{h,h}$ qui est la probabilité la plus élevée (et supérieure à 0,5 par définition d'une zone d'emploi).

Un ménage retire une satisfaction U de la consommation d'un bien agrégat en quantité Z qui est le numéraire (son prix est normalisé à 1), de l'utilisation d'une surface S de bien foncier et d'un nombre de visites à une aménité multi-sites (les forêts) dont le bénéfice ne peut être perçu qu'en se déplaçant jusqu'à la source de l'aménité. Le coût de transport aller/retour sur une unité de distance est noté c , il est constant quelle que soit la nature du déplacement effectué (domicile/travail ou domicile/forêt) et quelle que soit la zone urbaine considérée. Le revenu Y de l'agent résulte de son travail dont l'offre est fixe et qui nécessite de se déplacer à l'un des CBD. Le nombre de trajets domicile/travail est donné (exogène), le même pour tous les ménages, et est représenté par t . En notant $\bar{d}_{i,w}$ la distance qui sépare le lieu du domicile localisé² en i (avec $i = \{\theta_i, r_i\}$) du lieu de travail, localisé en $w = \{\theta_w, r_w\}$, on peut exprimer le revenu net des coûts de transports

²Comme indiqué précédemment, nous raisonnons pour l'instant avec un lieu de travail donné. Nous reviendrons plus loin sur la distribution de probabilité du lieu de travail.

domicile/travail : $Y - ct \bar{d}_{i,w}$.

Les préférences sont représentées par une fonction d'utilité emboîtée comme définie par Dixit & Stiglitz (1977) :

$$U(Q, S, Z) = Q^\beta S^\gamma Z^\delta \quad (\text{IV.1})$$

avec $\beta, \gamma, \delta \in]0, 1[$ et $\beta + \gamma + \delta = 1$ et $Q = \left(\sum_{m=1}^M (q_m v_m)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}$ où q_m et v_m sont, respectivement, la qualité récréative de la forêt m et le nombre de visites effectués par le ménage à cette forêt. Le nombre total de forêts présentes sur le territoire est M . Q est donc un indice de la qualité récréative des forêts pondérée par le nombre de visites effectuées par le ménage, et σ mesure la substituabilité entre les différentes forêts.

En posant R_i le prix au m^2 du logement situé en i et X_i un indice de la distance parcourue par le ménage pour bénéficier des aménités multi-sites, la contrainte budgétaire du ménage, localisé en i et travaillant en w s'écrit :

$$Z + R_i S + c X_i Q = Y - ct \bar{d}_{i,w} \quad (\text{IV.2})$$

Les choix optimaux du ménage peuvent être déterminés en deux étapes. Dans une première étape, il maximise son utilité $U(Q, S, Z)$ sous la contrainte budgétaire (IV.2). On en déduit les valeurs optimales de Q , S et Z . Dans la deuxième étape, compte tenu de la valeur optimale de Q , le ménage détermine le nombre optimal de visites pour chaque site forestier.

La résolution du programme de la première étape donne les quantités optimales de Q , S et Z (conditionnelles à la localisation i et au lieu de travail w) suivantes :

$$Q_i^* = \frac{\beta}{\beta + \gamma + \delta} \left(\frac{Y - ct \bar{d}_{i,w}}{c X_i} \right) \quad (\text{IV.3})$$

$$S_i^* = \frac{\gamma}{\beta + \gamma + \delta} \left(\frac{Y - ct \bar{d}_{i,w}}{R_i} \right) \quad (\text{IV.4})$$

$$Z_i^* = \frac{\delta}{\beta + \gamma + \delta} (Y - ct \bar{d}_{i,w}) \quad (\text{IV.5})$$

Après en remplaçant les valeurs de Q , S et Z dans l'équation (IV.1) par leurs valeurs optimales, on obtient l'utilité indirecte U_{iw}^* conditionnelle à la localisation de résidence en i et au travail en w . On calcule ensuite l'espérance d'utilité indirecte, conditionnelle à la seule localisation de la résidence en i au sein de la zone urbaine (mais plus à la localisation de l'emploi en w) :

$$E_w [U_i^*] \sum_{w=1}^W P_{hw} K (Y - ct \bar{d}_{i,w}) R_i^{-\gamma} (c X_i)^{-\beta} \quad (\text{IV.6})$$

$$\text{avec } K = \left(\frac{\beta}{\beta + \gamma + \delta} \right)^\beta \left(\frac{\gamma}{\beta + \gamma + \delta} \right)^\gamma \left(\frac{\delta}{\beta + \gamma + \delta} \right)^\delta.$$

Compte tenu du fait que le ménage connaît la distribution de probabilités des emplois et que la fonction est homogène de degré 1 par rapport au revenu net des coûts de transport domicile/travail, cette espérance d'utilité est équivalente à l'utilité évaluée avec l'espérance des coûts de transport domicile/travail (égale à $ct \sum_{w=1}^W p_{h,w} d_{i,w}$). Propriété utilisée par la suite, on notera donc plus simplement :

$$U_i^* = K \left(Y - ct \sum_{w=1}^W p_{h,w} d_{i,w} \right) R_i^{-\gamma} (c X_i)^{-\beta} \quad (\text{IV.7})$$

À partir des résultats de cette première étape, on peut écrire la (sous) contrainte budgétaire des déplacements associés aux visites des sites forestiers. En effet, on doit vérifier, en posant $x_{i,m}$ la distance euclidienne entre la localisation i et le site forestier m :

$$c \sum_{m=1}^M x_{i,m} v_m = c X_i Q_i^* = C_i \quad (\text{IV.8})$$

qui peut s'écrire également :

$$c \sum_{m=1}^M x_{i,m} v_m = c X_i \frac{\beta}{\beta + \gamma + \delta} \left(\frac{Y - ct \sum_{w=1}^W p_{h,w} d_{i,w}}{c X_i} \right) \quad (\text{IV.9})$$

$$= \frac{\beta}{\beta + \gamma + \delta} \left(Y - ct \sum_{w=1}^W p_{h,w} d_{i,w} \right) = C_i \quad (\text{IV.10})$$

Le ménage, conditionnellement au lieu de localisation i , détermine alors le nombre optimal de visites pour chaque site forestier en résolvant le programme suivant :

$$\begin{cases} \max_{v_m} \left(\sum_{m=1}^M (q_m v_m)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \\ \text{sc. } c \sum_{m=1}^M x_{i,m} v_m = C_i \end{cases} \quad (\text{IV.11})$$

Pour chaque m , la condition du premier ordre s'écrit :

$$v_m = (\lambda c x_{i,m})^{-\sigma} q_m^{\sigma-1} Q_i \quad (\text{IV.12})$$

avec λ le multiplicateur de Lagrange.

En combinant l'équation (IV.12) avec la contrainte budgétaire du programme (IV.11), on obtient :

$$Q_i \lambda^{-\sigma} = \frac{C_i}{\sum_{m=1}^M \left(\frac{c x_{i,m}}{q_m} \right)^{1-\sigma}} \quad (\text{IV.13})$$

Après remplacement dans (IV.12), on en déduit le nombre optimal de visites pour chaque site m :

$$v_m = \frac{C_i (c x_{i,m})^{-\sigma} q_m^{\sigma-1}}{\sum_{m=1}^M \left(\frac{c x_{i,m}}{q_m} \right)^{1-\sigma}} \quad (\text{IV.14})$$

En reprenant l'équation définissant Q et en remplaçant par les valeurs opti-

males de v , on obtient :

$$Q_i = C_i \left(\sum_{m=1}^M \left(\frac{c x_{i,m}}{q_m} \right)^{1-\sigma} \right)^{\frac{1}{\sigma-1}} \quad (\text{IV.15})$$

et sachant que :

$$c X_i Q_i^* = C_i \quad (\text{IV.16})$$

on en déduit la valeur de X_i à la solution optimale du ménage pour une localisation i :

$$X_i = \left(\sum_{m=1}^M \left(\frac{c x_{i,m}}{q_m} \right)^{1-\sigma} \right)^{\frac{1}{1-\sigma}} \quad (\text{IV.17})$$

2.3 Les courbes d'enchères foncières, courbes d'iso-enchères et courbes d'iso-surfaces demandées

La courbe d'enchère $e_{ref}(\theta, r)$ d'un agent en une localisation de référence (*ref*) de coordonnées polaires $\{\theta_{ref}, r_{ref}\}$ pour laquelle le prix unitaire du foncier serait R_{ref} indique le montant maximum par unité de foncier que l'agent accepterait de payer pour une localisation alternative de coordonnées polaires génériques $\{\theta, r\}$. Par définition, elle s'obtient à l'aide de la relation d'indifférence suivante :

$$\begin{aligned} & U^* \left(e_{ref}(\theta, r), c X_{(\theta,r)}, Y - ct \sum_{w=1}^W p_{h,w} d_{(\theta,r),w} \right) \\ &= U^* \left(R_{ref}, c X_{ref}, Y - ct \sum_{w=1}^W p_{h,w} d_{ref,w} \right) \end{aligned} \quad (\text{IV.18})$$

Dans le cas de la fonction d'utilité Cobb-Douglas définie en (IV.1), la résolution en $e_{ref}(\theta, r)$ de cette relation d'indifférence donne :

$$e_{ref}(\theta, r) = R_{ref} \left(\frac{Y - ct \sum_{w=1}^W p_{h,w} d_{(\theta,r),w}}{Y - ct \sum_{w=1}^W p_{h,w} d_{ref,w}} \right)^{\frac{1}{\gamma}} \left(\frac{X_{\theta,r}}{X_{\theta_{ref},r_{ref}}} \right)^{\frac{-\beta}{\gamma}} \quad (\text{IV.19})$$

La substitution de cette expression à la demande de surface optimale formulée en (IV.4) permet de réécrire cette dernière en fonction de la rente au point de référence :

$$S_{ref}^*(\theta, r) = \frac{\gamma}{\beta + \gamma + \delta} \frac{1}{R_{ref}} \left(Y - ct \sum_{w=1}^W p_{h,w} d_{(\theta,r),w} \right)^{1 - \frac{1}{\gamma}} \cdot \left(Y - ct \sum_{w=1}^W p_{h,w} d_{ref,w} \right)^{\frac{1}{\gamma}} \left(\frac{X_{\theta,r}}{X_{\theta_{ref},r_{ref}}} \right)^{\frac{\beta}{\gamma}} \quad (\text{IV.20})$$

Afin d'évaluer l'impact de la présence de l'aménité par rapport au modèle de base d'Alonso, il est intéressant de représenter les courbes d'iso-enchères d'un agent. Celles-ci sont des cercles concentriques dans le modèle d'Alonso. Leur détermination est plus complexe ici. On sait que la courbe d'iso-enchère associée à la localisation $\{\theta_{ref}, r_{ref}\}$ au prix unitaire du foncier R_{ref} passe nécessairement par cette localisation. Pour le reste, elle se construit en résolvant en r , à θ donné, l'équation suivante sur le continuum de valeurs de θ allant de 0 à 2π :

$$e_{ref}(\theta, r) = R_{ref} \quad (\text{IV.21})$$

De même, comme on le verra plus loin, il est intéressant de construire les courbes d'iso-surfaces demandées. Si $S^*(R_{\theta,r}, c X_{\theta,r}, Y - ct \sum_{w=1}^W p_{h,w} d_{(\theta,r),w})$ désigne la surface de foncier souhaitée à une localisation (θ, r) , la courbe d'iso-surface associée à la localisation (θ_{ref}, r_{ref}) , payée au prix unitaire du foncier R_{ref} est définie par :

$$S^*(R_{\theta,r}, c X_{\theta,r}, Y - ct \sum_{w=1}^W p_{h,w} d_{(\theta,r),w}) = S^*(R_{ref}, c X_{ref}, Y - ct \underbrace{\sum_{w=1}^W p_{h,w} d_{(ref,w)}}_{S_{ref}^*}) \quad (\text{IV.22})$$

Cette courbe d'iso-surface se construit également en résolvant (IV.22) en r à θ donné sur le continuum de valeurs de θ allant de 0 à 2π . La Figure (IV.3) illustre ces courbes dans le cas Cobb-Douglas que nous avons retenu et pour le modèle calibré à partir des données de la zone urbaine de Melun (cf. les deux sections suivantes). L'iso-rente représentée (en trait plein bleu) est celle associée au prix moyen sur la zone urbaine. L'iso-surface (en pointillés) est associée à la surface demandée au point d'intersection entre l'axe vertical nord-sud et la courbe d'iso-rente précédente (il y a donc par construction intersection des courbes d'iso-rentes et d'iso-surfaces en ce point, qui est le point de référence). Le cercle noir indique la limite théorique de la zone urbaine. Les trois gros points en bleu sont les trois forêts. Il apparaît clairement que les courbes d'iso-enchères et d'iso-surfaces ne sont plus concentriques mais de forme ovoïde. En outre, elles ne se superposent plus. Ce dernier point induit quelques difficultés pour la détermination de l'équilibre.

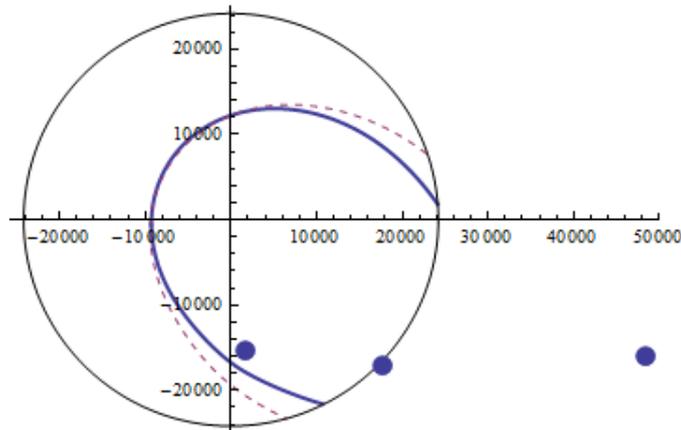


FIGURE IV.3: Les courbes d'iso-enchères et d'iso-surfaces demandées pour la zone urbaine de Melun

2.4 L'équilibre du marché foncier

L'équilibre du marché foncier est analysé pour une zone urbaine donnée, chacune des zones correspondant par hypothèse à un marché différent. La détermination de cet équilibre nécessite d'établir dans un premier temps la densité d'occupation de l'espace. Dans le modèle d'Alonso, cette dernière est simple à déterminer puisque les courbes d'iso-surfaces demandées sont des cercles concentriques se superposant aux courbes d'iso-enchères individuelles. Sur chaque cercle concentrique le nombre d'agents présents s'établit en divisant le périmètre du cercle par la surface demandée individuellement. Ainsi, chaque individu est supposé recevoir un lot qui correspond à un arc de cercle pour lequel chaque unité de foncier a le même prix.

En présence de sources d'aménités localisées, l'espace n'est plus homogène à distance donnée du centre, de sorte que la densité doit être spécifiée pour chaque point de l'espace. La densité de population en un point est définie comme la surface de foncier disponible en un point de l'espace rapportée à la surface demandée en ce point. Afin de concilier réalisme et facilité de résolution, il est supposé que seule une fraction Ψ_h du territoire de la zone urbaine h est réellement allouée au foncier résidentiel (le reste étant dévolu au foncier d'entreprise ou au foncier agricole) mais que cette fraction est répartie de manière homogène. Autrement dit, en tout point de l'espace, seule une fraction Ψ_h de la surface est allouée au foncier résidentiel. Il faut en outre noter que, lorsque les coordonnées polaires sont utilisées, la surface de base d'un point à un rayon unitaire du centre est elle-même unitaire mais qu'elle varie proportionnellement au rayon pour tout autre point³. La combinaison des deux remarques précédentes implique que la surface disponible pour le foncier résidentiel en un point de coordonnées polaires (θ, r) est donc $r\Psi_h$. Enfin, pour l'instant nous n'avons raisonné qu'en référence à une localisation arbitraire (θ_{ref}, r_{ref}) caractérisée par un prix unitaire du foncier R_{ref} exogène. Or, il existe à l'équilibre de localisation une relation directe entre le prix

³Ainsi, le calcul du périmètre à un rayon r est bien la "surface" du cercle donnée par $\int_0^{2\pi} r d\theta$.

du foncier et le prix en tout autre point. En effet, à l'équilibre de localisation le ménage type doit être indifférent entre toutes les localisations possibles. Sa courbe d'enchère (équation (IV.19)) permet donc de déduire du prix unitaire R_{ref} du foncier en une localisation de référence unique le prix unitaire du foncier en toute autre localisation. Afin de procéder de manière méthodique, il peut être commode de prendre comme localisation de référence le point caractérisé par le plus grand rayon r_{max} avec $\theta = 0$. Dès lors, la densité en un point de coordonnées polaires (θ, r) s'écrit :

$$f_{ref}(\theta, r) = \frac{r\Psi_h}{S_{ref}^*(\theta, r)} \quad (\text{IV.23})$$

où $S_{ref}^*(\theta, r)$ est l'expression (IV.20) de la surface demandée en ce point, compte tenu de la relation d'indifférence (IV.18). La population qui peut être logée au sein de la zone d'emploi s'obtient en sommant les densités en chaque point du territoire, soit formellement :

$$N(R_{ref}) = \int_0^{r_{max}} \left(\int_0^{2\pi} r f_{ref}(\theta, r) d\theta \right) dr \quad (\text{IV.24})$$

Cette population dépend du prix au point de référence. Il y a équilibre du marché foncier résidentiel au sein de la zone urbaine lorsque la population $N(R_{ref})$ qui peut y résider est égale à la population N_h , exogène, qui demande à y habiter. C'est le prix R_{ref} au point de référence qui assure cet équilibre. Ce prix de référence à l'équilibre, R_{ref}^* , est défini implicitement comme suit :

$$N(R_{ref}) = N_h \quad (\text{IV.25})$$

Compte tenu de la fonction d'utilité utilisée ici, la surface demandée $S_{ref}^*(\theta, r)$ est inversement proportionnelle à R_{ref} de sorte que la densité et donc aussi la population qui peut être hébergée sur la zone d'emploi sont quant à elles proportionnelles à R_{ref} . Cette propriété garantit l'existence et l'unicité de la valeur d'équilibre de R_{ref} .

3 Les données utilisées pour la simulation du modèle

Les simulations du modèle nécessitent des données relatives au prix des logements, au coût de transport, à la distance aux CBD, à la distance aux forêts et à leur qualité récréative. Les données présentées ci-après sont utilisées aussi bien pour la partie empirique que pour caler les simulations du modèle théorique sur des données concrètes.

3.1 Les zones urbaines et les “centres d’emploi”

La première étape consiste à définir les “Central Business District - CBD” du modèle d’Alonso sur la base des “centres d’emploi”.

Pour cela, nous utilisons la base de données de l’INSEE sur les zones d’emploi (2008) (cf. chapitre I). Ces informations nous permettent de pondérer les zones d’emploi en fonction de la probabilité de travailler dans une zone sachant que l’on habite dans une commune donnée (tous les IRIS d’une même commune se voient attribuer les mêmes probabilités). Les flux des communes de résidence (agrégés à la zone de résidence) vers les différentes zones d’emploi sont présentés dans l’annexe 7.1.

La ville principale de chaque zone urbaine est assimilée au CBD : Paris, Melun, Meaux, Coulommiers, Nemours, Provins, Roissy, Créteil, Montereau, Chessy-Marne-la-Vallée.

La localisation des logements, des CBD et des forêts est donnée par leurs coordonnées géographiques. Pour les logements, ce sont les coordonnées du centre de l’IRIS dans lequel ledit logement est situé (cf. chapitres II et III), tandis que pour les deux autres il s’agit du centre de chaque surface (centre de la commune et centre de la forêt). La distance en kilomètres est calculée par la méthode standard

de la distance euclidienne entre les logements et les CBD ou entre les logements et les forêts.

3.2 Les prix des transactions immobilières

TABLE IV.1: *Les prix/m² moyen par zone urbaine*

Zones urbaines	Prix/m ² moyen observé
Coulommiers	1896
Créteil	2331
Marne-la-Vallée	2254
Meaux	1680
Melun	2187
Montereau	2258
Nemours	1530
Paris	1776
Provins	1420
Roissy	1397

Les transactions immobilières utilisées dans l'estimation empirique sont issues de la base BIEN sur 2001-2008 (identiques à celles des chapitres précédents) pour lesquelles nous retenons le prix/m² (en euros constant) comme variable explicative. Le tableau IV.1 présente le prix/m² moyen observé par zone urbaine (*i.e* zone d'emploi au sens de l'INSEE). Nous disposons de 49 281 transactions réparties sur les dix zones de la Seine-et-Marne.

3.3 Les coûts de transport

Les coûts de transport sont associés à des déplacements en voiture. Ils sont estimés à partir d'informations réelles données par les sites de navigation GPS et de calcul d'itinéraire ⁴. Le coût du kilomètre effectué en voiture (équivalent au carburant

⁴Via Michelin, septembre 2015

consommé estimé) est fixé à 12 centimes. Ainsi, en faisant l'hypothèse que les ménages font l'aller-retour sur leur lieu de travail tous les jours (365 jours/an), le coût de transport unitaire (en km) est donné par :

$$C = c * t$$

$$\text{avec } t = 365$$

$$\text{et } c = 0,12 * 2$$

$$C = 0,12 * 2 * 365 \tag{IV.26}$$

3.4 La distance aux forêts et leur qualité récréative

Le calcul de l'indice de qualité récréative des forêts

Nous souhaitons saisir l'hétérogénéité spatiale de la qualité récréative de chacune des forêts en créant un indice de qualité de l'ensemble des espaces forestiers de la Seine-et-Marne. L'Analyse en Composantes Principales (ACP) constitue l'une des méthodes statistiques standard permettant de classer et hiérarchiser l'information issue de l'analyse combinée de différentes variables. L'ACP révèle les principales corrélations qui résument la structure de nos données, ici la fourniture de services récréatifs sur les espaces forestiers de notre territoire. Concrètement, cela revient à projeter les variables d'origines, centrées et réduites, sur des axes normés qui correspondent à ce que l'on appelle les "facteurs principaux" ou "axes principaux" (qui correspondent aux valeurs propres de la matrice des corrélations). Il s'agit de créer une typologie puis un indice de qualité récréative des forêts, en s'appuyant sur l'analyse descriptive d'axes indépendants représentant la dispersion des données. Nous recherchons les axes qui maximisent l'inertie ; c'est-à-dire l'information quant à la variance de nos variables originales.

Nous construisons cet indice à partir des variables récréatives renseignées pour

les 406 forêts présentes sur le département et qui sont décrites dans le chapitre I de cette thèse :

- La richesse en biodiversité : noyaux de biodiversité et labels de protection ;
- Les bases de loisirs de plein air ;
- Les chemins de randonnées ;
- Les pistes cyclables.

Dans ce travail, nous ne souhaitons pas construire une classification discrète mais plutôt un indice de qualité en continu. Ainsi, nous présentons les résultats de l'ACP qui sont utilisés pour la construction de cet indice et non les éléments relatifs à une éventuelle classification qui pourrait y être associée.

Nous retenons le premier axe qui capitalise 45% de la variance de nos variables comme le montre la figure IV.4. Le tableau IV.2 présente les éléments utilisés pour la construction de l'indice de qualité. Les coordonnées de l'axe 1 constituent ainsi des poids pour le calcul de l'indice.

TABLE IV.2: *Les coordonnées de l'axe 1 de l'ACP*

Variables	Coordonnées Axe 1
Biodiversité	0,678
Base de loisirs	0,630
Randonnées	0,506
Pistes cyclables	0,804

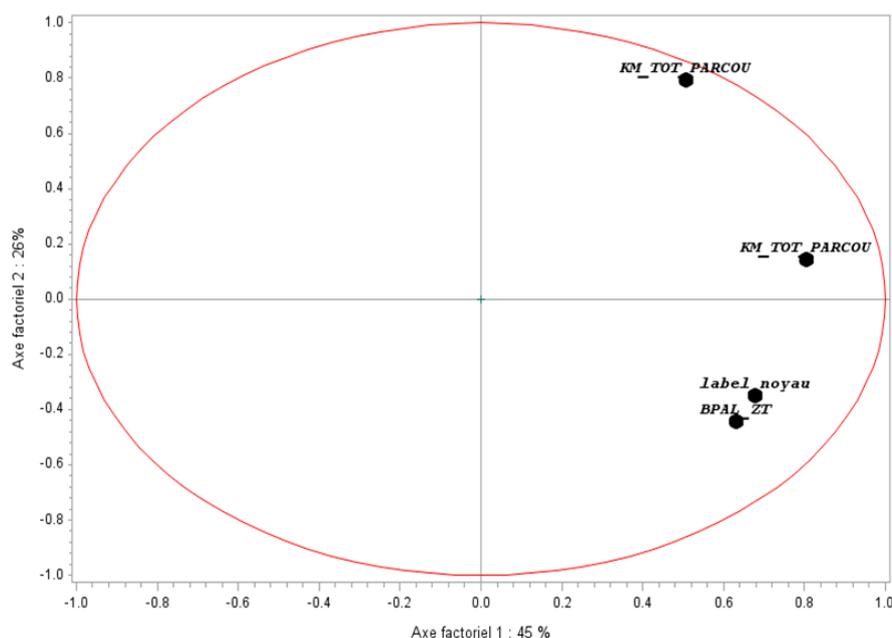


FIGURE IV.4: *Le plan factoriel de l'ACP*

Les figures IV.5 et IV.6 présentent le nombre de forêts reparti par niveau d'indice et sur le territoire. Celui-ci est compris dans l'intervalle $[-1,2; 22,5]$ avec une médiane de l'échantillon à 0,5. Sur les 406 forêts étudiées (360 forêts privées et 46 forêts publiques), 250 obtiennent un indice inférieur ou égal à zéro. Cette répartition s'explique par la proportion de forêts privées, très peu voire non dotées de services récréatifs, dans le total de notre échantillon. La moyenne de l'indice pour les forêts privées est de -0,25 contre 1,92 pour les forêts publiques. Notons qu'un espace forestier se démarque fortement : la forêt domaniale de Fontainebleau qui concentre la plus grande surface forestière, le plus grand nombre d'aménagements et de zones de protection de biodiversité du département. Elle obtient un indice de 22,48.

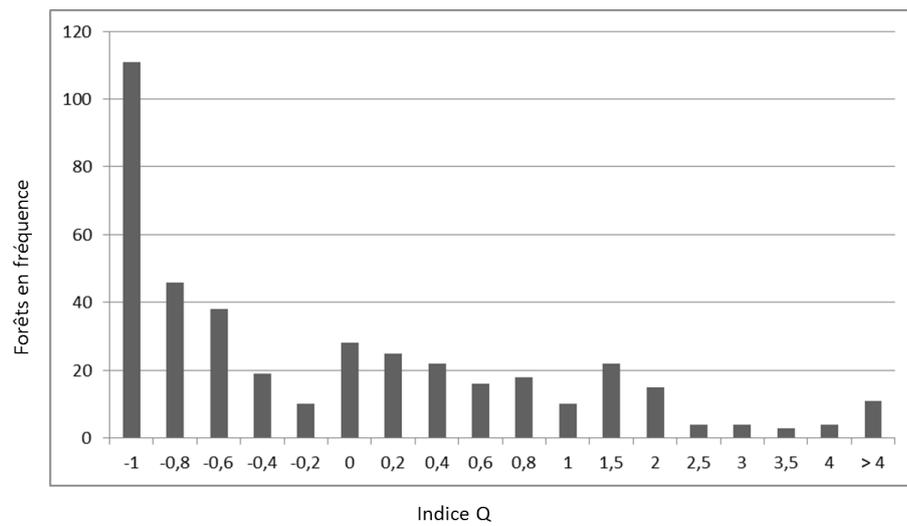


FIGURE IV.5: L'indice Q de la qualité récréative des forêts (en fréquence)

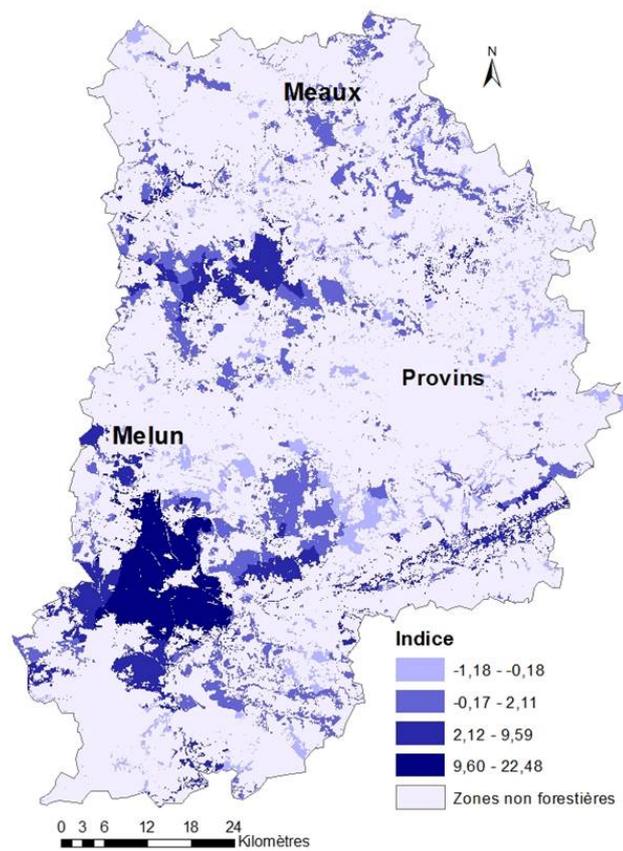


FIGURE IV.6: La répartition de l'indice Q sur le territoire de la Seine-et-Marne
 Sources : MOS 2008, ONF 2010, ACP
 Cartographie : Tuffery, 2015

4 L'estimation du paramètre de préférence pour la diversité

4.1 Le modèle empirique

Le modèle économétrique est très simplifié pour assurer une cohérence avec le modèle théorique. L'objectif de cette analyse économétrique est d'estimer le paramètre optimal des préférences pour la diversité à partir du modèle présenté ci-après. Cette estimation nous permet d'avoir une valeur pour caler le paramètre de préférence pour la diversité lorsque nous simulons le modèle théorique.

Notre modèle combine l'analyse spatiale d'Alonso, avec la distance aux CBD et l'approche hédonique de Rosen. Ainsi, nous estimons le modèle suivant :

$$\ln A = \alpha + \beta_1 \ln CBD + \beta_2 (\ln CBD)^2 + \beta_3 \ln X_i + \beta_4 (\ln X_i)^2 + \beta_5 (\ln CBD * \ln X_i) + \epsilon \quad (\text{IV.27})$$

A est l'annuité associée à un prix P/m^2 dans le cas d'un amortissement à horizon infini du bien immobilier. Elle est définie par :

$$P = \sum_{t=0}^{\infty} \frac{A}{(1+r)^t} \quad (\text{IV.28})$$

Et s'exprime donc sous la forme :

$$A = \frac{r}{1+r} P \quad \text{avec } r = 0,04 \text{ le taux d'actualisation} \quad (\text{IV.29})$$

Les variables exogènes du modèle sont définies par :

- la variable de coûts de transport aux CBD pour un logement i :

$$CBD_i = C \sum_{w=1}^W P_{i,w} d_{i,w} \quad (\text{IV.30})$$

Avec C , le coût de transport annuel unitaire (voir éq.IV.26), $P_{i,w}$, la probabilité de travailler dans le CBD de la zone urbaine w (cf. Annexe 7.1), lorsque l'on réside au sein de l'IRIS i (qui définit aussi la localisation du logement), $d_{i,w}$ est la distance (en km) entre l'IRIS de résidence i et le CBD de la zone urbaine w . Il y a au total dix zones urbaines, $w \in [1, 10]$ et 762 IRIS de résidence, $i \in [1, 762]$.

- la variable d'accessibilité aux forêts :

$$X_i = \left[\frac{d_{Font}^{1-\sigma}}{q_{Font}} + \frac{d_{For1}^{1-\sigma}}{q_{For1}} + \frac{d_{For2}^{1-\sigma}}{q_{For2}} \right]^{\frac{1}{1-\sigma}} \quad (IV.31)$$

Elle est composée de trois éléments $Font$, $For1$ et $For2$ illustrant la diversité forestière (soit ici $M = 3$) : d_{Font} pour la distance à Fontainebleau, la forêt à très haute qualité récréative sur le département, d_{For1} et d_{For2} , les distances aux deux forêts à plus grande qualité récréative de chaque zone urbaine (hors Fontainebleau) et q_{Font} , q_{For1} , q_{For2} , leur qualité récréative respective. σ est l'élasticité de substitution qui mesure l'interchangeabilité entre les aménités forestières.

La diversité d'aménités forestières dans l'environnement des ménages est donnée par trois forêts pour chaque logement. Toutes les transactions étudiées intègrent la forêt domaniale de Fontainebleau, qui concentre à elle seule la majeure partie des services récréatifs forestiers de Seine-et-Marne. Afin de mesurer la préférence pour la diversité, pour un logement dans une zone urbaine donnée, nous intégrons les deux forêts de proximité avec la plus forte qualité récréative de la zone en question. Nous choisissons les trois forêts à plus forte qualité récréative qui captent la majeure partie de la valeur récréative des forêts dans l'environnement des ménages.

4.2 L'estimation économétrique

L'estimation de prix immobiliers, réalisée dans le cadre de la méthode des prix hédoniques, requiert d'introduire la structure spatiale de nos observations lors de l'estimation. En effet, comme nous l'avons précisé dans le chapitre II, les variables omises (notre modèle observe uniquement l'impact de la distance aux CBD et aux forêts sur le prix du logement) engendrent un biais de spécification du modèle et de l'autocorrelation spatiale des termes d'erreur. L'estimation de ce modèle est réalisée par un Spatial Error Model (SEM), qui suppose que le terme d'erreur est spatialement dépendant. Il s'écrit de la manière suivante :

$$\begin{cases} \ln A = \beta X + \epsilon \\ \epsilon = \lambda \epsilon W + \mu \end{cases}$$

Avec X , les variables exogènes du modèle et ϵ , le terme d'erreur. W est la matrice de voisinage qui représente la proximité géographique entre les unités concernées et spécifie les positions relatives des observations les unes par rapport aux autres. La matrice de voisinage W est ici une matrice de distance inverse. L'estimation des paramètres du modèle se fait par Maximum de Vraisemblance.

4.3 L'échantillon estimé et les résultats économétriques

Pour réaliser l'estimation nous disposons de 49 281 observations. Néanmoins, pour les raisons techniques déjà évoquées dans le chapitre II (dues notamment à la taille de la matrice de voisinage), l'estimation est réalisée à partir d'un sous-échantillon. Il est composé de 5% des observations, soit 2476 observations, et il est représentatif de la structure géographique de notre base de données initiale (mêmes parts de transactions observées dans les zones urbaines). Les résultats des tests de comparaison de moyennes sont exposés dans l'annexe 7.2.

Le tableau IV.3 montre les résultats de l'estimation. On observe qu'il y a une

autocorrélation spatiale significative des résidus, ce qui vient confirmer l'estimation d'un SEM. Concernant les résultats sur les variables exogènes, nous ne les présentons pas en détail ici du fait de la spécification de notre modèle. L'estimation de ce dernier a pour objectif de calibrer l'élasticité de substitution, σ , qui maximise la vraisemblance. Notre modèle est seulement composé des variables d'intérêt et ne dispose pas de variable de contrôle.

TABLE IV.3: *Les résultats de l'estimation sur le prix/m² observé annualisé*

Méthode d'estimation	Maximum de vraisemblance	
Observations	2476	
	Coeff	Std error
Constante	4,205	7,396
LnCBD	0,127	0,901
LnCBD ²	-0,123***	0,044
LnForêt	0,130	1,134
LnForêt ²	-0,084**	0,037
LnCBD*LnForêt	0,172***	0,066
ML	-870,32	
σ	0,10	
Autocorr spatiale des résidus (CHI ²)	5,18	

Source : Base de données BIEN 2001-2008

Les résultats de l'estimation montrent que la maximisation de la vraisemblance est réalisée pour σ égal à 0,1. La relation entre le paramètre σ et le maximum de vraisemblance est donnée dans l'annexe 7.3. L'élasticité de substitution optimale tend vers 0, les forêts sont donc des biens fortement complémentaires et les ménages ont une forte préférence pour la diversité des aménités forestières.

Les simulations sont réalisées à partir des données présentées dans la section 2 et de $\sigma = 0,1$. La section suivante présente les résultats obtenus.

5 Le résultats de la simulation

La Seine-et-Marne comporte dix zones urbaines. Du fait de la difficulté d'une modélisation réaliste des zones urbaines dont le CBD est situé en dehors du département (Paris, Roissy et Créteil), nous conservons uniquement pour l'analyse des résultats celles qui sont entièrement incluses dans le département ⁵ : Melun, Meaux, Coulommiers, Nemours, Provins, Montereau, Marne-la-Vallée. Cette partie expose les résultats de ces sept zones urbaines.

Dans un premier temps, nous observons graphiquement l'impact des différentes variables simulées du modèle sur la structure spatiale de la rente. L'annexe 7.4 et la figure IV.7 proposent trois graphiques par zone urbaines :

- Le graphique du prix en euros/m²/an. Il permet de visualiser l'impact à la fois des transports domicile-travail (y compris vers les autres CBD) et celui des forêts ;
- Le graphique des coûts de transports. Il permet de visualiser le gradient de prix par rapport au CBD de la zone urbaine étudiée mais aussi l'impact des déplacements vers d'autres CBD et notamment Paris.
- Le graphique illustrant la contribution des forêts au prix défini par le terme :

$$\frac{X_{\theta_i, r_i}}{X_{\theta_{ref}, r_{ref}}} \frac{-\beta}{\gamma} .$$

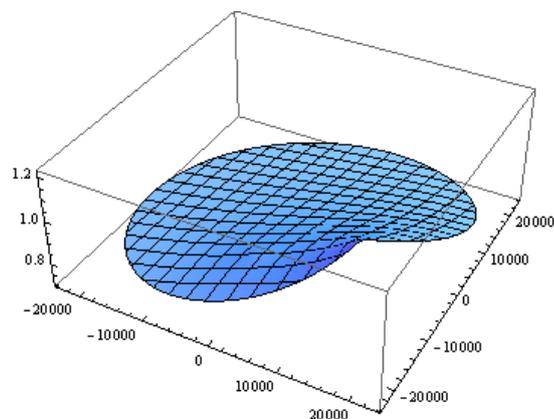
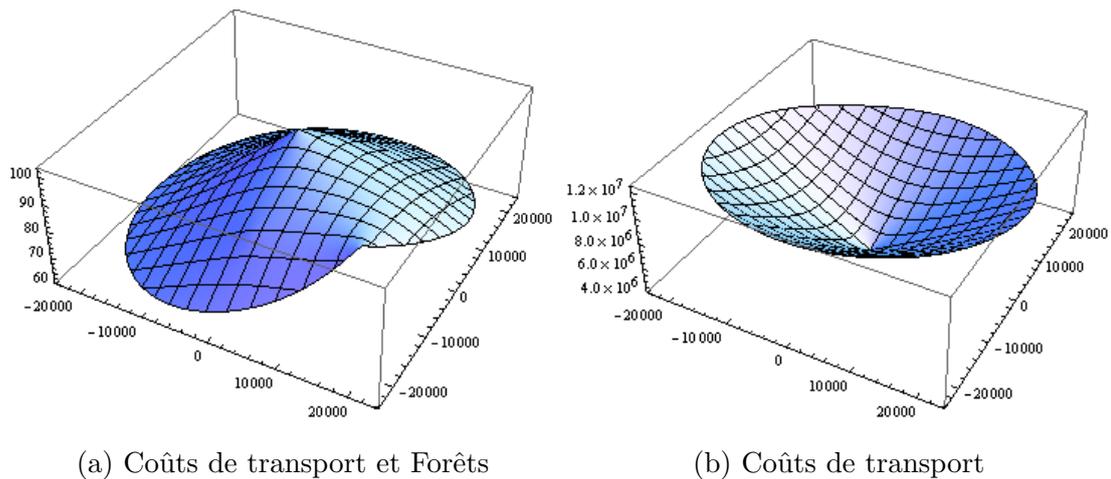
Prenons l'exemple de la zone urbaine "Melun". Le premier graphique (a) montre que la distance au CBD ainsi qu'à une forêt (ici Fontainebleau) augmente le prix du foncier à mesure que la distance diminue. Cependant, la distance à Paris ne semble pas modifier le prix contrairement à la zone urbaine "Meaux" (cf. Annexe 7.4). Pour cette dernière, nous constatons une forte inclinaison du niveau de prix en direction de Paris. Les graphiques (b) et (c) montrent l'impact de chacune

⁵Les zones d'emploi étant représentées par des disques centrés sur le CBD, lorsque ce dernier est en dehors du département, la modélisation est trop éloignée de la réalité.

des variables. Ils confirment les premières conclusions avancées pour le graphique (a).

Ces représentations graphiques montrent que l'influence des éléments "centres d'emploi" et "forêt" est différente en fonction des zones étudiées. Pour la zone urbaine de Coulommiers on observe que la forêt a un effet sur le prix du foncier quasiment aussi important que celui du CBD, pour Montereau la forêt apparaît avoir un impact plus important que le CBD et pour Provins, seule la forêt semble avoir un effet sur le prix du foncier. Ainsi, le CBD n'est donc pas systématiquement la localisation où le prix est maximal.

FIGURE IV.7: *L'impact des transports domicile-travail et des forêts sur le prix du foncier pour la zone urbaine de Melun*



Les simulations sont réalisées à partir du modèle calibré sur des données réelles pour deux spécifications. Ces données concernent le géo-référencement des variables, le calcul de distance, les flux domicile-travail et l'indice de qualité récréative des forêts. La première spécification considère l'aménité "forêt" à travers la distance et la qualité de la forêt la plus proche à plus forte qualité récréative. La seconde considère la diversité forestière intégrant les distances à Fontainebleau et aux deux forêts de proximité aux plus fortes qualités récréatives de chaque zone (voir la construction de cette variable dans les parties 3 et 4). La forêt estimée dans le premier modèle est identique à l'une des deux forêts de la zone urbaine du second modèle.

Un échantillon aléatoire de 1000 logements, par zone urbaine, est tiré conformément à la densité de logement qui découle de la rente (cf. équation IV.23) sous l'hypothèse de préférence pour la diversité. Pour chaque tirage, le prix implicite de l'aménité forestière est calculé de deux façons différentes. Les deux méthodes sont : la distance à la forêt la plus proche et la diversité forestière. Nous observons les différences des prix implicites de l'aménité "forêt" entre les deux modèles.

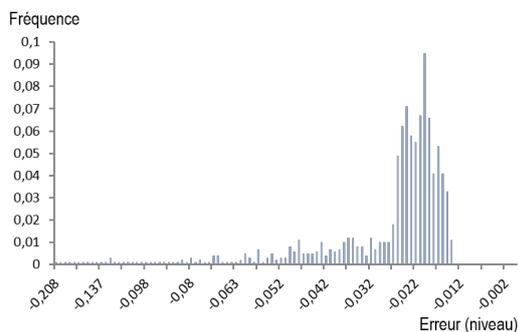
Le tableau IV.4 présente les résultats des différences en niveau, intitulées aussi "erreurs en niveau", c'est-à-dire la différence entre le prix implicite de la forêt la plus proche et celui de la diversité forestière, et en relatif, qui correspond à la différence en niveau rapportée au prix implicite de la diversité forestière en valeur absolue. Nous retrouvons dans le tableau IV.4 : le prix moyen annualisé observé (en euros/m²/an, calculé à partir des transactions de la base BIEN et de l'équation IV.29), le prix moyen annualisé simulé (euros/m²/an), la moyenne des erreurs, la médiane et l'écart-type ainsi que la valeur du quantile à 5% à droite de la distribution et 5% à gauche. Ces quantiles permettent d'affirmer que les erreurs sont significativement négatives ou positives, avec un risque d'erreur de 5%.

On observe dans le tableau IV.4 et la figure IV.8 que les erreurs sont, pour l'ensemble des zones étudiées, significativement négatives. Lorsque l'on regarde le

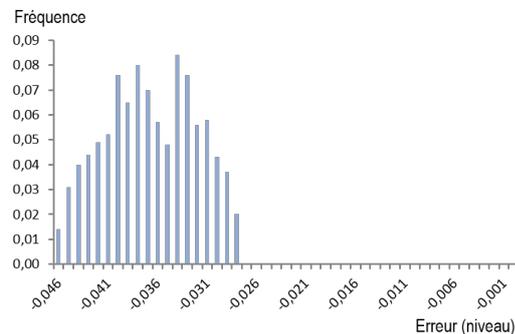
quantile à 5% à droite, aucune erreur n'est positive, ce qui signifie que les résultats sont donc significatifs au seuil de 5%. Ces résultats sont valables pour l'ensemble des zones urbaines.

Le prix implicite de l'aménité "forêt" du modèle intégrant la forêt la plus proche, est significativement plus élevé que le prix implicite du modèle considérant la diversité forestière. Le consentement à payer des ménages est donc plus élevé pour le premier. Sachant que nous contrôlons le processus de génération des données, nous pouvons affirmer que l'erreur est exclusivement imputable à la différence de spécification de la distance à l'aménité "forêt".

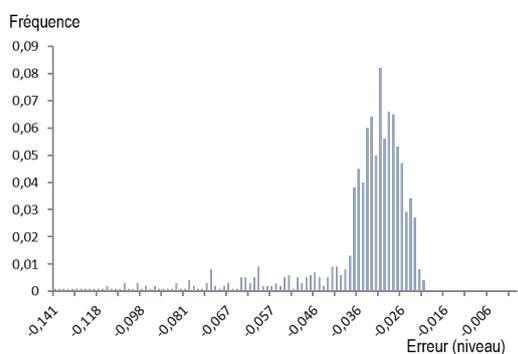
FIGURE IV.8: Les erreurs d'estimation du prix implicite de l'aménité "forêt"



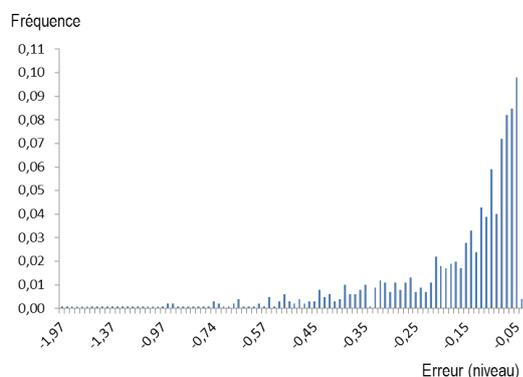
(a) Coulommiers



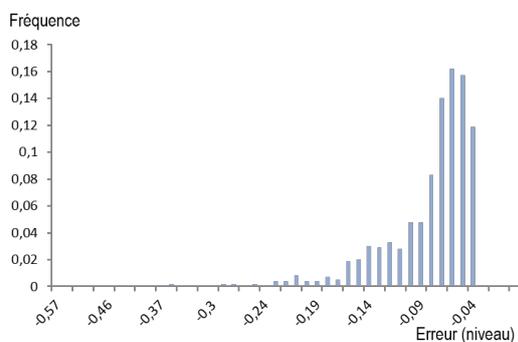
(b) Marne-la-Vallée



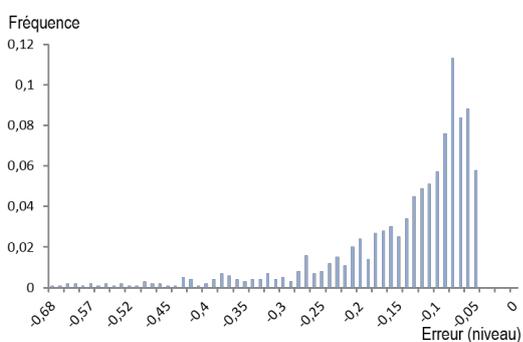
(c) Meaux



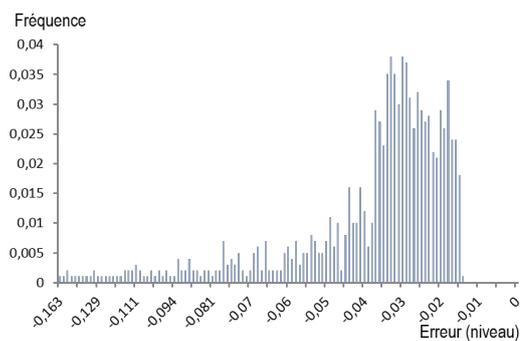
(d) Melun



(e) Montreuil



(f) Nemours



(g) Provins

TABLE IV.4: Les résultats des simulations

Différence en niveau entre les prix implicites de l'aménité "forêts"							
Zones urbaines	Px moyen observé	Px moyen simulé	Moyenne	Médiane	Ecart-type	Quantile 5% - droite	Quantile 5% - gauche
Coulommiers	72,923	72,855	-0,036	-0,023	0,118	-0,075	-0,016
Marne-la-Vallée	86,692	86,491	-0,037	-0,037	0,005	-0,044	-0,029
Meaux	64,615	64,814	-0,044	-0,032	0,051	-0,103	-0,024
Melun	84,115	84,268	-0,270	-0,118	0,711	-0,728	-0,052
Montereau	86,846	84,268	-0,116	-0,069	0,280	-0,232	-0,041
Nemours	58,846	58,705	-0,153	-0,109	0,132	-0,394	-0,054
Provins	54,615	54,649	-0,043	-0,032	0,036	-0,119	-0,017
Différence relative entre les prix implicites de l'aménité "forêts"							
Zones urbaines	Px moyen observé	Px moyen simulé	Moyenne	Médiane	Ecart-type	Quantile 5% - droite	Quantile 5% - gauche
Coulommiers	72,923	72,855	-15,528	-10,651	28,041	-35,433	-6,448
Marne-la-Vallée	86,692	86,491	-24,734	-25,029	3,054	-29,435	-19,411
Meaux	64,615	64,814	-73,795	-49,306	94,359	-181,131	-38,135
Melun	84,115	84,268	-112,418	-61,046	254,280	-275,078	-26,976
Montereau	86,846	84,268	-16,746	-11,365	29,232	-28,724	-8,408
Nemours	58,846	58,705	-139,156	-96,829	123,299	-345,009	-59,081
Provins	54,615	54,649	-36,747	-36,870	17,596	-63,666	-12,745

6 Conclusion

L'idée de départ s'inscrit dans la lignée des travaux présentés dans les chapitres II et III de cette thèse. Lorsque nous sommes dans le cas d'une aménité multi-sites, qui offre des niveaux de qualité spatialement hétérogènes, les ménages peuvent avoir une préférence pour la diversité. La forêt est un exemple d'aménité multi-sites qui fournit des services récréatifs distincts. Dans ce cas, il apparaît pertinent de s'intéresser à la spécification de la distance à l'aménité pour l'estimation des prix implicites dans la méthode des prix hédoniques.

Pour ce faire nous élaborons un modèle qui concilie l'approche spatiale d'Alonso, qui inclut la distance au "Central Business District", avec l'accessibilité aux aménités multi-sites, hétérogènes en termes de qualité d'équipement, de l'approche hédonique de Rosen.

Nous construisons un certain nombre de données relatives au calcul de distance, aux "centres d'emploi", aux coûts de transport et aux forêts. Nous introduisons dans l'analyse un indice de qualité récréatives des forêts grâce à une analyse en composantes principales.

Dans un premier temps, nous estimons économétriquement le paramètre de préférence pour la diversité. Les résultats de l'estimation montrent une élasticité de substitution de 0,1 qui signifie que les ménages ont une forte préférence pour la diversité d'aménités forestières.

Ensuite, les simulations sont réalisées à partir du modèle calibré sur des données réelles pour deux spécifications de la distance à l'aménité : l'une considérant la forêt la plus proche et l'autre intégrant la diversité forestière.

Les résultats des simulations montrent que les coûts de transport associés aux mobilités résidence-travail ainsi que les forêts et leur qualité récréatives jouent positivement sur la rente foncière des différentes zones urbaines. De plus, lorsqu'on observe les prix implicites pour la variable "forêts" des deux spécifications, le prix

implicite de la première spécification, qui intègre la forêt la plus proche, est significativement plus élevé que celui de la seconde, considérant la diversité forestière. Ainsi, le premier modèle surestime les consentements à payer pour la proximité avec l'aménité environnementale quelle que soit la zone étudiée.

L'apport de cette étude est double. D'abord, elle fournit une modélisation cohérente du choix de localisation des ménages avec le choix des sites et la fréquence à laquelle ils les visitent. Deuxièmement, les résultats du modèle viennent confirmer l'hypothèse selon laquelle, lorsqu'il existe une préférence pour une aménité multi-sites offrant des niveaux de qualité spatialement distincts, une mauvaise spécification de la distance impacte significativement le prix implicite de l'aménité forestière.

7 Annexes

7.1 Les flux domicile-travail

TABLE IV.5: Les flux "domicile-travail" pour les zones urbaines de Seine-et-Marne

Zone de résidence	Zone d'emploi	Fréquence	%
Coulommiers	Coulommiers	1695	85%
	Meaux	200	10%
	MLV	101	5%
		1996	100%
Créteil	Paris	8127	38%
	Créteil	7688	36%
	MLV	3340	16%
	Melun	1085	5%
	Roissy	793	4%
	Autres	390	2%
		21423	100%
Marne-la-Vallée	MLV	15305	50%
	Paris	12243	40%
	Roissy	1654	5%
	Meaux	847	3%
	Créteil	273	1%
		30322	100%
Meaux	Meaux	5607	53%
	Paris	2524	24%
	MLV	1238	12%
	Roissy	981	9%
	Coulommiers	164	2%
		10514	100%

Zone de résidence	Zone d'emploi	Fréquence	%
Meaux	Meaux	5607	53%
	Paris	2524	24%
	MLV	1238	12%
	Roissy	981	9%
	Coulommiers	164	2%
		10514	100%
Melun	Melun	25270	70%
	Paris	4763	13%
	Créteil	1542	4%
	Montereau	217	1%
	Nemours	261	1%
	Autres	3965	11%
		36018	100%
Montereau	Montereau	1670	85%
	Melun	303	15%
		1973	100%
Nemours	Nemours	1752	72%
	Melun	665	28%
		2417	100%
Paris	Paris	10881	69%
	MLV	2966	19%
	Roissy	1623	10%
	Meaux	169	1%
	Autres	131	1%
		15770	100%
Provins	Provins	898	89%
	Melun	108	11%
		1006	100%
Roissy	Roissy	11396	79%
	Melun	2756	19%
	Meaux	206	1%
		14358	100%

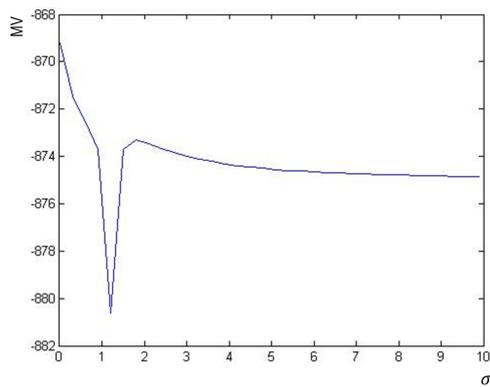
7.2 L'analyse statistique du sous-échantillon

TABLE IV.6: Les résultats des tests de comparaison de moyennes sur le sous-échantillon estimé

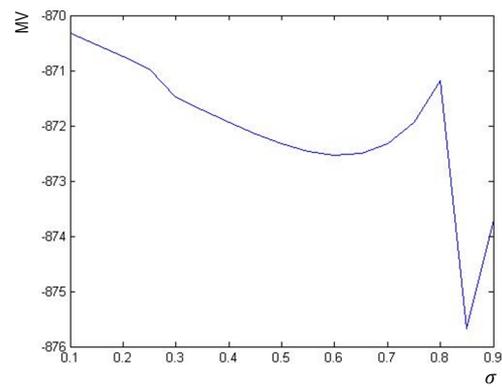
	Total	Echantillon		
	Moyenne	Moyenne	T-stats	P-Value
LnA	4,19	4,18	1,49	0,14
LnCBD	7,50	7,50	-0,21	0,84
(LnCBD) ²	56,42	56,44	-0,21	0,83
LnX _i	8,00	8,00	-0,35	0,73
(LnX _i) ²	64,60	64,68	-0,33	0,74
LnCBD*LnX _i	60,01	60,06	-0,41	0,69
dFont/qFont	1780,11	1778,84	0,07	0,94
dFor1/qFor1	3727,57	3736,14	-0,20	0,84
dFor2/qFor2	3902,91	3864,47	0,67	0,51

7.3 Le paramètre de préférence pour la diversité : estimation économétrique

FIGURE IV.9: *Le paramètre de préférence pour la diversité*
L'évolution du Maximum de Vraisemblance en fonction du paramètre de préférence pour la diversité



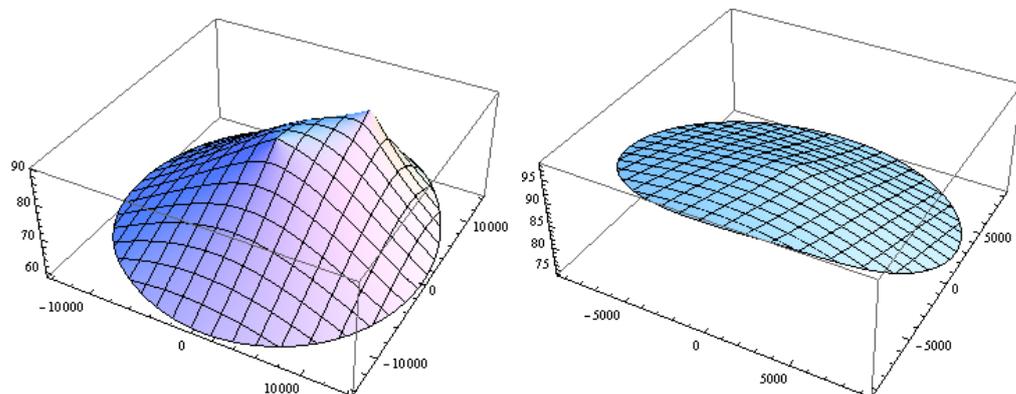
(a) $\sigma \in [0; 10]$



(b) $\sigma \in [0.1; 0.9]$

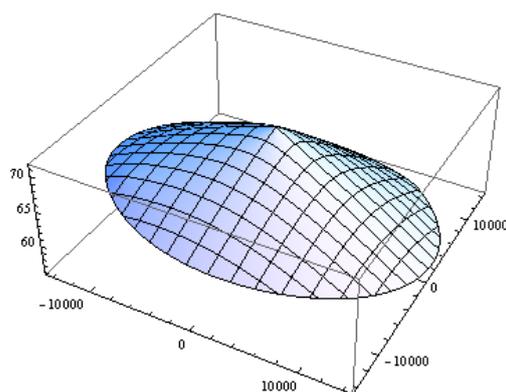
7.4 Les impacts des variables simulées sur la rente foncière

FIGURE IV.10: L'évolution globale du prix du foncier en fonction des transports "domicile-travail" et des forêts

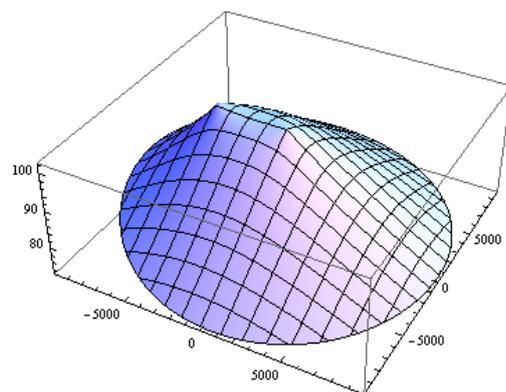


(a) Coulommiers

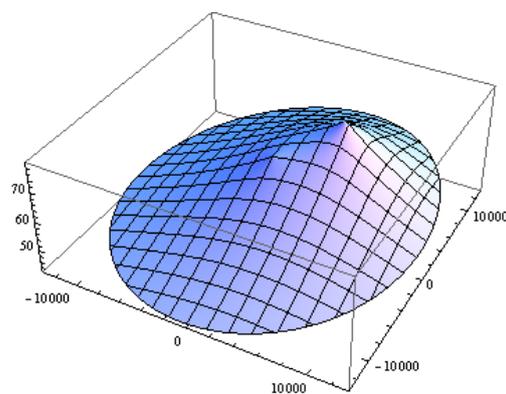
(b) Marne-la-Vallée



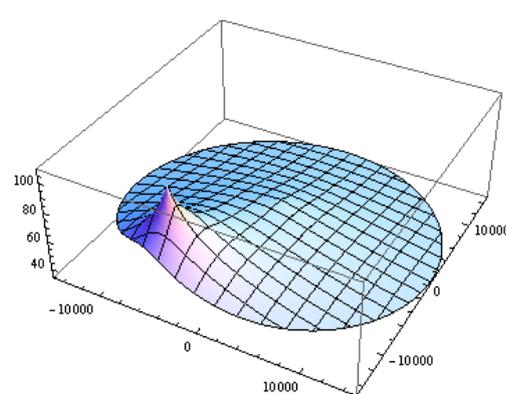
(c) Meaux



(d) Montereau

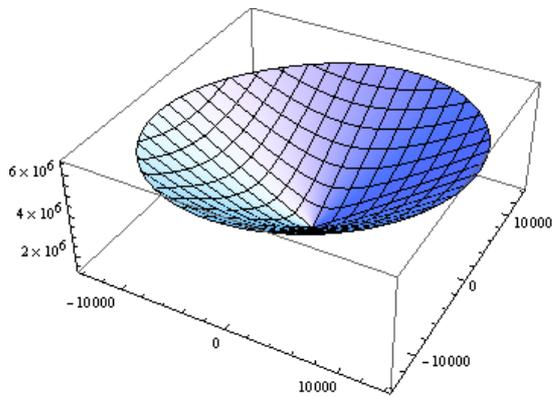


(e) Nemours

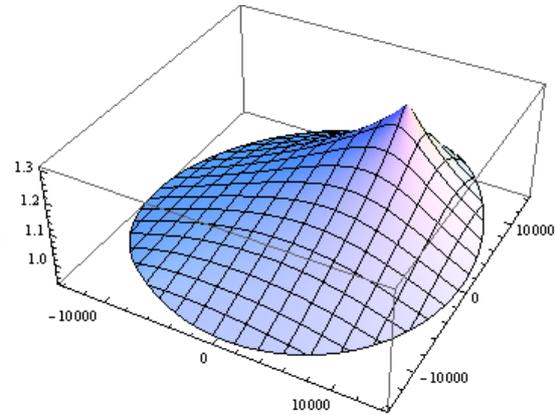


(f) Provins

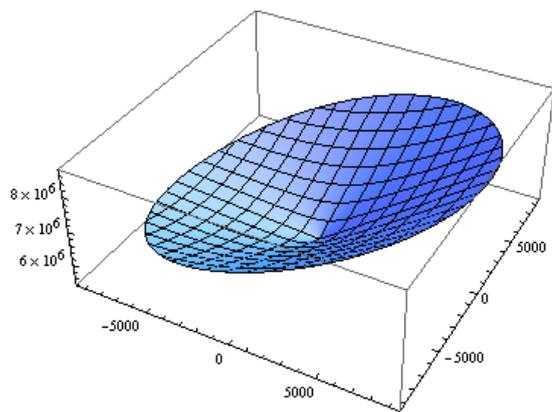
FIGURE IV.11: L'évolution comparée du prix du foncier en fonction des coûts de transports et de la forêt



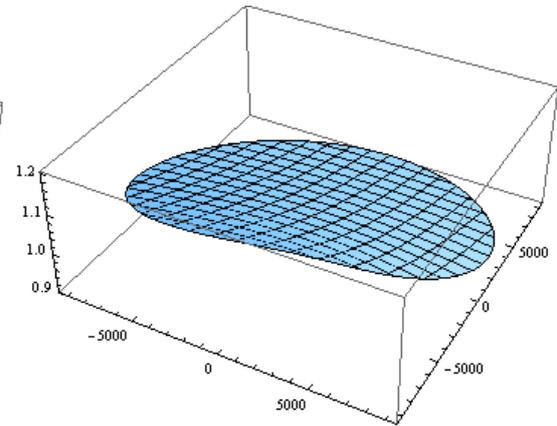
(a) Coulommiers, Coûts de transport



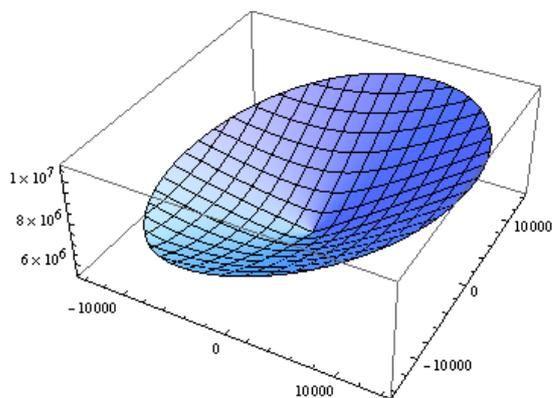
(b) Coulommiers, Composante forêt



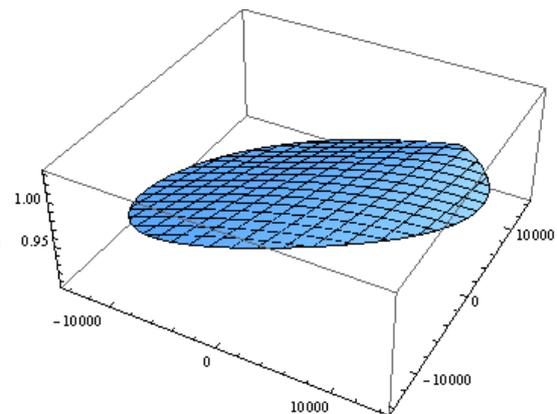
(a) Marne-la-Vallée, Coûts de transport



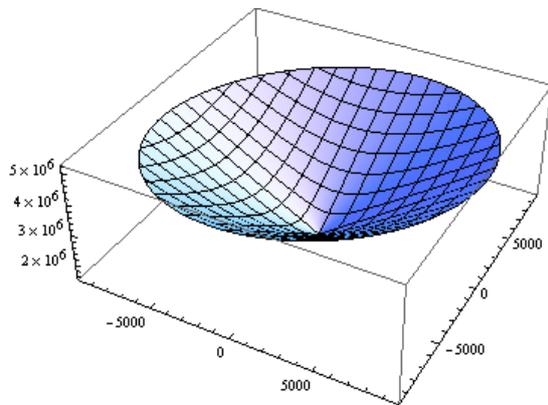
(b) Marne-la-Vallée, Composante forêt



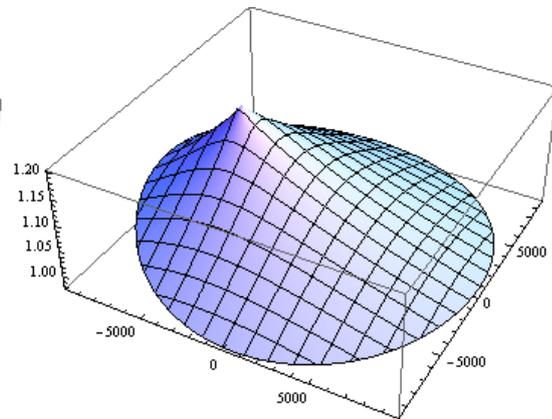
(a) Meaux, Coûts de transport



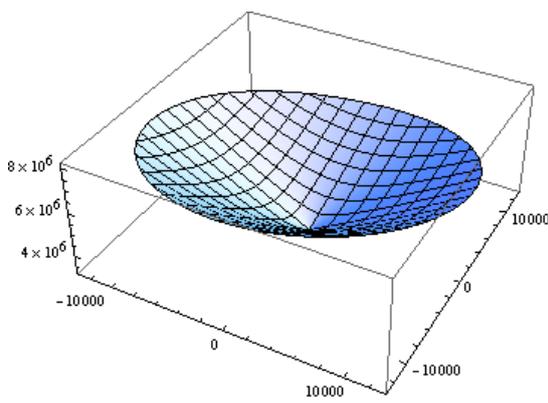
(b) Meaux, Composante forêt



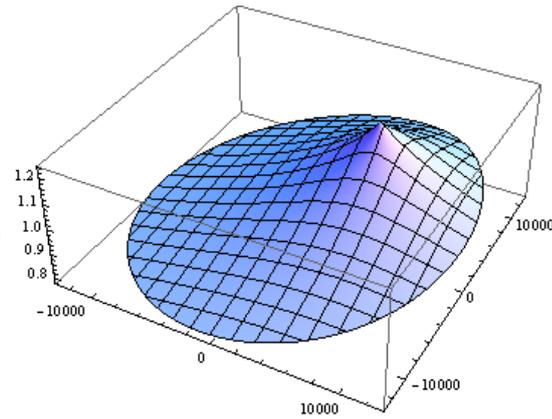
(a) Montereau, Coûts de transport



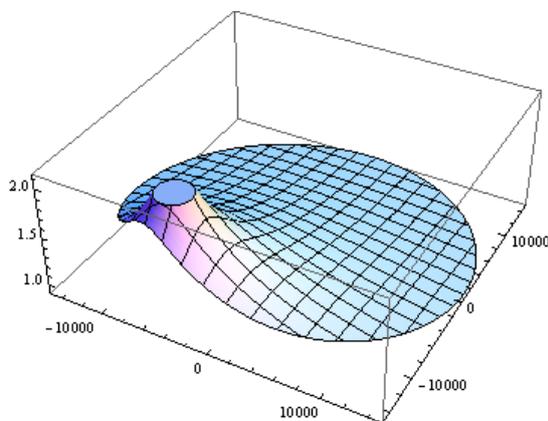
(b) Montereau, Composante forêt



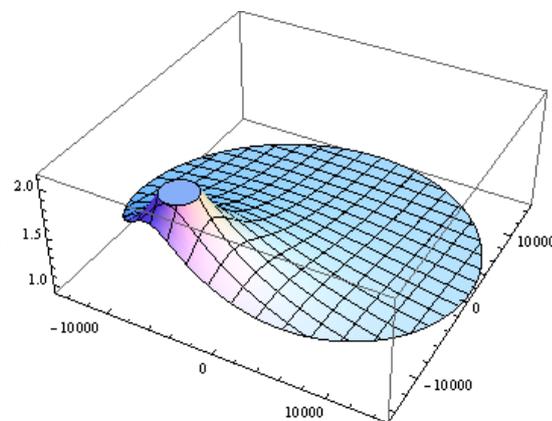
(a) Nemours, Coûts de transport



(b) Nemours, Composante forêt



(a) Provins, Coûts de transport



(b) Provins, Composante forêt

Conclusion générale

Dans cette thèse nous nous intéressons à l'évaluation économique des services récréatifs des forêts périurbaines, en prenant le cas de la métropole parisienne. La littérature sur le sujet est dense et bien fournie autant par les méthodes de préférences déclarées (Willis & Garrod (1993), Garrod & Willis (1997), Scarpa et al. (2000), Scherrer (2002), Hanley et al. (2002), Rulleau et al. (2010), Abildtrup et al. (2013)) que par les méthodes de préférences révélées (Englin & Mendelsohn (1991), Willis & Garrod (1993), Tyrvainen & Miettinen (2000), Acharya & Lewis (2001), Thorsnes (2002), Des Rosiers et al. (2002), Irwin (2002), Bestard & Font (2009), Cavailhès et al. (2009) Baerenklau (2010)). Cependant, les travaux sont peu nombreux, dans le cas des préférences révélées, à étudier la notion de services récréatifs locaux et notamment l'hétérogénéité spatiale de la fourniture de ces services (quels services, sur quels écosystèmes et quels territoires?). Nous interrogeons la demande sociale pour les aspects récréatifs des forêts en intégrant l'idée d'une diversité d'offres de services, à travers l'approche de l'environnement forestier global.

Cette thèse est réalisée en s'appuyant sur la méthode des prix hédoniques, c'est-à-dire l'évaluation économique des forêts *via* leur impact sur les prix de l'immobilier. Cette méthode requiert une grande rigueur sur la définition et la construction des données nécessaires à leur analyse. Le premier chapitre présente l'ensemble des données ayant trait aussi bien aux transactions immobilières qu'aux services récréatifs des forêts. Toutes ces données permettent de préparer un champ fertile aux analyses empiriques de la valeur des espaces forestiers et de leurs ser-

vices récréatifs à travers le choix de localisation des ménages. Nous les utilisons au cours de nos trois études.

Les conclusions de nos différentes études

Trois études reposant sur l'approche hédonique, présentées dans les chapitres II, III et IV, apportent de nouveaux éléments d'analyses à l'étude de la qualité récréative des forêts et à son impact sur le bien-être des individus.

Dans le deuxième chapitre nous partons de l'idée que l'estimation des aménités les plus proches du logement par la fonction hédonique ne semble pas toujours être la plus appropriée. Au regard de l'hétérogénéité spatiale des services récréatifs et d'une possible préférence des ménages pour la diversité d'espaces forestiers dans leur environnement, cette étude vise à montrer l'apport d'une approche par l'environnement forestier global. Pour cela nous considérons que les forêts ne sont pas des espaces homogènes ; elles peuvent être protégées ou non, publiques ou privées, etc. Ainsi, les individus peuvent apprécier la proximité avec les forêts selon les services offerts par ces dernières.

Pour commencer, nous avons défini les variables d'environnement forestier ainsi que ses caractéristiques récréatives. Pour ce faire, nous avons construit une typologie originale de services récréatifs propres aux forêts d'Ile-de-France. Ces services, identifiés et cartographiés, sont ensuite pondérés par leur distance à chaque logement. Ces variables permettent ainsi de définir l'environnement forestier global (à l'échelle du département de la Seine-et-Marne) de chaque logement.

Dans cette étude, à vocation méthodologique, nous comparons les résultats d'estimation de deux modèles : le premier estime l'impact sur le prix du logement de la forêt la plus proche et de ses caractéristiques récréatives, le second estime l'impact de l'ensemble des forêts du département en pondérant leurs caractéristiques récréatives par leur distance aux logements.

D'abord, les résultats de l'estimation de la fonction hédonique confirment l'im-

portance pour les ménages d'acheter un bien immobilier doté d'un environnement forestier. Leur consentement à payer est positif et significatif pour la forêt la plus proche et l'environnement forestier global. De plus, on observe que l'impact de la taille de l'espace forestier est plus important lorsque l'on considère la forêt la plus proche. Le fait que la surface de la forêt la plus proche ait plus d'impact que celle de l'environnement global, qui est relativement dense pour l'ensemble des habitants du département, apparaît cohérent.

Ensuite, au regard des résultats pour les différents services récréatifs, on peut conclure qu'il est intéressant de considérer l'environnement forestier global avec sa diversité de services fournis. En effet, les itinéraires récréatifs de type pistes cyclables et chemins de randonnées apparaissent très significatifs et positifs en considérant l'environnement global. Ils sont non significatifs lorsque l'on regarde le modèle avec la forêt la plus proche. On peut donc conclure que l'hétérogénéité spatiale des services récréatifs implique des préférences pour la diversité des forêts environnantes.

Nos résultats mettent en lumière l'importance de la définition de l'aménité à valoriser. Ils mènent à penser qu'il faut considérer une plus grande échelle lorsque l'on mesure la valeur de certaines aménités environnementales, afin de préciser le consentement à payer des ménages. Ces aménités peuvent être multi-sites et caractérisées par différents niveaux de fournitures de services récréatifs. Cela implique différentes échelles de valorisations (par exemple le petit bois de proximité *versus* la forêt domaniale située à quelques kilomètres).

Dans le troisième chapitre nous nous intéressons aux préférences hétérogènes des ménages. L'objectif de cette étude est de comprendre de quelle manière les profils socio-économiques des ménages influencent leur consentement à payer pour l'environnement forestier et ses services récréatifs. Cette analyse est réalisée par l'estimation des fonctions d'enchères pour l'acquisition d'un bien immobilier. Pour rester dans la continuité du chapitre II, la forêt est définie par sa diversité et donc par l'environnement forestier global.

Pour commencer nous avons établi 12 catégories homogènes d'acquéreurs à partir des deux informations de profil des acquéreurs disponibles dans la base BIEN : l'âge et la catégorie socio-professionnelle (CSP) de la personne de référence du ménage acquéreur.

Les résultats de l'estimation des fonctions d'enchères montrent que, quel que soit le profil socio-économique étudié, les ménages semblent valoriser certains aspects récréatifs de la forêt. Néanmoins, les résultats ne sont pas homogènes car les forêts ne sont pas valorisées pour les mêmes équipements récréatifs selon les catégories.

Les ménages les plus aisés et de plus de 45 ans semblent valoriser l'espace forestier pour sa superficie ainsi que pour ses aménagements récréatifs de type "bases de loisirs". L'effet des espaces de protection de la biodiversité en forêt apparaît globalement moins significatif, sauf pour les ménages de 30 à 45 ans de CSP "cadres et professions intellectuelles supérieures" qui les valorisent positivement et très significativement. L'effet est inverse pour les autres catégories. Les CSP les moins aisées, quel que soit l'âge, ont un consentement à payer négatif pour la présence d'espaces de protection de biodiversité. Les seuls aménagements qui font l'unanimité au sein de nos catégories sont les linéaires récréatifs de type chemins de randonnées et pistes cyclables qui ont un impact fortement positif sur le prix du logement.

Ce chapitre montre l'hétérogénéité des préférences en termes d'aménagements récréatifs des forêts. Pour résumer, trois grands résultats semblent ressortir de notre étude :

- Si la forêt est appréhendée comme lieu de verdure et d'aménités en général (surface), l'environnement forestier est valorisé par les classes aisées et les personnes de plus de 45 ans ;
- Si la forêt est appréhendée par sa biodiversité remarquable, l'environnement forestier est déconsidéré par l'ensemble des classes les moins aisées et relativement peu considéré par une partie des "cadres et professions intellectuelles

supérieures” ;

- Si la forêt est appréhendée comme un espace de loisir (linéaires cycles et randonnées), l’environnement forestier est valorisé par tous et plus largement par les classes les moins aisées et les populations les plus jeunes.

Afin de saisir la diversité des préférences, cette étude confirme l’intérêt d’estimer les consentements à payer par catégories de profils socio-économiques, plutôt que sur l’ensemble des acteurs sans distinction de profil.

Dans un dernier chapitre, nous nous intéressons à la spécification de la distance à l’aménité pour l’estimation des prix implicites de la méthode des prix hédoniques. L’idée de départ s’inscrit dans la lignée des travaux présentés dans les chapitres II et III de cette thèse. Lorsque nous sommes dans le cas d’une aménité multi-sites, qui offre des niveaux de qualité spatialement hétérogènes, les ménages peuvent avoir une préférence pour la diversité. La forêt est un exemple d’aménité multi-sites qui fournit des services récréatifs distincts. Nous avons construit un modèle théorique avec simulations sur des données réelles.

Le modèle tente de concilier deux approches du choix de localisation : l’analyse spatiale d’Alonso (1964) avec la méthode des prix hédoniques de Rosen (1974). Concrètement, nous avons greffé sur la modélisation traditionnelle des prix hédoniques une dimension explicitement spatiale au choix de localisation des ménages telle que définie par la théorie d’Alonso (1964).

Les simulations sont réalisées pour deux spécifications de la distance à l’aménité ”forêts” : la forêt la plus proche *versus* la diversité des forêts. Elles intègrent des données réelles pour ce qui est du calcul de distance aux “centres d’emploi”, des coûts de transport et des forêts ainsi que pour le paramètre de préférence pour la diversité d’aménité. De plus, nous introduisons dans le modèle un indice de qualité des forêts grâce à une analyse en composantes principales.

Les résultats des simulations montrent que les coûts de transport associés aux mobilités résidence-travail ainsi que les forêts et leur qualité récréatives jouent positivement sur la rente foncière. De plus, le prix implicite des forêts de la spécification intégrant la forêt la plus proche est significativement plus élevé que le prix implicite de la seconde spécification considérant la diversité forestière. Ainsi, le premier modèle surestime l'aménité environnementale.

Ces résultats viennent confirmer l'hypothèse selon laquelle, lorsqu'il existe une préférence pour une aménité multi-sites offrant des niveaux de qualité spatialement distincts, une mauvaise spécification de la distance impacte significativement le prix implicite de l'aménité.

Les implications en termes de politiques publiques

Les conclusions précédemment évoquées nous permettent d'éclaircir la question du rapport à la forêt des individus dans les espaces urbains et périurbains. Nous montrons que la valeur des services récréatifs des forêts par l'approche hédonique est complexe. Ainsi, il apparaît nécessaire d'interroger localement chaque espace forestier sur sa qualité de services récréatifs. La forêt n'est pas un espace homogène : chaque forêt est différente et cela même sur un territoire à priori homogène en termes de caractéristiques géographiques, démographiques et socio-économiques.

D'abord, il faut commencer par appréhender la fourniture de services par l'usage qui en est fait par la population locale. Pour cela, une enquête de terrain permet de capter les usages que font les ménages des espaces forestiers. Dans cette thèse nous nous appuyons sur des travaux portant sur la fréquentation et les usages des forêts d'Ile-de-France (Maresca, 2000). Une fois les services répertoriés, il s'agit de les cartographier pour caractériser chaque forêt par sa qualité récréative. Ensuite, nous montrons qu'il faut, aussi bien pour des questions méthodologiques que de finesse des résultats, considérer l'hétérogénéité spatiale de la qualité de services fournis par les forêts d'une part, et l'hétérogénéité des préférences des

individus d'autre part. Ces deux aspects permettent de réaliser des évaluations plus proches de la réalité. Elles pourront ensuite mieux orienter les décideurs sur les stratégies de planification urbaine et d'aménagement des espaces naturels.

Cette thèse permet d'apporter des outils afin d'évaluer des aménités naturelles multi-sites. Les perspectives futures de recherches sont nombreuses, sur les plans empirique et théorique, afin de connecter au mieux cette thèse avec l'analyse de politiques publiques concrètes (que ce soit sous la forme de scénarios prospectifs ou d'évaluation de politique déjà mise en œuvre).

Les perspectives de recherches futures

Premièrement, il s'agit d'approfondir les recherches sur cette notion "d'environnement forestier" et notamment empiriquement. Des recherches futures pourraient s'intéresser aux effets de seuil (à quelle distance les effets s'estompent-ils ? quel périmètre doit-on considérer dans l'environnement forestier ?). La complémentarité des impacts sur la valeur de l'aménité environnementale pourrait également être un sujet d'étude (regards croisés sur les variables d'intérêt). Ces deux questions pourraient être traitées par des méthodes d'estimation non-paramétrique.

Deuxièmement, la question de l'intégration de nos recherches et de nos recommandations dans la décision et les politiques publiques reste à traiter plus précisément. Comment intégrer cette notion "d'environnement forestier", avec complémentarité des espaces et hétérogénéité de leur qualité récréative, dans les politiques d'aménagement du territoire et de protection des espaces naturels péri-urbains ? Pour ce faire, il apparaît intéressant d'analyser la question de l'accès aux forêts selon leurs caractéristiques en fonction du profil des individus qui en bénéficient.

Dernièrement, l'une des perspectives porte sur le fait de confronter la re-

cherche sur les services récréatifs forestiers aux questions des politiques publiques (d'aménagement par exemple) grâce à la construction de systèmes dynamiques. Cette approche permet de comprendre les co-constructions entre les systèmes économiques et les dynamiques écologiques. Ainsi, on peut interroger des projets d'aménagement et leurs conséquences sur la fourniture de services écosystémiques des forêts.

Bibliographie

- Abildtrup, J., Garcia, S., Olsen, S., & Stenger, A. (2012). Les déterminants de la valeur récréative des forêts : l'exemple de la lorraine. *Revue Forestière Française*, LXIV(3)(C), 331–338.
- Abildtrup, J., Garcia, S., Olsen, S., & Stenger, A. (2013). Spatial preference heterogeneity in forest recreation. *Ecological Economics*, 92(C), 67–77.
- Acharya, G. & Lewis, L. (2001). Valuing open space and land-use patterns in urban watersheds. *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, 22(2-3), 221–37.
- Alonso, W. (1964). *Location and land use : toward a general theory of land rent*. Publication of the Joint Center for Urban Studies. Harvard University Press.
- Anderson, S. & West, S. (2006). Open space, residential property values, and spatial context. *Regional Science and Urban Economics*, 36(6), 773–789.
- Anselin, L. (1988). *Spatial econometrics : Methods and models*. Kluwer Academic Publisher.
- Baerenklau, K. A. (2010). A latent class approach to modeling endogenous spatial sorting in zonal recreation demand models. *Land Economics*, 86(4).
- Banzhaf, S. H. (2010). Economics at the fringe : Non-market valuation studies and their role in land use plans in the United States. *Journal of environmental management*, 91(3), 592–602.

- Barthélémy, F., Michelangeli, A., & Trannoy, A. (2007). La rénovation de la goutte d'or est-elle un succès? Un diagnostic à l'aide d'indices de prix immobilier. *Économie et Prévision*, 180(4), 107–126.
- Bartik, T. (1987). The estimation of demand parameters in hedonic price models. *Journal of Political Economy*, 95(1), 81–88.
- Baudry, M., Guengant, A., Larribeau, S., & Leprince, M. (2009). Formation des prix immobiliers et consentements à payer pour une amélioration de l'environnement urbain : l'exemple rennais. *Revue d'économie régionale et urbaine*, avril(2), 369–411.
- Baumont, C. & Legros, D. (2013). Nature et impacts des effets spatiaux sur les valeurs immobilières. le cas de l'espace urbanisé parisien. *Revue économique*, 64(5), 911–950.
- Baumont, C. & Maslianskaia-Pautrel, M. (2015). *The nature and impacts of environmental spillovers on housing prices : A spatial hedonic analysis*. Working papers in economics, Université d'Angers, GRANEM.
- Bayer, P., McMillan, R., & Rueben, K. (2004). *An Equilibrium Model of Sorting in an Urban Housing Market*. Working Paper 10865, National Bureau of Economic Research.
- Bell, S., Montarzino, A., & Travlou, P. (2007). Mapping research priorities for green and public urban space in the uk. *Urban Forestry and Urban Greening*, 6(2), 103–115.
- Bello, A. & Moruf, A. (2010). Does the functional form matter in the estimation of hedonic price model for housing market? *The Social Sciences*, 5, 559–564.
- Bestard, A. & Font, A. (2009). Environmental diversity in recreational choice modelling. *Ecological Economics*, 68(11), 2743–2750.
- Bestard, A. & Font, A. (2010). Estimating the aggregate value of forest recreation in a regional context. *Journal of Forest Economics*, 16(3), 205–216.

- Bigot, R., Bourdon, S., Cappigny, A., Croutte, P., Delakian, I., & Duflos, C. (2008). *Enquête “Conditions de vie et Aspirations des Français” Quelques opinions et aspirations en matière de logement*. Technical report, publication du Crédoc.
- Bilbao-Terrol, C. (2001). El otro exceso de gravamen. un analisis empirico aplicado a las politicas de vivienda directas. *Revista de Economia Aplicada*, 27, 35–61.
- Blaudin de Thé, C. (2012). *Type d’habitat et bien-être des ménages*. Technical Report 63, Collection “Études et documents” du Service de l’Économie, de l’Évaluation et de l’Intégration du Développement Durable (SEEIDD) du Commissariat Général au Développement Durable (CGDD).
- Blomquist, G., Berger, M., & Hoehn, J. (1988). New estimates of quality of life in urban areas. *American Economic Review*, 78(1), 89–107.
- Bolitzer, B. & Netusil, N. (2000). The impact of open spaces on property values in Portland, Oregon. *Journal of Environmental Management*, 59(3), 185 – 193.
- Bonnet, X. (2012). *Préférences des ménages en matière de logement : résultats d’une enquête par expérience de choix*. Technical Report 80, Collection “Études et documents” du Service de l’Économie, de l’Évaluation et de l’Intégration du Développement Durable (SEEIDD) du Commissariat Général au Développement Durable (CGDD).
- Box, G. E. P. & Cox, D. R. (1964). An analysis of transformations. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, 26(2), 211–252.
- Brahic, E. & Terreaux, J. P. (2009). *Évaluation économique de la biodiversité : méthode et exemples pour les forêts tempérées*. Edition QUAE.
- Brey, R., Riera, P., & Mogas, J. (2007). Estimation of forest values using choice modeling : An application to spanish forests. *Ecological Economics*, 64(2), 305–312.

- Brueckner, J. K., Thisse, J.-F., & Zenou, Y. (1999). Why is central Paris rich and downtown Detroit poor? : An amenity-based theory. *European Economic Review*, 43(1), 91–107.
- Can, A. & Megbolugbe, I. (1997). Spatial dependence and house price index construction. *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, 14(1-2), 203–22.
- Cauchetier, B., Mauclair, C., Pigato, L., & Pruvost-Bouvattier, M. (2015). *Ecomos 2008 : huit ans d'évolution des milieux naturels en Ile-de-France*. Technical Report 677, Institut d'Aménagement Urbain.
- Cavailhès, J. (2005). Le prix des attributs du logement. *Économie et Statistique*, 381(1), 91–123.
- Cavailhès, J., Brossard, T., Foltête, J., Hilal, M., Joly, D., Tourneaux, P.-F., Tritz, C., & Wavresky, P. (2009). Gis-based hedonic pricing of landscape. *Environmental and Resource Economics*, 44(4), 571–590.
- Chan, K., Goldstein, J., Satterfield, T., Hannahs, N., Kikiloi, K., Naidoo, R., Vadeboncoeur, N., & Woodside, U. (2011). *Cultural services and non-use values*. In : Kareiva, P. and Tallis, H. and Ricketts, T.H. and Daily, G.C., Polasky, S., *Natural Capital : Theory and Practice of Mapping Ecosystem Services*. Oxford University Press, Oxford, UK.
- Chattopadhyay, S. (1998). An empirical investigation into the performance of ellickson's random bidding model, with an application to air quality valuation. *Journal of Urban Economics*, 43(2), 292–314.
- Chau, K., Yiu, C., Wong, S., & Lawrence, W. (2005). *Hedonic Price Modelling of Environmental Attributes : A Review of the Literature and a Hong Kong Case Study*. Encyclopedia of Life Support Systems.
- Cheshire, P. & Sheppard, S. (1995). On the Price of Land and the Value of Amenities. *Economica*, 62(246), 247–67.

- Christie, M., Hanley, N., & Hynes, S. (2007). Valuing enhancements to forest recreation using choice experiment and contingent behaviour methods. *Journal of Forest Economics*, 13(2-3), 75–102.
- Clough, P. & Meister, A. (1991). Allowing for multiple-site visitors in travel cost analysis. *Journal of Environmental Management*, 32, 115–125.
- Correll, M. R., Lillydahl, J. H., & Singell, L. D. (1978). The effects of greenbelts on residential property values : Some findings on the political economy of open space. *Land Economics*, 54(2), 207–217.
- Des Rosiers, F. D., Thériault, M., Kestens, Y., & Villeneuve, P. (2002). Landscaping and house values : An empirical investigation. *Journal of Real Estate Research*, 23(1/2), 139–162.
- Desaigues, B. & Point, P. (1993). *Economie du patrimoine naturel : la valorisation des bénéfices de protection de l'environnement*. Economica.
- Dixit, A. K. & Stiglitz, J. E. (1977). Monopolistic Competition and Optimum Product Diversity. *American Economic Review*, 67(3), 297–308.
- Dobré, M. (2005). *Les Français et la forêt – Fascicule 1 : fréquentation, activités et attraits de la forêt*. Technical report, Centre national de la recherche scientifique, Centre Maurice Halbwachs.
- Elhorst, J. (2010). Applied spatial econometrics : Raising the bar. *Spatial Economic Analysis*, 5(1), 9–28.
- Ellickson, B. (1981). An alternative test of the hedonic theory of housing markets. *Journal of Urban Economics*, 9(1), 56–79.
- Englin, J. & Mendelsohn, R. (1991). A hedonic travel cost analysis for valuation of multiple components of site quality : The recreation value of forest management. *Journal of Environmental Economics and Management*, 21(3), 275–290.

- Epple, D. (1987). Hedonic prices and implicit markets : Estimating demand and supply functions for differentiated products. *Journal of Political Economy*, 95(1), 59–80.
- Faburel, G. & Maleyre, I. (1987). Le bruit des avions comme facteur de dépréciations immobilières, de polarisation sociale et d'inégalités environnementales. le cas d'Orly. *Développement durable et territoires*, 9.
- Filoché, S., Perriat, F., Moret, J., & Hendoux, F. (2010). Atlas de la flore sauvage de Seine-et-Marne. Publication du Conseil Général de Seine-et-Marne.
- Flachaire, E., Jayet, H., Ragot, L., & Tropéano, J.-P. (2007). *Economie urbaine et espaces verts publics*. Technical report, Rapport pour le compte du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable.
- Garcia, J. & Raya, J. M. (2010). Price and income elasticities of demand for housing characteristics in the city of Barcelona. *Regional Studies*, 45(05), 1–12.
- Garcia, S., Harou, P., Montagné, C., & Stenger, A. (2011). Valuing forest biodiversity from a national survey in france : A dichotomous choice contingent valuation. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services and Management*, 7(2), 84–97.
- Garcia, S. & Jacob, J. (2010). La valeur récréative de la forêt en france : une approche par les coûts de déplacement. *Review of Agricultural and Environmental Studies - Revue d'Etudes en Agriculture et Environnement*, 91(1), 43–71.
- Garrod, G. D. & Willis, K. G. (1992). Valuing goods' characteristics : an application of the hedonic price method to environmental attributes. *Journal of Environmental Management*, 34(1), 59–76.
- Garrod, G. D. & Willis, K. G. (1997). The non-use benefits of enhancing forest biodiversity : A contingent ranking study. *Ecological Economics*, 21(1), 45–61.

- Griliches, Z. (1961). Hedonic price indexes for automobiles : An econometric of quality change. In *The Price Statistics of the Federal Government* (pp. 173–196). National Bureau of Economic Research, Inc.
- Ham, C., Champ, P. A., Loomis, J., & Reich, R. (2012). Accounting for heterogeneity of public lands in hedonic property models. *Land Economics*, 88(3), 444–456.
- Ham, C., Loomis, & Champ, P. A. (2015). Relative economic values of open space provided by national forest and military lands to surrounding communities. *Growth and Change*, 1(46), 81–96.
- Hand, M. S., Thacher, J., McCollum, D., & Berrens, R. (2008). Intra-regional amenities, wages, and home prices : The role of forests in the southwest. *Land Economics*, 84(4), 635–651.
- Hanley, N., Wright, R., & Koop, G. (2002). Modelling recreation demand using choice experiments : Climbing in scotland. *Environmental and Resource Economics*, 22(3), 449–466.
- Hobden, D. W., Laughton, G. E., & Morgan, K. E. (2004). Green space borders-a tangible benefit ? Evidence from four neighbourhoods in surrey, British Columbia, 1980-2001. *Land Use Policy*, 21(2), 129–138.
- Homans, F. & Marshall, E. (2008). Modeling recreational amenities in an urban setting : Location, congestion, and substitution effects. *Agricultural and Resource Economics Review*, 37(2).
- Irwin, E. (2002). The effects of open space on residential property values. *Land Economics*, 78(4), 465–480.
- Iwata, S., Hiroshi, M., & Qiang, M. (2009). *Nonparametric Assessment of the Effects of Neighborhood Land Uses on the Residential House Values*. In *Advances in Econometrics : Applying Applying Kernel and Nonparametric Estimation to Economic Topics*. ed. Thomas B. Fomby and R. Carter Hill. 14th ed. Greenwich.

- Jayet, H. & Kazmierczack-Cousin, S. (2001). *L'analyse économétriques des transactions foncières et immobilières : l'exemple de Brest*. Technical report, Colloque annuel de l'Association de Science Régionale de Langue Française, Bordeaux.
- Kazmierczack-Cousin, S. (1999). *L'Evaluation des fonctions d'enchères des ménages : les agglomérations Lilloise et Brestoise*. PhD thesis, Université des sciences et technologies de Lille.
- Kinzig, A. P., Warren, P., Martin, C., Hope, D., & Katti, M. (2005). The effects of human socioeconomic status and cultural characteristics on urban patterns of biodiversity. *Ecology and Society*, 10(1).
- Lake, I., Lovett, A., Bateman, I., & I.H., L. (1998). Modelling environmental influences on property prices in an urban environment. *Computers, Environment and Urban Systems*, 22, 121–136.
- Lancaster, K. (1966). A new approach to consumer theory. *Journal of Political Economy*, 74.
- Le Gallo, J. (2002). Économétrie spatiale : l'autocorrélation spatiale dans les modèles de régression linéaire. *Économie et Prévision*, 155(4), 139–157.
- Le Goffe, P. (2000). Hedonic pricing of agriculture and forestry externalities. *Environmental and Resource Economics*, 15(4), 397–401.
- Le Jeannic, T. (1997). Trente ans de périurbanisation : extension et dilution des villes. *Economie et statistique*, (307), 21–41.
- Lee, C.-M. & Linneman, P. (1998). Dynamics of the greenbelt amenity effect on the land market-the case of Seoul's greenbelt. *Real Estate Economics*, 26(1), 107–129.
- Lerman, S. R. & Kern, C. R. (1983). Hedonic theory, bid rents, and willingness-to-pay : Some extensions of ellickson's results. *Journal of Urban Economics*, 13(3), 358–363.

- LeSage, J. & Pace, R. (2009). *Introduction to Spatial Econometrics*. Statistics : A Series of Textbooks and Monographs. CRC Press.
- Letombe, G. & Zuindeau, B. (2001). L'impact des friches industrielles sur les valeurs immobilières : une application de la méthode des prix hédoniques à l'arrondissement de Lens (Nord- Pas de Calais). *Revue d'économie régionale et urbaine*, octobre(4), 605–624.
- Letombe, G. & Zuindeau, B. (2005). Impact d'un établissement industriel polluant sur les valeurs immobilières de proximité : le cas de Metaleurop-nord. *Economie Appliquée*, (4), 161–191.
- Lévêque, C. (2008). *La biodiversité au quotidien : le développement durable à l'épreuve des faits*. Quae.
- Lipscomb, C. (2003). Small cities matter, too : The impacts of an airport and local infrastructure on housing prices in a small urban city. *Review of Urban and Regional Development Studies*, 15(3), 255–273.
- Maller, C., Townsend, M., Pryor, A., Brown, P., & St Leger, L. (2005). Healthy nature healthy people : "contact with nature" as an upstream health promotion intervention for populations. *Health Promotion International*, 21(1), 45–54.
- Mansfield, C., Pattanayak, S., McDow, W., McDonald, R., & Halpin, P. (2005). Shades of green : Measuring the value of urban forests in the housing market. *Journal of Forest Economics*, 11(3), 177–199.
- Maresca, B. (2000). *La fréquentation des forêts publiques en Île-de-France, Habitudes, représentations et flux de visites des franciliens*. Technical Report S1271, publication du Crédoc.
- Maslianskaïa-Pautrel, M. (2009). La valorisation de la qualité de l'air par l'approche hédonique : une revue de la littérature. *Revue Française d'Économie*, 23(3), 109–160.

- McConnell, V. & Walls, M. (2005). *The value of open space : evidence from studies of nonmarket benefits*. Technical report, Resources for the Future Report, Washington, DC.
- Morancho, A. (2003). A hedonic valuation of urban green areas. *Landscape and Urban Planning*, 66(1), 35–41.
- Muth, R. F. (1969). Cities and housing.
- Nelson, A. (1986). Using land markets to evaluate urban containment programs. *Journal of the American Planning Association*, 52(2), 156–171.
- Pace, R. & Gilley, O. (1997). Using the spatial configuration of the data to improve estimation. *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, 14(3), 333–40.
- Palmer, J. F. (2004). Using spatial metrics to predict scenic perception in a changing landscape : Dennis, massachusetts. *Landscape and Urban Planning*, 69(2-3), 201–218.
- Palmquist, R. B. (1984). Estimating the demand for the characteristics of housing. *Review of Economics and Statistics*, 64, 394–404.
- Panduro, T. & Veie, K. (2013). Classification and valuation of urban green spaces : a hedonic house price valuation. *Landscape and Urban Planning*, 120, 119–128.
- Parsons, G. R. (1986). An almost ideal demand system for housing attributes. *Southern Economic Journal*, 53, 347–363.
- Peyron, J.-L., Harou, P., Niedzwiedz, A., & Stenger, A. (2002). *National Survey on demand for recreation in French forests*. Technical report, INRA report.
- Renault, O. (2012). La faune sauvage de Seine-et-Marne. Publication du Conseil Général de Seine-et-Marne.
- Roe, B., Irwin, E., & Morrow-Jones, H. (2004). The effects of farmland, farmland preservation, and other neighborhood amenities on housing values and residential growth. *Land Economics*, 80(1), 55–75.

- Rosen, S. (1974). Hedonic prices and implicit markets : Product differentiation in pure competition. *Journal of Political Economy*, 82(1), 34–55.
- Rouwendal, J. (1992). The hedonic price function as an envelope of bid functions ; an exercise in applied economic theory. *Housing and The Built Environment*, 7(1), 59–80.
- Rulleau, B., Dehez, J., & Point, P. (2010). Une approche multi-attributs de la demande de loisirs sur les espaces naturels : l'exemple de la forêt publique. *Revue française d'économie*, Volume XXV(1), 175–211.
- Sander, H. & Haight, R. (2012). Estimating the economic value of cultural ecosystem services in an urbanizing area using hedonic pricing. *Journal of Environmental Management*, 113, 194–205.
- Scarpa, R., Hutchinson, W. G., Chilton, S. M., & Buongiorno, J. (2000). Importance of forest attributes in the willingness to pay for recreation : a contingent valuation study of irish forests. *Forest Policy and Economics*, 1(3-4), 315–329.
- Scherrer, S. (2002). Les pertes d'usage récréatif du patrimoine forestier après les tempêtes de 1999 : le cas de la forêt de fontainebleau. *Economie et statistique*, 357(1), 153–172.
- Shultz, S. D. & King, D. A. (2001). The use of census data for hedonic price estimates of open-space amenities and land use. *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, 22(2-3), 239–52.
- Shwartz, A., Cosquer, A., Jaillon, A., Piron, A., Julliard, R., Raymond, R., Simon, L., & Prévot-Julliard, A. (2012). Urban biodiversity, city-dwellers and conservation : How does an outdoor activity day affect the human-nature relationship. *PLoS ONE*, 7(6).
- Simon, L. (2015). *L'accessibilité à la biodiversité : rendre accessible tout en protégeant ?* in Biodiversité et société en Seine-et-Marne, Outil pour

- l'aménagement du territoire. Dir. Guillet, F and Raymond, R and Renault, O.
- Simon, L., Riboulot, M., Goeldner-Gianella, L., & Humain-Lamoure, A.-L. (2012). *Biodiversité et société en Seine-et-Marne, Outil pour l'aménagement du territoire*. in L'exigence de la réconciliation, Biodiversité et Société. Dir. Fleury C, Prévot-Julliard A-C.
- Srikhum, P. (2012). *Statistiques spatiales et études immobilières, thèse de doctorat en sciences de gestion*. PhD thesis, Université Paris Dauphine.
- Strohbach, M. W., Haase, D., & Kabisch, N. (2009). Birds and the city : urban biodiversity, land use, and socioeconomics. *Ecology and Society*, 14.
- Tapsuwan, S., Macdonald, D., King, D., & Poudyal, N. (2012). A combined site proximity and recreation index approach to value natural amenities : an example from a natural resource management region of murray-darling basin. *Journal of Environmental Management*, 94(1), 69–77.
- Termansen, M., McClean, C. J., & Søndergaard, J. (2013). Modelling and mapping spatial heterogeneity in forest recreation services. *Ecological Economics*, 92(C), 48–57.
- Termansen, M., Zandersen, M., & McClean, C. J. (2008). Spatial substitution patterns in forest recreation. *Regional Science and Urban Economics*, 38(1), 81–97.
- Thorsnes, P. (2002). The value of a suburban forest preserve : Estimates from sales of vacant residential building lots. *Land Economics*, 78(3), 426–441.
- Tu, G., Abildtrup, J., & Garcia, S. (2015). Preferences for urban green spaces and peri-urban forests : An analysis of stated residential choices. *Cahiers du LEF*, 2015(02).
- Tyrvaainen, L. & Miettinen, A. (2000). Property prices and urban forest amenities. *Journal of Environmental Economics and Management*, 39(2), 205–223.

- Tzoulas, K., Korpela, K., Venn, S., Yli-Pelkonen, V., Kazmierczak, A., Niemela, J., & James, P. (2007). Promoting ecosystem and human health in urban areas using green infrastructure : A literature review. *Landscape and Urban Planning*, 81(3), 167–178.
- Watson, R. & Zakri, A. (2005). *Ecosystems and Human Well-being : A Framework for Assessment*. Millennium Ecosystem Assessment series. Island Press.
- Wilhelmsson, M. (2000). The impact of traffic noise on the values of single-family houses. *Journal of Environmental Planning and Management*, 43(6), 799–815.
- Wilhelmsson, M. (2002). Spatial models in real estate economics. *Housing, Theory and Society*, 19(2), 92–101.
- Willis, K. G. & Garrod, G. D. (1993). The contribution of trees and woodland to the value of property. *Arboricultural Journal*, 17(2), 211–219.
- Wolch, J., Byrne, J., & Newell, J. (2014). Urban green space, public health, and environmental justice : The challenge of making cities "just green enough". *Landscape and Urban Planning*, 125(Complete), 234–244.
- Wooldridge, J. (2008). *Introductory Econometrics : A Modern Approach*. ISE - International Student Edition. Cengage Learning.
- Wu, J. (2006). Environmental amenities, urban sprawl, and community characteristics. *Journal of Environmental Economics and Management*, 52(2), 527–547.
- Wu, J. (2010). Economic fundamentals and urban–suburban disparities. *Journal of Regional Science*, 50, 570–591.
- Yinger, J. (2015). Hedonic markets and sorting equilibria : Bid-function envelopes for public services and neighborhood amenities. *Journal of Urban Economics*, 86(C), 9–25.

Liste des figures

I.1	Les zones d'emploi de Seine-et-Marne	28
I.2	La part des transactions dans la base BIEN (2001-2008, IRIS) sur l'ensemble du parc immobilier	30
I.3	La part des maisons et des appartements sur l'ensemble des transactions sur BIEN (2001-2008)	32
I.4	Les prix/ m^2 moyens des transactions entre 2001 et 2008 à l'IRIS	34
I.5	Les forêts publiques et privées de Seine-et-Marne	42
I.6	L'indice de labellisation et les noyaux de biodiversité des forêts de Seine-et-Marne	46
I.7	Les sentiers de randonnées, les pistes cyclables et les bases de loisirs	47
I.8	La représentation cartographique des zones d'emploi des résidents de la zone "Marne-la-Vallée"	51
II.1	Number of transaction in the Seine-et-Marne <i>département</i>	70
III.1	L'environnement forestier en termes de services récréatifs	101
IV.1	La structure spatiale	127
IV.2	Les coordonnées polaires d'une localisation i	128
IV.3	Les courbes d'iso-enchères et d'iso-surfaces demandées pour la zone urbaine de Melun	135
IV.4	Le plan factoriel de l'ACP	142
IV.5	L'indice Q de la qualité récréative des forêts	143
IV.6	La répartition de l'indice Q sur le territoire de la Seine-et-Marne	143

IV.7 L'impact des transports "domicile-travail" et des forêts sur le prix du foncier pour la zone urbaine de Melun	149
IV.8 Les erreurs d'estimation du prix implicite de l'aménité "forêt" . . .	152
IV.9 Le paramètre de préférence pour la diversité	159
IV.10 L'évolution globale du prix du foncier en fonction des transports "domicile-travail" et des forêts	160
IV.11 L'évolution comparée du prix du foncier en fonction des coûts de transports et de la forêt	161

Liste des tableaux

I.1	La répartition des mutations par zone d'emploi	30
I.2	Les transactions de 2001 à 2008	31
I.3	Le type de bien immobilier par zone d'emploi	32
I.4	Le prix/ m^2 moyen en fonction des types de biens	33
I.5	La surface moyenne en m^2 des transactions par zone d'emploi	35
I.6	Le nombre de pièces des biens immobiliers par zone d'emploi (%) . .	35
I.7	L'âge moyen des acquéreurs et des vendeurs par zone d'emploi . . .	37
I.8	Les catégories socio-professionnelles des acquéreurs et des vendeurs	38
I.9	Les éléments descriptifs des forêts de Seine-et-Marne	43
I.10	La construction de variables de services écosystémiques des forêts à partir de l'enquête du Crédoc	45
I.11	Les éléments descriptifs des forêts en termes de fourniture de ser- vices récréatifs	48
I.12	Les zones d'emploi des résidents de la zone "Marne-la-Vallée"	50
I.13	Les observations supprimées de la base BIEN	53
II.1	Results of the estimation of the housing price	77
II.2	Descriptive statistics on variables	83
II.3	Statistics on forest variables : the travelling time	84
II.4	Statistics on forest variables : the surface area	84
II.5	Comparison between the global sample and the subsample	85
II.6	Results of the SDM for the spatial lag variables	86

III.1	La répartition des transactions pour chaque catégorie	103
III.2	La répartition des catégories par zone d'emploi (en %)	104
III.3	Les résultats de la méthode des enchères sur le Prix/ m^2 des transactions immobilières	107
III.4	Les prix/ m^2 d'enchères calculés en euros constants	109
III.5	La moyenne des variables par catégorie d'acheteurs	112
III.6	Les résultats de la méthode des enchères pour les variables de contrôle	113
IV.1	Les prix/ m^2 moyen par zone urbaine	139
IV.2	Les coordonnées de l'axe 1 de l'ACP	141
IV.3	Les résultats de l'estimation sur le prix/ m^2 observé annualisé	147
IV.4	Les résultats des simulations	153
IV.5	Les flux domicile-travail pour les zones urbaines de Seine-et-Marne .	156
IV.6	Les résultats des tests de comparaison de moyennes	158

Table des matières

Sommaire	xi
Introduction	1
I Présentation des données	17
1 La Base Immobilière Et Notariale	21
1.1 Les variables de la base BIEN	22
1.2 Les statistiques descriptives des données relatives aux biens immobiliers	27
1.3 Les profils des acquéreurs et des vendeurs	36
2 L'environnement forestier : les forêts et les services récréatifs de Seine-et-Marne	39
2.1 Les espaces forestiers	40
2.2 Les services récréatifs	43
3 La caractérisation de l'environnement urbain	48
3.1 Les revenus fiscaux localisés des ménages de l'INSEE (2000- 2007)	48
3.2 La base permanente des équipements de l'INSEE (2010) . . .	49
3.3 Les zones d'emploi et le recensement de la population (2008)	50
3.4 L'accessibilité et la localisation par la mesure du temps de trajet	51
4 Conclusion	52
5 Annexe	53

5.1	Les observations supprimées de la base BIEN	53
II	The value of recreational services of periurban forest: a comparison of nearby forest and global forest environment using the hedonic pricing method	55
1	Introduction	59
1.1	Current issue and motivations	59
1.2	Literature and Methodology	60
2	Econometric model and estimation method	63
2.1	The analysis framework	63
2.2	The estimation method	65
3	Databases and Variables	70
3.1	Dependent, interest and control variables	70
3.2	The distance computation	73
3.3	The definition of the global environment	74
3.4	The estimated sample	75
4	Results	76
4.1	The proximity to the nearest forest and the global forest environment	76
4.2	Business cycle, housing specifications and other amenities	79
5	Discussion and Conclusion	81
6	Appendix	83
6.1	Statistics on variables	83
6.2	Subsample analysis	85
6.3	Results for spatial analysis	86
6.4	The relationships between different spatial dependence models for cross-section data (Elhorst, 2010)	87
III	Hétérogénéité des préférences et valeurs récréatives des forêts, enseignement de la méthode des enchères	89
1	Introduction	93

2	Le modèle économétrique et l'estimation : la méthode des enchères	96
3	Les variables du modèle	99
3.1	La variable à expliquer	99
3.2	Les variables d'intérêt	99
3.3	Les variables de contrôle	102
4	Les résultats des fonctions d'enchères	102
4.1	Les catégories d'acquéreurs	102
4.2	Les résultats des fonctions d'enchères	105
4.3	Des scénarios prospectifs	108
5	Conclusion et discussion	109
6	Annexe	112
6.1	La moyenne des variables par catégorie d'acheteurs	112
6.2	Les résultats de la méthode des enchères pour les variables de contrôle	113

IV Accessibilité à une aménité multi-sites et évaluation environnementale hédonique : Comment concilier Rosen et Alonso ? 119

1	Introduction	123
2	Le modèle théorique	125
2.1	La structure spatiale	125
2.2	Le programme des ménages	128
2.3	Les courbes d'enchères foncières, courbes d'iso-enchères et courbes d'iso-surfaces demandées	133
2.4	L'équilibre du marché foncier	136
3	Les données utilisées pour la simulation du modèle	138
3.1	Les zones urbaines et les "centres d'emploi"	138
3.2	Les prix des transactions immobilières	139
3.3	Les coûts de transport	139
3.4	La distance aux forêts et leur qualité récréative	140
4	L'estimation du paramètre de préférence pour la diversité	144

4.1	Le modèle empirique	144
4.2	L'estimation économétrique	146
4.3	L'échantillon estimé et les résultats économétriques	146
5	Le résultats de la simulation	148
6	Conclusion	154
7	Annexes	156
7.1	Les flux domicile-travail	156
7.2	L'analyse statistique du sous-échantillon	158
7.3	Le paramètre de préférence pour la diversité : estimation économétrique	159
7.4	Les impacts des variables simulées sur la rente foncière	160
	Conclusion générale	163
	Bibliographie	183
	Liste des figures	185
	Liste des tableaux	187
	Table des matières	189

Titre : Valeur de l'environnement forestier périurbain et hétérogénéité spatiale des services récréatifs par l'approche hédonique

Mots clés: services récréatifs, forêts périurbaines, environnement global, prix hédoniques, analyse spatiale

Résumé : La question des préférences des individus en matière de services récréatifs des forêts prend de plus en plus d'importance au sein des réflexions et des stratégies de planification urbaine. La littérature basée sur la méthode des prix hédoniques pour l'évaluation des services récréatifs des forêts interroge généralement l'accessibilité à la forêt la plus proche et considère la fourniture de services récréatifs comme homogène. Or, notre hypothèse est la suivante : en milieux urbains et périurbains, les ménages peuvent avoir des préférences pour la diversité d'espaces forestiers dans leur environnement résidentiel. Les évaluateurs doivent appréhender la complémentarité des espaces forestiers sur un territoire et questionner l'environnement forestier global ainsi que sa variété en termes de services récréatifs. L'objectif de notre première étude est d'estimer puis de comparer l'impact de la proximité avec les services récréatifs de la forêt sur le prix de l'immobilier lorsque l'on considère d'une part la forêt la plus proche et d'autre part l'environnement forestier global, qui comprend l'hétérogénéité spatiale des services récréatifs. Nous mettons en lumière l'importance de considérer l'environnement forestier dans les évaluations économiques afin d'estimer au mieux la valeur récréative des forêts. Dans un deuxième travail, à l'aide de l'estimation des fonctions d'enchères, nous interrogeons la manière dont le profil socio-économique des ménages influence leurs préférences en termes de services récréatifs de l'environnement forestier. Les résultats permettent d'approfondir la connaissance que l'on a sur les préférences autour des questions de "nature en ville". Ils révèlent des rapports hétérogènes à l'environnement forestier et à ses qualités récréatives, qui dépendent du profil des ménages. Enfin, dans une troisième section, nous partons du constat selon lequel dans le cas d'aménités multi-sites, les individus peuvent choisir de se rendre sur différents sites et à différentes fréquences. A partir d'un modèle théorique calibré sur des données réelles nous concilions l'approche spatiale d'Alonso avec l'accessibilité à une aménité multi-sites dans l'approche hédonique de Rosen. Nous concluons que, lorsqu'il existe une préférence pour une aménité multi-sites offrant des niveaux de qualité hétérogènes, une mauvaise spécification de la distance dans les modèles hédoniques impacte significativement l'évaluation de l'aménité.

Title: Environmental forest value and spatial heterogeneity of recreational services using the hedonic approach

Keywords: recreational services, periurban forests, global environment, hedonic approach, spatial analysis

Abstract: The topic of household preferences for forests is becoming increasingly important in urban planning strategies. The literature based on the hedonic price method for the evaluation of forest recreational services generally uses the accessibility to the nearest forest and considers recreational services as homogeneous. However, our hypothesis is that in urban and periurban areas, households may have preferences for the diversity of forest areas in their residential environment. Therefore, evaluations have to take into account the complementary impact of forest areas and thus estimate the overall forest environment and its diversity in terms of quality of recreational services. The aim of our first study is to measure the impact of proximity to forest recreational services on housing prices when using the nearest forest on the one hand and the global forest environment on the other hand, which includes the spatial heterogeneity of recreational quality. We highlight the importance of considering the forest environment in its diversity in economic evaluations in order to estimate the real recreational value of forests. In a second work, using the auction functions method, we question whether and how the socio-economic profile of households influences their preferences in terms of recreation of the forest environment. The results help to clarify household preferences around the issue of "nature in the city". They reveal heterogeneous preferences for the forest environment and its recreational qualities, depending on the socio-professional category and the age of the buyer. Finally, in the third study, in the case of multi-site amenities, people can choose to visit different sites and at different frequencies. From a theoretical model we conciliate the spatial urban approach of Alonso with accessibility to multi-site amenity in the hedonic model of Rosen. We conclude that, when there is a preference for a multi-site amenity with heterogeneous quality levels, a wrong specification of the distance in hedonic models significantly impacts the amenity assessment.