

**Ghislaine DEYMIER**

Allocataire de recherche en Economie des Transports

Laboratoire d'Economie des Transports

Institut des Sciences de l'Homme

14, avenue Berthelot

69363 Lyon cedex 07.

Tél. : 04.72.72.64.46

Fax : 04.72.72.64.48

E-mail : [ghislaine.deymier@let.ish-lyon.cnrs.fr](mailto:ghislaine.deymier@let.ish-lyon.cnrs.fr)

**Le nouveau périphérique nord de Lyon : comment analyser les effets anticipés sur l'évolution du marché foncier et immobilier de l'agglomération lyonnaise?**

---

**Résumé**

*L'objet de cet article est de s'intéresser à la mesure de la capitalisation immobilière des externalités liées aux gains d'accessibilité induits par la mise en place d'une nouvelle infrastructure de transport. Pour cela, nous avons choisi de focaliser notre étude sur le périphérique Nord de Lyon. Nous souhaitons analyser son impact sur l'évolution des prix du marché foncier et immobilier de l'agglomération lyonnaise en vue notamment de déceler les éventuelles anticipations que cela pourrait susciter chez les différents agents de l'économie. Comment les valeurs du sol vont s'ajuster avant et après la mise en service de l'infrastructure ? Les agents vont-ils anticiper les effets de cette aménité, notamment les gains de temps ? Les changements dans les prix du sol sont-ils une bonne mesure des bénéfices des projets de transport et jusqu'à quelle étendue les choix de localisation dépendent de l'accessibilité fournit par le système de transport ?*

*La finalité de cet article n'est pas d'apporter des résultats sur notre zone d'étude, mais plutôt d'analyser la façon d'appréhender le problème de la capitalisation immobilière des gains d'accessibilité et de leurs anticipations en se basant sur divers travaux qui ont été réalisés sur le sujet.*

## *Introduction*

Le ménage, dans son choix de localisation effectue un arbitrage entre accessibilité, aménité et prix du logement. D'après la théorie économique urbaine classique, les valeurs des sols des zones les plus accessibles à l'emploi, aux loisirs ou autres lieux d'attractions sont les plus élevées, toutes choses égales par ailleurs.

Dans le cas d'une agglomération urbaine, l'introduction d'une nouvelle infrastructure de transport génère des gains de temps qui facilitent l'accès au centre ou à la zone d'emploi, ce qui incite les agents à changer leurs comportements. En effet, les ménages peuvent être amenés à modifier leur choix de mode de transport en passant des transports en commun à la voie rapide, et/ou modifier leur localisation. C'est pourquoi, sur le marché, on peut s'attendre à ce que les valeurs du sol et du logement intégrant ces gains d'accessibilité évoluent dans les zones situées à proximité de la nouvelle infrastructure.

Afin de tester ces hypothèses, nous étudions les effets de l'ouverture du nouveau boulevard périphérique Nord de Lyon qui est une voie rapide à péage. Il a été lancé en 1991, les travaux ont commencé en 1993 et la liaison a été ouverte en août 1997. Son tracé, qui s'insère dans le périmètre de l'agglomération lyonnaise, relie une zone résidentielle située à l'ouest de Lyon (Ecully, Tassin-La-Demi-Lune, etc.), à une zone à forte concentration d'emplois (Villeurbanne) située à l'est. Les six échangeurs lui permettent de jouer un rôle de distribution du trafic à destination du centre.

L'évolution du trafic entre octobre 1997 et mai 2000 est très révélatrice de l'intérêt que les habitants ont porté aux nouvelles liaisons qui leur étaient offertes. C'est pourquoi, nous nous attendons à observer une migration des ménages au niveau des zones d'entrée de la voie rapide et même au-delà de ces zones. En effet, un ménage à la recherche d'espace et de qualité de vie, en effectuant l'arbitrage entre coût généralisé de transport (valeur du temps, péage urbain, etc.) et coût du logement, pourrait être incité à se localiser au-delà de l'agglomération lyonnaise, étendant ainsi le développement du tissu urbain et par conséquent le niveau de la mobilité. Par conséquent, il est probable que les zones les plus éloignées du centre ville verront leur valeur du sol augmenter en raison notamment des gains de temps de déplacement entre le lieu de résidence et la zone d'emploi.

Cependant, une telle hausse du marché foncier et immobilier proche de la voie rapide peut être mise en doute. En effet, si la valeur du temps économisé par mois peut contribuer à l'augmentation de la rente, les externalités négatives telles que le bruit, la pollution ou la congestion, mais aussi la non utilité de certains ménages vis-à-vis de l'ouvrage peuvent freiner le processus. A quel moment, le marché foncier et immobilier commencera-t-il alors à s'ajuster? Fera-t-il des anticipations?

La littérature propose des solutions permettant d'introduire les anticipations des effets d'une amélioration du réseau de transports dans la formation des prix du sol et du logement. Avant d'aborder cet aspect qui constitue la réflexion fondamentale de notre article, nous présenterons dans un premier temps le modèle standard de choix de localisation des ménages amélioré par l'introduction des externalités et du principe d'accessibilité. Puis, nous tenterons d'expliquer les méthodes permettant d'appréhender la capitalisation immobilière des gains d'accessibilité induits par l'introduction d'une nouvelle infrastructure de transport par l'introduction notamment de la théorie des prix hédoniques.

### ***Le modèle de localisation résidentielle***

Le modèle de base de choix résidentiel développé notamment par les travaux d'Alonso (1964) et Muth (1969), établit que la structure d'équilibre d'utilisation du sol est déterminée par l'arbitrage entre accessibilité et espace. Le consentement à substituer de l'espace à l'accessibilité diffère entre les ménages car ils ont des revenus et des niveaux d'accès différents dépendant de leurs activités. L'équilibre d'utilisation du sol est le résultat de l'interaction entre l'élasticité revenu de la consommation d'espace et l'élasticité revenu des frais de déplacement. La demande de logement résidentiel va s'orienter vers les zones permettant d'accéder efficacement aux centres générateurs d'externalités telles que les emplois, les loisirs, les centres d'achats. Le prix du sol est alors le résultat d'une position plus ou moins favorable par rapport à ces lieux d'attraction.

Les choix de localisation sont également influencés par la qualité de l'environnement physique (pollution, congestion, bruit) mais également social.

Dans le modèle standard de l'économie urbaine la ville est supposée être une plaine homogène ayant un centre d'emploi unique, les zones d'emplois étant exogènes. Chaque lieu est entièrement caractérisé par sa distance  $x$  au centre. On suppose qu'un ménage ayant un revenu  $Y$  achète une part du sol  $q$  au prix  $R(x)$ , paye son coût de transport  $T(x)$  et achète un bien composite  $z$  à un prix  $p_z$  égal à l'unité car ce bien est utilisé comme numéraire. Il maximise sa fonction d'utilité  $U(z, q, x)$  sous une contrainte budgétaire constituée des dépenses en bien composite, en logement et en coûts de

déplacements du lieu de résidence vers la zone d'emploi. Les coûts de transport augmentent avec la distance contrairement aux rentes d'enchères qui diminuent.

Le programme de maximisation de l'individu s'écrit alors :

$$\max_{z,q} U(z, q) \text{ sous la contrainte budgétaire } w = z + R(x) \cdot q + T(x)$$

Ainsi, lorsque les revenus augmentent, si la préférence pour la proximité au centre est basse (modèle anglo-saxon), le modèle peut conduire (selon les valeurs de  $u_x$  et  $u_q$ , dérivées partielles par rapport à  $x$  et  $q$  respectivement), à la localisation des ménages riches à la périphérie et des pauvres dans le centre. Si la préférence pour la proximité au centre est supérieure au besoin d'espace (modèle latin), les catégories les plus riches auront tendance à se localiser au centre, renvoyant ainsi les pauvres dans des logements plutôt denses à la périphérie.

La localisation d'équilibre d'un individu est déterminée selon le concept de la rente d'enchère, c'est-à-dire le prix du sol unitaire maximal qu'un individu est prêt à payer à une distance  $x$  du centre pour obtenir un certain niveau d'utilité  $v$  compte tenu des possibilités alternatives dont il dispose sur le marché. On a donc :

$$\varphi(v, x) = \underset{z,q}{\text{Max}} \frac{[w - z - T(x)]}{q} \quad U(z, q) = v$$

La superficie du logement qui permet de maximiser ce programme :  $q^*(v, x)$ , indique, pour chaque localisation, la taille de logement optimale pour atteindre un niveau d'utilité donné. Ainsi, pour chaque distance au centre et pour un niveau d'utilité donné, il existe une situation optimale décrite par une rente offerte et une superficie optimale de logement.

D'après les conditions du premier ordre et l'hypothèse selon laquelle tous les individus atteignent leur niveau d'utilité d'équilibre, la courbe de rente offerte apparaît décroissante en tout point de l'espace :

$$\frac{\partial \varphi(v, x)}{\partial x} = \frac{-T'(x)}{q^*(v, x)} < 0$$

L'occupation du sol est attribuée en chaque localisation à l'individu offrant l'enchère la plus élevée.

Le choix de localisation dépend de l'arbitrage entre coût marginal de transport et consommation de logement, ces deux éléments variant en fonction de la composition des ménages en actifs et inactifs. Le coût de transport du ménage diminue suite à la réduction du poids des actifs dans le ménage car seuls les actifs sont supposés se déplacer, les inactifs ne recevant aucun revenu et ne subissant aucun coût de transport (ils représentent les enfants). La consommation de logement varie alors sous l'effet de la diminution du revenu consécutive à la baisse du nombre d'actifs.

Si l'élasticité revenu de la demande de logement est élevée (supérieure à un), la baisse de la demande de logement induite par la réduction du revenu des ménages est plus forte que la diminution du coût total de transport du ménage. Les localisations centrales deviennent plus attractives que les localisations périphériques (la pente de la courbe de la rente offerte s'accroît).

Si l'élasticité de la demande de logement est inférieure à un, la baisse du coût des déplacements est plus importante que la diminution de la demande de logement. Cela accroît l'attractivité des localisations périphériques et provoque donc un aplatissement de la courbe de rente foncière.

Cependant, le modèle canonique d'Alonso est trop réducteur car il suppose un espace homogène qui n'est pas compatible avec des espaces urbains complexes. Afin de rester dans un espace isotrope à partir du centre, on suppose que la répartition des aménités est décrite par une fonction  $a(x)$  indiquant le niveau des aménités en fonction de la distance au centre. De ce fait, les aménités entrent dans la fonction d'utilité du consommateur, sans pour autant engendrer de paiement direct pour leur consommation. Le consommateur va donc maximiser le programme :

$$\max_{z, q, x} U(z, q, a(x)) \text{ sous la contrainte budgétaire } w = z + R(x) \cdot q + T(x)$$

Lorsque l'on observe la dérivée de la courbe de la rente offerte, on constate que la pente de la courbe de la rente offerte dépend de la répartition spatiale des aménités. Si elles sont plus importantes au centre qu'en périphérie ( $a'(x) < 0$ ), les aménités jouent dans le même sens que le coût de transport. Si les aménités augmentent du centre vers la périphérie ( $a'(x) > 0$ ), leur effet vient contrebalancer celui du coût de transport. Tout se passe comme si les ménages substituaient des aménités à leur consommation de logement ou d'accessibilité au centre. Si le centre est plus attractif que la périphérie, les ménages consommeront moins de logement et tendront à se localiser vers le centre. Dans le cas contraire, ils se localiseront davantage vers la périphérie pour profiter des aménités. Ainsi, ils pourront bénéficier d'un prix du sol plus faible et consommeront davantage de logement.

La prise en compte de l'existence d'espaces polycentriques permet de substituer aux coûts de transport dépendants de la distance au centre, la notion de coûts généralisés de transport qui prend en compte le nombre de déplacements, la distance parcourue et le temps de parcours (Wingo, 1961). Cette meilleure spécification de l'espace par un coût de transport définit de manière plus complexe et plus proche de l'observation empirique permet d'explicitier pourquoi le gradient de rente offerte n'est pas forcément décroissant avec la distance au centre. En effet, il peut accroître en certains points de l'espace en raison notamment des transports et des coûts qu'ils génèrent pour les ménages. L'aménagement de l'espace public remettant en cause l'isotropie des localisations a donc une incidence sur le prix du logement.

Une étude de Beckerich (2000) sur les prix des logements anciens et collectifs pour l'année 1995 à l'échelle de la commune de Lyon, a notamment démontré que la valorisation de l'espace urbain est significative car elle représente environ 3,6% du montant des transactions estimées. Cependant, l'analyse n'a pas pu prendre en compte les effets du réseau de transport collectif de surface relativement dense à Lyon. Or, les transports et l'accessibilité des lieux jouent un rôle décisif dans la morphologie et la physiologie des villes. C'est ce que nous souhaitons démontrer en analysant les effets du périphérique Nord de Lyon à une plus grande échelle (l'agglomération) et sur différentes catégories de biens immobiliers (logements neufs et anciens, individuels et collectifs).

Le choix de centrer notre étude sur cet axe de transport est due au fait qu'il semble offrir un bon test de la thèse de la capitalisation en raison notamment du rôle qu'il joue dans la distribution du trafic à destination du centre mais également de l'observation d'une évolution significative du trafic depuis son ouverture.

Quelle peut être alors notre stratégie d'analyse du marché immobilier ? Si nous nous référons aux différentes études de cas récentes menées sur ce même thème (Voith, 1993 ; Huang, 1994 ; Guild,

Schwann, Whitehead, 1998 ; Brinckerhoff 2001 ; Boarnet et Saksith, 2001), il apparaît que la méthode des prix hédoniques est souvent utilisée.

### ***La méthode des prix hédoniques***

Selon Van Lierop et Rima (1982), le marché du logement comme tel n'existe pas.

*Ce que nous appelons le marché du logement est un phénomène complexe d'éléments et de sous-marchés corrélés et s'influençant mutuellement. Parmi les facteurs, les forces et les composants qui interagissent pour former le marché du logement, on peut inclure une multitude d'acteurs individuels et de groupes avec des intérêts et préférences contradictoires, une multitude de motifs individuels et d'attributs de comportement résidentiel, une multitude de possibilités de choix (localisations alternatives, logements alternatifs, etc.), une multitude d'effets de débordement social et spatial et d'externalités (comme par exemple le fait que la qualité d'une résidence voisine est déterminée par les unités individuelles de logement dans cette aire (Stahl,(1980), Wilkinson (1973)), une multitude de processus dynamiques associés avec le développement économique et géographique d'un système spatial (Anas, 1976), une multitude de régulations publiques qui contraignent un système de marché libre pour le marché du logement.*

La demande de logement est hétérogène. Ces disparités de la demande des ménages se traduisent dans les structures de préférences et les contraintes budgétaires des ménages. Le cycle de vie des ménages influe sur la nature ou le type de bien acheté, ainsi que sur le choix de localisation (plus ou moins éloigné du centre) en fonction des impératifs (actif, retraité, enfants etc.), mais aussi du type de logement (appartement ou maison individuelle).

Le logement est un bien complexe hétérogène. Deux logements ne sont jamais totalement identiques, ni en termes de caractéristiques internes (superficie, nombre de pièces, caractère individuel ou collectif, équipements, etc.), ni en terme de localisation (aménités, facteurs socio-économiques,

etc.). Cette multiplicité des caractéristiques descriptives des logements est la principale difficulté dans l'analyse des prix fonciers. La méthode hédoniste permet de remédier à cela en émettant l'hypothèse que la valeur observée d'un bien est la résultante des valeurs que l'on attribue à ses caractéristiques. Elle suppose notamment que les ménages tirent leur satisfaction non pas des biens eux-mêmes mais des éléments qui le constituent. L'objectif est alors de déterminer la relation entre la combinaison d'attributs qui caractérise un logement et son prix sur le marché pour en déduire les différences de prix inhérentes aux différents attributs.

Supposons que le prix d'un logement dépende de sa surface  $s$ , d'un vecteur  $q$  de caractéristiques qualitatives  $q_m$ ,  $m = 1, \dots, M$  (qualité de l'air, absence de pollution, etc.) et d'un vecteur  $v$  de facteurs de voisinage  $v_n$ ,  $n = 1, \dots, N$  (distance à un équipement public). Après maximisation du Lagrangien, on obtient la fonction de prix hédonique donnée par la relation :  $p_h = p_h(s, q, v)$  dont on tire une équation de régression. Le prix implicite d'une caractéristique  $q_m$ , ou  $v_n$  est alors donné par la dérivée partielle de  $p_h$  par rapport à cette variable.

Soit  $x$ , le vecteur des quantités consommées des biens non spatialisés servant de numéraire,  $p$  le vecteur de prix correspondant,  $y$  le revenu du consommateur et  $\alpha$  ses préférences. Le consommateur, usager du terrain ou occupant du logement, maximise son utilité par rapport à  $x$ ,  $s$ ,  $q$  et  $v$  selon le programme :

$$\max_{x, s, q, v} U(x, s, q, v, \alpha) \quad \text{sous la contrainte budgétaire : } x + p_h(s, q, v) \leq y$$

Notons que le consommateur n'intègre dans sa droite de budget que le prix du bien  $p_h(s, q, v)$  et non pas le prix du bien multiplié par les quantités consommées de ce bien puisqu'il n'achète qu'un bien dont les caractéristiques sont en plus ou moins grandes quantités.

Le prix hédoniste d'une caractéristique  $s$ ,  $q$  ou  $v$  correspond à l'augmentation du prix du bien pour obtenir une unité supplémentaire de la caractéristique, toutes choses égales par ailleurs.



Soit  $Z$ , le vecteur des caractéristiques du logement  $s$ ,  $q$  et  $v$ . On établit la fonction d'offre de rente  $\Phi(Z, y, v, \alpha)$  qui représente le consentement à payer des ménages pour le bien hétérogène pour un niveau de revenu  $y$  et d'utilité fixé  $v$ . Le montant que le ménage est prêt à dépenser pour le bien lors d'une modification de la caractéristique  $Z_i$  pour un niveau d'utilité constant, est alors obtenu par la dérivée de la fonction d'offre de rente  $\partial\Phi/\partial Z_i$ .

A l'optimum, on obtient l'égalité entre  $\Phi(Z^*, y, v, \alpha)$  et  $p_h(Z^*)$ .

Du côté de l'offre, le producteur va maximiser son profit de telle sorte que le coût marginal de chaque caractéristique soit égal au prix hédoniste. Le bien hétérogène est produit- tant que le coût marginal de la production d'un bien supplémentaire est inférieur au prix du bien  $p_h(Z)$ . De même que dans le cas du consommateur, l'optimum établit l'égalité entre la fonction de prix hédoniste  $p_h(Z^*)$  et  $\Theta(Z^*, \pi, \beta)$ . Avec,  $\pi$ , le profit et  $\beta$ , les caractéristiques propres au producteur.

Ainsi, la fonction des prix hédonistes est le lieu d'équilibre de l'offre et de la demande des biens immobiliers.

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

Afin de remédier à cela, Rosen (1974) propose de compléter l'estimation de la fonction des prix hédonistes en introduisant pour chaque observation, les prix marginaux ( $\partial p_h(Z)/\partial Z_i = p_{zi}$ ). De cette façon, il permet de définir une fonction de demande implicite reliant les caractéristiques du ménage, les caractéristiques du bien hétérogène et le prix de la demande. Soit:

$$p_{zi} = F_i(Z_1, \dots, Z_m, y, \alpha)$$

Selon Beckerich (2000), *la méthode des prix hédonistes constitue un outil indispensable à l'étude des impacts d'une modification d'attributs de biens différenciés et à la valorisation des caractéristiques des biens différenciés pour lesquelles il n'existe pas de marché. Le marché immobilier apparaît donc comme un lieu d'application privilégié de la méthode des prix hédonistes. En effet, les politiques publiques et les décisions privées peuvent modifier le voisinage des biens immobiliers, donc les attributs de chaque logement, provoquant ainsi une modification du prix des biens immobiliers et des prix hédonistes des caractéristiques.*

Cependant, cette méthode peut être contestée dans la mesure où il apparaît difficile d'isoler les effets des caractéristiques des logements, des autres attributs des logements et de leurs voisinages non observés. En effet, dans la période avant le changement d'aménités, l'évolution dans les valeurs des prix du logement seront difficiles à prédire. Le modèle hédonique standard ne peut pas être utilisé pour les prévisions car il changera pour n'importe quelle amélioration des aménités. Dans la période après, les valeurs changeront, mais il sera extrêmement difficile d'affirmer quels changements sont dus aux améliorations des aménités plutôt qu'aux des autres facteurs.

Une solution peut être apportée par l'émission d'une hypothèse sous-jacente à la méthode d'estimation de la fonction des prix hédonistes. Il s'agit de supposer que les caractéristiques, autres que les attributs affectés par l'innovation, ne sont pas modifiées entre la vente et la revente des biens immobiliers (Palmquist, 1984; Kohlhase, 1988).

L'analyse des effets de l'amélioration des transports sur la valeur des sols résidentiels nécessite un modèle statistique qui contrôle les autres variables susceptibles d'influencer les prix fonciers. En effet, dans la période précédant l'annonce de l'amélioration du réseau de transport (90-91), les variations du niveau des prix que nous pourrions observer à la proximité des futures zones d'accès à la voie rapide, ne devront pas être attribuées à une anticipation des agents des effets de la future infrastructure (ces derniers n'étant pas informés du projet), mais plutôt à l'influence d'autres variables telles que la proximité aux emplois, commerces ou autres facteurs locaux, ainsi qu'à la conjoncture économique.

Le problème ici réside non seulement dans la prise en compte des interactions spatiales entre les différentes variables, mais également des interactions temporelles. La principale difficulté est d'isoler les variables réellement influentes.

## *L'économétrie spatiale*

Les modèles de l'économétrie spatiale permettent d'introduire les dépendances spatiales dans l'analyse des marchés immobiliers. Ceux-ci proposent en effet des méthodes d'inférences prenant en compte l'interaction spatiale des observations (Cliff et Ord (1973, 1981), Klaassen et Paelink (1979), Anselin (1988), Jayet (1993)). L'espace n'est pas composé d'unités isolées les unes des autres. Ce qui se passe dans chacune d'entre elles peut influencer les autres, il y a interaction spatiale, contiguïté (Moran, Geary).

La présence d'effets spatiaux va à l'encontre des hypothèses de la méthode des moindres carrés qui est généralement utilisée pour estimer les paramètres de la fonction hédonique. La valorisation immobilière des aménités remet en cause l'hypothèse de l'indépendance des observations. Dans le marché immobilier, les observations se caractérisent par des coordonnées géographiques. Elles sont notamment soumises aux mêmes aménités et au même environnement. L'existence d'autocorrélation spatiale, les effets de débordement existant dans les zones d'étude ou l'hétérogénéité spatiale résultant de la variabilité des caractéristiques de chaque localisation oblige à recourir aux modèles de l'économétrie spatiale.

La formulation de ces modèles doit tenir compte de certains principes (Paelinck, Klaassen) tels que l'interdépendance spatiale (par exemple, les dépenses réalisées dans un lieu donné engendre des revenus dont une partie sera dépensée dans des lieux différents, formant de nouveaux revenus dans d'autres espaces), l'asymétrie spatiale (les ménages localisés dans des zones fortement différenciées (rural/urbain) n'auront pas les mêmes zones d'attractions notamment en matière d'achat). Les phénomènes étudiés ne s'expliquent pas uniquement par les facteurs localisés dans le même espace, ils s'expliquent par des facteurs qui se déroulent dans d'autres espaces. C'est le principe d'allotopie. Il faut également distinguer les phénomènes de fonctionnement des phénomènes d'installation, c'est le principe de distinction ex ante/ex post. Enfin, le principe géographique stipule que les modèles doivent faire explicitement apparaître les différences de taille, de densité, des distances, etc. qui conduit à rompre les équivalences entre observations et les équivalences entre interactions.

Des biens immobiliers proches possèdent les mêmes caractéristiques de voisinage. Aussi, le prix d'un bien immobilier dépend également du prix des biens environnants. Par conséquent, pour le marché des biens immobiliers, il est nécessaire d'adopter une approche par le modèle spatial autorégressif. Toutefois, lorsque les résidus ne sont pas corrélés entre eux mais corrélés au prix des biens immobiliers, il peut être préférable d'adopter le modèle spatial avec autocorrélation des résidus. Selon Can (1990), les prix des logements sont influencés par le prix des logements environnants. Les logements dans un même voisinage connaissent les mêmes facteurs de localisation. Ces effets tendent à décroître avec la distance qui sépare deux logements.

L'observation simultanée dans le temps de plusieurs variables soulève le problème de la détermination du sens de la causalité dans l'influence entre deux variables. Egalement, il est difficile de savoir avec quel délai et pendant combien de temps (détermination du décalage temporel), la variable explicative influe sur la variable expliquée. Les influences entre variables prennent plus ou moins de temps, elles sont plus ou moins persistantes.

Il existe des modèles permettant de modéliser les dépendances spatiales et temporelles dans la variable expliquée ; les *modèles spatio-temporels*. Si l'on suppose que l'on a  $N$  régions,  $T$  périodes de temps et  $Nt$  observations  $y_{it}$ , on peut considérer un modèle simple de régression ordinaire où l'on suppose des comportements uniformes pour tous les individus.

Les régresseurs exogènes peuvent être retardés dans le temps ou décalés dans l'espace. On obtient alors le modèle :

$$y_t = \lambda y_{t-1} + \rho W y_t + \gamma W y_{t-1} + X_t \beta + \varepsilon_t$$

Pour une région  $i$  à une période  $t$ , la variable expliquée dépend de sa valeur à la période précédente ( $y_{t-1}$ ), de la valeur des variables expliquées des régions voisines à la même période ( $W y_t$ ) et de la valeur des variables expliquées des régions voisines à la période précédente ( $W y_{t-1}$ ). De même, on peut spécifier l'erreur  $\varepsilon_t$ .

Des modèles plus simples peuvent être dérivés tel que le cas particulier où  $\lambda = \rho = 0$  (Upton et Fingleton, 1985). La variable endogène dépend alors de la valeur des variables expliquées des régions voisines à la période précédente ( $W y_{t-1}$ ) et de la matrice des observations des variables explicatives au temps  $t$  ( $X_t$ ). L'estimation des paramètres de cette nouvelle équation peut alors être basée sur les moindres carrés ordinaires.

$$y_t = \gamma W y_{t-1} + X_t \beta + \varepsilon_t$$

D'autre part, si l'on considère que les ménages peuvent anticiper l'évolution des caractéristiques du logement, telles que notamment les attributs environnementaux, cela peut entraîner une modification de leur consentement à payer pour le prix de ces caractéristiques. Par conséquent, les prix des logements étant alors différents des prix d'équilibre, la disposition à payer des ménages pour les attributs du logement est surestimée ou sous-estimée. Ce qui conduit respectivement à une sous-évaluation ou à une surévaluation du prix hédoniste.

L'étude des anticipations des effets de l'ouverture du périphérique Nord de Lyon de la part des différents agents de l'économie constitue le thème central de notre étude. C'est pourquoi nous souhaitons aborder ici de manière plus détaillée la question de la modélisation de ces anticipations. Comment les agents anticipent-ils le futur? Comment leurs anticipations réagissent-elles sur leurs comportements présents?

### ***Les anticipations***

Jusqu'à présent nous avons connaissance de très peu d'études à ce sujet. Cependant, une étude de Mc Donald et Osuji (1995) nous apportent des éléments clés dans notre approche méthodologique du phénomène. En effet, dans leur article, les deux auteurs testent l'hypothèse que les valeurs des terres résidentielles refléteront l'amélioration des transports avant l'ouverture de la ligne de transition entre le centre ville de Chicago et l'aéroport.

Cette ligne a été ouverte pour seulement une courte période, mais elle a généré des effets mesurables sur la valeur de l'état réel dans ses alentours bien avant la date d'ouverture. Les résultats montrent que le marché du sol a commencé à s'ajuster bien avant que les équipements soient disponibles pour l'utilisation (trois ans avant).

Afin de mesurer ces effets sur le marché du sol résidentiel, la méthode utilisée est celle du "before and after" généralisée, ou méthode avant-après. Cependant, une simple comparaison avant-après produirait probablement des résultats biaisés. De plus une analyse section croisée de seulement la période après générera certainement aussi des estimations biaisées.

Dans le modèle proposé, les valeurs du sol sont supposées déterminées dans la période avant, c'est-à-dire avant l'annonce de l'amélioration du transport. Le logarithme de la valeur du sol ( $\ln V_b$ ) s'explique par la somme d'un ensemble de variables  $X_i$  (variables qui influencent  $\ln V_b$ ), d'une variable  $D$  qui représente la proximité aux futurs sites et d'un terme d'erreur normalement distribué de moyenne nulle et de variance constante. Les variables  $X_i$  sont supposées prendre des valeurs qui sont spécifiques à la période avant. Cependant, parmi ces variables, certaines (telles que la distance au centre ou "Central Business District"), ont les mêmes valeurs dans les périodes avant et après. Le modèle suppose aussi que  $\ln V_b$  peut être relié à la proximité des sites de station de la ligne dans la période "avant". Evidemment, dans la période "avant", les valeurs du sol ne peuvent pas être reliées à la proximité des sites des stations car une telle information n'est pas disponible. Mais il peut y avoir d'autres facteurs, tels que la proximité aux emplois ou aux commerces ou autres facteurs locaux, ce qui génère une relation entre  $\ln V_b$  et  $D$ .

Dans la période après, l'équation pour les valeurs des sols est totalement connue. Ce sont les mêmes variables de l'équation précédente qui interviennent, seuls diffèrent les coefficients.

Le modèle statistique présenté par ces deux équations permet à toutes les variables d'avoir des effets différents sur les valeurs du sol dans les deux périodes. L'effet de l'amélioration des transports est alors mesuré par  $d_a$  et  $d_b$ , les coefficients avant et après de la variable  $D$  qui représentent le changement dans l'effet de proximité aux sites des stations de la ligne. Des hypothèses restrictives permettent aux résultats de ne pas être biaisés :  $D$  est notamment mesurée comme une dummy variable (1 pour la proximité, 0 autrement).

Le problème généralement rencontré avec cette méthode est l'omission de variables pertinentes qui conduit à un biais.

Une des questions essentielles dans la modélisation de la formation des prix du logement est l'ajustement de l'offre de logement. En effet, doit-on considérer l'offre de logement comme exogène?

Dans cette étude les auteurs ont supposé que seul le modèle d'équilibre partiel est nécessaire. En effet, la ligne améliore l'accès au centre. Les marchés du sol et du logement s'ajustent en conséquence autour de l'axe routier et il est supposé que les effets de l'équilibre général sur le reste de l'aire métropolitaine peut être ignoré sans danger. Il est vrai qu'il y aura des changements de l'offre de logement et de la population autour de la ligne, mais l'amplitude de ces changements n'aura probablement pas d'impact sur les localisations spécifiques dans le reste de l'aire métropolitaine.

Cet article découle du modèle CATLAS (Chicago Area Transportation Land Use Analysis System) proposé par Anas en 1983 qui simule le marché du logement. Dans un premier article, Anas (1982), la simulation ne permettait pas des ajustements de l'offre de logement, la quantité de logement était donnée de façon exogène. Cependant, plus tard, des simulations rapportées par Anas et Duann (1985) ont permis à l'offre de logement de s'ajuster en permettant aux propriétaires des terrains vacants de construire de nouvelles maisons et aux propriétaires de logements plus vieux de démolir les logements et vendre les terrains vacants. Anas et Duann ont établi que le résultat le plus notable est que le projet d'amélioration de l'axe de transport routier a une très petite influence sur le changement de stock de logement.

Les résultats de la simulation ont aussi suggéré que les effets en dehors de la ligne sont négligeables et ont montré des évidences telles que les zones localisées à des distances plus grandes du centre ville ont des accroissements plus grands dans l'estimation des valeurs du sol attribuées à la ligne, résultat qui est conséquent avec les plus grandes économies de temps d'accès au centre de la ville. La valeur du temps économisé par mois peut causer l'augmentation de la rente. Les estimations de Anas qui simule les loyers de logement sont plus basses que les résultats empiriques, mais ceci peut s'expliquer par le fait que toutes les personnes vivant près de la ligne ne vont pas effectuer le trajet vers le centre ville. Anas souligne que le marché du logement peut ne pas opérer avec l'efficacité classique complète car les propriétaires ne connaissent pas les modèles de choix spécifiques de ceux à qui ils louent. Les locataires ne révèlent pas cette information. Les locataires sont des "price maker", mais conservent les économies de temps de trajet si les propriétaires n'ont pas d'information parfaite. Si le marché du logement était opérationnel avec l'efficacité classique complète, n'importe quelle personne vivant près de la ligne qui ne voyage pas vers le centre devrait payer des rentes qui capturent la totalité du coût du trajet. Ceci pourrait expliquer les résultats de la simulation selon lesquels les plus petits accroissements dans les loyers des logements situés près de la ligne apparaissent à des distances plus grandes du centre ville.

Cet article nous permet donc de poser les bases de notre approche méthodologique du phénomène des anticipations des effets de la mise en place du périphérique Nord de Lyon.

Enfin, dans la recherche de la capitalisation des externalités liées aux gains d'accessibilité induits par le développement de la nouvelle infrastructure routière à péage, la difficulté réside dans la

nécessité de la prise en compte de l'internalisation de ces gains de temps par les différents agents de l'économie. En effet, comment peut-on modéliser l'arbitrage effectué par un ménage entre choix de localisation et coût généralisé de transport (valeur du temps, péage urbain, etc.). Des études réalisées au sein du Laboratoire d'Economie des Transports (Raux, Souche, 2001) permettent d'éclaircir le problème.

Afin de calculer les effets de l'introduction du périphérique Nord de Lyon sur les dimensions de l'acceptabilité, les auteurs utilisent le "modèle stratégique de simulation des déplacements" développé par le LET et la SEMALY en 1997. Ceci permet de simuler à l'échelle de l'agglomération les conséquences à moyen et long termes de politiques variées de transports. Le modèle repose sur un découpage spatial de l'agglomération en 25 zones et une représentation de l'offre routière sous forme d'arcs de zone à zone, chaque arc étant défini par une capacité (unités de voiture particulière par heure) et une vitesse nominale représentatives de l'offre de voirie. Parmi les quatre étapes du modèle que sont la génération, la distribution spatiale, le choix modal et le choix d'itinéraire sur les réseaux, seuls varient ces deux derniers choix pour aller d'une zone à l'autre. Les résultats des simulations effectuées montrent qu'en terme d'accessibilité aux emplois à partir de chacune des 25 zones, la distribution des avantages et des inconvénients apportés par la nouvelle infrastructure s'opère de manière inégalitaire entre les différentes zones de l'agglomération. Les valeurs du temps n'étant pas connues pour Lyon, et compte tenu des études de valeurs du temps déjà effectuées notamment dans le cadre du projet européen TRACE (1998), la base de calcul retenue est une distribution des valeurs du temps identique à celle de la distribution des salaires horaires dans les entreprises et telle que la valeur horaire moyenne du temps de déplacement soit égale au salaire horaire moyen. Les auteurs montrent que l'essentiel de la variation du surplus provient des modifications des conditions de déplacement des utilisateurs de la voiture particulière. Mais dans l'ensemble les automobilistes sont perdants car soit ils perdent du temps sur les voies gratuites, soit le gain de temps procuré par la voie rapide ne compense pas suffisamment le coût du péage. Enfin, pour mesurer l'impact du péage en fonction de la catégorie de revenu auquel l'individu appartient, l'analyse fait une hypothèse simplificatrice en supposant que la répartition des revenus selon les différentes origines-destinations est identique à la répartition moyenne des revenus sur l'ensemble de l'agglomération. Les résultats montrent que pour obtenir une variation de surplus positive pour toutes les catégories d'automobilistes, les gains de temps permis par la nouvelle infrastructure doivent être importants (environ 30 minutes).



## *Conclusion*

L'objet de cet article est d'établir une stratégie permettant d'appréhender le phénomène de la capitalisation immobilière des gains d'accessibilité et de leurs anticipations induits par la mise en service d'une nouvelle infrastructure de transport. En se basant sur plusieurs études de cas examinant notamment les liens entre le système de transport et l'utilisation du sol, nous avons pu établir que le recours aux fonctions hédoniques de valorisation immobilière et à l'économétrie spatiale apparaissait fondamental dans l'approche de l'analyse du marché immobilier. Cependant, la forte asymétrie informationnelle et les coûts de transactions élevés caractérisant ce même marché posent les limites de la méthode des prix hédonistes. Il sera donc utile d'apporter des améliorations quant aux hypothèses de cette méthode.

D'autre part, les effets des changements dans le système de transport influençant les choix de localisation sont reflétés essentiellement par les attributs d'accessibilité. Nous avons jusqu'ici défini cette notion comme étant indirectement déterminée par la proximité d'une entrée de la voie rapide. Or, une telle définition ne nous apparaît pas suffisante dans l'analyse des effets d'infrastructure de transport améliorant l'accès au centre. C'est pourquoi, nous envisageons de déterminer un indicateur d'accessibilité dépendant notamment de la distance-temps, de la présence d'autres axes routiers et modes de transport ayant déjà un impact sur la qualité de l'accessibilité et applicable aux différentes zones étudiées.

## ***Bibliographie***

J.P. Auray, A. Bailly, P.H. Derycke, J.M. Huriot, « Encyclopédie d'économie spatiale, concepts, comportements, organisations », 1994, éd. *Economica*

Bonnafous, Eric Tabourin, « Modélisation de l'évolution des densités urbaines », extrait de « Données urbaines 2 », *Anthropos* 1999

C. Beckerich, 2000, “Biens publics et valorisation immobilière”, *thèse de doctorat en sciences économiques, Université Lyon2, Laboratoire d'Economie des Transports, 290p.*

P. Brinckerhoff, 2001, “The effect of rail transit on property values: a summary of studies”, *DRAFT.*

M. G. Boarnet, S. Chalermpong, 2001, “New highways, house prices, and urban development: a case study of toll roads in Orange county, CA”, *Housing policy debate, vol.12, Issue 3. p.575-605.*

J. Cavailhes, D. Peeters, E. Sekeris, J.F. Thisse, Janvier 2001, “La ville périurbaine”, *Document de Travail (version provisoire).*

J. Chica Olmo, 1995, “Spatial estimation of housing prices and location rents”, *Urban Studies, vol. 32, n°8, 1331-1344.*

W.A.V. Clark, W.F.J. Van Lierop, “ Residential mobility and household location modelling”, *handbook, Mills.*

G. Duranton, J-F Thisse, “La politique foncière dans une économie spatiale”, *P.227, revue économique, volume 47, numéro2, mars 1996*

J. Friggit, 2001, “Prix des logements, produits financiers immobiliers et Gestion des risques”, éd. *Economica.*

M.. Fujita, 1989, “Urban economic theory, Land use and city size”, éd. *Cambridge University Press.*

M. Fujita, J.F. Thisse, 2001, “Agglomération et marché”, *Cahiers d'économie et sociologie rurales, n°58-59.*

- R.L. Guild, G.M. Schwann, D.C. Whitehead, 1998 “Assesment of traffic congestion effects on prperty prices”, *Department of planning working paper series, n°98-4*.
- J.M. Huriot, 1994, “Von Thünen: économie et espace”, éd; *Economica*.
- H. Jayet, 1993, “Analyse spatiale quantitative, une introduction”, éd. *Economica*.
- H. Jayet, 2001, “Econométrie et données spatiales, une introduction à la pratique”, *Cahiers d'économie et sociologie rurales, n°58-59*.
- H. Jayet, S. Kazmierczak, 2001, “Que nous enseignent les prix des transactions immobilières sur le fonctionnement urbain?”, *Notes de synthèse du SES*.
- J. Klassen, JH. P. Paelinck, 1979, “Spatial econometrics”, saxe house, Farnborough.
- T. Kuroda, 1994, “The Henry George Theorem, capitalization hypothesis, and interregional equalization: a synthesis”, *Paper in Regional Science: the journal of RSAI 73*.
- Laboratoire d'Economie des Transports, 2001, “Péage et financement d'infrastructures en milieu urbain; Lyon, les leçons d'un périphérique”, *Actes du colloque organisé par le Grand Lyon et le LET, 5-6 décembre 2000*.
- F.J. Martinez, 2000, “Toward a land-use and transport interaction framework”, *Handbook of transport modelling, ch. 9, edited by D.A. Hensher and K.J. Button*
- John F. Mc Donald, Clifford I. Osuji, 1995, « The effect of anticipated transportation improvement on residential land values » *regional science and urban economics, 25, 261-278*.
- E. S. Mills, B. W. Hamilton, 1994, “Urban Economics”, fifth edition, éd. *Harper, Collins*.
- E.S. Mills, 1998, “Handbook of regional and urban economics”, *Handbooks in economics 7, vol.2 Urban Economics, North Holland*.
- P. Nijkamp, 1986, “Handbook of regional and urban economics”, *Handbooks in economics 7, vol.1 Regional Economics, North Holland*.

J-P. Orfeuil, A. Polacchini, 1999, “ Les dépenses des ménages franciliens pour le logement et les transports”, *RTS*, n°63, avril-juin 1999.

P.Y. Péguy, F. Goffette-Nagot, B. Schmitt, « L'étalement urbain », *extrait de C. Baumont, P.P. Combes, P.H. Derycke, H. Jayet, « Economie géographique, les théories à l'épreuve des faits », octobre 2000, éd. Economica*

P-Y. Péguy, 2000, “ Analyse économique des configurations urbaines et de leur étalement”, *thèse de doctorat en sciences économiques, Université Lyon2, Laboratoire d'Economie des Transports, 487p.*

C.Raux, S. Souche, 2001, “Comment concilier efficacité et équité dans la politique tarifaire des transports? Le cas de TEO à Lyon”, *Les Cahiers Scientifiques du Transport*, n°40.

A. Skaburskis, 2000, “Housing prices and housing density: do higher prices make cities more compact?”, *Canadian Journal of Regional Science Revue*, autumn 2000, 455-488.

Mahlon Straszheim, “ The theory of urban, residential location”, *ch.18, handbook, Mills.*

R. Voith, 1993, « Changing capitalization of CDB-Oriented transportation systems : evidence from Philadelphia, 1970-1988 », *Journal of Urban Economics*, 33, p.361-376.