



Kaspar Fierz

Dr. sc. techn., lic. oec. publ.,
Esslingen¹

Réduction de valeur des immeubles causée par le bruit des avions

Comment quantifier l'effet du bruit du trafic aérien sur la valeur vénale d'habitations.

En 2003, l'Allemagne édicta des restrictions d'approche vers l'aéroport de Zurich. Dans le cadre du débat sur de nouvelles voies d'approche qui s'ensuivit, la question de savoir qui, dans l'agglomération zurichoise, allait devoir subir le bruit des avions et dans quelle mesure fut fortement politisée. L'un des corollaires importants en fut le problème de l'ampleur des réductions de valeur subies par les immeubles soumis aux nuisances sonores du trafic aérien. Le bruit généré par les atterrissages et les décollages des avions porte sur de grandes distances, de sorte que des milliers d'immeubles sont affectés. Et des milliers de propriétaires fonciers sont irrités et exigent une compensation. L'article suivant montre comment peut être quantifié l'effet du bruit des avions sur la valeur vénale des maisons individuelles. Il s'agit d'un extrait adapté du manuel «Le taux d'intérêt et la valeur des biens-fonds» dont la deuxième édition française paraîtra sous peu aux Editions Schulthess Juristische Medien AG.

Le bruit des avions – un facteur parmi d'autres

Le prix obtenu sur le marché par une maison individuelle neuve dépend de nombreux para-

mètres. Il est clair d'emblée que l'espace mis à disposition, exprimé sous forme de *surface habitable*, détermine le prix – cela s'impose du simple point de vue de la substance s'exprimant à travers les frais de construction du bâtiment et la valeur du terrain correspondant. L'incidence des *voies de circulation* est déjà moins évidente. Cependant, la notion selon laquelle les caractéristiques des transports vers le centre économique voisin doivent influencer sur les prix découle naturellement du fait que le propriétaire de logement est toujours aussi un «homo oeconomicus», qui doit gagner sa vie quelque part. Et les activités rémunératrices se déroulent en principe dans un centre économique d'un genre ou d'un autre. La durée des trajets d'aller et de retour vers le prochain centre économique est donc bien un facteur influençant le prix. C'est le cas également *du prestige social du site*. Du point de vue du prix, une belle maison individuelle située dans la plaine zurichoise n'est pas équivalente à la même maison bâtie sur la rive droite du lac de Zurich, sur la «Côte d'or».

Mais, aux trois paramètres de la «surface habitable», des «voies de circulation» et du «prestige social de la situation» s'ajoutent une série d'autres influences. Parmi elles figurent l'ensoleillement, la vue, la proximité des écoles et des possibilités d'achats, les nuisances sonores

émises par la route, le rail, l'aviation et le quartier ainsi que la qualité de l'architecture, pour ne mentionner que les plus importantes. On peut réunir ces facteurs sous la désignation globale d'«ambiance». A y regarder de plus près, on s'aperçoit que ces paramètres forment un ensemble complexe de facteurs influençant le prix au sein duquel il est difficile de voir clair.

Représentation délicate du comportement des acquéreurs

Lorsqu'on veut quantifier l'effet du bruit des avions sur la valeur vénale des maisons individuelles, il devient indispensable d'étudier plus précisément le comportement des acquéreurs en fonction de ce que nous avons appelé les facteurs d'ambiance. Il faut relever d'emblée que les paramètres d'ambiance déterminants pour le prix ne peuvent pas être énumérés une fois pour toutes, mais que différents paramètres peuvent se révéler déterminants de marché en marché. Par exemple, si l'instruction publique est peu présente dans une économie, la proximité avec les écoles devient certainement un paramètre d'ambiance déterminant pour le prix d'un bien immobilier. En Suisse en revanche, où même de petites communes disposent d'un jardin d'enfants et d'une

école primaire, une école située à proximité va pour ainsi dire de soi et ce critère, même s'il reste important, n'exerce en règle générale aucune influence sur le prix.

En outre, il s'avère que l'effet sur le prix des différents facteurs d'ambiance n'est pas entièrement linéaire. La linéarité ne règne que lorsqu'une caractéristique positive d'un facteur génère un bonus et une caractéristique négative un malus. Ainsi, dans notre pays, un ensoleillement bon ou au moins satisfaisant est une caractéristique considérée comme allant de soi par tout acquéreur potentiel. Dès lors, on va simplement vérifier sa présence. Dans l'affirmative, elle ne produit aucune hausse de prix. Mais si elle est compromise par l'ombre d'un bâtiment voisin, elle entraînera certainement une baisse de prix. Un acquéreur potentiel réagit de la même manière au bruit des avions. Les immeubles soumis au bruit du trafic aérien subissent un malus, mais ceux qui en sont épargnés ne bénéficient d'aucun bonus pour autant, car l'absence d'une telle nuisance sonore est encore censée être la règle. L'ensoleillement et le bruit des avions sont donc deux facteurs dont l'effet sur le prix n'est pas linéaire. Les immissions causées par le bruit de la route génèrent également un malus lorsqu'elles doivent être supportées quotidiennement. Mais elles n'ont qu'un effet plutôt minime lorsqu'on en est préservé. Il en va autrement de l'effet de la vue sur le prix. Si celle-ci manque totalement, c'est-à-dire qu'on ne peut admirer que les façades des maisons voisines, il s'ensuit irrémédiablement un malus déterminant pour le prix. Inversement, on paiera un bonus disproportionné pour une vue enthousiasmante depuis un site surélevé.

Voilà pour l'effet isolé des différents paramètres d'ambiance. Mais le problème central réside dans le fait qu'à la non-linéarité de l'effet individuel s'ajoutent des interactions entre les différents paramètres. Pour étudier ces interactions, il faut se demander comment un acheteur potentiel apprécie ces paramètres dans la perspective d'une décision d'achat, lorsque la surface habitable, les accès aux voies de circulation et le prestige social correspondent à ses attentes. A cet égard, trois cas peuvent être observés en pratique, à savoir celui où au moins un facteur doit être considéré comme tout à fait mauvais, celui où tous les paramètres peuvent être considérés comme très bons et, enfin, celui où un facteur émet une note négative discordante, alors que tous les autres sont satisfaisants, voire très bons.

La décision d'acheter un bien immobilier à un certain prix dépend dans le premier cas du facteur particulièrement défavorable et dans le deuxième cas du facteur particulièrement favorable. Ainsi, le prix d'une maison individuelle

→ Estimation de la valeur vénale à l'aide de modèles économétriques

Pour tenir compte, dans des problèmes d'évaluation concrets, des interactions complexes liées aux facteurs influençant le prix des maisons individuelles, on recourt à l'analyse économétrique, plus connue sous la désignation absurde de «méthode hédonique».¹ La méthode économétrique se base sur les statistiques mathématiques et nécessite donc un grand nombre de séries de données. Une série de données se compose du prix obtenu pour un immeuble et des facteurs ayant déterminé ce prix. Parmi eux figurent la surface habitable, les voies de circulation, le prestige social de la situation et les différents paramètres d'ambiance, c'est-à-dire l'ensoleillement, la vue, les nuisances de la route, du rail, du quartier ou encore du trafic aérien ainsi que l'architecture. L'objectif de l'analyse économétrique consiste à trouver une formule mathématique permettant de calculer le prix de vente probable sur la base des facteurs influençant le prix.

La formule mathématique² permettant de calculer les exemples présentés ici est tirée de l'évaluation de 120 maisons individuelles neuves situées dans l'ensemble du canton de Zurich et qui furent proposées à la vente sur Internet en 2003 et 2004. Elle se présente comme suit:

$$P = e^{11,19386977 + 0,00676381 \cdot F + 0,10329589 \cdot W + 0,15807387 \cdot SZ + 0,02115355 \cdot A^*}$$

Où:

P = Prix proposé probable de l'objet neuf ou remis à neuf

e = Nombre mathématique e (2,7182818)

S = Surface habitable en m²

PS = Prestige social de la situation selon le système d'évaluation par points

NS = Voies de circulation selon le système d'évaluation par points

A* = Nombre d'ambiance³ formé des évaluations individuelles de l'ensoleillement, de la vue, du bruit de la route et du quartier, du bruit des avions et de l'architecture

¹ L'adjectif «hédonique» est ici une création récente qui n'aurait en fait pas été nécessaire du tout, car la méthode qui consiste à étudier des phénomènes économiques sur la base de procédés statistiques est nommée, beaucoup plus justement, «économétrie» (mesures des interactions économiques), et ce depuis 30 ans.

² Les fonctions d'estimation produites par économétrie ne donnent des résultats valables que si elles passent certains tests mesurant des différences statistiques significatives. Ces tests permettent de vérifier si les relations intégrées dans la formule (par exemple entre le prestige social et le prix de vente) diffèrent du simple hasard et donc sont statistiquement significatives. La fonction ci-après se distingue par de hautes valeurs significatives tant dans son ensemble que pour chacun de ses coefficients. Cela s'applique plus particulièrement au facteur global A* intéressant ici car il contient le bruit des avions sous forme de sous-variable.

³ Au sens statistique, le calcul du nombre d'ambiance sur la base des évaluations individuelles constitue une transformation préalable de variables explicatives. La méthode exacte de ce calcul est exposée dans Der Schweizer Immobilienwert, Editions Schulthess, Zurich 2005 (l'édition française paraîtra à la mi-2006)

en vente à proximité d'une autoroute sera déterminé presque exclusivement par les émissions sonores, et les autres paramètres – si positifs soient-ils – n'exercent plus d'influence. Inversement, une situation magnifique sur la Côte d'or zurichoise sera négociée à un prix disproportionné, par comparaison. Les autres facteurs d'ambiance n'ont plus guère de poids sur la formation du prix dès qu'ils ne dépassent pas certaines limites inférieures. La théorie des modèles économétriques d'estimation immobilière qualifie ce comportement d'«achat selon le meilleur minimum».

Mais le cas de loin le plus fréquent est le troisième. Les estimateurs immobiliers savent bien que le nombre de maisons individuelles qui obtiennent une notation maximale à tous égards peuvent pour ainsi dire se compter sur les doigts d'une main. En d'autres termes: presque toutes les maisons individuelles ont l'un ou l'autre défaut plus ou moins important – soit que l'ensoleillement laisse à désirer à certaines heures en raison de l'ombre d'une mai-

son voisine, soit que l'architecture n'est plus au goût du jour ou soit encore que le calme dominical est perturbé par l'exploitation du restaurant d'excursion tout proche. Dans tous ces cas, l'acheteur potentiel établit intuitivement un rapport de compensation entre le paramètre qu'il considère comme le principal avantage et celui qu'il ressent comme le pire inconvénient. Son sentiment s'exprime alors dans le poids qu'il attribue aux différents paramètres dans la perspective de l'acquisition envisagée.

Il existe en outre une interaction d'un genre particulier entre les deux paramètres sonores. Si un immeuble est déjà soumis à un fort bruit de trafic routier, des bruits d'avion supplémentaires ne causeront pas le même malus qu'en l'absence de bruit de la route. Les deux para-

mètres de bruit n'ont donc pas d'effet cumulatif sur le prix – c'est le plus désagréable des deux qui décide. Un bruit du trafic aérien a donc une influence beaucoup plus faible sur le prix des biens immobiliers déjà soumis au bruit du trafic routier que sur ceux qui bénéficiaient d'une situation tranquille avant l'apparition du bruit des avions.

Pertes sensibles pour les objets exempts de défauts

Les interactions susmentionnées sont maintenant intégrées dans un modèle mathématique et quantifiées par voie statistique (voir box page 355). Le modèle obtenu peut ensuite servir à résoudre des problèmes d'évaluation. Le calcul de la réduction de la valeur vénale causée par le bruit des avions est l'un de ces problèmes. Les trois exemples suivants montrent à quel point il est important d'apprécier non pas le bruit des avions de manière isolée, mais l'ensemble des facteurs influençant le prix.

Le premier exemple porte sur une maison individuelle plus tout à fait neuve située dans la commune de Zumikon et dont la véranda offre une vue magnifique, permettant d'admirer les Alpes bernoises par beau temps. Zumikon se trouve exactement dans le prolongement de la piste 34 de l'aéroport de Zurich et l'immeuble – comme de nombreux autres – est affecté depuis peu par les approches du couloir sud. Comme l'indiquent les paramètres d'ambiance de 6 points ou davantage figurant dans la colonne centrale du tableau à la page 358, il s'agit d'un objet sans défaut construit sur un site au prestige social élevé. Le bruit du trafic aérien apparaissant très tôt chaque matin, avec des approches à des altitudes de 400 à 500 mètres, motiva une correction du facteur de nuisance sonore, lequel passa ainsi de 6 à 3 points (voir tableau à la page 357). Si cette situation devient permanente, l'objet jusqu'alors impeccable présentera un défaut. Cela entraîne une baisse de trois points du nombre structurel A*, ce qui équivaut à une réduction de 7,3% de sa valeur vénale.

Cette réduction de valeur est certes considérable, mais elle reste modeste comparée à la perte qu'aurait subie cet objet, à nuisances sonores égales, s'il s'était trouvé non pas à Zumikon, mais par exemple à Herrliberg, sur un terrain dominant les rives du lac de Zurich. En effet, depuis un tel site, on jouit non seulement d'une vue sur les montagnes, mais encore d'un panorama englobant une grande partie du lac de Zurich, avec les Alpes glaronnaises à l'est et les crêtes formées par les Alpes bernoises au sud-ouest. La vue devrait alors être estimée à 7 points au lieu de 5. L'immeuble

accéderait ainsi à la première ligue et son nombre d'ambiance passerait à 25 points. L'apparition du bruit des avions lui vaudrait alors une relégation en deuxième ligue et une réduction de valeur dramatique de l'ordre d'un tiers. On peut donc qualifier de chance le fait que Herrliberg soit encore pratiquement entièrement épargnée par le bruit des avions.

Pertes modestes pour les objets moyens

La situation change totalement pour le deuxième exemple (colonne de droite au tableau à la page 358), où l'on suppose que la maison du premier exemple est transférée non pas à Herrliberg, mais sur un site n'offrant aucune vue de la même commune de Zumikon. Cette vue peu séduisante a pour conséquence de réduire la valeur de l'objet de plusieurs centaines de milliers de francs, même sans bruit d'avions. A l'absence de vue, qui ne convient guère non plus à un site prestigieux, vient maintenant s'ajouter un nouveau défaut. Son niveau (3 points) étant plus bas encore que le manque de vue, il devient déterminant pour la valeur vénale de l'objet soumis au bruit des avions. Le calcul produit alors une réduction de valeur modeste de 5% à peine, car le défaut constitué par les nuisances sonores ne complète pas l'absence de vue de manière cumulative, mais la remplace dans le processus d'appréciation du prix de vente.

Comme le montre cet exemple, un objet déjà affecté d'un défaut et auquel s'ajoute celui du bruit des avions ne subit une réduction de sa valeur vénale que dans la mesure où les nuisances sonores sont ressenties comme le pire de ses défauts. Et, le cas échéant, la réduction de valeur ne portera que sur la différence entre la perception du défaut constitué par le bruit des avions et celle du défaut présent auparavant.

Pertes quasiment imperceptibles pour des maisons déjà désavantagées

Enfin, le troisième exemple (colonne gauche au tableau à la page 358) – une maison mitoyenne à Dübendorf – va montrer que le bruit des avions ne génère pas forcément, à lui seul, une réduction de valeur. L'immeuble en question a besoin de rénovations. Il se trouve à proximité d'une route principale très fréquentée. L'ensoleillement y est moyen et la vue modeste. De plus, l'aéroport militaire tout proche produit déjà des nuisances sonores, mais pas à des heures critiques. En raison des nouvelles

approches par le sud, l'immeuble sera désormais survolé à moins de 300 m d'altitude à des heures critiques de la journée. Ses inconvénients actuels, notamment les nuisances sonores du trafic routier, sont considérables et lui valent un prix de vente modeste. L'apparition du bruit des avions s'inscrit dans l'ambiance précédente sans la dépareiller, ni la détériorer. Il ne s'ensuit donc aucun effet négatif sur le prix.

Cet exemple montre que si un immeuble subit déjà de lourdes nuisances sonores dues au trafic routier, l'ajout du bruit des avions n'entraîne pas de réduction de valeur supplémentaire.

Conclusion

Le bruit des avions est un facteur influençant le prix parmi beaucoup d'autres et, dans le calcul de l'acquéreur, il est considéré comme un élément de l'ensemble des facteurs de formation du prix. A la surface habitable, à la situation et aux voies de circulation s'ajoutent notamment l'ensoleillement, la vue, les nuisances de la route, du rail ou du quartier ainsi que la qualité de l'architecture. Plus une maison individuelle est caractérisée par les défauts du site et du design, moins l'apparition du bruit des avions aura d'influence sur son prix. Des réductions de valeur vénale de 20% et plus n'affectent que des objets qui évoluaient auparavant dans la première ligue. Et c'est très rarement le cas des maisons individuelles – dans le canton de Zurich, ce sont essentiellement quelques objets triés sur le volet situés sur les hauteurs des communes de la rive droite proches de la ville. Comme, de plus, les paramètres influençant le prix peuvent varier d'une maison à l'autre dans le même quartier d'habitation, il est tout à fait possible que deux maisons voisines subissent des réductions de valeur différentes à nuisances sonores égales. C'est aussi pourquoi il est impossible de déterminer la réduction de valeur due au bruit des avions de manière généralisée, sur la base de «listes de décibels».² Il faut donc, pour chaque cas particulier, évaluer le bruit des avions au sein de l'ensemble des interactions avec les autres paramètres d'ambiance. ■

¹ Kaspar Fierz enseigne à l'Ecole spécialisée pour estimateurs immobiliers; il est l'auteur du manuel *Der Schweizer Immobilienwert*, Editions Schulthess, Zurich 2005 (l'édition française paraîtra à la mi-2006). Le présent article constitue un extrait adapté de cet ouvrage

² Une «liste de décibels» est une liste fixant la réduction de valeur due au bruit des avions uniquement en fonction des nuisances sonores.

Evaluation par points des facteurs influençant le prix des maisons individuelles¹

Points	Voies de circulation	Prestige social de la situation	Ensoleillement	Vue	Bruit de la route, du rail, du quartier	Bruit des avions	Architecture
2	Périphérie extérieure d'une grande agglomération, accès au centre-ville encore possible pour les pendulaires, village de paysans avec ligne de train ou accès autoroutier à proximité, sur le Plateau ou dans les Préalpes	Situation peu prisée dans une zone industrialisée	Exposition au nord, nord-ouest ou nord-est, en plaine (ensoleillement restreint toute l'année, même en été)	Vue sur les abords	Objets situés à proximité de routes principales et d'autoroutes	Moyenne annuelle d'exposition globale diurne et nocturne supérieure aux valeurs-limites d'exposition selon l'OPB ou survol à moins de 300 m mais à plus de 150 m	
3	Centre-ville atteignable en véhicule privé, mais pas de ligne de transports publics atteignable à pied et offrant au moins un rythme de deux trajets/h aux heures de pointe	Situation peu prisée dans une zone densément bâtie en périphérie, avec bonnes infrastructures locales	Exposition au nord, nord-ouest ou nord-est à flanc de coteau, ensoleillement visiblement problématique	Vue sur les alentours, mais pas depuis la pièce principale	Nuisances sonores sensibles en permanence et gênantes selon les conditions météorologiques ou objets situés au bord de routes principales peu fréquentées	Valeur d'alarme selon l'OPB régulièrement atteinte par des événements ponctuels aux heures critiques (tôt le dimanche matin, jours ouvrables après 22h30) sans que la moyenne annuelle globale diurne et nocturne ne dépasse les valeurs-limites d'exposition selon l'OPB ou survol à moins de 600 m mais à plus de 300 m	Ambiance nettement inférieure à la moyenne au niveau architectural
4	Trajet en voiture ou en train jusqu'au centre-ville de 30 min. au plus, ligne de transports publics atteignable à pied et offrant une cadence convenable	Situation sans attrait particulier en périphérie ou dans une petite ville avec de bonnes infrastructures locales	Exposition à l'est, au sud-est, au sud, au sud-ouest ou à l'ouest, en plaine, sans problème d'ensoleillement visible	Vue sur les alentours depuis la pièce principale	Bruit du quartier gênant brièvement à des heures critiques (par ex. restaurants tout proches)	Moyenne annuelle d'exposition globale diurne et nocturne supérieure aux valeurs de planification selon l'OPB, ou dépassement réguliers des valeurs-limites selon l'OPB par des événements ponctuels aux heures critiques (tôt le dimanche matin, jours ouvrables après 22h30) sans que la moyenne annuelle globale diurne et nocturne ne dépasse les valeurs-limites d'exposition selon l'OPB (survol à plus de 600 m)	Maison mitoyenne en sandwich
5	Trajet en train ou en bus jusqu'au centre-ville de entre 15 et 30 minutes	Situation privilégiée avec bonnes infrastructures locales	Exposition à l'est, au sud-est, au sud, au sud-ouest ou à l'ouest sur un plateau	Vue dégagée sur les Alpes enneigées sans vue sur le lac, ou vue sur le lac mais pas sur les montagnes	Nuisances usuelles par le bruit du quartier et les routes principales ou voies ferrées distantes	Objets situés hors des cartes officielles de nuisances sonores mais tout de même dans une zone d'approche, de décollage ou d'attente en vol avec exposition à des événements ponctuels inférieurs aux valeurs-limites selon l'OPB	Maison mitoyenne d'angle ou isolée, de construction simple
6	Trajet en train ou en voiture jusqu'au centre-ville durant 15 minutes au maximum	Situation prestigieuse (-) avec excellentes infrastructures locales	Exposition à l'est, au sud-est, au sud, au sud-ouest ou à l'ouest à flanc de coteau ou près de la lisière de la forêt (ensoleillement incomplet)	Vue dégagée sur les Alpes enneigées et vue limitée sur le lac, ou vue panoramique sur le lac mais vue limitée sur les montagnes	Bruit léger du village ou d'exploitations agricoles	Objets situés hors des cartes officielles de nuisances sonores et hors des zones d'approche, de décollage ou d'attente en vol, rares expositions au bruit d'avions causé par des exercices militaires ou des vols privés	Maison isolée sans piscine ou maison en terrasse luxueuse
7	En ville ou à proximité immédiate, accès direct par le bus ou le tram	Situation prestigieuse (+) avec excellentes infrastructures locales	Exposition à l'est, au sud-est, au sud, au sud-ouest ou à l'ouest en position élevée, ensoleillement optimal	Vue panoramique sur le lac et sur les montagnes	Aucun bruit de la route, du rail ou du quartier	Aucun bruit d'avions	Maison isolée avec grand dégagement et piscine

