ANDRE R. BENDER, BRAHIM GACEM ET MARTIN HOESLI*

Construction d'indices immobiliers selon l'approche hédoniste

1. Introduction

De nombreuses études empiriques montrent que la part de l'immobilier dans la richesse globale des pays industrialisés se situe au-dessus de 50%. Pour la Suisse, par exemple, cette part est estimée à 54% [voir HOESLI, GACEM et BENDER (1993)]. Une des conséquences de cet état de fait est l'importance que joue l'immobilier tant pour les investisseurs privés que pour les investisseurs institutionnels. En ce qui concerne les ménages, la décision d'achat est souvent en partie fondée sur des critères non financiers. Il faut être conscient toutefois que les conséquences de la décision d'acheter ou de ne pas acheter un logement familial sont importantes tant en ce qui concerne les sorties annuelles de liquidités liées au logement qu'en ce qui concerne la richesse future. Etant donné le financement hypothécaire, pour de nombreux individus la valeur d'un tel investissement est supérieure à la richesse nette du propriétaire. Pour les investisseurs institutionnels, l'immobilier représente un vecteur de placement non négligeable. Selon l'Office fédéral de la statistique, les placements immobiliers constituent près de 20% de la fortune des fonds de prévoyance. Pour certains fonds, ce chiffre est même supérieur à 40%.

Lorsque l'on analyse l'immobilier sous un angle financier, on devrait pouvoir disposer, comme c'est le cas pour les actions et les obligations, d'indices et de sous-indices. On pourrait alors, sur la base de ces indices et sous-indices et du revenu périodique des immeubles, calculer des rentabilités par période, des rentabilités moyennes ainsi que l'écart-type de la rentabilité, puis procéder à des comparaisons en termes de rendement et de risque de divers vecteurs de placement. Dans une optique de portefeuille, il serait également possible de déterminer la frontière efficiente et obtenir ainsi un outil important pour choisir l'allocation optimale des actifs. En Suisse, il ressort d'une enquête effectuée en 1992 que les fonds de prévoyance ont l'intention d'investir de plus en plus en actions (suisses et étrangères) et en obligations étrangères [voir ANDERSON, HERTIG et HOESLI (1993)]. Dans cette perspective et pour pouvoir prendre des décisions rationnelles, la création d'indices immobiliers s'impose.

Le manque d'informations en matière de transactions immobilières tient à plusieurs facteurs. La première raison est indiscutablement liée au caractère confidentiel qui entoure les transactions immobilières. Certes ces données sont enregistrées au registre foncier, mais les informations concernant les caractéristiques des biens échangés ainsi que le montant des transactions sont souvent inaccessibles. Toutefois, même si les informations étai-

* Nous remercions le Fonds National suisse de la Recherche Scientifique pour son soutien financier et un arbitre anonyme pour ses suggestions. Martin Hoesli, HEC, Departement d'économie commerciale et industrielle, Boulevard Carl-Vogt, 1211 Genève 4, Tel.: 022/705 71 11, Fax: 022/781 41 00

ent disponibles, on ne pourrait pas si facilement calculer des indices de prix des biens immobiliers. En effet, l'hétérogénéité des biens échangés est telle que les prix moyens au m^2 ou au m^3 ne peuvent pas être utilisés sans autre pour construire un indice. Il en résulterait des distorsions qui pourraient fortement induire en erreur.

Les difficultés liées à la construction d'indices immobiliers sont bien réelles. Il n'en reste pas moins que la recherche de solutions appropriées pour les résoudre s'impose en raison de la nécessité de disposer d'indicateurs de l'évolution des prix dans ce secteur. Cet article est une contribution à la recherche d'une méthodologie appropriée pour la création d'indices immobiliers. En utilisant l'approche hédoniste, nous avons construit un indice des prix des immeubles résidentiels à Genève pour la période 1978-1992. Au point 2., nous faisons une synthèse des méthodes encore couramment utilisées en matière de création d'indices immobiliers; nous mettons tout particulièrement en évidence les lacunes de ces approches. Dans le point suivant, nous présentons une brève description de l'approche hédoniste et nous consacrons le point 4. à la discussion de la méthodologie et des données que nous utilisons. Au point 5., nous présentons les résultats que nous avons obtenus pour Genève. Enfin, le point 6. contient nos conclusions.

2. Méthodes couramment utilisées

Sur un plan international, la manière la plus couramment utilisée pour cerner l'évolution des valeurs immobilières consiste à utiliser des séries fondées sur des évaluations immobilières[1]. Cette méthode revient à constituer un échantillon de biens jugé représentatif du marché étudié. Chaque immeuble de l'échantillon est alors évalué par un expert immobilier à une périodicité souhaitée pour l'indice. Il est alors possible, en agrégeant les valeurs des biens à chaque période, de construire un indice reflétant l'évolution des valeurs immobilières. De tels indices ont l'avantage d'être construits à partir de données se rapportant à un échantillon qui ne varie pas significativement d'une période à une autre. On évite ainsi les biais découlant de l'hétérogénéité des biens immobiliers qui peuvent apparaître dans des indices qui seraient construits sur la base d'échantillons qui varient au cours du temps. En outre, la constitution de tels indices ne pose pas de problèmes techniques particulièrement complexes. Les immeubles inclus dans l'échantillon de l'indice Russell-NCREIF aux Etats-Unis par exemple sont des immeubles qui sont détenus par des caisses de retraite et qui font de toute manière l'objet d'une évaluation périodique. L'organisme chargé de l'élaboration de l'indice ne fait alors que regrouper ces informations et construire l'indice sur la base de ces informations.

L'inconvénient majeur de ce type d'indice découle précisément du fait qu'il sont construits sur la base d'estimations de valeur et non pas sur la base de prix de transactions. Ceci a deux importantes conséquences. Premièrement, il existe le plus souvent un grand degré d'autocorrélation entre deux valeurs successives d'un tel indice, qui peut s'expliquer par le fait que les experts qui procèdent à l'évaluation périodique des objets ne font très souvent qu'ajuster l'estimation faite à la fin de la période précédente. Si ces ajustements sont effectués de façon systématique, le degré d'autocorrélation peut être très élevé. ROSS et ZISLER (1991), par exemple, montrent que 54% de la variabilité des rendements calculés sur la base de l'indice Russell-NCREIF peut être expliquée par le rendement de la période précédente et une variable saisonnière. Deuxièmement, les informations ayant un impact sur la valeur des biens immobiliers sont prises en compte avec retard dans les évaluations immobilières, comparativement à la vitesse d'incorporation de ces informations dans les prix du marché. Cette situation se retrouve notamment lorsque les évaluateurs estiment la valeur d'objets immobiliers de manière prudente.

Ces deux phénomènes ont conduit les chercheurs à émettre de sérieux doutes quant à l'opportunité d'utiliser de telles séries pour cerner l'évolution des valeurs immobilières. On peut notamment montrer que le deuxième moment de la distribution des rendements d'une série fondée sur des évaluations

est sous-estimé [voir par exemple GELTNER (1991)]. Ceci conduit à surestimer le rôle que peut jouer l'immobilier dans la diversification d'un portefeuille de valeurs mobilières. De nombreux chercheurs pensent de plus que le degré de corrélation entre les rendements de l'immobilier et ceux des actions et des obligations est sous-estimé lorsque de telles séries sont utilisées [voir par exemple MILES, COLE et GUILKEY (1990)]. Une étude récente par NEWELL et BROWN (1994) semble toutefois indiquer le contraire: ces chercheurs montrent en effet que la corrélation "réelle" de l'immobilier avec les autres classes d'actifs est inférieure à celle qui ressort des études ayant utilisé des séries "évaluation".

Pour éviter d'être confrontés à ces problèmes, de nombreux chercheurs ont utilisé des informations relatives à l'immobilier titrisé pour cerner l'évolution des prix dans le secteur immobilier. Cette façon de procéder est séduisante. En effet, les parts de fonds immobiliers peuvent, dans certains cas, constituer un bon indicateur de l'évolution des prix immobiliers. Pour cela, il faut que les agents économiques agissant sur le marché perçoivent les parts de fonds immobiliers comme de l'immobilier et non comme des actions. De nombreux auteurs ont montré que les cours des real estate investment trusts (REITs) américains ne reflétaient que très mal l'évolution des prix sur le marché immobilier américain. MENGDEN et HARTZELL (1986) montrent par exemple que la composante "modification de valeur" des rendements des REITs se comporte de façon presque identique à celle des actions (corrélation de 0,8). Ce comportement assez semblable entre les rendements de ces deux vecteurs de placement provient selon toute vraisemblance de l'information très parcellaire dont disposent les agents économiques concernant les REITs. En l'absence d'informations pertinentes, le marché évalue la "pierre-papier" en utilisant les mêmes paramètres que ceux utilisés pour évaluer les actions. Comme le montrent KHOO, HARTZELL et HOESLI (1993) la situation semble toutefois avoir évolué et les fonds immobiliers américains devraient à l'avenir constituer un bien meilleur indicateur de l'évolution des prix sur le marché américain que par le passé.

Les parts de fonds immobiliers ne semblent pas représenter un bon indicateur de l'évolution des prix sur le marché immobilier dans de nombreux pays [pour la France par exemple, voir HOESLI et THION (1994)]. En Suisse, la situation est sensiblement différente. En effet, la législation helvétique donne la possibilité aux porteurs de parts, et pour autant bien sûr que ceux-ci souhaitent se séparer de leurs parts, soit de les vendre sur le marché boursier, soit de demander à être remboursé par le fonds à un prix qui découle de la valeur d'expertise de tous les immeubles détenus par le fonds. Il en résulte que les agents économiques disposent d'une bonne information concernant les immeubles détenus par le fonds et que le marché devrait corriger dans une certaine mesure une trop grande prudence des experts en matière d'évaluation. Il est clair que le cours boursier ne peut se fixer à un niveau inférieur au prix de rachat d'une part car il existerait alors des possibilités d'arbitrage.

Les cours des parts de fonds de placement immobiliers suisses devraient donc représenter un assez bon indicateur de l'évolution des prix immobiliers sur le marché suisse [pour plus de détails, voir HOESLI (1993)]. Certaines distorsions existent toutefois. L'actif des fonds de placement n'est par exemple pas constitué exclusivement d'immobilier, mais également de titres et de liquidités. Ces fonds ont de plus recours, certes dans une faible mesure, à des fonds étrangers pour financer leurs activités. Enfin, le degré de liquidité d'une part de fonds immobilier et celui d'un placement direct en immobilier ne sont de toute évidence pas identiques. Même si l'on considère que ces éléments ne sont pas de nature à limiter le bien-fondé d'utiliser les parts de fonds de placement immobiliers comme indicateur de l'évolution des prix immobiliers, on peut être tenté d'avoir recours à d'autres méthodes, par exemple pour disposer de sous-indices par types de biens et/ou par régions géographiques.

Les autres méthodes existant pour cerner l'évolution des prix immobiliers se basent toutes sur l'utilisation de prix de transactions immobilières. A première

vue, il peut paraître étonnant que les deux méthodes les plus couramment utilisées (à savoir l'utilisation de séries "évaluation" et le recours à des indices de l'immobilier titrisé) ne fassent pas usage de données concernant les prix de transaction. Ce sont en effet les prix de transactions, à savoir les prix qui ont été conclus sur la base d'une rencontre entre une offre et une demande, qui devraient le mieux refléter l'évolution sur le marché. Comme nous allons le voir, les méthodes fondées sur l'utilisation de prix de transactions comportent de sérieux inconvénients, de telle sorte qu'elles ne sont que rarement utilisées.

Une solution qui vient immédiatement à l'esprit consiste à calculer des moyennes des prix de transaction. Pour construire de tels indices, il convient de définir un segment relativement homogène du marché immobilier (par exemple, les logements situés dans une région donnée) afin de réduire une partie des effets néfastes de l'hétérogénéité des biens immobiliers. On recense ensuite les prix de transactions ayant été effectuées à l'intérieur de ce segment pour des incréments de temps donnés (par exemple l'année) et on calcule le prix moyen au m^2 pour chacun des incréments de temps choisis. Ce prix moyen au m^2 peut être calculé selon diverses pondérations. L'indice Notaire/Insee des appartements anciens libres à Paris est un exemple d'indice fondé sur les prix de transaction. Des indices élémentaires sont tout d'abord construits au niveau de chaque strate (il en existe 72). L'indice synthétique est ensuite élaboré comme moyenne pondérée des indices élémentaires, les coefficients de pondération étant calculés sur la base du parc de logements dans chacune des strates. Pour Genève, BENDER, HOESLI et GACEM (1994) ont construit un indice des immeubles résidentiels qui est calculé sur la base de moyennes des prix de transaction pour la période 1977-1992.

Le principal problème posé par les indices calculés sur la base de moyennes des prix de transaction réside dans l'hétérogénéité des biens immobiliers. Même si à première vue il semble que ce problème devrait être atténué dans la mesure où on se limite à un type de biens dans une région donnée (par exemple, les logements à Paris pour l'indice Notaire/Insee), des distorsions dans l'évolution des prix moyens au cours du temps restent néanmoins possibles. On devine aisément la distorsion que subit l'indice si au cours d'une année la plupart des transactions portent sur de vieux immeubles mal entretenus et que l'année suivante les transactions concernent essentiellement des immeubles récents et par conséquent en bon état. D'autres sources d'hétérogénéité peuvent également conduire à un prix moyen plus ou moins élevé et peuvent dès lors faire apparaître une évolution des prix qui ne reflète pas leur évolution effective. Parmi ces autres sources d'hétérogénéité, mentionnons la localisation, le standing de l'immeuble et le type d'immeuble (libre ou subventionné, résidentiel ou commercial).

Pour remédier à ce problème tout en continuant à se baser sur les prix de transactions, deux techniques ont été développées. La première technique est appelée "repeat sales method", c'est-à-dire méthode des ventes répétées[2]. Elle consiste à trouver des biens immobiliers ayant fait l'objet d'au minimum deux transactions et de construire un indice sur cette base. L'avantage de cette méthode est qu'elle permet d'éliminer l'impact de l'hétérogénéité des biens immobiliers (pour autant bien entendu que les biens et l'environnement de ces biens n'aient pas subi de modifications entre le moment de la première transaction et celui de la deuxième transaction). Le faible nombre de biens immobiliers faisant l'objet d'au-moins deux transactions au cours d'un laps de temps raisonnable limite cependant très fortement l'utilisation de cette méthode. En outre, on est en droit de se poser la question de savoir si les biens faisant l'objet de plusieurs transactions sont représentatifs du marché immobilier en général. Il se peut en effet que se soient des biens très spéculatifs ou des biens comportant un inconvénient majeur qui se retrouvent plusieurs fois sur le marché.

La seconde technique pouvant être utilisée pour éliminer les effets de l'hétérogénéité des biens immobiliers tout en se fondant sur des prix de transactions est appelée méthode hédoniste. C'est cette méthode que nous utilisons dans cette recherche et c'est la raison pour laquelle nous en présen-

tons les principales caractéristiques au point suivant.

3. La méthode hédoniste

3.1 Quelques aspects théoriques

La théorie micro-économique traditionnelle permet de définir le prix d'un bien homogène comme le résultat de l'interaction entre l'offre et la demande de ce bien dans un marché. Cette théorie ne peut toutefois être appliquée aux biens hétérogènes car elle ne permet pas d'expliquer comment les consommateurs évaluent chacune des caractéristiques de tels biens. Pour remédier à cette déficience, LANCASTER (1966) a développé un modèle selon lequel ce sont les caractéristiques des biens plutôt que les biens eux-mêmes qui procurent de l'utilité aux consommateurs. ROSEN (1974), quant à lui, nous fournit une description d'un équilibre de concurrence parfaite dans lequel la méthode hédoniste peut se situer[3].

Ces chercheurs supposent l'existence d'un marché hypothétique composé d'une demande et d'une offre pour chacune des caractéristiques qui composent les biens hétérogènes, dans notre cas les immeubles. En d'autres termes et comme mentionné ci-dessus, ils préconisent que du côté de la demande l'individu ne maximise pas directement son utilité comme dans la théorie traditionnelle en consommant les biens, mais plutôt en consommant les caractéristiques des biens. De façon analogue, du côté de l'offre, le producteur minimise les coûts de production des caractéristiques et non les coûts de production du bien lui-même. L'interaction entre la demande et l'offre de chacune des caractéristiques dans un marché particulier permet de définir son prix. Ainsi l'application de la théorie micro-économique, appelée dans ce cas théorie ou méthode hédoniste, permet de calculer le prix implicite de chacune des caractéristiques et de composer ensuite la valeur ou le prix de l'immeuble en tenant compte de ses caractéristiques[4].

Techniquement, la détermination du prix des caractéristiques s'effectue en régressant le prix des immeubles sur les caractéristiques de ceux-ci. La théorie hédoniste ne fournit malheureusement pas de réponse concernant la forme fonctionnelle qu'il convient d'utiliser[5]. Le grand avantage de la forme linéaire est sa simplicité d'utilisation tant en ce qui concerne l'estimation qu'en ce qui concerne la prévision. Son principal inconvénient est que le prix implicite d'une caractéristique est supposé être indépendant des autres caractéristiques. Cette forme ne tient donc pas compte du fait que la variation du prix d'une caractéristique donnée peut aussi affecter les quantités des autres caractéristiques[6]. D'autres formes ont également été utilisées, telles que la forme semi-logarithmique et la forme log-linéaire. L'avantage de ces deux formes est qu'elles permettent qu'une variation de la quantité d'une caractéristique entraîne la variation des autres caractéristiques. Etant donné que de nombreuses caractéristiques des objets immobiliers sont représentées par des variables dichotomiques, la forme log-linéaire "pure" ne peut pas toujours être utilisée car le logarithme de zéro n'est pas défini. Ainsi, on utilise souvent un mélange de forme log-linéaire et de forme semi-logarithmique. Notons enfin que les trois formes dont nous avons parlé ici ne sont en fait que des cas particuliers de la forme Box-Cox; cette dernière a fait l'objet de critiques par CASSEL et MENDELSOHN (1985) qui concluent qu'elle ne permet pas toujours d'aboutir à de bonnes estimations des prix implicites des caractéristiques.

3.2 La création d'indices se fondant sur l'approche hédoniste

Dès lors que les fondements théoriques nécessaires à la création d'indices se fondant sur l'approche hédoniste ont été présentés, il convient de définir la manière adéquate de construire des indices de prix immobiliers. MARK et GOLDBERG (1984) présentent plusieurs types d'indices hédonistes pouvant être envisagés. Ces indices peuvent être classés dans deux familles:

- la famille des indices qui se basent sur les différents échantillons d'immeubles vendus au cours de chaque période (annuelle, semestrielle, voire trimestrielle). Il est possible de distinguer trois phases dans la constitution de tels indices. Il s'agit dans un premier temps de calculer les prix hédonistes des caractéristiques des immeubles contenus dans chaque échantillon périodique. En d'autres termes, il convient d'effectuer pour chaque période une régression du prix des immeubles contenus dans l'échantillon de cette période sur les caractéristiques des biens contenus dans ces échantillons. Dans un deuxième temps, il s'agit de sélectionner un groupe d'immeubles ou un immeuble-type qui serviront de référence pour l'ensemble des périodes considérées. Finalement, à la fin de chaque période, on calcule la valeur du groupe d'immeubles ou de l'immeuble-type à l'aide des prix des caractéristiques déterminés précédemment. L'évolution du prix du groupe d'immeubles ou de l'immeuble-type au cours du temps détermine alors l'indice de prix hédoniste de type classique. Bien évidemment, dans cette approche, le prix des caractéristiques varie d'une période à l'autre;
- la famille de ceux qui considèrent que tous les immeubles ayant fait l'objet d'une transaction durant un laps de temps donné s'étalant sur plusieurs périodes ne font partie que d'un seul échantillon. Dans ce cas, le prix des immeubles n'est pas uniquement déterminé par le prix de leurs caractéristiques mais également par la période au cours de laquelle l'immeuble a été vendu. On effectue alors une régression globale pour tout l'échantillon et on calcule les prix hédonistes des caractéristiques des biens et le prix du temps. Les prix des caractéristiques sont donc les mêmes pour toutes les périodes et correspondent à ceux de l'échantillon global d'immeubles. Le prix du temps, quant à lui, correspond uniquement à l'évolution du prix d'un immeuble-type qui peut par exemple correspondre à la moyenne des caractéristiques des immeubles de l'année de base. Connaissant ces prix du temps (période par période), on peut alors construire un indice de prix hédoniste pur.

Le choix entre ces deux familles d'indices hédonistes est largement conditionné par le but recherché. Dans le cas de la mise en place d'un indice de prix qui serait régulièrement mis à jour, l'indice de type classique paraît le plus approprié. En effet, il suffit pour chaque période d'effectuer une régression en utilisant les données relatives aux immeubles ayant fait l'objet d'une transaction au cours de cette période et on obtient le prix des caractéristiques pour cette période. En multipliant les caractéristiques de l'immeuble-type par le prix des caractéristiques calculés à l'aide de la régression, on obtient la valeur de l'immeuble-type à chaque période. On peut alors très facilement construire l'indice des prix. En revanche, si on effectue une régression globale, le prix des caractéristiques varie chaque fois qu'une nouvelle période est rajoutée. Ceci implique que les valeurs historiques de l'indice se modifient au cours du temps chaque fois que les données concernant une nouvelle période sont rajoutées à l'échantillon global.
Lorsque l'on cherche à établir un indice historique de l'évolution des prix dans le secteur immobilier pour un nombre d'années donné, l'utilisation d'un indice hédoniste pur peut se justifier. Une telle approche comporte l'avantage de pouvoir être mise en oeuvre même si l'on dispose d'un nombre plutôt restreint de données. Comme on n'effectue qu'une régression, il est évident que le nombre de données nécessaires est inférieur à celui qu'exige le calcul d'une régression pour chacune des périodes.

4. Méthodologie et données

Comme nous l'avons vu au point 3., il est possible d'envisager deux types de modèles: un qui considère chaque année séparément (on raisonne alors exclusivement en coupe transversale) et un qui couvre toute la période considérée (on raisonne

alors en coupe transversale et longitudinale). En raison du nombre relativement limité d'observations dont nous disposons par année, nous avons choisi le second type de modèle pour cette étude[7]. Nous allons construire un indice de type LASPEYRES en considérant 1978 comme l'année de base. On a:

$$P = f(S, E, T)$$

où:

P = matrice des prix au m² habitable
S = matrice des caractéristiques structurelles des objets
E = matrice des caractéristiques environnementales des objets
T = matrice des variables muettes indiquant l'année de la transaction

Cette relation est estimée sur la base de spécifications linéaires, semi-logarithmiques et log-linéaires. Pour estimer ces modèles, nous avons utilisé les variables définies dans le tableau 1. La variable expliquée est le prix au m² habitable, non compris les frais de mutation. On aurait pu également choisir le prix au m³, voire le prix à la pièce, cette dernière mesure étant couramment utilisée par les professionnels dans certains cantons. Une étude antérieure [BENDER, HOESLI et GACEM (1994)] montre que l'évolution des prix est sensiblement la même quelle que soit l'unité d'oeuvre retenue. En l'état

Tableau 1: Définition des variables

Nom de la variable	Abréviation	Type
Variable expliquée:		
Prix au m² habitable	Prix/m²	Variable continue
Variables explicatives liées à la structure de l'immeuble:		
Nombre moyen de salles d'eau par appartement	S. eau/app.	Variable continue
Nombre moyen de parkings par appartement	Park/app.	Variable continue
Etat du bâtiment 1	Bât1	Variable dichotomique (=1 si état moyen; = 0 sinon)
Etat du bâtiment 2	Bât2	Variable dichotomique (=1 si bon état; = 0 sinon)
Affectation du bâtiment	Mixte	Variable dichotomique (= 1 si mixte; = 0 si tout résidentiel)
Variables explicatives liées à l'environnement de l'immeuble:		
Qualité du quartier 1	Quart1	Variable dichotomique (= 1 si qualité moyenne; = 0 sinon)
Qualité du quartier 2	Quart2	Variable dichotomique (= 1 si bonne qualité; = 0 sinon)
Localisation dans le quartier 1	Loc1	Variable dichotomique (= 1 si location moyenne; = 0 sinon)
Localisation dans le quartier 2	Loc2	Variable dichotomique (= 1 si bonne localisation; = 0 sinon)
Variables explicatives liées au temps:		
Année de la transaction	T(t)	Variables dichotomiques (= 1 si vente à l'année t; = 0 sinon)

actuel des travaux en matière de création d'indices immobiliers, ce problème nous paraît secondaire et c'est la raison pour laquelle nous ne travaillons que sur les prix au m^2. Parmi les variables explicatives, seules deux sont continues, à savoir le nombre moyen de salles d'eau par appartement et le nombre moyen de parkings payants par appartement. Toutes les autres variables sont dichotomiques: elles concernent l'année au cours de laquelle la transaction a eu lieu, l'affectation de l'immeuble qui peut être entièrement résidentiel ou au contraire comprendre des surfaces commerciales, l'état du bâtiment, la qualité du quartier et la qualité de la localisation au sein du quartier[8]. Concernant ces trois dernières caractéristiques, on a en fait une échelle de un à trois, d'où l'existence de deux variables dichotomiques par caractéristique. La caractéristique "localisation au sein du quartier" prend en compte la distance par rapport aux écoles, aux commerces et aux transports publics. Cette caractéristique est importante car un immeuble peut avoir une bonne ou une mauvaise situation aussi bien dans un bon que dans un mauvais quartier. En combinant la localisation au sein du quartier et la qualité du quartier, on a donc neuf possibilités concernant la qualité de l'environnement. Notre échantillon se compose de 304 transactions qui ont eu lieu au cours de la période 1978-1992 et qui concernent plus de 400 immeubles résidentiels, comprenant parfois des surfaces commerciales, et près de 500 allées. Ces transactions couvrent aussi bien des immeubles libres que subventionnés[9]. Ces immeubles sont situés dans 20 communes, sur les 45 que compte le canton de Genève, mais principalement dans la ville de Genève. La valeur totale de ces transactions se monte à plus de 1,8 milliard de francs: selon nos estimations, tant en ce qui concerne le nombre de transactions que la valeur de celles-ci, notre échantillon devrait couvrir entre 20 et 30% du marché. Les informations ont été récoltées auprès de divers fonds de prévoyance et courtiers en immeubles[10], puis complétées auprès de quelques services de l'Etat[11] et auprès de professionnels de la branche.

La moyenne des variables retenues pour notre analyse et l'écart-type des variables continues sont contenus dans le tableau 2. En ce qui concerne la variable expliquée, l'écart-type (771,98) est relativement élevé par rapport à la moyenne (1798,79). Ce résultat est tout à fait conforme à l'anticipation que l'on peut avoir en la matière. Il s'explique en effet par l'évolution de la conjoncture au cours du temps (car nous raisonnons avec un échantillon couvrant toute la période), d'une part, et par l'hétérogénéité des biens figurant dans l'échantillon, d'autre part. Si on compare le prix moyen au m2 de l'année 1978 qui est de 1323 francs le m^2 au prix moyen pour 1992 qui s'élève à 2444 francs le m2, on voit bien que le prix de l'immobilier est sensiblement plus élevé en fin de période qu'en début de période; toutefois il faut se garder de porter un jugement définitif car la différence entre les deux prix moyens peut en partie provenir de la différence entre les caractéristiques des biens ayant fait l'objet d'une transaction en 1978 et en 1992. L'hétérogénéité des biens peut être mise en évidence en

Tableau 2 : Moyenne et écart-type des variables utilisées

Variables	Moyenne	Ecart-type
Prix/m^2	1'798,79	771,98
S. eau/app.	1,17	0,38
Park/app.	0,58	0,49
Bât1	0,34	-
Bât2	0,57	-
Mixte	0,48	-
Quart1	0,41	-
Quart2	0,25	-
Loc1	0,45	-
Loc2	0,50	-
T(79)	0,09	-
T(80)	0,06	-
T(81)	0,09	-
T(82)	0,06	-
T(83)	0,06	-
T(84)	0,09	-
T(85)	0,10	-
T(86)	0,10	-
T(87)	0,06	-
T(88)	0,04	-
T(89)	0,05	-
T(90)	0,02	-
T(91)	0,08	-
T(92)	0,06	-

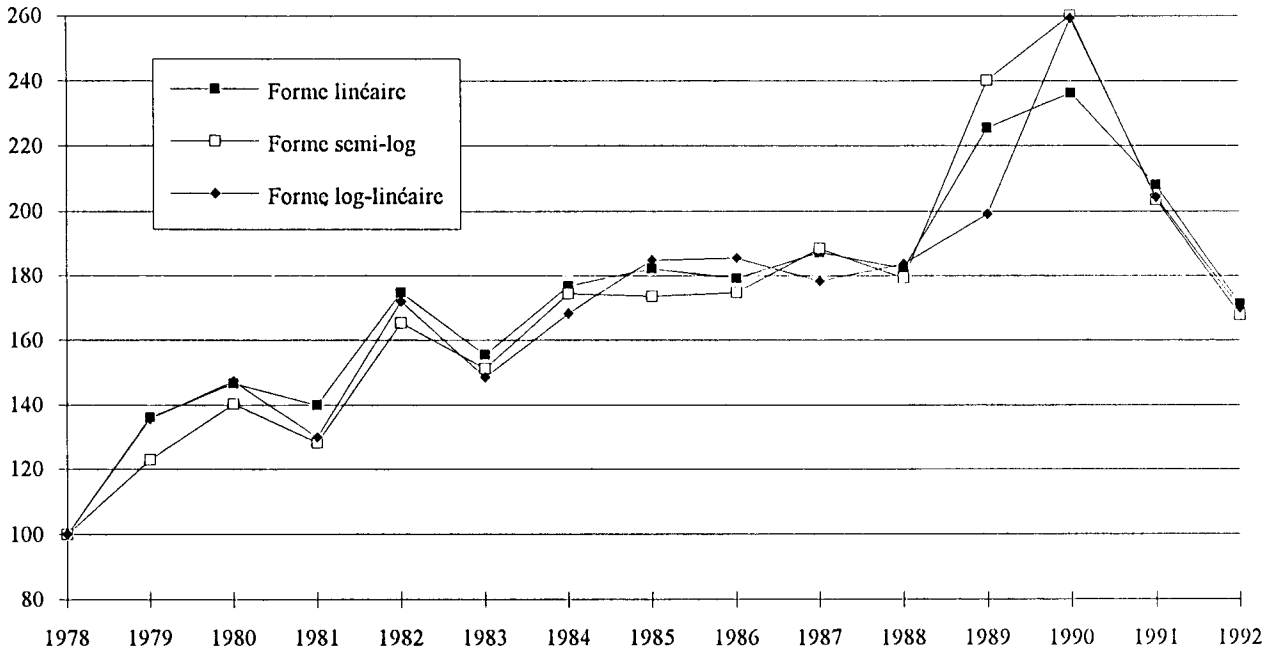
comparant les prix au m² de biens ayant été vendus au cours d'une même année: ainsi pour l'année 1978, un immeuble a été vendu au prix de 807 francs le m², alors qu'un autre l'a été au prix de 1593 francs le m².

En ce qui concerne les variables explicatives, la moyenne donne des informations utiles sur les caractéristiques des biens contenus dans notre échantillon ainsi que sur la répartition des transactions sur les différentes années. Cette répartition est donnée par la moyenne des variables dichotomiques temporelles. On constate que les transactions sont assez bien réparties au cours des années considérées, à l'exception de l'année 1990 au cours de laquelle on ne recense que 2% des transactions totales. La moyenne des autres variables dichotomiques indique la part des immeubles ayant chacune des caractéristiques envisagées dans cette étude. Ainsi, si on considère les variables concernant l'état du bâtiment, on constate que 34% des immeubles sont dans un état moyen, 57% dans un bon état et le solde de 9% en mauvais état. On peut raisonner de façon analogue pour les variables se rapportant à la qualité du quartier et à la qualité de la localisation au sein du quartier. La moyenne des variables continues, à savoir le nombre de salles d'eau par appartement et le nombre de parkings par appartement, représentent des vraies moyennes. Ainsi, chaque appartement compte en moyenne 1,17 salle d'eau et 0,58 garage.

Tableau 3: Résultats des régressions hédonistes pour trois formes fonctionnelles différentes

	Linéaire		Semi-log		Log-linéaire	
Variables	Coeff.	t-stat.	Coeff.	t-stat.	Coeff.	t-stat
Constante	-1253,92	- 6,34	5,62	49,86	6,02	40,13
S. eau/app.	193,86	2,75	0,09	2,35	0,08	1,13
Park/app.	180,52	2,78	0,11	3,03	0,08	2,52
Bât1	575,40	6,51	0,45	9,01	0,26	2,28
Bât2	1374,57	13,58	0,93	16,06	0,72	6,32
Mixte	155,97	3,31	0,09	3,33	0,04	1,54
Quart1	271,96	4,60	0,15	4,33	0,20	5,29
Quart2	331,18	5,29	0,18	5,18	0,17	4,43
Loc1	522,91	4,48	0,25	3,77	0,27	3,91
Loc2	712,53	6,13	0,34	5,11	0,35	5,02
T(79)	452,65	3,48	0,21	2,78	0,30	3,74
T(80)	584,93	4,10	0,34	4,17	0,39	4,67
T(81)	501,64	3,80	0,25	3,31	0,26	3,49
T(82)	937,36	6,49	0,50	6,11	0,54	6,72
T(83)	695,71	4,92	0,41	5,13	0,39	4,64
T(84)	962,74	7,24	0,56	7,34	0,52	6,89
T(85)	1030,61	8,01	0,55	7,51	0,61	8,47
T(86)	992,21	7,81	0,56	7,71	0,62	8,00
T(87)	1095,14	7,68	0,63	7,80	0,58	6,93
T(88)	1033,25	6,58	0,58	6,53	0,61	6,46
T(89)	1574,95	10,32	0,88	10,08	0,69	6,82
T(90)	1708,25	9,26	0,96	9,09	0,95	8,98
T(91)	1353,72	10,11	0,71	9,31	0,71	9,14
T(92)	892,79	6,28	0,52	6,38	0,53	5,30
R^2 ajusté	0,75		0,77		0,76	

Graphique 1: Indices hédonistes genevois ("globaux") des prix immobiliers selon trois formes fonctionnelles, pour la période 1978-1992, sur la base de 304 transactions (1978 = base 100).

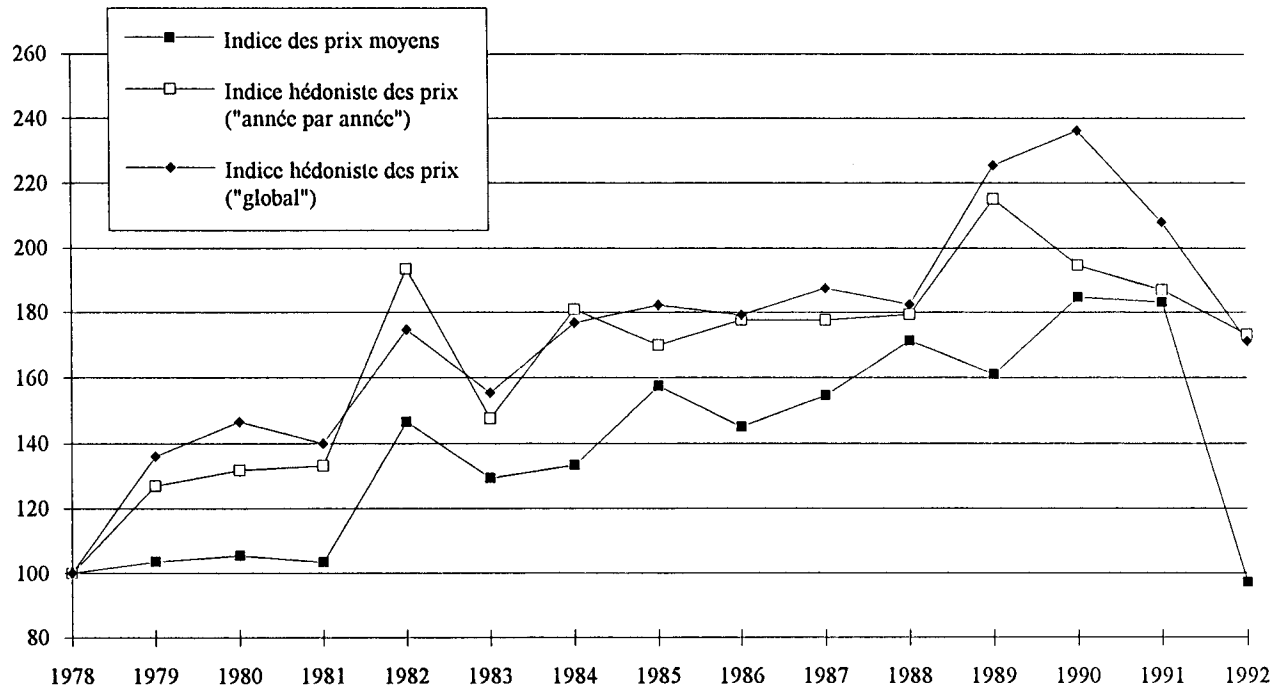


5. Résultats

Le tableau 3 présente les résultats des régressions hédonistes pour les trois formes fonctionnelles retenues. Les indices qui en découlent figurent dans le graphique 1. Les R^2 sont élevés et d'un niveau plus ou moins identique quelle que soit la forme utilisée. Toutes les variables sont hautement significatives, à l'exception des variables "nombre de salles d'eau par appartement" et "caractère mixte ou non de l'immeuble" lorsque l'on utilise la forme log-linéaire. On constate de plus que toutes les variables ont, qu'on utilise une forme ou une autre, le même signe et des degrés de signification très similaires.

Pour la forme linéaire, rappelons que les coefficients associés à chacune des variables représentent en fait le prix des caractéristiques ou, en ce qui concerne les variables dichotomiques temporelles, le prix du temps. Conformément aux attentes, le prix d'un immeuble est d'autant plus élevé que son état est bon, qu'il est situé dans un bon quartier et qu'il est bien localisé dans ce quartier. On voit que le marché semble valoriser très fortement l'état du bâtiment: un bâtiment en état moyen vaut, toutes choses égales par ailleurs, 575 francs au m^2 de plus qu'un immeuble en mauvais état et un bâtiment en bon état vaut 800 francs au m^2, soit 1375 moins 575, de plus qu'un immeuble d'un état moyen. On constate que le prix de la localisation est plus important que le prix du quartier: une bonne localisation vaut 713 francs au m^2 de plus qu'une mauvaise localisation, alors qu'un bon quartier ne vaut que 331 francs au m^2 de plus qu'un mauvais quartier. On peut également dire qu'une bonne localisation dans un quartier moyen vaut 131 francs au m^2 de plus qu'une localisation moyenne dans un bon quartier. On peut trouver une explication à l'augmentation du prix en fonction du nombre de salles d'eau par le coût de construction additionnel engendré par les salles d'eau. La raison principale nous paraît plutôt être liée au fait que, d'une part, le nombre de salles d'eau par appartement est un indicateur du standing de

Graphique 2: Indices genevois des prix immobiliers pour la période 1978-1992, sur la base de 304 transactions (1978 = base 100)



l'immeuble et que, d'autre part, les immeubles récents contiennent généralement plus de salles d'eau par appartement que les anciens. Le prix des variables dichotomiques temporelles nous permet de construire les indices de prix de type Laspeyres en considérant, comme nous l'avons déjà dit, 1978 comme année de base. La présentation graphique fait apparaître de façon claire que pour notre échantillon le choix de la forme fonctionnelle n'a pas un impact significatif sur l'évolution de l'indice au cours de la période considérée. Nous avons également construit un indice hédoniste en effectuant une régression pour chacune des années de la période considérée. Pour ce faire, nous avons considéré la moyenne des caractéristiques des immeubles ayant été vendus en 1978 comme caractéristiques de base et avons multiplié ces caractéristiques par les prix des caractéristiques pour chaque année pour obtenir la valeur au cours du temps du groupe d'immeubles choisis comme référence. Dès lors que ces calculs ont été effectués, la construction de l'indice ne pose pas de problèmes particuliers. Le graphique 2 montre que l'évolution de l'indice calculé sur la base de l'échantillon global et celle de l'indice construit à partir des régressions annuelles sont très semblables. Une grosse différence existe toutefois en 1990, année pour laquelle nous ne disposons que de six transactions. Le faible nombre de transactions en 1990 fait que la valeur de l'indice pour cette année est douteuse quelle que soit l'approche utilisée.

Le graphique 2 contient également un indice de l'évolution des prix de l'immobilier que nous avons calculé à partir des prix de vente annuels moyens au m^2. La comparaison entre l'indice hédoniste et cet indice nous conforte dans notre conviction que les moyennes simples peuvent conduire à des évolutions de prix qui ne correspondent pas du tout à la réalité. En 1991 par exemple, l'indice construit sur la base des moyennes simples des prix de transaction laisse apparaître une très légère baisse des prix alors que la baisse réelle semble avoir été sensiblement plus importante. La baisse de l'indice en 1992

est manifestement excessive: elle est due au fait que les caractéristiques des immeubles contenus dans l'échantillon en 1992 sont très différentes de celles des immeubles de l'échantillon 1991 (moins bonne qualité et/ou moins bonne localisation et/ou moins bon quartier, etc.). L'approche hédoniste a justement permis de mettre en évidence l'évolution des prix entre 1991 et 1992 en considérant un immeuble possédant les mêmes caractéristiques.

6. Conclusion

Les résultats contenus dans cette étude supportent le point de vue des chercheurs qui estiment que les indices immobiliers devraient être calculés en utilisant l'approche hédoniste. Sur la base des données concernant plus de 300 transactions effectuées à Genève au cours de la période 1978 à 1992, nous obtenons un pouvoir explicatif très satisfaisant (entre 75% et 77%) pour les modèles que nous avons retenus. Le niveau de signification est élevé pour toutes les variables incluses dans les régressions, qui permettent de tenir compte des principales caractéristiques d'un immeuble (standing, affectation du bâtiment, degré de vétusté, quartier, localisation à l'intérieur du quartier). De plus, l'indice qui en découle reflète, aux dires des professionnels, bien mieux l'évolution du prix de l'immobilier au cours de la période considérée que l'indice calculé sur la base des prix de vente moyens au m^2.

Notes

[1] De telles séries existent par exemple aux Etats-Unis, en Grande-Bretagne, au Canada et en Australie.

[2] Cette méthode a été préconisée pour la première fois par BAILEY, MUTH et NOURSE (1963).

[3] Pour plus de détails, voir THIBODEAU (1992), pp. 8-9, et BÜCHEL (1993).

[4] Il est également possible d'utiliser la méthode hédoniste avec le loyer comme variable expliquée. De nombreuses études peuvent être consultées à ce sujet, telles que celles de FALLIS et SMITH (1985), THALMANN (1987), LIN (1993) et BÜCHEL et HOESLI (1994).

[5] Pour un débat sur le choix de la forme fonctionnelle adéquate, voir HALVORSEN et POLLAKOWSKI (1981) et THIBODEAU (1992), pp. 14-18.

[6] Voir DONELLY (1991).

[7] Pour examiner si on obtient des résultats sensiblement différents lorsqu'une régression est effectuée pour chacune des années, nous avons également utilisé la première méthode. Certains résultats sont présentés au point 5.

[8] Dans une première phase de notre étude, nous avions retenu d'autres variables explicatives telles que l'existence ou non d'un chauffage central, d'un ascenseur, d'une buanderie, le caractère subventionné ou non de l'immeuble et le fait que l'immeuble soit en nom ou en société immobilière. Ces variables n'ont toutefois pas été retenues dans l'analyse finale soit parce qu'elles étaient colinéaires à d'autres variables soit parce qu'elles n'étaient pas significatives.

[9] Lorsqu'un immeuble subventionné comporte quelques logements libres, généralement en attique, nous n'avons considéré que la partie subventionnée. En ce qui concerne les immeubles mixtes (c'est-à-dire comprenant à la fois du résidentiel et du commercial), nous n'avons pris en compte que la partie résidentielle. La répartition du prix d'achat a été effectuée dans les deux cas au prorata de l'état locatif.

[10] Nous tenons à remercier chaleureusement toutes les entreprises et personnes qui nous ont fourni des informations relatives aux transactions immobilières à partir desquelles nous avons pu constituer notre base de données.

[11] Service cantonal d'écotoxicologie, service cantonal du registre foncier et service cantonal du cadastre. Nous remercions tous ceux et celles qui nous ont aidé à obtenir les informations dont nous avions besoin.

Bibliographie

ANDERSON,M.,T. HERTIG and M. HOESLI (1993):"The Investment Policy of Swiss Institutional Investors: Survey Results", Finanzmarkt und Portfolio Management 7, pp. 432-442.

BAILEY, M.J., R.F. MUTH and H.O. NOURSE (1963): "A Regression Method for Real Estate Price Index Construction", Journal of the American Statistical Association 58, pp. 933-942.

BENDER, A.R., M. HOESLI. et B. GACEM (1994): "Création d'indices de l'immobilier suisse - Premiers résultats pour Genève", L'Expert-comptable suisse 1-2, pp. 33-40.

BÜCHEL, S. (1993): "La méthode hédoniste: une application au cas des logements à Genève", Mémoire de diplôme en économie et finance, Université de Genève.

BÜCHEL, S. and M. HOESLI (1995), "A Hedonic Analysis of Rental Income in the Subsidized and Unsubsidized Housing Sectors in Geneva", Urban Studies (forthcoming).

CASSEL, E. and R. MENDELSOHN (1985): "The Choice of Functional Forms for Hedonic Price Equations: Comment", Journal of Urban Economics 18, no 2, pp. 135-142.

DONNELLY, W.A. (1991): "Functional Form in Real Estate Analysis", Article présenté au congrès de l'American Real Estate Society, Sarasota (FL).

FALLIS, G. and L.B. SMITH (1985): "Price Effects of Rent Control on Controlled and Uncontrolled Rental Housing in Toronto: A Hedonic Index Approach", Canadian Journal of Economics 18, pp. 652-659.

GELTNER, D. (1991): "A Further Examination of Appraisal Data and the Potential Bias in Real Estate Return Indexes: Comment and Clarification", AREUEA Journal 19, no 1, pp. 102-112.

HALVORSEN, R. and H.O. POLLAKOWSKI (1981): "Choice of Functional Form for Hedonic Price Equations", Journal of Urban Economics 10, no 1, pp. 37-49.

HOESLI, M. (1993): "Investissement Immobilier et Diversification de Portefeuille", Economica, Paris.

HOESLI, M., B. GACEM and A.R. BENDER (1993): "Estimating the Value of Swiss Residential Real Estate", Revue suisse d'Economie politique et de Statistique 129, no 4, pp. 673-687.

HOESLI, M. et B. THION (1994): "Immobilier et Gestion de Patrimoine", Economica, Paris.

KHOO T., D. HARTZELL et M. HOESLI, (1993): "An Investigation of the Change in Real Estate Investment Trust Betas", AREUEA Journal 21, no 2, pp. 107-130.

LANCASTER, K. (1966): "A New Approach to Consumer Theory", Journal of Political Economy 74, no 2, pp. 132-157.

LIN, C.C.S. (1993): "The Relationship Between Rents and Prices of Owner-Occupied Housing in Taiwan", Journal of Real Estate Finance and Economics 6, pp. 25-54.

MARK, J.H. and M.A. GOLDBERG (1984): "Alternative Housing Price Indices: An Evaluation", AREUEA Journal 12, pp. 31-49.

MENGDEN, A. and D.J. HARTZELL (1986): "Real Estate Investment Trusts: are they Stocks or Real Estate?", Stock Research - Real Estate, Salomon Brothers Inc.

MILES, M., R. COLE and D. GUILKEY (1990): "A Different Look at Commercial Real Estate Returns", AREUEA Journal 18, no 4, pp. 403-430.

NEWELL, G. and G. BROWN (1994): "Correcting for Appraisal-Smoothing in Property Returns", Document de recherche, University of Western Sydney.

ROSEN, S. (1974): "Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition", Journal of Political Economy 82, no 1, pp. 34-55.

ROSS, S.A. and R.C. ZISLER (1991): "Risk and Return in Real Estate", Journal of Real Estate Finance and Economics 4, no 2, pp.175-190.

THALMANN, P. (1987): "Explication empirique des loyers lausannois", Revue suisse d'Economie politique et de Statistique 123, pp. 47-70.

THIBODEAU, T.G. (1992): "Residential Real Estate Prices: 1974-1983", The Blackstone Company, Mount Pleasant (MI).