

Évaluation du coût social de la gêne due au bruit des avions

Guillaume Faburel,

Centre de recherche sur l'espace, les transports,
l'environnement et les institutions locales,
Institut d'urbanisme de Paris,
Université de Paris XII,
e-mail : faburel@univ-paris12.fr

Malgré une demande sociale pour une amélioration de la qualité de l'environnement sonore notamment en ville, les pouvoirs publics restent en attente d'informations fiables sur le coût social du bruit des transports. Cet article présente les principaux résultats d'une évaluation du coût social de la gêne due au bruit des avions à Orly. Après analyse de l'ensemble des procédés mobilisables, la méthode d'évaluation contingente est apparue intéressante à condition notamment que son application soit motivée par un croisement de regards disciplinaires. Les savoirs mobilisés – économie, géographie, psychosociologie et acoustique – et le dispositif d'enquête mis en place ont notamment permis d'apprécier la gêne sonore, ses déterminants et leur influence sur les consentements à payer, indice conventionnel de mesure du coût social. Selon les traitements statistiques, il ressort que le coût social de la gêne due au bruit des avions se monte pour 1999 à un peu plus de 15 millions de francs pour les six communes du Val-de-Marne les plus fortement exposées. D'après ces résultats, le coût social du bruit des transports, tous modes confondus, serait en France de 7 milliards de francs pour l'année 1999.

Although social demand for a better protection against noise annoyance in living areas proves to be important, public decision makers are still missing accurate information social cost of transports noise. This paper presents the principals results about an estimation of the social cost of noise annoyance from aircrafts near Orly Airport. The contingent valuation method (CVM) was elected as an interesting methodology, if a cross discipline approach is used. Committed knowledge – economics, geography, psychosociology and acoustic – and the survey realised have led to approach the individual aircraft noise annoyance, his determinants and their influence on the willingness to pay. According to the data processing, the social cost of noise annoyance approximate fifteen millions of french francs per year in the six districts of the survey. According to these results, the social cost of transports noise is estimated at 7 billions of french francs for 1999.

Les bruits des transports constituent l'une des toutes premières causes de détérioration de la qualité de vie et donc d'insatisfaction environnementale¹. Ces bruits peuvent provoquer une gêne intense, participer d'un stress latent, révéler certains problèmes de santé... sans compter qu'ils peuvent dévaloriser les biens immobiliers, déqualifier des quartiers urbains entiers...

Ces impacts, selon l'acceptation économique, induisent des coûts :

- coûts médicaux liés à l'affection du confort sonore et de la santé des personnes exposées²,
- coûts de protection des logements soumis aux charges sonores,
- coûts des indemnités ou des compensations destinées aux riverains d'infrastructures de transports,
- coûts de requalification ou de redynamisation des espaces dont le fonctionnement est altéré par le bruit des transports (ex : déménagement de certaines catégories

Ces coûts ne sont généralement pas facturés aux agents qui en sont responsables car ne faisant l'objet d'aucune transaction marchande. Ils sont alors supportés par la collectivité et ainsi dénommés coûts sociaux.

L'évaluation de tels coûts pourrait grandement aider à des arbitrages politiques afin d'infléchir les situations d'inconfort et d'insatisfaction évoquées et qui sont porteuses d'inégalités sociales parfois criantes. Évaluer les coûts sociaux offre plusieurs opportunités d'envergure. Cela présente notamment l'avantage de pouvoir appliquer le principe politique de régulation pollueur-payeur en donnant la possibilité aux pouvoirs publics de facturer aux responsables le coût des préjudices imposés. Cette imputation peut se faire par l'intermédiaire d'une multitude d'actions. Ces dernières engagent les grands leviers de l'intervention publique. Il s'agit par exemple, de l'édiction de valeurs administratives permettant d'étalonner les dédommagements octroyés aux personnes ou collectivités victimes du bruit des transports ou l'intégration des

d'aménagement. Ces montants peuvent aussi aider à la réalisation de futurs arbitrages réglementaires, tels que la fixation des taxes ou redevances supportées par les responsables des nuisances sonores.

Malgré le potentiel offert pour impulser certaines décisions et donc contrevvenir aux situations de gêne, de telles démarches d'évaluation appliquées au bruit des transports ont longtemps été délaissées en France par les organismes de recherches et les services administratifs. Ce désintérêt participe en premier lieu de l'inadaptation globale des réponses politiques en matière de prévention et de réduction de la gêne sonore face aux évolutions lourdes de la mobilité et de l'urbanisme [1]. De plus, et surtout, toutes les méthodes d'estimation de coûts sociaux se heurtent à des sources d'erreur et des difficultés de mise en œuvre qui peuvent obérer leur mobilisation [2].

Néanmoins, l'émergence d'une demande sociale pour une meilleure prise en compte de l'environnement dans les choix d'actions a depuis peu incité les pouvoirs publics français à revoir progressivement leur position face aux évaluations des coûts sociaux³. Mais, les chiffrages de tels coûts font actuellement défaut en France. Aussi, le Conseil général du Val-de-Marne, de plus en plus sollicité sur les questions de gêne sonore liée aux transports⁴, a-t-il souhaité disposer, accompagné pour ce faire de l'ADEME, d'une estimation empirique du coût social du bruit des avions sur son territoire d'investigation.

Cette demande a conduit à un réexamen approfondi de l'applicabilité des méthodes d'évaluation à la mesure des coûts sociaux induits par le bruit des transports. De cette lecture, éclairée par de récents travaux principalement étrangers, découle la mise en avant d'un instrument intéressant : l'évaluation contingente. C'est ce procédé d'estimation des coûts sociaux qui a été appliqué au bruit des avions dans le Val-de-Marne. La première section du développement présente la méthode et les adaptations pratiquées pour son application à la gêne causée par le bruit des avions à proximité de l'aéroport d'Orly. Nous insistons particulièrement sur la nécessité d'une démarche interdisciplinaire à la charnière de corpus tels que l'économie, la géographie, la psychosociologie et l'acoustique. La deuxième section présente les résultats obtenus en distinguant la situation de gêne sonore des riverains de l'aéroport et les coûts sociaux induits. Le propos s'achève par un questionnement sur l'opérationnalité de ces données et sur les compléments scientifiques requis pour garantir cet usage.

1- CREDOC 1989 [3], SOFRES 1992, INSEE 1996 et INSEE - IFEN 1998, IPSOS 1999.

2- Santé : Etat complet de bien-être physique, mental et social (OMS).

3- Rapports du Commissariat général du plan de 1992, de 1994 [3], de 1996 et de 2001 ; du Conseil économique et social de 1998 [4]; du Comité des applications de l'Académie des sciences de 1999 [5].

4- Les résultats d'une consultation réalisée en 1997 à la demande du Conseil général du Val-de-Marne par la SOFRES mettent en avant une importante demande des Val-de-Marnais pour une limitation des expositions sonores dues aux transports.

5- C'est-à-dire que les variables explicatives entretiennent une relation logique avec les consentements à payer (ex : plus la

Cadre méthodologique

De nombreuses méthodes permettent d'évaluer les coûts sociaux à partir de l'observation des comportements individuels existants. À titre d'exemple, il peut s'agir d'approcher le coût social du bruit à partir des dépréciations immobilières induites par l'exposition sonore des habitations. Ce sont donc ici les comportements résidentiels des ménages face au bruit subi à domicile qui sont observés. Cette observation permet de révéler leurs consentements à payer pour une certaine qualité de l'environnement sonore extérieur au logement. Ce consentement à payer, qui est l'étalon conventionnel de mesure de tout coût social, est dans ce cas exprimé à travers des paiements de loyers ou des achats d'habitation. Toutefois, comme cela a été exposé lors d'un précédent article dans *Acoustique et Techniques* [6], cette famille de méthodes induit des biais d'analyse et se heurte à des limites opératoires considérables. L'un des biais est une incapacité à apprécier le rôle de la sensibilité individuelle au bruit dans les pratiques observées et censées aider à révéler les consentements à payer. Rapporté à l'exemple évoqué, ce biais se traduit ainsi : la valeur des biens immobiliers représente-t-elle un choix résidentiel sensible à l'exposition sonore du logement, donc un consentement à payer rationnel ? Le cadre urbain dans lequel l'aéroport d'Orly s'insère, et notamment l'ancienneté d'habitation, renforce ce questionnement sur la sensibilité des ménages lors de l'arbitrage résidentiel.

La méthode d'évaluation contingente repose quant à elle sur des comportements hypothétiques. Par voie d'enquête, une population représentative est confrontée à un scénario présentant un marché fictif dans lequel s'échange le bien environnemental, par exemple le bruit des avions. Cette mise en condition d'échange hypothétique vise à recueillir les préférences des personnes enquêtées. Pour cela, elles sont incitées à préciser le prix auquel elles se porteraient acquiescentes (consentement à payer) de la variation positive du facteur environnemental, ici donc d'une diminution du bruit des avions. Les traitements statistiques effectués ensuite permettent d'approcher le coût social de la dégradation de la qualité de l'environnement sonore lié aux trafics aériens. Plus précisément, le coût social représente, sous contraintes de validité statistique (représentativité de l'échantillon, nombre minimal d'observations...) et de cohérence théorique⁵, la somme des consentements à payer déclarés (ou révélés si l'on utilise l'un des procédés ressortissant de la première famille de méthodes).

Certes la méthode d'évaluation contingente est aussi confrontée à plusieurs limites d'application (ex : lourdeur du dispositif d'enquête) et sources d'erreur (ex : solidité des opinions émises dans un contexte hypothétique)[7]. Mais, elle présente néanmoins des avantages comparativement aux autres méthodes.

En premier lieu, elle considère l'ensemble de la population concernée par la nuisance. En cela, elle se démarque de l'évaluation du coût social à partir des dépenses d'isolation (coûts de protection) ou des comportements résidentiels (prix hédoniques) qui n'observent que les seuls ménages solvables sur le marché considéré. De plus, elle permet

au bien environnemental, y compris les composantes construites par des postures morales et éthiques⁶. Surtout, comme l'avantage précédent le suggère, elle offre l'opportunité essentielle de préciser les déterminants des consentements à payer et par exemple le rôle de la sensibilité individuelle au bruit des transports. La méthode d'évaluation contingente présente alors l'avantage de produire des consentements à payer individuels précisés selon la nature, la source, la genèse, le vécu... de la nuisance ou de la pollution étudiée. Ce faisant, cette méthode permet, opportunité corrélative, d'apprécier le degré de solidité des opinions exprimées au travers du consentement à payer déclaré. Elle offre donc aussi la possibilité de contrôler en retour ou de contourner a priori certaines des distorsions qu'elle peut précipiter (ex : biais hypothétique).

En définitive, la méthode d'évaluation contingente facilite l'élaboration d'une courbe de distribution des consentements à payer plus conforme à la diversité des situations et des attitudes des populations exposées ou sensibles au bruit des transports. En ce sens, cette méthode peut œuvrer à la réduction des approximations que véhiculent habituellement les données d'évaluation de coûts sociaux, approximations qui ont longtemps obéré la mobilisation de ces procédés d'estimation dans le champ de la décision.

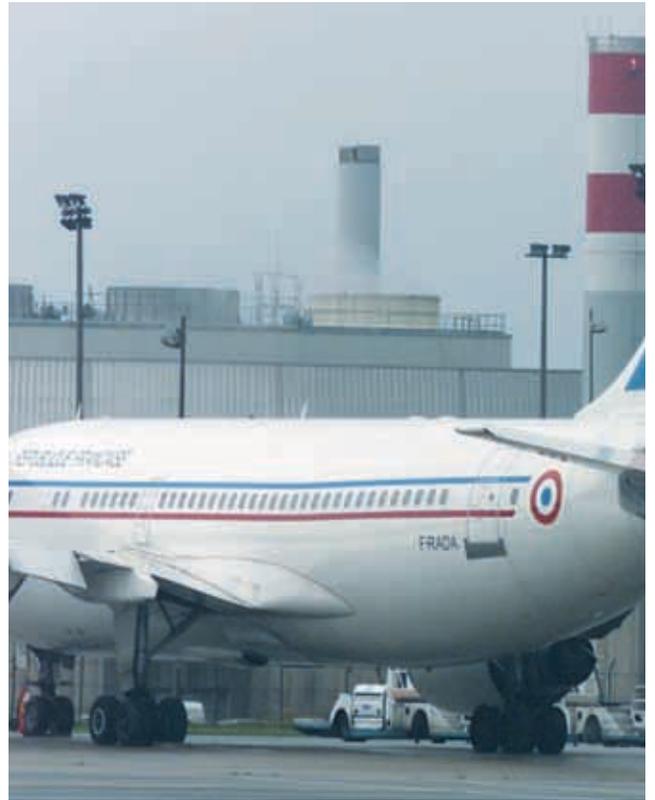
Toutefois, pour satisfaire l'objectif d'une meilleure compréhension des facteurs explicatifs des consentements à payer, donc du coût social qui en serait déduit, il convenait de resserrer les liens disciplinaires et de construire des passerelles scientifiques. Seule une démarche interdisciplinaire pouvait permettre d'apprécier la construction des préférences individuelles pour une réduction du bruit manifestées au travers des consentements à payer déclarés.

Une articulation des savoirs disciplinaires

Il existe une somme de connaissances permettant d'observer les processus cognitifs desquels découlent les préférences exprimées par les personnes au travers des consentements à payer. Dès lors, notre problématique a impliqué le recours à des éclairages complémentaires extérieurs à l'économie, corpus d'origine des méthodes d'évaluation des coûts sociaux.

En premier lieu, le scénario d'échange peut en grande partie déterminer le taux de consentements à payer, et les montants déclarés. Dès lors, il convenait d'opérer une lecture sociopolitique du contexte territorial appréhendé en vue de bâtir le marché hypothétique. Après analyse de nombre d'évaluations contingentes réalisées sur les facteurs environnementaux et la réalisation d'une vague préalable d'entretiens exploratoires (infra), nous avons bâti un scénario proposant aux personnes enquêtées de participer financièrement (consentement à payer), et à l'appui d'une redevance locale, à la réalisation sous les deux ans d'un programme d'action. Ce programme ambitionnait de supprimer la gêne sonore provoquée par les circulations aériennes à proximité de l'aéroport d'Orly⁷.

En outre, dans les quelques travaux réalisés pour évaluer le coût social du bruit des transports à partir



au bruit des transports figurait logiquement parmi les facteurs recensés. Ils étaient susceptibles d'expliquer en partie les consentements à payer. Mais, la plupart de ces démarches se sont appliquées à intégrer cette relation soit par l'estimation de l'exposition acoustique du logement des personnes enquêtées, soit, plus rarement, par la seule demande du niveau de gêne sur une échelle verbale ou numérique.

L'expertise acoustique et, dans une moindre mesure, le sondage d'opinion de gêne ont donc rapidement été compris comme un moyen d'évaluer le rapport qu'entretiennent les personnes avec leur environnement sonore, éventuel déterminant du consentement à payer. Toutefois, des travaux en psychologie de l'environnement ont mis en évidence que la relation à l'environnement sonore ne se référait pas seulement à la gêne et que cette dernière n'était pas systématiquement corrélée aux caractéristiques physiques des sons (intensité, nombre d'événements, moments d'apparition...).

À titre d'exemple, les outils d'expertise acoustique et les sondages d'opinion ne peuvent que difficilement appréhender des dimensions qualitatives non acoustiques, tels que les facteurs psychosociologiques. Pourtant, ces facteurs peuvent jouer un rôle prépondérant sur la variabilité du ressenti des sons extérieurs et donc de son expression. Ce ressenti pouvait donc considérablement

6- Ces composantes influent surtout sur le consentement à payer pour la préservation de facteurs naturels, telle la volonté de léguer aux générations futures un massif forestier.

7- Cf. Faburel [9] pour une présentation du scénario d'échange et l'exposé détaillé de raisons du programme d'actions proposé.

8- Au moment de la réalisation de notre travail, neuf à l'étranger et



moduler les consentements à payer, motivés rappelons- le par la modulation de la gêne. Les approximations d'analyse qui découlent de cette posture participeraient à l'explication de plusieurs des inconnues, admises par les auteurs, que nombre d'évaluations du coût social du bruit des transports véhiculent [9].

Ainsi, au contact de l'objet bruit, le détour proposé par la compréhension de la construction des consentements à payer, notamment pour assurer l'utilisation des résultats, a incité à solliciter l'apport de compétences extérieures à l'économie et à la sociopolitique. Notre problématique a impliqué la mobilisation du savoir émanant de la psychosociologie, pour approcher la subjectivité de la relation qui unit la personne à son environnement sonore.

Enfin, il restait un corpus essentiel à investir : l'acoustique. Les connaissances mobilisées ont, en premier lieu, servi à s'assurer de la validité des données d'exposition sonore dont nous disposons pour caractériser les contextes acoustiques des communautés que nous souhaitons enquêter. Il s'agissait d'une campagne de mesures réalisée par le BETURE Conseil en 1996 distribuant l'espace enquêté en 3 zones d'équivalentes expositions exprimées en L_{max} (+ de 80 dB (A) pour la zone 1, de 75 à 80 dB (A) pour la zone 2 et de 70 à 75 dB (A) pour la zone 3).

Une fois ces informations assurées, l'exposition acoustique a été utilisée pour asseoir la représentativité de l'échantillon enquêté. Les autres critères d'échantillonnage étaient la profession, la catégorie socioprofessionnelle et le sexe. Enfin, et surtout, cette exposition sonore a été retenue comme l'une des variables potentiellement explicatives de la gêne due au bruit. donc du consentement à payer pour

Variables explicatives retenues

En définitive, le croisement disciplinaire a aidé à bâtir un questionnaire permettant d'apprécier l'influence sur le consentement à payer de variables non seulement, à l'exemple du bruit (supra), conventionnelles. Il s'agit de la profession de l'enquêté et du conjoint (profession et catégorie socioprofessionnelle), de leur niveau de formation (diplôme le plus élevé), de la taille et du revenu du ménage, de l'âge et du sexe de la personne enquêtée, du statut d'occupation et du type de logement...

Mais ce croisement a surtout offert l'opportunité de tester certaines hypothèses concernant le rôle sur le consentement à payer :

- du vécu de la charge environnementale provoquée par les trafics aériens :
 - la gêne déclarée et les perturbations occasionnées (troubles du sommeil, fermeture des fenêtres, effets de masque de la parole...),
 - les désagréments provoqués par d'autres impacts environnementaux des transports (ex : pollution atmosphérique),
 - l'importance octroyée à la réduction des nuisances sonores,
 - le niveau de connaissances sur les moyens de contrevenir aux nuisances sonores, sur les acteurs à impliquer...

- et de pratiques ou attitudes :
 - utilisation des transports désignés comme responsables de la gêne,
 - appartenance à une association de lutte contre le bruit,
 - initiative individuelle d'isolation phonique du logement,
 - parcours résidentiels,
 - attention manifestée à l'exposition sonore lors de la recherche du logement habité à ce jour,
 - ambition de déménager,
 - éloignement régulier de l'endroit d'exposition (week-end et vacances),
 - temps hebdomadaire passé à domicile...

Ces dernières variables, c'est-à-dire celles relatives aux attitudes et pratiques liées à l'habitat, découlent de l'analyse de 16 entretiens exploratoires réalisés préalablement à l'enquête.

Ces entretiens ont aidé à cerner les schémas de représentations individuelles en relation avec l'objet contextualisé «bruit des avions» en vue de mieux identifier ex ante les variables potentiellement explicatives des consentements à payer. Il s'agit, par exemple, des représentations de l'évolution des trafics aériens, des politiques publiques engagées, de la qualité des différents attributs du cadre de vie...

Ces entretiens ont notamment permis de déceler l'existence d'un sentiment d'appartenance locale dans certaines communes contiguës au pôle aéroportuaire. Aussi avons-nous fixé comme autre hypothèse que ce rapport affectif au territoire de vie pouvait, chez certaines personnes, influencer sur la gêne exprimée et, par induction, sur la valeur monétaire qui serait déclarée pour sa modulation. Les variables portant sur l'habitat et ses pratiques ont donc aussi été retenues pour tester cette



Le nombre important de questions, outre qu'il témoigne de la posture interdisciplinaire adoptée, explique une durée de passation d'un questionnaire de l'ordre de 35-40 minutes. Malgré cela, aucune difficulté n'a été rencontrée lors de l'enquête réalisée en porte à porte de novembre 1998 à avril 1999 auprès d'un échantillon de 607 personnes représentatif de la population de six communes du Val-de-Marne proches de l'aéroport d'Orly : Ablon-sur-Seine, Boissy-St-Léger, Limeil-Brévannes, Orly, Valenton et Villeneuve-le-Roi.

Le coût social de la gêne due au bruit des avions

Après nous être assurés de la représentativité de l'échantillon enquêté, nous avons pu entreprendre les traitements statistiques selon deux orientations complémentaires. Les premiers concernent la sensibilité individuelle au bruit des transports, et alors notamment le degré de gêne sonore, variable potentiellement explicative du consentement à payer pour sa modulation. Lors de cette étape, nous avons donc, grâce à certains éclairages disciplinaires, souhaité expliquer cette gêne notamment à l'appui de plusieurs variables rarement prises en compte dans les enquêtes de gêne : vécu perceptif, posture politique, rapport à l'habitat... Cette ambition semblait d'autant plus fondée que notre espace d'investigation s'affirme comme un contexte très sensible, objet d'une forte emprise médiatique, d'une intense mobilisation associative... ayant conduit à la mise en place de plusieurs dispositions (ex : plafonnement du nombre de mouvements aériens depuis 1994).

Nous ne pouvons ici rendre compte dans le détail des résultats de cette étape statistique sur la gêne [10]. Nous ne présenterons donc que les conclusions les plus importantes pour notre entreprise.

En premier lieu, ce sont 48,5 % des effectifs totaux de l'échantillon retenu pour la réalisation de l'enquête qui se déclarent au minimum beaucoup gênés. Rapporté à la population mère. 33 912 Val-de-Marnais déclarent donc

avions à proximité d'Orly. Néanmoins, cette évaluation apparaît minimale, et ce pour au moins trois raisons. Selon les acquis de la psychosociologie, certaines personnes exposées auraient tendance à minimiser l'élément négatif que représente le bruit afin de ne pas trop dévaloriser l'image de soi. De plus, la commune de Villeneuve-Saint-Georges (26 952 habitants en 1990) dont le territoire est en totalité exposé au bruit des avions n'a pu être enquêtée du fait de trop nombreuses situations de multiexposition sonore. Enfin, n'ont été retenues pour cette quantification de personnes gênées que les déclarations de gêne forte ou intense. Alors même que plus de 30 % des personnes enquêtées se disent au minimum moyennement gênées. En définitive, au minimum 40 000 habitants du Val-de-Marne seraient gênés par le bruit des avions.

Précisons ici que la moitié de cette population se disant au minimum beaucoup gênée habite en dehors du Plan de Gêne Sonore. En fait, le PGS d'Orly, périmètre légal octroyant le droit de bénéficier d'aides à l'insonorisation à proximité des aéroports, a longtemps été (et peut-être l'est-il encore aujourd'hui malgré son extension) peu représentatif des situations de gêne alors même qu'il convoque cette notion dans sa dénomination. La raison première de ce décalage n'est autre que l'assise acoustique du périmètre dessiné par le PGS. Les résultats produits ici montrent, et ce sans grande surprise [11], que l'exposition acoustique des personnes enquêtées n'est que faiblement explicative de la gêne qu'elles déclarent.

A titre d'exemple, seules 40 des 96 personnes se disant extrêmement gênées dans le cadre de l'enquête effectuée habitent dans les communes les plus intensément soumises aux bruits des avions (Villeneuve-le-Roi et Ablon). Les régressions statistiques réalisées par la suite font apparaître une corrélation entre le bruit et la gêne certes significative selon le test de Pearson mais d'un coefficient faible : 0,26. En d'autres termes, l'exposition sonore expliquerait au mieux 26 % de la gêne déclarée dans le cadre dans notre enquête. L'enquête réalisée par l'INRETS



en 1999-2000 pour le compte de la DGAC et de la Mission Bruit à proximité des aéroports de Roissy et d'Orly fait apparaître un coefficient semblable [12]. Autre résultat scandant la robustesse de notre mesure de la gêne et de la sensibilité, le vécu du bruit est peu dissociable d'autres impacts environnementaux des transports aux premiers rangs desquels figurent la pollution atmosphérique et les risques d'accident. Ce résultat corrobore ceux d'autres travaux récents [13]. De même, plusieurs facteurs tels que la sensibilité qui s'exprime au travers de pratiques d'information [14], ou l'âge de la personne [15] ont un impact sur les déclarations de gêne recueillies.

En outre, nous avons aussi statistiquement identifié chez plusieurs personnes enquêtées un rapport singulier à l'habitat et au territoire : l'attachement territorial. Ce dernier participerait aussi de l'explication de la déclaration de gêne. Cette influence trouverait pour partie racine dans le contexte socio-urbanistique de certaines communes enquêtées : Villeneuve-le-Roi et Ablon-sur-Seine. Néanmoins, ce sentiment d'attachement, vivace chez certains, serait progressivement contredit par la représentation d'une médiocre qualité de l'environnement sonore, dont les déclarations de gêne témoignent.

Sans pour autant prétendre à des significations causales, il semble en effet, selon les résultats du dernier recensement de la population, que cette contradiction soit de moins en moins vivable pour les habitants de ces deux communes. La population de Villeneuve-le-Roi a diminué de 10,1 % durant la dernière période inter-censitaire et celle d'Ablon-sur-Seine de 7,5 % depuis 1982. Cette relation qui unit l'attachement territorial et la déclaration de gêne a fait l'objet de traitements statistiques complémentaires et d'une analyse géographique et psychosociologique spécifique [16].

La cohérence des résultats issus de ces premiers traitements statistiques a permis de s'assurer de la solidité de la mesure du désagrément par l'intermédiaire

de l'indice de gêne retenu, puis de la robustesse de l'évaluation de la sensibilité sonore individuelle grâce aux nombreuses informations recueillies. L'objectif que nous nous étions fixé était dès lors atteint. Il convenait alors, par des traitements économétriques, donc par la deuxième phase d'exploitation statistique, d'analyser selon quelle intensité cette gêne sonore et les facteurs explicatifs élucidés pouvaient influencer sur les consentements à payer. L'objectif poursuivi était d'asseoir l'évaluation du coût social de la gêne due au bruit des avions.

Taux et variables explicatives des consentements à payer

En premier lieu, le taux de consentement à payer pour une suppression de la gêne est de 51 %⁹. Ce taux est globalement supérieur à ceux obtenus lors de la réalisation de diverses évaluations contingentes sur le bruit des transports et notamment le bruit des avions. À titre d'exemple, l'une des dernières en date montre un taux de consentements à payer de 41,8 % [17]. C'est donc une volonté de participer au programme d'action proposé qui a été constaté.

Le fait que près de la moitié des effectifs totaux de l'échantillon se déclare au minimum beaucoup gênée n'y est pas étranger. En fait, les variables discriminantes des consentements à payer témoignent d'une rationalité comportementale attestant de cette réceptivité.

Afin de mieux interpréter les résultats avancés, précisons que seules les variables ayant une incidence significative sur les consentements à payer sont reportées ici. Nous avons volontairement remplacé la valeur des tests statistiques (T de Student) par des degrés de pertinence dans les résultats pour permettre une lecture aisée. Ainsi, « *** » est valable pour une variable très significative (seuil de 1 % d'erreur), « ** » pour une variable significative à 5 %, « * » pour une variable significative à 10 %. Enfin, le signe positif ou négatif du paramètre estimé indique le sens de cette influence.



Variables	Paramètre estimé	Significativité
Gêne déclarée (échelle numérique)	0,136928	***
Zone d'exposition 2 (Lmax 75 à 80 dB(A))	-1,087471	***
Zone d'exposition 3 (Lmax 70 à 75 dB(A))	-1,021420	***
Diplôme primaire	-1,002882	***
Hébergé(e) gratuitement	1,392071	**
Maison avec jardin	0,382347	*
Revenu	0,163880	*
Ne s'intéresse pas aux informations sur le bruit des avions	-0,331570	*
Constante	0,875157	**

Tabl. 1 : Modèle intégrant la gêne déclarée et le revenu (Box-Cox)
Source : OEIL/GREQUAM

Les variables que sont le désagrément sonore déclaré, l'exposition acoustique et, mais selon une influence moindre, une expression de la sensibilité au bruit (attention accordée aux reportages et articles sur le bruit), en d'autres termes les facteurs en relation avec le bruit des avions ont une incidence majeure. À titre d'exemple, plus les personnes enquêtées se disent gênées, plus leur consentement à payer est élevé¹⁰. Voici validé le postulat selon lequel il est opportun d'approcher, sous un certain angle, la relation qui unit l'individu à son environnement sonore. Voici, par là même, validée l'hypothèse selon laquelle les indicateurs retenus pour cela sont opérants, donc intégrables aux modèles de traitements économétriques. En ce sens, la psychosociologie et l'acoustique peuvent aider, de façon opératoire, à l'analyse des préférences manifestées à l'appui d'un étalon monétaire.

Une fois démontrée la nécessité de s'alimenter à plusieurs sources disciplinaires, explicitons le passage des consentements à payer individuels au chiffrage du coût social.

Estimation du coût social

Une remarque préalable s'impose. Elle concerne ce que recouvrent ces résultats. Puisque l'action proposée visait à une suppression de la gêne provoquée par les trafics aériens, nous avançons ici les résultats d'une évaluation du coût social de cette gêne. Dès lors, le coût des conséquences physiologiques de l'exposition sonore, communément dénommées «effets sur la santé» par opposition à la gêne, n'est pas intégré dans les montants concernant les communes enquêtées.

Une fois cette précision apportée, présentons les données obtenues. Compte tenu de la robustesse des résultats¹¹, la théorie économique autorise à déduire le coût social de la gêne pour les six communes. Dans cette perspective, il convient, en premier lieu, de calculer le consentement à payer moyen à partir du modèle présentant le maximum de vraisemblance (Tabl. 1). Il est de 46 francs 1999 (7,01 €) par ménage et par mois.

	CàP moyen par mois (francs 1999/euros)	Taille moyenne du ménage (1990)	Population mère (1990)	Coût social de la gêne (francs 1999/euros)
Villeneuve le Roi	107,50/16,39	2,87	20 325	9 135 627/ 1 392 717
Ablon	81,33/12,40	2,45	4 938	1 967 057/ 299 876
Limeil Brévannes	31,52/4,81	2,80	16 070	2 170 827/ 330 940
Valenton	28,49/4,34	2,98	9 999	1 147 133/ 174 879
Boissy Saint Léger	13,37/2,04	2,91	12 096	666 901/ 101 668
Orly	9,67/1,47	2,83	6 494	266 276/ 40 593

Tabl. 2 : Évaluation du coût social de la gêne due au bruit des avions par commune (1999)

Après avoir calculé ce consentement à payer moyen, il nous faut le préciser selon la commune de résidence de l'échantillon enquêté. Il convient alors, dans le but d'obtenir un coût annuel, de multiplier cette donnée par douze et la diviser par la taille moyenne du ménage au sein de la commune (consentement à payer du ménage). Une fois ce calcul effectué, nous multiplions cette donnée par la population communale de référence qui lui correspond. Le tableau qui suit détaille cette procédure (Tabl. 2)

Ces résultats traduisent tout d'abord directement l'influence, décelée précédemment, de la variable «gêne déclarée» sur le consentement à payer. C'est à Villeneuve-le-Roi que nous avons rencontré le plus de personnes se disant au minimum «beaucoup gênées» et c'est dans cette commune que le consentement à payer moyen est le plus élevé. Il est ici confirmé en termes monétaires que plus la personne se déclare gênée par le bruit des avions, plus son consentement à payer est élevé.

Au final, le coût de la gêne induite par le bruit des avions dans les six communes appréhendées est de 15,4 millions de francs (2,35 millions €) pour l'année 1999.

Comme développé précédemment lors de l'analyse des données sur la gêne sonore, il apparaît évident que le délaissement, pour des raisons de disponibilité d'informations et de choix empiriques, de certains espaces communaux, au premier rang desquels figure Villeneuve-St-Georges, a eu une incidence sur les montants obtenus. En diminuant le nombre total de personnes se disant gênées, le coût social de la gêne provoquée par les trafics aériens dans le Val-de-Marne a logiquement été réduit. Un rapide transfert des données vers Villeneuve-St-Georges, transfert qui devra être consolidé par des traitements statistiques spécifiques, met en avant un coût social de la gêne de 5 millions de francs (760 000 €) pour l'année 1999.

À l'appui de ces données de coût social concernant les 6 communes d'enquête, tentons des inférences à l'échelle nationale. Pour pratiquer ces inférences, nous avons entrepris d'avancer ici plusieurs données sur le coût annuel de la personne se disant gênée, coût que nous désagrégerons par zone d'exposition.

Dans la perspective de calculer le coût social de la gêne due au bruit des transports en France, nous ne retiendrons, dans nos résultats, que le coût de la personne gênée calculé dans la zone la plus exposée, c'est-à-dire la zone 1 (plus de Lmax 80 dB (A)).

En effet, les données caractérisant la gêne sonore due au bruit des transports à l'échelle nationale et qui vont nous servir pour la globalisation découlent de relations entre les doses de bruit exprimées en Leq et la gêne sonore présumée. Conscients de la relativité de ce type de conversion tant, rappelons-le, le bruit n'est qu'un des nombreux facteurs explicatifs de la gêne pourtant imputée au bruit (supra), poursuivons néanmoins. Selon ces relations doses-réponses, une fois dépassé un niveau de bruit Leq 65 dB (A), il existe une présomption forte de gêne ([18], Oliva 1993...).

Pour globaliser nos chiffrages à l'échelle nationale, il nous fallait alors nous assurer de l'applicabilité des relations doses-réponses à nos données. Il nous fallait dès lors disposer d'informations acoustiques exprimées en Leq. Nous avons eu recours à certains résultats de mesures acoustiques effectuées par ACOUSTB dans le cadre de l'enquête de gêne commanditée par les ministères de l'environnement et de l'équipement sur Roissy et Orly (1998). Ces résultats font apparaître que seul à Villeneuve-le-Roi, le Leq 24 heures excède 65 dB (A), avec un niveau de 68,3 dB (A), comparativement par exemple à Limeil-Brevannes, commune plus éloignée dans laquelle le niveau mesuré en Leq est de 61 dB (A).

Zone d'exposition (Lmax dB(A))	Coût annuel (francs 1999/euros)
Zone 1 (plus de 80)	609/92,84
Zone 2 (de 75 à 80)	261/39,79
Zone 3 (de 70 à 75)	165/25,15

Tabl. 3 : Coût annuel de la personne se disant gênée par niveau d'exposition (1999)
 Source : OEIL/GREQAM

Aussi, malgré un rapprochement de données, certes nécessaire, mais de fait approximatif¹², nous sommes véritablement assurés, seulement pour la zone 1 d'exposition, de pouvoir utiliser les relations entre doses de bruit et réponses présumées de gêne déduites notamment des travaux de l'INRETS. Nous pouvons dès lors recourir à ces résultats pour produire le coût social de la gêne due au bruit des avions à l'échelle de la France.

Le coût, déduit de notre travail, de la personne se disant gênée dans cette zone 1 étant de 609 francs 1999 (92,84 €), nous avons dès lors multiplié ce montant par le nombre, estimé anciennement, de Français se déclarant gênés par le bruit des avions : de 0,4 % de la population française en 1986 [18], soit 220 000 personnes, à 1,7 % en 1989 (CREDOC 1989), soit 980 000 personnes.

Le coût social de la gêne due au bruit des avions en France est compris entre 134 millions de francs 1999 (20,43 millions €) et 597 millions de francs 1999 (91 millions €), avec une hypothèse moyenne très vraisemblable¹³ de l'ordre de 400 millions de francs pour

9- L'auteur tient à remercier S. Luchini du GREQAM (EHESS/CNRS) pour l'aide apportée à la réalisation des traitements économétriques.
 10- Cf. Faburel & Luchini [7] pour l'analyse détaillée et la mise en cohérence générale de ces facteurs explicatifs des consentements à payer.
 11- Stabilité des résultats économétriques malgré le recours à plusieurs modèles emboîtés, solidité de l'appréciation de la gêne sonore, et représentativité statistique.
 12- Pour vérifier cette assertion, il eut convenu de convertir nos données exprimées en Lmax en Leq. Mais, ce travail complémentaire n'a pu être accompli dans le cadre de notre recherche. Il sera nécessaire de l'effectuer ultérieurement.
 13- Depuis les enquêtes de l'INRETS et du CREDOC : augmentation des trafics, de l'exposition sonore et de la sensibilité individuelle au

Malgré la détention de données nationales sur l'inconfort sonore, elles aussi quelque peu anciennes et disparates, poursuivons un temps. Le nombre de Français gênés par le bruit des transports terrestres a été estimé à 7 millions, à partir d'une actualisation 1995 (Serrou 1995) du travail de l'INRETS de 1986 (supra). Le coût social de la gêne due au bruit des transports en France, une fois ajoutées certaines dépenses d'isolations phoniques des logements supportés par les ménages [21]¹⁴ est alors de plus de 5,6 milliards de francs 1999 (860 millions s), tous modes confondus.

Tentons maintenant, mais cette fois-ci avec une incertitude bien plus importante, de passer du coût social de la gêne à celui du bruit des transports, de nouveau tous modes confondus. Pour ce faire, il nous faut, suite à une proposition du Comité des applications de l'Académie des sciences, majorer de 30 % le chiffrage produit afin de tenir compte de tous les effets du bruit sur la santé [5]. Rappelons néanmoins la recommandation de 2001 du Commissariat général du plan concernant ce redressement :

« La valeur du coût unitaire du bruit doit être majorée au titre des effets à long terme sur la santé ; la détermination des coefficients de majoration proposés reste toutefois à affiner »¹⁵.

Le coût social du bruit des transports en France serait d'environ 7 milliards de francs pour l'année 1999 (1,67 milliards €).

Usages opérationnels des données produites et prolongements scientifiques requis

Voici présentés ici plusieurs chiffres globaux qui pourraient, compte tenu des attentes sociales et institutionnelles actuelles, être utilisés à des fins opérationnelles.

En premier lieu, ces montants de coûts sociaux pourraient alimenter le débat sur :

- la compensation des communes exposées pour les préjudices subis,
- l'insertion territoriale du troisième aéroport francilien dont les principes de construction et la localisation sont fixés depuis novembre 2001,
- les modalités de prise en charge publique de l'insonorisation, participation récemment augmentée pour certaines catégories de population (décret n° 99-457 du 1er juin 1999)...

Toujours dans une optique opérationnelle, et de nouveau selon les prescriptions d'usage mentionnées plus haut, les chiffrages désagrégés pourraient répondre aussi à une forte demande des aménageurs institutionnels, et au premier chef, étalonner les valeurs tutélaires servant de référence pour :

- la prise en compte du bruit dans les projets d'infrastructure (CEM 1994, CADAS 1999, CGP 2001),
- pour l'indemnisation/compensation des riverains de l'aéroport, et alors se détourner des seules et rares évaluations arbitrées par les tribunaux administratifs

- pour la mise en place de taxes et pénalités supportées par les responsables des nuisances en application du principe pollueur-payeur, et ce dans le prolongement de dispositions réglementaires depuis peu en vigueur en France (ex : décret n° 97-534 du 27 mai 1997 instituant des sanctions aux compagnies aériennes dans le cas de manquements à certaines règles de circulation aérienne).

Il convient toutefois d'apporter quelques précisions concernant cette utilisation des montants avancés. Certes avons-nous eu explicitement pour but, dans l'application de traitements statistiques, de réconcilier des interprétations aussi bien psychologiques (ex : sensibilité individuelle au bruit des avions), que sociologiques (ex : militantisme associatif), économiques (ex : revenu) et/ou géographiques, lorsque nous relient les consentements à payer avec des singularités spatiales telles que les caractéristiques de l'habitat (type de logement, isolation phonique...) et du quartier (fonctionnalités, attributs environnementaux...). Mais, les modalités de calcul donnent alors à voir un indicateur synthétique et des chiffrages globaux. Cet indicateur et ces montants peuvent être considérés comme pertinents dans la perspective d'une analyse coûts-bénéfices [2]. Dans le but d'une décision publique, il conviendra de s'interroger précisément sur les variables significativement explicatives des chiffrages produits et alors sur leur rôle dans le cadre d'une évaluation globale d'aménagement et d'environnement.

À titre d'exemple, ces données peuvent être utilisées désagrégées à la condition de préciser les conditions d'exposition sonore de l'échantillon retenu par l'étude. En effet, les communes comprises dans notre territoire d'investigation sont majoritairement survolées par des avions en phase d'atterrissage (70 %). Pour des raisons de sécurité, ces phases se caractérisent par des approches à faible pente, donc longues et basses. Les appareils sont alors aisément visibles par un plus grand nombre de personnes. Or, comme évoqué plus haut, il est maintenant acquis, non seulement à la lecture des travaux ici réalisés, mais surtout à la lumière de démarches plus

14- Mais, est-ce aux ménages non responsables du bruit des transports d'assumer pour partie le coût de la gêne ?

15- Précisons ici que la seule possibilité de vérifier le bien-fondé de cette proposition serait de verser définitivement dans le champ économique en appréciant directement le coût des effets sanitaires de l'exposition sonore via les dépenses des ménages et/ou les dépenses publiques. Or, comme nous l'avons déjà évoqué, il peut paraître présomptueux d'envisager isoler l'impact monétaire de ces effets dans les remboursements de frais médicaux, tant il subsiste de grandes difficultés à observer finement l'influence protéiforme et généralement indirecte des bruits extérieurs sur la santé globale des personnes. Le nombre et surtout l'interdépendance des variables de causalité s'avèrent être des obstacles majeurs à toute investigation.

16- Avec l'aide financière de la Direction de la Recherche (DRAST) du ministère de l'équipement, de la Mission Bruit du ministère de l'environnement, de la RATP et de l'ADEME dans le cadre des travaux de la Commission « Monétarisation des externalités environnementales des transports » du Programme national de Recherche et d'Innovation dans les Transports terrestres (PREDIT).

17- Aucune enquête nationale de gêne impliquant toutes les sources de bruits n'a été réalisée en France durant la dernière décennie

spécifiques [13], que la crainte d'une chute accidentelle d'avion module sensiblement la perception sonore et la déclaration de gêne par l'anxiété voire l'angoisse créée. Il existe donc une probabilité pour que le coût du gêné, et plus largement le coût social de la gêne, intègre aussi la représentation de ce risque.

En fait, seule la réalisation d'une démarche analogue sur d'autres espaces proches d'aéroports et, notamment, un travail complémentaire dans le département de l'Essonne, permettrait d'approcher précisément l'influence de cette variable sur la gêne déclarée puis sur les consentements à payer. En effet, ce territoire départemental est non seulement affecté par les circulations aériennes liées à la présence d'Orly mais surtout, il est principalement survolé par des aéronefs en phase de décollage, phase qui, pour des raisons tout à la fois de sécurité et de nuisances au sol (OACI 1997), se caractérise par des pentes plus importantes induisant alors une vue très différenciée de l'aéronef selon la zone d'exposition dans laquelle on réside. À cette fin comparative, précisons qu'il existe d'ores et déjà des informations acoustiques issues d'une campagne de mesures similaire à celle sur laquelle nous nous sommes appuyés.

Plus globalement, seules ces démarches analogues et/ou complémentaires pourraient permettre d'affiner certaines pistes scientifiques dessinées ici, et notamment de préciser l'influence de plusieurs variables en relation au contexte urbain sur la gêne exprimée et les consentements à payer déclarés. Or, nous achevons en ce moment, dans le cadre d'une collaboration entre l'Observatoire de l'économie et des institutions locales (OEIL, Université Paris XII), l'INRETS/LTE et le GREQAM (EHES-CNRS), deux enquêtes contingentes sur les bruits routier et ferroviaire¹⁶. Le rapprochement des résultats avec ceux avancés plus haut permettra non seulement une comparaison modale des coûts sociaux, mais aussi vraisemblablement d'apporter une réponse à certaines des hypothèses interprétatives sur le rôle de ces contextes.

Enfin, ces démarches requises et celles en cours pourraient alors permettre de valider les globalisations tentées à l'échelle de la France : coût social de la gêne due au bruit des avions (400 millions de francs 1999, 61 millions €) ; de la gêne due aux bruits des transports, tous modes confondus (5,6 milliards de francs 1999, 860 millions €) ; et du coût social du bruit des transports, y compris donc les effets sur la santé (7 milliards de francs 1999, 1,67 milliard €).

Convenons toutefois ici que, dans cette perspective de validation notamment à des fins opérationnelles, si il y a la nécessité d'engager des recherches à la frontière de plusieurs champs disciplinaires pour tenter d'éclairer certaines inconnues scientifiques : relations bruit-gêne, déterminants des coûts sociaux, observation des comportements résidentiels..., il y a aussi parallèlement la nécessité de dresser des constats fiables de la gêne sonore due aux transports en France¹⁷. En d'autres termes, il serait opportun que l'action des pouvoirs publics se porte aussi sur le vécu des charges sonores et non sur la seule observation acoustique du bruit, bruit qui, selon sa définition, est rattaché au « ensemble de sons ressentis

Références bibliographiques

- [1] OCDE, Lutter contre le bruit dans les années 1990, Paris, Ed. OCDE, 1991, 88 p.
- [2] Bonnieux F., Desaignes B., Économies et politiques de l'environnement, Dalloz, Paris, 1998, 302 p.
- [3] Commissariat général du plan, Transports : pour un meilleur choix des investissements, rapport du Groupe présidé par M. Boiteux, La Documentation française, Paris, 1994, 132 p.
- [4] Conseil économique et social, Le bruit et la ville, Les Éditions des Journaux Officiels, Paris, 1998, 313 p.
- [5] Comité des applications de l'Académie des sciences, Évaluer les effets des transports sur l'environnement, le cas des nuisances sonores, Rapport n° 16, Ed. Tec & Doc, 1999, 72 p.
- [6] Faburel G., Évaluation du coût social du bruit des transports, Acoustique et Techniques, CIDB, n° 18, p. 48-54, juillet 1999.
- [7] Bonnieux F., Principes, mise en œuvre et limites de l'évaluation contingente, Économie Publique. Études et Recherches, 1, 1998, pp. 47-83.
- [8] Faburel G., Le bruit des avions : évaluation du coût social. Entre aéroport et territoires, Paris, Ed. Presses de l'École Nationale des Ponts et Chaussées, septembre 2001a, 352 p.
- [9] Feitelson E.I., Hurd R.E., Mudge R.R., The Impact of Airport Noise on Willingness to Pay for Residences, Transportation Research - Part D, 1 (1), 1996, pp. 1-14.
- [10] Faburel G., Luchini S., Évaluation du coût social du bruit des transports : application de l'évaluation contingente au bruit des avions à Orly, Région et développement, L'Harmattan, 12, 2000, pp. 55-77
- [11] Guskı R., Personal and social variables as co-determinants of noise annoyance, Noise and Health, Vol. 3, 1999, p. 45-56.
- [12] Vallet M, Vincent B., Olivier D., La gêne due au bruit des avions autour des aéroports, T1 : Analyse de la gêne, Rapport LTE 9920 pour la Mission Bruit (MATE), 2000, 62 p.
- [13] Miedema H.M.E., Vos H., Demographic and attitudinal factors that modify annoyance from transportation noise, Journal of the Acoustical Society of America, 105 (6), 1999, pp. 3336-3344.
- [14] Job R.F.S., Community response to noise : a review of factors influencing the relationship between noise exposure and reaction, Journal of the Acoustical Society of America, Vol. 83, 1988, p. 991-1001.
- [15] Fields J.-M., Effect of personal and situational variables on noise annoyance, US Department of Transportation, Federal Aviation Administration, Washington, DC, 1992, 213 p.
- [16] Faburel G., Le bruit des avions comme vecteur de tensions territoriales et d'identité locale, Colloque Représentations de l'environnement et construction des territoires. Dialogue des disciplines, organisé par le laboratoire IcoTEM, Poitiers, 2001b, 10 p.
- [17] Navrud S., Economic benefits of a program to reduce transportation and community noise : a contingent valuation survey, Internoise, Nice, Août 2000, 7 p.
- [18] Maurin M., Lambert J. et Alauzet A., Enquête Nationale sur le bruit des transports en France, Rapport INRETS n° 71, 1988, 132 p.
- [19] Institut français de l'environnement, Les comptes de la dépense de protection de l'environnement : la dépense de réduction du bruit 1990/1998, Les données de l'environnement, n° 26, avril 2000, 4 p.
- Dufour A., Perception du cadre de vie et attitudes sur l'environnement, rapport CREDOC n° 86, octobre 1990, 61 p.
- Barraqué B. & Faburel G., L'influence du bruit sur le fonctionnement des territoires locaux, Journées Nature, Sciences et Sociétés, ENGREF, 7 décembre 2000, 16 p (Actes à paraître).