

La valeur économique des paysages des villes périurbanisées



LA VALEUR ECONOMIQUE DES PAYSAGES DES VILLES PERIURBANISEES EVALUATING LANDCAPES IN PERIURBAN AREAS

**Programme Sciences Economiques et
Environnement
Rapport de fin de contrat**

Institut d'Economie Publique
Centre de la Vieille Charité
2, rue de la Charité
13002 Marseille
Professeur Hubert Jayet
Université des Sciences et Technologies de Lille
Faculté des Sciences Economiques et Sociales
59655 Villeneuve d'Ascq Cedex

Date : 13/04/2007

N° de contrat : CV 03000086
Date du contrat : 01/12/2003

TABLE DES MATIERES

Synthèse	3
Résumés	14
Rapport scientifique	16

La valeur économique des paysages des villes périurbanisées

SYNTHESE

(destinée aux utilisateurs et gestionnaires publics)

LA VALEUR ECONOMIQUE DES PAYSAGES DES VILLES PERIURBANISEES

PROGRAMME SCIENCES ECONOMIQUES ET ENVIRONNEMENT

**Responsable scientifique du projet :
Hubert Jayet (IDEP et Université de Lille 1)**

**Autres partenaires scientifiques bénéficiaires :
Jean Cavailhès, Mohamed Hilal, Pierre Wavresky (INRA Dijon)
Daniel Joly, Thierry Brossard, François-Pierre Tourneux (THéMA, Université de
Franche-Comté)
Julie Le Gallo (CRESE, Université de Franche-Comté)
Nicolas Ovtracht, Pierre-Yves Péguy (LET, Université de Lyon 2)
Ghislain Geniaux, Claude Napoleone (IDEP et INRA-SAD Avignon)**

En français

CONTEXTE GENERAL

Le développement des banlieues et des espaces périurbains est un fait marquant des trente dernières années. Le cadre de vie rural/périurbain peut être recherché pour ses basses densités de population, son calme, ses espaces ouverts et, en particulier, pour ses paysages entretenus par l'activité agricole et forestière. Nous évaluons ici les aménités paysagères résidentielles de zones à faible ou moyenne densité d'habitat, à travers la capitalisation foncière de ces aménités dans les valeurs immobilières, en utilisant la méthode des prix hédonistes.

Dans la littérature internationale de nombreux travaux utilisent des modèles hédonistes (ou des méthodes de préférences déclarées) pour l'évaluation de paysages. Par delà les résultats obtenus, deux types de problème sont mal résolus dans ces travaux. Premièrement, ils reposent sur une caractérisation frustrante du paysage (couverture des sols, proximité de points remarquables, vue sur certains objets, etc.). Or, un paysage est un objet complexe, défini dans un espace physique à trois dimensions, avec des plans de vision articulés, etc. Pour répondre à cette complexité, nous construisons des variables paysagères fondées sur l'articulation de plusieurs niveaux d'échelle et la définition de champs de vision tels qu'ils sont vus depuis le sol, que nous utilisons ensuite dans des modèles économétriques. A notre connaissance, les travaux de ce type se comptent sur les doigts des deux mains.

La « transportabilité » des résultats (i.e. leur transférabilité au-delà du terrain d'étude pour lequel ils ont été obtenus) est le second problème important. L'accumulation d'études de cas a un coût important et, en l'état actuel de la littérature, l'application de méthodes de transfert (métaanalyse, etc.) semble impossible à réaliser. Nous avons défini un protocole alternatif pour pallier ce problème. Il s'agit de tester des méthodes dont le degré de précision varie (qui sont donc plus ou moins coûteuses) et de les appliquer à plusieurs zones, afin de savoir quel est le coût à consentir pour obtenir des résultats dont la précision soit jugée satisfaisante, et de proposer des méthodes qui puissent être développées ensuite sur d'autres terrains d'étude.

OBJECTIFS GENERAUX DU PROJET

La recherche articule un niveau « vertical » de comparaison de méthodes différant par leur précision (donc par leur coût) sur deux régions (Dijon et Besançon), et un niveau « horizontal » de comparaison de six régions, à partir de sources homogènes et avec des degrés de précision identiques. Il s'agit d'évaluer les effets de la précision sur les résultats et la variabilité géographique de ceux-ci.

Plus précisément, nous utilisons des images satellites avec des résolutions de 7 et de 25 mètres dans les régions de Dijon et de Besançon, soumises aux mêmes modèles géographiques et économiques, ce qui permet de comparer les résultats de ces deux régions à partir de données extrêmement fines (pixels de 49 m²) ou plus grossières (pixels de 625 m²).

Des données avec une résolution de 25 mètres ont également été constituées pour quatre autres zones : la région Nord - Pas de Calais, le département des Bouches-du-Rhône et les aires urbaines de Lyon et de Brest. Il est ainsi possible de comparer ces différentes régions, plus Dijon et Besançon, avec cette résolution de 25 mètres. L'intérêt est qu'il s'agit de régions fort différentes dans leur degré d'urbanisation, leurs formes urbaines, les grandes entités paysagères et climatiques qui les caractérisent, etc.

La réunion de résultats sur le prix que les ménages accordent aux paysages, en particulier « verts » pour cet ensemble de six régions, et la comparaison de méthodes plus ou moins fines

La valeur économique des paysages des villes périurbanisées

apportent des éléments importants au débat sur la valeur des paysages, dans une recherche collective dont nous ne connaissons pas d'équivalent ailleurs.

QUELQUES ELEMENTS DE METHODOLOGIE (ET EVENTUELLES DIFFICULTES RENCONTREES) ELEMENTS DE METHODOLOGIE

La mise en œuvre de cette recherche a nécessité un travail soigneux de caractérisation des paysages grâce à des méthodes de géographie quantitative, de collecte de données sur les prix fonciers et immobiliers, de mesure des aménités et attributs du logement susceptible d'en influencer le prix, d'analyses statistiques et économétriques.

LE MODELE GEOGRAPHIQUE

Le modèle géographique repose, tout d'abord, sur une conceptualisation des paysages à partir des théories et instruments de la géographie quantitative. L'objectif est de produire des indices caractérisant les paysages, grâce à des Systèmes d'Information Géographique (SIG), complétés par le développement de programmes informatiques *ad hoc*. Cela permet de rassembler et d'organiser un ensemble d'informations issues de sources multiples et de leur appliquer des protocoles de traitement : analyse spatiale de textures et de structures, analyse de données, trigonométrie (qui permet les calculs tridimensionnels qui sont à la base de la modélisation paysagère), cartographie, etc.

L'originalité de notre méthode repose sur un échantillonnage du tour d'horizon et l'utilisation simultanés de données en échelles emboîtées (bases de données en résolution différentes, de 7 à 1000 mètres), permettant de modéliser le paysage dans la profondeur du champ visuel en fonction de l'éloignement.

Nous reconstituons ainsi la vue depuis le sol (contrairement à la plupart des travaux antérieurs sur le sujet qui s'intéressent à la vue d'en haut), qui tient compte des effets du relief et des masques que les objets hauts (maisons, arbres, etc.) opposent à la vue. Nous reconstituons ainsi le volume scénique qui s'offre à un observateur qui regarde autour de lui, depuis n'importe quel point de la région étudiée : nous simulons la vue de cet observateur en quantifiant la superficie vue et en la déclinant selon les types d'occupation du sol, selon l'éloignement et selon des indicateurs synthétiques.

Cette méthode, utilisée pour les régions d'étude de Dijon et Besançon a un coût élevé (acquisition des images, mais surtout temps de traitement). C'est pourquoi nous avons aussi eu recours à la base Corine Land Cover (CLC), déjà constituée, qui repose sur une nomenclature de l'occupation du sol validée à l'échelle de l'Europe (son homogénéité est décisive pour permettre des comparaisons entre différentes régions), que nous avons testée sur des régions françaises aux caractéristiques très différentes. Cependant, cette base a une faible précision (elle néglige tout objet dont la taille est inférieure au quart de km²), ce qui nous a conduit à revenir aux images satellites d'origine qui ont servi à sa réalisation. Par un procédé technique dit « de persillage », nous avons reconstitué une carte d'occupation du sol qui affine la base Corine Land Cover jusqu'à la précision de 25 mètres associée aux images de départ.

En résumé, le modèle géographique décrit la quantité de paysage vu par un observateur au niveau du sol en la répartissant entre 13 types de base d'occupation du sol : bâti, cultures, prés, vignes, feuillus, résineux, buissons, eaux et lacs, zones d'activité, routes, voies ferrées, zones minérales et la mer. Cette vue est répartie en six plans s'étageant de la vue la plus proche à la plus lointaine : 0 à 75 mètres, 76 à 150 mètres, 151 à 300 mètres, 301 à 1250 mètres, 1251 mètres à 6 kilomètres, 6 à 40 kilomètres. Dans les quatre premiers plans, les occupations du sol sont comptées par pixels de 25 mètres de côté. Dans le cinquième plan, les

La valeur économique des paysages des villes périurbanisées

pixels ont 150 mètres de côté et dans le sixième plan, ils font un kilomètre de côté. Pour Besançon et Dijon, on dispose de pixels de 7 mètres de côté pour les trois premiers plans.

A ces variables de « vue d'en bas », on a parfois rajouté des variables de « vue du haut » qui décrivent l'occupation du sol dans les trois premières zones autour de chaque transaction. Ces variables ne décrivent pas le paysage vu réellement mais plutôt une ambiance globale.

Les représentations numériques du paysage qui sont ainsi produites peuvent apparaître réductrices à des paysagistes ou à des architectes. Elles le sont, mais des travaux comparant cette approche à d'autres (utilisation de photographies, etc.) montrent que la « simplification numérique » fait ressortir correctement la trame paysagère telle qu'elle s'exprime dans la réalité.

LE MODELE ECONOMETRIQUE

La méthode des prix hédonistiques permet de décomposer le prix global d'un bien complexe, comme une maison, en prix élémentaires de chacun des attributs qui constituent ce bien : caractéristiques structurelles du logement (époque de construction, surface habitable, nombre de pièces et de salles de bain, etc.), de la transaction (type d'opérateurs, nature de la mutation précédente, etc.), caractéristiques du voisinage et accessibilité au centre d'emploi, et, enfin, caractéristiques paysagères qui constituent le point central d'analyse de cette étude.

Nous utilisons des données économiques qui proviennent, pour l'essentiel, des notaires, grâce à la société PERVAL, et qui concernent des maisons individuelles et/ou des terrains à bâtir (pour le département du Nord, nous disposons également de données de l'ORHA, Office Régional de l'Habitat et de l'Aménagement). Ces données fournissent le prix des transactions, qui, transformé en logarithme, est régressé sur les attributs ci-dessus. La théorie montre que les paramètres ainsi estimés permettent de calculer les prix hédonistes de chaque attribut.

Cette méthode est délicate d'application et nécessite de nombreuses précautions économétriques : multicolinéarité (i.e. régresseurs fortement corrélés entre eux), endogénéité (en particulier de la surface habitable), autocorrélation spatiale des variables et des résidus, qui conduit à l'utilisation d'effets fixes communaux. Revenons sur ces différents aspects.

L'endogénéité se produit lorsque le consommateur choisit simultanément la quantité d'un attribut (comme la surface habitable d'une maison) et le prix de cette maison. Cette simultanéité de choix implique un biais dans l'estimation économétrique. Il faut alors utiliser une méthode économétrique particulière, dite des « variables instrumentales », qui consiste à remplacer la variable endogène par sa projection sur des « instruments » indépendants du terme d'erreur, en utilisant une méthode d'estimation « en doubles moindres carrés ».

Les autocorrélations spatiales proviennent souvent de caractéristiques communes partagées par des logements voisins (même lotissement, même voisinage, etc.), lorsque certaines d'entre elles sont omises dans la régression (proximité d'un accès autoroutier, carte scolaire, etc.). Pour capter ces liaisons spatiales, nous avons inclus dans les régressions des effets fixes communaux, c'est-à-dire des variables « muettes » pour chacune des communes, qui captent toutes les caractéristiques de celle-ci, en particulier celles qui sont omises des régressions faute des données correspondantes (dans le cas du Nord-Pas-de-Calais, où le nombre de communes est très élevé, une procédure alternative, mais équivalente, a été utilisée). Cette procédure permet de contrôler l'autocorrélation spatiale inter-communale. Des tests statistiques ont également permis de tester la présence d'une autocorrélation spatiale résiduelle intra-communale.

Pour tenir compte des multicolinéarités, les 13 types de variables paysagères dans les 6 champs de vision n'ont en général pas été utilisées telles qu'elles, certaines d'entre elles étant

très corrélées entre elles (en outre, d'autres sont peu représentées), notamment la quantité vue dans les différents plans pour un même usage du sol. Il a donc souvent fallu agréger, en tenant compte de l'éloignement pour ajouter des plans différents ou des pixels de taille différente.

RESULTATS OBTENUS

Nous présentons ici les principaux résultats de l'estimation des effets des variables paysagères sur les prix des transactions, pour chacune des six zones (le lecteur intéressé par les résultats sur les autres variables peut se reporter aux documents fournis en annexe, où les résultats sont analysés en détail). Les prix hédoniques sont calculés pour le prix moyen des transactions, pour une variation d'un écart-type de la variable concernée. Ils ont été obtenus sur la base de la méthodologie commune définie ci-dessus, sans pousser toutefois jusqu'à une méthode totalement uniforme, pour tenir compte de la spécificité de chaque sites (ses caractéristiques, les informations disponibles, etc.). Pour simplifier l'expression, nous parlons souvent d'effets significatifs (respectivement : non significatifs) pour indiquer qu'ils sont significativement différents de zéro (resp. : non) (le seuil est indiqué, il est de 10% dans les tableaux).

COURONNES PERIURBAINES DE DIJON ET BESANÇON

Une comparaison des champs de vision selon que les pixels ont 7 ou 25 mètres (ces derniers issus de CLC) de côté, faite pour la ceinture périurbaine de Dijon, montre que les paysages reconstitués à partir de CLC sont assez éloignés de ceux obtenus avec des images satellites plus précises : le champ de vision obtenu par CLC est beaucoup plus large (plus proche d'une vision d'en haut que d'une vision depuis le sol) et il est très différent de celui d'images précises : la corrélation entre les variables issues des deux sources est très faible.

Les estimations ont été faites, pour Dijon, sur 2384 mutations de maisons intervenues entre 1995 et 2002 et, pour Besançon, sur 744 transactions de maisons et 921 de terrains à bâtir, entre 2000 et 2004. Le Tableau 1 récapitule les prix hédonistes obtenus, au point moyen du prix des maisons et pour une variation d'un écart-type des attributs paysagers.

Tableau 1. Prix hédonistes selon la région et la résolution
€/ écart-type supplémentaire (valeurs significatives au seuil de 10%)

	Arboré <70-75 m	Agriculture < 280-300m	Réseaux < 280-300m	Bâti soumis – vu < 70-75m
Dijon, pixels de 7m	2699	4809	- 1289	- 1262
Dijon, pixels de 25m (hors bâti CLC)	1806	6541		
Besançon, maisons, pixels de 7m	8700	12700 ⁽¹⁾	- 5138	- 5400 ⁽¹⁾
Besançon, maisons, pixels de 25m	4479	5887	- 3386	
Besançon terrains, pixels de 7m	2098	2360		
Besançon, terrains, pixels de 25m				

⁽¹⁾ Communes avec 2 observations ou plus

En termes synthétiques, tout d'abord, retenons que les sols arborés et agricoles ont des prix hédonistes positifs lorsqu'ils sont vus, respectivement, à moins de 70-75 et moins de 280-300 mètres, sauf dans le cas des terrains à bâtir à Besançon avec des pixels de 25m. Le prix hédoniste estimé pour une variation d'un écart-type est nettement inférieur avec la résolution de 25m qu'avec les pixels de 7m : environ un tiers de moins, voire moitié moins. Il semble donc que la perte de résolution due au passage d'images de 7 à 25 mètres permet de garder le caractère d'aménité, valorisée comme telle, de l'agriculture et des sols arborés, mais que le prix hédoniste estimé soit sous-évalué lorsque les pixels ont 25m de côté.

Pour la région de Dijon, avec des pixels de 7 m, les sols arborés vus à moins de 70 mètres et l'agriculture vue à moins de 280 mètres ont un effet positif sur le prix des maisons (respectivement : + 2,5% et + 4,4% pour un écart-type supplémentaire). Des interactions

La valeur économique des paysages des villes périurbanisées

négligées entre ces variables et la surface de la parcelle montrent que les ménages acceptent d'habiter sur des lots plus exigus lorsqu'ils voient davantage d'arbres autour de leur maison. Pour des maisons situées en zone U des Plans locaux d'urbanisme, le prix hédoniste de l'agriculture est nettement plus faible, ce qui indique que les ménages anticipent une conversion future des sols agricoles à des usages urbains. La différence entre le bâti depuis lequel on est soumis à la vue et le bâti vu a un effet négatif sur le prix des maisons. Un écart-type de plus de route ou de voie ferrée vu à moins de 280 mètres fait sensiblement baisser le prix. La vue au-delà de quelques dizaines ou centaines de mètres n'a pas de prix hédoniste significatif : tout se passe comme si les ménages étaient « myopes ». Notons enfin que les objets « verts » (arborés, agriculture) présents à proximité des maisons mais non vus ont des prix hédonistes inférieurs à ces mêmes objets lorsqu'ils sont vus, ce qui semble indiquer que le cadre de vie « vert » de proximité s'apprécie dans les valeurs immobilières, mais que la vue proprement dite compte davantage.

La perte de résolution avec des pixels de 25m se traduit par une perte importante de significativité des résultats économétriques, pour 3 raisons : la disparition des plus petits objets, le « persillage » (cf. supra) qui localise les bâtiments avec une certaine imprécision, les multicollinéarités accrues entre variables paysagères. Seule l'agriculture est significative avec une résolution de 25m, avec un prix hédoniste comparable à celui obtenu avec des pixels de 7m. Les sols arborés sont également significatifs avec des pixels de 25m, mais seulement hors des polygones bâtis de CLC.

Pour la région de Besançon, avec des pixels de 7m et l'échantillon des maisons, on obtient la même « myopie » des ménages qu'à Dijon (qui tient peut-être aux caractéristiques paysagères de ces deux régions). Les formations arborées vues à proximité immédiate ont des prix hédonistes positifs et les réseaux routiers, négatifs, comme à Dijon. Le prix de l'agriculture vue est peu significatif, mais cette occupation des sols tend à renchérir les valeurs immobilières. Le 'vert' (arbres, agriculture) vu autour d'une maison est substituable à son jardin. Enfin, une opposition entre la vue et l'exposition à la vue apparaît pour les pixels bâtis à Dijon. Pour les terrains à bâtir avec cette même résolution de 7m, plusieurs variables topographiques sont significatives (exposition Sud, encaissement, pente du terrain). On obtient également des valeurs significativement positives pour les sols arborés vus à moins de 70 mètres et l'agriculture vue dans les 280 premiers mètres.

Pour les maisons, avec des pixels de 25m, les sols arborés vus à moins de 70 mètres et l'agriculture à moins de 280 m ont des prix hédonistes positifs, les réseaux de communication ont un prix négatif. Pour les terrains à bâtir aucune des variables paysagères n'est significative, à l'exception de l'interaction entre formations arborées et taille du terrain.

REGION NORD - PAS DE CALAIS (AIRES URBAINES)

Les mutations, pour cette région, proviennent de l'ORHA. 15484 transactions de terrains à bâtir, pour la période 1989-2002, ont été retenues pour les estimations. Elles sont toutes localisées dans une aire urbaine. Nous disposons de deux sources pour la construction des variables paysagères, CLC, comme pour les autres régions, et Sigale, SIG qui fournit des informations pour des pixels de 25m en utilisant une résolution de départ plus fine. Les corrélations entre les variables issues des deux sources sont souvent faibles, mais les structures qu'elles décrivent sont similaires.

Le Tableau 2 indique les résultats obtenus pour les variables paysagères significatives au seuil de 10%. Les deux sources divergent sur l'impact du bâti (sauf entre 151 et 300 mètres). Pour les cultures et les prés vus à moins de 1250 m, elles convergent avec des prix positifs, mais qui sont nettement plus élevés avec Sigale qu'avec CLC. Les prix hédonistes obtenus pour les feuillus, buissons et résineux vus à moins de 1250 m sont très élevés avec CLC (valeurs

La valeur économique des paysages des villes périurbanisées

semblant aberrantes), alors que celles basées sur Sigale sont non significatives (sauf au seuil de 5% pour les résineux). L'inverse se produit pour les couverts arborés vus à plus de 1250 m (effet fortement négatif avec Sigale, non significatif au seuil de 10% avec CLC). Des variables croisant couverts végétaux et surface montrent, avec les deux sources, qu'il existe une plus grande sensibilité à la présence de cultures et de prés de la part des acquéreurs de petits terrains.

**Tableau 2. Nord Pas de Calais : Prix hédoniques des variables paysagères
€/ écart-type supplémentaire (valeurs significatives au seuil de 10%)**

Variable	Plan	CLC	Sigale		Plan	CLC	Sigale
Bâti	76-151	-219		Arborés	1251-6000		-5537
	151-300	258	371		6001-40000		-992
	301-1250		501	Eau, lacs	0-6000	-551	
	6001-40000		-0,0		6001-40000	-013	
Cultures	0-1250	1278	9637	Zones d'activité	0-75		-264
Prés	0-1250	1474	5184		76-151	-1343	
Cultures + prés	1251-40000	65	4657		301-1250		-465
Feuillus, buissons	0-75	3127	31427	Routes	0-300	-595	-403
	76-151	1331	13131		301-1250	73	
	151-300	709	7009	Voies ferrées	0-300	-2948	-541
	301-1250	187	1987		301-1250	-120	-334
Résineux	0-1250	2381	23881	Minéral	0-1250	716	

Les deux sources concordent pour estimer des effets négatifs des zones industrielles, routes et voies ferrées (sauf pour les routes vues entre 301 et 1250 mètres, avec CLC).

Les effets sont faibles et peu significatifs pour le minéral et la mer. La vue sur les terrils, qui n'est connue qu'à partir de Sigale, a un effet négatif, mais qui n'est pas significativement différent de zéro au seuil de 10%. Il faut enfin noter l'effet très significatif de l'altitude, qui valorise les terrains, de la pente qui les dévaloriserait (résultat significatif seulement avec Sigale) et de l'orientation du terrain (pour ceux en pente), une orientation vers l'Ouest étant moins valorisée qu'une orientation dans les autres directions.

COURONNE PERIURBAINE DE LYON

L'échantillon compte 1992 transactions de maisons et 2259 observations de terrains à bâtir (reparties sur 144 communes). Nous examinons successivement les deux types de biens.

Le Tableau 3 montre que les effets des variables paysagères sur les prix des maisons sont peu significatifs.

**Tableau 3. Aire urbaine de Lyon : Prix hédoniques des variables paysagères, maisons
€/ écart-type supplémentaire (valeurs significatives au seuil de 10%)**

Items	Plans	Prix
Forêt	0-75 mètres	-3 664
	76-150 mètres	3 922
Réseaux	0-300 mètres	-3 107
Forêt * Surface de terrain	0-75 mètres	5 081
Agriculture * Surface de terrain	0-75 mètres	18 712
Forêt * Surface de terrains	151-300 mètres	-4 995

La proximité d'un couvert forestier a un effet plutôt défavorable dans un plan de 0 à 75 mètres, qui devient plutôt positif au-delà. La vue sur les réseaux (voies ferrées et routes) dans un plan inférieur à 300 mètres est significativement négative. La combinaison du type

La valeur économique des paysages des villes périurbanisées

d'objets vu (forêts, agriculture) et de la surface du terrain montre qu'il n'y aurait pas de substitution entre ces biens, hormis pour le plan intermédiaire 151 - 300 mètres. Les autres variables paysagères ne sont pas significatives, en particulier les plans très éloignés correspondant à la vue sur les Alpes, pas plus que l'agriculture, les lacs et eaux.

Les résultats concernant les terrains à bâtir sont plus significatifs, comme le montre le Tableau 4. La vue sur des forêts (résineux, feuillus et buissons) proches (en deçà de 150 mètres) est valorisée, tout comme l'existence de bâti (0-75 mètres et au delà de 300 mètres). On note également l'effet significativement positif de la vue sur des éléments de couvert agricole (prés, vignes, cultures) sur les 75 premiers mètres, éléments particulièrement présents dans l'aire urbaine de Lyon. De manière plus surprenante, la vue sur des zones d'activités dans un plan proche (moins de 70 mètres) est valorisée. A l'opposé l'existence de réseaux à proximité, saisis en termes de vue, a un effet plutôt négatif. Enfin la vue sur le plan le plus éloigné (Alpes) a un effet assez faible en termes de prix hédonistes, et non significatif. Contrairement au cas des estimations sur les maisons, un phénomène de substitution entre taille du terrain et vue sur un couvert forestier ou un couvert agricole interviendrait dans les plans les plus proches.

**Tableau 4. Aire urbaine de Lyon : Prix hédoniques des variables paysagères, terrains à bâtir
€/ écart-type supplémentaire (valeurs significatives au seuil de 10%)**

Items	Plans	Prix	Prix
Forêt	0-75 mètres	7 457	12 727
Forêt	76-150 mètres	3 373	3 924
Forêt	151-300 mètres	-891	-1 042
Bâti	0-75 mètres	2 332	3 171
Bâti	301-1250 mètres	1 985	1 801
Réseaux	0-300 mètres	-1 268	-1 405
Agriculture	0-75 mètres	10 315	18 944
Agriculture	76-150 mètres		2 531
Agriculture	151-300 mètres	-3 677	-3 690
Agriculture	301-1250 mètres	1 881	1 823
Ouvert	>40 kilomètres		557
Forêt * Surface de terrain	0-75 mètres	-7 465	-13 648
Agriculture * Surface de terrain	0-75 mètres	-18 655	-36 644
Forêt * Surface de terrains	151-300 mètres	-3 094	-3 518
Zones d'activités	0-75 mètres	2 265	3 124
Zones d'activités	76-150 mètres	-8 350	-9 910

DEPARTEMENT DES BOUCHES DU RHONE

L'échantillon est constitué de 3515 maisons localisées sur 54 communes, parmi lesquelles une distinction a été faite entre les plus urbaines et celles qui sont plus rurales, avec une part d'espaces agricoles (en nous référant au zones POS/PLU) supérieure à 45 % de la superficie communale. Les mutations ont eu lieu en 1999 et 2000. Comme pour les autres régions d'étude, la vue "du sol" a été utilisée dans les modèles, ainsi que les variables décrivant les paysages vus "du dessus" (composition des couverts dans les différents champs).

Le modèle "vue du sol" montre que la grande majorité des variables paysagères ne sont pas significatives (Tableau 5). Seules une aversion pour les espaces ouverts en rural et une préférence pour les espaces arborés en urbain (croisés à la surface) s'expriment dans les prix, ainsi que la proximité immédiate de routes ou voies ferrées qui est significativement négative dans les milieux urbains. Dans le modèle où est également utilisée la "vue du dessus" (Tableau 6), une gamme plus variée de variables paysagères devient significative. La

La valeur économique des paysages des villes périurbanisées

proximité de couverts arborés, que ce soit en milieu urbain ou rural, est appréciée, alors que la proximité du bâti dans les champs de vision proches est dépréciée dans les deux types d'espaces (sachant que la proximité au noyau urbain est contrôlée par ailleurs et a un effet positif). On repère également que la présence d'agriculture dans les communes où l'agriculture est déjà très présente est plutôt dépréciée, ainsi bien sûr que les voies de communication.

Tableau 5. Département des Bouches du Rhône : Prix hédoniques des variables paysagères, vue du sol €/ écart-type supplémentaire (valeurs significatives au seuil de 10%)

	Localisation	Prix
Cultures – 0 -300 mètres	RURAL	-3 677,74
Surface du terrain * cultures – 0 -150 mètres	RURAL	(5,44)
Feuillus et résineux – 0 -300 mètres	URBA	(-1 599,85)
Surface du terrain * feuillus – 0 – 75 mètres	URBA	1,81
Voies ferrées et routes – - 150 mètres	URBA	-720,56

Tableau 6. Département des Bouches du Rhône : Prix hédoniques des variables paysagères €/ écart-type supplémentaire (valeurs significatives au seuil de 10%)

	Localisation	Prix
Bâti (vue d'en haut) – 0 -300 m	URBA	-510,36
Bâti (vue d'en haut) – 0 -300 m	RURAL	(-469,98)
Surface du terrain * Cultures (vue d'en haut) – 0 -150 m	URBA	(0,33)
Cultures (vue du sol) – 0 -300 m	RURAL	-1 200,73
Feuillus et résineux (vue du dessus) – 0 – 300 m	URBA	118,05
Feuillus et résineux (vue du dessus) – 0 -300 m	RURAL	120,47
Surface du terrain * feuillus et résineux (vue du dessus) – 0 -150 m	URBA	-0,15
Voies ferrées et routes (vue du sol) – 0 -150 m	URBA	-706,29

AIRE URBAINE DE BREST

Pour le pays de Brest, nous avons estimé un modèle à effets fixes communaux portant sur 1338 transactions réparties entre 53 communes (elles sont localisées pour un peu moins de la moitié dans le pôle urbain de Brest et portent pour l'essentiel sur des maisons). Les résultats d'estimations par les moindres carrés ordinaires (MCO) et la méthode instrumentale (IV) sont présentés dans le Tableau 7.

Tableau 7. Couronne périurbaine de Brest : Prix hédoniques des variables paysagères €/ écart-type supplémentaire (valeurs significatives au seuil de 10%)

			MCO	IV
Variable	Zone	Plan	Prix	Prix
Agriculture	Pôle urbain	0-1250	-734	-946
Artificialisés	Couronne périurbaine	0-40000	-754	-750
Océan		0-1250	1155	956
Océan		1251-40000	630	500
Prés*surface lot		0-40000	-685	-1079
Agri.*surface lot	Pôle urbain	0-40000	942	

Les variables relatives au bâti ont en général des signes positifs (sauf dans la couronne périurbaine en plans éloignés), mais elle ne sont pas significatives au seuil de 10%. Les

La valeur économique des paysages des villes périurbanisées

couverts végétaux ont des effets plutôt positifs (sauf l'agriculture proche dans le pôle urbain de Brest, qui a un effet significativement négatif) et pour les espaces arborés et ouverts au delà de 1250 mètres dans la couronne périurbaine. La vue sur des zones artificialisées (routes, voies ferrées, zones d'activité) a un effet négatif significatif dans la couronne périurbaine. L'effet de la vue sur l'océan est positif, mais il n'est significatif que dans la couronne périurbaine. Le prix hédonique correspondant est aux alentours de 1000 euros. Les variables croisant la superficie du terrain et la vue sur les couverts végétaux ont des effets ambigus, divergents entre les MCO et l'IV.

IMPLICATIONS PRATIQUES, RECOMMANDATIONS, REALISATIONS PRATIQUES, VALORISATION

- Implications pratiques :

- 1- En règle générale, les résultats obtenus montrent que la contribution des attributs paysagers au prix des biens fonciers et immobiliers est faible mais significative. On peut raisonnablement conclure que les paysages, en particulier les objets « verts » (couverts arborés et agricoles) sont valorisés par les ménages à travers leur capitalisation dans les valeurs immobilières, en particulier dans l'espace périurbain.
- 2- Les résultats obtenus ne sont pas stables selon le niveau d'échelle (7 ou 25 m), le type de bien (maison ou terrain à bâtir), ou la région d'étude. Cette instabilité ne porte pas seulement sur les ordres de grandeur des effets, mais aussi sur leur sens. Il en est ainsi dans toute la littérature internationale actuellement disponible sur le sujet. L'adoption de méthodes communes (modèle géographique et économique) n'a pas permis de résorber cette variabilité, mais elle a probablement contribué à la réduire. La faible stabilité des résultats reste une question posée à la recherche.
- 3- Les résolutions d'images satellites fines (7 m à Dijon et Besançon) et les bases de données élaborées (Sigal dans le Nord Pas de Calais) donnent généralement des résultats plus significatifs et plus conformes aux attentes que les résolutions moins précises, comme Corine Land Cover.

- Recommandations et limites éventuelles :

- 1- La gestion par les pouvoirs publics (aux différents niveaux territoriaux) des paysages et de certains objets (routes, voies ferrées, etc.) doit tenir compte du goût pour ces aménités et du coût de ces nuisances. Ceci concerne également les politiques sectorielles non spécifiquement dédiées aux paysages ou à l'aménagement du territoire (politique agricole commune, politique forestière, politique de transport).
- 2- Les estimations chiffrées que nous obtenons sont trop imprécises pour pouvoir être prises en compte directement dans ces politiques publiques : les signes et leur significativité sont plus importants que la quantification monétaire. Cette imprécision ne condamne pas les méthodes, qui vont dans le bon sens. Elle souligne la nécessité d'investir encore pour les faire évoluer.
- 3- La qualité de description des paysages et, semble-t-il la qualité des résultats économétriques sont très sensibles à la finesse des données de base. En conséquence, il est inutile d'essayer d'économiser sur les coûts en se contentant d'images satellitaires imprécises. Il faut au contraire mobiliser des bases de données plus précises (infra-métriques). L'utilisation de ces bases et l'amélioration des techniques d'analyse d'images automatisées de ces données sont la prochaine étape méthodologique à viser en géographie.

La valeur économique des paysages des villes périurbanisées

- 4- Du côté des méthodes économétriques, plusieurs évolutions sont souhaitables. La première est un meilleur contrôle de la condition toutes choses égales d'ailleurs (par des méthodes quasi-expérimentales). La seconde est une meilleure prise en compte de l'hétérogénéité des acheteurs, soit par l'utilisation de la deuxième étape de la méthode hédonique (actuellement illusoire au vu des résultats de la première étape), soit par l'utilisation de modèles tobit généralisés.
- 5- A la fois sur le plan géographique et économique, il reste à développer des méthodes permettant de mieux décrire des structures paysagères et pas seulement des attributs paysagers indépendants les uns des autres ; et d'en mesurer l'impact sur la valorisation du paysage.

- Réalisations pratiques et valorisation :

- 1- Le travail réalisé est une recherche, qui n'a pas encore atteint le stade du développement, en termes de méthodes ou d'outils pouvant être mis à disposition d'opérateurs. Elle doit être valorisée sur le plan scientifique : soumission à la critique de pairs par les procédures habituelles des revues scientifiques à comité de lecture international, colloques scientifiques avec sélection des communications, etc.
- 2- Des présentations des résultats peuvent néanmoins être organisées dans les régions d'étude, pour recueillir des avis d'urbanistes, aménageurs, gestionnaires de politiques territoriales à impact paysager, avis qui sont le complément de celui des pairs.
- 3- Une mise sur site Internet permettant une consultation en ligne du rapport et de la synthèse, y compris de la présente section, est possible (pas de confidentialité).

PARTENARIATS MIS EN PLACE, PROJETS, ENVISAGES

La recherche a bénéficié d'un partenariat avec l'Office Régional de l'Habitat et de l'Aménagement (ORHA), qui nous a fourni les données sur la région, sur les transactions comme sur les structures géographiques.

LISTE DES OPERATIONS DE VALORISATION ISSUES DU CONTRAT (ARTICLES DE VALORISATION, PARTICIPATIONS A DES COLLOQUES, ENSEIGNEMENT ET FORMATION, COMMUNICATION, EXPERTISES...)

PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES	
Publications scientifiques parues	Aucune
Publications scientifiques à paraître	Aucune
Publications scientifiques prévues	Ouvrage collectif, soumissions à revues internationales
COLLOQUES	
Participations passées à des colloques	Colloques d'économie du logement et d'économie géographique
Participations futures à des colloques	Idem
METHODOLOGIES (GUIDES...)	
méthodologies produites	
méthodologies en cours d'élaboration	
méthodologies prévues	
AUTRES	
Précisez...	

RESUMES

En français

RESUME

La recherche présentée ici articule un niveau « vertical » de comparaison de méthodes d'analyse des paysages différant par leur précision (et donc par leur coût) sur deux régions (Dijon et Besançon), et un niveau « horizontal » de comparaison de six régions (outre Dijon et Besançon, le Nord Pas de Calais, Brest, Lyon et Marseille), à partir de sources homogènes et avec des degrés de précision identiques. Il s'agit d'évaluer les effets de la précision sur les résultats et la variabilité géographique de ceux-ci.

La méthode utilisée combine la géographie quantitative et l'économétrie des modèles hédoniques. Le modèle géographique produit des indices caractérisant les paysages à partir d'une reconstitution de la vue depuis le sol qui tient compte des effets du relief et des masques que les objets hauts opposent à la vue. Il décrit la quantité de paysage vu par un observateur au niveau du sol en la répartissant entre 13 types de base d'occupation du sol. Les variables produites par le modèle géographiques sont utilisées dans des régressions hédoniques qui permettent d'évaluer l'impact des attributs paysagers ainsi mesurés sur les prix des transactions immobilières.

En règle générale, les résultats obtenus montrent que la contribution des attributs paysagers au prix des biens fonciers et immobiliers est faible mais significative. Les paysages, en particulier les objets « verts » (couverts arborés et agricoles) sont valorisés par les ménages à travers leur capitalisation dans les valeurs immobilières, en particulier dans l'espace périurbain. Cependant, les résultats obtenus sont très sensibles à la qualité et à la finesse des sources d'informations utilisées pour décrire le paysage. Ils sont également très variables d'une zone géographique à l'autre, sans qu'on dispose actuellement de facteurs explicatifs de cette variabilité. Ils ont de ce fait une portée opérationnelle limitée à ce stade de la recherche.

En conséquence, il est souhaitable de poursuivre le travail méthodologique fait dans cette recherche. Il y a un potentiel important d'amélioration, notamment avec la mobilisation d'images satellitaires à très haute description permettant d'améliorer la finesse et la qualité de la description des paysages, qui influence fortement la qualité des résultats. Des développements des méthodes économétriques sont également souhaitables.

MOTS CLES

Paysages, prix fonciers et immobiliers, zones périurbaines, systèmes d'information géographiques, analyse hédonique.

In English

ABSTRACT

In this research, we propose a method for describing rural landscapes in peri urban areas and evaluating their impact on house and land prices. This method couples quantitative geography and econometric methods used for hedonic analysis. A geographical model is used for producing variables describing the landscape an observers can look at when located in a specific house or a land parcel. This model take accounts of these parts of the landscape that are hidden by houses, buildings, hills, forests,... The variables produced by the model describe the size of the area that can be seen and its repartition across various types of land use (agriculture, forest, buildings, roads, water,...). They are used as explanatory factors for the price paid for buying the house or land parcel, using hedonic regression.

This method has been simultaneously used in six areas: the periurban areas of the cities of Dijon, Besançon, Lyon, Marseille and Brest and the whole Nord-Pas de Calais region. We are then able to compare results obtained using the same methodology for various areas, with various types of landscapes. Moreover, for Dijon, Besançon and the Nord-Pas de Calais regions, we can compare variables produced using different sources of information. For Dijon and Besançon, they differ with respect to the tightness and the quality of the satellite images used for analysing landscapes, the best one being much more expansive. For the Nord Pas de Calais, we compared to types of geographical information systems.

Our results confirm that the quality of the landscape that can be seen when located at a house or in a land parcel significantly influences its price. An affordable landscape, with notably green areas, has a value that is capitalized in house and land prices. However, the measure of this value is highly variable across regions and is highly sensitive to the quality of the data used by the geographical model. Therefore, at this stage of the research work, our results cannot be used for operational purposes.

The research must go on. Notably, it is possible to get much better results using new satellite images with a very high degree of resolution. Our results show that the better the quality of the images one starts from, the better the quality of the variables describing the landscape, the higher the reliability of estimations obtained using these variables.

KEY WORDS

Landscapes, real estate prices, periurban areas, geographical information systems, hedonic analysis.

RAPPORT SCIENTIFIQUE

INTRODUCTION

L'objectif général de la recherche dont nous faisons ici la synthèse est de proposer et de tester une méthodologie innovante d'évaluation des paysages. L'innovation repose principalement sur la manière dont on articule une reconstruction des paysages vus par les ménages occupant une maison ou un terrain et l'estimation de modèles hédoniques utilisant ces mêmes variables.

Ce rapport de synthèse comporte quatre grandes parties :

- La première partie est un rappel de la problématique générale autour de laquelle le projet a été construit et la recherche menée.
- La deuxième partie est une présentation résumée de la méthode utilisée pour construire les variables paysagères.
- La troisième partie est une brève présentation des méthodes économétriques utilisées.
- La quatrième partie, de loin la plus importante, présente les résultats pour chacune des six zones sur lesquelles le travail a été fait : les zones périurbaines de Dijon et Besançon, le Nord Pas de Calais, l'aire urbaine de Lyon, les Bouches du Rhône et le pays de Brest.

La présentation des résultats est suivie par une synthèse d'ensemble qui dégage les principales conclusions et propose des pistes d'amélioration.

LA PROBLEMATIQUE GENERALE

Le développement des banlieues et des espaces périurbains est un fait marquant des trente dernières années. Leurs soldes migratoires, quoiqu'ils se soient ralentis par rapport aux années 1970-80, restent particulièrement dynamiques. Le choix de résider dans une ville centre, en banlieue ou dans une commune périurbaine résulte d'un arbitrage entre l'accessibilité à des bassins d'emplois et des biens publics urbains (écoles notamment) et à des aménités paysagères ou environnementales. Le cadre de vie rural / périurbain peut être recherché pour ses basses densités de population, son calme, ses espaces ouverts et, en particulier, pour ses paysages entretenus par l'activité agricole et forestière.

Nous nous proposons d'évaluer, par la méthode des prix hédonistes, les aménités paysagères résidentielles de zones à faible ou moyenne densité d'habitat, à travers la capitalisation foncière de ces aménités dans les valeurs immobilières. Dans la littérature internationale de nombreux travaux utilisent des modèles hédonistes (ou des méthodes de préférences déclarées) pour l'évaluation de paysages. Nous retenons que, par delà les résultats obtenus, deux types de problème sont mal résolus dans ces travaux.

La difficulté de mesurer un paysage

La plupart de ces travaux reposent sur une caractérisation frustrante du paysage qui se limite, soit au rôle de la couverture des sols, soit à la proximité de points remarquables (golfs, parcs, etc.), soit encore à la mesure de la valeur, négative, de la vue sur certains objets (pylônes de lignes électriques à haute tension). Or, un paysage est un objet très complexe, défini dans un espace physique à trois dimensions, avec des plans de vision articulés, etc. De plus, la contribution de la qualité du paysage à l'agrément d'un logement est relativement faible par rapport aux autres attributs physiques, tant du logement lui-même (taille, qualité, âge, confort, etc.) que de sa localisation dans l'espace de la hiérarchie urbaine (distance, accessibilité, qualité des écoles, etc.). Il faut donc, pour l'évaluer, une méthodologie très fine. Jusqu'à quel

La valeur économique des paysages des villes périurbanisées

point ? C'est une des questions essentielles de cette recherche. Car la finesse entraîne un coût élevé ; il faut donc arbitrer entre précision et coût.

A notre connaissance, les travaux qui se sont engagés dans la direction que privilégions ici se comptent sur les doigts des deux mains. Il s'agit, en effet, de construire des variables paysagères fondées sur l'articulation de plusieurs niveaux d'échelle et la définition de champs de vision, pour les utiliser dans des modèles économétriques estimant leur prix hédoniste.

Le transfert de résultats au-delà de monographies

La « transportabilité » des résultats (i.e. leur transfert à d'autres terrains d'étude), est le second problème important. Elle nous semble impossible à réaliser à partir d'un travail de « deuxième main », de type méta-analyse ou transfert. Pour éviter les inconvénients d'une accumulation infinie d'études de cas, nous avons retenu une démarche différente. Il s'agit de tester différentes méthodes appliquées à plusieurs zones, afin de savoir quel est le coût à consentir pour obtenir des résultats dont le niveau de précision soit jugé satisfaisant. Cela peut conduire à faire des propositions méthodologiques permettant une mise en œuvre sur d'autres zones. Ces aspects sont développés ci-dessous.

Aperçu des méthodes de recherche

La mise en œuvre de cette recherche a nécessité un travail soigneux de caractérisation des paysages grâce à des méthodes de géographie quantitative, de collecte de données sur les prix fonciers et immobiliers, de mesure des aménités et attributs du logement susceptible d'en influencer le prix, d'analyses statistiques et économétriques.

L'assemblage géographique d'indices caractérisant les paysages, au-delà de la conceptualisation de ces derniers, a supposé de s'appuyer sur des Systèmes d'Information Géographique (S.I.G.) et les concepts opératoires qui s'y rattachent, pour rassembler et organiser un ensemble d'informations et pour leur appliquer des protocoles de traitement qui combinent, pour en rester à l'essentiel, l'analyse spatiale (analyse de textures et de structures) l'analyse des données (définition de typologies), la trigonométrie (sensibilité et potentiel visuel), la cartographie (représentation spatialisée de résultats aidant au diagnostic et à la prise de décision).

Les difficultés, très réelles, de la méthode des prix hédonistes sont maintenant bien connues. Elles tiennent à des problèmes d'endogénéité des variables explicatives, de non linéarité des prix hédonistes, des problèmes d'identification, ainsi qu'à des liaisons spatiales conduisant à de possibles autocorrélations. Nous n'entrons pas ici dans le détail de ces questions, mais il faut souligner que des bases de données économiques de qualité ont dû être constituées (le géoférérencement de chaque maison est à quelques mètres près, etc.), et qu'il a fallu mobiliser des compétences fortes en économétrie (élaboration de méthodes et écriture de programmes, etc.) pour surmonter les différents problèmes rencontrés.

L'articulation de différents niveaux

La recherche présentée dans ce rapport articule différents niveaux. Une étude a été précédemment réalisée sur la région dijonnaise avec une résolution des images de 7 mètres. Des données paysagères au même niveau de résolution ont été constituées sur la région de Besançon, et des modèles géographiques et économiques semblables à celui de Dijon ont été élaborés. Cela permet de comparer les résultats de ces deux régions à partir de données extrêmement fines.

La valeur économique des paysages des villes périurbanisées

Dans ces deux mêmes régions, des images issues de *Corine Land Cover* ont été utilisées pour produire des données avec des pixels de 25 mètres de côté, donc environ 12 fois plus grands que les précédents. La comparaison des résultats à ces deux résolutions donne des indications précieuses sur les effets de cette perte d'information géographique sur les résultats des évaluations économiques. Nous verrons qu'ils sont fortement dégradés.

Des données avec une résolution de 25 mètres ont également été constituées pour quatre autres régions : la région Nord - Pas de Calais, le département des Bouches-du-Rhône et les aires urbaines de Lyon et Brest. Il est ainsi possible de comparer des régions différentes avec cette résolution du 25 mètres. L'intérêt est qu'il s'agit de régions fort différentes dans leur degré d'urbanisation, leurs formes urbaines, les grandes entités paysagères et climatiques qui les caractérisent, etc.

La recherche articule donc un niveau « vertical » de comparaison de méthodes différant par leur degré de précision (et donc par leur coût) sur deux régions (Dijon et Besançon), et un niveau « horizontal » de comparaison des six régions retenues, à partir de sources homogènes et avec des degrés de précision identiques.

Il serait hâtif de conclure en proposant un arbitrage entre coût et précision, permettant d'éclairer la transportabilité des méthodes à d'autres régions. De même, les différences régionales que nos résultats mettent en valeur ne permettent pas d'analyser leur pourquoi, en termes de spécificités et effets régionaux : ce sont des éléments versés au débat, que nous nous proposons nous-mêmes d'alimenter par la suite.

Cependant, en réunissant pour un ensemble de six régions des résultats sur le prix que les ménages accordent aux paysages, en particulier « verts », et en comparant des méthodes plus ou moins fines, nous apportons des éléments importants à ce débat, dans une recherche collective dont nous ne connaissons pas d'équivalent ailleurs.

LA CONSTRUCTION DES VARIABLES PAYSAGERES

La modélisation des paysages mobilise les théories et les instruments de la géographie quantitative. Elle permet de qualifier et de quantifier le paysage tel qu'il s'inscrit dans un volume scénique et s'offre ainsi à un observateur qui regarde autour de lui. Ce travail exploite les potentialités des systèmes d'information géographique (SIG), qui se sont considérablement étoffées du fait de la puissance de calcul des ordinateurs de bureau actuels. Ces outils sont requis pour traiter des informations territoriales issues de sources multiples et renseignent sur le paysage et ses composants : dans notre cas, images satellites et représentation numérisée du relief fournissent l'essentiel de l'information nécessaire à l'évaluation économique visée. Dans le même temps, il a fallu développer des programmes informatiques *ad hoc* pour compléter les fonctions offertes par les SIG du marché, notamment dans le domaine des calculs tridimensionnels qui sont à la base de la modélisation paysagère. Celle-ci délivre une représentation quantitative d'un paysage sous forme de cartes et d'indices chiffrés dont les économistes ont besoin à leur tour pour élaborer leurs propres modèles. Certes, ces représentations numériques du paysage, segmentées par thèmes, peuvent apparaître très réductrices à des paysagistes ou à des architectes. Toutefois, les travaux comparant cette approche à d'autres utilisant des photographies montrent que la « simplification numérique » fait ressortir correctement la trame paysagère telle qu'elle s'exprime dans la réalité. L'avantage décisif de ce type d'approche est qu'il peut s'appliquer d'une manière équivalente partout, sans a priori sur la valeur esthétique des paysages considérés. Cette objectivation quantitative constitue un préalable indispensable pour que le calcul économique puisse opérer et révéler le prix qui s'attache au paysage dans ses traits fondamentaux.

La valeur économique des paysages des villes périurbanisées

De manière à asseoir l'ensemble de cette démarche, le premier point que nous avons abordé a concerné les aspects formels qui établissent le lien entre le paysage sensible tel que chacun peut le percevoir *in situ* et l'information numérique stockée sous forme de fichiers dans l'ordinateur. Nous avons explicité notamment comment s'effectue le transfert entre d'une part, une information acquise et archivée dans les deux dimensions du plan géographique et d'autre part, une restitution visuelle des paysages selon les trois dimensions du volume scénique. Le format matriciel des données offre les propriétés requises pour lever bon nombre des problèmes techniques qui se posent. Ainsi, en couplant un modèle numérique de terrain (MNT de l'IGN) et un modèle d'occupation du sol issu d'images satellites (IRS, Landsat Thematic Mapper) ou d'autres bases déjà constituées (Corine Land Cover, BD_Carto), il est possible de reconstruire virtuellement le paysage pour en capter les propriétés sous forme d'indices. Les images ainsi créées simulent la vue d'un observateur localisé en chaque point de l'espace. En quantifiant la superficie vue et en la déclinant selon les types d'occupation du sol et selon l'éloignement, des indicateurs synthétiques sont produits : ampleur de vue, fermeture et ouverture visuelle, poids visuel de chaque type d'occupation du sol, diversité de composition du paysage. Enfin, les couches de données résultantes sont soumises à des traitements statistiques (typologies factorielles, analyse spatiale) qui permettent d'affiner la description du paysage et de ses propriétés visuelles.

La qualité de l'information à mobiliser a fait l'objet d'un second développement de manière à établir le bon compromis entre niveau de précision des données, coût d'acquisition et temps de traitement de celle-ci. En effet, les études déjà réalisées montrent que l'essentiel du prix dévolu au paysage dans une transaction tient à la qualité visuelle des plans rapprochés. Il convient donc, en principe, de recourir à des données dont la haute définition permet de caractériser au mieux les objets qui composent la vue des premiers plans. Les tests réalisés sur Dijon et Besançon ont fait appel à des informations spatiales dont la grande finesse de résolution (7 mètres) répond à cette exigence de précision. La contrepartie est que les procédures d'élaboration de telles bases de données sont assez lourdes à mettre en œuvre et demandent une mise de fond relativement importante.

La question des temps de traitements a été en bonne partie levée grâce à l'élaboration d'un protocole original qui fait appel à l'échantillonnage du tour d'horizon et implique le recours simultané à plusieurs bases de données en résolution différentes soit ici 7, 25, 150 et 1000 mètres. Chacune d'elles requiert un mode de confection propre où différentes sources d'information sont mobilisées. Grâce à ces bases de données en échelles emboîtées; il fut possible de modéliser le paysage dans la profondeur du champ visuel en fonction de l'éloignement, tout en conservant des temps de calcul acceptables. Ainsi, la base à 7 mètres de résolution sert à la restitution des plans visuels proches tandis que les autres bases à 25, 150 et 1000 mètres interviennent à mesure que l'on s'éloigne du point central d'observation que constitue chaque cellule de la matrice spatiale.

La question de l'investissement à réaliser est un autre frein à la généralisation de la méthode. En effet, la modélisation des plans proches demande en principe l'achat d'images en très haute résolution avec lourd et complexe travail de préparation comme nous l'avons fait pour Dijon et Besançon. C'est pourquoi, nous avons essayé de trouver une solution alternative en ayant recours à la base Corine Land Cover, déjà constituée, qui repose sur une nomenclature de l'occupation du sol validée à l'échelle de l'Europe. Cette homogénéité est d'un intérêt majeur pour envisager d'étendre notre méthodologie à d'autres espaces pour lui conférer une sorte de valeur générale. D'où notre test sur des agglomérations françaises aux caractéristiques très différentes. En contrepartie, cette base présente un inconvénient évident en raison de son insuffisante précision spatiale puisqu'un des principes de sa réalisation est de négliger tout objet dont la taille est inférieure au quart de km². Dans le cas de notre application

au paysage, ce manque de précision peut paraître rédhibitoire puisque nous avons justement besoin de définir le contenu visuel des premiers plans ; ce qui exige des résolutions beaucoup plus fines comme nous l'avons indiqué. Nous touchons ici un des enjeux de la présente recherche. Il s'agit d'établir si, en acceptant de perdre de la précision avec des résolutions plus grossières mais en allégeant les coûts d'acquisition de l'information, nous pouvons tout de même dégager l'essentiel des propriétés visuelles du paysage qui interviennent dans le prix des transactions. Pour mener à bien cette expérience, nous avons repris la base de données Corine Land Cover mais en revenant aux images satellites d'origine qui ont servi à sa réalisation et qui offrent une résolution de 25 mètres. Par un procédé technique dit « de persillage », nous avons reconstitué une carte d'occupation du sol qui affine la base Corine Land Cover jusqu'à la précision de 25 mètres associée aux images de départ.

Il reste à voir si cette amélioration, malgré son importance, est suffisante pour que l'on puisse, sans trop altérer les résultats, faire l'économie d'une base de données plus précise, à 7 mètres de résolution. Par la suite, des tests comparatifs ont été entrepris sur les zones où nous disposons des différents niveaux de précision pour établir si la qualité d'information obtenue sur le paysage avec ces résolutions plus grossières, reste pertinente. Ce travail de validation pour trancher la question a été entrepris dans la partie économique du rapport. Les modèles paysagers complexes mis en place pour exploiter les différentes bases ainsi constituées ont donné lieu à la confection d'indicateurs précisant pour chaque point de transaction immobilière :

- la composition de son voisinage proche par auréoles successives
- la composition du panorama qu'il offre en fonction de l'éloignement progressif des plans visuels
- la sensibilité visuelle qu'il offre au regard de son voisinage.

A l'issue de cet exposé sur la méthode géographique, on peut faire ressortir les quelques points d'importance. D'abord, les paysages constituent un spectacle offert à la vue : ce constat, trivial, a des implications sur la façon de les modéliser et de les analyser, surtout quand l'objectif est de leur attribuer un prix. Puisque l'accès visuel aux aménités paysagères est un critère qui peut compter dans le prix d'un bien immobilier, il est utile que les économistes disposent de protocoles qui, en explorant la réalité visuelle du paysage, fassent émerger des critères susceptibles d'être significatifs dans les modèles économétriques.

Ensuite, la vue d'en haut, depuis un satellite ou une photographie aérienne et la vue du dedans, depuis le sol, sont peu corrélées, la seconde ne représentant qu'une très petite portion de la première lorsqu'on tient compte des masques induits par la topographie ou par les objets élevés disposés dans le champ visuel. Les travaux qui analysent le paysage en vue verticale cartographique, le saisissent comme un agencement spatial d'objets physiques ; ce qui conduit à une évaluation qui risque d'être approximative, puisque les modalités de perception sont laissées de côté, malgré leur rôle déterminant. Des auteurs comme Paterson et Boyle (2002), ont eu recours à la vue modélisée en trois dimensions, mais sans tenir compte des effets de masque dus aux objets hauts ; on risque d'aboutir ainsi à une surestimation des champs de vision particulièrement sensible sur les premiers plans, surtout quand ceux-ci sont coupés d'arbres ou de maisons. Lake et alii ont bien mis en évidence l'intérêt des simulations restituant au mieux la vision sensible des paysages. Plaçant notre propos dans cette perspective, notre contribution a permis d'établir comment la réalité visuelle du paysage peut être décomposée et paramétrée dans son architecture (rôle des différents plans dans la profondeur de champ) et dans son contenu sensible (référence à une nomenclature d'occupation du sol pour définir les objets vus).

La valeur économique des paysages des villes périurbanisées

La nature duale des relations de visibilité distinguant voir (actif) et être vu (passif) mérite aussi attention. On pourrait croire qu'il est possible d'être vu depuis un point que l'on voit mais tel n'est pas le cas du fait des masques visuels : la vue est bouchée sous un couvert forestier, alors que la forêt peut être vue depuis un grand. Notre protocole permet de distinguer vue active et passive.

Enfin, en augmentant, la distance à l'observateur joue un rôle sur la discrimination des objets : de l'arbre on passe à la forêt ; de la maison on passe au village et à la ville tandis que les objets singuliers tendent à disparaître en se fondant dans des éléments visuels plus vastes. Il est donc important de tenir compte du changement de l'information avec la distance non seulement en terme de précision spatiale mais aussi thématique. Les nomenclatures doivent s'ajuster à un critère de distance : détaillées aux premiers plans, elles se simplifient progressivement pour ne conserver que quelques classes très générales en arrière plan. La prise en compte de cette propriété est, à notre connaissance, absente de la littérature économique consacrée à l'évaluation du paysage. La structure visuelle des paysages change également très vite à mesure que la distance à l'observateur augmente. D'où l'intérêt de définir, autour de chaque point de vision, des tampons de tailles différentes qui permettent de segmenter l'information en fonction de l'éloignement. L'objet des tests à venir sera donc d'établir si l'information paysagère ainsi transcrite sous forme d'indices sera suffisante pour capter et révéler la part sensible du prix qui s'y attache.

LES METHODES ECONOMETRIQUES

Afin d'évaluer la valeur économique des paysages dans les espaces périurbains, nous utilisons dans le cadre de ce rapport la méthode des prix hédonistes. Cette méthode se ramène à une application de la théorie du consommateur à des biens complexes et permet d'estimer le prix implicite des différents attributs d'un logement à partir de son prix global. Parmi ces différents attributs, plusieurs catégories peuvent être distinguées :

- Les caractéristiques structurelles du logement, telles que l'époque de construction, la surface habitable, le nombre de pièces, le nombre de salles de bain, de garages ou de niveaux et l'existence ou non de certaines particularités, comme une annexe, un sous-sol, une cave, un grenier, des combles, une terrasse. Ces attributs sont évidemment moins nombreux dans le cas des terrains à bâtir, pour lesquels subsiste essentiellement la surface.
- Les caractéristiques de voisinage et l'accessibilité au centre d'emploi. Afin de capter l'effet de cette dernière, la distance en mètres entre le bien et la mairie a été incluse dans les estimations. Les caractéristiques de voisinage sont multiples et leur effet sur le prix des logements est analysé à travers l'inclusion d'effets fixes communaux et la spécification d'une autocorrélation spatiale (voir *infra*).
- Les caractéristiques paysagères qui constituent le point central d'analyse de cette étude. La méthode de construction de ces caractéristiques a été détaillée dans le point précédent. Les introduire dans une régression hédonique permet d'évaluer leur prix implicite, une fois que l'effet des autres caractéristiques (structurelles, accessibilité, voisinage) a été contrôlé de manière appropriée.

Nous utilisons des données économiques qui proviennent, pour l'essentiel, des notaires, grâce à la société PERVAL. Elles concernent des maisons individuelles et / ou des terrains à bâtir. Cette base de données, bien qu'elle ne soit pas exhaustive, est considérée comme une bonne représentation du marché immobilier et elle a l'avantage de fournir des données harmonisées pour toutes les régions d'étude, à une exception près. Celle-ci concerne la région du Nord Pas

La valeur économique des paysages des villes périurbanisées

de Calais, pour lequel l'ORHA (Office régional de l'habitat et de l'aménagement) nous a fourni des données sur l'ensemble des mutations de terrains à bâtir.

D'un point de vue pratique, la méthode des prix hédonistes consiste en une régression dans laquelle le prix du logement ou du terrain, ou une transformation de ce prix (en général le logarithme), est régressé sur l'ensemble des attributs précédemment cités précédemment cités du logement ou du terrain. Cette méthode est délicate d'application et nécessite de nombreuses précautions économétriques. Nous citerons par exemple le problème de multicolinéarité qui apparaît lorsque les régresseurs sont fortement corrélés ou encore le problème du choix de la forme fonctionnelle. Nous nous concentrons dans cette section sur trois aspects qui ont fait l'objet d'une attention particulière lors des estimations économétriques : la possible endogénéité de la surface habitable, la présence d'autocorrélation spatiale dans les variables et les résidus et le traitement des effets fixes communaux.

L'endogénéité de la surface habitable

Dans certains cas, le prix unitaire d'un attribut varie avec la quantité de cet attribut. Ainsi, à l'occasion de l'achat d'un logement, le consommateur choisit simultanément la quantité d'un attribut et le prix correspondant. Cette simultanéité de choix implique un biais dans l'estimation économétrique puisque, dans ce cas, la variable explicative associée à cet attribut et le résidu de la régression ne sont pas indépendants : cette variable est dite endogène. Ce problème affecte particulièrement la variable mesurant la surface habitable ou les variables polytomiques associées au nombre de pièces. Il convient alors de construire des instruments qui sont des variables corrélées avec la variable endogène mais indépendantes du terme d'erreur. Dans le cadre des modèles hédoniques, la théorie indique comme instruments appropriés les caractéristiques des acheteurs et des vendeurs du logement (telles que leur profession, leur statut matrimonial, leur âge et leur âge au carré). Un test de Hausman peut être mis en œuvre afin de tester si une ou plusieurs variables sont endogènes, compte tenu des instruments. Si tel est le cas, la méthode d'estimation des variables instrumentales doit être mise en œuvre en lieu et place de la méthode des moindres carrés ordinaires.

L'autocorrélation spatiale

Les logements voisins partagent de nombreuses caractéristiques communes, par exemple, lorsqu'ils ont été construits à la même époque, ou parce qu'ils partagent les mêmes particularités en termes de voisinage. Dans ce cas, on dit que la distribution des prix des logements est spatialement et positivement autocorrélée : l'autocorrélation spatiale positive indique une tendance au regroupement dans l'espace de valeurs similaires d'une variable aléatoire. Dans une régression économétrique, l'autocorrélation spatiale peut prendre plusieurs formes, les plus usuelles consistant en une autocorrélation spatiale des erreurs (due majoritairement à un problème de variables omises dans la régression) ou d'une autorégression (due surtout au signal donné par les prix antérieurs sur les prix de mise en marché ultérieures). Il est possible de tenter de capter tout ou partie de ce phénomène d'autocorrélation spatiale en incluant des effets fixes communaux. Cette procédure permet de contrôler l'autocorrélation spatiale inter-communale. Par ailleurs, des tests (test I de Moran, tests du multiplicateur de Lagrange) permettent de tester la présence d'une autocorrélation spatiale dans les résidus d'une régression. Ils sont mis en œuvre dans les régressions afin de vérifier qu'il n'existe pas d'autocorrélation spatiale résiduelle, une fois introduits les effets fixes communaux. Cette vérification est importante car négliger à tort l'autocorrélation spatiale, lorsqu'elle est présente, conduit à des estimateurs non-efficients.

Les effets fixes communaux

Pour les raisons indiquées précédemment, nous avons choisi dans nos régressions hédoniques d'introduire des effets fixes communaux afin d'améliorer la précision des estimations des prix hédoniques des attributs. Ceci peut s'effectuer de deux façons différentes :

- Une première possibilité consiste simplement à inclure dans la régression hédonique les effets fixes et à les estimer en plus des coefficients associés aux autres variables. Ainsi, si les transactions immobilières au sein d'une aire urbaine sont réparties sur 30 communes, cette procédure revient à rajouter 30 paramètres à estimer. Ceci reste praticable tant que le nombre de communes n'est pas trop élevé.
- Si le nombre de communes est élevé (c'est le cas du Nord-Pas-de-Calais), une procédure alternative mais équivalente consiste à utiliser une variante du modèle intra (modèle *within*). Cette méthode consiste à exprimer toutes les observations en déviation par rapport à une observation choisie arbitrairement au sein de chaque commune. Il n'est alors pas nécessaire d'estimer les effets fixes.

LES RESULTATS PAR ZONES GEOGRAPHIQUES

Introduction à la présentation des résultats

Nous allons maintenant présenter l'ensemble des résultats d'estimation des effets des variables paysagères sur les prix des transactions, pour chacune des six zones sur lesquelles nous avons travaillé (Dijon, Besançon, Lyon, le Nord Pas de Calais, les Bouches du Rhône et le pays de Brest). Ces résultats ont été obtenus séparément par les équipes responsables chacune du travail sur un site particulier, sur une base méthodologique commune. Nous n'avons cependant pas souhaité pousser cette base méthodologique commune vers une méthode totalement uniforme, car il faut tenir compte de la spécificité de chacun des sites, à la fois au niveau de ses caractéristiques et des informations disponibles.

Dans cette introduction, nous allons préciser les principaux éléments de cette méthodologie commune. Comme indiqué plus haut, tous les modèles estimés ici sont des modèles hédoniques dont la variable expliquée est le logarithme du prix et les variables explicatives sont de trois types : les variables paysagères, dont l'impact est l'élément central de ce travail ; les variables descriptives du bien et de la transaction ; les variables descriptives de son environnement.

Toutes les équipes ont disposé des mêmes variables paysagères, construites de manière homogène. Ces variables décrivent la quantité de paysage vu par un observateur au niveau du sol en la répartissant entre 13 types de base d'occupation du sol : le bâti, les cultures, les prés, les vignes, les feuillus, les résineux, les buissons, les eaux et lacs, les zones d'activité, les routes, les voies ferrées, les zones minérales et la mer. Cette vue est répartie en six plans s'étaguant de la vue la plus proche à la plus lointaine : 0 à 75 mètres, 76 à 150 mètres, 151 à 300 mètres, 301 à 1200 mètres, 1201 mètres à 6 kilomètres, 6 à 40 kilomètres. Dans les quatre premiers plans, les occupations du sol sont comptées par pixels de 25 mètres de côté. Dans le cinquième plan, les pixels ont 150 mètres de côté et dans le sixième plan, ils font un kilomètre de côté. Pour Besançon et Dijon, on disposait d'une information plus fine, sur la base de pixels de 7 mètres de côté pour les premiers plans.

Il en résulte un ensemble de 65 variables auquel s'ajoute un variable mesurant, pour le bâti situé en premier plan, la différence entre les pixels qu'on voit et ceux d'où l'on est vu. Cette variable capte le caractère plus ou moins privatif du paysage. Ces variables n'ont en général pas été utilisées telles qu'elles, certaines d'entre elles étant peu représentées et d'autres très

La valeur économique des paysages des villes périurbanisées

corrélées entre elles, notamment la quantité vue dans les différents plans pour un même usage du sol. Il a donc souvent fallu agréger, ce qui pose des problèmes quand on ajoute des plans différents ou des pixels de taille différente. Les agrégations ont été faites en utilisant une règle d'agrégation qui consiste à ramener les pixels de chaque plan à l'angle solide moyen couvert par la vision d'un pixel de ce plan, l'unité étant un pixel de 25 mètres en premier plan. Ainsi, un facteur de 1/5,3, utilisé pour le troisième plan, signifie qu'il faut en moyenne 5,3 pixels du troisième plan pour couvrir le même angle solide qu'un pixel en premier plan.

A ces variables de « vue d'en bas », on a parfois rajouté des variables de « vue du haut » qui décrivent l'occupation du sol dans les trois premières zones autour de chaque transaction. Ces variables ne décrivent pas le paysage vu réellement mais plutôt une ambiance globale.

Du côté des variables descriptives du logement, nous disposons en général d'un ensemble large. Les variables principales sont les variables de taille : nombre de pièces ou superficie du logement, le choix entre les deux dépendant de la qualité des données ; superficie du terrain. S'y ajoutent des variables sur le nombre de niveau, les salles de bain, les annexes, les caves et combles, le parking, etc.

Pour l'environnement du bien, plutôt que de rechercher un ensemble large de caractéristiques dont l'essentiel est disponible au seul niveau communal, nous avons directement introduit des variables muettes pour chaque commune, permettant d'estimer des effets fixes communaux. Nous avons cependant essayé de tenir compte de la position du bien dans la commune, plus ou moins éloignée du noyau communal, en utilisant la distance par rapport à la mairie.

Tous les modèles estimés sont donc des modèles avec un effet fixe communal. En général, cet effet fixe ne pose pas de problèmes, le nombre de commune couvert étant relativement faible. Cependant, pour le Nord Pas de Calais, l'usage direct des variables muettes communales est difficile, le nombre de communes étant élevé (532). Sans abandonner le modèle de base, nous avons adapté la méthode d'estimation en utilisant une transformation des données similaires à celle qui est connue sous le nom de transformation intra en économétrie des données de panels.

Toutes les équipes ont fait des estimations en utilisant les moindres carrés ordinaires (MCO) et les variables instrumentales (VI) pour contrôler l'endogénéité des variables de taille (surface habitable, superficie du lot), conséquence du choix simultané du prix et du type de bien. Conformément à la théorie, les instruments utilisés sont les caractéristiques de l'acheteur et du vendeur disponibles dans les fichiers : âge (sous forme non linéaire), sexe, statut marital et profession. Les résultats fournis dépendent des conclusions auxquelles aboutit le test d'Hausman : ils sont basés sur les MCO quand le test de Hausman accepte l'hypothèse nulle de l'absence d'endogénéité, sur les VI dans le cas contraire.

Toutes les équipes ont également contrôlé l'existence d'autocorrélation spatiale résiduelle (i.e. entre les observations d'une même commune) en testant celle-ci lors de l'estimation par les MCO (la littérature ne fournit pas ce type de tests pour les VI). Ces tests utilisent une matrice de poids spatiaux où, pour chaque observation, le poids des observations voisine est proportionnel à l'inverse de la distance ou à son carré à l'intérieur de la commune, nul sinon. Une variante adaptée de ce test a été spécifiquement développée pour les estimations en différence faites dans le Nord Pas de Calais. Dans tous les cas, ils acceptent l'hypothèse nulle de l'absence d'autocorrélation spatiale.

Les résultats présentés ici portent sur les seules variables paysagères, qui sont le centre d'intérêt de notre travail. Aux coefficients estimés nous avons ajouté, pour les effets significativement différents de zéro, une estimation du prix hédonique correspondant. Ce

dernier a été calculé à partir du prix moyen, pour une variation d'un écart-type de la variable concernée.

Le lecteur intéressé par les résultats sur les autres variables peut se reporter aux documents fournis en annexe, où les résultats sont analysés en détail.

Les résultats sur Dijon et Besançon

Nous analysons ici les résultats obtenus dans les ceintures périurbaines de Dijon et Besançon selon que le paysage est modélisé avec des pixels de 7 ou de 25 mètres. Il s'agit de tester la possibilité de transfert à d'autres régions de la méthode géographico-économique mise en œuvre dans ce rapport. En effet, si des images avec une résolution de 25 mètres, obtenues à faible coût à partir de *Corine Land Cover (CLC)*, permettent d'obtenir des résultats qui ne soient pas trop dégradés par rapport à ceux d'images à 7 mètres de résolution, la méthode pourrait être reproduite dans diverses régions avec un coût réduit.

Paysages vus avec des pixels de 7 m et 25 m

Comparons tout d'abord, d'un point de vue descriptif, la vue offerte selon la résolution depuis environ 2500 maisons de la ceinture périurbaine de Dijon. Avec des pixels de 7m, elle est très exiguë, du fait de l'habitat groupé de cette région (Figure 1) : les maisons, proches les unes des autres, constituent des masques qui bouchent la vue. La situation est différente avec des pixels de 25m : la vue du sol se rapproche de la vision d'en haut (Figure 2). Ceci n'est pas dû à la raréfaction des masques bâtis proches : la part des pixels bâtis vus dans les 70 mètres qui entourent une maison est de 17% avec des pixels de 7 mètres et elle monte à 26% avec des pixels de 25m. L'explication est probablement d'ordre trigonométrique.

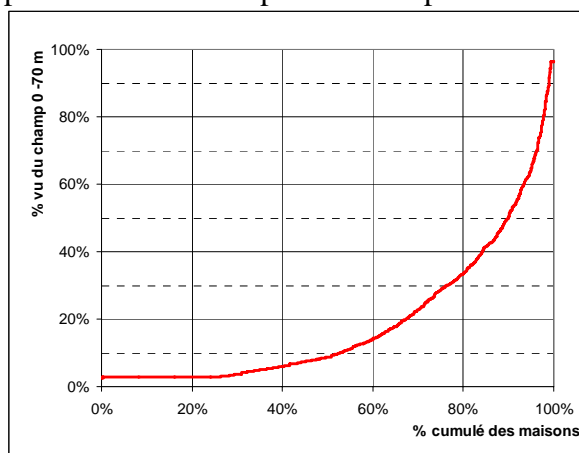


Figure 1. Fraction du champ 0 – 70 m vue avec des pixels de 7 mètres

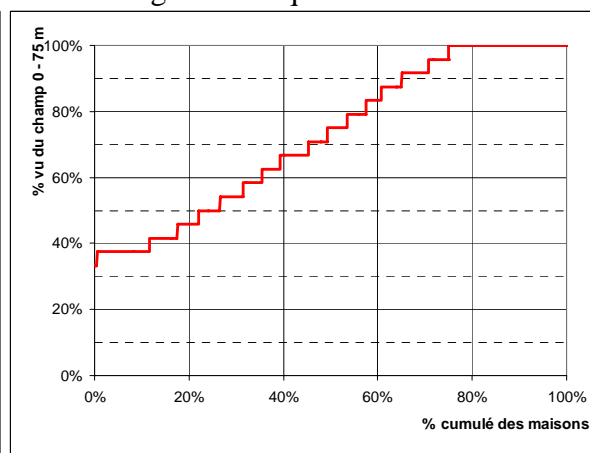


Figure 2. Fraction du champ 0 – 75 m vue avec des pixels de 25 mètres

Les corrélations entre le nombre de chacun des types d'objets vus avec des résolutions de 25 et de 7 mètres sont faibles : le R^2 est de 0,04 pour le nombre de pixels bâtis (vus dans les 70 premiers mètres) ; il tombe à 0,002 pour la différence entre vue active et passive de pixels bâtis. Pour les formations arborées et l'agriculture, il est, respectivement, de 0,12 et 0,09. Or, l'agriculture occupe 62% du champ de vision vue des 70 premiers mètres autour des maisons avec les pixels de 7 comme avec ceux de 25 mètres ; les couverts arborés occupent un peu plus de 4% du champ 0-70 mètres lorsque les pixels ont 7 mètres et 2,2% lorsqu'ils ont 25 mètres. Les traitements géographiques n'ont pas dégradé la part moyenne de ces variables pour l'ensemble de l'aire d'étude (Figures 3 et 4). Cependant, comme les R^2 le montrent, une déformation considérable se produit pour la vue offerte depuis une maison particulière.

La valeur économique des paysages des villes périurbanisées

Les paysages reconstitués à partir de CLC sont donc éloignés de ceux obtenus avec des images satellites précises : le champ de vision obtenu par CLC est beaucoup plus large (plus proche d'une vision d'en haut que d'une vision depuis le sol) et il est très différent de celui d'images précises : la corrélation entre les variables issues des deux sources est très faible.

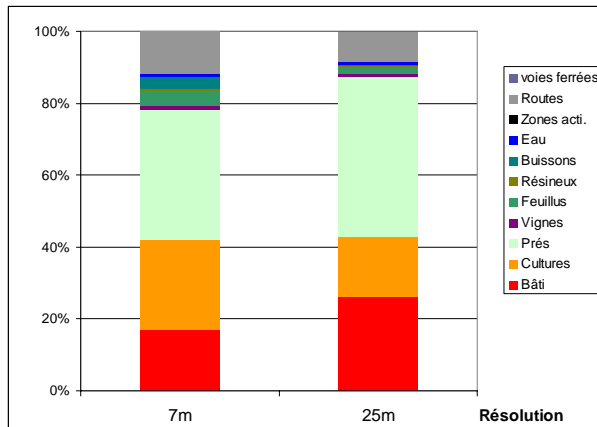


Figure 3. Composition du champ vu dans les 70 (75) premiers mètres

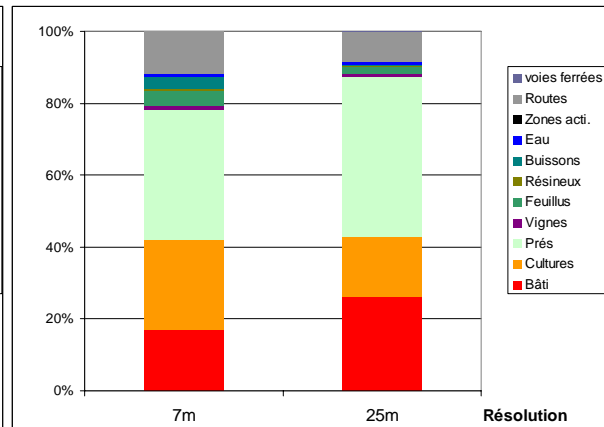


Figure 4. Composition du champ vu dans les 140 (150) premiers mètres

Le prix hédoniste des attributs paysagers selon la résolution

Pour Dijon comme pour Besançon, nous utilisons un modèle économétrique à effets fixes estimé par les variables instrumentales. Le choix des variables paysagères découle du document de travail de Cavailhès *et al.* (2006), avec quelques modifications visant à réduire les corrélations entre variables explicatives. Nous n'avons retenu que les communes comportant au moins 5 observations. Les estimations sont faites uniquement pour les espaces périurbains, i.e., pour Dijon, la couronne périurbaine (au sens Insee) et quelques communes de l'espace à dominante rurale qui l'entoure et, pour Besançon, la couronne périurbaine¹.

La ceinture périurbaine de Dijon

Les estimations sont faites sur 2384 mutations de maisons intervenues entre 1995 et 2002. Le tableau 1 donne les résultats obtenus pour les variables paysagères (les paramètres et prix hédonistes obtenus pour les variables de contrôle, qui caractérisent le bien et la transaction ne sont pas repris ici). Les paramètres estiment l'effet sur le logarithme du prix de la variation d'un pixel (dont la taille dépend de la résolution, de la distance du point de base, de la pondération²). Le test de Hausman montre que la surface habitable est endogène. Nous estimons donc le modèle par les variables instrumentales. Celle-ci conduit, selon la résolution de 7 ou 25m, à un R^2 de 0,69 ou 0,70 (R^2 ajusté : 0,66 ou 0,67). Enfin, un indice de Moran est calculé pour les observations séparées de moins de 200 m (sans pondération) ; il n'est significatif qu'au seuil de 35 % : il n'y a donc pas de corrélation spatiale des résidus³.

Pixels de 7 mètres. Au point moyen, une variation d'un écart-type des sols arborés vus à moins de 70 mètres fait augmenter le prix des maisons de 2700 € (+ 2,5%), et une interaction

¹ Les paramètres estimés pour les variables paysagères sont non significatifs dans le pôle urbain qui, de ce fait, n'a pas été retenu dans les résultats présentés ici.

² Pour des raisons d'homogénéité de l'ensemble des résultats de cette étude, la vue de pixels de 25m est pondérée selon la distance. La vue de pixels de 7m est utilisée sans pondération.

³ Il ne peut pas y avoir de corrélation entre les résidus moyens de communes adjacentes, du fait du choix du modèle à effet fixe. Le test de nullité de l'indice de Moran indique qu'il n'y a pas non plus de corrélations entre observations voisines d'une même commune.

La valeur économique des paysages des villes périurbanisées

entre cette variable et la surface du lot résidentiel est significativement négative : les ménages acceptent d'habiter sur des lots plus exigus lorsqu'ils voient davantage d'arbres autour de leur maison. L'agriculture vue à moins de 280 mètres a également un prix positif de 4800 € au point moyen (4,4% du prix) pour un écart-type supplémentaire. Ce prix n'est que de 2300 € pour les maisons situées en zone U des Plans locaux d'urbanisme (PLU), ce qui indique que les ménages anticipent une conversion future des sols agricoles à des usages urbains. La même interaction entre le zonage foncier communal et les sols arborés n'est pas significative : l'aménité forestière n'est pas affectée par la localisation dans le PLU.

La différence entre le bâti depuis lequel on est soumis à la vue et le bâti vu a un effet significativement négatif sur le prix des maisons : - 1260 € pour une variation d'un écart-type. Un écart-type de plus de route ou de voie ferrée vu à moins de 280 mètres fait baisser le prix d'une maison de 1300 € environ.

La vue au-delà de quelques dizaines ou centaines de mètres n'a pas de prix hédoniste significatif : tout se passe comme si les ménages étaient « myopes ».

Notons enfin que les objets « verts » (arborés, agriculture) présents à proximité des maisons mais non vus ont des prix hédonistes positifs, mais bien inférieurs à ces mêmes objets lorsqu'ils sont vus (résultats non reportés ici). Cela semble indiquer que, comme dans le cas de Marseille (cf. infra) le cadre de vie « vert » de proximité immédiate s'apprécie dans les valeurs immobilières, mais que la vue proprement dite compte davantage.

Tableau 8. Ceinture périurbaine de Dijon : Effets estimés des variables paysagères sur les prix des maisons

Variable	Champ :	Pixels		pixels	
		7m	25m	7 m	25m
		Para-mètre ⁽¹⁾	Para-mètre ⁽¹⁾	prix hédoniste €/écart-type ⁽²⁾	
Arboré	0-70m	0,0051	0,7441	2699	
Arboré * surface terrain	0-70m	-0,0004	-0,1510	-594	-7486
Arboré	70-280m	-0,0007	-0,7620		-5020
Arboré	0,28-40km	-0,0003	-0,0110		
Agriculture	0-280m	0,0001	0,1378	4809	5919
Agriculture * (surface terrain)	0-280m	0,0000	-0,0110	-35805	-12920
Agriculture	0,28-40km	0,0000			
Bâti : vue passive - vue active	0-70m	-0,0120	-0,8710	-1262	
Bâti	70-140m	-0,0006	0,3196		
Bâti	140-280m	-0,0008	0,3443		
Routes et voies ferrées	0-280m	-0,0003	-0,1690	-1289	
Routes et voies ferrées	0,28-1,2km	0,0041	0,3696		
R ²		0,69	0,70		
R ² ajusté		0,66	0,67		
Test de Sargan		0,99	0,99		
Test Hausman : surf. Habitable		-8,40	-8,30		
Test indice de Moran		0,35			

⁽¹⁾ Pour 100 pixels. Significativité : **gras** = 1% ; **gras italiques** = 5% ; normal = 10% ; petits caractères = non significatif

⁽²⁾ Variables significatives à 10%, prix au point moyen. Les pixels de 7 m sont non pondérés, ceux de 25 m sont pondérés selon l'éloignement.

Pixels de 25 mètres. Seule l'agriculture vue à moins de 280 mètres et son interaction avec la surface du terrain restent significatives avec cette résolution (prix hédoniste pour un écart-

type supplémentaire : 5900 €). Il est probable que ceci tient au fait que les taches d'agriculture sont suffisamment grandes pour être bien identifiées quelle que soit la résolution. Les autres types d'occupation du sol constituent plus rarement de vastes étendues homogènes (sauf les forêts, mais elles sont généralement situées assez loin du bâti villageois). En particulier, la différence entre les pixels bâtis vus et ceux d'où un observateur est soumis à la vue est non significative. Les routes et voies ferrées ont également perdu leur significativité, ce qui peut paraître plus étonnant puisqu'il s'agit de variables constituées à partir de la *BD-carto*.

Le traitement des polygones bâtis de CLC peut être à l'origine de ces pertes de significativité. En séparant les observations localisées dans et hors des polygones identifiés comme bâtis dans CLC, il apparaît que les résultats sont plus significatifs hors du bâti de CLC pour l'agriculture et les sols arborés. La différence est importante pour ces derniers, qui ne sont pas significatifs dans le bâti de CLC et qui le sont au seuil de 5% hors bâti de CLC.

Conclusion. La perte de résolution avec des pixels de 25m se traduit par une perte importante de significativité des résultats économétriques. Elle peut provenir de trois sources : (i) la perte de résolution elle-même, qui fait disparaître de petits objets, (ii) l'enrichissement des polygones bâtis de CLC, qui se traduit par des erreurs de localisation des bâtiments, (iii) les liaisons statistiques entre variables paysagères, plus importantes avec des pixels de 25m. Seule l'agriculture est significative avec une résolution de 25m, avec un prix hédoniste comparable à celui obtenu avec des pixels de 7m. Les sols arborés sont également significatifs avec des pixels de 25m, mais seulement hors des polygones bâtis de CLC.

La couronne périurbaine de Besançon

Nous examinons les résultats obtenus pour les maisons puis ceux des terrains à bâtir, en utilisant un modèle à effet fixe comme dans le cas de Dijon. Le logarithme du prix est la variable estimée. Les estimations ont été faites uniquement pour la couronne périurbaine (le pôle urbain comporte seulement 189 observations et les paramètres estimés ne sont pas significatifs). Les communes avec moins de 5 observations ont été exclues.

Maisons. Le Tableau 2 donne les résultats obtenus pour les 744 maisons de l'échantillon. La surface habitable est endogène. Cette variable n'est pas toujours renseignée. Dans ce cas, elle est remplacée par une variable « surface habitable inconnue », qui est également endogène. Nous estimons donc le modèle par les variables instrumentales, ce qui conduit à un R^2 d'environ 0,57 avec les deux résolutions (R^2 ajusté : 0,5). L'indice de Moran (observations séparées de moins de 200 mètres, sans pondération), montre qu'il n'y a pas de corrélation spatiale des résidus.

Pixels de 7 mètres. Le Tableau 2 montre que les prix hédonistes des paysages sont assez voisins dans les deux régions étudiées. Retenons, en particulier, les points suivants :

- Les plans de vision et les objets qui s'y trouvent sont sans effet sur le prix des maisons au-delà de quelques dizaines ou centaines de mètres. Cette myopie des ménages tient peut-être aux caractéristiques paysagères de ces deux régions.
- Les prix des attributs paysagers sont non (ou peu) significatifs dans les pôles urbains, qui, pour cette raison, ont été exclus des estimations.
- Les formations arborées, arbres isolés, bosquets ou forêts, vus à proximité immédiate des maisons ont des prix hédonistes significativement positifs et les réseaux, particulièrement routiers, négatifs. Le prix de l'agriculture vue est peu significatif, mais cette occupation des sols tend à renchérir les valeurs immobilières, comme à Dijon où le résultat est net.
- Le 'vert' (arbres, agriculture) vu autour d'une maison est substituable à son jardin : dans un environnement vert, les ménages se satisfont d'un lot résidentiel plus exigü.

La valeur économique des paysages des villes périurbanisées

- Une opposition entre la vue, au sens habituel du terme, et l'exposition à la vue apparaît pour les pixels bâtis à Dijon : en voir est une aménité, être vu depuis des pixels bâtis est une nuisance.

Pixels de 25 mètres. Les sols arborés vus à moins de 70 mètres ont un prix hédoniste positif (résultat voisin des pixels de 7m) et les réseaux de communication ont un signe négatif. Par contre, l'agriculture, non significative avec la résolution de 7m (sauf lorsque toutes les communes comptant au moins 2 observations sont retenues), le devient avec la résolution de 25m (prix hédoniste de 6660 € pour une variation d'un écart-type).

Tableau 9. Région de Besançon : Effets estimés des variables paysagères sur les prix des maisons

Variable	Pixels 7m		Pixels 25m		Pixels	
	champ	Para- mètre ⁽³⁾	champ	Para- mètre ⁽³⁾	7 m	25m
Arboré	0-70m	1,1651	0-70m	1,9058	8700	4479
Arboré * (surface terrain)	0-70m	-9,1270	0-70m	-11,1640	-8123	
Arboré	70-280m	0,3214	70-280m	0,0945		
Bâti : vue passive - vue active	0-70m	-0,2300	0-70m	2,2607		
Bâti	0-70m	0,3749				
Bâti	70-280m	0,2193	70-140m	0,6080		
Bâti	0,3-1,2km	-9,0700	140-280m	0,0110		
Routes et voies ferrées	0-280m	-0,4630	0-1200m	-0,9780	-5128	-3386
Routes et voies ferrées		27,5509				
Agriculture	0-280m	0,0241	0-280m	0,2444		5887
Agriculture * (surface terrain)	0-280m	-0,1380	0-280m	-1,9450		-8122
Vert (agriculture + arboré)	0,28-40km	0,0001	0,28-40 km	0,0265		
R ²		0,58		0,56		
R ² ajusté		0,50		0,48		
Test de Sargan		0,64		0,78		
Tests de Hausman :						
surface habitable (T)		-2,6		-2,7		
surf.hab. inconnue(T)		-2,6		-3,3		
Test indice de Moran		0,11		0,30		

⁽¹⁾ Pour 100 pixels. Significativité : **gras** = 1% ; **gras italiques** = 5% ; normal = 10% ; petits caractères = non significatif.

⁽²⁾ Variables significatives à 10%, prix au point moyen. Les pixels de 7 m sont non pondérés, ceux de 25 m sont pondérés selon l'éloignement.

Terrains à bâtir. Le tableau 3 indique les résultats obtenus pour les 921 transactions de l'échantillon. Les régressions ont été faites par les moindres carrés ordinaires, l'utilisation de la méthode instrumentale montrant qu'aucune variable explicative n'est endogène. Comme précédemment, le modèle à effet fixe a été utilisé, pour les communes comportant au moins 5 observations. Le logarithme du prix est la variable expliquée.

Plusieurs variables topographiques sont significatives : un écart de 1° par rapport au Sud fait baisser le prix du terrain d'environ 21 €; le prix d'une maisons moins encaissée (+ 1m par rapport au bassin de vision) vaut environ 15 € de plus ; avec des pixels de 25m, un écart de 1° par rapport à l'Est a un effet positif sur le prix, montrant que l'Ouest est préféré ; enfin le prix augmente de près de 500 € par degré de pente du terrain. Il est probable que ces variables topographiques sont mieux perçues par un acquéreur qui se rend sur un terrain nu que lorsqu'il visite une maison.

La valeur économique des paysages des villes périurbanisées

On obtient, avec des pixels de 7m, des valeurs significativement positives pour les sols arborés vus à moins de 70 mètres et l'agriculture vue dans les 280 premiers mètres (et des interactions significativement négatives avec la taille des lots résidentiels). Par contre, la différence entre bâti vu et bâti d'où le ménage est vu, ainsi que les réseaux, n'ont pas de prix hédoniste significatif. Il semble donc que les ménages visitant un terrain nu anticipent assez bien les paysages futurs pour le vert (arboré, agriculture) mais pas les occupations artificialisées. Avec des pixels de 25m, aucune des variables paysagères n'est significative, à l'exception de l'interaction entre formations arborées et taille du terrain.

Tableau 10. Besançon : Effets estimés des variables paysagères sur les prix des terrains à bâtir

Variable	Pixels 7m		Pixels 25m		Pixels	
	champ	Para-mètre ⁽¹⁾	champ	Para-mètre ⁽¹⁾	7 m	25m
					Prix hédoniste €écart-type ⁽²⁾	
Arboré	0-70m	0,9910	0-70m	0,8320	2098	
Arboré * (surface terrain)	0-70m	-0,0009	0-70m	-0,0013	-3012	-1430
Arboré	70-280m	-0,2160	70-280m	-0,0831		
Arboré	0,28-40km	-0,1400	0,28-40km	-0,0040	-253	
Bâti : vue passive - vue active	0-70m	-0,5180	0-70m	-0,0013		
Bâti	0-280m (taux)	-6,3020	70-280m	0,0000		
Bâti	0,3-1,2km	0,1850	0,3-1,2km	-2,5910		
Routes et voies ferrées	0-280m (taux)	-12,4950	0-280m	-0,0317		
Agriculture	0-40km	0,0379	0-40km	0,0379	2360	
Agriculture * (surface terrain)	0-40km	0,0000	0-40km	-0,1260	-1693	
R ²		0,70		0,66		
R ² ajusté		0,66		0,63		
Test indice de Moran		0,16		0,15		

⁽¹⁾ Pour 100 pixels. Significativité : **gras** = 1% ; **gras italiques** = 5% ; normal = 10% ; petits caractères = non significatif.

⁽²⁾ Variables significatives à 10%, prix au point moyen. Les pixels de 7 m sont non pondérés, ceux de 25 m sont pondérés selon l'éloignement

Conclusions

Les prix hédonistes obtenus sont récapitulés dans le Tableau 4. Avec des pixels de 25m les sols artificialisés, bâtis et réseaux de communication, ne sont jamais significatifs. Pour les maisons, les raisons tiennent probablement au mode de « persilage » des polygones bâtis de CLC et à la petite taille de ces objets.

Les sols arborés et agricoles ont des prix hédonistes positifs lorsqu'ils sont vus dans les cercles de distance retenus (respectivement : moins de 70-75 et moins de 280-300 mètres), sauf dans le cas des terrains à bâtir à Besançon avec des pixels de 25m. Le prix hédoniste estimé pour une variation d'un écart-type est nettement inférieur avec la résolution de 25m qu'avec les pixels de 7m : environ un tiers de moins, voire moitié moins. Il semble donc que la perte de résolution due au passage d'images de 7 à 25 mètres permet de garder le caractère d'aménité, valorisée comme telle, de l'agriculture et des sols arborés, mais que le prix hédoniste estimé soit sous-évalué lorsque les pixels ont 25m de côté.

Notons également que les prix hédonistes obtenus pour une variation d'un écart-type, lorsqu'ils sont significatifs à Besançon, ont des valeurs nettement supérieures à celles obtenues à Dijon (cela tient pour une faible part à la différence de période d'observation).

Tableau 11. Prix hédonistes selon la région et la résolution
 €/ écart-type supplémentaire (valeurs significatives au seuil de 10%)

	Arboré <70-75 m	Agriculture < 280-300m	Réseaux < 280-300m	Bâti soumis - vu < 70- 75m
Dijon, pixels de 7m	2699	4809	- 1289	- 1262
Dijon, pixels de 25m (hors bâti CLC)	1806	6541		
Besançon, maisons, pixels de 7m	8700	12700 ⁽¹⁾	- 5138	- 5400 ⁽¹⁾
Besançon, maisons, pixels de 25m	4479	5887	- 3386	
Besançon terrains, pixels de 7m	2098	2360		
Besançon, terrains, pixels de 25m				

⁽¹⁾ Communes avec 2 observations ou plus

Les résultats sur le Nord Pas de Calais

Pour le Nord Pas de Calais, nous disposons au départ de 16873 observations sur des mutations de terrains à bâtir pour la période 1989-2002. Pour l'estimation, il a fallu éliminer un certain nombre d'entre elles : les observations avec des valeurs aberrantes pour les variables paysagères, les observations appartenant aux centiles extrêmes sur la superficie du terrain ou le prix, les observations dans des communes où nous avons moins de cinq mutations, et surtout les mutations hors des aires urbaines. Ces dernières sont en effet peu nombreuses (1044, soit 6,2% de l'échantillon) et leur inclusion perturbe fortement les estimations.

Au total, nous avons utilisé 15484 observations, toutes localisées dans une aire urbaine. La description des terrains à bâtir étant beaucoup plus simple que celle des logements, les variables explicatives non paysagères sont peu nombreuses : il s'agit de l'année de transaction, de la superficie du terrain (en logarithme), et des distances au centre de la commune et à la commune de l'acquéreur.

L'originalité du Nord Pas de Calais est de disposer de deux sources pour la construction des variables paysagères, Corine et Sigale. Les images fournies par Corine pour le Nord Pas de Calais sont de même type que les images utilisées pour les autres sites et leur sont directement comparables. Le système Sigale est propre à la région Nord Pas de Calais. Il s'agit d'un SIG vectoriel qui, s'il fournit des informations pour des pixels de 25 mètres comme Corine, est basé au départ sur une résolution plus fine. La comparaison entre les deux systèmes est donc, pour une partie, une comparaison de niveaux de résolution. Elle permet également de mesurer l'impact de différences de systèmes de codage.

Nous partons des mêmes variables basées sur chacune des deux sources, à l'exception d'une variable de vue sur les terrils, que seul Sigale permet de construire. Dans les deux cas, on a éliminé ou regroupé avec d'autres quelques variables peu représentées : absence de vignes, faiblesse des résineux, des minéraux, de la mer, absence des buissons dans Corine. On a ensuite regroupé les variables fortement corrélées entre elles, notamment l'ensemble des variables (correspondant chacune à un plan) pour les cultures et les prés. A ces variables issues de Corine ou Sigale s'ajoutent cinq variables spécifiques sur l'altitude, la pente, l'orientation et le rayonnement global.

Bien que la corrélation soit souvent faible entre les variables issues de Corine et de Sigale (elle n'est supérieure à 0,4 que dans 14 cas sur 44 au départ), les structures qu'elles décrivent sont similaires et permettent de faire les mêmes regroupements. *In fine*, on aboutit à un ensemble de 36 variables paysagères qui, à l'exception des terrils, sont similaires entre Corine et Sigale.

La valeur économique des paysages des villes périurbanisées

Comme signalé plus haut, l'utilisation directe de variables muettes pour les 532 communes n'étant guère envisageable, nous avons estimé le modèle en utilisant une variante du modèle intra, couramment utilisé en données de panel. Celle-ci consiste à choisir arbitrairement une observation dans chaque commune et à calculer pour toutes les autres observations les différences avec l'observation choisie, qu'on élimine de l'échantillon. Cette méthode permet de contrôler les effets des caractéristiques non observables propres à la commune sans avoir à introduire de variables muettes communales.

Nous avons d'abord fait deux estimations en utilisant les moindres carrés ordinaires (MCO), une pour les variables Corine et l'autre pour les variables Sigale. Des tests d'autocorrélation et d'autorégression spatiale ont été faits, concluant à l'absence d'interactions spatiales résiduelles. La superficie du terrain pouvant être endogène, on a fait deux autres estimations par les variables instrumentales (VI), la profession de l'acheteur et le type de transaction servant d'instruments. Les tests de Hausman concluent à l'absence d'endogénéité et les estimations par les variables instrumentales sont en général très proches de celles obtenues avec les moindres carrés ordinaires. Nous ne commenterons donc par la suite que les résultats des MCO. Sur la base des estimations, nous avons calculé des prix hédoniques pour une variation d'un écart-type.

On trouvera dans le tableau ci-dessous les résultats d'estimation relatifs aux variables paysagères (pour les variables non paysagères, voir le document annexe), sur la base des MCO.

Sur l'impact du bâti, Corine et Sigale aboutissent souvent à des résultats divergents. Le seul point de convergence est l'impact positif du bâti entre 151 et 300 mètres, significatif dans les deux cas au seuil de 1%, avec une valeur hédonique de 270 euros pour Corine, de 360 euros pour Sigale. Dans tous les autres cas, quand un effet est significativement différent de zéro avec l'un des deux sources, il est de signe opposé mais non significatif avec l'autre.

Pour les cultures, les prés et les espaces ouverts (regroupement des cultures et des prés au-delà de 1200 mètres), Corine et Sigale convergent avec l'estimation d'effets significativement positifs au seuil de 1%, avec des ordres de grandeur proches entre les deux sources. Les prix hédoniques divergent fortement, car calculés sur la base d'une variation d'un écart-type, et ce dernier est nettement plus élevé dans Sigale que dans Corine.

Du côté des feuillus et buissons et des résineux, les estimations basées sur Corine aboutissent à des effets estimés ayant une valeur positive très élevée et, a priori, aberrante, alors que les estimations basées sur Sigale conduisent à des effets significatifs faibles et non significativement différents de zéro au seuil de 10% pour les feuillus et buissons ; et à un effet significativement positif au seuil de 5% pour les résineux. L'inverse se produit pour les arborés, avec un effet significativement négatif ayant une valeur absolue très élevée d'après Sigale alors que, d'après Corine, cet effet n'est pas significativement différent de zéro au seuil de 10%.

Du côté des zones artificialisées hors bâti (zones industrielles, routes et voies ferrées), les deux sources concordent pour estimer de manière générale des effets négatifs. La principale exception serait, d'après Corine, un effet significativement positif de la vue sur les routes entre 301 et 1250 mètres. Cet effet peut provenir de variables omises, notamment l'accessibilité au réseau routier.

Tableau 5. Nord Pas de Calais : Effets estimés et prix hédoniques des variables paysagères sur les prix des terrains à bâtir

Variable	Plan	Corine		Sigale	
		Coef	Prix (€)	Coef	Prix (€)
Bâti	0-75	-0,1290		0,1730	
Bâti	76-151	-0,3930	-219	0,1190	-77
Bâti	151-300	0,9000	258	0,5310	371
Bâti	301-1200	-0,2580	-22	0,4960	501
Bâti	1201-6000	0,0014		-0,0541	
Bâti	6001-40000	-0,5530	-3	-1,1700	-440
Cultures	0-1200	0,5180	1278	0,4950	9637
Prés	0-1200	0,6000	1474	0,6570	5184
Ouverts	1201-40000	0,8070	65	1,3400	4657
Feuillus, buissons	0-75	9,9000	31427	1,2600	0917
Feuillus, buissons	76-151	11,1000	13131	1,7200	0469
Feuillus, buissons	151-300	11,6000	7009	0,2680	78
Feuillus, buissons	301-1200	11,0000	1987	1,5900	922
Résineux	0-1200	9,3400	23881	2,7800	616
Arborés	1201-6000	-3,0100	-23	-10,0000	-5537
Arborés	6001-40000	-3,0400	-11	-6,9200	-992
Eau, lacs	0-6000	-0,2260	-551	-0,0015	-005
Eau, lacs	6001-40000	-4,2600	-13	-2,4400	-103
Zones d'activité	0-75	0,1300	196	-0,5520	-264
Zones d'activité	76-151	-2,4300	-1343	-0,9280	-148
Zones d'activité	151-300	-2,8100		0,0676	
Zones d'activité	301-1200	-1,1300	-96	-1,9300	-465
Routes	0-300	-0,2530	-595	-0,2270	-403
Routes	301-1200	0,8440	73	-0,2170	-144
Voies ferrées	0-300	-1,2600	-2948	-1,0300	-541
Voies ferrées	301-1200	-1,4100	-120	-2,3400	-334
Minéral	0-1200	0,2930	716	-0,0238	-11
Mer	0-40000	-0,0557	-136	0,0124	10
Différence vue	0-75	1,0900		-0,2860	
Terrils	0-1200			-1,5000	
Cultures*surface	0-1200	-0,0754		-0,0670	
Prés*surface	0-1200	-0,0872		-0,0913	
Ouverts*surface	1201-40000	-0,1270		-0,2160	
Arborés*surface	0-1200	-1,5100		-0,1700	
Arborés*surface	1201-40000	0,4530		1,4900	
Log altitude		0,0512		0,0626	
Log pente		-0,0311		-0,0542	
Log rayonnement		0,1670		0,0084	
Log encaissement		0,0159		0,0002	
Orientation Nord		0,0488		0,0643	
Orientation Est		0,0494		0,0757	
Orientation Sud		0,0527		0,0803	
Orientation Ouest		-0,00731		0,0120	

Nota Bene : les coefficients en gras sont significativement différents de 0 au seuil de 1%. Les coefficients en gras et italiques sont significativement différents de 0 au seuil de 5%. Les coefficients en corps 10 sont significativement différents de 0 au seuil de 10%. Les coefficients en corps 8 ne sont pas significativement différents de 0.

Pour améliorer leur lisibilité, les coefficients sont évalués pour des unités d'une centaine de pixels.

La valeur économique des paysages des villes périurbanisées

Enfin, les effets sont faibles et peu significatifs pour le minéral et la mer. Il en est de même pour la différence entre vue active et vue passive.

La vue sur les terrils, qui n'est connue qu'à partir de Sigale, a un effet négatif, mais qui n'est pas significativement différent de zéro au seuil de 10%.

Comme pour les autres estimations, nous avons introduit des variables croisant les couverts végétaux et la surface. Corine et Sigale convergent pour estimer des effets significativement négatifs entre la superficie du lot et les cultures d'une part, les prés d'autre part. Il y aurait donc bien une plus grande sensibilité à la présence de cultures et de prés de la part des acquéreurs de petits terrains.

Enfin, du côté des variables supplémentaires, il faut noter l'effet très significatif de l'altitude, qui valorise les terrains, avec toutefois une faible élasticité (autour de 0,06). La pente dévaloriserait au contraire ces mêmes terrains, mais là encore l'élasticité est faible et n'est significativement différente de zéro qu'avec Sigale. Enfin, l'orientation du terrain (qui n'a de sens que quand ce dernier est en pente) importe, une orientation vers l'Ouest étant moins valorisée qu'une orientation dans les autres directions. Cette dévalorisation des pentes orientées vers l'Ouest est sans doute moins une question paysagère que la conséquence d'un refus d'être exposé directement aux vents dominants.

Les résultats sur Lyon

Pour l'aire urbaine de Lyon dans son découpage issu du recensement de population de 1999, les données utilisées ici, fournies par la société PERVAL, portent sur des ventes de maisons et de terrains. Des estimations séparées ont été faites pour chacun de ces deux types de transactions.

Maisons

Les observations sur les ventes de maisons comportent des valeurs extrêmes, en particulier en termes de prix, qui ont été éliminées, ainsi que les transactions situées dans des communes où moins de cinq observations sont disponibles. L'échantillon final compte 1992 transactions réparties sur 144 communes, pour un prix moyen de 178200 euros.

Nous avons estimé deux types de modèles, modèle à effets fixes communaux et modèles à effets aléatoires. Nous ne présentons ici que les résultats des modèles à effets fixes communaux, estimés en MCO et avec des variables instrumentales. Les variables explicatives non paysagères utilisées ont principalement trait aux caractéristiques de la maison (époque de construction, superficie, combles, niveaux, ...) et aux types et modalités de négociation.

Les variables explicatives paysagères ont fait l'objet d'un travail de regroupement sur la base des corrélations observées au niveau de la nomenclature initiale. Les plans successifs dans certains cas ont été également agrégés. Ainsi, les voies ferrées et les routes ont été regroupées au sein de la rubrique réseaux et en agrégeant les 3 premiers plans, tout comme les forêts, qui correspondent aux résineux, aux buissons et aux feuillus, suivant les plans.

Globalement les effets des variables paysagères sur les prix des maisons sont peu significatifs. De manière plus précise, la proximité du bâti a un effet plutôt défavorable dans un plan de 0 à 150 mètres, qui devient plutôt positif au-delà, tout comme dans le cas de la vue sur un couvert forestier. La vue sur des lacs, particulièrement présents au niveau du Nord Est (Dombes) de l'aire urbaine de Lyon, n'est pas valorisée. La proximité du couvert agricole (correspondant aux prêtres, vignes, et cultures) dans le paysage est dévalorisée indépendamment des plans retenus.

La valeur économique des paysages des villes périurbanisées

La vue sur les réseaux (voies ferrées et routes) dans un plan inférieur à 300 mètres a un effet significativement négatif sur un plan statistique, tout comme celle de zones d'activités. Les plans très éloignés (« ouvert ») (à plus de 40 kilomètres et à plus de 2 500 mètres d'altitude), correspondant à la vue sur les Alpes (Mont Blanc, Oisans, Belledonne) par beau temps, ont, de manière plus surprenante, un effet négatif mais qui n'est pas significatif.

La combinaison de variables relatives au type d'objets vus (forêts, agriculture) et à la surface du terrain de la maison offre plus de significativité sur un plan statistique. Il n'y aurait cependant pas de substitution entre taille de terrain et vue sur un couvert forestier ou un couvert agricole hormis pour les plans intermédiaires compris entre 151 et 300 mètres.

Tableau 6. Aire urbaine de Lyon : effets estimés des variables paysagères sur le prix des maisons

Items	Plans	MCO		variables instrumentales	
		Coefficients	Prix euros par écart type	Coefficients	Prix euros par écart type
Forêt	0-75 mètres	-0,01523	-3 663,9	-0,02069	-4 964,0
Forêt	76-150 mètres	0,05799	3 921,7	0,02650	1 763,8
Forêt	151-300 mètres	-0,00873		0,00606	
Forêt	301-1250 mètres	0,03188		0,07779	
Bâti	0-75 mètres	-0,00217	-1 127,2	-0,01340	-6 917,0
Bâti	76-150 mètres	-0,01109		-0,03572	
Bâti	151-300 mètres	0,01562		0,02668	
Bâti	301-1250 mètres	0,00167		-0,14291	
Réseaux	0-300 mètres	-0,00814	-3 106,6	-0,00773	-2 948,1
Réseaux	301-1250 mètres	-0,00032		0,15457	
Lacs	0-75 mètres	-0,00234		-0,01886	
Lacs	76-150 mètres	-0,04860		-0,13493	
Lacs	151-300 mètres	-0,00921		0,13768	
Lacs	301-1250 mètres	-0,02773		0,08534	
Agriculture	0-75 mètres	-0,00165		-0,00334	
Agriculture	76-150 mètres	-0,00192		0,00821	
Agriculture	151-300 mètres	-0,00872		-0,00360	
Agriculture	301-1250 mètres	-0,01151		-0,01665	
Ouvert	>40 kilomètres	-0,00036		-0,00260	
Forêt * Surface de terrain	0-75 mètres	0,00002	5 081,4	0,00001	3 755,1
Agriculture * Surface de terrain	0-75 mètres	0,00001	18 711,7	0,00000	1 975,1
Forêt * Surface de terrains	151-300 mètres	-0,00006	-4 994,6	-0,00005	-4 139,5
Agriculture * surface de terrain	151-300 mètres	0,00001		0,00000	
Zones d'activités	0-75 mètres	-0,00758		-0,02680	
Zones d'activités	76-150 mètres	-0,03617		-0,01004	
Zones d'activités	151-300 mètres	0,14338		0,30956	

Nota Bene : les coefficients en gras sont significativement différents de 0 au seuil de 0-1%

Les coefficients en gras et italiques sont significativement différents de 0 au seuil de 1-5%.

Les coefficients en caractère normal sont significativement différents de 0 au seuil de 5-10%.

Les coefficients en taille 8 ne sont pas significatifs

Les terrains à bâtir

Après élimination des observations ayant des valeurs extrêmes en termes de prix et des terrains localisés dans des communes comportant moins de 5 transactions, nous aboutissons à

La valeur économique des paysages des villes périurbanisées

un échantillon comportant 2 259 observations réparties sur 143 communes. Nous avons estimé sur cet échantillon deux types de modèles : un modèle à effets fixes communaux et un modèle à effets aléatoires. Nous ne présentons ici que les résultats des premiers, estimés par les MCO et les variables instrumentales. Les variables explicatives non paysagères renvoient principalement à la surface du terrain à bâtir et aux types et modalités de négociation.

Comme pour les maisons, les variables explicatives paysagères ont fait l'objet d'un travail de regroupement sur la base des corrélations observées au niveau de la nomenclature initiale. Les plans successifs dans certains cas ont été également agrégés. Ainsi les voies ferrées et les routes ont été regroupées au sein de la rubrique réseaux sommant les 3 premiers plans.

Il convient de noter que, dans le cas de l'aire urbaine de Lyon, un certain nombre de variables paysagères sont significatives sur un plan statistique aussi bien suivant la méthode d'estimation en MCO qu'avec les variables instrumentales, situation qui se distingue des estimations réalisées sur les maisons.

Tableau 7. Aire urbaine de Lyon : effet des variables paysagères sur le prix des terrains à bâtir

Items	Plans	MCO		variables instrumentales	
		Coefficients	Prix euros par écart type	Coefficients	Prix euros par écart type
Forêt	0-75 mètres	0,06249	7 457,1	0,10441	12 727,0
Forêt	76-150 mètres	0,12117	3 373,2	0,13962	3 923,6
Forêt	151-300 mètres	<i>-0,04302</i>	<i>-890,7</i>	<i>-0,05050</i>	<i>-1 041,5</i>
Forêt	301-1250 mètres	0,03711		0,03826	
Bâti	0-75 mètres	0,01639	2 331,8	0,02223	3 171,0
Bâti	76-150 mètres	-0,00977		-0,01506	
Bâti	151-300 mètres	-0,00487		-0,00625	
Bâti	301-1250 mètres	0,25782	1 984,6	0,23653	1 800,6
Réseaux	0-300 mètres	-0,01025	-1 268,7	-0,01135	-1 405,3
Réseaux	301-1250 mètres	-0,03284		-0,03754	
Lacs	0-75 mètres	0,00168		-0,00217	
Lacs	76-150 mètres	-0,12090		-0,09983	
Lacs	151-300 mètres	-0,06944		-0,09858	
Lacs	301-1250 mètres	-0,22720		-0,18598	
Agriculture	0-75 mètres	0,02748	10 314,9	0,04989	18 943,8
Agriculture	76-150 mètres	0,01373		0,01688	
Agriculture	151-300 mètres	-0,03039	-3 676,9	-0,03051	-3 690,1
Agriculture	301-1250 mètres	<i>0,04010</i>	<i>1 881,3</i>	<i>0,03889</i>	<i>1 823,0</i>
Ouvert	>40 kilomètres	0,00155		0,00164	
Forêt * Surface de terrain	0-75 mètres	-0,00005	-7 464,8	-0,00009	-13 647,6
Agriculture * Surface de terrain	0-75 mètres	-0,00002	-18 654,5	-0,00004	-36 643,9
Forêt * Surface de terrains	151-300 mètres	-0,00008	-3 093,6	-0,00009	-3 518,2
Agriculture * surface de terrain	151-300 mètres	0,00001		0,00000	
Zones d'activités	0-75 mètres	0,04701	2 264,8	0,06428	3 124,1
Zones d'activités	76-150 mètres	-0,15392	-8 349,6	-0,18552	-9 910,4
Zones d'activités	151-300 mètres	-0,03767		-0,07160	

Nota Bene : les coefficients en gras sont significativement différents de 0 au seuil de 0-1%

Les coefficients en gras et italiques sont significativement différents de 0 au seuil de 1-5%.

Les coefficients en caractère normal sont significativement différents de 0 au seuil de 5-10%.

Les coefficients en taille 8 ne sont pas significatifs

La valeur économique des paysages des villes périurbanisées

La vue sur des forêts (résineux, feuillus et buissons) proches (en deçà de 150 mètres) est valorisée, tout comme l'existence de bâti (0-75 mètres et au delà de 300 mètres). On note également l'effet significativement positif de la vue sur des éléments de couvert agricole (prés, vignes, cultures) sur les 75 premiers mètres, éléments particulièrement présents dans l'aire urbaine de Lyon.

De manière plus surprenante, la vue sur des zones d'activités dans un plan proche (moins de 70 mètres) est valorisée. A l'opposé l'existence de réseaux à proximité, saisis en termes de vue, a un effet plutôt négatif.

Enfin sur le plan le plus éloigné (« ouvert ») (à plus de 40 kilomètres et à plus de 2 500 mètres d'altitude), correspondant à une vue sur les Alpes (Mont Blanc, Oisans), l'effet est assez faible en termes de prix hédonistes et non significatif.

Les MCO et les VI fournissent des résultats convergents quant à l'effet des variables combinant surface et type de vue. Contrairement au cas des estimations sur les maisons, un phénomène de substitution entre taille du terrain et vue sur un couvert forestier ou un couvert agricole interviendrait dans les plans les plus proches.

Les résultats sur les Bouches du Rhône

Sur la zone marseillaise, nous avons utilisé un échantillon de 3 515 observations localisées sur 54 communes, sur deux années de vente (1999 et 2000). Les prix observés se répartissent entre 9 160 et 1 343 511 euros, avec une moyenne à 148 402 euros et une médiane à 127 197 euros (1^{er} quartile à 100 068 et dernier quartile à 175 705).

Nous avons estimé un modèle avec effets fixes communaux par la méthode des variables instrumentales (VI). Les instruments choisis sont la profession de l'acheteur et la profession du vendeur (la variable d'âge, au titre d'une approximation de la taille du ménage, n'a pas pu être utilisée du fait de son faible taux de renseignement). Les variables explicatives non paysagères utilisées sont les variables usuelles utilisées pour les autres, auxquelles on a ajouté l'appartenance à une zone POS ou PLU (particulièrement les zones agricoles et naturelles), afin de contrôler l'effet spécifique qu'une réglementation zonale est susceptible de jouer sur les prix.

Deux ensembles de variables paysagères ont été utilisés : comme pour les autres zones, nous avons utilisé les variables de vue "*du sol*". Nous avons également eu recours aux variables décrivant les paysages vus "*du dessus*" (composition des couverts dans les différents champs). L'objectif est alors d'estimer dans toute sa complexité le paysage environnant le bien. Les variables paysagères ont été regroupées par type de champ sur la base de l'analyse des corrélations entre champs. Les effets paysagers ont été croisés avec deux types d'espaces : un espace de type urbain ("*URBA*"), qui correspond aux communes où la part d'espaces agricoles (en nous référant aux zones POS/PLU) est inférieure à 45 % de la superficie communale et un espace que nous appellerons rural (RURAL) où la part des espaces agricoles est supérieure à 45 % de la superficie communale. Ce type de classification a été préféré aux classifications INSEE entre pôle et périphérie et à des mesures de distances au pôle, du fait de l'importante polycentricité de la zone marseillaise.

Dans cette conformation, malgré un bon ajustement (le coefficient de détermination est de 0,77), le modèle "*vu du sol*" témoigne d'une grande faiblesse dans la significativité des variables paysagères : la grande majorité d'entre elles n'est pas significative au seuil de 5 % (25 sur 28). Seules une aversion pour les espaces ouverts en rural et une préférence pour les espaces forestiers en urbain (croisés à la surface) s'expriment dans les prix. La proximité immédiate à des routes ou des voies ferrées est également significativement négative dans les

La valeur économique des paysages des villes périurbanisées

milieux urbains, mais un doute subsiste entre le réel effet paysager d'une bande bitumée, par rapport aux nuisances des voies de passage habituellement très influentes sur les prix. Si l'on considère le seuil de 10 %, la variable d'interaction entre surface du terrain et les espaces cultivés dans un champ de vision proche en rural indique un effet positif sur les prix de vente, au même titre que les feuillus dans les champs de vision proche en urbain. En revanche, lorsque l'on ne s'attache pas strictement aux critères de significativité, on remarque que les signes des coefficients sont quasiment tous négatifs ; résultats peu conformes aux hypothèses d'incidence des éléments paysagers dans les prix immobiliers (hypothèse par ailleurs corroborée par une abondante littérature).

Tableau 8. Marseille : effet des variables paysagères sur le prix des maisons et terrains à bâtir (Vue du sol)

	Zone	Plan	Coef	Prix
Bâti	URBA	0-75	-0,002614	
Bâti	RURAL	0-75	0,001302	
Bâti	URBA	75-1250	0,000151	
Bâti	RURAL	75-1250	0,003825	
Bâti	URBA	1250-40 000	0,001326	
Bâti	RURAL	1250-40 000	-0,007069	
Prés	URBA	0-300	0,000403	
Prés	RURAL	0-300	-0,000862	
Cultures	URBA	0-300	0,000685	
Cultures – champs	RURAL	0-300	-0,025095	-3 677,74
Cultures, prés, espaces ouverts	URBA	1250-40 000	-0,000759	
Cultures, prés, espaces ouverts	RURAL	1250-40 000	-0,000979	
Surface du terrain * cultures	URBA	0-150	-0,000001	
Surface du terrain * cultures	RURAL	0-150	0,000037	5,44
Lacs – champs	URBA	0-1250	-0,001838	
Lacs – champs	RURAL	0-1250	-0,001901	
Eaux et mer	URBA	1250-40 000	-0,000495	
Eaux et mer	RURAL	1250-40 000	-0,013189	
Buissons	URBA	0-300	-0,005618	-831,43
Buissons	RURAL	0-300	0,009864	
Feuillus et résineux	URBA	0-300	-0,010839	-1 599,85
Feuillus et résineux	RURAL	0-300	-0,000878	
Surface du terrain * feuillus	URBA	0-75	0,000012	1,81
Surface du terrain * feuillus	RURAL	0-75	-0,000004	
Espaces arborés	URBA	1250-40 000	0,000507	
Espaces arborés	RURAL	1250-40 000	0,006868	
Voies ferrées et routes	URBA	0-150	-0,004867	-720,56
Voies ferrées et routes	RURAL	0-150	-0,000216	

Dans un second modèle, l'ensemble des variables paysagères a été intégré dans le processus de spécification, y compris les variables de composition du paysages qualifiées de "*vues du dessus*", en distinguant toujours un champs proche et un champs lointain. Le coefficient de détermination est toujours égal à 0,77. Une gamme plus variée de variables paysagères devient significative. La proximité de couverts forestiers, que ce soit en urbain ou en rural, est ainsi globalement appréciée, alors que la proximité du bâti dans les champs de vision proches est dépréciée en milieu urbain comme en milieu rural (sachant que la proximité au noyau

urbain est contrôlée par ailleurs et a un effet positif). On repère également que la présence d'agriculture dans les communes où l'agriculture est déjà très présente est plutôt dépréciée, ainsi bien sur que les voies de communication.

Tableau 8. Marseille : effet des variables paysagères sur le prix des maisons et terrains à bâtir (Combinaison de vue du sol et vue de dessus)

	Type de vue	Zone	Plan	Coeff.	Prix
Bâti	Dessus	URBA	0-300	-0,003445	-510,36
Bâti	Dessus	RURAL	0-300	-0,003172	-469,98
Surface du terrain * Cultures	Dessus	URBA	0-150	0,000002	0,33
Surface du terrain * Cultures	Dessus	RURAL	0-150	0,0000001	
Cultures	Sol	URBA	0-300	-0,000046	
Cultures	Sol	RURAL	0-300	-0,008124	-1 200,73
Feuillus et résineux	Dessus	URBA	0-300	0,000811	118,05
Feuillus et résineux vus	Dessus	RURAL	0-300	0,000848	120,47
Surface du terrain * feuillus et résineux	Dessus	URBA	0-150	-0,000001	-0,15
Surface du terrain * feuillus et résineux	Dessus	RURAL	0-150	-0,0000003	
Voies ferrées et routes	Sol	URBA	0-150	-0,004775	-706,29
Voies ferrées et routes	Sol	RURAL	0-150	-0,000750	

La confrontation de ces deux modèles montre clairement que les données dont nous disposons, en l'occurrence *Corine Land Cover*, ne permettent pas de rendre compte des préférences individuelles pour les paysages qui s'expriment dans les prix. D'un côté, sa résolution (25 mètres après persillage) n'est pas suffisante pour caractériser les éléments précisément vus à partir des logements (impossibilité d'intégrer les haies, les murs...). D'un autre côté, un individu qui acquiert un bien immobilier peut à priori être autant influencé par "l'ambiance paysagère" du quartier où il souhaite résider que par les paysages précisément visibles de sa fenêtre.

Les résultats sur Brest

Pour le pays de Brest, nous avons estimé un modèle à effets fixes communaux portant sur 1338 transactions, après élimination des observations présentant des valeurs extrêmes et des transactions situées dans des communes où moins de cinq observations sont disponibles. Ces transactions se répartissent entre 53 communes. Elles sont localisées pour un peu moins de la moitié (618) dans l'aire urbaine de Brest et portent pour l'essentiel (89%) sur des maisons⁴.

Les variables non paysagères utilisées portent sur la superficie du terrain, le nombre de pièces, l'époque de construction, le nombre de niveaux, l'existence d'une dépendance, d'un garage ou d'une annexe, l'année de mutation, le type de négociation, l'occupation par le vendeur et les distances au centre de la commune et à la commune de l'acquéreur. A ces variables non paysagères, il faut ajouter 53 effets communaux, permettant de contrôler l'ensemble des caractéristiques locales inconnues.

Du côté des variables paysagères, un double travail a été fait. D'une part, on a éliminé ou regroupé avec d'autres quelques variables peu représentées. C'est ainsi qu'il n'y a pas de vignes, très peu de résineux, de zones industrielles, de voies ferrées et de minéraux. On a ensuite regroupé les variables fortement corrélées entre elles, notamment l'ensemble des variables (correspondant chacune à un plan) pour les cultures, les prés, les routes, les lacs.

⁴ Nous avons aussi fait des estimations en éliminant les terrains à bâtir de l'échantillon. Les résultats n'en sont que marginalement modifiés.

La valeur économique des paysages des villes périurbanisées

Enfin, après estimation, on a regroupé les variables correspondant à un même type d'usage du sol et de même signe sans qu'elles soient significativement différentes de zéro.

On aboutit alors à un ensemble de 10 variables paysagères, qu'on croise avec l'appartenance ou non à la zone urbaine de Brest. On a enfin ajouté des variables croisant la surface du terrain et la vue sur les couverts de type végétal (prés, feuillus, espaces ouverts de type agricole).

Une première estimation a été faite par les moindres carrés ordinaires. Avec un coefficient de détermination de 0,75, l'ajustement est de bonne qualité et les tests d'autocorrélation et d'autorégression spatiale concluent à l'absence d'interactions spatiales résiduelles. La surface et le nombre de pièces étant souvent endogènes dans ce type de modèle, on a fait une seconde estimation par les variables instrumentales, l'âge, son carré, la profession et le statut marital de l'acheteur et du vendeur servant d'instruments. Les tests de Hausman concluent à la pertinence de l'estimateur des variables instrumentales. On notera cependant que, avec un coefficient de détermination de 0,58, la qualité de l'ajustement s'est fortement dégradé par rapport aux MCO. Sur la base de ces estimations, nous avons également calculé des prix hédoniques pour une variation d'un écart-type.

On trouvera dans le tableau ci-dessous les résultats d'estimation relatifs aux variables paysagères (pour les variables non paysagères, voir le document annexe). Globalement, que ce soit en variables instrumentales ou dans l'estimation par les MCO, peu de variables paysagères ont des effets significatifs.

Plus dans le détail, d'après les MCO comme d'après les VI, les variables relatives au bâti ont en général un effet plutôt positif, sauf en périphérie en plans éloignés (au-delà de 1250 mètres). Cependant, aucun effet n'est significativement différent de zéro au seuil de 10%.

Du côté des variables relatives aux couverts végétaux (cultures et prés, regroupés ici dans l'agriculture ; feuillus et buissons, regroupés dans les espaces arborés et ouverts), les VI indiquent plutôt des effets positifs, sauf pour l'agriculture dans la zone urbaine de Brest en deçà de 1250 mètres (effet qui est significativement négatif au seuil de 10%, avec un prix hédonique un peu inférieur à 1000 euros) et pour les espaces arborés et ouverts au delà de 1250 mètres en périphérie. Les MCO estiment des effets un peu plus fréquemment négatifs. Cependant, à part le cas signalé plus haut, aucun de ces effets n'est significativement différent de zéro au seuil de 10%.

Les deux méthodes d'estimation s'accordent également pour estimer un effet négatif de la vue sur les eaux et lacs dans la zone urbaine de Brest et un effet positif en périphérie. Cependant, aucun des deux effets n'est significativement différent de zéro au seuil de 10%. La vue sur des zones artificialisées (routes, voies ferrées, zones d'activité) a bien l'effet négatif auquel on peut s'attendre. Non significativement différent de zéro au seuil de 10% dans la zone urbaine de Brest, cet effet l'est en périphérie, au seuil de 5% d'après les MCO et de 10% d'après les VI. Dans les deux cas, le prix hédonique estimé est de -750 euros.

Compte tenu du contexte local, on s'intéressait particulièrement à la valorisation de la vue sur l'océan. Conformément aux attentes, l'effet estimé est positif. Il n'est significatif qu'en périphérie. Pour les premiers plans (moins de 1250 mètres) en périphérie, il l'est au seuil de 1% pour les MCO et au seuil de 5% avec les VI ; le prix hédonique correspondant est aux alentours de 1000 euros. Pour les plans éloignés (au-delà de 1250 mètres), il est significatif au seuil de 5% pour les MCO et il n'est pas significatif pour les VI.

Quant aux variables croisant la superficie du terrain et la vue sur les couverts de type végétal, elles ont des effets ambigus. D'après les MCO, deux effets sont significativement différents de zéro au seuil de 5% : l'effet croisé avec les prés en périphérie, significativement négatif, et

La valeur économique des paysages des villes périurbanisées

l'effet croisé avec les espaces arborés et ouverts lointains dans la zone urbaine de Brest, significativement positif. Aucun effet n'est significativement différent de zéro au seuil de 10% dans l'estimation par les VI.

Nous avons essayé, comme pour Marseille, de compléter les variables paysagères en « vue du sol » par des variables paysagères en « vue du haut ». L'intuition est la même dans les deux cas : essayer de vérifier si les ménages sont, au-delà du paysage vu de la maison qu'ils achètent, sensibles à l'ambiance paysagère environnant la transaction, qui est mieux traduite par les variables en vue du haut.

Tableau 10. Pays de Brest : Effets estimés et prix hédoniques des variables paysagères sur les pris des maisons et des terrains à bâtir

Variable	Zone	Plan	Estimation MCO		Estimation VI	
			Coefficient	Prix (K€)	Coefficient	Prix (K€)
Différence vue	Aire urbaine	0-75	0,2930		0,2390	
Différence vue	périphérie	0-75	-0,2700		-0,8630	
Bâti	Aire urbaine	0-1250	0,1300		0,1570	
Bâti	périphérie	0-1250	0,1860		0,2390	
Bâti	Aire urbaine	1251-40000	0,2170		0,9370	
Bâti	périphérie	1251-40000	-0,6360		-0,2340	
Agriculture	Aire urbaine	0-1250	-0,0382	-0,734	-0,0492	-0,946
Agriculture	périphérie	0-1250	0,0076		0,0118	
Arborés	Aire urbaine	0-1250	0,0543		0,1800	
Arborés	périphérie	0-1250	-0,0690		0,0172	
Arborés, ouverts	Aire urbaine	1251-40000	-0,2260		0,0551	
Arborés, ouverts	périphérie	1251-40000	-0,1170		-0,1790	
Eau, lacs	Aire urbaine	0-40000	-0,3250		-1,1800	
Eau, lacs	périphérie	0-40000	0,5440		0,2180	
Artificialisés	Aire urbaine	0-40000	-0,0565		-0,1940	
Artificialisés	périphérie	0-40000	-0,3160	-0,754	-0,3140	-0,750
Océan	Aire urbaine	0-1250	0,0266		0,0164	
Océan	périphérie	0-1250	0,1450	1,155	0,1200	0,956
Océan	Aire urbaine	1251-40000	0,0045		0,0699	
Océan	périphérie	1251-40000	0,0995	0,630	0,0790	0,500
Prés*surface	Aire urbaine	0-40000	0,0162		0,0272	
Prés*surface	périphérie	0-40000	-0,0310	-0,685	-0,0488	-1,079
Feuillus*surface	Aire urbaine	0-40000	0,1180		-0,0966	
Feuillus*surface	périphérie	0-40000	0,0208		-0,1190	
Ouverts*surface	Aire urbaine	0-40000	0,2740	0,942	-0,0596	-0,205
Ouverts*surface	périphérie	0-40000	-0,0066		0,0414	

Nota Bene : les coefficients en gras sont significativement différents de 0 au seuil de 1%. Les coefficients en gras et italiques sont significativement différents de 0 au seuil de 5%. Les coefficients en corps 10 sont significativement différents de 0 au seuil de 10%. Les coefficients en corps 8 ne sont pas significativement différents de 0.

Pour améliorer leur lisibilité, les coefficients sont évalués pour des unités d'une centaine de pixels.

Nous avons tout d'abord vérifié que les variables de vue du haut n'étaient pas trop corrélées avec les variables de vue du sol. Si ces corrélations étaient élevées, l'introduction simultanée des deux types de variables aurait été difficile. Ce n'est pas le cas et les corrélations sont faibles, souvent proches de zéro. Nous avons donc essayé, comme pour Marseille, estimé un modèle utilisant simultanément les deux ensembles de variables. Les résultats, qui ne sont pas fournis ici, ne vont pas dans le même sens que pour la zone marseillaise. Les variables en vue du haut n'ont pas d'effet significatif, que ce soit individuellement ou globalement.

SYNTHESE ET PERSPECTIVES

Plusieurs leçons importantes se dégagent de ce travail. La première est la nécessité de disposer d'une information géographique fine, permettant une bonne reconstruction des paysages et de ce fait fournissant aux modèles économétriques des variables descriptives des paysages de bonne qualité.

La comparaison entre les résolutions de 7 mètres et 25 mètres faite à Dijon et à Besançon illustre très bien ce point. Comme nous l'avons indiqué plus haut, le passage d'une résolution plus fine (7 mètres) à une résolution plus grossière (25 mètres) préserve les grandes structures paysagères. Mais il fait perdre de nombreux détails en faisant disparaître une partie des petits objets, en rendant les bâtiments plus difficilement localisables et en engendrant des erreurs sur le présence de masques et leur impact. La conséquence est que, malgré une grande similarité des grandes structures d'ensemble, la corrélation entre les variables paysagères construites avec les deux niveaux de résolution est faible. De plus, l'utilisation de données trop grossières rapproche le paysage vu du paysage d'en haut, ce qui fait perdre son intérêt à la méthode.

La comparaison entre Sigale et Corine Land Cover en Nord-Pas de Calais va dans le même sens. Certes, Corine et Sigale ont le même niveau de résolution. Mais Sigale combine les données satellitaires avec d'autres données et cet enrichissement le rend plus précis. Et, comme pour la comparaison entre les résolutions de 7 mètres et de 25 mètres, il y a une grande similarité des structures d'ensemble et de corrélations généralement faibles entre variables issues des deux sources, surtout pour les variables décrivant des objets ponctuels.

La perte de qualité dans la description du paysage entraîne une nette perte de qualité au niveau des résultats économétriques. Dans les cas dijonnais et bisontain, le nombre de variables ayant des effets significatifs diminue fortement et les effets sont souvent atténués. Dans le cas du Nord Pas de Calais, la diminution de qualité est moins sensible, mais les valeurs aberrantes estimées avec les variables Corine ne le sont plus avec les variables Sigale.

La leçon est claire. Si l'on veut arriver à des résultats fiables et significatifs, il est inutile de chercher à économiser sur les coûts d'obtention de l'information géographique en se contentant d'images satellitaires à faible résolution. Il faut au contraire aller vers l'utilisation d'images à haute résolution. Outre la précision intrinsèque de l'image, la haute résolution permettra également d'améliorer la qualité des algorithmes de reconstruction du paysage vu. En effet, un certain nombre de développements de ces algorithmes sont sans intérêt avec des images de finesse insuffisante car n'apportant pas d'amélioration réelle.

Une deuxième leçon importante, qui est un corollaire de la précédente, est la difficulté à fournir des effets significatifs et la variabilité des résultats auxquels on parvient entre les différentes régions, quand on utilise la résolution de 25 mètres. Variabilité qui est parfois difficile à expliquer. Dans la plupart des cas, de fortes corrélations entre plans pour un même type de couvert a conduit à regrouper des variables, empêchant une distinction fine entre horizons proches et lointains. Malgré ces précautions, le nombre d'effets significatifs est faible, notamment à Brest, à Marseille et pour les maisons à Lyon. La principale exception est le Nord-Pas de Calais qui était ici fortement avantagé par la grande taille de son échantillon, alors qu'au contraire la faible taille de l'échantillon du pays de Brest a sans doute été un handicap. Là encore, on espère que les données immobilières, actuellement très coûteuses pour une équipe universitaire, seront à l'avenir plus accessibles et à des tarifs plus attractifs.

Une troisième leçon est la variété des résultats et la difficulté à dégager une logique d'ensemble ou, au moins, à expliquer cette variété. En rentrant un peu plus dans le détail, on constate qu'il a été quasiment impossible d'estimer des effets significatifs de la vue sur un élément aussi important que le bâti. Quant ils sont statistiquement significatifs, les effets ont

La valeur économique des paysages des villes périurbanisées

des signes très variables d'une région à l'autre et, pour une région à l'autre, d'un champ de vision à l'autre. De même, la différence entre vu actif et vue passif sur le bâti n'a d'effets significatifs que dans les estimations avec des pixels de 7 mètres. La vue sur les eaux et lacs semble avoir un effet négatif, mais dans la grande majorité des cas ces effets ne sont pas significatifs.

La situation est un peu plus favorable dans les autres cas. Pour la vue sur les espaces à dominante agricole (agriculture, prés, espaces ouverts), les effets estimés sont le plus souvent significativement positifs pour la vue de proximité (en deçà de 300 mètres). On trouve cependant des effets négatifs pour Marseille en zone rurale et pour Brest dans le pôle urbain. La vue sur les zones arborées (feuillus, buissons, résineux) localisées à proximité a également un effet significativement positif dans la plupart des cas, mais on trouve des effets significativement négatifs à Marseille en zone urbaine et pour les maisons à Lyon. Les routes et voies ferrées ont en générale des effets significativement négatifs quand elles sont à proximité immédiate. Par contre, à plus grande distance, l'effet peut être positif (c'est le cas dans le Nord, à Dijon et Besançon), sans doute en raison d'une corrélation avec l'accessibilité au réseau routier. Enfin, les variables croisant agriculture ou forêt et superficie du terrain ont en général un signe négatif, quand il est significatif, allant dans le sens d'une substituabilité entre jardin privatif et espace vert environnant ; mais on trouve des effets significativement positifs à Marseille en zone rurale et à Brest dans l'aire urbaine.

A nos yeux, ces résultats encore trop imprécis pour une utilisation opérationnelle n'invalident pas la méthode. Les autres études disponibles font plutôt moins bien. Elles montrent surtout les limites des données que nous avons pu utiliser. Or, les évolutions vont très vite dans ce domaine et nous encouragent à poursuivre dans la voie ainsi tracée.