

Centre de Recherche



Espace
Transports
Environnement
et Institutions Locales

Institut d' Urbanisme de Paris - Université Paris XII - 61 avenue du Général de Gaulle – 94 009 Créteil
Tél. : 01 41 78 48 26 - Fax. : 01 41 78 48 27 - labo-creteil@univ-paris12.fr
<http://www.univ-paris12.fr/~creteil/>

Les effets des trafics aériens autour des aéroports franciliens

*Séminaires d'échanges sur les connaissances scientifiques
et sur les indicateurs pour l'aide à la décision*

Tome 1 : Etat des savoirs et des méthodes d'évaluation sur les thèmes d'environnement

Guillaume Faburel (coord.), Florent Chatelain, Julie Gobert, Lisa Lévy,
Théodora Manola, Foteini Mikiki et Dalila Zegagh

Mai 2006

Travail mené pour le compte de l'Autorité de Contrôle des Nuisances Sonores Aéroportuaires, de la Direction Générale de l'Aviation Civile et d'Aéroports de Paris.

Sommaire

1. CONSTATS ET OBJECTIFS : LA NECESSITE DE DIFFUSER ET DE METTRE LES SAVOIRS SCIENTIFIQUES EN DEBAT	9
1.1 PROBLEMATIQUE : LA CONNAISSANCE ET SA PRODUCTION EN QUESTION	9
1.2 PREMIER OBJECTIF : REINSERER LES SUJETS D'ENVIRONNEMENT DANS LES PROBLEMATIQUES TERRITORIALES	9
1.3 DEUXIEME OBJECTIF : MISE EN DEBAT DES EFFETS LOCAUX DES TRAFICS AERIENS ET DES AEROPORTS	11
1.4 CRITERES D'ELABORATION DES SYNTHES TRANSVERSALES DES CONNAISSANCES ET PREMIERS ENSEIGNEMENTS (DESCRIPTIFS).....	13
2. NUISANCES ET GENE SONORES DUES AU BRUIT DES AVIONS : LE POIDS HISTORIQUE ET LES LIMITES DES SAVOIRS OFFICIELS	19
2.1 LE BRUIT, LA GENE ET LEURS DEFINITIONS : DES ACCEPTIONS MULTIPLES	19
2.2 LES FACTEURS EXPLICATIFS DE LA GENE ABORDES PAR LA PSYCHOACOUSTIQUE : UNE APPROCHE ESSENTIELLEMENT PHYSICALISTE ET NORMATIVE	21
2.2.1 <i>Les facteurs physiques du son</i>	22
2.2.2 <i>Les facteurs individuels de stress</i>	23
2.2.3 <i>Les facteurs de situation acoustique et socio-démographiques classiques</i>	23
2.2.5 <i>Les facteurs sociaux et sociétaux, vus de la psychoacoustique</i>	25
2.3 LES APPORTS DES SCIENCES HUMAINES ET SOCIALES : UN ELARGISSEMENT DE L'APPROCHE DE LA GENE SONORE, POUR UNE MEILLEURE COMPREHENSION DES VECUS... 28	
2.3.1 <i>Les facteurs explicatifs de la gêne abordés par le champ de la psychologie et de la psycholinguistique</i>	28
2.3.2 <i>Les facteurs explicatifs de la gêne abordés par le champ de la sociologie urbaine et environnementale</i>	33
2.3.3 <i>Les facteurs explicatifs de la gêne abordés par le champ de la géographie sociale</i>	35
3. LES EFFETS SANITAIRES DU BRUIT (DES AVIONS) : DES SIGNAUX QUI CONVERGENT	39
3.1 BRUIT ET SANTE : DES EFFETS MULTIPLES (POTENTIELS OU AVERES).....	40
3.1.1 <i>Les différentes catégories d'effets sanitaires</i>	40
3.1.2 <i>Les effets du bruit sur les enfants, leurs performances scolaires et leur santé</i> ..	44
3.1.3 <i>Les troubles du sommeil : la problématique des vols de nuit</i>	46
3.2 UNE CONNAISSANCE IMPARFAITE DES IMPACTS SANITAIRES DUS A L'EXPOSITION AU BRUIT : LE BESOIN DE L'INTERDISCIPLINARITE.....	48
3.2.1 <i>Des corrélations difficiles à déterminer</i>	49
3.2.2 <i>L'expérience française : un champ de recherche longtemps ignoré</i>	51
<i>La mission « Bruit et santé » : des résultats attendus</i>	52

4. EFFETS SANITAIRES DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE A PROXIMITE DES AEROPORTS : UN MANQUE FLAGRANT DE CONNAISSANCES.....	55
4.1 LES TYPES DE POLLUANTS EMIS PAR LES TRAFICS AERIENS ET LEUR POIDS DANS LA QUALITE DE L' AIR EN VILLE	55
4.2 LES EFFETS SANITAIRES DE LA POLLUTION DE L' AIR LIEE AUX TRANSPORTS : QUELQUES CONNAISSANCES ETABLIES	56
4.2.1 <i>Les connaissances globales, par polluant</i>	56
4.2.2 <i>Typologie des effets : court et long termes</i>	58
4.2.3 <i>Les effets de la pollution atmosphérique sur la santé des enfants : des présomptions confirmées</i>	61
4.3 INCERTITUDES PERSISTANTES ET MANQUE DE CONNAISSANCES SUR LES POURTOURS AEROPORTUAIRES	63
4.3.1 <i>Incertitudes relatives aux effets de la pollution atmosphérique sur la santé</i>	63
4.3.2 <i>Les impacts sanitaires de la pollution des trafics aériens : des manques flagrants</i>	65
5. LES RETOMBEES TERRITORIALES POSITIVES DES AEROPORTS : EFFETS STRUCTURANTS OU CONGRUENTS ?	69
5.1 LES DYNAMIQUES TERRITORIALES : EFFETS ECONOMIQUES ET DEVELOPPEMENT LOCAL/REGIONAL	69
5.1.1 <i>Des effets économiques bien renseignés</i>	69
5.1.2 <i>Les aéroports comme moteurs économiques nationaux, régionaux et locaux ?</i>	74
5.1.3 <i>Une plate-forme multi-modale : l'avenir du développement aéroportuaire ?</i> ... 76	
5.2 RELATIVISATION DES LIENS DE CAUSALITE ENTRE TRANSPORT AERIEN ET DEVELOPPEMENT EXOGENE DES TERRITOIRES.....	78
5.2.1 <i>Des effets territoriaux non systématiques</i>	78
5.2.2 <i>Les effets économiques pour les territoires : un sujet de débat</i>	80
6. AUTRES EFFETS TERRITORIAUX : ATTRACTIVITE ET MOBILITE RESIDENTIELLES, VALEURS IMMOBILIERES, ET DYNAMIQUES URBAINES	85
6.1 UNE MOBILITE RESIDENTIELLE SPECIFIQUE : DESIRS DE DEMENAGER ET POLARISATION SOCIALE.....	85
6.2 LES DECOTES IMMOBILIERES DUES AU BRUIT : UN PHENOMENE LARGEMENT ADMIS PAR LA LITTERATURE INTERNATIONALE	89
6.2.1 <i>Le procédé de mesure couramment utilisé : la méthode des prix hédoniques</i> ...	90
6.2.2 <i>Décotes immobilières imputables au bruit des avions : des résultats pleinement convergents</i>	91
6.2.3 <i>Quelques produits divergents : question de méthode sur un sujet complexe</i>	96
6.3 EFFETS DES SERVITUDES D'URBANISME SUR LA DYNAMIQUE DES ESPACES URBAINS : BEAUCOUP DE DISCOURS D'ACTEURS, PEU D'EVALUATIONS FINES.....	98
7. COUTS ENVIRONNEMENTAUX DES TRAFICS AERIENS ET FONCTIONNEMENTS AEROPORTUAIRES	103
7.1 LORSQUE LA LITTERATURE INTERNATIONALE RECOMMANDE DE PRODUIRE DES CHIFFRAGES TERRITORIALISES.....	103
7.1.1 <i>Le problème posé par la méconnaissance de certains effets environnementaux et territoriaux</i>	103

7.1.2 <i>La nécessité de produire des évaluations situées, par l'observation des préférences individuelles en contexte</i>	105
7.1.3 <i>Les méthodes de monétarisation recommandées</i>	106
7.1.4 <i>Le besoin de coupler les dispositifs méthodologiques pour penser d'autres actions de régulation des impacts environnementaux</i>	108
7.2 LE COUT SOCIAL DE LA GENE SONORE DUE AU BRUIT DES AVIONS	110
7.2.1 <i>Méthodes et indicateurs scientifiques utilisés</i>	110
7.2.2 <i>Résultats proposés : CàP tirés de la méthode des prix hédoniques</i>	111
7.2.3 <i>Les CàP tirés de la méthode d'évaluation contingente :</i>	112
7.3 LES AUTRES COUTS ENVIRONNEMENTAUX : LES EFFETS SUR LA SANTE	117
7.3.1 <i>Le cas du bruit des transports</i>	117
7.3.2 <i>Le cas de la pollution atmosphérique : aucune évaluation de coûts sanitaires de la pollution atmosphérique liée aux trafics aériens</i>	119
7.4 COUTS ENVIRONNEMENTAUX GLOBAUX : DES DONNEES A AFFINER EN EVALUANT DAVANTAGE LES EFFETS	122
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	123

Partie 1

Objectif des séminaires

*Mettre les connaissances scientifiques en débat
entre les acteurs des aires aéroportuaires franciliennes*

1. Constats et objectifs : la nécessité de diffuser et de mettre les savoirs scientifiques en débat

1.1 Problématique : la connaissance et sa production en question

Malgré ses indéniables apports économiques pour les territoires, le transport aérien et les plates-formes qui l'accueillent font l'objet de contestations riveraines croissantes, en France comme à l'étranger. La problématique du bien-être des populations, et au premier chef celle des nuisances sonores occasionnées, apparaissent centrales dans les revendications locales. A titre d'exemple, ces dernières ont à nouveau été exprimées en septembre 2004 lors de l'atelier-débat organisé par le Conseil Général de Seine-Saint-Denis pour la Biennale de l'Environnement (*Maîtrise des nuisances sonores et développement concerté en Seine-Saint-Denis*).

Or, à la suite de quelques travaux de recherche en sciences humaines et sociales menés sur les conflits aéroportuaires et leurs causes diverses (cf. travaux du CRETEIL, du CRESSON ou du LATTS), il est admis que l'information et ses modes de production sont au cœur des débats, et ce dans toutes les aires aéroportuaires. A ce titre, leur mise en transparence fait l'objet d'une demande croissante des acteurs territoriaux et des habitants. Par exemple, dans nombre d'organes de consultation aujourd'hui en fonctionnement, l'objectivité et la pertinence des données acoustiques livrées au débat sont discutées : outils de mesure, méthodes de modélisation, définition et utilisation du système d'observation, indicateurs en vigueur... La problématique de la connaissance et de sa construction s'affirme donc à ce jour comme un des enjeux de la recherche d'actions de compromis entre les acteurs institutionnels, territoriaux et associatifs.

Et, les propos tenus lors de la rencontre précitée ne déroge pas à ce constat partout validé : la méfiance des riverains et des associations de défense du cadre de vie quant au devenir aéroportuaire puise beaucoup dans cette problématique.

Or, derrière la demande de qualification de la réalité sonore par l'acoustique, et plus largement derrière la demande de mise en transparence des modalités de sa production, figurent la problématique de la construction de rationalité, qui s'affirme à ce jour comme un des enjeux de la recherche de compromis entre les acteurs institutionnels, territoriaux et associatifs. Quelles connaissances et informations, quelles modalités pour leur production seraient mieux appropriées pour aider à la construction de telles actions de compromis, au nom du développement durable des territoires urbains au sein des aires aéroportuaires ?

1.2 Premier objectif : réinsérer les sujets d'environnement dans les problématiques territoriales

A l'heure de la construction dite concertée des politiques environnementales et territoriales, au moment des réflexions engagées autour des Communautés Aéroportuaires, il est proposé de prolonger l'effort de réflexion collective engagée depuis quelques années en contribuant à bâtir d'autres bases de dialogue. Pour ce faire, il est apparu nécessaire non seulement d'aider à la construction d'échanges, mais surtout de quelque élargir la focale par rapport aux termes, figés, des débats et concertations actuels (ex : validité scientifique des indicateurs acoustiques). Ceci constitue l'objectif principal des rencontres proposées.

Pour nous décentrer du clivage né, selon nous, de la focalisation sur la seule information technique, sa construction, sa représentativité, sa diffusion... nous proposons de réinsérer la problématique du bruit des avions, et plus globalement la question des effets aéroportuaires dans ses multiples territoires d'appartenance : les territoires de vie des populations, les territoires fonctionnels et économiques des aires aéroportuaires, les territoires d'actions des pouvoirs représentés.

En fait, les acquis des travaux évoqués plus haut ainsi que ceux d'autres recherches d'envergure sur les conflits liés à l'implantation et/ou à la gestion d'infrastructures linéaires de transport montrent clairement que la généralisation sur les vingt dernières années des conflits d'environnement découle pour partie de la territorialisation des argumentaires d'opposition. Concernant les aires aéroportuaires, cette territorialisation se traduit à ce jour par une place grandissante accordée à la question des effets locaux du bruit des avions : nuisances et gêne, impacts sanitaires, décotes immobilières et processus de polarisation spatiale, contraintes à l'usage des sols... Dans nombre de contextes aéroportuaires, français comme étrangers, ces objets sont soit ostensiblement placés au centre des débats, soit sous-jacents, mais non moins structurants, aux critiques adressées à la rationalité évaluative incarnée par la métrologie officielle.

Or, les analyses d'expériences autres qu'aéroportuaires tendent aussi à montrer que cette territorialisation peut s'avérer socialement et politiquement productive, sous certaines conditions. Elle modifie le champ du possible en ouvrant les questions environnementales sous tension aux problématiques socio-spatiales, leurs dynamiques, les processus qui gouvernent leur devenir, leurs vécus par les populations résidentes... Dès lors, les attributs territoriaux et la compréhension de leurs articulations multiples deviennent, parmi d'autres, de nouveaux leviers et outils pour l'élaboration de compromis : tissus et mobilité résidentiels des ménages, offre et qualité des services urbains, distribution et fonctionnement des systèmes productifs, situations et qualifications environnementales, identités et attachements spatiaux... accompagnés de l'épaisseur symbolique et physique des lieux.

Selon la visée première de ce travail, il s'est agi de contribuer à bâtir d'autres bases de dialogue en resituant la problématique du bruit des avions et, plus largement, des charges environnementales liées au fonctionnement des plates-formes, dans les territoires multiples qu'elle implique (pratiques et vécus locaux, administration des territoires, espaces économiques, bassins d'emplois...). Et, en regard des expériences analysées, la question des effets du bruit des avions sur les populations et espaces s'avère selon nous pertinente pour œuvrer dans ce sens, par les caractéristiques territoriales qu'elle convie, par les dynamiques qu'elle donne à voir et par les compétences des acteurs ainsi représentées.

Toutefois, si le territoire devient le creuset de nouveaux possibles, c'est à la condition que cette dynamique d'évolution se fonde et s'accompagne d'apprentissages collectifs mutuels, de collaborations véritables entre les divers acteurs co-construisant le territoire. Aussi, cette réinsertion de la problématique environnementale dans des territoires multiples, aux dynamiques et processus entremêlés, ne peut-elle se faire que dans le cadre de contacts, échanges et débats, réunissant tous les acteurs concernés (dotés ou non de prérogatives légales).

1.3 Deuxième objectif : mise en débat des effets locaux des trafics aériens et des aéroports

En regard de ce qui précède, nous souhaitons mettre en communication et en débat les connaissances relatives :

- aux effets environnementaux (bruit et pollution atmosphérique) des trafics aériens et infrastructures aéroportuaires qui les accueillent, sur les populations et les territoires (études et recherches, rapports officiels... français et surtout étrangers, produits sur les 10 dernières années) ;
- ainsi que plus largement aux effets territoriaux positifs comme négatifs ; et à leur prise en compte, par les indicateurs et méthodes de mesure, dans des politiques aéroportuaires par nature multi-sectorielles.

Et, plutôt qu'un énième colloque qui ne parviendrait pas comme souvent à nourrir des échanges véritables sur le contenu informationnel (exemples éloquentes sur les 5 dernières années en France et à l'étranger), trois demi-journées de rencontres et d'échanges (séminaires) ont été organisées, conviant outre les membres du comité de pilotage, donc les institutions historiquement responsables des actions menées et diffusions réalisées¹, les différents acteurs et représentants des aires aéroportuaires à échanger autour des contenus scientifiques disponibles.

Il s'est agi de susciter réflexions et échanges sur : ces acquis, leurs manques éventuels, les perspectives de leur usage à des fins décisionnelles, tout ceci en vue de penser d'autres articulations entre aéroports et territoires, dans le cadre d'un renouvellement rapide des modes de construction de l'action (contractualisation, déssectorialisation, concertation, privatisation...), notamment dans le champ environnemental lié aux transports (indicateurs, observatoires, autorités de contrôle, agences d'objectifs...).

Il s'est alors agi indirectement, par le fait de constructions d'échanges autour de l'état des savoirs scientifiques et opérationnels existants, de leurs lacunes encore aujourd'hui persistantes, ainsi que des connaissances émergentes, d'aider les acteurs :

- non seulement à exposer et expliquer les critères objectifs de construction de leurs actions (et notamment alors de mettre en débat dans un cadre moins formalisé les informations produites sur les effets positifs et négatifs des fonctionnements aéroportuaires) ;
- mais aussi à penser collégialement et peut-être préfigurer de nouveaux indicateurs, de nouveaux types d'actions, ainsi que les modes opératoires de leur construction et de leur mise en œuvre, mieux adaptés à une demande sociale et politique locales (demande qui puise de plus en plus dans la contingence des vécus et pratiques des espaces soumis aux influences des plates-formes).

Enfin, ainsi que le contenu des échanges actuels le stipule et comme notre entrée territoriale le commande, il nous fallait envisager un objet spatial de projection qui s'affranchisse des seules circonscriptions locales pour donner à voir les multiples échelles de référence des processus à l'œuvre derrière les effets du bruit : la gêne sonore puise dans des représentations et usages d'espaces et temporalités multiples (ex : riveraineté proche et moins proche) ; les impacts immobiliers suggèrent des choix résidentiels des ménages

¹ Autorité de Contrôle des Nuisances Sonores Aéroportuaires (ACNUSA), Direction Générale de l'Aviation Civile (DGAC - DNA) et Aéroports de Paris (ADP).

alternant différentes échelles spatiales et durées d'implantation (ex : attachement territorial et identités spatiales) ; sans compter que la connaissance (encore très fragile) des dynamiques spatiales et de leurs liens notamment à la distribution des emplois, convie plusieurs acteurs et compétences territoriales, en voie d'organisation rapide par le fait des intercommunalités. Aussi est-il proposé ici de nous ouvrir à l'ensemble de l'espace francilien, pour appliquer notre objectif d'échanges au système aéroportuaire régional.

Au final, suivant en cela les trois critères définis suite à nos deux grands objectifs, ce sont 25 acteurs qui ont été conviés, en plus des institutions et organismes commanditaires : des élus locaux de différentes échelles spatiales de compétences (Région, Départements et Communes) et/ou des directeurs de service de leurs administrations territoriales, des fédérations nationales et associations locales de défense du cadre de vie, des responsables d'agences d'objectifs, des directeurs d'observatoires territoriaux, des représentants de compagnies aériennes et de fret...

Après un temps qui a servi à réunir le système d'acteurs (24 février 2006), à présenter la démarche d'ensemble, et à recueillir les demandes nécessaires à l'élaboration de l'état des connaissances scientifiques (donc à l'amorce des échanges), une journée entière verra se succéder un temps de présentation de ces états et, d'une durée égale, un temps d'échanges entre acteurs. Et, suite aux demandes exprimées par les différents acteurs lors du premier temps, notamment en termes d'indicateurs, il est plus précisément apparu, en accord avec le comité de pilotage de ce travail, que les champs de la santé, des nuisances et gêne sonores, ainsi que du bien-être environnemental d'une part, ainsi que celui des valeurs immobilières, dynamiques résidentielles et territoriales de l'autre, champs évidemment tous deux en lien aux situations environnementales autour des plates-formes, pouvaient œuvrer, comme connaissances, à l'amorce de réflexions plus territorialisées.

Logiquement, puisque ce sont autant les échanges que la fourniture d'informations scientifiques qui étaient recherchées, une participation active est attendue de la part de chacun. Les états de la connaissance ont été envoyés 15 jours avant la tenue du séminaire (29 mai), afin de garantir cette dynamique équilibrée dans le débat. C'est là l'une des différences notables avec l'organisation d'un colloque. C'est là un des moyens privilégiés pour des échanges plus féconds (cf. littérature sur la démocratie délibérative, et les dispositifs dits de forums hybrides). En outre, nous avons aussi sollicité de la part des acteurs la fourniture des études et autres documents qu'ils jugeaient nécessaire de livrer à la discussion.

Les échanges produits dans le cadre de ces séminaires ont fait l'objet d'un enregistrement et d'une analyse, qui sera livrée dans le Tome 3 de ce travail. Le présent document, Tome 1, livre quant à lui : l'exposé des états de la connaissance, concernant l'ensemble des thèmes environnementaux et territoriaux retenus. La structure de chaque chapitre thématique s'écarte volontairement de la stricte définition et alors correspondance académique (la gêne sonore viendrait après la santé, car incluse dedans), mais s'organise selon : l'occurrence de ces objets, devenus sujets, dans les débats aéroportuaires, et la distribution entre effets strictement environnementaux (Partie 2) et ceux plus ouverts aux territoires (Partie 3). Le Tome 2, qui sera livré et exposé le jour du séminaire, exposera les réflexions nouvelles et expériences aéroportuaires novatrices en matière d'indicateurs d'effets, de suivi, de performance...

Mais, avant cela, présentons les critères de construction de ces synthèses et livrons déjà quelques enseignements descriptifs.

1.4 Critères d'élaboration des synthèses transversales des connaissances et premiers enseignements (descriptifs)

Avant de livrer les produits théoriques et empiriques des synthèses réalisées, plusieurs informations descriptives s'imposent au débat. L'exposé de ces premiers constats permettra aussi d'énumérer les critères retenus pour bâtir les états de l'art réalisés.

La littérature scientifique, française comme étrangère, des dix dernières années

Tout d'abord, compte tenu des objectifs fixés, précisons que nous ne portons ici regard que sur la littérature de nature scientifique (articles de revues à comité de lecture, communications à des colloques internationaux, rapports de recherche...), ainsi que sur celle institutionnelle, mais ayant la connaissance scientifique pour objet et fondement (productions de l'OMS, de l'ATAG...).

En outre, puisqu'il s'agit de regarder plus avant les aires aéroportuaires franciliennes sous l'angle d'une prospective évaluative (quels sont les manques de connaissances et les modalités de leur comblement dans les contextes franciliens ? Quels pourraient être de nouveaux indicateurs partagés ?...), notre recueil d'informations se devait d'être ouvert à tous les cas d'étude, notamment étrangers. Ceci était d'autant plus impérieux que, comme nous le préciserons sous peu, la littérature anglo-saxonne est largement dominante sur les grands thèmes qui nous occupent dans le cadre de ce séminaire.

Enfin, nous considérerons en priorité les écrits remontant tout au plus à 10 ans, moment à partir duquel la question des effets des trafics aériens et des aéroports a considérablement essaimé dans le champ scientifique, du fait de l'actualité que cette problématique commençait à revêtir pour l'ensemble des acteurs.

Le mode aérien bien représenté, au sein d'une littérature principalement anglo-saxonne

L'application de ces trois premiers critères fait déjà apparaître plusieurs éléments intéressants. Tout d'abord, nous constatons un foisonnement des productions, avec, sur la question des impacts environnementaux des transports, indéniablement une place de choix pour ce qui concerne l'environnement des aéroports. En fait, 600 articles scientifiques distribués dans 25 revues scientifiques internationales de langue anglaise et quelques (mais très rares) françaises, une centaine de communications à des colloques internationaux, ainsi que 40 rapports de recherche et documents officiels ont été analysés dans le cadre de ce travail.

Le mode aérien apparaît ainsi très bien représenté dans les efforts d'analyse scientifique consacrés aux effets environnementaux et territoriaux des transports, en comparaison du mode routier, autre grand type de transport ayant fait l'objet d'une attention non négligeable. Les problématiques aéroportuaires sont même l'objet de colloques et sessions dédiées dans des congrès annuels : *Aircraft Noise Symposium et Air Pollution* de Berkeley, sessions dédiées au congrès annuel *Internoise*, une session au congrès de l'AIAA...

En outre, comme indiqué ci-dessus, nombre de ces produits sont d'origine étrangère, que l'on considère les producteurs ou les commanditaires d'études et de recherches : de l'ordre de 95 %. Une très grande majorité provient des Pays-Bas, de l'Angleterre, de la Norvège, de la Suède, des Etats-Unis et, dans une moindre mesure, de l'Australie et du Japon. Il

n'est dès lors pas étonnant de constater que certains cas aéroportuaires sont bien plus présents que d'autres dans la littérature. Ici, Amsterdam Schiphol et Sydney Kingsford Smith sortent indéniablement du traitement commun des études et recherches empiriques, avec toutefois en définitive beaucoup d'aéroports concernés par des travaux de mesure empirique des effets, y compris, mais plus rarement, français.

Ouverture progressive à l'évaluation des effets, surtout du bruit

Jusqu'ici, nous avons livré les résultats descriptifs tous thèmes confondus. Or, les résultats thématiques de cette première analyse descriptive affichent aussi des éléments saillants. Tout d'abord, indéniablement le bruit focalise l'attention scientifique, comparativement par exemple à la pollution atmosphérique (environ 80 % des productions recensées). Ici, une autre différence se fait jour : du fait même de l'objet, les différents travaux scientifiques renseignent beaucoup plus souvent la thématique sonore dans des contextes spécifiques (ex : pourtours aéroportuaires), lorsque la question de la qualité de l'air a pour échelle spatiale de référence au minimum la région, et surtout l'Etat voire le continent (pour certains travaux de modélisation).

Toutefois, un parallèle est à faire entre ces deux objets thématiques que sont le bruit et la pollution atmosphérique liés aux trafics aériens et aux fonctionnements aéroportuaires : même si se réclamant des effets, impacts, externalités, réponses (à la différence des seules doses émises)... la très grande majorité des articles, communications, rapports de recherches et documents institutionnels recensés développent un angle de lecture d'abord centré sur les émissions, leur mesure, leur évolution... pour ensuite, de manière plus ou moins appuyée et assumée, s'ouvrir à la question des effets.

Remarquons d'ailleurs ici que plus on se rapproche d'aujourd'hui, et plus les publications embrassent vraiment la question des effets, mais souvent avec pour objectif premier voire principal de mettre les normes environnementales existantes, nationales et internationales, à l'épreuve de savoirs en développement rapide. Il y a donc indéniablement une multiplication récente de travaux réellement centrés sur les effets, suivant en cela les débats et enjeux, par exemple sur la validité des indices de mesure. Cela confortait notre choix antérieur de ne couvrir que les 10 dernières années pour notre recension.

Au titre de ces effets du bruit, la gêne sonore, les troubles du sommeil et les impacts immobiliers imputables au bruit des avions ont inmanquablement focalisé l'attention, en comparaison des effets épidémiologiques et toxicologiques et surtout de la question du bien être environnemental, finalement apparu il y a peu. Enfin, la question des choix résidentiels et des dynamiques territoriales est encore très peu renseignée : les évaluations de valeurs immobilières, qui sont une indication des motivations résidentielles des ménages (nous y reviendrons largement) ne sont pas le plus souvent destinées à être resituées dans leurs contextes d'origine, mais plutôt comparées à des observations étrangères, pour bâtir des recommandations générales (ex : internalisation), de plus en plus à partir de méta-analyses.

En d'autres termes, les relations doses sonores - effets (multiples) ne sont en fait que très rarement resituées dans leurs contextes d'émanation empirique, mais plutôt destinées à interroger les normes en vigueur voire à recommander des actions à l'échelle nationale ou internationale. Ici, la question générale des indicateurs d'environnement, qui d'ailleurs fait l'objet depuis peu de revues scientifiques dédiées, s'est rapidement diffusée ces dernières années comme pierre de touche de ces relations.

Posture scientifique dominante : une recherche principalement déductive et normative, peu contextualisée

D'ailleurs, remarquons aussi, mais nous reviendrons amplement, que les disciplines les plus représentées dans la littérature analysée (acoustique, psycho-acoustique, économie immobilière, épidémiologie...) affichent une posture scientifique spécifique, mais néanmoins dominante. Il s'agit d'une recherche principalement déductive (ou *top – down*), empirique et finalisée, cherchant à mettre les schémas théoriques à l'épreuve de travaux de terrains, et ainsi souvent à affiner, par des corrélations doses – effets, les normes et indicateurs nationaux et internationaux qui découlent de ces schémas théoriques et modèles de penser.

Ainsi, nombre de ces produits centrés sur les effets environnementaux et - bien plus rarement - territoriaux des trafics aériens et des fonctionnements aéroportuaires s'achèvent sur des recommandations d'aide à la décision s'inscrivant encore souvent dans une logique *Command and Control*. Ils interpellent au premier chef les compétences des pouvoirs publics supra-nationaux et nationaux, mais impliquent très rarement celles des collectivités territoriales, exception peut-être faite de questions météorologiques (systèmes de surveillance, observatoires...) qui font l'objet de quelques publications scientifiques, mais bien moins que de produits plus opérationnels.

Dès lors, compte tenu de la posture scientifique revendiquée et de l'échelle spatiale de compétence des acteurs auxquels ces produits s'adressent, les démarches les plus nombreuses sont très techniques, quantitativistes, à forte base de statistique multivariée et économétrique, cherchant à « objectiver » les phénomènes environnementaux et territoriaux pointés, de telle manière à livrer des produits dits plus opérationnels, pour ces échelles.

Indiquons que les 25 revues avaient pourtant aussi été retenues selon cet éventuel tropisme. Les causes de ce positionnement principal sont multiples. Il ne nous semble en fait pas étranger aux dimensions physico-techniques impliquées par les objets bruit et pollution atmosphérique, ainsi peut-être qu'à l'origine socio-culturelle des principaux commanditaires et réalisateurs de ces recherches. Sur la question du bruit par exemple, les néerlandais sont incontournables, développant historiquement une posture très normative, à l'origine de nombre de dispositions (ex : Directive Européenne de juin 2002, sur les bruits de l'environnement) et de recommandations (ex : OMS) d'essence internationale.

La France en retrait sur la problématique des effets environnementaux des trafics aériens et des aéroports, malgré une plus grande diversité des approches disciplinaires

Enfin, toujours en guise d'entrée descriptive de notre corpus, la France est, en nombre de productions, quel que peu en retard, comparativement aux pays évoqués, sur la mesure de ces effets. Néanmoins, ce retard n'est pas homogène, puisque les aéroports franciliens ont indéniablement été les mieux observés en France, sur les 30 dernières années : 3 enquêtes, récentes, de gêne sonore (1999-2001), deux évaluations des effets sanitaires (1988, 2003), trois tentatives de mesure des impacts immobiliers du bruit (1980, 2004, 2005), deux évaluations, l'une descriptive (2001), l'autre analytique (2002) des choix résidentiels des ménages.

En serait-ce la cause ou la résultante, quoiqu'il en soit la France se caractérise, comme nous le verrons, par des traditions disciplinaires peut-être à ce jour plus diversifiées que nos voisins sur les thèmes mis en débat, et aussi des points de vue peut-être plus critiques sur la domination exercée par la posture technico-normative exercée à l'échelle

internationale. Au point que ces éclairages nouveaux, en termes de concepts, de méthodes et d'outils d'aide à la décision, suscitent un intérêt croissant de la part de collègues étrangers, peut-être même plus qu'en France. Précisons que quelques rares autres pays, tel le Japon, cultivent aussi, pour des raisons socio-culturelles, de telles ouvertures discursives (cf. à ce sujet une comparaison entre la gêne sonore au Japon et en Suède, in Sato et al., 2002)

Compte tenu de ces premiers enseignements strictement descriptifs, et notamment du nombre de productions en croissance rapide sur la dimension des effets (au premier chef de l'objet bruit des avions), nous avons choisi de ne pas restituer ces acquis de manière proportionnelle à l'état des connaissances et débats. Cela aurait conduit à perpétuer les asymétries de savoirs et disciplines, et des déséquilibres entre contextes aéroportuaires diversement observés... donc à nous détourner de notre logique d'exploration collective des connaissances nécessaires à la construction de nouvelles bases de dialogue, contextualisées.

Des synthèses transversales problématisées

Ainsi avons-nous contrevenu à l'ambition d'agréger selon un procédé systématique des synthèses unitaires et avons privilégié la production de documents thématiques transversaux, de longueur égale, problématisés autour : des définitions scientifiques des objets, de l'état des connaissances et de leur manque, et des indicateurs susceptibles d'être discutés en retour. C'était le moyen selon nous idoine de :

- tout à la fois rendre compte des productions analysées et d'articuler les faits présentés comme avérés (références mentionnées dans le texte avec renvois aux textes d'origine),
- tout en pointant, pour les échanges entre acteurs, les limites et manques persistants ; donc en livrant l'état de connaissances étrangères, mais laissant le débat ouvert sur leur transférabilité aux cas franciliens, par ailleurs encore globalement que peu renseignés.

Chacun des thèmes retenus a fait l'objet d'un document dédié. Nous renseignerons d'abord l'état des connaissances sur l'environnement, son vécu : les nuisances et gêne sonore, puis sur les relations entre bruit et santé, et entre pollution atmosphérique et santé seront tour à tour abordés. Puis, nous développerons, dans un deuxième temps, le thème des impacts économiques, puis celui des incidences immobilières donc aussi des choix résidentiels qu'elles recouvrent, complétées de l'analyse des dynamiques territoriales plus ou moins en lien aux environnement aéroportuaires. La question de la monétarisation de ces différents effets sera saisie par l'entremise d'un chapitre dédié aux coûts sociaux.

Enfin, pour garantir la liberté de chacun de recourir au texte d'origine, chaque emprunt aux productions étudiées est scrupuleusement notifié, et, tant que possible, nous avons eu recours à des citations d'auteurs. De même, pour assurer la portée du propos, les encadrés figurant dans le texte rendent compte de manière détaillée et systématique des quelques résultats empiriques concernant les cas franciliens.

Partie 2

Gêne et nuisances sonores,
effets du bruit et de la pollution atmosphérique
sur la santé

2. Nuisances et gêne sonores dues au bruit des avions : le poids historique et les limites des savoirs officiels

2.1 Le bruit, la gêne et leurs définitions : des acceptions multiples

Selon l’OMS (Organisation Mondiale de la Santé), la gêne est : « *a feeling of displeasure associated with any agent or condition, known or believed by an individual or a group to adversely affect them* »². Nombre des scientifiques ayant le plus produit de manière empirique sur la question empruntent cette définition de la gêne à l’OMS (Guski, 2004[2], p.2), pour la considérer comme effet principal du bruit. En ce sens, ils suivent l’acception qu’à l’OMS de la santé (« *Etat complet de bien-être physique, psychique et social, et ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d’infirmité* ») pour considérer que les phénomènes d’environnement peuvent avoir des effets tant sur la santé physique que psychologique des personnes (Lee C., Fleming G., 2002).

Rapportée aux phénomènes sonores, cette définition de la gêne nourrit et prolonge celle du bruit. « *Le bruit est un ensemble de sons ressentis comme désagréables* » (Robert). « *Le bruit est un phénomène acoustique produisant une sensation auditive considérée comme désagréable ou gênante* » (AFNOR, NFS 30 105). La définition du bruit, en articulant deux domaines de compétences en théorie inséparables - l’acoustique (pour une description physique des sons) et les sciences humaines et sociales (pour l’analyse des ressentis et de ce qu’ils induisent comme réactivités sociales et territoriales) – intègre le caractère négatif du ressenti de gêne.

Et, comme l’emboîtement de ces définitions l’indique, la gêne représente donc l’objet scientifique premier de ce qu’il est convenu d’appeler « nuisances » dans le monde social, et bruit dans le monde technico-politique. Donc, même si les approches qui en découlent varient parfois grandement d’un champ à l’autre, la gêne pourrait dans la logique qui est la notre fournir des clefs essentielles au dialogue entre acteurs. Les acquis scientifiques en la matière, et au premier chef les facteurs qui expliquent les ressentis de gêne, constitueront donc la nourriture première de ce premier temps de synthèse.

Toutefois, malgré la réclamation collective de cette définition standard, chaque discipline scientifique a, selon ses fondements conceptuels et son appareillage méthodologique, développé des approches qui, en définitive, livrent des conceptions souvent fort éloignées des ressentis et donnent ainsi à voir des facteurs explicatifs des désagréments sonores complémentaires à la compréhension de la gêne. C’est la raison pour laquelle nous avons choisi de livrer ces acquis selon les appartenances disciplinaires dont ils se réclament. Nous avons en outre toujours cherché à procurer des exemples, si possible sur le cas des aéroports franciliens, même si du fait du faible intérêt qu’ont longtemps eu les pouvoirs publics pour la question, ces contextes apparaissent bien moins renseignés que ne le sont certains aéroports étrangers (cf. 1.4). Enfin, l’ordre de présentation de ces produits stipule, mais nous y reviendrons, un autre ordre : celui chronologique créé par une asymétrie des savoirs sur la question, depuis les démarches qui se réclament de la psychoacoustique, et qui irriguent encore à ce jour beaucoup l’aide à la décision technico-normative aux échelles nationales et supranationales, jusqu’à la sociologie, ou encore la géographie sociale qui ont livré plus récemment des grilles de lecture fort pertinentes pour comprendre

² Traduction approximative : « le sentiment de déplaisir associé à tout agent / facteur ou condition, connu ou censée/imaginé par un individu (ou un groupe) à les compromettre/affecter »

la variabilité de la gêne et plus largement la sensibilité sociale au bruit des transports, singulièrement au bruit des avions, à des échelles territoriales de quartier, de commune, voire de groupes de communes.

L'acoustique, comme composante des sciences physiques, observe et caractérise les attributs physiques des phénomènes sonores. La psychoacoustique, fruit de la rencontre entre l'acoustique et la psychologie béhavioriste (i.e. comportementale), cherche, selon le principe stimuli-réactions, à mettre les réactions sensibles et comportementales des individus en relation avec les attributs physiques des sons. Dès lors, même si ceux qui se réclament de la psychoacoustique disent souvent que le bruit est un facteur de qualité de vie, et que la gêne représente une réaction psychologique globale, voire une « *synthèse des effets très variés du bruit sur la population riveraine* » (Vallet, 2002, p.26), dans laquelle un grand nombre de facteurs non-acoustiques interviennent, en particulier des facteurs d'attitude (Lambert, 2001, p. 2), ce courant né de la rencontre des deux disciplines mentionnées privilégie l'abord de certains facteurs explicatifs. Pour ces mêmes auteurs, la gêne est certes quantifiable et même mesurable, mais surtout permet « *de valider les indices acoustiques d'exposition au bruit* » (Vallet, 2002, p.26). La gêne dépend donc en premier lieu des niveaux acoustiques, et sert de pierre de touche des indices normés par voie légale.

Toutefois, pour d'autres plus critiques à l'endroit de la psychoacoustique (Meunier, 2001, p.30), la gêne est un objet complexe, à origines multiples. C'est la raison pour laquelle la gêne sonore est liée à la perception d'un son, elle pose ainsi le problème de la qualité des unités de mesure et indicateurs actuels (dB(A) et Leq (A)) qui ne suffisent pas à la décrire. Selon l'auteur, la gêne est en effet liée à la perception d'un son (et non seulement à son niveau sonore. Toujours attaché à la posture physicaliste, on s'emploie toutefois ici à caractériser plus finement les phénomènes sonores, considérant que les indicateurs officiels de bruit sont peu adaptés au suivi et à la prévision.

Ainsi, par cette seule entrée, le rapport de la gêne aux sons est ostensiblement interrogé. Et, de formation de psychologie cognitive (et non comportementale comme les psychoacousticiens), G. Moser avec C. Lévy-Leboyer (Moser et Lévy-Leboyer, 1987) notaient dès le milieu des années 1980 qu'il n'y a pas de corrélation entre les mesures objectives des effets des nuisances et pollutions (physiologiques, comportementales...) et les évaluations dites subjectives de ces effets par les habitants. Parmi d'autres, l'étude de Lévy-Leboyer et Moser en 1976 confirme que les gênes éprouvées sont disparates. Dans des logements très voisins, présentant des situations acoustiques identiques, voire dans un même appartement, se trouvent des personnes très gênées par le bruit et d'autres que le bruit ne perturbe pas du tout. La faible corrélation entre les caractéristiques physiques des sons et expressions diverses de la gêne ont dès le début des années 1970 été sources d'interrogations, notamment en France. Et, depuis lors, ces faibles corrélations, autant que la variabilité de la gêne à contexte sonore comparable, ont été maintes fois montrées et alors confirmées, en France comme à l'étranger (cf. par exemple : Henrique, Zannin, Diniz, Ferreira, 2005).

Selon D. Dubois, C. Gustavino, M. Raimbault (2004), psychologues, et, pour l'un d'entre eux, linguiste de formation, la gêne est une construction cognitive, qui résulte de l'effet produit par les stimulations sensorielles et des connaissances acquises par les sujets sur leur environnement et non pas seulement des propriétés intrinsèques de ces stimulations.

Pour la sociologie, la gêne ne peut être perçue que comme une construction sociale complexe (Leroux, 2003, p.6), mêlant à la fois, différentes modalités d'expression (plaintes, stratégies personnelles, adaptations comportementales, revendications etc.) et

surtout différents facteurs (acoustiques, sociologiques, psychologiques etc.). Ainsi, selon M. Leroux, il faut aujourd'hui « *passer de la problématique de la gêne à celle de la représentation de la gêne, le mot représentation devant être ici employé en un double sens : 1. la gêne est autant façonnée par la représentation sociale que l'on s'en fait que par la nature acoustique de la source ; 2. si la source est peu modifiable, la mise en scène des représentations des différents acteurs offre peut-être une voie pour apprendre non pas à entretenir le mythe d'un improbable consensus mais à gérer les dissensus.* » (Leroux, 2003, p.6)

Enfin, pour la géographie, notamment dans sa composante sociale, la gêne est un construit territorial, articulant trois composantes : certes la dimension physique (les phénomènes sonores liés aux activités sources) mais aussi politique (les relations entre acteurs sont inhérentes au ressenti de la gêne) et affective (ou identitaire des populations résidentes)

A la lumière de ce tout premier tour d'horizon, nous pouvons admettre que la gêne est certes inhérente à la définition du bruit, mais pas uniquement corrélée aux caractéristiques physiques des sons. Les définitions livrées tant par les savoirs « officiels » que ceux longtemps moins représentés dans les arènes étatiques et européennes donnent à voir la multi-dimensionnalité de plus en plus renseignée de la gêne, dimensions multiples qui stipulent l'influence de facteurs non-acoustiques sur de tels ressentis négatifs. C'est cette corrélation de moins en moins assurée entre phénomènes sonores et gêne qui explique, en partie, l'évolution de définitions de la gêne dans le temps. Celle-ci a provoqué l'ouverture progressive de la compréhension de la gêne à d'autres lectures disciplinaires, et donc à d'autres facteurs explicatifs, plus psycho-sociaux et socio-spatiaux.

2.2 Les facteurs explicatifs de la gêne abordés par la psychoacoustique : une approche essentiellement physicaliste et normative

Comme évoqué ci-dessus, la question de la gêne a été abordée par différentes disciplines. Toutefois, l'approche traditionnelle par la psychoacoustique, dérivé de l'acoustique, a longtemps été la seule existante et reste encore la première source d'informations scientifiques sur le sujet. Elle est en effet bien souvent la seule connue, et reconnue, et concentre la majeure partie des efforts de recherche qui sont menés sur le sujet.

La psychoacoustique observe principalement les caractéristiques physiques des sons pour les mettre en relation avec les qualités et sensations auditives, grâce à des corrélations statistiques qui lient doses sonores et manifestations comportementales et/ou déclaratives de la gêne. De part les présupposés propres à chaque discipline, les psychoacousticiens s'intéressent donc, chez l'humain, principalement au fonctionnement du système auditif et aux réactions réflexes.

De ces analyses centrées sur les caractéristiques physiques des sons et des personnes exposées dans l'expression normée de la gêne (perturbation d'activités, troubles du sommeil, déclaration de gêne... tout ceci grâce à des échelles standardisées) découlent une liste de paramètres explicatifs. Concernant l'origine des travaux menés dans ce domaine, on peut constater une large prépondérance des écrits anglo-saxons sur les écrits français. Le plus grand développement de la psychoacoustique outre-manche peut sans doute expliquer la relative faiblesse expérimentale des travaux français, du fait du nombre réduit de chercheurs s'étant penchés sur la question. Miedema, Job, Fidell, ou encore Finegold et Guski sont sans conteste les auteurs les plus reconnus dans le domaine, largement cités par les chercheurs français férus de psychoacoustique.

2.2.1 Les facteurs physiques du son

Pour M. Vallet, l'intensité réelle et perçue du bruit n'explique pas à elle seule la perception négative d'un bruit. D'autres caractéristiques physiques du bruit lui-même jouent un rôle important. S. Meunier identifie par exemple (Meunier, 2001, p. 30) l'amplitude de modulation (paramètres spectraux), corrélée avec la gêne, et la rugosité (son d'un sifflet à bille par exemple).

En outre, d'autres facteurs, liés à la fréquence des événements sonores (la durée de passage de l'appareil, le nombre d'événements) doivent également être pris en considération (Vallet, 2002, p. 29 ; Lambert, 2001, p. 4) pour expliquer la gêne ressentie. La différenciation entre la journée et la nuit (qui donnera naissance au Lden, cf. Chapitre 9.), constitue aussi une évolution importante de l'approche psychoacoustique (Schreckenber, Guski, Schmaus, Moehler, Schuemer, 2004).

Tous ces paramètres physiques du bruit lui-même, ainsi que des strictes caractéristiques auditives de l'écouter, ont une place primordiale dans cette approche de la gêne : mais elle ne considère que la manifestation physiologique comme effet produit par le bruit. En fonction des caractéristiques précédemment citées, le bruit sera par exemple responsable d'une plus ou moins grande excitabilité des systèmes nerveux (et par conséquent de troubles du sommeil par exemple) (Vallet, 2002, p. 28).

Dans leur article sur les tendances scientifiques actuelles de la psychoacoustique, G. Canévet et *al.* témoignent de la persistance d'une approche très physicaliste des psychoacousticiens à l'égard de la gêne. Ils distinguent au moins deux grands domaines de recherche fondamentale. Un premier groupe se concentre sur les fonctions auditives : l'analyse des perceptions auditives, au caractère très physiologiste ; l'analyse des scènes auditives, qui s'attache à comprendre le système auditif en situation de différentes sources sonores ; la mémoire auditive ; les méthodes d'exploration des structures perceptives en audition. Le second groupe est orienté vers le signal : simulation par écouteurs de l'espace sonore, métrologie sonore, qui mesure la sonie (*infra*), psychomécanique et contrôle actif du bruit. Dans ce dernier domaine, les limites rencontrées par les méthodes traditionnelles de la psychoacoustique peuvent être rapprochées des limites repérables dans son explication de la gêne due au bruit des avions. En effet, les auteurs expliquent que « *le contrôle actif produit des résultats décevants lorsqu'il est abordé sous un angle purement physique : les atténuations atteintes sont moins impressionnantes, du point de vue subjectif, que ce que les mesures physiques laissent espérer. Et pourtant, si l'on trouve de nombreuses publications sur les caractéristiques physiques des solutions de contrôle actif, seuls quelques articles ont été consacrés aux effets de ce contrôle et au ressenti des auditeurs.* » (Canevet et Al., 2005, p.32).

Cependant, l'introduction d'échelles sémantiques, qui s'avère nécessaire pour évaluer la gêne déclarée et ainsi mieux comprendre les réactions de la population, dans un domaine traditionnellement physicaliste, constitue un risque non négligeable de biais expérimental. Les apports d'autres disciplines telle que la sémioacoustique invitent par exemple à prendre les résultats obtenus par la psychoacoustique avec beaucoup de précaution. Ils soulignent surtout la nécessité de compléter ces informations avec celles obtenues à l'aide de méthodes différentes.

2.2.2 Les facteurs individuels de stress

Vallet souligne tout d'abord le rôle joué par « *l'acuité auditive, qui peut varier de 20 dB d'une personne à l'autre, et dans ce cas la gêne sera alors très proche de la bruyance, qui est une sensation simplement perceptive (Ward, Kryter)* » (Vallet, 2002, p. 27). D'autres auteurs comme Miedema et Vos ainsi que Nathanail évoquent également la sensibilité au bruit comme facteur potentiellement influant sur la gêne ressentie. Cette sensibilité peut être définie, selon une visée toujours physicaliste fondée sur les liens entre stimuli et réactions, comme « *un indice de vulnérabilité aux stressseurs en général* » (Stansfeld, 1993).

Langdon (1973) suggère d'utiliser une simple procédure d'auto-évaluation pour la mesurer³. Cependant que Nathanail note une tendance des personnes interrogées à situer leur sensibilité au bruit dans la moyenne afin de « *se présenter comme un « individu moyen », « objectif » et ainsi d'augmenter la crédibilité de leur réaction* » (Nathanail, 2005, p.5). Il est vrai que la sensibilité au bruit est laissée à la libre discrétion des personnes interrogées : celles-ci doivent dire si elles s'estiment plus ou moins sensibles au bruit que la moyenne (Miedema et Vos, 1999, p.6).

Des auteurs, plus ouverts à la cognition, prolongent l'effort de caractérisation de la perception sonore, mais toujours dans le registre de l'audition. A partir de l'analyse de la perception des bruits de voisinage. S. Meunier identifie ainsi plusieurs « *paramètres perceptifs et/ou physiques potentiellement significatifs dans la caractérisation qualitative des signaux acoustiques* » (Meunier, 2001, p.30) :

- la sonie, qui est la « *perception auditive de la force du son, variant du seuil d'acuité au seuil de douleur* »⁴, représente le principal facteur perceptif lié à la gêne. Celle-ci dépend du niveau sonore, de la fréquence du son, de sa durée et des marquages fréquentiels et temporels. Il est important de remarquer avec cet auteur que les différentes composantes de la sonie font qu'elle n'est pas complètement représentée par le dB.
- l'acuité (soit le « *pouvoir discriminant d'un organe sensoriel* »⁵, son grave ou aigu) : une acuité moyenne représente la gêne la moins forte, une acuité forte une forte gêne, mais le lien entre gêne et acuité faible reste à démontrer.

Mais, si la sonie et l'acuité sont des caractéristiques de perception, elles restent très physiques, et les dimensions pleinement cognitives de la perception sonore reste éloignées des recherches en psycho-acoustique. En fait, ce sont les facteurs de situation qui engagent vers une psychologie peut-être moins mécaniste.

2.2.3 Les facteurs de situation acoustique et socio-démographiques classiques

Caractéristiques physiques du logement

Ici, ce sont les caractéristiques acoustiques des contextes qui sont abordées, relatives à la qualité d'insonorisation du logement ainsi que des caractéristiques géophysiques de ce

³ D'autres méthodes existent, mais elles se contentent de décrire le phénomène, sans l'expliquer (Aubrée, 2003, p. 114).

⁴ Tiré de Blouin M., Bergeron C., 1997, *Dictionnaire de la réadaptation, Tome 2 : termes d'intervention et d'aides techniques*. Québec : Les Publications du Québec, p. 70.

⁵ Ibid.

dernier. Toutes deux sont observées dans le prolongement de type de posture strictement physicaliste. Ainsi, la situation de l'appartement (éloignement par rapport à la source sonore) en tant qu'elle est liée au degré d'exposition au bruit est un facteur important, qui souligne l'importance dans la gêne ressentie en raison de sources sonores extérieures par rapport au bruit intérieur (Nathanail, 2005, p. 8). La présence de bruits de fonds, le niveau d'isolation du logement, la présence d'une façade au calme sont des facteurs également importants influant sur le degré de gêne observée (Lambert, 2001, p.4). Nathanail (2005, p. 2) et Vallet (2002) enfin, mettent en évidence l'exposition à de multiples sources sonores notamment comme facteurs de situation déterminants lors de l'expression de la gêne.

Caractéristiques socio-démographiques

Les auteurs mentionnent ensuite souvent les caractéristiques socio-démographiques comme facteur explicatif potentiel. Cependant, ils semblent les avoir inégalement analysés. Vallet et Lambert (2001, p.4) citent par exemple l'âge, le niveau de revenu, le sexe, le type d'habitat et le statut d'occupation sans préciser si les uns sont plus corrélés que les autres, voire s'il existe des phénomènes de colinéarité statistique (ex : plus on avance dans l'âge, plus la probabilité d'être propriétaire augmente). En outre, tous les auteurs s'accordent généralement sur l'influence d'un travail en rapport avec l'aviation comme facteur assurant une plus grande tolérance vis-à-vis du bruit, mais ceci est le plus souvent importé de travaux empiriques menés sur la question du bruit ferroviaire, avec les cultures professionnelles que l'on connaît.

La psycho-acoustique étrangère est bien plus précise sur la question. Miedema et Vos ont en effet testé chacun des paramètres qu'ils identifient et concluent à des corrélations significatives, mais toujours isolément faibles de l'ensemble des variables (à l'exception du genre qui n'est pas corrélé) (Miedema et Vos, 1999, p.3):

- l'âge est la variable qui présente la plus importante corrélation ;
- puis, par ordre décroissant d'importance :
 - le niveau d'éducation (ou appartenance socioprofessionnelle)
 - le statut d'occupation du logement (corrélation modeste)
 - le nombre des personnes composant le ménage (corrélation limitée)
 - vivre en couple ou non (idem)
 - facteur de dépendance financière à la source émettrice
 - utilisation de la source émettrice

Pour Nathanail (2005, p.2) seul l'âge semble être déterminant dans l'explication de la gêne, les autres facteurs démographiques, tels que le sexe, la catégorie socioprofessionnelle, les revenus, le statut d'occupation etc. n'ayant pas d'effets significatifs sur la gêne ressentie.

Les psychoacousticiens se réfèrent ainsi à un ensemble de facteurs communs qu'ils mettent à l'épreuve lors d'études qui cherchent à établir un lien direct entre d'une part des facteurs aisément objectivables (donc souvent techniques, physicalistes et répondant à des nomenclatures pré-définies) et, de l'autre, les niveaux de gêne recueillis par voie déclarative. Il s'agit pour eux de prévoir les réactions collectives au bruit, d'où l'importance accordée aux données statistiques chiffrées (situation du logement, caractéristiques socio-démographiques...). De façon générale, il semble que les anglais, les allemands et les néerlandais s'appuient toujours sur des enquêtes, le plus souvent par questionnaires, et se réfèrent donc à des données empiriques là où les français bénéficient

d'un matériau empirique plus rare et sont encore fragilisés dans leurs conjectures (cf. discours d'Aubrée, du CSTB, *infra*)

Mais, du fait de la faible (mais robuste) corrélation entre la caractérisation physique des sons et l'expression de la gêne déclarée, les psychoacousticiens ont commencé depuis le début des années 1990 à s'ouvrir à un certain nombre de facteurs qui ne sont ni physicalistes, ni de statistique socio-démographique. Il s'agit de facteurs comportementaux et même de facteurs classiquement abordés par les sciences humaines et sociales. Cependant, si certains de ces facteurs peuvent être appréhendés en utilisant les savoirs et méthodes traditionnels de leur discipline, très physicalistes et quantitativistes, d'autres le sont beaucoup moins. On peut ainsi distinguer au sein de ces nouveaux facteurs : les facteurs psychologiques et comportementaux, que la psychoacoustique peut tant bien que mal s'approprier, et les facteurs sociaux et territoriaux, sur lesquels elle n'a en définitive aucune réelle prise empirique. Or, outre que cette ouverture progressive traduit la réalité des enjeux sociétaux liés aux bruits des transports, ces facteurs pourraient expliquer une bonne part de la variabilité de la gêne non expliquée et explicable par les fondements de ce courant disciplinaire.

2.2.4 Les facteurs psychologiques et comportementaux

M. Vallet et J. Lambert citent également des effets du bruit sur les comportements, que l'on considère tout à la fois comme des expressions de la gêne et, en retour, comme des facteurs influent la gêne ressentie. Ainsi, le sentiment d'un dérangement, la perturbation des activités quotidiennes telles que les conversations, l'écoute de la télévision ou de la radio, la lecture, le repos, le sommeil, peuvent être selon les psychoacousticiens considérés tout à la fois comme des éléments participants de la gêne ressentie (Vallet, 2002, p. 28 et Lambert, 2001, p. 4), mais aussi comme des indicateurs de gêne, en utilisant notamment les taux de personnes qui disent avoir les comportements cités. Cette proposition est tout à fait dans la logique de leur discipline et en accord avec leur posture normative, car ils trouvent dans ces pourcentages un moyen de comptabiliser et donc d'objectiver la gêne, à des fins de suivi des normes en vigueur.

Un dernier facteur comportemental, plus psychologique, est toutefois aussi avancé, mais rarement étudié bien qu'aisément mesurable : l'aspect intrusif du bruit, qui pourrait également expliquer une gêne sans rapport direct avec les niveaux sonores observés. Si le bruit survient lors d'une activité intellectuelle, l'impression d'une diminution des performances cognitives peut entraîner un sentiment de gêne (Boyer, Bayssier, Chaudron de l'ONERA, et Pastor de l'Inserm).

2.2.5 Les facteurs sociaux et sociétaux, vus de la psychoacoustique

La faiblesse de la corrélation bruit-gêne, ainsi que l'amplification des réactions sociales et sensibilités au bruit ont conduit les dépositaires de la psychoacoustique à s'ouvrir progressivement à d'autres facteurs, moins physiques ou socio-démographiques, caractérisés par leurs composantes psychologiques, sociales et sociétales. Ces facteurs sont beaucoup moins développés, et font pour la plupart seulement référence aux écrits des chercheurs d'autres disciplines, mais sans démonstration empirique de la part des psychoacousticiens. Leurs postures de recherche sont en effet inadaptées car ces facteurs ne peuvent que très difficilement faire l'objet d'évaluations selon les méthodes classiques, strictement quantitatives. Il est notamment difficile de les envisager en termes de dose-réponse, relation qui permet ensuite de proposer des corrélations à des fins prédictives.

Certains aspects psychologiques sont ainsi évoqués, sous-forme d'emprunt, par les chercheurs en psychoacoustique. M. Vallet et J.C. Bruyère expliquent notamment l'importance de la mémoire sur la gêne. Elle serait en effet liée à des réactions construites et mémorisées, puis réactivées même si le perçu est un bruit faible. D'autre part, les auteurs insistent sur le contenu informel et/ou affectif du bruit. La gêne dépend de la signification attribuée au bruit et non seulement à ses caractéristiques physiques. Des facteurs sociétaux sont également mentionnés, tels que la sensibilisation par les mouvements de contestation autour des aéroports (associations), la représentation de l'action des pouvoirs publics, l'image sociale, pour partie liée à son utilité, de la source du bruit (Torgue, 2005 ; Djokvucic, Hatfield and Job, 2004 ; Maris, Stallen, Steensman et Vermunt, 2004) ou encore les attentes vis-à-vis de l'évolution du bruit ainsi que des croyances (perte de valeur du bien immobilier). Mais, ces auteurs font alors ostensiblement référence à d'autres chercheurs (Vallet, 2002, p. 28), d'appartenances disciplinaires différentes.

En fait, on peut rapprocher cet ensemble de facteurs de ceux évoqués par Guski ainsi que Miedema et Vos sous la dénomination de facteurs cognitifs d'impuissance (*helplessness*) – les gens sont gênés parce qu'ils ne peuvent rien faire pour améliorer leur situation - ou de facteurs d'attitude (sensibilité au bruit, peur de la source, capacité à surmonter, à faire face au bruit...). Ces facteurs d'attitudes peuvent être rapprochés de ceux qualifiés de situation par la psychologue A. Moch. (*infra*).

A. Bristow et M. Wardman (Bristow et Wardman, 2003) dans leur étude 5A pour Eurocontrol se sont donnés comme objectif de tester l'application de la méthode d'évaluation contingente (méthode de monétarisation Chapitre 7) aux nuisances sonores autour de trois aéroports : Manchester, Lyon et Bucarest. L'un des moyens essentiels pour faire éclore ces facteurs a été de mobiliser d'autres dispositifs méthodologiques, et notamment des réunions de groupe avec des riverains de chacun des aéroports. Trois pourtours aéroportuaires ont ainsi été étudiés avec pour objectif d'explorer la qualité de vie globale et l'importance du bruit des avions, sa perception et les impacts globaux des aéroports dans l'évaluation de cette qualité de vie.

Selon cette étude, même si le bruit des avions n'est pas le principal critère pour évaluer la qualité de vie globale il est un facteur important influant sur la qualité de vie. Il est une source d'insatisfaction. Et, une relation existe entre le ressenti de la gêne et le bruit perçu (Bristow, Batley, Wardman, Hullan, Plachinski, 2005). Les auteurs ont par ailleurs rédigé des questionnaires pour lesquels ils se sont appuyés sur les écrits de Miedema et Vos concernant les facteurs démographiques et d'attitude, et ceux de Fields sur l'importance du bruit ambiant.

Les principaux facteurs retenus pour mener les enquêtes dans ces pourtours aéroportuaires ont été : la distance de l'aéroport, le type de quartier, l'ancienneté de la résidence dans le quartier ; un facteur technique d'exposition : la présence de double vitrage ; deux pratiques d'habitat : le temps passé chez soi, la nature des activités au moment où le bruit survient (usage du jardin en particulier) ; des données socio-démographiques : niveau d'éducation, statut d'occupation du logement, âge (jeunes et personnes âgées moins gênés selon Miedema et Vos), dépendance à l'égard du mode de transport et utilisation du mode, revenus, présence d'enfants dans le ménage, sensibilité personnelle au bruit.

Selon les auteurs, le degré de sensibilité au bruit ainsi que la peur liée à la source (peur de risques d'accidents ; Miedema et Vos, 1999), mais également la croyance de pollution de l'air, la crainte d'une baisse de la valeur vénale du bien immobilier, la croyance d'un développement important du trafic aérien et d'une augmentation du trafic terrestre induit seraient plus intéressants pour expliquer la gêne que les données purement socio-

démographiques classiques, telles que l'âge et le genre. Ces analyses confirment les analyses et acquis de la psychoacoustique : les croyances peuvent jouer un rôle important dans la déclaration de gêne.

Remarquons ici, que l'un des moyens essentiels de faire éclore ces facteurs a été de mobiliser d'autres dispositifs méthodologiques, et notamment des réunions de groupe avec des riverains de chacun des aéroports. L'appréhension globale de la gêne pose bien la question des appareillages méthodologiques requis par les disciplines, et alors les modalités de traitement statistique privilégiées pour produire des résultats sur le ressenti.

L'étude de l'INRETS (2000) autour d'Orly et Roissy CDG : une étude dans la tradition psychoacoustique

L'étude de l'INRETS autour d'Orly et Roissy CDG pour la DGAC et le MEDD, selon leurs auteurs, « *analyse notamment de façon [...] systématique les relations entre le niveau de gêne évalué sur une échelle en dix points et toute une série de facteurs individuels ou environnementaux (qualité de vie, effets sur la santé et les conduites quotidiennes)* » (Aubrée, 2003, p. 109). Les résultats, basés à la fois sur une enquête d'opinion et une campagne de mesures acoustiques (ACOUSTB) confirment une nouvelle fois que la gêne est très variable, ne s'expliquant que très partiellement par les indices acoustiques en vigueur, ou à venir (*infra*).

L'enquête d'opinion a été réalisée à l'automne 1998 auprès d'un échantillon représentatif de la population de référence. Les points d'enquête et de mesure ont été choisis en fonction de leur localisation géographique par rapport à l'aéroport et aux pistes. Des lieux ont été retenus dans l'emprise des PEB et des PGS ainsi que dans des zones plus éloignées des plates-formes, à l'extérieur des courbes. Enfin, des critères concernant le type d'habitat dominant (rural/urbain, collectif/pavillonnaire, nouveau/ancien) ont été pris en compte. Quelques points ont été retenus afin d'analyser les cas d'exposition à plusieurs sources de bruit. Concernant Orly, 607 personnes, réparties dans 14 communes, ont été interrogées.

L'analyse montre que 48 % des personnes interrogées se disent assez gênées ou très gênées par le bruit des avions. Cette gêne, qui semble peu liée à des critères psychosociologiques, s'exprime, dans la tradition béhavioriste, par la perturbation de comportements (difficultés à suivre une conversation, à écouter la radio ou la télé, impossibilité d'ouvrir la fenêtre la nuit...). En outre, le niveau moyen de gêne augmente avec les représentations négatives liées au bruit des avions, à l'action des aéroports, aux effets des avions sur la santé ou à la dépréciation subjective des biens immobiliers. Enfin, l'action des pouvoirs publics pour limiter les effets du bruit des avions est jugée (plutôt) insuffisante par environ la moitié des répondants.

Les coefficients de corrélation entre gêne et indices de bruit sont comparables à ceux obtenus dans des études similaires antérieures, et très voisins malgré différents indices acoustiques tels que le LDN, le Lden ou le Leq. Ainsi, les indices à base de dB(A) permettent une évaluation de la gêne comparable à celle obtenue avec des indices de type psychologique, précédemment utilisé. Par ailleurs, il semble que des critères spécifiques à la période nocturne et des critères géographiques, tels que la localisation des habitations par rapport à l'axe de piste, permettent d'affiner l'évaluation de la gêne ressentie par les populations.

Voyons alors ce qu'apportent sciences humaines et sociales à cette quête de compréhension.

2.3 Les apports des sciences humaines et sociales : un élargissement de l'approche de la gêne sonore, pour une meilleure compréhension des vécus

L'approche, surtout anglo-saxonne, qui consiste à mettre en lien, par des corrélations statistiques, les résultats de mesures sonores et les effets sur la santé, mais essentiellement physique ou encore plus modestement psychique, reste à ce jour prédominante. Pourtant, les critiques adressées par plusieurs chercheurs et notamment ceux issus des sciences humaines et sociales, notamment en France, mais aussi en Allemagne et au Japon, se font plus en plus nombreuses. Il est vrai que les solutions opérationnelles découlant de ce type d'approches, le plus souvent la mise en place de zonages traduisant cette corrélation doses sonores – réponses de gêne en vue de limiter l'exposition des populations dans les périmètres ainsi définis, ne semblent pas apporter les fruits escomptés en termes de bien être environnemental, donc réellement traduire la gêne exprimée. Suivant cette logique, pour les cas aéroportuaires par exemple, plus on s'éloigne de l'aéroport moins on devrait enregistrer de moindre niveaux de gêne et une diminution du nombre de plaintes. Or, ces niveaux et nombres ne diminuent pas en conséquence et, déjà faibles, les corrélations doses sonores – réponses de gêne se réduisent encore. Et, dernier constat, les conflits entre acteurs des aires aéroportuaires ne s'apaisent pas.

Face à cette réalité tôt observée, d'autres approches ont progressivement vu le jour dans les années 70. Ces nouvelles approches proviennent pour nombre des laboratoires et des centres de recherche français. Selon leurs études et analyses, le contexte personnel et collectif dans lequel se trouvent les riverains est une explication très probable de l'écart constaté. Ici, plusieurs disciplines scientifiques contribuent à nourrir cette compréhension. Il s'agit de la psychologie cognitive et sociale de l'environnement, de la sociologie urbaine et environnementale et de la géographie sociale. L'ordre choisi pour leur présentation est fidèle à la réalité chronologique, et surtout traduit bien l'emprise croissante des enjeux sociaux autour du bruit, donc de l'occurrence de facteurs qui puisent de plus en plus dans les espaces sociaux et territoires de vécus.

2.3.1 Les facteurs explicatifs de la gêne abordés par le champ de la psychologie et de la psycholinguistique

La psychologie cognitive et sociale

Comme on l'a vu précédemment, la psychoacoustique tente donc d'explicitier la « *relation entre l'énergie acoustique mesurée et la réponse des sujets aux questions qu'on leur pose* », mais se heurte à la « *subjectivité variable* » des individus (Aubrée, 2003, p.108). Or, les études contextualisées sur le bruit des avions fondées sur la psychoacoustique échouent à mettre en évidence une corrélation élevée pour expliquer les niveaux de gêne exprimés par la population, et adjoignent dès lors d'autres facteurs explicatifs, qui caractérisent statistiquement le sujet, sans analyser finement leur rapport avec la gêne. Dans cette perspective critique et constructive, D. Aubrée, du CSTB, cite deux exemples d'études réalisées au Japon et en Australie sur des cas aéroportuaires, montrant les questions que soulèvent la lecture physicaliste et normative.

Une étude japonaise (1999) évalue les nuisances liées à la présence des bases américaines de Futenma et Kadena, à partir de questions portant directement sur la gêne (échelle déclarative en cinq points). Les facteurs explicatifs retenus ont été l'intensité des bruits perçus, les activités perturbées par le bruit, les conduites de défense, les perturbations du sommeil, les craintes liées aux bruits des avions, et surtout la qualité de l'environnement résidentiel, nouvelle venue dans le registre explicatif. D'après Aubrée, « *il semble, [...] sans que cela soit réellement défini, que la gêne soit considérée comme la résultante globale d'effets plus spécifiques.* » (Aubrée, 2003, p.108).

L'étude australienne (Bullen, Hede et Kyriakos, 1986) réalisée dans les pourtours de cinq aéroports avait pour objectif « *de produire une relation dose-réponse valide et fiable qui puisse servir de référence aux planificateurs* ». L'exposition au bruit n'expliquant que 13 % de la variance interindividuelle, les auteurs ont testé d'autres facteurs pour conclure que « *la seule caractéristique personnelle dont on montre sans ambiguïté qu'elle affecte de façon importante est la sensibilité au bruit en général* » (cité par Aubrée, 2003, p. 109). Cette sensibilité explique 11 % de la variance, niveau très proche des caractéristiques physiques des sons.

Selon cette lignée, certains psychologues cognitivistes considèrent que les facteurs individuels et de situation modulent considérablement le rapport au bruit. En suivant par exemple A. Moch de l'Université de Nanterre (Moch, 1988) :

- facteurs individuels : attentes (ex : différence lieu de travail et lieu d'habitation), représentations (du cadre de vie, de la source...), vécu (ex : référents), habitudes (ex : familiales), type de personnalité (anxieuse, dépressive, introvertie...), investissement affectif (ex : propriété)...
- facteurs de situation : degré de contrôle (choisie/non choisie, évitable/non évitable, attendue/inattendue), climat affectif (contexte social, caractéristiques de l'entourage...), contexte culturel (ex : bruyance des villes latines par rapport aux villes nordiques)...

Remarquons que si les approches sont bien différentes (notamment en termes de méthodes, plus qualitatives, et de traitements statistiques, plus compréhensifs) de celles développées par la psycho-acoustique, les termes sont parfois voisins : facteurs de situation, attitudes...

Dans le prolongement encore, un des principaux représentants de l'approche de psychologie cognitive et sociale de l'environnement est à ce jour en France le Laboratoire de Psychologie ENVironnementale (CNRS – Université Paris V). Le LPENV développe une approche centrée sur les interactions de l'individu avec son environnement. Les investigations menées ont pour objectif principal de saisir comment les caractéristiques de l'environnement interagissent de manière dynamique avec les caractéristiques psychologiques des sujets dans la détermination de leurs comportements et de leurs représentations. La dimension temporelle y est particulièrement analysée.

Les travaux menés par G. Moser, C. Levy-Leboyer, V. Naturel indiquent que les paramètres psychosociologiques ont un rôle prépondérant sur les effets non auditifs des sons, qui sont considérés comme de loin les plus fréquents, à la différence de la psychoacoustique ou encore de l'épidémiologie (cf. 3. Bruit et santé). En fait, en regard de ces paramètres de subjectivité, les psychologues sociaux, et dans une moindre mesure cognitivistes, considèrent que la modification des contextes sociaux et politiques joue un rôle vraisemblablement au moins aussi important dans le vécu et la sensibilité au bruit que les phénomènes sonores en eux-mêmes.

Selon Moser (Moser in. Lévy-Leboyer & Moser, 1987), les variables du genre, d'âge et de personnalité (facteurs individuels) ne rendent que très peu compte des gênes exprimées. Par contre, les significations et valeurs sociales du bruit sont des facteurs à explorer, rejoignant ainsi l'abord sociologique de la question des ressentis sonores. Les attentes sociales des individus peuvent également influencer le ressenti de gêne. C'est ce qui est dénommé « interprétation des sons » ; par exemple, des personnes venant de déménager d'un cadre de vie perçu comme bruyant et stressant, pour venir s'installer dans un environnement attendu comme plus calme, seront plus enclins à reconsidérer des bruits comme non gênants alors que ces derniers présentent des niveaux élevés.

En fait, de ces différents travaux ressortent, outre les représentations sociales du bruit, de ses producteurs... que les caractéristiques situationnelles semblent avoir également une grande influence sur la gêne ressentie. La variation de la gêne est fonction de l'évaluation individuelle globale de l'environnement sans pour autant que la relation entre la gêne sonore et d'autres désagréments interviennent visiblement dans l'évaluation globale de l'environnement. Ce sont d'autres facteurs de situation qui semblent interagir. Par exemple, la relation entre la gêne et l'envie de changer de lieu d'habitation semble bien plus avérée.

L'étude de Levy-Leboyer et Naturel (Levy-Leboyer, & Naturel, 1991), sur le bruit de voisinage, montre que la variable la plus explicative du degré de nuisance sonore est son intensité perçue, et non pas objectivée par la métrologie acoustique. La seconde variable est le degré de normalité de la situation (i.e. son acceptation). Les caractéristiques « objectivables » comme le moment de la journée et la durée d'exposition sont donc à compléter avec la prise en compte d'une évaluation individuelle complexe de la situation dans laquelle l'exposé considère que le producteur du bruit, quel qu'il soit, pourrait avoir plus de considération envers son voisinage. Même si l'enquête concerne les bruits du voisinage, des correspondances existent avec la question du bruit des avions. Nous y reviendrons.

L'enquête de Lévy-Leboyer et Moser (Lévy-Leboyer, C. & Moser, G., 1976) compare les gênes éprouvées par des habitants de logements de confort acoustique différents. D'après les résultats de cette étude, le passé sonore des interrogés semble avoir une certaine importance, ce sont les personnes venant de logements calmes qui jugent leur nouvel environnement non bruyant et celles qui habitaient déjà un logement bruyant qui sont le plus gênées. Mais, la petite taille de l'échantillon retenu (11 personnes par immeuble d'habitation), ne permet pas une généralisation facile de ce facteur explicatif.

Parallèlement, cette étude constate que ce sont les personnes les moins gênées par le bruit qui sont le plus souvent satisfaites de leur logement, tandis que les plus gênées sont le plus souvent insatisfaites de leur appartement, sans que cette liaison ne soit due à une quelconque habitude aux phénomènes sonores.

La gêne sonore est donc aussi fonction de l'histoire personnelle de l'individu, de l'évaluation globale de son logement, de sa satisfaction résidentielle... Bref, d'autres facteurs de situation mais aussi de parcours individuel interviennent dans le désagrément généralement déclaré à domicile. Leur poids explicatif dépasse celui des caractéristiques physiques des sons, en tout cas lorsqu'il s'agit de bruits de voisinage. Nous verrons sous peu que ces acquis peuvent grandement aider la compréhension de la gêne sonore imputable aux trafics aériens et aux fonctionnements aéroportuaires.

La psycho-linguistique

Les travaux menés par D. Dubois, C. Gustavino, M. Raimbault (du Laboratoire d'Acoustique Musicale, CNRS – Paris VI), peuvent être situés à la croisée de psychologie cognitive et de la psychologie sociale de l'environnement. Pour ce faire, ils se focalisent sur les significations accordées aux bruits, leur expression et puisent alors dans la linguistique, impliquant les concepts de signifiant, de signifié, de connotation, de dénotation... En fait, dans leurs recherches, ces auteurs s'efforcent « *d'identifier les catégories de bruit urbains pertinentes à la fois au niveau sensible individuel et au niveau des représentations collectives en mettant l'accent sur la signification donnée au(x) bruit(s)* » (D. Dubois, C. Gustavino et M. Raimbault, 2004, p. 49). Ils opèrent ainsi une analyse sémantique à partir des expressions langagières produites par les individus, en situation, comparées à des investigations de laboratoire.

Selon ces auteurs, « *la gêne est une construction cognitive qui résulte de l'effet produit par les stimulations sensorielles et des connaissances acquises par les sujets sur leur environnement et non pas seulement des propriétés intrinsèques de ces stimulations.* » (D. Dubois, C. Gustavino et M. Raimbault, 2004, p. 56). Elle ne peut donc être comprise que si l'on associe une valeur sémantique aux phénomènes acoustiques. Cette construction sémantique fait appel à de multiples référents : des critères de temps (moment de la journée), de lieux, et d'activités (usage des lieux à ces temps), qui donnent au signal acoustique le « *statut d'indice dans la mesure où il suscite l'activation des représentations en mémoire et par là même la récupération des structures cognitives pertinentes dans la structuration des catégories du monde sonore urbain* » (D. Dubois, C. Gustavino et M. Raimbault, 2004, p. 52).

Les auteurs mettent ainsi en évidence deux grandes catégories identifiées par les individus interrogés : ceux-ci classent les sons entre événements sonores permettant d'identifier des sources, des agents, et bruits de fond qui ne permettent de repérer aucun événement particulier. Lorsqu'une source est remarquable, les auteurs amalgament le son et sa source : « *le phénomène acoustique n'est pas autonomisé, ni abstrait de la source, [...] ce sont les propriétés de la source qui sont imputées au bruit, de même que les jugements relatifs à la gêne ou au désagrément.* » (D. Dubois, C. Gustavino et M. Raimbault, 2004, p. 52).

D'autre part, si la source est identifiée comme humaine (commerce, école...), le niveau sonore est intégré à la signification de l'activité, et le bruit est plus facilement toléré, voire associé à un jugement positif, par opposition avec les bruits de circulation par exemple, plus anoniques. Les bruits de fond, eux, sont jugés en tant qu'objets sonores autonomes, et sont plus directement associés à des paramètres acoustiques tels que l'intensité.

Une des conclusions importantes de ces auteurs, que l'on peut tenter de transférer à la gêne due au bruit des avions, concerne les bruits de circulation, décrits comme désagréables, sans véritable corrélation avec le niveau sonore, mais plutôt du fait de la signification négative octroyée à la source (D. Dubois, C. Gustavino et M. Raimbault, 2004, p. 52).

Ainsi, comme le soulignent G. Faburel, JD. Polack et J. Beaumont (à paraître, 2006), « *l'approche semioacoustique comble certaines lacunes de la psychoacoustique. Elle explique en particulier pourquoi le mot "désagrément" est préféré au mot "gêne" : en effet, il ne peut pas y avoir de gêne en situation expérimentale, puisqu'un simulateur n'a pas de volonté de nuire.* » (p. 47). Une étude effectuée sur la perception du bruit dans les TGV fait « *ressortir une distinction entre les termes gênant et désagréable, le premier étant plutôt utilisé pour qualifier les autres humains tandis que le second se focalise sur des bruits que le sujet accepte comme caractéristiques du voyage en train ou de la vie en ville. Le niveau*

sonore, et plus particulièrement celui des bandes d'octave basses fréquences, est en général bien corrélé au caractère déplaisant d'un bruit ou d'une ambiance, mais ce sont plutôt les termes de différence et de dissimilarité qui traduisent le vécu sensible des sujets humains ». (p.46)

La psychosociologie

M. Periañez (*ex* CSTB, aujourd'hui ARIISE), peut être considéré comme le principal représentant de cette approche de la gêne sonore d'origine aérienne par la psychosociologie.

Partant d'une lecture psychanalytique, l'une de ses formations d'origine, Periañez identifie trois catégories de significations influant sur le vécu sonore (Periañez, 2003) : (1) les archaïques élaborées pendant la vie intra-utérine et néonatale, (2) celles liées au symbolisme psychique et (3) des significations conscientes complexes. C'est dans cette dernière catégorie que l'auteur place la satisfaction sociale qui intervient dans la tolérance du bruit, avec dès lors des paramètres explicatifs tels que les changements sociaux, l'ancienneté de l'habitant dans son territoire, ses rapports à l'urbain, et sa personnalité. La gêne résulterait d'origines sociales, inter-personnelles ou psychiques, différentes pour chaque individu.

Parmi les divers travaux menés par M. Periañez, deux concernent le bruit des avions, et au premier chef celui relayé ci-dessous.

Une vision élargie des facteurs non-acoustiques de modulation de la gêne : le travail de M. Periañez (2001)

L'analyse secondaire et globale menée pour l'ADEME en 2001 des 84 entretiens qualitatifs issus des trois pré-enquêtes psychosociologiques réalisées sur le vécu des situations sonores des riverains de Roissy CdG et d'Orly dans le cadre de la commande DGAC et MEDD susmentionnée nous intéresse tout particulièrement (Periañez, 2000).

Dans les villes de St Mard, Le Mesnil Aubry, Iverny, Goussainville, Le Mesnil Amelot, Villeneuve St Georges, Sannois, l'évaluation de la gêne sur une échelle de 10 points utilisée par l'équipe LTE (INRETS, enquête de M. Vallet) donne, reconstruite pour la soixantaine d'entretiens des deux autres équipes, 13 personnes en gêne maximale (note 10), 14 ont une note de gêne entre 9 et 7, 23 entre 6 et 4, et 24 se situent en dessous de la note 3, soit 40 % des personnes se déclarant au minimum beaucoup gênées. Puis, Periañez a retenu, suite aux trois enquêtes préalables, les facteurs qui lui ont semblés les plus exploitables et les plus pertinents dans leur influence sur la gêne ressentie.

Ces facteurs sont : le vécu de l'interrogé (l'ancienneté, le parcours résidentiel, l'origine urbaine ou rurale, etc.) ; des dimensions socioéconomiques (le statut d'occupation, le type d'habitat, la raison de l'installation, etc.) ; les représentations de la source (les rapports avec ADP, l'appréciation générale de l'aéroport, les significations de l'aviation, etc.) ; le cadre de vie (l'appréciation globale de l'environnement, etc.) ; la qualité de vie (qu'il a formalisée sous la forme d'un indicateur, cf. 10. Indicateurs) ; la satisfaction (l'appréciation de la vie locale, etc.) ; la territorialisation (que l'auteur dit emprunter d'ailleurs) ; et les croyances d'effets de la gêne (les perturbations dues au bruit, la peur d'une dépréciation immobilière, auto-évaluation subjective de la gêne, etc.).

2.3.2 Les facteurs explicatifs de la gêne abordés par le champ de la sociologie urbaine et environnementale

Principal représentant des approches croisant sociologie urbaine et environnementale concernant les ambiances urbaines, le Centre de Recherche sur l'ESpace SONore et l'environnement urbain (CNRS – Ecole d'Architecture de Grenoble), plaide pour des approches qualitatives susceptibles d'aider, voire d'infléchir les stratégies et processus de conception architecturale.

A travers leurs travaux, les phénomènes sonores sont définis bien plus positivement, comme participant de l'identité d'un lieu. Cette identité dans sa facture sonore se traduit en un effet sonore, rencontre entre un paysage physique, appréhendable, un paysage sonore culturel (communautaire) et un paysage sonore individuel. L'effet sonore est alors la rencontre de 3 niveaux de perception : acoustique, sociale et psychologique. Le bruit est alors concomitamment et également la somme de motifs (forme/usage), d'effets (donnée acoustique/perception individuelle) et de figures (individu/collectivité).

Comme P. Amphoux le suggère (Amphoux, 1993, in. Atienza Badel R., 2006, p.1), *« l'identité sonore de la ville dépend d'innombrables appréciations individuelles, le plus souvent enfouies dans une mémoire profonde et inconsciente. (...) ce sont ces appréciations qu'il s'agit de repérer, de collectionner et de recroiser pour reconstruire, peu à peu, l'intersubjectivité qui fait l'identité sonore de la ville »*.

Contrairement à l'acception commune selon laquelle les phénomènes sonores urbains seraient néfastes, conséquence inévitable des fonctionnalités modernes, contre lesquelles les pouvoirs publics n'auraient d'autres solutions que de lutter contre, l'environnement sonore a selon le CRESSON évolué vers un « paysage ». Paysage/patrimoine, avec le concept de *paysage sonore*, introduit par R.M. Schafer, une construction patiente, fortement enracinée dans la vie culturelle ; paysage/design, avec le développement des interventions dans l'espace urbain avec des propositions de nouvelles formes sonores (Torgue, 2005, p.19-21). Et, cette conception rencontre de plus en plus d'échos à l'étranger *“Therefore, soundscapes assessment is based on both, the acoustical but also on other dimensions such as visual, aesthetic, geographic, social and cultural modalities in the context of human activity in space and time.”* (Kihlman et Schulte-Fortkamp, 2004).

Le CRESSON a produit un grand nombre de documents sur l'identité sonore, le paysage sonore, la perception, le confort sonore et d'autres notions et concepts soutenant cette approche qualitative. La gêne semble être porteuse d'un jugement, d'une qualification négative du bruit. C'est la raison pour laquelle, très peu d'écrits du CRESSON y sont consacrés.

Toutefois, suite à la confrontation de l'habitant avec ces nouvelles formes sonores, un questionnement sur l'esthétique quotidienne de l'usager est né, avec alors la recherche des éléments explicatifs du confort sonore (H.Torgue, 2005, p. 21). Et, deux éléments semblent nécessaires pour atteindre une situation de confort sonore : (1) la lisibilité auditive, la compréhension et la maîtrise de la source d'émission et (2) la reconnaissance des sons d'autrui afin de permettre les diversités sans provoquer des conflits (H.Torgue, 2005, pp.21-22)

C'est en fait dans les écrits de M. Leroux qu'on peut entrevoir les positions de ce laboratoire sur l'objet gêne. Comme nous l'avons vu précédemment, pour M. Leroux, la notion de gêne *« ne peut être considérée comme une variable mesurable et strictement objectivable mais comme une construction sociale complexe »* (Leroux, 2003, p. 6). Les facteurs qui peuvent l'expliquer sont nombreux et on ne peut selon elle prétendre à

l'exhaustivité, ne serait-ce que parce que ces facteurs ne sont pas statiques mais évoluent constamment. Cette auteur s'intéresse en particulier à la représentation, sociale, que l'on en a.

Un apport de la sociologie : les représentations sociales de la gêne en situation de conflit (CRESSON, 2003)

A l'aide de douze entretiens qualitatifs semi-directifs menés auprès des principaux acteurs impliqués dans la mise en oeuvre des mesures engagées sur l'aéroport Roissy CDG, de l'analyse des retranscriptions des réunions de la CCE (commission consultative de l'environnement) de Roissy CDG complétée par l'observation d'une réunion (19 janvier 2001), M. Leroux a analysé à la fois la forme des débats, l'argumentation des participants, en particulier les critères déterminant leurs représentations du bruit et de la gêne, ainsi que l'évolution de la concertation entre 1987 et 2001. Ces données ont été complétées par celles issues d'une réunion regroupant plusieurs aéroports (Toulouse-Blagnac, Lyon-Saint-Exupéry, Liège-Bierset, Strasbourg-, Nice Côte d'Azur).

Martine Leroux identifie ainsi les différentes représentations des principaux acteurs du conflit (Leroux, 2003, p. 57) : les élus ont une « *représentation du bruit qui est avant tout territoriale et politique, en ce sens qu'elle évalue l'atteinte actuelle faite au territoire communal dans la perspective d'une gestion adaptée au mieux à cette situation. Le bruit n'est donc pas seulement cet indice discuté et critiqué mais il devient le bruit produit selon telles procédures de décollage ou d'atterrissage, telles trajectoires, etc.* » ; la représentation du bruit des associations s'enracine quant à elle dans la notion de dommage ; pour les acteurs aéroportuaires, la gêne est surtout évoquée en termes de réglementation, de normes, sans attention particulière portée aux aspects sociaux et territoriaux.

Il s'agit donc de « *sortir de l'opposition des registres de la technique et du vécu des riverains et d'appréhender leur rapport au territoire.* », « *d'intégrer dans le débat sur la gêne due au bruit des avions les composantes complexes de cette dernière ; ce qui suppose de prévoir le passage de l'expression de la gêne à l'élaboration de représentations collectives dans lesquelles la dimension locale serait prise en compte.* » (Leroux, 2003, p.102). Et, selon elle, le bruit mesuré peut constituer une base à la construction d'un langage commun sur la gêne. Le registre normatif joue un rôle essentiel dans les débats, puisqu'il constitue le trait d'union entre le bruit (traditionnellement mesuré par les acteurs aéroportuaires) et la gêne (ressentie par les riverains).

Elle souligne par ailleurs l'importance des indicateurs comme objet de résolution des conflits. En effet, « *l'expression normative [...] est fixée et appréciée sur les trois critères : social, technique et réglementaire ; le premier s'enracine dans l'acceptabilité d'un indice et des modalités temporelles et spatiales du trafic, le deuxième vise à la faisabilité du respect des niveaux de bruit prescrits, le troisième fixe les limites du trafic (plafonnement et mesures d'exploitation), des plans d'exposition au bruit (PEB) et celles de la gêne sonore (PGS)* » (Leroux, 2003, p.93).

Or les structures de concertations étudiées (CCE) n'offrent selon elle aucune marge de manœuvre réelle dans l'amélioration de l'environnement sonore des riverains car elles n'ont précisément aucune influence sur le registre normatif.

2.3.3 Les facteurs explicatifs de la gêne abordés par le champ de la géographie sociale

Le représentant principal de cette approche de la gêne par la géographie sociale est le CRETEIL (Institut d'Urbanisme de Paris – Université Paris XII), accompagné par le Laboratoire Société Environnement et territoire (CNRS – Université de Pau).

Au sein d'une équipe pluridisciplinaire, le CRETEIL cherche à resituer la question du bruit des avions dans la problématique plus large des effets environnementaux et territoriaux des systèmes de transports. Pour ce faire, il développe des approches résolument interdisciplinaires, puisant beaucoup dans la géographie sociale ses aptitudes à la transversalité (psychologie sociale, sciences politiques et sociologie de l'habitat) et dans l'économie spatiale la concrétude des effets sonores (externalités) dans les tissus urbains.

Le CRETEIL, à travers les travaux menés par G. Faburel sur le bruit des avions et les conflits aéroportuaires, définit le bruit comme une somme d'effets humains et sociaux, à forte dimension spatiale (gêne sonore, mobilité résidentielle des ménages, valeurs immobilières, impacts des dispositifs techniques d'action...), qui génère des coûts sociaux dès lors territorialisés. Le bruit est alors surtout défini par la perception et les représentations qu'en ont les différents acteurs en situation, et surtout par la manière dont ils les intègrent dans leurs attitudes, comportements et actions (ex : mouvements associatifs). Il est vrai que ces acteurs sont multiples et, avant tout, ancrés dans des territoires non moins multiples : voisinage, quartier, communes, intercommunalités... espaces des pratiques et des représentations, territoires de compétences et de légitimité...

Dans ce cadre, il mène une réflexion sur les potentiels méthodologiques et instrumentaux émanant des sciences sociales pour aborder ces effets de manière qualitative et quantitative, selon les grilles de lecture adoptées en fonction des objectifs scientifiques poursuivis, et en particulier le vécu et les impacts immobiliers des nuisances et pollutions dans les territoires qui accueillent des équipements très impactants.

Concernant plus précisément la gêne sonore, l'analyse doit, selon G. Faburel, s'enrichir des composantes du vécu territorialisé du bruit et alors aussi des pratiques sociales spatialisées que celui-ci implique, pour réellement saisir la signification sociale des nuisances et de leur expression territoriale : gêne, plaintes, oppositions aux projets, revendications... Il y a donc nécessité de faire du concept de territoire et de la notion d'externalité les creusets à la fois de recherches interdisciplinaires, mais aussi de compréhension opérationnelle du bruit et des réactions que ses effets suscitent.

Un éclairage sur le vécu sonore et les pratiques socio-spatiales liées à la gêne : enquête autour d'Orly (CRETEIL, 2001)

Ce travail confirme la faible corrélation (26 % en moyenne) entre la gêne exprimée et le niveau d'exposition sonore, suite aux résultats d'une enquête par questionnaire auprès de 607 personnes, menée dans 6 communes du Val-de-Marne proches de l'aéroport d'Orly en 1998 et 1999.

Près de 50 % de l'échantillon se déclarent spontanément au minimum beaucoup gênés par le bruit des avions. Si l'on ajoute les personnes se disant un peu dérangées, puis que l'on rapporte la totalité à la population mère, il y aurait 40 000 Val-de-Marnais se disant gênés par le bruit des avions à proximité de l'aéroport d'Orly. Ces taux sont confirmés par ceux obtenus par Vallet en 2000 (48 % des personnes se déclarant gênées par le bruit des avions dans son enquête).

Les résultats ont également validé le rôle sur la gêne déclarée de certains facteurs d'état socioéconomiques tels qu'abordés de longue date par la psychoacoustique (statut de propriétaire, type de logement : maison avec jardin), mais surtout des pratiques du logement (temps de présence à domicile) et surtout des parcours résidentiels (ancienneté d'habitation ou l'antériorité résidentielle par rapport à l'essor du trafic dans les années 1980).

Certaines pratiques qui peuvent également influencer le ressenti de la gêne ont été mises en évidence : l'ambition de déménager, un éloignement régulier (week-end et vacances), utilisation du transport aérien, usage du jardin...

Enfin, l'intérêt porté aux enjeux liés à la gestion des nuisances sonores semble également participer de la gêne ressentie. Ce travail a ainsi statistiquement identifié le rôle de la connivence avec les associations, l'importance du sentiment de déréliction sociale, dans le ressenti du bruit (Faburel G., 2002).

Ces résultats sont d'ailleurs confirmés par des chercheurs étrangers, notamment l'étude de I. Hume, H. Morley et C. S. Thomas (2004) lors de l'ouverture d'une nouvelle piste à l'aéroport de Manchester. Bien que celle-ci n'ait entraîné qu'une faible augmentation du trafic, le nombre de plaintes a considérablement augmenté, ce qui laisse supposer l'influence de la couverture médiatique et l'intérêt grandissant de la population pour le développement de l'aéroport et l'impact potentiel de la nouvelle piste.

Une ouverture sur la matérialité territoriale de la gêne : réunions de groupes autour d'Orly (CRETEIL, 2001) :

Le croisement des résultats d'enquête relayés ci-dessus avec les discours livrés par les riverains d'Orly dans le cadre des processus délibératifs organisés à cet effet (Faburel, 2003), montre que, d'un point de vue plus collectif, l'ancrage territorial constitué par l'appartenance à un réseau de sociabilité et notamment la parentèle, le choix de rester dans la commune alors que les moyens financiers permettraient de déménager, l'intérêt pour l'histoire locale, pour le patrimoine de la commune, ainsi que la fréquentation des lieux de sociabilité (cafés, restaurants, etc.) nourrit un vécu commun du bruit des avions, au point de donner à voir un attachement à l'espace résidentiel. A l'inverse, les personnes se déclarant pas du tout gênées apparaissent plus mobiles (principalement des hommes sans enfants, locataires qui passent peu de temps à domicile) sans que leur faible niveau de gêne ne soit, là non plus, grandement corrélé au niveau d'exposition sonore.

Dans ce contexte d'attachement, le bruit des avions, et le trafic aérien en général, sont perçus comme intrusifs dans le rapport affectif au cadre de vie. Ainsi, plusieurs caractéristiques locales telles que l'histoire du développement territorial avant et après l'implantation de l'aéroport, ainsi que spatiales (prédominance d'un tissu résidentiel, manque de transports en commun...) apparaissent également participer du ressenti du bruit.

D'autres chercheurs, tels que K. Wirth et Ch. Bröer (2004) ont également mis en évidence l'importance de la matérialité politique et d'un ensemble de croyances liées à l'impossibilité politique et technique de régler le problème.

Selon le même type de recours disciplinaire, géographique et sociologique, B. Charlier du SET (Université de Pau) utilise des méthodes d'analyse spatiale des nuisances sonores et de la gêne (2002). Parmi les résultats obtenus, suite à son étude dans l'agglomération paloise, on retiendra ceux concernant les nuisances sonores et la gêne dues au bruit du trafic aérien : la répartition des zones de la « gêne déclarée »⁶ (Charlier B., 2002, p.1) ne correspond pas à la répartition des zones de « gêne potentielle »⁷ (Charlier B., 2002, p.1). Ce n'est donc pas au plus près des installations aéroportuaires que la « gêne déclarée » est la plus importante.

L'auteur fournit deux explications possibles à cet état de fait (Charlier B., 2002, p.2) : une première concernant le trafic aérien local, qui ne peut pas être généralisée et une seconde concernant le profil socio-démographique des personnes se déclarant gênées. Les populations qui se déclarent gênées résident dans des communes périurbaines. Or, cette population, ayant eu les moyens de choisir de s'installer loin de la ville pour gagner en qualité de cadre de vie, est de ce fait, particulièrement « éco-sensible ». Faisant référence à la notion du « pouvoir-habiter » notion introduite par J. Lévy en 1994, l'auteur (p.2) fait référence aux degrés de liberté qu'ont acquis les ménages français depuis les années 60 dans leur choix de résidence.

Les choix résidentiels, l'éco-sensibilité, le choix d'habiter ou le choix de rester sont, donc, pour Charlier des facteurs influant sur la gêne exprimée.

La gêne due au bruit est ainsi étudiée depuis plusieurs décennies par diverses disciplines. Au sein des recherches menées, l'approche par l'acoustique et la psychoacoustique représente une part prépondérante des travaux effectués, au point d'irriguer le domaine opérationnel de l'action publique de leurs méthodes strictement quantitatives. La posture normative qui caractérise la psychoacoustique présente il est vrai bien des avantages, puisqu'elle renvoie notamment à des nomenclatures établies statistiquement.

Cette approche ne peut pourtant plus suffire à renseigner tous les aspects de la gêne car elle s'avère insuffisante pour prévoir la réactivité des populations aux expositions sonores, particulièrement dans le domaine du bruit des avions. Des méta-analyses ont montré par exemple que, à même intensité sonore, le bruit des avions était ressenti comme plus désagréable que le bruit routier et que le bruit ferroviaire (Miedema, Oudshoorn, 2001). Et, il est dorénavant admis que, en matière de bruit des avions, l'exposition au bruit, et ses caractéristiques physiques, sont seulement un des déterminants de la gêne exprimée, en général de l'ordre de 30 % dans le meilleur des cas Miedema, Oudshoorn, (op. cit.). En fait, alors que prévalent des approches en terme de dose-réponse, le degré de gêne ne correspond pas à un niveau acoustique donné, à l'exception des intensités extrêmes. D'ailleurs, il est démontré (Wirth et Bröer, 2004) que, dans les pays occidentaux, les populations se sentent plus gênées du bruit des avions qu'il y a 30 ans. Il apparaît nécessaire de « *diriger la définition de la gêne non plus vers des indices acoustiques mais dans le domaine de la cognition* » (Boyer et Bayssié, 2001, p.35). Et, même les enfants sont capables de distinguer les sources de bruit et de le leur affecter une ou des significations plus ou moins positives (Shield, 2002).

⁶ Zones où les manifestations d'une gêne due au bruit ont effectivement été observées, notamment grâce à la localisation des émetteurs de plaintes.

⁷ Zones dans lesquelles toutes les conditions officielles d'apparition d'une gêne due au bruit sont réunies (périmètres légaux de contraintes à l'urbanisme, ou PEB).

Aussi, cette approche doit-elle aujourd'hui être complétée par d'autres champs de connaissance qui se sont appropriés, en France notamment, ce thème comme un objet de recherche à part entière, et ce d'assez longue date pour certains. Ces approches ont largement contribué à ouvrir le champ des ressentis et représentations de la gêne, des manifestations qui en découlent (opinions, pratiques, mobilisations. Bien qu'elles restent moins bien informées et moins représentées comme connaissances légitimes que la psychoacoustique. Ces approches peuvent être répertoriées en trois grandes familles : la sociologie urbaine et environnementale, la psychologie cognitive et sociale de l'environnement et la géographie sociale.

Les recherches menées dans ces domaines par différents laboratoires universitaires ont permis d'identifier de nombreux facteurs non-acoustiques, qui, cumulés, pèsent beaucoup plus que les seules caractéristiques acoustiques des sons décrits généralement comme seuls responsables. Ces facteurs font intervenir tantôt les caractéristiques spécifiques des individus (psychologiques comme par exemple le sentiment d'impuissance, ou la crainte de l'accident ; socio-économiques comme par exemple l'âge, le statut d'occupation du logement, le niveau socioprofessionnel, l'utilisation du transport à la source ou encore la fait d'avoir des enfants en bas âge...) tantôt des caractéristiques collectives, à forte teneur territoriale (sentiment d'appartenance locale, jugement à l'égard des politiques de lutte contre le bruit, avis sur les acteurs légitimes, sur la transparence de l'information, implication ou simplement la connivence associative...). Et, ces facteurs de modulation de la gêne, sont autant de ressources de compréhension que de leviers pour l'action publique.

3. Les effets sanitaires du bruit (des avions) : des signaux qui convergent

La santé ne constitue pas une entité isolée, elle est étroitement liée à la qualité physique et socio-culturelle du cadre de vie des individus. Rappelons d'ailleurs que l'OMS définit la santé comme « *Etat complet de bien-être physique, psychique et social, et ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité* ».

A cet égard, le bruit serait préjudiciable à la santé à plusieurs niveaux non seulement parce qu'il favoriserait le développement de certains troubles, mais aussi parce qu'il nuirait au bien-être de l'individu. Concernant le bruit des avions, Kryter fut un des premiers (1983) à mener une étude, autour d'Heathrow, relevant des associations significatives entre le niveau de gêne et les symptômes comme la dépression, l'irritabilité, les bourdonnements d'oreille... Depuis lors, nous savons que le bruit provoquerait des troubles du sommeil, aurait des effets cardiovasculaires, mais aussi psychologiques, avec quelques symptômes psychiatriques et conséquences sur le développement fœtal (Franssen, 1997). Selon Stansfeld par exemple (2000), le poids des nouveau-nés serait sensiblement différent dans les zones de bruit qu'en dehors. L'emploi du conditionnel se justifie par quelques désaccords d'experts sur ces questions.

Il est vrai que même si l'existence d'effets sanitaires du bruit n'est plus mise en doute, leur quantification et l'établissement de corrélations entre les différents paramètres sont des tâches moins évidentes qui exigent la réalisation d'études épidémiologiques. En fait, les conséquences sur la santé d'une exposition intense au bruit sont surtout connues et quantifiées dans le milieu du travail et font d'ailleurs l'objet de politiques dédiées afin de les diminuer. Il n'en est pas de même lorsqu'il s'agit des bruits de l'environnement. Certes, autour des infrastructures de transport, plusieurs investigations sur les liens entre bruit et santé ont été réalisées. Les effets du bruit des avions constituent d'ailleurs l'un des objets de recherche le plus fréquent, notamment en raison de sa source qui empêche la mise en place des mesures anti-bruit habituelles (écrans phoniques, etc.)

Toutefois, nombre de pouvoirs publics semblent aussi s'abriter derrière des incertitudes persistantes pour retarder la mise à l'agenda politique de la problématique bruit en général et sous son acception sanitaire en particulier. Mais, "*Some authors and committees (Passchier-Vermeer, 1993) consider the evidence for causal relationships as sufficient whereas other stated that 'rigorously controlled studies which eliminate the numerous confounding factors or at least a number of them, are rare.'* and that '*research has not definitely 'proved' any causal linkage between environmental noise and long term adverse health effects' but that 'it remains plausible that excessive noise might contribute to long-term adverse health effects' (Porter, 1998).*" (Griefahn, 2004, p. 51)

Le bruit est un agent intrusif indéniable qui réduit la qualité du cadre environnemental, un « agresseur environnemental » pour reprendre les termes de mise sur la question des effets sur la santé (Laroche *et al.*, 2003 ; World Health Organization ; in. Ordre des orthophonistes et audiologistes du Québec, 2005). C'est ce que l'état de la connaissance montre clairement (1), en soulignant la vulnérabilité de certaines populations : enfants en bas âge, écoliers, personnes âgées, autres personnes fragiles (ex : présentant des problèmes médicaux, telle l'hypertension, pouvant être augmentés par l'exposition au bruit (par exemple et problèmes de santé mentale), les personnes exécutant des tâches cognitives complexes... Or, même si la quantification absolue des effets et la recherche d'une exactitude peuvent s'avérer vaines (2), les recherches disponibles et à venir offrent des pistes à suivre pour renseigner, prévenir et lutter contre les effets du bruit.

3.1 Bruit et santé : des effets multiples (potentiels ou avérés)

Il convient, pour appréhender le bruit et ses impacts dans toute leur amplitude, d'y inclure plusieurs variables : la variabilité, la durée, la direction, le spectre. Il ne faut pas non plus omettre de souligner que le ressenti du bruit est cognitif et que les seuils de tolérance, ainsi que les réactions physiologiques et psychologiques (cf. 2. Gêne et nuisances sonores), diffèrent entre les individus.

Ces éléments d'entrée n'infirmant pas pour autant l'existence de relations fortes entre bruit et impacts sanitaires (Smith et Rich, 2004). D'autant que les effets les plus remarquables du bruit ne constituent pas seulement des réponses à des niveaux acoustiques élevés (surtout à ce jour montrés dans le cadre d'activités professionnelles), mais aussi à des niveaux faibles : à partir d'une exposition continue de 30 dB, des effets sur la santé et la qualité de vie se manifestent (Jong, 1993), en perturbant certaines activités comme la concentration, le repos ou le sommeil. Comme pour la gêne et le bien être environnemental, il ne faut donc pas uniquement adopter une approche dose sonore - effet sanitaire pour comprendre les enjeux sanitaires de l'exposition au bruit. C'est ce que la littérature relaye de plus en plus.

3.1.1 Les différentes catégories d'effets sanitaires

Un survol de la littérature permet déjà de mettre en avant quelques concepts généraux sur les impacts du bruit.

La distinction entre effets physiologiques et psychiques, exposée ci-après, et qui correspond à la définition donnée par l'OMS de la santé, n'est pas la seule utilisée. Une catégorisation plus chronologique des effets peut aussi être réalisée (Griefahn, 2004) : effets primaires qui se produisent pendant les périodes d'exposition (gêne dans les situations de communication, de sommeil...) ; effets secondaires, conséquences des effets primaires et se produisant pendant et après l'exposition (gêne, altération des performances) et effets à long terme (maladies chroniques, gêne continue, modification permanente du comportement...) supposés être causés par la répétition des effets primaires et secondaires.

Chez les personnes exposées au bruit dans leur milieu de travail et les personnes vivant près des aéroports, des voies ferrées, des industries et des rues bruyantes, l'exposition au bruit peut, en théorie, avoir un impact négatif sur leurs fonctions physiologiques. L'impact peut être temporaire aussi bien que permanent. Après une exposition prolongée à des niveaux sonores élevés, certains individus peuvent développer des troubles permanents tels que de l'hypertension ou une maladie cardiaque ischémique. Les bruits peuvent également provoquer des réponses réflexes, principalement lorsqu'ils sont peu familiers et soudains. L'importance et la durée des troubles sont déterminées en partie par différentes caractéristiques : style de vie et conditions environnementales. Par ailleurs, toutes les études centrées sur la temporalité s'accordent sur le fait qu'il n'y a pas d'adaptation physiologique complète au bruit (Ordre des orthophonistes et audiologistes du Québec, 2005). Mais, cette segmentation conduit cependant à vouloir établir une causalité strictement linéaire, voire hiérarchique entre les effets, et s'avère contre-productive pour saisir l'étendue des impacts sanitaires. C'est la raison pour laquelle nous privilégierons la catégorisation selon la nature des effets plutôt que leur temporalité, sachant toutefois que parmi les effets psychiques, la gêne sonore occupe une place importante, et qu'elle a, de ce fait, déjà été traitée dans le deuxième mouvement de ce rapport.

Les effets physiologiques

De multiples répercussions du bruit ont été décelées lors d'expériences menées pendant plusieurs années en laboratoire (Babisch, 2003) : à court terme des modifications physiologiques (tension artérielle, rythme cardiaque, vasoconstriction) ainsi que la libération d'hormones du stress (noradrénaline, adrénaline, cortisone). Un lien entre ces hormones et le risque cardiovasculaire est connu (Muzet, 1996 ; Marneffe (de), 1997) mais uniquement de façon qualitative (Babisch, 2003 ; Passchier-Vermeer, 2000).

Une libération excessive ou prolongée des hormones du stress peut compromettre l'intégrité fonctionnelle de plusieurs organes chez des individus présentant un terrain favorable (immunodépression, pression artérielle...). Le stress chronique peut aussi avoir des effets sur le comportement, si la réaction du sujet face aux difficultés ou menaces perçues le mène à l'isolement social, l'agression, la consommation excessive d'aliments, d'alcool ou de médicaments (McEwen, 1998).

Par ailleurs, chez les enfants exposés au bruit, des enquêtes ont montré un fort taux des hormones indicatrices du stress et une tension artérielle élevée (Babisch, 2000, Muzet, 1996, Marneffe (de), 1997). Les pressions systolique et diastolique des enfants qui habitent dans des zones très bruyantes autour des aéroports de Los Angeles (Cohen, 1981), de Munich (Hygge, 1998) et de Sydney (Morell, 1998) ont été comparées à celles des enfants qui habitent dans des zones où le bruit des avions est faible. Une corrélation statistique a pu être établie malgré les incertitudes de départ.

A long terme, malgré des études épidémiologiques particulièrement sophistiquées, aucune conclusion définitive n'a pu être établie entre le bruit, la pression sanguine, l'hypertension et les maladies cardio-vasculaires, car les mécanismes biologiques à l'œuvre demeurent mal connus. Des investigations sur les effets cardio-vasculaires d'une exposition chronique au bruit aérien, notamment le risque de cardiopathie ischémique et d'infarctus du myocarde, ont ainsi été menées sans qu'apparaissent des relations claires et irréfutables entre l'exposition et la réponse car les facteurs de confusion sont nombreux et pas tous contrôlables (masse corporelle, antécédents familiaux, régime alimentaire...).

Au demeurant, les preuves commencent à s'accumuler (voir les travaux de Babisch, 2000, 2005) et les résultats convergent vers la mise en évidence d'un risque cardiovasculaire accru. Une recherche de Babisch et Gallacher, ayant assuré un suivi sur 10 ans d'une cohorte d'hommes d'âge moyen, exposés au bruit routier, montre une augmentation des risques cardiaques et plus particulièrement chez ceux qui habitent depuis plus de 15 années dans un domicile bruyant (Babisch et Gallacher, 1999 et 2003).

La recherche accumule de plus en plus de présomptions fortes à chaque nouvelle étude. Et, dès lors, tous les experts ne partagent pas la réserve d'interprétation, souvent avancée, d'un besoin de nouvelles études pour avaliser les conclusions et préciser les effets pointés.

<p>Pour l'Observatoire régional de santé (ORS) d'Ile-de-France et l'Institut d'Aménagement et d'Urbanisme de la région Ile-de-France (IAURIF) (2005), les effets cardiovasculaires à court terme sont démontrés : modification de la tension artérielle, augmentation transitoire du rythme cardiaque, sécrétion d'hormones du stress mais nullement les conséquences à long terme car des facteurs individuels (l'âge, le poids, l'hérédité) et comportementaux (tabagisme, alimentation, alcool) interfèrent.</p>

Les effets psychologiques

Comme déjà développé, le bruit a des effets psychiques importants incluant la gêne, des effets en termes de modification de comportement, tel l'évitement pour se soustraire au bruit..., la réduction de l'efficacité et des performances ; qui plus est, il contribue à l'augmentation des comportements agressifs (American Academy of Pediatrics 1997 ; OMS, 2001), notamment en terrain favorable chez des sujets déjà affaiblis psychologiquement (anxiété voire dépression névrotique) et/ou socialement dans leur vie quotidienne. Il peut interférer et gêner la communication et l'intelligibilité des paroles. Se consacrer à des tâches intellectuelles dans une atmosphère bruyante, sans qu'il soit possible au sujet d'y remédier, demande un haut degré de concentration et d'attention qui fatigue plus l'organisme qu'en ambiance calme. A l'école, un bruit élevé peut altérer les performances cognitives (Bistrup, 2001), affaiblir la capacité mémorielle et l'apprentissage des savoirs élémentaires comme la lecture (*infra*).

Pour ce qui concerne la gêne, nous ne nous attarderons ici que sur ses liens avec des effets physiques. « *La gêne apparaît en effet comme un médiateur dans la relation entre exposition au bruit et santé.* » (Camart, 2004, p. 4). Des liens entre gêne ressentie et effets sur la santé ont en effet pu être mis en lumière, notamment sans la survenue de maladies cardiaques ischémiques. Néanmoins cette corrélation n'est significative que pour les individus ne souffrant d'aucune maladie chronique en début d'enquête (Gallacher, Babisch, 2003). Par contre, mais cette fois-ci sur le bruit du voisinage, la recherche de Maschke et Niemann (2005), conclut sur une présence de risque élevée de problèmes cardiovasculaires, de migraines et de dépression chez les personnes se déclarant beaucoup à extrêmement gênées.

Le bruit est incontestablement aussi source d'anxiété, de stress émotionnel, de changements d'humeur, autant de manifestations qui grèvent la vie quotidienne et qui affaiblissent psychologiquement les individus. En outre, le bruit favorise l'augmentation des conflits sociaux, les individus étant placés dans une situation de tension plus aiguë. Cependant, il ne constituerait pas une cause directe de troubles psychiques, mais les accélérerait et les accentuerait, quand ils sont déjà présents ou simplement à l'état de latence (OMS, 2000). Ainsi « *des études conduites en Angleterre indiquent-elles que le pourcentage de personnes admises dans un service psychiatrique augmente en même temps que l'exposition au bruit du trafic (Tarnopolsky, 1980). Des résultats similaires ont été observés au Danemark autour de l'aéroport de Copenhague* » (AFSSE, 2004, p. 169). Une autre enquête a noté que les patients psychiatriques étaient plus gênés que les autres, le bruit semblant les affecter plus sévèrement que l'ensemble de la population (Kryter, 1983, 1990).

Concernant la santé psychique des enfants exposés au bruit des avions dans le cadre de leur activité scolaire, Haines et ses collègues ont mené sur la région londonienne des études longitudinales et transversales (Haines, Stansfeld, 2001). Les facteurs de confusion tels que le statut socio-démographique étaient pris en compte. Les résultats se sont révélés extrêmement variables, ne permettant pas de mettre en exergue une relation claire entre bruit des avions et niveau d'hyperactivité plus élevé. La limite principale rencontrée par les chercheurs est la non-existence d'une méthodologie normalisée d'évaluation de la santé psychique chez les enfants. Plus généralement l'état de santé psychique était jugé difficilement mesurable.

Mais certaines analyses sont moins circonspectes, quelle que soit la population observée. Au Japon par exemple, l'activité de la base militaire aérienne Kadena a fait l'objet d'une étude montrant également que les résidents exposés souffraient de troubles

psychosomatiques (désordres psychiques) qui allaient en s'accroissant avec le niveau d'exposition (Hiramatsu et Yamamoto, 1997).

L'échange verbal est altéré par le bruit et induit des difficultés de communication en raison d'un « *effet de masque qui se produit lorsque deux sons d'intensité différente sont émis* » (AFSSE, 2004, p. 181), d'une perte d'audibilité et de la création d'un stimulus de distraction (Lazarus, 1998). L'interférence demande aux sujets une plus grande attention et les fatigue. Cette altération de la communication pourrait donc contribuer à augmenter le stress des individus sans que l'on puisse observer de phénomène d'habituation sur le long terme (Hellbrück, 1995).

Quelques instruments comme le *Speech Interference level* développé aux Etats-Unis et appartenant aux méthodes agréées de calcul de l'intelligibilité de la parole tendent à renseigner ce phénomène. Celui-ci présente néanmoins un défaut conséquent dans la mesure où il ne s'applique que pour le bruit provenant d'une source fixe ; ce qui le rend donc inopérant pour ce qui touche les mouvements des aéronefs, alors même qu'ils constituent la source considérée comme la plus dérangeante, obligeant les individus à renoncer pour un temps à communiquer.

Les effets sur la productivité et les performances humaines dépendent des activités : le bruit a plus d'impacts dans une activité exigeant une certaine concentration intellectuelle telle la lecture que lors d'une occupation de loisir. La fréquence et les caractéristiques temporelles des phénomènes sonores jouent un rôle puisque les hautes fréquences perturbent plus le sujet actif que les basses fréquences. Les sons continus ont moins d'effet qu'une addition irrégulière d'évènements sonores qui, tel les trafics aériens, créent autant de stimulus potentiels de distraction. Sur cette question, les enquêtes se sont plus particulièrement consacrées aux enfants et aux conséquences en termes d'apprentissage des acquis fondamentaux.

Les effets sanitaires du bruit des avions dans l'espace francilien : des preuves qui commencent à s'accumuler

En fait, outre les recherches menées à l'étranger, surtout autour de l'aéroport d'Amsterdam Schiphol (Knipschild et Oudshoorn, 1977 ; Stansfeld, Berglung et al., 2005) ; ou encore prêt de Barajas à Madrid et Heathrow à Londres, concernant les effets sanitaires sur les enfants (Stansfeld et Berglung, op. cit.), plusieurs études ont été réalisées en France depuis le milieu des années 60 par le laboratoire créé par Coblentz (Université Paris V), avec pour variable maîtresse : la consommation de médicaments (Fondaterra, 2005).

Ainsi, une première enquête longitudinale avait été accomplie sur un panel de 1 200 personnes, 400 étant situées à proximité de Roissy, 400 d'Orly et 400 dans une zone témoin. Cette enquête concernait la période allant de 1973 à 1985. La consommation médicamenteuse était recensée grâce aux dossiers de la CNAM. Il a été noté aucune différence significative entre les zones de bruit et celle de non-bruit tant en termes de consommation médicale (nombre de consultations, prescriptions) qu'en termes de nombre de sujets hospitalisés (hors les accidents du travail) ou de durée moyenne d'hospitalisation. L'incidence du bruit sur le poids des nouveaux-nés avait aussi fait l'objet d'attention (1992) mais sans qu'il soit possible d'interpréter les résultats, trop de facteurs extérieurs venant perturber les corrélations possibles.

Toutefois, une étude transversale sur des populations adultes, exposées ou non au bruit de l'aéroport de Roissy, a mis en évidence des différences de santé psychique entre les

individus très exposés au bruit et ceux qui le sont moins. L'indicateur utilisé fut la prescription de médicaments à visée neuropsychiatrique (Vallet, Cohen, 2000 ; Cohen, Mosnier, 1999).

La même année, une autre étude sur la consommation médicale, de nouveau à partir des données obtenues auprès de la CNAM, fut effectuée selon le principe exposé /non exposé sur Roissy et Orly (1 000 personnes). Quatre communes de chaque aéroport étaient sélectionnées selon leur exposition au bruit (forte, moyenne, faible, multiple et faible). Les indicateurs utilisés ont été le nombre de consultations de médecins (généralistes et spécialistes), les prescriptions médicales, les accidents du travail et les arrêts maladies. Les résultats stipulent que seule la consommation médicale (nombre de consultations et de prescriptions) est plus élevée (tests significatifs) dans les communes d'enquête que dans les espaces témoins, pas ou très peu exposés.

En 2001-2002, le même type d'enquête fut réitéré en intégrant l'évolution du trafic et en travaillant à partir des cartes de survol produites par la DGAC. Et, suite à la modification des plans de vol le 21 mars 2002, l'observation sur les communes nouvellement survolées confirme une plus grande consommation médicale.

Enfin, l'étude ETADAM (2000) a choisi de recourir aux médecins généralistes exerçant dans différentes communes autour de Roissy - lesquelles ne subissent pas les mêmes niveaux d'exposition sonore - pour remplir avec 600 patients un questionnaire de santé. Ce dernier ne se focalisait pas sur le bruit des avions, mais sur la question du stress, d'où une prise en compte de toutes les sources possibles. Dans les zones très exposées au bruit, les chercheurs ont constaté une augmentation du nombre de prescription de tranquillisants, d'antidépresseurs ou de médicaments pour les nerfs ainsi qu'une hausse des indicateurs d'angoisse. Mais, résultat surprenant, une baisse de la fréquence de prescription des médicaments à visée digestive et aucune augmentation du nombre de cas d'hypertension artérielle n'ont été notées.

3.1.2 Les effets du bruit sur les enfants, leurs performances scolaires et leur santé

Les enfants sont considérés comme une catégorie de la population particulièrement vulnérable aux effets du bruit (Cohen et al, 1980 ; Evans et al, 1995, 1998, Evans & Maxwell, 1997, Haines et al. 2002). Plusieurs études ont essayé de montrer les relations entre d'une part l'exposition au bruit des avions et d'autre part l'attention, l'apprentissage de la lecture, la compréhension de ce qui est lu et la mémoire à long terme. Depuis 20 ans, des relations de cause à effet ont été identifiées (Green, Pasternack, 1982).

Si le système auditif n'est pas mis en péril (perte d'audition définitive), des effets temporaires de l'audibilité des élèves sont constatés (Chen et Chen, 1993). Notamment, une mauvaise acoustique des salles dans les périodes d'apprentissage nuit à la qualité de l'écoute, à la mémorisation et donc à la qualité de l'enseignement reçu, ainsi qu'à la santé de l'enfant. L'attention des élèves se révèle ainsi beaucoup moins soutenue quand l'ambiance sonore est régulièrement interrompue par des événements sonores de forte intensité, correspondant aux décollages et atterrissages d'aéronefs (Stansfeld et al., 2005). Le bruit affecte donc le développement cognitif des élèves ; les écoles exposées au bruit ne sont pas des contextes d'apprentissage appropriés et sains.

Des études longitudinales montreraient de surcroît qu'il n'existe pas, comme pour les adultes, d'accommodation ou d'adaptation des systèmes cognitifs des enfants dans des

situations d'exposition chronique tant pour la gêne que pour le retard dans la compréhension de la lecture (Haines, Stansfeld, 2001), et ce, même après ajustement statistique prenant en compte des facteurs comme la langue parlée à la maison ou la pauvreté économique du milieu familial.

La réversibilité de ces atteintes suite à une diminution de l'exposition sonore voire à son arrêt (Hygge et al, 2002 : la fermeture d'un ancien aéroport et l'ouverture d'un nouveau à Munich a pu permettre d'établir un protocole de recherche pour renseigner la question) semblerait dépendre en partie du stade d'apprentissage dans la lecture quand les élèves retrouvent un espace d'apprentissage sain.

Un protocole de recherche récent, de grande envergure et décomposée en plusieurs étapes, a été mis en place pour tenter de renseigner la question des impacts sur le développement cognitif des enfants de l'exposition chronique au bruit : il s'agit du projet RANCH, acronyme pour *Road Traffic and Aircraft Exposure and Children's Cognition and Health : Exposure – Effect, Relationships and Combined Effects*. Ce travail se fonde en partie sur des études préalables dont il s'agit de vérifier les hypothèses et les résultats. Le but visé était aussi d'élargir les champs d'investigation, puisque les études précédentes se sont souvent consacrées au bruit des avions plutôt qu'au bruit routier et sans s'intéresser aux effets de la multi-exposition (sources combinées, mixtes ou simultanées selon le vocabulaire en vigueur).

Le projet s'est donc concrétisé par une étude transversale et internationale menée auprès de 2 844 enfants âgés de 9-10 ans vivant autour de trois aéroports importants : Schiphol à Amsterdam, Barajas à Madrid et Heathrow à Londres (Stansfeld, Berglund et al., 2005 ; Clark, Stansfeld, Haines, Tamuno, Davies, van Kempen, Lopez-Barrio, 2005). Les limites de ce travail transversal sont reconnues par les chercheurs : ils se sont concentrés sur l'exposition au bruit à l'école sans prendre en compte celle à laquelle les élèves sont potentiellement soumis ou non à leur domicile. En outre, ils ont utilisé des techniques de mesures du bruit différentes selon les pays.

Une corrélation linéaire entre bruit des avions et dommages sur la compréhension de la lecture est clairement apparue. A l'inverse, les troubles de mémoire se sont révélés moins significatifs pour l'exposition au bruit des avions que pour le bruit routier. Dans ce même projet, la qualité du sommeil de l'enfant a été l'objet d'analyse. Et, il semble que l'affectation du sommeil des enfants intervienne à des niveaux d'exposition nocturne plus élevés que chez l'adulte. Mais les conséquences à long terme et sur l'apprentissage de ce type d'exposition ne sont pas renseignées (citées dans AFSSE, 2004).

Ainsi a-t-il été principalement montré jusqu'à ce jour que, chez les enfants (et chez les travailleurs), le bruit peut compromettre l'exécution de tâches cognitives. En fait, bien que l'état d'éveil dû au bruit puisse produire une meilleure exécution de tâches simples à court terme, les performances diminuent sensiblement pour des tâches plus complexes. La lecture, l'attention, la résolution de problèmes et la mémorisation sont parmi les effets cognitifs les plus fortement affectés par le bruit, avec les conséquences prévisibles sur la performance scolaire (Shield, Dockrell, Jeffery et Tachmatzidis, 2002 ; Haines, Stansfeld, Head, Job, 2002). Le bruit constant peut également distraire tandis que des bruits soudains peuvent entraîner des réactions négatives provoquées par la peur.

Dans les écoles autour des aéroports, il a été plus particulièrement montré que les enfants exposés au trafic aérien atteignent des performances réduites dans l'exécution de tâches telles que la correction de textes, la motivation à l'effort, la conduite d'exercice d'éveil (réalisation de puzzles) et les tests d'acquisition de la lecture (Stansfeld, Berglund, Clark et coll., 2005 ; Evans et Stecker, 2004 ; Evans, Hygge, Bullinger, 1995). En outre, le bruit

excite davantage les enfants à propension à l'hyperactivité et peut également augmenter les erreurs dans le travail à exécuter (Ordre des orthophonistes et audiologistes du Québec, 2005).

3.1.3 Les troubles du sommeil : la problématique des vols de nuit

Nous savons que le bruit en général, et notamment les bruits de l'environnement, ont des répercussions importantes sur le sommeil : difficultés à s'endormir, sommeil plus léger, nombreux éveils durant la nuit, faible qualité subjective du sommeil... La perturbation du sommeil par le bruit est la première plainte évoquée dans toutes les enquêtes d'incidence effectuées dans l'environnement des aéroports (Marneffe (de), 1997). Cela se manifeste pratiquement par l'obligation de porter des boules auriculaires la nuit, de fermer les fenêtres en été, d'isoler son habitation, par des difficultés de communication (téléphone, télévision, musique...) et par un malaise psychologique général (Muzet, 1996 ; Marneffe (de), 1997).

Le bruit dit environnemental peut causer des effets primaires pendant le sommeil, mais aussi des effets secondaires qui peuvent être constatés le jour, après une exposition au bruit durant la nuit. En fait, le sommeil non-interrompu est un préalable au bon fonctionnement physiologique et psychique. Les effets primaires constatés de la perturbation du sommeil sont : la difficulté d'endormissement ; des réveils et des changements de phase ou de profondeur de sommeil ; une augmentation de la tension artérielle, de la fréquence cardiaque et de l'impulsion dans les doigts ; de la vasoconstriction ; des changements de rythmes respiratoires ; arythmie cardiaque et mouvements accrus du corps (Muzet et Vallet, 1996 ; Marneffe (de), 1997).

La probabilité de réaction au bruit durant le sommeil est davantage déterminée par la différence entre le niveau sonore d'un événement isolé (L_{Amax}) que par le niveau sonore équivalent total ($L_{Aeq, T}$). Enfin, toujours en guise de préambule, pour un sommeil de bonne qualité, c'est-à-dire qui permettrait d'éviter les effets pointés, l'OMS (2000) recommande que le niveau sonore équivalent n'excède pas 30 dB(A) pour le bruit de fond continu, tandis que des émergences de niveaux de bruit excédant 45 dB(A) devraient être évitées.

Dans la problématique aéroportuaire, le questionnement scientifique sur les troubles du sommeil est directement lié à la question des vols de nuit, sujet à ce jour grandement discuté. Les solutions esquissées répondent plus ou moins efficacement aux demandes des riverains et des élus : du couvre-feu instaurant une interruption réglementaire et obligatoire de l'activité pendant certaines heures de la nuit (ex : Genève, Orly), à la déviation des couloirs d'approche en période nocturne afin que les avions survolent les zones les moins densément peuplées (ex : Chicago). Nous trouvons plus largement comme réponse, la distinction entre quelques grandes plages horaires (jour, soirée et nuit), la limitation horaire voire l'interdiction d'utilisation de certains aéronefs particulièrement bruyants selon la classification de l'OACI. Les tests moteurs peuvent aussi être prohibés pendant les heures de nuit...

Mais, même là où existent des mesures d'interruption de l'activité aérienne, les résidents déplorent les nombreuses exceptions accordées et les associations de défense des riverains sollicitent souvent la mise en place d'un indicateur d'émergence afin de montrer qu'un seul événement sonore dans un univers calme peut perturber le sommeil. Ce qui est scientifiquement montré concernant d'autres types de bruit de l'environnement (Waye et al., 2003). La sensibilité à la question ne peut laisser passif les pouvoirs publics, étant donné qu'elle fait l'objet de mobilisations de grande envergure (cf. l'installation repoussée

d'un intégrateur à Strasbourg, suite à la mobilisation locale qui s'était en partie appuyée sur l'argumentaire sanitaire in Faburel, Zegagh, Lévy et Zemzoumi, 2005).

Or, certains documents provenant d'autorités établies estiment improbables des liens entre bruit nocturne, troubles du sommeil et effets sur la santé : *“There is no evidence of a causal relationship between noise disturbed sleep and health. Objective measurement of noise exposure and sleep show little association between two. Indeed, where association do exist these may reflect self generated noise while wake. Number of noise events during sleep appears to be related to subjective reports of impaired quality. Again it is unclear whether this represents an effect of noise on sleep or whether individuals who have poor sleep are more likely to notice noise and attribute their poor sleep to this.”* (Smith, Rich, 2002).

Pourtant, ceci contredit grandement le résultat de recherches scientifiques menées d'assez longue date sur la question (*supra*). Des mesures électro-physiologiques (fréquence cardiaque, électro-encéphalographie...) ainsi qu'auto-évaluative (appréciation de la qualité du sommeil par questionnaire) existent pour juger de la qualité du sommeil. Et, pendant le sommeil, des réactions électro-physiologiques de réveil peuvent être détectées, le plus souvent à l'aide d'un électro-encéphalogramme, pour des événements acoustiques de 40-45 dB audibles dans la chambre à coucher (ce qui correspond au passage d'un avion). Des études plus récentes suggèrent même des seuils plus bas.

Une étude comme celle de Hume en 2003 s'appuie ainsi sur l'analyse des résultats obtenus d'électro-encéphalographies (EEG) pratiquées pendant le sommeil sur 46 sujets subissant le bruit des avions. Méthodologie qui permet d'identifier une relation entre le bruit des avions et les pics de l'EEG et de déceler des différences de sensibilité selon le sexe de l'individu. La recherche de Basner et ses collègues (2001, 2003) se base, elle, sur l'étude simultanée de plusieurs signes physiologiques pour juger de l'influence du bruit des avions la nuit (polysomnographie, actigraphie, électrocardiogramme, respiration, pulsation tactile et position du corps) ; les chercheurs ont également recueilli le niveau des hormones du stress dans l'organisme. Ils ont tous les deux identifié une relation entre bruit des avions et troubles du sommeil.

Nous savons aussi qu'un phénomène d'habituation peut être observé après quelques temps d'exposition nocturne au bruit, mais il reste toujours incomplet au niveau physiologique (AFSSE, 2004). Le phénomène d'accoutumance de l'homme au bruit n'a pas pour effet d'atténuer et de dissiper à termes les réactions végétatives (Muzet, 1996). Les conséquences somatiques à long terme de ces réveils sont encore sujettes à discussion et à recherche (WHO - Regional Office for Europe, 2004). Mais, la moindre qualité du sommeil, voire sa privation, sont fréquemment associées à un risque accru d'accidents et de blessures. La diminution des performances, l'altération de la motivation, la fatigue et ses effets de somnolence peuvent de fait entraîner un sentiment de frustration, d'anxiété et conduire à des conflits dans le monde du travail (multiplication des erreurs, diminution de la vigilance, ralentissement intellectuel).

Sur la région francilienne, notons les résultats de l'étude *Insomnia* confirmant une affectation de la qualité du sommeil en raison du bruit des avions.

Auto-évaluation des perturbations du sommeil autour de Roissy : une confirmation de la littérature internationale (Insomnia, 2004)

L'étude *Insomnia* est une étude épidémiologique menée par des médecins de l'hôpital européen George Pompidou sur la question des perturbations du sommeil, pour le compte d'une association de riverains de Roissy CDG (Advocnar) et du Collectif Santé Nuisances Aériennes. Cette étude visait à mettre en évidence les troubles du sommeil et les troubles anxio-dépressifs chez les personnes vivant sous les couloirs aériens usités par Roissy CDG.

Elle a été réalisée selon une méthodologie Exposé/ Non exposé auprès de 1 000 individus et à partir de questionnaires répondant aux normes internationales : un premier correspondant au MOS Sleep (pour juger de la durée et de la difficulté de l'endormissement, de la suffisance du sommeil...), un second répondant au profil de santé de Duke (mesure de la santé physique, mentale, sociale, de l'anxiété, de la dépression), un troisième plus général (Global Health Questionnaire).

Elle confirme l'impact sanitaire du bruit des avions sur le sommeil et la santé en général, impact plus marqué chez les hommes, les sujets âgés et les personnes qui habitent depuis plus de 10 ans dans les zones soumises au bruit (Nérome, Bouée, Enjalbert, Lainey, 2004).

D'ailleurs l'Observatoire Régional de la Santé (ORS), en tant qu'agence régionale et aide à la décision par ses avis et recommandations, se montre moins réservée que beaucoup de ses confrères en ce qui concerne les impacts du bruit sur la perturbation du sommeil et invite à une réaction des pouvoirs publics : « *Les effets observés se manifestent à court terme et se traduisent par une difficulté d'endormissement, des éveils au court de la nuit et des troubles du sommeil. A plus long terme, ces troubles de sommeil peuvent nuire à l'efficacité au travail, à l'apprentissage (surtout durant l'enfance), à la capacité de conduire...* » (ORS-IAURIF, 2005, p. 2).

Mais, tandis que l'insomnie, les perturbations et dérèglements du sommeil sont régulièrement dénoncés comme un problème de santé publique, qui affecte la qualité de vie de beaucoup d'individus et qui a des répercussions multiples sur l'organisme, les pouvoirs publics ont, autour des aéroports, longtemps tardé à s'en saisir. Ici, l'un des reproches principaux adressés aux études se focalise sur leur prétendu manque de significativité. C'est en effet essentiellement sur l'aspect quantitatif (avec une claire inclination à tout définir en termes de doses sonores – effets sanitaires) que se focalisent les décideurs tout en insistant sur des corrélations qu'ils jugent trop incertaines.

3.2 Une connaissance imparfaite des impacts sanitaires dus à l'exposition au bruit : le besoin de l'interdisciplinarité

« La variabilité temporelle et spatiale des niveaux de bruit rend souvent difficile la mesure chiffrée de l'exposition dans les études épidémiologiques. De plus, pour certains indicateurs sanitaires (notamment les indicateurs de santé mentale), aucune méthode de mesure standardisée n'est disponible. Dans ces conditions, la comparaison des différentes études à des fins de méta-analyse s'avère complexe. De plus, des tiers-facteurs, tels que les facteurs socio-économiques, sont susceptibles d'intervenir dans la relation entre exposition au bruit et effets sanitaires, et ne sont pas toujours pris en compte dans les études épidémiologiques. Les études disponibles ne permettent donc pas de quantifier la

totalité des effets sanitaires du bruit. Elles offrent cependant des indications pour le développement de stratégies de prévention et d'études épidémiologiques permettant de compléter les connaissances sur ce sujet. » (Camart, 2004). Ainsi, la quantification d'un phénomène socio-environnemental à plusieurs dimensions n'est pas opératoire concernant les effets sanitaires du bruit. Il est donc nécessaire d'accepter les limites des études épidémiologiques, mais d'en retirer la partie la plus immédiatement exploitable (les effets qualitatifs).

3.2.1 Des corrélations difficiles à déterminer

Incertitudes et facteurs de confusion

A la lecture des différents effets reconnus ou supposés du bruit sur la santé, nous avons mis en évidence les nombreuses incertitudes qui existaient pour établir des relations de cause à effet directe ou indirecte, linéaire ou non.

D'abord il existe un différentiel entre les résultats obtenus en laboratoire sous des protocoles de recherche bien établis et les relevés sur le terrain, notamment pour ce qui concerne les effets du bruit sur le sommeil. Cette divergence n'est pas spécifique aux études épidémiologiques et se retrouve d'ailleurs dans de nombreux domaines scientifiques, sans qu'elle puisse être entièrement résolue. Des questions restent donc pour l'instant en suspens : est-ce que l'organisme s'habitue ou bien les changements observés en laboratoire persistent sous une exposition chronique au bruit ? Et si le corps s'accoutume à ces agressions et aux changements inhérents, quels en sont les coûts physiologiques à long terme ?

Ensuite, les paramètres qui peuvent induire la confusion sont difficiles à sérier dans leur détail et exhaustivité, et demanderaient que les pathologies et leur processus de développement soient mieux connus afin de déterminer plus systématiquement les corrélations. Mais la complexité des phénomènes n'est pas une justification suffisante à l'invalidation des résultats qualitatifs. Les effets sanitaires du bruit, comme la gêne et les nuisances déjà évoquées, sont des phénomènes sociaux multidimensionnels ; vouloir isoler et pondérer chaque paramètre s'apparente plus à une illusion mathématique à des fins opérationnelles, qu'à une entreprise scientifique.

De surcroît, au fil des années les études épidémiologiques ont amélioré leurs méthodologies, en corrigeant les imperfections reconnues de celles qui les avaient précédées. Avec l'amélioration de la connaissance de certains phénomènes et de l'origine de certaines affections, les facteurs de confusion sont plus sérieusement relevés et neutralisés dans les traitements statistiques.

Il est de toute façon nécessaire qu'experts et décideurs reconnaissent de concert que des facteurs dits de confusion sont plutôt des paramètres effectifs de la réalité, plutôt que seulement des freins à la compréhension. *“Aside from the causal mechanisms, socialdemographic health differences may in part be due to selection, in particular with respect to geographically determined health differences. In the last decades people from higher-income groups have moved out of the older neighbourhoods of cities, the vicinity of industrial zones to settle down in suburbia and dormitory towns. The more socially disadvantaged groups were and are left behind increasing the geographic accumulation of unfavourable social-economic conditions”* (Hollander, 2004, p. 40).

Etant donné qu'il tend à être démontré qu'une association étroite existe entre le statut socio-économique et la faible qualité de l'environnement résidentiel (voisinage avec des

sources importantes de nuisances, aéroports, autoroutes et zones industrielles : Franssen, 1997, TNO-PG/RIVM, 1998 autour de Schiphol, Morell, Taylor, 1997), résultant de dynamiques territoriales et de mobilités résidentielles spécifiques (nous y reviendrons lors du deuxième séminaire, centré sur les valeurs immobilières, les choix résidentiels et les dynamiques territoriales), pourquoi vouloir considérer que le facteur « statut socio-économique » infirmerait les effets du bruit ? Est-ce que le constat selon lequel d'autres éléments plus prégnants que le bruit affecteraient les individus avec de faibles ressources socio-économiques annihileraient le stress ressenti par les populations exposées à une ambiance sonore régulièrement affectée par le passage des avions ?

Pour se soustraire aux critiques, les méthodologies sont affinées et des études très larges sont menées comme les programmes Ranch, cité précédemment, ou HYENA (*Hypertension and Exposure to Noise near Airports*). Ce dernier nourrit pour ambition de mesurer à l'impact sur la tension artérielle et les maladies cardiovasculaires⁸ du bruit généré par le trafic aérien et la circulation routière induite. L'originalité est d'entreprendre cette investigation sur plusieurs pays – ainsi que l'avaient suggéré des études précédentes pour sortir d'un primat trop localisé des études et par là-même source de contestation – tout en se basant sur des mesures consciencieuses de l'exposition. 6.000 personnes de 45 à 70 ans vivant depuis au moins cinq ans à proximité d'un des six aéroports européens retenus (Athènes, Malpensa à Milan, Schiphol à Amsterdam, Arlanda à Stockholm⁹, Tegel à Berlin, Heathrow à Londres) furent sélectionnés. Les résultats de cette analyse sont attendus pour 2007 (Babisch et al., 2005).

Mais plus généralement c'est peut-être la méthode épidémiologique qu'il faut interroger, comme la psycho-acoustique pour la gêne.

Le besoin de compléments scientifiques interdisciplinaires

L'objectif des épidémiologistes est de déterminer si le bruit ne serait pas une cause de pathologies au sein de la population qui le subit. Mais, il ne faut se garder de prêter à cette discipline plus d'intentions qu'elle n'en possède.

De fait, l'épidémiologie, discipline scientifique, « étudie l'incidence et la distribution des maladies dans des populations importance ainsi que les conditions qui influencent leur dissémination et leur gravité ». Cette pratique permet d'analyser « les différents facteurs géographiques, sociaux, démographiques, de genre, etc. qui conditionnent l'apparition et l'évolution des maladies. » (Dictionnaire encyclopédique universel, 1996). Deux types d'études se distinguent, selon des échelles de temps et d'espace : (1) les études longitudinales qui mesurent l'état de santé d'un (en l'occurrence plusieurs) sujet à un moment donné et, puis plus tard à un moment t_{+1} et (2) les études « exposé/non exposé » qui s'appuient quant à elles sur des données transversales, en appliquant un protocole à un

⁸ En outre pour quatre des aéroports étudiés, les effets de la pollution de l'air sur la survenue de maladies cardiovasculaires ont été mesurés. A cette fin furent usitées les données d'un autre projet financé par l'Union Européenne (APMoSPHERE : Air Pollution Modelling for Support to Policy on Health and Environmental Risks in Europe).

⁹ L'aéroport avait déjà l'objet d'une étude concernant les effets du bruit sur l'hypertension auprès de 266 riverains et 2693 habitants résidant dans d'autres quartiers de Stockholm. L'équipe d'épidémiologistes concluait à un effet du bruit aérien sur l'hypertension après avoir ajusté les résultats selon l'âge, le sexe, le fait de fumer ou non, l'éducation. Bien qu'ils reconnussent la non-prise en compte de certains facteurs de risque comme l'histoire familiale et l'index de masse, ils corrigèrent leurs données avec des informations accessibles tels l'activité physique et le régime alimentaire (Rosenlund, 2001. L'hypertension constituant un risque pour la santé, ils engageaient les pouvoirs publics à agir.

groupe test observé dans des conditions « normales » et un groupe exposé à la causalité soupçonnée de certains maux, en l'occurrence le bruit.

Elle recourt à des énoncés, à une problématisation et à des protocoles de recherche qui lui sont propres et dans lesquels l'administration de la preuve est hypothético-déductive : « *Pour démontrer qu'un effet est dû à une cause, il faut passer par plusieurs étapes (...) : il faut montrer que le problème de santé est plus fréquent pour ceux exposés à la cause. Il faut aussi démontrer que la cause se retrouve dans différentes études, à des lieux différents, avec des patients différents. Il faut parfois montrer, si possible, que plus la nuisance est forte et plus l'effet est important. En outre, il faut que la cause précède l'apparition de la conséquence, or cette relation chronologique n'est pas toujours évidente. Il faut établir des explications plausibles entre la cause et l'effet.* » (Cohen, 2005, p. 41). La dosimétrie fait partie intégrante de son approche. Comme il n'existe pas de mesure universelle pour quantifier le risque sanitaire, sélectionner une méthode ou une mesure implique toujours un choix normatif qu'il ne faut pas négliger. Par exemple en privilégiant la dosimétrie par l'acoustique, les résultats auront beaucoup de difficultés à révéler précisément le poids de facteurs non-acoustiques (ex : histoire sanitaire de l'individu).

Le risque en général, et sanitaire en particulier, ne sont pas des phénomènes univoques et objectifs, nécessairement calculables et répondant à une chaîne causale entièrement intelligible ; ils constituent une construction sociale. Il est donc essentiel, comme pour la gêne et les nuisances induites (effets plus psychologiques de l'exposition sonore, mais ayant en retour des effets sur la santé physique) de croiser les résultats obtenus avec d'autres approches, d'autres champs disciplinaires.

3.2.2 L'expérience française : un champ de recherche longtemps ignoré

La France accuse un retard important dans la recherche sur de telles conséquences sanitaires. Plus largement, comme indiqué sur la gêne sonore, comme vérifié ici, et ainsi que nous le verrons pour l'ensemble des effets environnementaux des transports en général et des aéroports en particulier, les effets du bruit n'ont, pendant longtemps, que peu intéressé les pouvoirs publics.

Les études épidémiologiques sont restées ainsi relativement rares parce que la santé, dans son sens le plus général, n'est pas considérée comme un levier d'action.. Le « *bruit n'occupe qu'une place mineure en tant que problème de santé lié à l'environnement* » parce que cette nuisance ne compromet pas fondamentalement l'existence quotidienne (AFSSE, 2004) et qu'il n'a pas été assimilé que les incidences sur la qualité de vie et le bien-être correspondaient aussi à des atteintes sanitaires selon la définition de l'OMS et ne pouvaient se plier à des approches quantifiées et objectives.

Le Conseil Supérieur d'Hygiène publique en France, après avoir reconnu que « *le bruit au voisinage des zones aéroportuaires constitue un problème de santé publique du fait des effets sanitaires du bruit (...), du nombre de personnes exposées au bruit des avions, de l'augmentation des populations exposées malgré l'évolution de la réglementation et de l'intensification du trafic aérien et la poursuite prévisible de sa croissance* », a recommandé, dans un avis publié au BO Santé n°2004-21, que la connaissance de la situation française résultant de l'exposition au bruit d'avions soit affinée et que pour ce faire des études épidémiologiques soient mises en œuvre, en particulier auprès des populations sensibles (enfants, personnes âgées, travailleurs postés).

Au demeurant, certaines initiatives montrent toutefois que le champ commence à être investi de manière moins sporadique par les acteurs. Le colloque de Fondaterra (Fondation Européenne pour des Territoires Durables) qui s'est tenu le 12 février 2005 sur les effets du bruit des avions sur la santé, ou encore les initiatives parlementaires prises (Colloque Bruit et Santé en 2003 à l'Assemblée Nationale) participent de cette dynamique visant à faire se rencontrer experts, universitaires, élus, technicien et société civile (associations notamment) pour éprouver l'étendue des connaissances locales et les enjeux de recherche qui se dessinent à l'échelle des régions, comme l'Ile-de-France.

Le colloque Fondaterra sur les *Impacts du bruit des avions sur la santé – Certitudes et incertitudes scientifiques – Vers quelles recherches s'orienter ?* a réuni un large panel de personnalités intéressées par la problématique « bruit et santé » et présenté les résultats des études réalisées sur le territoire francilien. L'initiative nourrissait l'ambition sous-jacente de mettre autour de la table différentes catégories d'acteurs et de montrer que le territoire francilien nécessite la construction de nouveaux indicateurs reconnus par tous pour lutter contre les effets nocifs du bruit.

Si les investigations épidémiologiques foisonnent dans le monde anglo-saxon et sont de plus en plus réclamées par les riverains des infrastructures de transport comme les aéroports, la France est longtemps restée en retrait. L'étude menée par l'Hopital G. Pompidou pour l'ADVOCNAR et le Collectif Santé Nuisances Aériennes (Nérome, Bouée, Enjalbert, Lainey, 2004) souligne d'ailleurs le manque d'investigations de grande envergure concernant les effets sur la santé de l'activité aérienne d'un aéroport comme Roissy, pourtant plate-forme majeure du réseau de transport aérien européen.

Les intentions affichées par la Région Ile-de-France vont dans ce sens avec le souhait clairement identifié de se démarquer des approches acousticiennes du bruit et de la gêne.

La mission « Bruit et santé » : des résultats attendus

L'ORS fut chargé en 2005 par la région Ile-de-France de la rédaction du cahier des charges devant servir de document de référence pour un appel d'offre concernant la réalisation d'une étude épidémiologique francilienne pour déterminer les liens entre bruit et santé. Ce travail exigea une étude préliminaire comportant une recension de la littérature et des études existantes sur le sujet, une revue des indicateurs franciliens renseignant les liens entre bruit et santé.

L'étude épidémiologique nécessitait le recours à un indicateur d'exposition au bruit et un indicateur sanitaire. Les cartes d'exposition au bruit ne pouvaient servir de base car jugées insuffisantes pour recueillir des données à une échelle fine. L'enjeu est en effet de modéliser l'exposition individuelle avec des mesures réelles des doses reçues. Au regard des éléments mis en avant, la méthodologie demandée correspondait à une enquête transversale sur les pathologies neuro-psychiatriques sur un échantillon de 5 000 personnes.

Une difficulté principale existe pour ce type d'étude en France : la non-disponibilité des données sanitaires en dessous de l'échelon communal. Or, de cette limite résulte un manque de résolution géographique des données, alors que leur variabilité est importante à l'intérieur d'un même territoire communal.

A la lumière de tous les éléments accumulés sur cette question sanitaire, la recherche dans le domaine du bruit et de la santé requiert de nouveau une approche transdisciplinaire car les effets sanitaires ne résultent pas seulement d'une exposition à un son caractérisé acoustiquement, mais plus exactement à un son produit dans un environnement particulier, un territoire qui fait sens pour la personne exposée, des parcours individuels et des histoires personnelles... qu'il convient, selon les avis scientifiques émis sur les manques et incertitudes pointées, de s'attacher à renseigner. Et, nous avons vu dans la partie précédente que, du fait de faibles corrélations, dont la réalité n'est plus à démontrer, la recherche, notamment française, s'était ouverte sur les 30 dernières années, à la compréhension du rôle de familles de facteurs non-acoustiques dans la gêne exprimée : psycho-sociologiques, sémantiques, géographiques, socio-politiques.

4. Effets sanitaires de la pollution atmosphérique à proximité des aéroports : un manque flagrant de connaissances

4.1 Les types de polluants émis par les trafics aériens et leur poids dans la qualité de l'air en ville

Le secteur des transports est à l'origine d'importantes émissions, et ce de plusieurs polluants. Le transport aérien ne fait pas exception, même si, en volume, moins émetteur que le trafic routier qui concentre beaucoup de regards scientifiques. Parmi les effets externes du transport aérien, il est souvent indiqué que la question du bruit a tant focalisé l'attention, que cela s'est fait au détriment de recherches : sur les émissions des trafics aériens et sur la qualité de l'air dans les pourtours aéroportuaires.

Toutefois, malgré le faible intérêt tant scientifique que politique pour la question de la pollution atmosphérique liée aux trafics aériens, nous savons que :

- les activités aériennes émettent, en nombre et en volume, peu de polluants comparativement à ce que produisent les trafics automobiles d'une agglomération toute entière ;
- mais que cela devient plus incertain si l'on porte regard sur les pourtours aéroportuaires, et que l'on prend aussi en compte l'activité générale induite par les plates-formes.

Certaines études (par exemple ERL, 1993) suggèrent que les émissions polluantes des avions ont une moindre contribution à la pollution de l'air ambiant comparées à celles des volumes de trafic routier générés par d'importantes plates-formes. L'un des arguments fréquemment retrouvés dans la littérature est que les émissions se dispersent beaucoup plus rapidement, avant d'arriver au sol (Colville, 2005). Mais, les études menées sur des aéroports situés en dehors des zones résidentielles montrent aussi que, avec toute l'activité qu'il génère, l'aéroport peut être la source première de concentrations de proximité immédiate, qui peuvent excéder certaines des normes en vigueur relatives à certains polluants (Yu, 2004).

Ainsi, si le trafic routier dans (équipement des services de surface) et autour des aéroports est la source première de pollution atmosphérique, les trafics aériens peuvent aller jusqu'à représenter 10 % de la concentration de polluants autour d'un aéroport, en région densément urbanisée (ex : Amsterdam Schiphol in Noord-Holland, 2001), voire 20 % dans une région moins urbanisée (ex : Roissy Charles de Gaulle, Airparif, 2004). Mais, se pose alors ici la question des échelles spatiales définies, en vue, tant que possible, de distinguer les émissions des trafics aériens, de l'activité aéroportuaire toute entière, et des trafics routiers à proximité plus ou moins immédiate des plates-formes.

Les effets des trafics aériens et des fonctionnements aéroportuaires sur la qualité d'air locale sont en fait une préoccupation très naissante (Yu, 2004). Les chiffrages avancés vont donc s'affiner. En outre, effet cette fois-ci de contexte, dans plusieurs grandes villes du monde, les émissions de certaines sources diminuent tendanciellement, pour certaines depuis plusieurs décennies. Comme résultante, les émissions liées aux activités aériennes, soit demeurent quant à elles stables, soit augmentent légèrement du fait de la hausse des trafics. Elles apparaissent ainsi, relativement, comme un contributeur croissant à la pollution de l'air, surtout à la proximité immédiate des aéroports.

Comme la plupart des modes de transport, les émissions polluantes du transport aérien sont produites par la combustion des carburants, donc dépendent pour beaucoup, outre les volumes consommés, de la composition du carburant et des conditions de leur combustion.

A ce jour, les émissions d'oxydes d'azote (Nox), particulièrement son dioxyde (NO₂), l'ozone, son dérivé photochimique - O₃, ainsi que de particules (PM), de dioxyde de soufre (SO₂) et, dans une moindre mesure de monoxyde du carbone (CO) sont considérés comme les principaux polluants des trafics aériens émis dans l'air au niveau local (Colville, 2005 ; CE Delft, 2000).

Mais, l'impact de ces phénomènes et alors polluants dépend logiquement de l'altitude de survol. C'est ainsi que, émis en altitude, les Nox conduisent à une formation d'ozone (O₃) plus précoce et plus proche des points d'émission (Jenkin et Clemitshaw, 2000). Il en est de même avec les particules. Même si émises en bien moindre quantité que les trafics routiers, leur potentiel dégradant semble accru par l'altitude des émissions, et par les caractéristiques chimiques de la moyenne troposphère. Enfin, bien qu'éloignée de notre champ des effets territorialisés des trafics aériens et fonctionnements aéroportuaires, nous retrouvons ici une des questions saillantes de la problématique du réchauffement climatique et du rôle imputable aux trafics aériens : du fait des altitudes de vol, les émissions de CO₂ - en moindre volume par rapport à ce que tous les transports émettent (13 %) - ont des effets proportionnellement plus importants sur la chimie atmosphérique et alors l'effet de serre (cf. communications au Colloque de Berkeley, *Aviation Noise and Air Quality Symposium*, 2002 et 2003).

4.2 Les effets sanitaires de la pollution de l'air liée aux transports : quelques connaissances établies

4.2.1 Les connaissances globales, par polluant

Depuis maintenant 3 à 5 ans, les quelques données connues sur les émissions polluantes des trafics aériens sont à l'origine des préoccupations croissantes en matière d'effets sanitaires de la dégradation qualité d'air (Colville, 2005). Mais, force est toutefois de constater que la plupart des travaux empiriques menés sur la question des effets sanitaires de la qualité de l'air se focalisent, depuis maintenant 15 ans, quasi uniquement sur les émissions d'origine routière, et ce sans considération précise pour les pourtours aéroportuaires. C'est ainsi que les connaissances, à ce jour les plus stabilisées, concernant les effets de la pollution atmosphérique sur la santé, sont à importer du mode routier. Et, selon ces productions, essentiellement épidémiologiques, nous disposons de quelques éléments d'appréciation.

Tout d'abord, nous savons depuis peu que même à des niveaux faibles, la pollution de l'air a des effets mesurables sur la santé. C'est d'ailleurs le tout premier fait ressortant des travaux scientifiques menés sur la question durant les 15 dernières années : alors que certains niveaux d'exposition pourraient tendre à baisser, il est montré que la santé individuelle est très sensible à de faibles doses. Nous y reviendrons dans le détail. A partir de ce constat, l'Organisation Mondiale de la Santé indique que « *Trois millions de personnes meurent chaque année sous l'effet de la pollution atmosphérique, soit 5 % des 55 millions de décès annuels dans le monde. Vu la marge d'incertitude des estimations, le nombre réel des décès annuels pourrait se situer entre 1,4 et 6 millions* ».

Plus précisément, plusieurs études épidémiologiques ont, d'après l'OMS (PEP, 2003), évalué et montré le rapport entre la pollution de l'air ambiant et les effets sanitaires chez les adultes, en utilisant des indicateurs de particules (PM exprimés comme PM10, PM2.5, Particules fines, et fumées noirs) ou des polluants gazeux (NO2, SO2 ou dioxyde de soufre, de CO et O3). Dans ce cadre ou dans d'autres, plusieurs travaux ont recensé les catégories d'effets, polluant par polluant.

Effets d'une hausse journalière en NO	Source
Hausse en mortalité totale	Touloumi et al. (1997)
Mortalité cardiovasculaire	Zmirou et al. (1996)
Mortalité des bébés	BobaH k and Leon (1999)
Mortalité intra-utérine	Pereira et al. (1998)
Tous types d'hospitalisation surtout pour des personnes âgées	Ponce de Leon et al. (1996)
Hospitalisations urgentes pour cause d'asthme	Sunyer et al. (1997)
Hospitalisations générale pour cause d'asthme	Castellsague H et al. (1995)
Admissions à l'hôpital pour des maladies pulmonaires	Anderson et al. (1997)
Hospitalisations pour des maladies cardiovasculaires, surtout attaques cardiaques	Poloniecki et al. (1997)
Laryngite des enfants d'école maternelle	Schwartz et al. (1991)

Source : Colville, 2005 (p. 1 544)

Et, de telles données scientifiques ont déjà irrigué les savoirs plus opérationnels. Par exemple, nous trouvons :

Polluants	Effets sur la santé
Dioxyde d'azote (NO2)	Gaz irritant pouvant pénétrer profondément dans les poumons. Il altère l'activité respiratoire et augmente les crises chez les asthmatiques. Chez les plus jeunes, il favorise des infections microbiennes des bronches. Les effets de ce polluant ne sont pas tous identifiés. Il est un bon indicateur de la pollution automobile.
Ozone (O3)	Gaz agressif, fortement irritant pour les muqueuses oculaires et respiratoires. Il pénètre aisément jusqu'aux voies respiratoires les plus fines. Il peut ainsi entraîner des irritations du nez, des yeux et de la gorge, des altérations de la fonction pulmonaire, des essoufflements et des toux. Il exacerbe les crises d'asthme. Il ne semble pas possible de déterminer un seuil en dessous duquel ce polluant serait totalement inoffensif. De plus, les effets d'une exposition chronique sur le long terme restent encore mal connus.
Dioxyde de soufre (SO2)	Gaz irritant pouvant entraîner des crises chez les asthmatiques, augmenter les symptômes respiratoires aigus chez l'adulte et l'enfant : gêne respiratoire, accès de toux ou crises d'asthme.
Particules en suspension	Les plus grosses sont retenues par les voies aériennes supérieures. Les plus dangereuses sont les plus fines, car elles peuvent pénétrer profondément dans les poumons et transporter des composés toxiques. Elles augmentent le risque d'infections respiratoires aiguës chez l'enfant et renforcent des sensibilités allergiques ou des pathologies préexistantes. Une grande partie de cette pollution vient des transports. Les émissions des moteurs diesels sont particulièrement riches en

Monoxyde de carbone (CO)	<p>particules de petites tailles. De plus, certaines particules en suspension contiennent des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) aux propriétés mutagènes et cancérogènes</p> <p>A fortes doses, il est un toxique cardio-respiratoire souvent mortel ;</p> <p>A faibles doses, il diminue la capacité d'oxygénation du cerveau, du cœur et des muscles.</p> <p>Sa nocivité est particulièrement importante chez les insuffisants coronariens et les fœtus.</p>
--------------------------	--

Source : DRASS Ile-de-France, 2003

4.2.2 Typologie des effets : court et long termes

Conventionnellement, les effets de la pollution atmosphérique sur la santé sont classés en deux groupes. Les effets à court terme qui peuvent être définis comme des manifestations cliniques, fonctionnelles ou biologiques survenant dans des délais brefs (quelques jours, ou semaines) suite aux variations journalières des niveaux ambiants de pollution atmosphérique. Le second groupe concerne les effets à long terme qui peuvent être des affections ou pathologies survenant après une exposition chronique (plusieurs mois ou années) à la pollution atmosphérique. A ce jour, les effets à court terme ont été les plus étudiés. Le GREQAM a recensé, dans son état de l'art de 2001 pour le PREDIT, 154 références, produites sur les 5 continents, pour la seule période 1995-2000.

Les effets à court terme : des preuves tangibles

La mortalité (respiratoire et cardio-vasculaire) est l'indicateur le plus souvent employé, généralement pour des raisons de disponibilité des données. Les polluants en cause peuvent être de différentes natures. Il peut s'agir de gaz ou de particules ayant des propriétés irritantes pour l'appareil respiratoire. Les conséquences vont d'une baisse de la capacité respiratoire à une incidence sur la mortalité à plus ou moins long terme.

A ce jour, les données épidémiologiques indiquent que le polluant d'origine transport ayant le plus d'implications sanitaires à l'échelle locale dans les villes des pays développés est le NO₂. Ses conséquences sur les fonctions respiratoires et pulmonaires sont avérées. En outre, par une exposition prolongée, le NO₂ provoque des toux chroniques, voire est facteur déclencheur d'infections bronchitiques. Enfin, comme précurseur de l'ozone (O₃), le NO₂ peut avoir bien d'autres effets respiratoires.

Dans les villes des pays développés, le CO lié aux transports a longtemps été présent à des niveaux suffisamment élevés pour accroître la probabilité d'occurrence des maladies cardiovasculaires. L'introduction des pots catalytiques a un temps laisser croire que de tels effets allaient décliner en conséquence (DETR, 1998). Mais, comme pour la question des particules fines, de nouvelles techniques statistiques ont permis d'identifier l'occurrence d'effets a des niveaux beaucoup plus bas d'exposition.

Concernant les particules, des épidémiologistes (Pope et al., 1992 ; Dockery et al., 1992), des analyses en laboratoire (Diaz-Sanchez, 1997), validées par des dires d'experts (QUARG, 1993) ont tôt montré qu'elles pourraient être à l'origine des hausses mesurables dans les manifestations des maladies cardiovasculaires et respiratoires, même à des niveaux faibles de pollution de l'air dans les villes occidentales. La plus grande sensibilité des patients atteints de maladie cardio-vasculaire chronique, apparaît nettement dans les études épidémio-écologiques portant sur : la surmortalité en relation avec les fluctuations

des niveaux de pollution (Quenel et al., 1999), et sur les fréquences d'hospitalisations ou de consultations en relation avec l'exacerbation d'une maladie respiratoire ou cardiovasculaire préexistante. Ici, une nouvelle fois, l'affinement des méthodes de traitement statistique a permis de détecter des effets dits « *à bas signaux* ».

Concernant les conséquences respiratoires, de nombreux travaux épidémiologiques, parmi lesquels les plus convaincants sont les enquêtes transversales répétées sur des populations comparables, ont mis en évidence une augmentation rapide de la prévalence du terrain atopique et de maladies allergiques respiratoires, notamment de l'asthme (Woolcock et al., 1997). Le cas des asthmatiques a été le plus étudié. Ainsi, une revue générale consacrée à l'effet des aérosols acides lors d'expérimentations humaines montre que les asthmatiques sont dix fois plus sensibles que les sujets normaux (Haut Comité de Santé Publique, 2000). Pour le cas de la France, les travaux du Centre International de Recherche sur le Cancer pourraient à terme clarifier la question des pathologies respiratoires : augmentation durable de l'asthme, induction répétée de crise d'asthme, bronchites avec mortalité respiratoire (Marano, 2005, p. 25). Pourtant quant aux études de panel s'intéressant aux bronchitiques chroniques, elles sont moins concluantes, malgré la grande fragilité de ces personnes (Haut Comité de Santé Publique, 2000)

Il a aussi été montré d'assez longue date, par des études en laboratoire, que le SO₂ pouvait être à l'origine de troubles respiratoires en cas d'exposition courte mais à des concentrations élevées, notamment chez les personnes souffrant d'asthme en particulier (Sheppard et al., 1980). Pourtant, comme pour quelques autres polluants, ces études anciennes n'intègrent logiquement pas l'évolution majeure intervenue sur les 30 dernières années : les émissions d'origine industrielle ont, sous l'égide de normes environnementales, de certifications de process et surtout de la désindustrialisation progressive des villes européennes, décliné, au point d'abaisser les volumes globaux de concentrations de tels polluants, ou au pire de les stabiliser, mais aussi de faire apparaître, relativement, la responsabilité des transports dans les émissions subsistantes. En d'autres termes, la littérature épidémiologique s'est détournée des effets de ces concentrations, alors même qu'il est admis que d'autres concentrations moindres, peuvent aussi engendré des dommages pour la santé.

Il y a par contre présomption de plus en plus forte de cancers, dus à l'exposition aux hydrocarbures polycycliques aromatiques liée aux particules diesel (Perera, 1981; US EPA, 1990, 1993). Des études toxicologiques, réalisées sur des volontaires sains aux Etats-Unis, au Canada, en Angleterre, en Suède, ont en particulier permis de déterminer les effets des particules fines liés à l'usage du gazole. Or, ces particules sont celles que les toxicologues considèrent comme posant le plus de problèmes en termes de santé (Marano, 2005, p. 23). Précisons que les études toxicologiques sont des moyens d'aborder les différents effets de la pollution atmosphérique sur la santé sous ses aspects fondamentaux et aident alors à la compréhension des mécanismes généraux de toxicité. En aucun cas ces études expérimentales ne permettent, à elles seules, de conclure dans un sens positif ou négatif à un impact précis et quantifiable sur la santé humaine. D'où la nécessité de compléter avec l'analyse épidémiologique (Haut Comité de Santé Publique, 2000).

Toujours en ce qui concerne les particules, nombre des données existantes ont en fait été compilées ces dernières années, pour admettre faisceaux de preuves et d'incertitudes (WHO 2003, 2004). Et, selon la plus récente évaluation menée par la Commission Européenne (2005), les concentrations élevées de particules, toutes tailles confondues, ont provoqué :

- environ 288 000 morts prématurées durant l'année 2000, dans l'Europe de 25 ;
- 83 000 cas d'admissions à l'hôpital,
- et quelques 25 millions de jours de travail perdus pour cause respiratoire, avec plusieurs centaines de millions de jours d'activité restreinte (AEA Technology Environment, 2005).

Et, même après mise en œuvre de la législation existante (projection 2020), nombre de dommages importants subsisteront en Europe (Amman et al. 2004).

Enfin, des analyses pathophysiologiques, soutenues par de récentes recherches empiriques (Evans, 2005), suggèrent des effets à court et à long termes significatifs des particules en termes d'angines, amplifiant les maladies déjà identifiées par les études épidémiologiques. Il est par ailleurs fort probable que les grandes enquêtes épidémiologiques internationales en cours (ECRHS et ISAAC) mettent à jour l'intervention d'autres facteurs de risque qui permettent de mieux comprendre les raisons, sans doute très multifactorielles, de l'augmentation de la prévalence des maladies allergiques.

Les effets à long terme : quelques présomptions

Quant aux effets à long terme, ils restent mal connus car difficiles à évaluer. Cependant, certaines études américaines comparant les indices de mortalité des villes ayant la meilleure qualité d'air avec les plus polluées semblent confirmer l'action néfaste de la pollution

Les effets à long terme sont étudiés au moyen d'études épidémiologiques totalement différentes, comme les études de cohortes : suivi sanitaire d'une dizaine d'années d'une échantillon de population, avec précisions sur leur exposition quotidienne, selon leurs activités. Ces études de cohorte ont permis de montrer que l'exposition chronique à la pollution particulaire était associée à une augmentation des risques de décès pour cause cardio-pulmonaire, en Ile-de-France (Lefranc, 2005, p. 31)

Une étude, réalisée par une équipe de Vancouver, a comparé post mortem l'état des poumons d'un groupe des femmes à Mexico et à Vancouver. Ces femmes avaient été choisies parce qu'elles ne fumaient pas, n'étaient pas dans un environnement de fumeurs ni dans un environnement professionnel industriel avec des fumées et des particules et elles avaient vécu toute leur vie à Mexico (ville polluée) ou à Vancouver (moins exposée). L'équipe a montré qu'il y avait dix fois plus de particules dans le poumon des femmes de Mexico que dans ceux des femmes à Vancouver. C'est la première étude, à l'échelle internationale, a montré de façon claire que le fait d'être exposé pendant toute une vie à une atmosphère polluée amenait à une accumulation importante de particules dans les poumons, comme chez les fumeurs (Marano, 2005, p. 24).

Il est vrai que dans le domaine de la pollution atmosphérique, les conséquences de la pollution dite de fond sont souvent mal perçues alors que celles liées à la pollution de proximité relèvent davantage de la notion de nuisances et sont parfaitement identifiées par ceux qui la subissent. La pollution de fond n'est pas, la plupart du temps, perceptible, alors que la perception de la pollution de proximité est davantage accessible par la vue (fumée, opacité de l'air) ou par l'odorat. Les liens entre les dimensions olfactives et la pollution de l'air peuvent être forts (Bonnefoy et Moch, 1997) alors que l'odeur perçue est indépendante de la nocivité de l'air. La loi sur l'air (LAURE - 19996) a d'ailleurs pris en compte cette dimension du problème puisque les nuisances olfactives figurent parmi les

conséquences négatives de la pollution atmosphérique (Haut Comité de Santé Publique, 2000).

Même si les arguments sur les effets des pollutions atmosphériques de proximité les présentent comme plus altérateurs de la qualité de la vie, la pollution de fond, moins perceptible a priori, doit faire aussi l'objet des travaux scientifiques.

4.2.3 Les effets de la pollution atmosphérique sur la santé des enfants : des présomptions confirmées

Du fait d'une sensibilité croissante (Brunekreef et al., 1997), plusieurs pays européens ont lancé des projets de recherche visant à évaluer les effets sanitaires de la pollution générée par les transports chez les enfants. Ce fut le cas, remarquable, de l'UNECE –WHO *Transport Health and the Environment Pan-European Program* (OMS, 2003) inscrite dans le *CEHAPE-Children's Environment and Health Action Plan for Europe*. Le but premier du projet, associant les experts venant de six pays participants, était d'avancer vers une évaluation intégrée des effets majeurs du transport sur la santé :

- en recensant l'ensemble des connaissances disponibles en la matière ;
- en soulignant les coûts de tels effets ;
- en portant en particulier regard sur les aspects méthodologiques des évaluations réalisées mais aussi à promouvoir ;
- en identifiant les orientations politiques pour contrevenir à de tels effets ;
- et en se concentrant sur les enfants.

Un premier constat se dégage : peu d'études ont jusqu'à ce jour porté sur les effets de la pollution de l'air sur la santé des enfants européens. Toutefois, une nouvelle fois, malgré le peu de données d'études, leurs résultats suggèrent qu'il y a une relation entre ce qui est encore grandement évalué séparément : la pollution de l'air en Europe et les multiples constats sanitaires pratiqués chez les enfants en particulier.

Ici, par exemple, les effets respiratoires sont assez évidents. Vivre à côté de routes en milieu urbain, avec un trafic motorisé dense, a été statistiquement associé à des certaines maladies respiratoires (exacerbation de l'asthme, symptômes respiratoires, symptômes allergiques, réduction des fonctions pulmonaires...). Même à des niveaux bas, il a été prouvé que la pollution de l'air aggravait par exemple l'asthme des enfants. (PEP, 2004, p. 11 et 98). Les résultats d'une autre étude (Bobak, 1994, *id.*, 1999, dans le PEP, 2003, p. 100) indiquent que l'exposition à la pollution de l'air des nouveaux-nés et bébés induit une surmortalité pour cause respiratoire, surtout pour les enfants de moins d'un an. Brésil (Saldiva, 1994, Conceicao, 2001 dans le PEP, 2003, p.39) suggère un rapport positif entre l'exposition à la pollution de l'air et la mortalité respiratoire chez les enfants de moins de 5 ans. Mais, il n'existe pas d'études européennes sur ce sujet.

En bref, selon l'analyse des études épidémiologiques menée dans le cadre de l'OMS, les principaux effets identifiés sur la santé des enfants se résument en :

- morbidité respiratoire : hausse des symptômes, hospitalisations, visites médicales, découplage de la fonction et développement pulmonaire ;
- morbidité non respiratoire : absentéisme à l'école, irritation des yeux, accélération du rythme cardiaque et, mais bien plus incertain, cancer ;

- mortalité : mortalité intra-utérine, mortalité des nourrissons et des enfants de moins de 5 ans ;
- en période de grossesse : retard intra-utérin, faible poids de naissance, naissance prématurée...

En fait, s'agissant d'effets identifiés, il faut bien noter que les principaux effets sur la santé des enfants sont très nettement respiratoires (asthme et bronchite aiguë) et d'ordre pré-natal (naissances prématurées) (Desqueyroux, 2005, p. 15). Colvile (2005) rapporte d'ailleurs les chiffres indiquant que l'occurrence de l'asthme a considérablement augmenté pendant la seconde moitié du XXème Siècle (Holgate et al., 1995 ; Jarvis et Burney, 1998) dans plusieurs pays (Miyamoto, 1997 ; Ninan et Russell, 1992), apportant quelques évidences sur le rôle de la pollution de l'air dans l'aggravation d'asthmes préexistants (Krishna et Chauhan, 1996). Toutefois, selon Holgate et al. des incertitudes persistent sur l'imputabilité à la pollution dans cette prévalence. Nous y reviendrons.

Indéniablement, la population des enfants est plus sensible à certaines expositions, notamment dans leurs effets respiratoires. Ceci provient du fait que les alvéoles pulmonaires se développent jusqu'à l'âge de 8 ans. Et, ce développement physiologique peut être compromis par des agressions répétées et/ou prolongées. Ainsi, plusieurs travaux ont mis en évidence un impact de l'exposition prolongée sur la réduction de la fonction respiratoire et d'autres suggèrent la réduction du rythme de croissance parmi les enfants soumis en moyenne sur la période, à des valeurs plus fortes d'ozone (Haut Comité de Santé Publique, 2000).

Si, une nouvelle fois, les rares études ayant porté sur la santé des enfants exposés à la pollution de l'air n'ont pas concerné les aires aéroportuaires, chez l'enfant comme chez l'adulte, les arguments qui plaident en faveur d'un rôle causal, à court terme, de la pollution de l'air sur la santé sont les suivants (Haut Comité de Santé Publique, 2000) :

- les différents protocoles d'étude utilisés permettent un contrôle adéquat des principaux facteurs de confusion écologiques (caractéristiques des milieux) et individuels (parcours sanitaires) ;
- les délais constatés entre l'exposition à la pollution et l'effet sur la santé sont compatibles avec les données expérimentales disponibles ;
- il existe, globalement, une relation croissante entre les niveaux d'exposition à la pollution atmosphérique et les risques sanitaires qui ont été observés ;
- les relations observées sont consistantes et robustes, quelles que soient les populations considérées, les conditions socio-économiques, géographiques et climatiques.

Mais, malgré cet ensemble d'arguments, un minimum de prudence s'impose pour interpréter les résultats de ces études.

4.3 Incertitudes persistantes et manque de connaissances sur les pourtours aéroportuaires

4.3.1 Incertitudes relatives aux effets de la pollution atmosphérique sur la santé

Tous les produits scientifiques s'attachent dans le même temps à souligner plusieurs difficultés et manques persistants, représentant sans conteste un frein pour l'aide à la décision. Au premier chef, nous trouvons la difficulté d'isoler précisément les effets constatés en les affectant à chacun des polluants, donc d'identifier finement les sources qui en sont responsables (tel mode de transport, tel type de trafics, telle période...). « *C'est pour cela qu'il est très important de réfléchir non pas en termes d'un polluant mais en termes beaucoup plus global d'une exposition à des pollutions multiples* » (Marano, 2005, p. 50). « *Les émissions ne restent pas telles qu'elles sont. Des transformations chimiques leur sont associées et tout cela va nous donner une grande variabilité spatiale et temporelle. Les effets de la pollution atmosphérique sont plus liés aux mélanges de tous les polluants qu'à l'effet nocif de telle ou telle molécule. Pourtant, on est souvent plus en état de caractériser l'effet de telle ou telle molécule que l'effet global de la "soupe" polluante à laquelle on peut être soumis* » (Lameloise, 2005, p. 16). « *En effet, on n'a pas connaissance complète de la composition de la soupe qu'un individu va pouvoir respirer, on va uniquement suivre quelques indicateurs de pollution* » (Lefranc, 2005, p. 28).

Outre cette question de la combinaison des polluants, force est de constater qu'il y a un nombre d'aspects dont la connaissance limitée impose des contraintes majeures à toute action. Wheatherley (2001) en souligne les principales, qui renvoient toutes au fait que les explications sont souvent bien plus multi-factorielles que les relations doses – effets pourraient seules montrer :

- l'exposition précise des individus est moins connue ; les expositions personnelles devront être évaluées dans le temps, et ce à l'intérieur comme à l'extérieur des locaux, car bien que passant plus de 80 % de notre temps enfermés, la plupart des études de pollution d'air portent sur des concentrations extérieures (Crump et al., 1999);
- une gamme de polluants demande une évaluation supplémentaire, incluant des métaux lourds, des substances organiques et les particules très fines ;
- certaines relations dose-réponse sont incertaines (Colvile, 2005) ; et plusieurs effets à long terme, notamment de mortalité, demeurent peu connus ;

Des rapports officiels confirment cela (Haut Comité de Santé Publique, 2000) :

- l'exposition réelle des individus ou de la population dans son ensemble n'est pas connue et est estimée le plus souvent indirectement, ce qui laisse persister une incertitude sur la précision des associations observées entre les variations journalières de pollution et les effets à court terme sur la santé (Janssen et al., 1998) ;
- quantitativement, au niveau individuel, les liens observés sont faibles, ce qui signifie qu'on ne peut pas totalement exclure qu'ils puissent être pour partie liés à des facteurs non connus aujourd'hui ;
- en l'état actuel des connaissances, il n'est pas possible d'établir de relation exposition-risque qui soit spécifique à un type de polluant, particulièrement pour les particules et Nox ;

« On ne va suivre dans tout cela que quelques polluants à qui l'on va donner le rôle d'indicateur de pollution atmosphérique, en résumant d'abord parce qu'on ne sait pas tous les suivre et puis aussi parce que si on les suivait tous, on serait devant une masse de données que l'on ne serait pas forcément en état de traiter » (Lameloise, 2005, p. 16).

- les mécanismes sous-jacents aux effets observés ne peuvent pas être déduits à partir des études épidémiologiques. Les études toxicologiques et expérimentales sont nécessaires pour étudier les mécanismes d'action des polluants.

Ainsi, la surveillance de la qualité de l'air et l'observation de ses effets sur l'homme et les sociétés confrontent les champs de l'étude et la recherche à une chaîne intégrée d'une grande complexité : associations multiples de polluants et de causalités sanitaires, sociales, économiques.... Comme le rapport du Haut Comité de Santé Publique (2000) l'indique, il y a nécessité, ici comme sur le thème des effets du bruit abordés plus haut (gêne, nuisances, santé), de multiplier les démarches inter-disciplinaires. Compte tenu de l'importance numérique des populations résidant aujourd'hui en milieu urbain plus ou moins exposé, l'évaluation des effets sanitaires de la pollution atmosphérique nécessite clairement de nouvelles recherches transversales

En outre, concernant les études épidémiologiques sur la relation entre l'exposition à la pollution de l'air et la santé chez les enfants (PEP, 2003), qui ont montré une liaison forte pour plusieurs effets, en particulier respiratoires, le nombre d'études est dit trop insuffisant pour en déduire des fonctions dose-réponse (en Europe). Afin de répondre aux besoins de la *Health Impact Assessment* comme procédure en devenir, par exemple menée à l'aéroport d'Oakland (Dowlin, 2004), les études épidémiologiques sur la relation entre la pollution de l'air et la santé des enfants ont besoin de porter plus avant attention sur les causalités, donc d'estimer les fonctions doses – réponses. En particulier, les effets sanitaires à long terme ne sont pas suffisamment investigués.

Or, ceci est d'autant plus réalisable que les concentrations sont surveillées, ou en voie de l'être, dans la plupart des régions urbaines européennes. Dans ce domaine précis, il est nécessaire de développer des études sur :

- le rôle de la pollution liée aux trafics dans la mortalité des enfants de moins de 5 ans, sur le déroulement des grossesses (ex : mortalité intra-utérine), sur les maladies allergiques des enfants... ;
- la relation entre la réduction de la fonction pulmonaire pendant l'enfance et la réduction à long terme de l'espérance de vie ;
- la liaison quantitative entre la pollution liée au trafic et le cancer d'enfance, l'absentéisme à l'école...

A notamment été discuté à l'occasion de ce travail de l'OMS, la difficulté du choix d'indicateur. « Nous nous sommes focalisés sur les particules et sur le dioxyde d'azote. Cela a fait l'objet de grandes discussions au niveau européen pour savoir quel était le meilleur indicateur du trafic. Par rapport aux résultats que nous avons en données épidémiologiques, nous étions obligés de prendre les PM10 et les NO2. Mais d'autres études sont faites en prenant en compte la distance par rapport aux voies et l'intensité du trafic » (Desqueyroux, 2005, p. 13).

Il est vrai qu'il existe très peu d'études expérimentales ou cliniques concernant les effets à long terme de la pollution atmosphérique, par exemple sur les fonctions respiratoires. Les données de la littérature existante concernent essentiellement les effets à court terme des différents polluants actuellement mesurés en milieu urbain, chez les sujets ne présentant

pas de maladie respiratoire préexistante ou chez des asthmatiques et des patients présentant une bronchopathie chronique obstructive (BPCO).

Et, selon le rapport du Haut Comité de Santé Publique (2000), les études épidémiologiques relatives aux relations entre polluants et infections respiratoires à court terme sont mêmes d'interprétation difficile dans la mesure où la mise en évidence d'une infection bronchique se heurte à des problèmes méthodologiques complexes. Les études contrôlées avec des volontaires sains ne montrent pas d'effets respiratoires significatifs par exemple du Nox, pour des concentrations faibles. En outre, des études réalisées aux Etats Unis sur des volontaires sains, ont montré des résultats très discordants en matière d'effets respiratoires du Nox à des concentrations aussi réalistes que possible.

4.3.2 Les impacts sanitaires de la pollution des trafics aériens : des manques flagrants

Des études complémentaires seraient nécessaires afin de déterminer de manière plus précise les liens existant, polluant par polluant, entre qualité de l'air et infections respiratoires. Et, ceci est particulièrement vrai dans les pourtours aéroportuaires, lieux dans lesquels on commence à peine à connaître le niveau de certaines concentrations, mais sans données aucune sur leurs effets sur la santé.

En fait, il est de plus en plus admis que les déficits parmi les plus criants en matière de compréhension des impacts des transports concernent l'aviation et ses effets d'abord sur la chimie atmosphérique globale. Ainsi, les impacts sanitaires de la pollution atmosphérique liée au fonctionnement de plates-formes aéroportuaires n'ont dès lors été que très peu étudiés jusqu'à ce jour. Comme montré précédemment, la quasi totalité des expériences et analyses ont été menées sur le cas de la pollution d'origine automobile. Or, même si des parallèles peuvent parfois être faits, les transferts et inférences des données scientifiques livrées demeurent risqués. En fait, concernant le transport aérien, force est de constater que le besoin d'investigations se fait grandement sentir, en regard des quelques acquis sur le mode routier. « *Il est donc légitime que des études épidémiologiques soient entreprises pour mettre en lumière les impacts éventuels sur la santé, comme cela a été le cas avec la circulation automobile urbaine* » (Giblin, 2004, p. 5).

Or, seconde motivation à combler les manques persistants, les baisses d'ores et déjà enregistrées et anticipées d'émissions du trafic routier, accompagnée d'une croissance rapide du secteur du transport aérien¹⁰, devraient entraîner une croissance relative de la contribution des trafics aériens à la dégradation locale de la qualité de l'air au niveau du sol (Colvile, 2005).

En fait, concernant la pollution atmosphérique liée aux trafics aériens à proximité des grands aéroports, seules quelques et rares initiatives remarquables sont à signaler. Parmi les plus actifs dans ce domaine figurent l'aéroport d'Amsterdam Schiphol (Heath Impact Assesment, 1994 et 1999) et celui d'Oakland – CA (Dowlin, 2004). Les résultats concernant les pourtours de Schiphol identifient des effets respiratoires et cardiovasculaires, et attirent l'attention sur les impacts sur la santé des enfants. Quant aux résultats de l'évaluation menée à Oakland en Californie, Dowlin parle de menaces respiratoires, et pas cancérigènes, pesant avant tout sur les personnels travaillant sur la plate-forme.

¹⁰ Parmi tous les modes de transport, c'est l'avion qui, sur la longue durée, connaît la croissance la plus forte, en lien notamment à l'évolution sociétale des pratiques de mobilité.

Ce manque global tient, d'après les dires d'experts, d'abord à la difficulté de quantifier les contributions polluantes respectives des activités aéroportuaires et des autres activités de l'aire géographique, notamment du trafic routier induit par l'activité aéroportuaire, tant ces facteurs sont étroitement imbriqués (Momas et Blanchard, 2004, p. 3). Il s'agit aussi néanmoins, suivant en cela Colville (op. cit.), de non seulement identifier la contribution de l'aviation à la pollution de l'air, mais surtout de réaliser des mesures en tenant compte de certaines de ses spécificités, notamment l'altitude des émissions, où la pression atmosphérique plus basse et le déficit d'autres sources anthropogéniques, laissent place à traces gazeuses et particulaires pouvant avoir des effets tangibles sur la chimie de l'atmosphère.

Les études à entreprendre sur l'aérien doivent aussi se nourrir des limites encore véhiculées par les travaux scientifiques portant sur le mode routier. Par exemple, l'absence de prise en compte de certaines des facteurs de confusion (Fransseen et al., 2004, p. 9) potentiels (caractéristiques socio-démographiques, modes de vie...), dont souffrent des études à visée exploratoire ainsi que la multiplicité des polluants impliqués (Marano, 2005, p. 25 ; Momas et Blanchard, 2004, p. 4) doivent faire l'objet d'une attention particulière. Leur analyse est encore trop sommaire pour que l'on puisse en tirer des conclusions solides sur l'imputabilité des effets observés (Momas, Blanchard, 2004, p. 3).

Ici comme ailleurs, il est de nouveau grandement recommandé de mener des approches plus intégrées de panel (effets à court terme) et de cohorte (à long terme), usant de toutes les données déjà pertinentes nécessaires à l'élucidation de preuves (Medina et Segala, 2004, p. 7 ; Mulder et al, 2004, p. 12). L'attention doit notamment, autour des aéroports, être portée en priorité sur les groupes sensibles : la riveraineté proche (Childers et al, 2004, p.15), les enfants (à l'exemple des études sur le bruit, *supra*) et les personnels qui travaillent dans et autour des plates-formes (Pitarque et al, 2004, p. 20). Même si quelques rares travaux mettent en évidence certains effets (cf. Schiphol et Oakland), de nombreuses pistes restent encore à explorer et des méthodologies à affiner, et ce notamment en vue d'exploiter en toute sérénité ces quelques résultats d'ores et déjà produits (Hoek et al, 2004, p. 24). Par exemple des campagnes de mesures peuvent montrer que la nature et surtout les niveaux de polluants atmosphériques autour des grands aéroports sont analogues à ceux des zones urbanisées, les effets attendus seraient, dans cette éventualité, comparables à ceux déjà décrits dans la littérature pour les zones urbanisées (Momas et Blanchard, 2004, p. 4).

Il est vrai que, même si beaucoup reste à faire, surtout concernant les pourtours aéroportuaires, notamment pour comprendre les effets à long terme de la pollution atmosphérique liée aux transports, quelques connaissances sont d'ores et déjà établies. Et, en l'état actuel des savoirs, l'association, notamment à court terme, entre pollution atmosphérique et santé peut être considérée comme « *très probablement causale* » (Haut Comité de Santé Publique, 2000), ceci chez les adultes mais aussi chez un groupe particulièrement sensible : les enfants. Il demeure à engager des études de grande envergure, ce qui est à l'étude à ce jour, avec toutefois une attention particulière sur les méthodologies employées (Vampouille, 2005, p.95), pour éviter les erreurs qui ont pu être produites sur le thème des trafics routiers et des effets sanitaires de leurs émissions polluantes.

Partie 3

Effets territoriaux positifs et négatifs,
estimation des coûts et avantages socio-économiques

5. Les retombées territoriales positives des aéroports : effets structurants ou congruents¹¹ ?

Les effets de la présence aéroportuaire sur un territoire ne se résument pas à une chaîne vertueuse de laquelle découlerait un développement économique inévitable. S'il est amplement reconnu et démontré que les aéroports sont sources d'effets économiques positifs, la systématique utilisée dans les modèles d'évaluation d'effets fait débat (effets directs, indirects, induits, rôle catalyseur). D'autant que ces effets économiques territoriaux diffèrent selon les échelles observées et sont inégalement distribués. C'est ce que l'état de la littérature relaye sur la question, littérature qui a pour caractéristique d'être à première vue fort abondante, en tout cas comparativement par exemple aux impacts environnementaux et surtout sanitaires évoqués précédemment, mais surtout d'ordre institutionnel. En fait, la littérature scientifique est quant à elle sinon plus sceptique en tout cas plus dubitative sur le caractère habituellement présenté comme mécanique des effets d'entraînement et de développement exogène des grands équipements dits structurants.

5.1 Les dynamiques territoriales : effets économiques et développement local/régional

Comme le transport aérien ne représente pas un but en soi, mais se définit comme un service, un moyen de réaliser une autre activité, il peut paraître difficile d'estimer l'ensemble de ses effets tant au point de vue économique que territorial. Les effets territoriaux du transport aérien ne se limitent pas à la création d'emplois, mais se déclinent par des répercussions dans la structure des tissus socio-économiques, dans la valeur des biens matériels...

5.1.1 Des effets économiques bien renseignés

L'impact économique global d'un aéroport pourrait se définir comme la croissance réelle en termes de demande finale de la production de biens et de services résultant des activités économiques générées par le fonctionnement de l'aéroport.

Dans une perspective keynésienne, il est sous-entendu que les investissements en termes de transports ont un effet multiplicateur à plusieurs échelles : locale, régionale, voire nationale et supranationale. La compétition qui règne entre les plates-formes aéroportuaires, notamment pour l'accueil des intégrateurs, lesquels fonctionnent sur la base de hubs dont la zone de chalandise dépasse les frontières nationales, illustre les enjeux internationaux de la présence d'un aéroport. Les grandes plates-formes européennes et principalement Francfort Rhin-Main et Paris CDG luttent tacitement l'un contre l'autre pour obtenir l'implantation des entreprises de fret et de logistique. C'est la raison pour laquelle l'échelle supranationale des logiques économiques ne doit pas être occulté.

Le schéma théorique des effets économiques

Les aéroports sont, selon la littérature d'ordre institutionnelle, de gros générateurs d'emplois. Pour 1 million de passagers par an, on considère officiellement environ qu'il y a

¹¹ Nous reprenons ici les termes d'un débat devenu un temps assez vif au sein de l'économie des transports, notamment en France (cf. Offner, 1993).

1 000 emplois directs et 1 000 indirects sur le site, ainsi qu'environ 2 000 emplois induits dans les alentours. Cette catégorisation et cet ordre de grandeur se retrouvent assez systématiquement appliqués :

L'impact économique direct : il s'agit de la conséquence immédiate des activités exercées sur le site aéroportuaire par la grande diversité des entreprises aéronautiques et non aéronautiques qui s'y trouvent implantées. On y ajoute parfois les entreprises localisées à proximité immédiate de l'aéroport, dans les zones industrielles dont la création s'est produite concomitamment à la plate-forme aéronautique.

Il est mesuré par le nombre d'emplois créés, leur qualification, ainsi que les flux monétaires générés par ces activités et injectés dans l'économie régionale sous forme de salaires, charges sociales, fiscalité, consommation (les dépenses doivent être réalisées auprès d'entreprise de la région), investissements (niveau sur une période de 5 ans pour actualiser et lisser l'effet des opérations exceptionnelles).

L'impact économique indirect correspond aux flux monétaires générés par les passagers aériens non-résidents dans la région auprès d'entreprises qui ne sont pas sur le site aéroportuaire : agences de voyage, tour-opérateurs, hôtels, restaurants, commerces... Son évaluation passe par la détermination du nombre de passagers aériens non-résidents, la durée de leur séjour, le nombre de nuitées, le montant de leurs dépenses quotidiennes régionales, hors sites aéroportuaires.

L'impact économique induit représente l'effet multiplicateur des flux monétaires directs et indirects injectés dans l'espace régional : achat de biens et de services auprès d'entreprises locales, et effets redistributifs locaux des revenus ainsi obtenus, puis ainsi de suite. Les retombées y sont beaucoup plus diffuses que les autres impacts. D'où la difficulté à les mesurer, malgré les différentes méthodologies qui existent pour déterminer le coefficient multiplicateur (dont le modèle économique tiré de la théorie de la base)

Il faut ajouter à ce tableau, tiré des multiples études d'impacts économiques des aéroports, les effets de notoriété et d'innovation dont sont porteurs les aéroports. C'est donc aussi un rôle de catalyseur¹² qu'ils jouent.

Un aéroport attire ainsi des activités qui n'ont pas de relation sectorielle avec l'activité aéroportuaire mais qui mettent à profit les services aéroportuaires. Alors que les impacts directs, indirects et induits se réfèrent à des activités économiques liées à l'aéroport, l'effet catalytique représente les emplois de production, de distribution et de service attirés par la proximité de l'aéroport en raison de l'accessibilité et des autres avantages compétitifs qu'il fournit.

Les entreprises multinationales sont par exemple sensibles à l'offre, la qualité et le prix des services de transport aérien dans leurs choix d'implantation et lieux d'investissement. Et, l'amélioration des infrastructures de transport peut alors avoir une incidence perceptible sur une productivité plus large. *“Air transportation ranks among the most important factors in business location and re-location decisions, particularly for corporate headquarters and high-tech firms. The catalytic job growth associated with airports is particularly directed toward high-technology and high-value development.”* (Erie, Kasarda, 1999, p 13).

¹² Substance qui altère la vitesse d'une réaction chimique sans apparaître dans les produits finaux. En langage courant, personne physique ou morale qui provoque par son action ou son exemple une importante transformation politique, économique ou sociale dont elle n'est pas le moteur direct.

La mesure de l'effet catalyseur peut être empirique comme le montre la méthodologie employée par l'étude du groupe a Al Chahabi pour les aéroports de Midway et d'O'Hare en 1993. Elle se concentre alors sur les emplois créés par la demande catalytique en identifiant quelques facteurs clés : le rang de l'aéroport dans le contexte national et international, le nombre de vol directs, la disponibilité de terrains pour la construction, les coûts relatifs et absolus de ces mêmes terrains, l'adéquation du réseau de transport au développement des services, la disponibilité de résidences correspondant aux préférences de cadres, le taux et la nature de la croissance régionale. Enfin, d'autres paramètres peuvent intervenir et modifier à la hausse ou à la baisse l'effet de proximité ressenti par les entreprises : la fiscalité locale, les incitations locales (zones de fiscalité avantageuse...), l'environnement réglementaire. Des méthodologies d'évaluation différentes et parfois sont aujourd'hui utilisées tel le *Regional Airport Demand Allocation Model* mais n'ôtent pas toute incertitude sur les données ainsi produites. Nous y reviendrons.

Certaines activités s'avèrent, selon les connaissances ainsi accumulées, fortement dépendantes du service aérien tels le tourisme, l'hôtellerie (notamment celle de haute gamme qui s'implante souvent à proximité des aéroports et élargissent leurs activités pour recevoir des séminaires, colloques... dans leurs locaux) ou l'organisation des congrès et des salons. L'Ile-de-France est la première région touristique au monde et « *sur les 44 millions de visiteurs accueillis dans la région en 2000, 9,7 millions de visiteurs, soit 22 %, arrivent en avions. Environ 3,9 millions d'entre eux viennent pour des raisons professionnelles.* » (Berthon, 2003). « *Les infrastructures créés dans une région n'ont pas comme effet principal de « faire venir » des entreprises dans la région [et de dépeupler les autres] mais de rendre plus efficaces les entreprises qui sont dans cette région.* » (Prud'homme, 2000).

Moyenne européenne de l'impact aéroportuaire sur l'emploi

Impact direct	1 100 emplois par mppa
Lié à l'exploitation de l'aéroport et généré sur le site ou à proximité immédiate	
Impact indirect et induit	1 100 emplois par mppa
Indirect : généré dans l'économie au sein de la chaîne de fournisseurs de biens et de service aux activités directes Induit : généré par la dépense des revenus des emplois directs et indirects	
Impact catalyseur	1 800 emplois par mppa
Généré par l'attraction, le maintien ou l'expansion de l'activité économique au sein de la zone économique étudiée, résultant de l'accessibilité aux marchés permise par l'aéroport	
Impact total	4 000 emplois par mppa

Source : ACI Europe, septembre 1998

La capacité aéroportuaire : variable du développement économique ?

Une augmentation des capacités aéroportuaires peut donc significativement accroître, selon ces discours empiristes, les retombées économiques bénéfiques. A l'inverse une diminution des capacités aéroportuaires est considérée comme particulièrement handicapante pour

l'économie régionale et nationale, l'Airports Council International Europe estimant qu'un déficit d'accroissement des capacités en fonction de l'augmentation de la demande peut grever le PIB national et régional de 2,5 à 3 % (ACI, 2004, p 10). L'aéroport d'Orly illustre ce cas, puisque d'une part l'exploitation de l'aéroport a été limitée par l'application de différentes mesures dont l'institution d'un couvre-feu et du plafonnement du nombre de mouvements annuels. D'autre part la plate-forme a subi le contrecoup du départ d'Air France vers Roissy. Un recul important du nombre d'emplois a alors été constaté.

Dès lors, remarquons que, dans les discours, une mise en lien est établie : entre le service aérien et le dynamisme local. L'aéroport et l'offre de transports sont un pourvoyeur de richesses, un « *générateur d'emplois* » (CREPIF, 1994, p. 25), un « *facteur essentiel de compétitivité* », « *un outil au service du développement économique et touristique local et régional* » (CREPIF, 1994, p. 11). « *L'aéroport est pour sa région un pôle économique structurant* » (ADP, IAURIF 2001, p.11). « (...) *un aéroport est aussi un véritable catalyseur stratégique qui élève le profil social sur une vaste zone de maillage socio-économique (...)* » (DUCSAI, 2001). « *The airport (is) a vital tool for the regional economy* » (COFAR, 2001, p. 55). « *An airport is an economic driver* » (Smilde, 2000, p. 26).

D'ailleurs, les conseils généraux du Val de Marne et de l'Essonne et les entreprises (notamment par le biais de l'Association pour le Développement du pôle Orly-Rungis ADOR) appellent de leurs vœux un accroissement mesuré du nombre de vols et surtout une redéfinition des destinations afin qu'Orly ait une vocation plus internationale.

Or, sur le pôle Orly-Rungis-Massy qui tend à être valorisé dans les discours officiels, notamment dans la préparation du SDRIF, l'aéroport ne joue qu'un rôle direct modeste : « *L'aéroport ne semble n'avoir qu'un effet d'entraînement réduit sur son environnement économique, dont les composantes relèvent d'activités multiples. En revanche la présence de l'aéroport comme offre de service aux entreprises, dans cette moitié sud de l'Ile-de-France, est indispensable au milieu économique, qui souhaite fortement un enrichissement des destinations européennes et internationales desservies par Orly.* » (Lartigue, 2003, p. 167).

En outre, d'autres chiffres que ceux énoncés plus haut, tels ceux de l'INSEE à l'issue du RGP de 1990, présentent des effets plus modestes : les emplois directs seraient de l'ordre de 800 par million de passagers

Diagnostic socio-économique du pôle Orly-Rungis-Massy et les impacts de la plate-forme (Algoe, 2004)

Commandité par les conseils généraux de l'Essonne et du Val de Marne, un diagnostic socio-économique a été présenté par Algoe dans le cadre de la préparation des Assises d'Orly en 2005. L'intention première étant de re-dynamiser le pôle au niveau régional, il était nécessaire d'en recenser et d'en analyser les avantages et inconvénients.

L'analyse a porté sur deux secteurs géographiques, la plate-forme aéroportuaire d'Orly (PAO) et le pôle Orly-Rungis-Massy (prenant en compte quatorze communes dont celles directement limitrophes : Ablon-sur-Seine, Chevilly-Larue, Choisy-le-Roi, Fresnes, Orly, Rungis, Thiais, Villeneuve-le-Roi dans le Val de Marne, Athis-Mons, Chilly-Mazarin, Massy, Morangis, Paray-Vieille-Poste et Wissous)

L'objet principal de cette étude était de déterminer l'influence de la PAO sur l'emploi dans le territoire d'observation. Or les effets se sont révélés très inégaux entre les communes qui ont connu ces dernières années de fortes baisses d'emploi, mais qui par ailleurs accueillent

une partie de l'emprise foncière de la PAO et celles qui ont connu des hausses non négligeables. Ce qui tendrait ainsi à montrer que le tissu économique du pôle ne fonctionne pas essentiellement autour et avec l'aéroport. Celui-ci demeure un pôle d'échange, mais le déficit en termes de transports, les ruptures de charge, la coupure matérialisée par la Seine et par l'aéroport entre les différentes communes sont, selon l'étude, des handicaps à cette capitalisation.

En outre, cette étude confirme que les spécificités de la PAO (contraintes réglementaires, la stratégie de hub d'Air France à Roissy...) ont entraîné une perte nette d'emplois sur la plate-forme. Malgré un effet d'attraction pour les entreprises, des difficultés (ex : SILIC) de commercialisation d'espaces par l'absence de vols internationaux sont remarquées.

Diagnostic dynamique du contexte immobilier du pôle Orly-Rungis-Massy (OGE et AUDI, 2004)

Ce travail effectué dans le même contexte considère aussi que l'impact de la PAO sur le tissu économique est à relativiser étant donné la diversité et les nombreuses polarités qui y existent. La présence de l'aéroport est néanmoins considérée comme un atout majeur pour l'immobilier d'entreprises du fait des nombreuses infrastructures de transport et de l'identité que la PAO confère.

L'impact socio-économique des aéroports franciliens (IAURIF, 2003)

Cette étude s'attache à recenser et à estimer les impacts économiques des aéroports d'Orly, de Roissy et du Bourget.

Il existe une étroite interdépendance entre le tissu économique d'une région et son système aéroportuaire. Par exemple, les phases de construction, d'entretien, de modernisation pour améliorer l'accessibilité des aérodromes impliquent des travaux quasi-permanents dans les environs immédiats de l'aéroport qui sont fortement pourvoyeurs d'emplois. Mais, les données chiffrées restent assez rares.

Concernant les emplois directs, ce sont quelques 104 777 emplois qui sont dénombrés sur les seules plates-formes aéroportuaires, c'est-à-dire 2% de l'emploi régional. Les entreprises sises sur la plate-forme atteignaient en 2001 un chiffre d'affaires de 16,7 milliards d'euros et étaient à l'origine de 10 à 11 milliards de flux financiers au bénéfice direct de l'Ile-de-France.

Mais, les deux aéroports connaissent des situations différentes : la répartition géographique, par catégorie socioprofessionnelle, des branches d'activités répondent à des contextes endogènes et exogènes différents.

Une polarisation de l'emploi sur le cœur de pôle de Roissy (constitué des communes en prise directe avec Roissy-CDG : Roissy-en-France, Epiais-lès-Louvres, Tremblay-en-France, Villepinte, Mauregard, Le Mesnil-Amelot, Mitry-Mory) se traduit dans les chiffres (40 % des emplois du Grand Roissy en 1999). Mais le bassin d'emploi de la plate-forme s'étend au-delà de la région Ile-de-France (dans l'Oise notamment). L'aéroport a un effet d'entraînement économique, mais aussi de croissance démographique, mais sur le cœur de pôle. Sur Roissy, ce mouvement ne se retrouve pas sur l'ensemble du secteur d'étude où « l'aéroport et ses contraintes ont eu un impact modérateur ». Sur Orly l'évolution démographique importante de 1962 à 1975 s'est considérablement réduite depuis lors.

5.1.2 Les aéroports comme moteurs économiques nationaux, régionaux et locaux ?

La catégorisation effets métropolitain / technopolitain

Pour sérier l'ensemble des effets bénéfiques sur le territoire de la présence d'un aéroport, deux effets sont couramment mis en avant : l'effet métropolitain et l'effet technopolitain. L'exploitation extrême de ces effets et leur combinaison a permis l'émergence de concepts comme l'Airport City.

Effet technopolitain de l'aéroport : dans un rayon de 10 km on trouve activités logistiques, fortes concentrations d'hôtels, des centres de conférences et de congrès. Cette dynamique dépend :

- de l'importance du trafic de l'aéroport, lui-même très dépendant de l'importance démographique de la région et de sa richesse. Il semble exister une corrélation entre la croissance du trafic aérien et celle du PIB (Cofar, 2002, p. 56).
- de la structure du trafic et la proportion entre les vols domestiques, intra-union européenne et internationaux d'une part, et entre les vols de destination/de départ ou ceux de transit. Un aéroport dont les connections internationales sont nombreuses n'attire pas le même type d'activités qu'un aéroport dont le trafic se tourne essentiellement vers les dessertes intérieures ou intra-européennes.
- de la position de l'aéroport dans l'agglomération, de sa localisation ou non sur un axe de développement urbain, de la disponibilité de terrain, de la qualité de l'accès par route ou par rail, des interrelations spatiales avec les autres pôles économiques...

Néanmoins, l'implantation des entreprises est la plupart du temps moins guidée par la présence de l'aéroport en lui-même que par le nœud multi-modal qu'il représente et l'accessibilité dont il témoigne. En outre il n'est pas possible de considérer toutes les activités de la même manière. Si les secteurs de service vont se développer dans l'environnement immédiat de l'aéroport, voire sur la plate-forme, les entreprises d'aéronautique par exemple ne se localiseront pas à proximité des aéroports (IAURIF, 2005) mais bénéficieront tout de même de cette accessibilité aérienne : *"The empirical results show that a 10 percent increase in passenger enplanements in a metro area leads approximately to a 1 percent increase in employment in service-related industries. However, airline traffic has no effect on manufacturing and other goods-related employment, suggesting that air travel is less important for such firms than for service-related businesses."* (Brueckner, 2002, p. 15).

L'aéroport est un pôle émetteur de croissance, un outil pour le développement régional. Le facteur d'attractivité qu'il représente profite à un large territoire. On parle d'effet métropolitain. Mais, les effets d'un grand équipement de transport sur un territoire donné sont variables selon les échelles d'observation. En outre, le rôle du transport aérien et plus particulièrement des infrastructures qui les accueillent sur l'aménagement du territoire diffère beaucoup selon les pays. Il peut être fondamental dans les archipels (Japon, Indonésie...), permettre de combler les lacunes en transport terrestre dans les pays nouveaux (comme le Brésil) - car les aéroports s'avèrent relativement peu coûteux comparés au prix exigé par la création d'un réseau ferré et autoroutier dense - ou remplir une demande en termes d'aménagement et de desserte d'un territoire national et régional.

Le cas de l'Airport City : une conception critiquée

L'idée d'Airport City a été traitée dans un rapport de l'IAURIF à l'attention d'ADP daté de 2001. Il s'agit d'une étude passant en revue le fonctionnement de dix aéroports européens (Heathrow, Gatwick, Standed, CDG, Orly, Francfort, Amsterdam, Bruxelles, Dublin) et dégagant les traits communs de chaque plate-forme pour faire émerger cette notion et en affirmer la pertinence.

Pour satisfaire les attentes de leurs usagers, mais aussi pour diversifier leurs sources de revenus et diminuer leur dépendance vis-à-vis des revenus tirés de l'exploitation du transport aérien, les autorités aéroportuaires optent de plus en plus pour un développement de la plate-forme, en accueillant des zones commerciales et d'activité, des hôtels, des centres de conférences... de telle sorte que certains analystes ont inventé le concept de « Airport city », villes quasiment autonomes composés de résidents temporaires, employés, usagers et passagers. L'aéroport ne serait plus seulement un lieu de transit mais une destination à part entière.

Le concept d'Airport City peut couvrir différentes acceptions dont les aéroports présentent ou non tous les caractères :

- un pôle d'emploi qui à l'instar d'une ville fonctionne quasiment en continu et offre des services variés à « ses résidents » ;
- un pôle de centralité et d'animation avec des activités pas seulement centrées sur l'aérien ;
- un pôle d'échange intermodal ;
- un pôle majeur de développement régional.

Mais l'aéroport en tant que pôle de développement régional peut parfois être contesté car en concurrence avec d'autres sites. En outre, la coupure spatiale entre l'aéroport et le territoire adjacent (l'aéroport peut être à l'origine ou renforcer un effet frontière comme à Genève) et son a-territorialité (autonomie de fonctionnement par rapport aux territoires environnants mais forte dépendance vis-à-vis de la métropole principale) ne plaident pas nécessairement en faveur de ce concept : « *Il ne s'agit bien sûr que d'une pseudo-ville, sans territoire ni légitimité politique, sans réels habitants ni vrais espaces publics, avec des accès et une gestion des espaces particulièrement surveillés et, de plus en plus, privatisés.* » (IAURIF, 2001, p. 136).

Ici, l'absence de système de gouvernance attaché à mettre en cohérence de la manne aéroportuaire rend difficile la pleine effectivité de ces catégories d'effets.

Un dynamisme territorial freiné par la fragmentation institutionnelle : vers une régionalisation des questions aéroportuaires en France et en Europe ?

Les aéroports ne correspondent pas à un territoire. Ils sont la frontière de différents découpages politico-administratifs. D'où le manque de cohésion entre la planification des grandes infrastructures (décidée à un niveau régional ou national) et celle de l'occupation des sols. L'une des difficultés principales à un aménagement cohérent et à la valorisation d'un aéroport réside alors dans la répartition des compétences entre plusieurs personnes morales.

L'autorité qui détient les compétences de détermination de l'occupation des sols n'est pas la même que celle qui planifie les grandes infrastructures terrestres et régit le transport aérien (Cidell, Adams, 2001). Cette division des tâches n'est pas propre à la France et ne

favorise pas les relations entre le monde de la riveraineté et l'aéroport. Et, un peu partout, les effets économiques n'impliquent pas l'émergence d'une identité économique, pas plus qu'il ne favorise l'ancrage de l'infrastructure. Pour les aéroports d'Orly et de Roissy on constate plutôt une fragmentation des systèmes d'acteurs, qui, pour ce qui nous concerne, nuit à la visibilité des dynamiques territoriales. « *Le secteur de Roissy commence à avoir une réelle identité économique, qu'a contribué à forger l'activité du GIP Emploi Roissy-CDG, lequel regroupe un grand nombre de partenaires (...) Mais pour la gestion urbaine du territoire, à cause de la complexité des découpages politico-administratifs, de la multiplicité des acteurs, de la présence centrale de l'ovni extraterritorial qu'est l'aéroport (...) on n'a pas pu réussir encore à construire le cadre d'une approche de planification globale, d'une vision stratégique sur l'ensemble du pôle de Roissy.* » (Berthon, 2003, p. 87).

Le recherche d'une cohérence et d'une véritable gouvernance territoriale entre les acteurs est en partie à l'origine de la loi du 23 janvier 2004 portant création des communautés aéroportuaires. Pour les uns conférence territoriale dédiée à chacun des 10 aéroports listés dans la loi, pour les autres instances de réflexion avec une visée opérationnelle immédiate pour une meilleure intégration de l'infrastructure dans son environnement, la communauté aéroportuaire doit d'abord permettre aux conseils régionaux de se saisir d'une problématique qui trop souvent a été traitée de manière dispersée et sans concertation.

Dans un contexte de retrait des autorités nationales quant à la gestion des aéroports (illustré notamment par la privatisation récente d'ADP) et en raison de la diversité des enjeux et des conflits d'intérêts entre les nombreux acteurs, les autorités régionales, en étroite relation avec les collectivités locales, ont une place à prendre pour coordonner les intérêts économiques, sociaux et environnementaux et améliorer l'intégration de l'infrastructure dans son environnement territorial.

“With the developing importance of the airports to the economy (...), it is important that the regional planning authority structure fits with the growth pattern of the airport in order that decisions which are frequently controversial can be made in the interest of the people affected by the airport.” (COFAR, 2002, p. 5)

En fait, la croissance aéroportuaire continue à bénéficier à l'économie tant que son expansion peut transformer des nouveaux inputs en un gain net d'outputs. Si tel n'est pas le cas, des déséconomies d'échelle, le déplacement d'activités existantes et le manque d'inputs locaux comme la présence de main d'œuvre affectent le processus. (Berkeley Hanover Consulting, 2000).

5.1.3 Une plate-forme multi-modale : l'avenir du développement aéroportuaire ?

Situés à la croisée de différents modes de transport et de différentes échelles de mobilité, les aérodromes assument le rôle d'interface modale, qui ne cesse de se complexifier et de s'amplifier dans leur région d'accueil. « *Les grands aéroports pivots sont des lieux de transit pour de nombreux passagers et de grandes quantités de marchandises. Ce sont aussi des lieux vers où convergent d'importants flux de trafic venant de l'hinterland et d'où partent d'autres qui s'y dispersent.* » (Button, 2005).

Cette caractéristique d'épicentre de divers modes de transport et de concentration/dispersion des usagers et marchandises est à l'origine des problèmes de congestion routière que connaissent la plupart des grands aéroports internationaux. Le

phénomène se trouve amplifié par la péri-urbanisation qui mêle trafic local et trafic en direction ou en partance de l'aéroport.

Aussi devient-il de plus en plus déterminant que les organismes chargés de la planification régionale et nationale, les autorités de transport, le gestionnaire de l'aéroport, les opérateurs locaux puissent trouver des espaces de dialogue et de partenariat pour résoudre les problèmes posés par le trafic induit et mettre en place des mesures de déplacement profitables à tous les acteurs.

A Heathrow, des forums des transports se tiennent régulièrement, réunissant 80 organisations dont le gestionnaire d'aéroport, les communes intéressées, les autorités locales de transports, la compagnie aérienne basée sur l'aéroport, les associations professionnelles locales, etc. (ECMT, 2005). Ils ont pour objectifs premiers de trouver des modalités d'organisation cohérente pour augmenter la fréquentation des transports publics et de suivre la mise en place des mesures prises dans ce but. Sur les aéroports parisiens, des comités de pôles chargés de mettre en place des Plans de Déplacements Urbains et de favoriser l'utilisation des transports en commun ont été créés (Millour et Aujouanet, in IAURIF, 2003, p. 122-126) afin de faire naître une gestion partenariale des déplacements aéroportuaires.

De nombreuses réflexions existent sur le déplacement des employés afin d'inciter à l'usage des transports publics (ramassage du personnel, tarification des parkings...) Cela peut se concrétiser par la mise en place de système de transport à la demande pour correspondre aux horaires décalés des salariés, avec une desserte fine des territoires contigus souvent moins bien desservis que la ville centre : ainsi sur l'aéroport de Roissy existe-t-il les services Allobus et Papa Charlie.

De toute évidence aucun modèle universel de politique aéroportuaire des transports n'existe. A chaque territoire correspond une logique et des mesures spécifiques qui requièrent en préalable « *une étude approfondie de la répartition modale, de la croissance future des différentes catégories de trafic aérien, de l'incidence de cette croissance sur la répartition modale, des formes habituelles de mobilité du personnel, de l'état des réseaux en dehors des aéroports...* ». (Duff, 2005, p 138)

Il est nécessaire que les accès terrestres se développent simultanément à la croissance des capacités aéroportuaires au risque sinon de créer des goulets d'étranglement qui ne permettent pas d'utiliser les nouveaux aménagements au maximum de leurs potentialités.

« *Les aéroports deviennent de plus en plus des lieux de passage pour des voyageurs terrestres qui n'ont rien à y faire, des voyageurs pour qui l'aéroport est un point d'accès aisé aux transports publics terrestres.* » (London Transport Users Committee, 2002). Les aéroports sont donc avant tout des lieux intégrés de correspondance, dont l'exploitation efficace dépend de la réactivité des acteurs à mettre en place les services et structures adaptées.

5.2 Relativisation des liens de causalité entre transport aérien et développement exogène des territoires

5.2.1 Des effets territoriaux non systématiques

Le propos qui précède sur les effets économiques des trafics aériens et fonctionnements aéroportuaires témoigne, comme nous l'avons dit précédemment, du discours officiel entérinant l'idée d'une automaticité des effets d'entraînement sur le territoire de l'implantation d'une infrastructure de transport. Peu à peu néanmoins, le paradigme selon lequel un développement régional découle naturellement des investissements infrastructurels (*Effets structurants*) a été fragilisé, voire remis en cause, de la même manière que son corollaire en terme d'évaluation : l'analyse coûts et avantages, qui passait sous silence plusieurs effets externes.

Pour pallier aux difficultés que posait cette logique, une autre explication fut avancée dans les années 70 : une infrastructure n'a d'effet structurant que si des mesures d'accompagnement adéquates sont mises en place et que les opportunités offertes par la nouvelle infrastructure sont valorisées par les autorités locales. En complément fut développé la notion de potentiel régional : la région réceptrice doit disposer préalablement de ressources (touristiques, sociales, équipementières...) qui permettent à l'infrastructure de trouver sa place et de se développer. Ainsi, les effets ne seraient pas automatiques mais s'avèreraient conditionnés et donc conditionnels.

« Pour affranchir le lien infrastructures-développement de tout déterminisme, dans le courant des analyses alternatives à celle des effets, qui a débuté en France avec Plassard (1977) puis Offner (1993), il faut dépasser la vision réductrice d'un espace banal caractérisable en termes de coûts de transport et considérer également un espace économique (Perroux, 1950) qui représente l'ensemble des liens entre les acteurs. L'analyse ne peut plus se contenter du lien infrastructures de transport/développement mais doit tenir compte des 3 éléments : infrastructures de transport/espace/développement. » (Meunier, 1999, p. 71). Ces pionniers remirent en cause cette causalité linéaire entre infrastructure de transport et transformations territoriales : cette notion d'effets était selon eux plutôt le résultat d'une mystification politique offrant aux décideurs une base argumentative de légitimation (Offner, 1993).

Ainsi, peu à peu, les discours officiels, les points de vue autorisés d'experts ... et par suite le prisme économique ont été remis en cause, par l'entrée même des territoires dans l'arène publique. Le territoire est un espace certes, mais organisé et dynamique. Il n'est pas simple réceptacle d'une implantation a-territoriale. La relation au territoire ne se fait pas que dans un sens unilatéral, survalorisant l'effet impulsé de l'extérieur par la décision d'implantation. *“While there is a strong correlation between air traffic and economic growth, the direction of causation is not entirely clear. It is certainly reasonable to posit that airports lead to economic development, but it is also reasonable to posit than economic development leads to airport traffic.”* (Green, 2003, p. 2).

En raisonnant strictement selon les effets bénéfiques d'une structure a-territoriale, pensée et impulsée de l'extérieur, l'aménagement s'est souvent réalisé au mépris des tissus urbains et des dynamiques territoriales pré-existantes. *« La planification devrait aussi prendre en compte, non seulement l'aéroport et les zones d'extension urbaine possible qui l'entourent, mais aussi les caractéristiques et le fonctionnement des zones urbaines proches déjà*

constituées et l'expérience montre qu'elle est très démunie pour le faire. » (IAURIF/ADP, 2001, p. 11).

Ainsi, contrairement à une vision traditionnelle du développement territorial, comme résultat direct de l'installation d'une infrastructure, s'il est indéniable que les aéroports sont à la source d'un certain développement, le dynamisme d'un territoire peut aussi encourager l'installation d'un aéroport. *“While airline traffic may affect employment, traffic itself depends partly on the contemporaneous level of employment in a metro area, which helps determine the volume of business travel.”* (Brueckner, 2002, p. 4). Il est vrai que selon le travail d'envergure mené par Cidell et Adams (2001) sur l'évolution des pourtours de 13 aéroports américains, et ce, à partir d'un grand nombre de données spatialisées sur l'évolution de l'occupation des sols, sur les types fonctionnels d'occupation (catégories d'activités, types de résidentiels...): un aéroport ne change pas fondamentalement les caractéristiques du développement local d'une zone géographique. *« To some extent, development precedes airports on a metropolitan scale, but its absence drives airport siting. As a corollary, an airport is unlikely to change the character of development within its geographic sector. Even when firms move to a metropolitan area because of the air service, they may not locate in the same geographic sector as the airport »* (Executive Summary, 2001).

Les entreprises de l'aire de Roissy CDG surtout attirées par les caractéristiques du contexte urbain (travaux de la Mission Roissy, 1999)

Des enquêtes réalisées au milieu des années 1990 par la Mission Roissy (DREIF) auprès d'entreprises domiciliées dans la zone d'influence de l'aéroport, ou susceptibles, de par leurs activités, d'être intéressées montrent que très peu d'entreprises citent la proximité de l'aéroport comme un critère de choix d'implantation (à l'exception de certaines fonctions telles que les conférences, les congrès, ou certaines activités de formation). Le premier critère est la qualité de l'habitat notamment pour les cadres. Le second est la qualité des zones d'accueil (espaces verts, lieux de détente, services interentreprises...). Enfin, le troisième critère est celui de la desserte par les transports, notamment en commun, critère qui peut indirectement mis en relation avec la présence aéroportuaire, et ce que son développement a permis de fédérer.

Ces réalités étaient déjà annoncées par les résultats d'un travail d'enquête plus ciblée et réalisée par le SEDES en 1989 pour le compte du syndicat intercommunal de la Zone industrielle de Mitry-Compans : sur les 67 entreprises de la zone ayant répondu au questionnaire, la proximité de l'aéroport n'est jamais citée comme la raison de l'implantation.

« Les enquêtes sur les critères d'implantation montrent que, pour la plupart des entreprises, la proximité directe d'un grand aéroport n'est pas nécessaire. Il suffit pour elle d'être dans un périmètre d'environ une heure. » (ADP, IAURIF, 2001, p. 19)

5.2.2 Les effets économiques pour les territoires : un sujet de débat

Une distribution inégale de l'emploi et des activités

Ce ne sont pas nécessairement les collectivités locales d'accueil (agglomération ou départements) qui perçoivent les retombées économiques les plus intéressantes et valorisantes. Le développement des bureaux haut de gamme, très lié à une offre aérienne de qualité (voyage d'affaires...), concerne en Ile-de-France plutôt l'ouest de Paris, tandis que les programmes dans le secteur de l'aéroport CDG sont plus axés sur les activités logistiques, le paramètre le plus prégnant étant la présence de l'autoroute A1 avant celle de l'aéroport.

Même en matière d'emploi, l'aéroport ne favorise pas spontanément l'employabilité de la population riveraine : « *Dans le secteur de l'aéroport de Paris-CDG, qui concentre de grandes opérations d'habitat social, le fait que l'aéroport soit le plus dynamique pôle d'emploi régional n'empêche pas que les zones environnantes ont des taux de chômage importants. Différents facteurs, dont un niveau moyen de formation insuffisant, font que les populations locales ont du mal à avoir accès aux emplois de l'aéroport.* » (ADP/IAURIF, 2001, p. 60). Et pourtant, loin s'en faut, l'offre d'emplois n'est pas seulement constituée d'emplois hautement qualifiés sur les sites aéroportuaires (manutention, entretien, accueil, commerces, sécurité...). Mais, elle requiert néanmoins une certaine technicité ou des agréments (les exigences de sécurité obligent à obtenir des autorisations préfectorales pour exercer dans certains corps de métier sur la plate-forme) que les riverains ne peuvent obtenir, notamment pour des raisons d'inadéquation de l'enseignement avec les métiers proposés.

En outre, concernant la relation habitat-emploi, les chiffres d'ADP (1997) montrent que nombre de représentants de ménages travaillant sur le pôle n'habitent pas dans les communes proches de l'aéroport : seuls 30 % des employés étaient en 1996 domiciliés dans un rayon de 10 km autour de l'aéroport (surtout en provenance de Seine-St-Denis) et 35 % habitaient à plus de 25 km. Ce sont les secteurs les plus éloignés de la plate-forme qui semblent bénéficier le plus de la dynamique urbaine insufflée par le pôle de Roissy CDG : nord de la Seine-et-Marne et sud de l'Oise (Grecam pour Mission Roissy, 1997). Surtout, selon la Mission Roissy (DREIF), beaucoup de ménages préalablement domiciliés dans l'une de ces communes et accédant à un emploi offert par l'activité aéroportuaire déménagent pour s'éloigner de la zone, principalement vers le nord.

Pour résorber ce problème, différentes initiatives ont été prises sur les cas qui nous occupent : création de Centres de Formation et d'Apprentissage dédiés aux métiers de l'aérien, création d'un Groupement d'Intérêt Public pour l'Emploi sur le pôle de Roissy... De nouveau, il n'y a pas d'automatisme. Les effets découlent plus de mesures d'accompagnement, confirmant les critiques adressées à la notion d'effets structurants. Faut-il d'ailleurs adopter ce terme d'effets qui induit à penser une relation linéaire et causale entre fonctionnement aéroport et effets économiques bénéfiques pour les territoires ?

Le cas des retombées fiscales

La meilleure répartition des ressources fiscales constitue une arlésienne à laquelle les pouvoirs publics n'ont jamais su répondre malgré les rapports officiels successifs et les propositions qui les ont ponctués.

Des systèmes redistributifs ont été mis en place pour créer une certaine solidarité territoriale. Citons les fonds départementaux de péréquation de la taxe professionnelle qui sont alimentés par un écrêtement des bases de TP pour les « établissements exceptionnels ». Ces derniers génèrent en effet des ressources fiscales importantes qui sans ce mécanisme seraient perçues par les seules communes d'implantation. Or le produit de ces fonds est re-distribué aux communes qui n'auraient rien touché du produit de cette taxe, alors que leur proximité à l'établissement induit l'hébergement des salariés, la fourniture de services adéquats... et des nuisances souvent en plus grande importance. L'activité aéroportuaire fournit un tiers de cette péréquation sur l'Ile-de-France (Chauvel, 2003, p. 160).

Suite au rapport Lachenaud de 1997, des fonds de compensation des nuisances aéroportuaires ont été mis en place pour les aéroports d'Orly et de Roissy. Ils sont répartis et reversés sous forme de dotation aux communes dont celles se situant dans le Plan de Gêne Sonore (PGS).

L'ambition affichée dans de nombreux rapports et études parlementaires ou universitaires incline vers une mutualisation des ressources fiscales afin d'obtenir une redistribution plus équitable. Le dispositif des communautés aéroportuaires malgré des financements conditionnés à la bonne volonté des acteurs pourrait contribuer à une répartition moins inégale des incidences, accompagnées, de l'aéroport sur son territoire d'accueil. C'était un des objectifs du rapport à l'origine de ladite loi (Le Grand, 2003, p. 20-21).

Les vols de nuit : un argument de compétitivité pour les aéroports, une nuisance de premier ordre pour les riverains

Le fret express avec des délais de livraison très court (J + 1) constitue un service essentiel pour les entreprises qui ne peut être assuré sans le service aérien et une bonne connexion de l'aéroport avec l'hinterland, voire au-delà. C'est d'ailleurs une des raisons essentielles avancées par les intégrateurs et notamment FedEx pour ne pas envisager favorablement une implantation à Vatry, pourtant sollicitée par d'autres acteurs, principalement territoriaux. L'éloignement de la capitale, marché le plus important, et les lacunes en termes de connectivité à d'autres modes de transport rapide paraissent des obstacles importants.

Or, cette activité spécifique induit, dans son organisation actuelle, des trafics nocturnes. Et, les vols de nuit favorisent encore l'accessibilité de l'aire de chalandise aéroportuaire puisque le fonctionnement de l'aéroport est ainsi assuré dans la continuité. Ils participent de fait à la compétitivité des plate-formes puisqu'ils répondent « *aux demandes et contraintes des entreprises, à celles des passagers se déplaçant pour des raisons professionnelles ou pour des vacances, (...) aux contraintes des opérateurs (les compagnies aériennes), dont le fonctionnement est étroitement lié à une logique de rentabilité (maximisation des coefficients de remplissages, du nombre d'heures effectuées par les avions pour absorber les coûts fixes élevés)* » (Bouffard-Savary, 2003).

Les effets économiques directs de cette activité à Roissy-CDG s'élèveraient à 2,7 milliards d'euros pour des retombées totales de 4,7 milliards. L'activité inhérente à cette activité nocturne serait à l'origine de 32 000 emplois. Pour autant les vols de nuit sont facteurs de gêne et différents effets sanitaires ont pu être mis en évidence (Chapitre 3.). Il y a donc une inadéquation entre demande économique et satisfaction environnementale des territoires qui passe sur certains sites par des mobilisations d'envergure des associations et riverains

(comme à Strasbourg pour éviter l'installation d'un intégrateur opérant principalement de nuit : DHL).

L'expertise économique pour promouvoir ou rejeter les projets aéroportuaires

Dans les débats opposant les tenants d'une expansion de l'aéroport existant et ceux de la construction d'un nouvel aéroport dans un secteur moins urbanisé (ex : Chicago, DUCSAI...), les expertises officielles diligentées par le pôle aérien, et celles plus officieuses préparées par les associations et/ou collectivités locales interprètent différemment les incidences économiques des options retenues, ou des alternatives (bien plus rarement) discutées.

A Chicago par exemple, alors que la Ville de Chicago, exploitante de l'aéroport d'O'Hare, souhaite réaménager les pistes et en construire une sixième, certaines communes soutenues par des associations de riverains et des élus nationaux souhaiteraient elles la création d'un troisième aéroport (Faburel, 2003). Et, chaque camp développe ses propres arguments. Ainsi Brueckner affirme suite à une étude que *“the results imply that expansion of Chicago's O'Hare airport would raise service related employment in the Chicago metro area by 185,000 jobs (this impact assumes that expansion raises traffic by 50 percent). Thus, the expansion of O'Hare airport represents a powerful economic development tool, as argued by its proponents.”* (Bruckner, 2002). Mais, d'autres évaluations et analyses poussent quant à elles à une ré-affectation de certains vols sur d'autres aéroports considérant la charge sonore trop élevée en termes de coûts et bénéfices (Fmyvbjerg, Buhl, 2002).

Dans certains cas, construire un nouvel aéroport et fermer ou réaffecter une ancienne infrastructure, comme cela a été fait à Denver peut être la seule alternative rationnelle, mais le contexte économique et social doit s'y prêter. D'abord parce que le choix d'une telle option demande un investissement important, non seulement pour construire l'aérodrome mais aussi toutes les autres infrastructures nécessaires au succès de la nouvelle infrastructure (Ministère de l'Economie, 2001). Ensuite, parce que des bouleversements économiques en résultent. Et c'est généralement sur l'interprétation de ces contextes et choix congruents que les évaluations divergent beaucoup, par delà la seule estimation des trafics.

Ainsi, si le nouvel aéroport est construit relativement loin du premier, les hôtels, les centres de conférences et les entreprises qui s'étaient établis près de l'ancien aéroport vont devenir progressivement obsolètes, l'ancienne localisation devenant moins attractive. C'est ce que beaucoup d'acteurs ont craint dans l'optique de la création d'un troisième aéroport dans le bassin parisien ; beaucoup pensaient qu'il porterait un coup fatal à l'activité aérienne d'Orly et aux activités alentour. Or, de nombreuses études locales tendent à montrer que le dynamisme du pôle Orly-Rungis-Massy ne repose pas sur le seul aéroport, même s'il en est un levier important (Algoe, 2005, p. 20).

Dans le même temps, le développement économique autour de la nouvelle infrastructure peut être relativement long, d'autant plus que si le nouvel aéroport est très éloigné de la ville centre. Les coûts d'usage peuvent s'avérer particulièrement élevés (en terme de taxes, de courses en taxi...) et donc ne pas être adaptés aux utilisateurs (Freidheim, Hansson, 1999).

Une infrastructure n'est donc pas par nature porteuse de développement, contrairement peut-être à ce que la littérature institutionnelle donne à voir. Son implantation ou son extension doit, selon les acquis scientifiques en la matière, être réfléchie en fonction du

contexte territorial. Un accroissement de ses activités sans considération des capacités productives, sociales et environnementales du territoire peut s'avérer contre-productif et non durable, eu égard notamment à la sensibilité sociale croissante aux questions d'environnement. A ce jour, le territoire est dans une position transitoire. Héritant d'effets divers, à la fois d'entraînement économique mais aussi de déqualification environnementale, de fonctionnalités croissantes mais aussi de relégation sociale... il est le nouveau creuset du développement des aires aéroportuaires, ou a minima sa prise en compte est la condition première du fonctionnement aéroportuaire (Faburel, 2003).

Il est vrai que pendant que les effets économiques faisaient l'objet d'une attention soutenue de la part des acteurs, au point de donner lieu à des études et rapports officiels nombreux sur la question, d'autres effets, non moins territoriaux, mais plus négatifs cette fois-ci, prenaient place dans les débats. Les impacts aéroportuaires s'avèrent dorénavant, dans les discours, peut-être plus multi-dimensionnels que par le passé. Il s'agit notamment des effets socioéconomiques et démographiques des fonctionnements aéroportuaires, porteurs d'inégalité sociale et territoriale, au point de façonner pour certains une géographie singulière des territoires aéroportuaires.

6. Autres effets territoriaux : attractivité et mobilité résidentielles, valeurs immobilières, et dynamiques urbaines

Aux côtés des effets économiques décrits dans le chapitre précédent, et que certains écrits relativisent dans leur production présentée souvent comme mécanique, d'autres effets externes, mais cette fois-ci à l'origine de coûts pour la collectivité (ou coût sociaux), se lisent sur le territoire. Un effet externe apparaît lorsqu'un acteur économique par sa consommation ou sa production modifie la situation d'un autre acteur économique, notamment en dégradant son environnement. Celui-ci se produisant en dehors du marché, c'est la victime qui supporte la nuisance, sans contrepartie directe : cet effet externe est donc à l'origine d'un coût externe, autrement appelé coût social.

Le premier de ces effets non moins directs de l'exploitation aéroportuaire, et qu'il nous faut approfondir, tant les débats s'ouvrent de plus en plus à cette question, et que la littérature scientifique est fort abondante sur le sujet, est celui de l'éventualité de dépréciations immobilières pour cause de bruit, pouvant entraîner une dévalorisation de l'environnement en général.

Ce sujet en appelle un autre, plus en amont, centré sur la mobilité résidentielle. En effet, s'il existe des variations de prix de l'immobilier imputables au bruit, alors cela provient des arbitrages que les ménages réalisent au moment de l'acquisition de leur logement : intègrent-ils la dimension sonore dans leur choix ? Si oui, comment ? Voici un autre effet territorial négatif, mais quant à lui peut-être moins directement observable. Enfin, effet indirect sur lequel nous allons aussi porter regard : l'éventuelle sédimentation des espaces en raison des contraintes urbanistiques imposées par les réglementations en vigueur (Plan d'Exposition au Bruit).

A l'instar de la catégorisation des effets positifs du transport aérien sur les territoires, il est donc aussi possible de nous inspirer de la terminologie de mise, pour présenter l'état de la connaissance sur les effets territoriaux plus négatifs des circulations aériennes et de la présence aéroportuaire.

6.1 Une mobilité résidentielle spécifique : désirs de déménager et polarisation sociale

La mobilité résidentielle est la somme des effets de décohabitation et des déménagements à effet durable d'un ménage allant d'un logement à un autre (Coloos, Calcoen, 1997). Cette mobilité s'exprimant sur un marché dédié, elle constitue un moyen d'analyse empirique de ce dit marché. En France, les déterminants économiques ou environnementaux des choix résidentiels sont longtemps demeurés peu explorés. Ont été privilégiées par les sociologues, géographes et démographes les approches longitudinales classiques des trajectoires résidentielles des ménages, sous l'angle de la famille (agrandissement, recomposition...) ou encore des stratégies patrimoniales par exemple.

D'après l'économie spatiale, immobilière ou celle de l'environnement, qui le plus souvent applique les fondements axiomatiques de l'économie néo-classique, les ménages choisissent un logement qui, en fonction de différentes familles de facteurs, maximise leur satisfaction, sous contrainte des ressources budgétaires dont ils disposent. Au titre de ces facteurs, nous trouvons logiquement les caractéristiques d'offre de logements. Ici, on distingue conventionnellement (Maleyre, 1997) : les caractéristiques intrinsèques (taille,

confort, dépendances...) et les celles extérieurs aux logements (accessibilité du lieu de travail, proximité des commerces, offre scolaire... et la qualité de l'environnement).

Par des méthodes dédiées, et notamment la méthode des prix hédoniques (MPH – Chapitre 7.), l'économie propose de révéler statistiquement une hiérarchisation des facteurs d'offre entrant dans la réflexion des ménages. Et, bien qu'il faille éviter toute généralisation abusive (les pratiques de la mobilité diffèrent selon les pays, selon les modes d'occupation traditionnelle de l'espace...), les événements familiaux (formation et séparation des couples, naissance...) sont des facteurs de mobilité résidentielle tout aussi importants, voire parfois plus, que ceux liés à l'emploi ou à l'environnement, des études et recherches livrent des informations intéressantes sur le rôle de la qualité d'environnement dans les motivations résidentielles des ménages.

A ce jour, il est globalement admis que les caractéristiques internes des logements pèsent en général pour environ 50 % de la valeur des logements, et les spécificités externes pour l'autre moitié. Parmi cette autre moitié, l'accessibilité du logement (notamment dans sa proximité au lieu d'emploi), et l'offre de commerces et services (au premier chef scolaire) peuvent aller jusqu'à représenter jusqu'à 35 % de la valeur. L'environnement figure dans le pourcentage restant, en volume croissant sur les 20 dernières années, un peu partout en France et en Europe. A ce jour, on estime, mais les travaux empiriques demeurent encore peu nombreux, que l'environnement pourrait représenter de l'ordre de 5 à 7 % de la valeur des logements (Faburel, 2003).

Toutefois, l'accumulation de résultats d'observation dans des contextes environnementaux particuliers (à forte charge environnementale ou à forte probabilité d'occurrence d'un risque, d'inondation par exemple) stipule que la qualité de l'environnement, ou plutôt sa déqualification (cf. 6.2), peuvent aller jusqu'à représenter 10 à 15 % du prix des logements, donc intervenir considérablement dans les arbitrages résidentiels. Et, dans ce registre plus particulier, l'offre des pourtours aéroportuaires sont indéniablement à ce jour en voie d'investigation, livrant des informations assez convergentes.

L'impact des nuisances sonores sur le marché foncier autour de Roissy-CDG (ADEF, 2000)

Dans le cadre du projet COFAR (Common Option for Airport Regions), une étude a été menée par l'ADEF et publiée en décembre 2000. L'examen de 2 650 lots sur un périmètre de 203 communes dont 38 touchées par les courbes du Plan d'Exposition au Bruit a été réalisé en parallèle d'une centaine d'entretiens avec des agences immobilières, des promoteurs, des aménageurs et des habitants.

Il y est certes confirmé que l'aéroport de Roissy agit comme un catalyseur dans le développement du territoire et que le marché immobilier du neuf reste dynamique malgré les nuisances. Néanmoins, l'offre dans les communes du PEB est essentiellement composée de logements bas de gamme. Et, si les prix au m² ne diffèrent pas de ceux des communes non comprises dans le PEB, les lots sont de taille plus petite.

Le nombre moyen annuel de transactions sur le marché du neuf dans les communes du PEB est certes plus faible que sur le reste du secteur de l'étude, mais c'est surtout sur le marché de l'occasion que les reventes s'avèrent plus difficiles en raison de délais de vente plus longs. Les propriétaires sont en outre obligés de consentir de fortes décotes pour pouvoir vendre, comme à Goussainville et au Thillay.

Bien que strictement descriptive, l'analyse conclut à une éventuelle spirale de la dégradation urbaine et de la dévalorisation de l'environnement social à proximité de Roissy CDG.

Le système d'offres qui émerge de la combinaison des choix résidentiels des ménages est une base de compréhension de l'évolution des structures urbaines. Néanmoins, les résultats ainsi produits passent sous silence le manque de fluidité des marchés et d'atomicité des offres, pourtant postulés par la théorie sur laquelle repose les savoirs généralement mobilisés. Les marchés sont notamment encadrés par la loi. Surtout, les facteurs d'offre jusqu'ici présentés ne peuvent seuls expliquer la valeur des logements. Et, puisque les comportements induits interagissent avec le système d'offres, l'observation doit comprendre ce qui fonde la mobilité résidentielle des ménages, donc la demande de logement.

Il est vrai que la mobilité n'est pas à la portée de tous, y compris ceux qui se déclareraient très gênés par le bruit des avions. Elle entraîne notamment un certain nombre de coûts : coûts monétaires (coûts de recherche et de transaction, coût du déménagement ; Nelson, 1982, p. 4-5) mais également des coûts psychiques car non seulement le logement est le premier poste de dépense des ménages, mais il est aussi le vecteur d'un sentiment affectif particulier : il existe un « *coût psychologique du changement de résidence* » (Bartik, 1990). Celui-ci est plus élevé pour les personnes âgées, les propriétaires de longue date et ménages appartenant à une minorité. Les ménages avec une faible dotation socio-économique peuvent être prêts à sacrifier 8 % de leurs revenus annuels pour ne pas être forcés de déménager de leur logement du moment.

Déménager signifie en effet abandonner son réseau de sociabilité, délaisser des habitudes localisées... qu'il faudra reconstruire dans le nouveau lieu de résidence. Il faut donc que le gain d'utilité escompté par le changement soit supérieur aux pertes de la localisation actuelle et au coût de relocation. On voit bien ici que la seule analyse du nombre et des valeurs de transactions immobilières ne suffit pas. Que la seule observation de l'offre ne saurait convenir. Il y a lieu, pour saisir certains des enjeux territoriaux à proximité des aéroports, de faire émerger d'autres facteurs explicatifs des comportements résidentiels, ce qui passe inmanquablement par d'autres informations et d'autres méthodes d'observation. C'est l'un des moyens pour que la lecture devienne dynamique (ex : longitudinale) et explicative, et non plus simplement statique et descriptive.

Ici, quelques influences sont génériquement abordées dans les comportements de mobilité : appartenances sociales (ex : effet, discuté, de l'entre soi social), ou encore le statut d'occupation du logement (et notamment les trajectoires ascendantes d'accès à la propriété). Mais, une nouvelle fois, concernant les pourtours aéroportuaires, quelques résultats d'études permettent d'avancer dans la compréhension générale.

Autour d'Orly, le bruit des avions est le premier motif de déménagement, et la gêne ressentie son explication première (Faburel, Maleyre, 2002)

Les résultats statistiques issus de l'enquête réalisée en 1999 auprès de 607 riverains (représentatifs de la population de six communes du Val de Marne : Ablon Sur Seine, Boissy-Saint-Léger, Limeil-Brévannes, Orly, Valenton et Villeneuve-le-Roi) montrent que les intentions de déménager - soit la mobilité résidentielle voulue mais non réalisée - sont non seulement anormalement élevées (en comparaison des données moyennes du

département et de l'Ile-de-France) mais que cette différence est présentée par les populations comme le fait du bruit des avions : 43,9 % de l'échantillon envisage de partir contre 17 à 32 % selon le statut d'occupation du logement à l'échelle régionale. Les autres motifs invoqués sont cohérents avec ce qu'enseignent les enquêtes logement sur les paramètres fondamentaux de la mobilité résidentielle.

Le bruit deviendrait ainsi aussi déterminant dans le choix des ménages que les caractéristiques physiques du logement ou que les spécificités du voisinage. Or, l'analyse statistique menée montre que c'est la gêne déclarée, et non les seules données acoustiques, qui explique ce poids déclaratif du bruit des avions comme motivation de déménagement. D'ailleurs, c'est là où cette gêne est déclarée comme plus forte que les trois derniers recensements de la population montrent une stabilisation des populations et que ce phénomène se caractérise par : une restructuration sociale - la catégorie socio-professionnelle « Cadres et professions intellectuelles supérieures » baisse sensiblement dans les communes exposées au bruit alors que celles des employés et des ouvriers augmente relativement - et démographique - l'âge moyen des habitants baisse. Une sélection tacite des habitants qui profitent des prix relativement accessibles pour accéder à la propriété semble se produire. Ce phénomène de polarisation a été confirmée à l'issue d'une analyse statistique de l'évolution des profils sociaux des acquéreurs et vendeurs de logements autour d'Orly, depuis 1995 (Faburel, Maleyre et Peixoto, 2004, *infra*).

Suite à l'accumulation de signaux statistiques, le vécu du bruit pourrait via la mobilité résidentielle induite marquer de son empreinte l'espace proche d'Orly.

Les cœurs de pôle aéroportuaires comme trappe de l'immobilité (IAURIF, 2003)

L'IAURIF, dans son étude sur les impacts économiques de 2003, considère aussi qu'une partie de la population accepte de rester et de subir les nuisances sonores en contrepartie de la possibilité de se loger dans des logements individuels et d'avoir le statut de propriétaire malgré des revenus limités (p.193). La mobilité résidentielle est moins élevée sur les cœurs de pôles définis par l'IAURIF que la moyenne des départements concernés. Ce qui semble confirmer qu'une partie de la population se situe dans une « *trappe de l'immobilité* » parce qu'elle n'a pas les ressources nécessaires pour se loger ailleurs ou qu'elle est confrontée à des difficultés de revente de son bien immobilier.

En Suisse, le département fédéral chargé de l'environnement constate ce lien entre déqualification environnementale et personnes démunies : « *Comme dans la plupart des endroits bruyants, les gens qui vivent-là sont dans l'impossibilité de payer un loyer plus élevé, faute de revenus suffisants. Parmi les catégories exposées au trafic, on trouve notamment des personnes âgées démunies, les femmes élevant seules leurs enfants (...) les familles d'étrangers.* » (OFEFP, 2005).

En fait, il est admis que les personnes bénéficiant de plus hauts revenus vivent en général bien plus que la moyenne dans des quartiers plus tranquilles, quand les ménages de rang plus modeste vivent dans des environnements, notamment sonores, bien plus dégradés (Nijland, 2003, p. 138). Aussi, suite au départ de ceux qui en ont les moyens (financiers, sociaux, affectifs...), des segments de la population se retrouvent acculés à supporter le poids des pollutions et nuisances et une homogénéisation sociale des espaces s'enclenche (Sadd, Pastor, 2001). Et, ce phénomène de polarisation sociale a déjà été observé autour de plusieurs grands équipements, notamment aux Etats-Unis : « *Toute décision en faveur d'un*

équipement nuisible à l'environnement entraîne une baisse des valeurs foncières et immobilières, ce qui favorise l'attraction de populations pauvres. » (Been Vicki, 1994, cite in Ghorra-Gobin, 2000, p. 156).

La littérature scientifique ajoute même qu'une fois l'infrastructure « impactante » implantée, il peut y avoir modification importante du système socio-économique de l'aire environnante. Mais, si le phénomène expliqué sous l'angle de la justice environnementale (distribution territoriale non équitable des nuisances pesant plus fortement sur les bas revenus et les minorités) a été passé en revue pour les projets d'autoroute par Forkenbrock, Benschoff et Weisbrod en 2001, en revanche celui associé à d'autres infrastructures de transport est moins renseigné (aéroports, lignes ferroviaires, hub de fret) (Schweitzer, Velenzuela, 2004). Une étude de cas a par exemple montré que la construction d'une autoroute traversant la ville de Robbins (Chicago) a contribué à l'appauvrissement de la cité et conduit les leaders politiques locaux à accepter un développement économique tourné vers d'autres activités dégradantes, dont un incinérateur de déchets (Pellow, Weinberg, Schnaiberg, 2002). Conduite qui entraîne une spirale de dégradation environnementale et sociale, le territoire étant fortement marqué par une accumulation de nuisances.

La principale explication à ce processus d'homogénéisation, de polarisation voire de ségrégation spatiale n'est autre que l'existence de décotes immobilières imputables au bruit des avions. Une abondante littérature met en évidence depuis la fin des années 70 ce phénomène, auquel n'échappe pas la France, comme le montre quelques études menées sur les aéroports d'Ile-de-France.

6.2 Les décotes immobilières dues au bruit : un phénomène largement admis par la littérature internationale

Dépréciation, dévalorisation ou décote immobilière ? Quelle est la terminologie la plus propre à illustrer une baisse des prix de l'immobilier pour cause du bruit, toutes choses étant égales par ailleurs, d'après la discipline économique qui propose les outils de mesure ? Faut-il n'y voir que des moins-values ?

En fait, si certains acteurs prennent un soin particulier à réfléchir au terme approprié, c'est en fait le même mécanisme dépréciatif qui se produit, articulé autour de deux tendances :

- le plus souvent, une moindre augmentation de la valeur des biens immobiliers (i.e. moins-values), relativement à des contextes similaires mais non soumis à la charge environnementale que représentent les nuisances sonores ;
- et parfois, une augmentation de la valeur inférieure au coût de la vie / indice du coût de la construction ;
- voire, des dépréciations en absolu liées à des ventes à perte (il en existe toujours, quels que soient les contextes¹³) plus élevée que la moyenne.

Dans les deux cas, la littérature anglo-saxonne utilise unanimement le terme de dépréciation pour rendre compte de ces phénomènes.

¹³ Ventes précipitées pour cause de décès, de divorce...

6.2.1 Le procédé de mesure couramment utilisé : la méthode des prix hédoniques

La méthode des prix hédoniques (MPH), qui figure au rang des méthodes dites de préférences révélées, postule que la valeur d'un logement ne reflète pas seulement son prix de construction mais aussi, entre autres, ses caractéristiques de localisation, et alors notamment les nuisances auxquelles sont soumis les occupants (*supra*). La MPH cherche donc statistiquement : d'une part à identifier la part du bruit dans les différences de prix entre les logements (souvent valeurs de propriété) ; et d'autre part, en déduire la somme que les individus sont ainsi prêts à payer (CàP – Consentement à Payer) pour une certaine dotation de bruit. « *Au-delà des évaluations globales de l'effet du bruit sur les valeurs immobilières, la MPH permet notamment d'analyser le rôle des différents attributs du bruit sur la valeur des logements ; et en ce qui concerne les effets socio-spatiaux du fonctionnement aéroportuaire sur les zones qui l'enserrent de faire la part entre les effets négatifs et positifs ; enfin de repérer d'éventuelles discontinuités dans la fonction de prix, suggérant l'existence de seuils de perception des nuisances sonores.* » (Faburel, Maleyre, 2002).

Cette méthode comporte donc deux étapes (Rosen, 1974), celle de la décomposition du prix du bien immobilier qui conduit à la détermination des prix marginaux de ses caractéristiques, puis celle de l'identification des comportements de demandes des ménages que ces chiffres reflètent. Nous ne nous focaliserons ici que sur la première étape. Nous reviendrons sur la méthode entière dans le Chapitre 7., centré sur les coûts sociaux, les méthodes d'évaluation et leurs résultats.

Pour s'assurer que la décote est bien imputable au bruit et ne représente pas un forfait de dégradation environnementale plus vaste, on peut renseigner avec de nombreux détails les attributs environnementaux susceptibles d'agir sur la fonction de prix des logements. Mais dans le cas de la MPH, l'exhaustivité des données peut avoir un effet inverse à celui escompté : chaque logement deviendra singulier et il sera impossible de dégager une dynamique propre imputable à un facteur commun, le bruit par exemple. D'où le recours courant à un travail de comparaison entre des localités présentant des similitudes environnementales et territoriales, et des zones témoins, épargnées par la source incriminée.

Le résultat des études de prix hédoniques appliquées au bruit, au premier chef des avions, est souvent synthétisé sous la forme d'un *Noise Depreciation Sensivity Index* (NDSI), qui livre la corrélation statistique entre une variation marginale du bruit (le plus souvent 1 dB(A), passé un niveau moyen de 60) et la variation marginale en pourcentage du prix du logement (Walters, 1975).

Pour information, il existe aussi dans le contexte du trafic ferroviaire le *Proximity depreciation sensivity index* (PDSI ; Nijkamp, 2003) qui lie les différences des valeurs immobilières avec la proximité de la voie ferrée. Cet indice semble toutefois inapplicable dans le contexte aérien en raison des particularités intrinsèques du ressenti de gêne et du poids particulièrement important des caractéristiques non acoustiques du bruit. Une nouvelle fois, tout n'est pas, loin s'en faut, réductible, à un indice physique. En outre, dans le cadre urbain, de tels équipements sont souvent situés près d'autres infrastructures à fort impact environnemental (routes, voies ferrées, industries...) à l'origine de bruits, de polluants atmosphériques... C'est pourquoi, selon Deaton et Hoehn (2004), la distance à un site impactant doit être au minimum associée aux distances des autres sources de pollution et de dévalorisation territoriale.

De la même manière, le fonctionnement d'un aéroport est une source de pollutions multiples et les dévalorisations possibles dues à l'activité aérienne découlent non seulement du bruit, mais plus largement d'une diminution globale de la qualité environnementale. Ceci est un fait à la fois tangible (*infra*), mais aussi idéal. Une image négative du territoire et de ses aménités environnementales en résulte, au point de rétroagir sur la déqualification mesurée par la MPH.

Le forfait de dépréciation environnementale autour d'Orly : de 15 à 20 % (Lambert et al., 1997)

Une enquête menée par l'INRETS en 1997 auprès d'agents immobiliers avait pour objectif de comprendre et qualifier la dynamique du marché en situation d'exposition sonore. Il ressort de ces « dires d'acteurs » que la décote totale des logements serait à Villeneuve-le-roi de l'ordre de 15 à 20 %. Mais, comme l'indiquent eux-mêmes les auteurs du travail, ce résultat est compris comme un forfait environnemental des dégradations environnementales plus ou moins imputables à la proximité aéroportuaire. Le bruit entraînerait d'après les agents des effets en chaîne de dégradation de la qualité de vie, notamment la déqualification du territoire dans l'imaginaire de la population, qui en retour limiterait encore plus l'attractivité de l'espace communal.

6.2.2 Décotes immobilières imputables au bruit des avions : des résultats pleinement convergents

A l'étranger

Les résultats de la trentaine d'études menées à travers le monde depuis plus de trente ans sur la question des effets du bruit des avions sur l'immobilier convergent pour montrer l'existence de décotes¹⁴. Et ceci, y compris lorsque l'on tient compte des facteurs de valorisation immobilière liés aussi à la proximité aéroportuaire. Par exemple, la méta-analyse de Nelson (2004) stipule que l'accessibilité à l'emploi sur la plate forme ne compenserait pas les dépréciations ainsi pointées (Nelson, 2004).

Déjà dans les années 1980, Nelson passait en revue les preuves d'une relation entre fonctionnements aéroportuaires et baisses des valeurs immobilières. Il mit en évidence, à partir d'une méta-analyse de 13 études sur les effets externes des aéroports, que le bruit était responsable d'une décote de 0,4 à 1,1 % par décibel.

Gillen et Levesque (1989) dans leur recension de 15 études hédoniques du bruit des avions dans plusieurs sites urbains proches d'un aéroport aux Etats-Unis confirmaient un NDSI de 0,4 à 1,1 % par dB, avec une valeur médiane estimée entre 0,5 à 0,6.

En 1999, sur la base d'une observation de 10 études menées sur le territoire britannique et essentiellement centrées sur le bruit des avions (Hawkins in Navrud, 2002), la décote a été évaluée selon une fourchette allant de 0,20 à 2,30 % du prix des logements par décibel : plus spécifiquement à Gatwick et Heathrow furent respectivement trouvés des indices NDSI de l'ordre de 2,30 et 1,51 % (Yamaguchi, 1996). Bateman dans un article encore

¹⁴ Pour information, 40 applications de la même méthode sont à recenser à travers le monde sur la question du bruit routier (pour la comparaison, cf. Navrud 2002 et Bateman et al., 2001).

plus récent (2000) confirme l'étendue de cette fourchette : NDSI distribué entre de 0,29 % à 2,3 %.

Une méta-analyse de nouveau entreprise par Nelson en 2003 a examiné 20 études de valeurs immobilières couvrant 33 estimations de diminution du bruit pour 23 aéroports américains et canadiens. Un tiers de celles-ci n'avaient pas jusqu'alors été recensées dans ce type de travail. La valeur moyenne de décote est de 0,58 % par décibel. La décote est aux Etats-Unis d'environ 0,5 – 0,6 % par décibel (0,65 % pour Schipper, 1997) pour des niveaux d'exposition de 75 dB ou moins, alors qu'elle se monte à 0,8 – 0,9 % par décibel au Canada.

Nelson a ensuite examiné les facteurs de la variabilité de la décote due au bruit selon les études recensées et comparées. Il a pris comme variables le pays, l'année, la taille de l'échantillon, les spécificités du modèle utilisé, la méthode d'agrégation des données l'accessibilité à l'emploi sur la plate-forme et les opportunités de voyage. La méta-analyse a, confirmant en cela certains des résultats de Schipper (1997), montré que le pays et les spécificités du modèle utilisé - le modèle linéaire conduisant statistiquement à des résultats supérieurs à ceux des modèles log-linéaire ou semi-log - avaient certains effets, tandis que les autres variables n'ont que peu d'impact systématique.

Plus largement, les différentes méta-analyses menées (Smith et Huang, 1993 ; Nijkamp et al., 1998 ; Button, 2003 ; Nelson, 2004 ; Guelton et Fristch, 2005), ou simplement recensions réalisées (Bateman et al., 2000 ; Navrud, 2002 ; MacMillen, 2004) indiquent clairement que les contextes spatiaux et temporels (donc notamment la localisation géographique), les types de marchés immobiliers observés, leur degré de segmentation (Baranzini et Ramirez 2002), l'indice acoustique retenu, la spécification des fonctions explicatives des modèles... et la nature scientifique des travaux (résultats moins élevés pour des travaux publiés comparativement à des rapports de recherche ou d'études cf. Schipper, 1997, confirmé par Guelton et Fristch, 2005), ne sont pas étrangers aux écarts constatés.

Enfin, en 2004, Mc Millen sur la base des transactions de 1997 remarque statistiquement que les zones exposées à un niveau de bruit très élevé autour de l'aéroport de Chicago (intérieur des contours DNL 65 dB) connaissent un taux de décote, non plus à l'unité de décibel mais en stock de bruit, de 9,2 %, mais que selon lui ce taux devrait baissé du fait de la réduction du bruit à la source. Nous y reviendrons dans le Chapitre 7.

Bref, tous les résultats de la littérature scientifique internationale indiquent néanmoins bien une décote. Et, remarquons (tableau suivant) que les conclusions des méta-analyses convergent pour indiquer une élévation du niveau des estimations avec le temps. Le questionnement scientifique sur la question est bien plus ancien et convergent que ce que certaines croyances d'acteurs relayent, surtout en France.

“International Research is conclusive It is conclusive that residential property surrounding airports has lower value level than comparable residential property in areas with similar socio-economic characteristics” (Ernst & Young, 2003, p. 9). “The bottom line is that noise has been shown to decrease the value of property by only a small amount – approximately 1% decrease per decibel (DNL). At a minimum, the depreciation of a home due to aircraft noise is equal to the cost of moving a new residence” (Federal Aviation Administration, 1991).

Résultats de l'application de la MPH au bruit des avions à l'étranger (1960 - 2001)

Auteur	Année d'observation	Aéroport	NDI*
Paik	1960	Dallas	2.3
Paik	1960	Los Angeles	1.8
Paik	1960	New York (JFK)	1.9
Emerson	1967	Minneapolis	0.58
Gautrin	1968-69	Londres (Heathrow)	0.62
Blaylock	1970	Dallas	0.99
Nelson	1970	Buffalo	0.52
Nelson	1970	Cleveland	0.29
Nelson	1970	Nouvelle Orléans	0.4
Nelson	1970	San Diego	0.74
Nelson	1970	San Francisco	0.58
Nelson	1970	St Louis	0.51
Nelson	1970	Washington DC	1.06
Price	1970	Boston (Logan)	0.81
Maser <i>et al.</i>	1971	Rochester (New York)	0.75
Mieskowski et Saper	1971	Toronto (Mississauga)	0.87
Mieskowski et Saper	1971	Toronto (Etobicoke)	0.95
Abelson	1972	Sydney (KSA) 1 - Marrickville	0.4
Abelson	1972	Sydney (KSA) 2 - Rockdale	0.5
Dygert	1973	San Francisco	0.5
Dygert	1973	San José (Etats-Unis)	0.7
De Vany	1974	Dallas	0.8
MacMillan <i>et al.</i>	1975-76	Edmonton (Canada)	0.51
Fromme	1977	Washington (National)	1.49
Hoffmann	1977-1981	Bodö (Norvège)	0.89
Mark	1979	St Louis	0.56
O'Byrne <i>et al.</i>	1980	Atlanta	0.67
Pennington <i>et al.</i>	1985-86	Manchester	0.47
Opschoor	1986	Amsterdam	0.45
Pommerehne	1986	Bâle	0.22
Uyeno <i>et al.</i>	1987-88	Vancouver 1	0.65
Uyeno <i>et al.</i>	1987-88	Vancouver 2**	0.9
Tarassoff	1990	Montréal	0.65
Gillen et Levesque	1990	Toronto	0.48
Collins et Evans	1993	Manchester	0.87
Kaufman	1993	Reno (Etats-Unis)	0.28
BAH-FAA	1993	Baltimore	1.07
BAH-FAA	1993	Los Angeles	1.26
BAH-FAA	1993	New York (JFK)	1.20
BAH-FAA	1993	New York (La Guardia)	0.67
Levesque	1994	Winnipeg (Canada)	1.3
Myles	1995	Reno	0.37
Yamagushi	1996	Londres (Heathrow)	1.51
Yamagushi	1996	Londres (Gatwick)	2.30
Tomkins <i>et al.</i>	1997	Manchester	0.78
Salvi	2001	Suisse (Zurich)	0.74

* Noise Depreciation Index : taux de dépréciation obtenu par unité supplémentaire de bruit (dB).

** Evaluation prenant en compte des données plus récentes (valeurs immobilières, informations acoustiques, caractéristiques des logements et de leur environnement social, urbain...), ou analyse secondaire selon d'autres modalités de traitement.

Source : CRETEIL, adapté de Nelson (1980) ; Pearce (1993) ; Levesque (1994) ; Schipper (1997) ; Levinson, Gillen, Kanafani (1998) ; Schipper, Nijkamp, Rietveld (1998) ; Van Praag, Baarsma (2000) ; Navrud (2002) ; Nelson (2004).

Précisons enfin qu'il n'existe pas, à l'échelle internationale, d'études de décotes éventuelles pour cause de pollution atmosphérique liée aux trafics aériens dans les pourtours aéroportuaires. Selon les recensions les plus actualisées, 25 applications de la méthode des prix hédoniques sont en fait à recenser sur la qualité de l'air en ville en général (cf. dès le début des années 1970, les travaux de Freeman), dont 3 dédiées à la seule question des transports, tous modes confondus (Manière, 1999 ; GREQAM, 2001).

En France

La France est longtemps demeurée globalement en retrait sur la question. Toutefois, remarquons que dès 1978, la SEDES avait réalisé pour le compte du ministère de l'Environnement une telle évaluation hédonique autour d'Orly. Et, le résultat était tout à fait conforme (0,5 %) à ce que Nelson, à la même période (1980), estimait comme fourchette plausible (0,5 à 0,6 %). Ce travail de la SEDES contredit l'idée développée par certains acteurs, selon laquelle aucun résultat n'existait jusqu'à il y a peu.

Il faudra attendre 1999 pour que d'autres études soient menées. L'ADEF réalise une mesure globale pour des aéroports de province (Nantes, Montpellier, Bordeaux et Toulouse), avec pour résultat une décote atteignant jusqu'à 15 % de la valeur immobilière pour des zones hautement exposées au bruit. Mais, parce que strictement descriptif, ce résultat renvoie à ceux de l'étude INRETS menée à Villeneuve-le-roi en 1997 (*supra*) et qui affectait un pourcentage voisin à un forfait de dégradation de l'environnement, sans preuve économétrique.

De même, l'IAURIF va de manière non moins descriptive, mais plus fine (2003), apporter un signal supplémentaire à la nécessité de mener des analyses économétriques des prix du marché de l'immobilier en vue de saisir l'existence de mécanismes singuliers, sous l'angle de la moindre valeur relative des logements situés aux cœurs de pôles d'Orly et de Roissy.

Moindre valeur relative des logements situés en cœurs de pôle à Roissy et Orly (IAURIF, 2003)

Dans le cadre de l'étude socio-économique réalisée en 2003 pour le compte d'ADP, l'IAURIF reconnaissait un impact sur les prix de l'immobilier : « *Si on analyse les transactions enregistrées par les notaires dans les secteurs aéroportuaires (transactions entre septembre 2000 et septembre 2001), il y a, dans le cas de Roissy comme dans celui d'Orly, une moindre valeur du logement dans les cœurs de pôle, par rapport à l'ensemble de chaque secteur, de 10 % pour le m² d'appartement et de 5 % pour les maisons. Si l'on compare les cœurs de pôles à l'ensemble de chaque secteur moins son cœur de pôle, la différence de valeur passe à 12 % pour les m² d'appartements et 6% pour les maisons. C'est déjà une première indication en sachant qu'il s'agit d'une moyenne mais que les logements dans les cœurs de pôle sont très inégalement soumis aux nuisances sonores.* »

En fait, c'est en 2004 et 2005 que, coup sur coup, trois travaux vont proposer des chiffrages économétriques, avec, étonnamment, des résultats qui ne s'avèrent pas tous convergents avec ceux tirés de l'abondante littérature internationale sur la question.

Dépréciation immobilière pour cause de bruit des avions dans 8 communes proches de l'aéroport d'Orly (Faburel, Maleyre et Peixoto, novembre 2004)

Le travail recourt à la méthode des prix hédoniques pour analyser les déterminants des prix de 688 biens immobiliers sélectionnés (CNP), notamment sur le critère de mono-exposition au bruit, et justifie l'utilisation de données en bruit en Lmax (Béture, 1996) pour coller aux caractéristiques acoustiques des phénomènes en cause, et ainsi mieux entrevoir la gêne qui peut en découler, notamment comme motivation pour déménager (cf. 6.1).

Une décote immobilière est observée sur les communes subissant les nuisances sonores (Valenton, Villeneuve-le-Roi et Villeneuve-Saint-Georges) avec un Noise Depreciation Index de 0,96 % du prix du logement par décibel de différence (Lmax). Ce taux est conforme à ce qu'indique la littérature sur la question (tableau *supra*).

En hypothèse basse, cela correspond à une décote de 4,4 % du prix moyen des logements à Valenton, 5,5 % à Villeneuve-le-Roi et 6,5 % à Villeneuve-Saint-Georges ; en hypothèse haute (avec comme commune témoin une ville totalement épargnée par les avions) une décote d'au moins 10 % par logement. Soit une dévalorisation du capital immobilier cumulé pour ces trois communes de plus de 1,3 millions d'euros, et, par logement de l'échantillon, de 5 229 euros à Villeneuve-le-Roi, de 5 132 euros à Villeneuve-Saint-Georges et de 4 535 euros à Valenton, tout ceci en hypothèse basse, et plus de 10 000 euros en moyenne, en hypothèse haute.

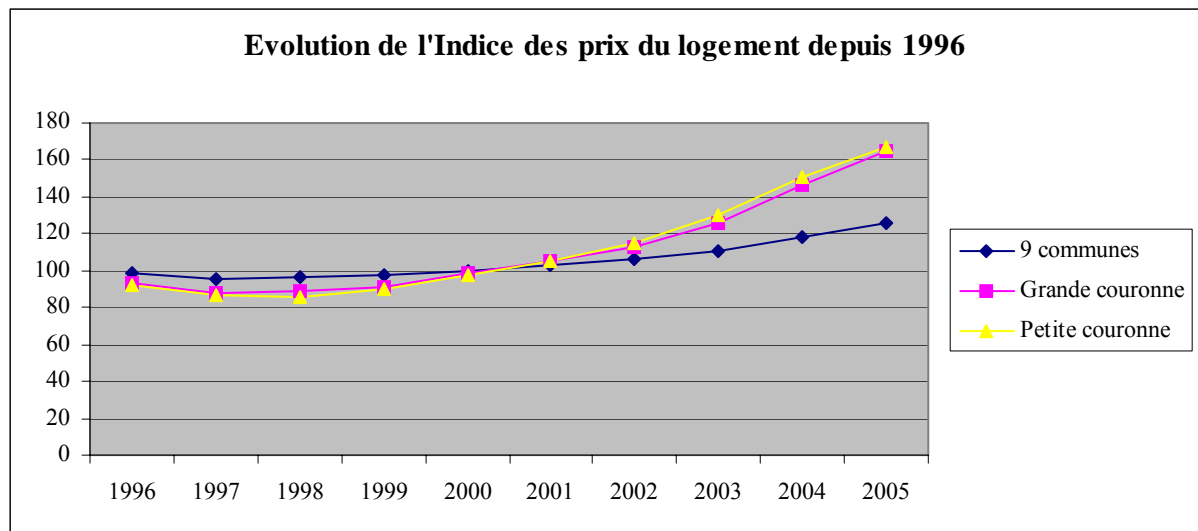
Evolution des prix de l'immobilier (1996-2005) dans 9 communes franciliennes nouvellement survolées par les avions : le poids des ventes à perte (Faburel et Maleyre, 2005)

Menée pour le compte de l'ACNUSA, cette étude a construit une fonction hédonique sur la base de l'observation de plus de 11 500 transactions (CNP) intervenues depuis 1996 sur neuf communes nouvellement survolées (Boutigny, Bussy-Saint-Georges, Coulommiers, Juilly pour la Seine-et-Marne, Conflans-Sainte-Honorine et Le Pecq pour les Yvelines, Gonesse et Montmorency pour le Val d'Oise et Villeneuve-le-Roi pour le Val de Marne). Il s'agissait de déterminer l'influence du bruit sur les indices des prix du logement et plus particulièrement les répercussions des ré-affectations de couloirs aériens en 2001.

Lorsque l'indice des prix augmentait de près de 70 % dans les quatre départements concernés depuis 1996, il ne croissait que de 25,5 % dans les communes de l'échantillon (avec toutefois des différences notables entre les communes, surtout à partir de l'année 2001, année du changement des couloirs aériens).

L'observation des ventes à perte confirme ce constat : alors que dans les communes observées, leur nombre est stable depuis l'instauration des nouveaux couloirs, il baisse substantiellement dans les communes proches, avec des tissus socio-spatiaux voisins, mais moins survolées. Chaque vendeur à Conflans-St-Honorine ou au Pecq a par exemple perdu en moyenne 6 000 et 5 000 euros en comparaison à un propriétaire de St-Germain-en-Laye ou St-Nom-la-Bretèche. Ce qui, en cumul des moins values calculées (et non pas seulement observées), donne 240 000 Euros de perte imputable aux survols pour l'ensemble du parc immobilier de Conflans et 250 000 Euros pour Le Pecq, comparativement aux deux communes témoins.

L'étude livre ainsi un premier éclairage concernant l'incidence des survols et des nuisances sur les marchés immobiliers en Ile-de-France.



Source : CRETEIL-ERUDITE (Université Paris XII) in ACNUSA (2005)

6.2.3 Quelques produits divergents : question de méthode sur un sujet complexe

Des résultats divergents, fonction des méthodes utilisées : les limites de la description (OGE et AUDI, 2004) et le point crucial de la définition des périmètres (BIPE, décembre 2004)

Pourquoi malgré des études qui ne cessent d'abonder dans le sens d'une dévalorisation des biens immobiliers, quelques études présentent des résultats contraires ?

Le diagnostic du contexte immobilier mené sur le pôle Orly-Rungis-Massy (2004) dans le cadre des Assises du Pôle d'Orly – Rungis (*supra*) se montre très réservé sur les effets du bruit des avions sur les valeurs immobilières. Il se base d'une part sur des entretiens qualitatifs auprès d'acteurs et d'autre part sur des analyses de statistique descriptive concernant 14 communes, appuyées sur le Mode d'occupation des sols de 1999 et la Base de données des Notaires d'Ile-de-France. Le critère retenu pour analyser de tels effets est l'appartenance à la zone PGS.

Toutefois, au demeurant, l'étude reconnaît que les « communes les plus touchées par le PGS » affichent des moyennes dans la fourchette basse du territoire d'étude malgré certaines aménités urbaines et une bonne accessibilité (station de RER, habitat individuel caractéristique) : « Villeneuve-le-Roi accuse ainsi un retard de près de 20 % pour les maisons et de 12% pour les appartements par rapport à la moyenne du territoire d'étude et Paray-vieille-Poste de 18 % pour les maisons. ».

En fait, selon cette étude, le PGS est d'abord présenté comme une contrainte et un élément de dévalorisation de l'image des communes qui se répercute sur la dynamique de son marché immobilier. Les limitations de constructibilité introduites par le PEB sont interprétées comme des entraves à de nouvelles opérations urbaines pour ces deux villes, à l'incapacité de valoriser le foncier et d'ainsi tirer à la hausse les valeurs de l'ancien. Aussi ces communes connaissent-elles un recul démographique, puisque les ménages auraient conscience des possibilités limitées de valoriser leur bien et éviteraient de s'y installer.

Cette logique explicative stipule que ce sont au premier chef les instruments d'action PGS et PEB qui seraient à l'origine de la déqualification, et non directement le bruit comme facteur dépréciatif.

En outre, l'étude du BIPE de 2004 note dans son travail achevé pour la Mission Bruit du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable qu'à partir d'un certain seuil (200 par jour) le nombre de survols apparaît comme un paramètre dépréciatif (valeurs immobilières de 2002-2003) mais que, d'autre part, cette relation entre le prix de l'immobilier (pour les maisons et les appartements) et le niveau sonore serait fragile : faible pour le dans le Val d'Oise (ex : 4,5 % inférieurs pour une maison située dans les zones de bruit), absente en Seine-et-Marne.

Ici, une précaution terminologique est toutefois conviée pour expliquer ces résultats mitigés, et divergents de ce qu'indiquent la littérature. Pour le BIPE, il s'agit de moindres plus-values, étant donné que les acheteurs au moment de l'achat de leur bien avaient profité d'un effet d'aubaine, mise notamment en lumière par une enquête de satisfaction résidentielle a été réalisée auprès de 1040 habitants répartis dans 13 communes du Val d'Oise et de la Seine et Marne.

Mais, le périmètre d'étude choisi s'avère peut-être trop étendu pour faire apparaître des résultats significatifs. L'indicateur utilisé (nombre de survols projeté sur un système d'information géographique) qui a servi de base à une segmentation des deux départements en cinq zones d'analyse et qui fut également utilisé pour affecter le Lden aux dites zones dans les modèles de prix ne permet pas une grande finesse d'analyse, sur un sujet qui du fait de la complexité des mécanismes de marché, des composantes environnementales... impose un soin particulier pour la composition et la segmentation des bases à une échelle fine.

Par exemple, il est su que la seule distance à la zone aéroportuaire n'explique pas de façon significative les NDSI car, la proximité peut refléter bien d'autres choses (Feitelson, 2002 ; Morello-Frosch, Pastor et Sadd, 2001). En outre, Levesque (1994) avait démontré la pauvreté des indicateurs standard d'exposition pour la MPH. Or, l'étude du BIPE utilise distance et indice standard comme variables explicatives et se détourne de la gêne ressentie

Ces résultats divergents rappellent la difficulté de prendre en compte le contexte global d'urbanisation, et alors la nécessité d'apporter un soin particulier à la définition du protocole méthodologique, et aux indicateurs descriptifs de ces contextes. Les aéroports se situent souvent aux franges d'agglomération et les espaces environnants. Ils sont donc soumis à l'étalement urbain et aux mêmes pressions immobilières que le pourtour de grandes villes. Ces aires aéroportuaires présentent l'avantage d'une bonne desserte qui accroît non seulement leur attractivité, mais aussi les pressions environnementales exercées par d'autres sources. « *Le bruit n'est [en outre] pas le seul facteur de dépréciation des valeurs immobilières puisque le prix moyen des maisons vendues entre septembre 2 000 et septembre 2001 montrent dans le cas d'Orly les fortes différences de valeur entre l'ouest et l'est de la plate-forme sur les communes soumises à peu près au même niveau de nuisances sonores* » (IAURIF, 2003 p. 191).

En fait, pour cet effet comme pour d'autres, la multi-factorialité et donc la complexité des contextes impose des lectures et méthodes croisées, afin de constituer le modèle explicatif le plus précis et pertinent possible de la fonction de prix. C'est ici que la question des décotes immobilières rejoint la problématique de la gêne, puisque, comme dit

précédemment, les valeurs des logements découlent d'arbitrages des ménages, donc aussi de ressentis. Nous y reviendrons dans le chapitre 9., dédié à la question des indicateurs. Toutefois, ici, la comparaison entre quelques groupes de communes est à certainement à privilégier, en renseignant au plus prêt l'ensemble des caractéristiques socio-environnementales des lieux.

6.3 Effets des servitudes d'urbanisme sur la dynamique des espaces urbains : beaucoup de discours d'acteurs, peu d'évaluations fines

Les terrains mitoyens de l'aéroport sont soumis à des servitudes aéronautiques : inconstructibilité, règlements sur la hauteur et l'isolation phonique des bâtiments, limites aux extensions. Le tableau suivant récapitule l'ensemble des servitudes à respecter.

Prescriptions d'urbanisme applicables autour des aéroports français

CONSTRUCTIONS NOUVELLES	ZONE A	ZONE B	ZONE C
Logements nécessaires à l'activité de l'aérodrome, hôtels de voyageurs en transit	autorisés	autorisés	autorisés
Logements de fonction nécessaires aux activités industrielles ou commerciales	autorisés dans les secteurs déjà urbanisés	autorisés	autorisés
Immeubles d'habitation directement liés ou nécessaires à l'activité agricole	autorisés dans les secteurs déjà urbanisés	autorisés	autorisés
Equipements de superstructures nécessaires à l'activité aéronautique	autorisés s'ils ne peuvent être localisés ailleurs		autorisés
Constructions à usage industriel, commercial et agricole	autorisées si elles ne risquent pas d'entraîner l'implantation de population permanente		
Equipements publics	autorisés s'ils sont indispensables aux populations existantes et s'ils ne peuvent être localisés ailleurs		
Maisons d'habitation individuelles non groupées	INTERDITES		autorisées si secteur d'accueil déjà urbanisé et desservi par équipements publics sous réserve d'un faible accroissement de la capacité d'accueil
Immeubles collectifs, habitats groupés (lotissements ...) parcs résidentiels de loisirs	INTERDITS		
OPERATIONS DE RENOVATION DES QUARTIERS OU DE	autorisées sous réserve de ne pas accroître la capacité		autorisées sous réserve de ne pas accroître la capacité d'accueil et si secteur d'accueil déjà

REHABILITATION L'HABITAT EXISTANT	DE	d'accueil	urbanisé et desservi par équipements publics sous réserve d'un faible accroissement de la capacité d'accueil
AMELIORATION ET EXTENSION MESUREE RECONSTRUCTION DES CONSTRUCTIONS EXISTANTES	OU DES	autorisées s'il n'y a pas d'accroissement assimilable à la construction d'un nouveau logement	autorisées s'il n'y a pas d'accroissement assimilable à la construction d'un nouveau logement et si secteur d'accueil déjà urbanisé et desservi par équipements publics sous réserve d'un faible accroissement de la capacité d'accueil

Source : Le Grand J.F., 1999.

La zone D apparue avec la loi du 12 juillet 1999 oblige d'abord l'aéroport à plus d'information en direction des habitants. En outre, toute construction neuve à usage d'habitation doit être isolée. Ainsi, régulièrement l'Etat durcit les textes afin de protéger les riverains.

Cette pratique préventive contre un urbanisme irréfléchi à proximité d'une source importante de charges environnementales instaure donc un système complexe de contraintes pour les communes, communes qui ont longtemps été considérées comme responsables de n'avoir pas empêché l'urbanisation. Rappelons toutefois que l'Etat a conservé la responsabilité du contrôle de légalité des permis de construire depuis les lois de décentralisation. En outre, les communes sont soumises au contrôle particulièrement vigilant de l'Etat qui veille à la bonne application des dispositions du PEB (Barraqué, 1994).

Ici, l'éventualité d'un effet affleure particulièrement dans les échanges entre acteurs, notamment de la part de certaines collectivités locales, en réponse souvent à leur prétendu laxisme : ces contraintes à l'urbanisme à des fins préventives auraient dans le même temps figé certains espaces, sédimenté leurs dynamiques (Faburel, 2004). Qu'en est-il réellement ?

Force est tout d'abord de reconnaître que, contrairement à l'effet précédent (les impacts sur les valeurs immobilières), très peu d'informations fines existent, et, alors, idées reçues et généralités circulent allègrement dans les débats franciliens. Cette vacuité concerne autant les analyses institutionnelles (le seul rapport dédié à la question, livrant un travail d'analyse sur documents administratifs, est le rapport Montmarin, de 1984), que scientifiques (à notre connaissance, seuls des travaux assez descriptifs existent)¹⁵ et opérationnels (ex : Mission Roissy, 1999). Et, remarquons que ce questionnement est globalement aussi absent de la littérature scientifique internationale, au point de faire du *Land Use Planning* un des nouveaux piliers de la *Balanced Approach* définie par l'OACI en 2001.

Ce manque d'informations plus générales explique que ce qui traverse les discours soit plutôt de l'ordre d'expériences singulières en la matière. A Gonesse par exemple, le renouvellement urbain en zone PEB n'attire guère les promoteurs qui ne sont pas autorisés

¹⁵ Mentionnons toutefois que fin juin 2006, des étudiants du Magistère d'Aménagement de Paris I rendront un travail d'ampleur sur les permis de construire et évolutions cadastrales autour de Roissy CDG depuis plusieurs années.

à augmenter le coefficient de densité comme c'est souvent le cas dans ce type d'opération. La commune doit prendre à sa charge les surcoûts de ces opérations ou parcelliser les aménagements pour qu'une partie se fasse en zone PEB et l'autre à l'extérieur. Cette marge de manœuvre n'existe d'ailleurs que pour les communes qui ne sont que partiellement concernées par le PEB.

Par ailleurs, suite à l'installation et à l'extension d'équipements aéroportuaires, des vieux villages furent déplacés (comme à Paray-Vielle-Poste) ou rachetés et sont désormais en déshérence du fait de l'absence de projet de reconversion ou de valorisation. Sur le pôle d'Orly, à Villeneuve-le-Roi, six cents logements ont été démolis et n'ont été remplacés par aucune construction ou activité : cet espace de la commune n'est donc pas valorisé. En outre, comme dit précédemment, une perte nette d'habitants est constatée sur les 10 dernières années.

A Roissy l'exemple du vieux bourg de Goussainville, village fantôme, est particulièrement emblématique de la difficulté de valoriser les vieux centres autour de l'aéroport. Il n'a certes pas été détruit parce qu'il se situe dans le périmètre de protection de l'église, classée aux monuments historiques. Mais s'y côtoient aujourd'hui maisons habitées et maisons murées dans un village déserté de toute activité. Bien que diverses études aient été menées pour la réhabilitation et la revitalisation de ce village aucune n'a abouti et fait l'objet d'une phase opérationnelle.

Ces retours d'expériences, et la prééminence du sujet des vieux bourgs, ont été suffisants pour inciter la DREIF à passer commande en 1998 d'une étude à la Mission Roissy sur cette question des vieux bourgs.

Sédimentation des vieux bourgs à proximité de Roissy CDG (Mission Roissy, 1999)

L'Etat a demandé à la Mission Roissy de réaliser un travail diagnostique et prospectif sur les vieux pays soumis aux nuisances de Roissy CDG : Ecoen, Gonesse, Groslay, Villiers-le-Bel, Arnouville-lès-Gonesse, Le Thillay...

Et, « *La première phase de l'étude d'ensemble du devenir des vieux-pays soumis aux nuisances de CDG a permis de mettre en évidence la spirale de dégradation des vieux pays initiée par les nuisances sonores dues à la proximité de l'aéroport de Roissy et renforcée par les contraintes réglementaires liées au PEB* » (Mission Roissy, 1999, p. 1).

A son terme, l'étude invitait à mettre en place des mesures compensatoires de solidarité pour enrayer la lente dégradation du tissu urbain qui se traduisait par des dépréciations immobilières, un déclin démographique, une paupérisation du tissu urbain, une baisse de l'animation locale et dévalorisation générale... L'institution d'un « *dispositif de mutualisation compensatoire des processus de dégradation* » induits par le bruit qui aurait pris la forme d'un Fonds d'aide à la réhabilitation des vieux bourgs avait été à l'occasion proposée.

Un travail non moins descriptif mais moins dédié à la seule question des vieux bourgs a permis de commencer à sérier les effets indirects de cette sédimentation spatiale produites par la gestion préventive du bruit (PEB)

Dé-densification, fonctionnalisation économique et dévitalisation sociale dans certaines communes autour de CDG Roissy : une analyse spatiale (Faburel et Barraqué, 2002)

A la demande de l'ADEME, un travail d'analyse spatiale a confronté des données statistiques, informations cartographiques et analyses thématiques en distinguant deux échelles spatio-temporelles jugées pertinentes pour l'observation pratiquée : les données, éparées, éclairant la situation de la Plaine de France, pays géographique d'appartenance de Roissy CDG, à différentes périodes de l'histoire contemporaine ; celles, très parcellaires, caractérisant sur les 30 dernières années les seules communes du PEB encore en vigueur au moment du travail (38 communes réparties sur 3 départements).

Cette confrontation entre l'œuvre du temps long à une échelle moyenne (discontinuités spatiales, ruptures historiques, fonctions économiques, évolutions sociales...) et les trajectoires locales a livré des clefs interprétatives des processus urbains locaux, et alors permis d'aborder le rôle de la gestion préventive du bruit des avions sur les évolutions territoriales.

Accompagnée d'entretiens auprès d'acteurs, cette analyse montre que la gestion préventive du bruit est en train à l'échelle du temps long de marquer de son empreinte les espaces proches de l'aéroport de Roissy CDG, de façonner dans certains lieux une géographie singulière, celle d'une différenciation spatiale, en conduisant à trois effets :

- a freiné autour de l'aéroport certaines tendances lourdes affectant toutes les franges de l'agglomération parisienne ; la modification des phénomènes propres à la périurbanisation en constitue certainement le visage le plus expressif ;
- a permis des choix d'aménagement dans des espaces non dévolus initialement à l'activité économique ou à la fonction transport ; ici, ce sont les tracés de grandes infrastructures, les équipements énergétiques, ou les périmètres de ZAE qui constituent la marque la plus frappante de cette affectation spatiale et par-là même de l'orientation des dynamiques locales vers les attributs d'accessibilité ou de valeur ajoutée économique ;
- a participé processus de dévitalisation du tissu social dans plusieurs quartiers de communes soumises au PEB, du fait notamment de la mobilité résidentielle provoquée par les niveaux de bruit et de ses impacts locaux (cf. 6.1).

Ces résultats d'analyse, portant uniquement sur le cas de Roissy CDG, entrent en écho avec ceux produits par travail de plus grande envergure mené par Cidell et Adams, du *Center for Transportation Studies* de l'Université du Michigan, en 2001, sur les effets des fonctionnements aéroportuaires dans l'évolution spatiale des pourtours de 13 aéroports américains, à partir de données d'occupation des sols, d'affectation fonctionnelle des zones (catégories d'activités, types de résidentiels...).

Ils concluent que, pour les grands aéroports :

- qu'il existe une mono-fonctionnalisation, économique (hôtels, agences de location...), circulatoire (ex : grandes infrastructures de desserte) et récréative (équipements sportifs, espaces verts et plans d'eau...) des pourtours aéroportuaires ;
- que si ceci induit des gains économiques pour la région, le déficit de mixité économique conduit à des pertes constatées pour les localités proches de la plateforme ;

- avec pour effet indirect d'orienter négativement l'image locale de l'aéroport chez les riverains ;
- et que de telles évolutions spatiales s'ancrent en fait dans des modèles de développement urbain et dans les choix économiques historiques, qui président globalement aux effets dits structurants (cf. 5.2) ;
- imposant en retour de resituer ces tendances dans le temps long des évolutions urbaines, avec alors d'autres méthodes que statistiques comme dispositifs d'observation.

Les effets socio-environnementaux et ce faisant territoriaux dont nous venons de rendre compte, selon des connaissances établies (ex : décotes immobilières), déduites (ex : mobilité résidentielle et polarisation sociale) et/ou à confirmer (ex : sédimentation des espaces), peuvent induire des coûts, qualifiés de sociaux lorsqu'ils ne sont pas supportés par les activités jugées responsables. Le chapitre suivant s'ouvre à cette question des coûts sociaux en livrant les chiffrages monétaires admis ou en discussion au sein de la communauté scientifique.

7. Coûts environnementaux des trafics aériens et fonctionnements aéroportuaires

7.1 Lorsque la littérature internationale recommande de produire des chiffrages territorialisés

7.1.1 Le problème posé par la méconnaissance de certains effets environnementaux et territoriaux

Les flux de transports, et alors les infrastructures qui les accueillent, sont source de nombreux effets environnementaux, aux premiers rangs desquels nous trouvons ceux étudiés précédemment. Comme montré, le bruit des avions peut par exemple provoquer une gêne intense, participer d'un stress latent, révéler ou entraîner certains problèmes de santé, dévaloriser des biens immobiliers, déqualifier des quartiers urbains et alors altérer des dynamiques locales... La pollution atmosphérique peut quant à elle avoir des effets sur la santé, les valeurs immobilières...

Ces effets, par les dommages occasionnés pour les personnes, les patrimoines naturels et historiques, ou encore pour les espaces, par le biais notamment d'une mobilité résidentielle singulière (*supra*), représentent des coûts : coûts médicaux, coûts de protection des logements et de réhabilitation du bâti, coûts de requalification ou de redynamisation des espaces dont le fonctionnement est altéré par le bruit des transports...

Parce qu'ils ne sont, pour nombre, pas facturés aux agents qui en sont responsables, ces coûts sont supportés par la collectivité, et ce en dehors de toute transaction marchande directe. Ils sont alors dénommés de coûts sociaux (Faburel, 2002). Evaluer de tels coûts, qui passe par une monétarisation des effets, pourrait aider à des arbitrages politiques afin d'infléchir des situations d'insatisfaction environnementale, porteuses d'inégalités sociales et territoriales non négligeables. De telles évaluations peuvent ainsi servir :

- à une internalisation plus précoce des nuisances et pollutions dans les projets d'infrastructure (valeurs prises en compte dans les évaluations coût-avantages, multicritères...),
- à une application plus efficiente du principe pollueur-payeur aux flux (tarification modulée des usages des transports, à l'exemple des droits d'entrée de péage ; taxation des flux de trafics, des matériels...)
- à une meilleure allocation des ressources ainsi accumulées en vue de compenser individuellement ou collectivement les effets négatifs,

...

« C'est typiquement un problème de droits de propriété, et le manque de ces droits qui est la cause première de l'externalité, parce qu'il empêche l'existence d'un marché pour les effets externes. Par exemple, pour les riverains des aéroports il n'est pas vraiment établi de droits de propriété pour le calme et l'air pur » (Department for Transport UK, 2001). Il s'agit donc globalement d'un enjeu de justice sociale et géographique assez peu posé comme tel en France, où la thématique de justice environnementale n'en est qu'à ses prémices.

Puisque par définition, un coût social (autrement dénommé coût externe par l'économie des transports et de l'environnement, par opposition aux coûts internes, ou privés,

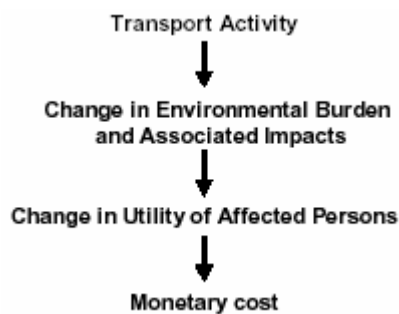
supportés par l'activité responsable) est le produit supporté par une collectivité en dehors de toute transaction marchande directe entre producteurs et victimes des dommages, les méthodes dites de monétarisation cherchent à révéler ces coûts cachés. Et, les approches et méthodes d'évaluation monétaire des effets environnementaux diffèrent entre les pays. Nous y reviendrons.

En nombre d'évaluation, certains pays d'Europe ont pratiqué quelques estimations monétaires, tandis que neuf pays d'Europe n'évaluent monétairement pas du tout les impacts, notamment du bruit des transports, ou le font uniquement de façon qualitative. C'est ce qui ressort d'un travail récent mené par le groupement HEATCO (in *Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment*) pour la Commission Européenne en (2005).

Selon les discours officiels, le manque d'évaluations de ces coûts peut avoir des raisons propres aux dispositifs méthodologiques proposés par l'économie des transports ou de l'environnement (biais empiriques). Mais, le schéma suivant permet de comprendre que, a priori, pour estimer les coûts sociaux des transports, il faut d'abord connaître précisément les effets environnementaux des flux et infrastructures (*Impact Pathway Approach*). Or, à l'échelle des pays de l'Union, c'est en fait lorsque la connaissance de ces effets fait défaut que les coûts ne sont globalement pas renseignés (HEATCO, *op. cit.*).

D'ailleurs, simple confirmation, concernant les aéroports, ce sont dans les endroits où la problématique des effets a été progressivement placée au cœur des débats, que les monétarisations sont, toutes proportions gardées, les plus nombreuses et que, par exemple, l'idée de compensations individuelles, voire territoriales est la plus avancée (ex : Amsterdam, Schiphol, cf. Faburel, 2005).

Etapes et principes de monétarisation des coûts environnementaux



Source : HEATCO (2005).

Or, comme indiqué jusqu'ici, force est d'admettre que la mesure des effets et dommages environnementaux a, en France, longtemps été lacunaire. De la recension documentaire effectuée, il ressort qu'outre les études économiques traditionnelles ou statistiques sur les retombées positives des fonctionnements aéroportuaires, les données longtemps disponibles portaient d'avantage regard sur la qualification des émissions environnementales, par exemple acoustiques. Et, si des recherches et études ont tenté ces dernières années de combler ces manques centrés sur les expositions, effets et dommages (cf. Chapitres précédents), encore à ce jour, comparativement à quelques autres pays, rares sont les travaux portant sur les effets sanitaires, le vécu environnemental, ou encore les dévalorisations immobilières engendrées par le bruit des avions ou la pollution atmosphérique aux abords des aéroports. En outre, les possibles impacts environnementaux

des transports et en particulier des aéroports sur le paysage, la biodiversité, le patrimoine et la qualité de l'eau n'ont quasiment pas été évalués et monétarisés, et ce partout en Europe.

Pourtant, nombre de recommandations internationales ont déjà convié les pouvoirs publics nationaux à s'atteler à de telles évaluations empiriques cumulant effets, dommages et monétarisation. Ce constat, ainsi que le coût élevé des études de valorisation, et le manque de temps disponible pour mener ces études avant de prendre des décisions publiques (Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, 2002), est alors l'une des raisons pour lesquelles nombre de pays recourent encore à des transferts de résultats de coûts sociaux, produites dans d'autres contextes, ou alors puisent dans des méta-analyses pratiquées par quelques chercheurs. Une autre grande raison au recours à de tels transferts provient de l'intégration des marchés de transports, particulièrement aériens. *“An agreed pricing formula needs to be defined at EU level, ensuring minimum distortion amongst airports. Levels could be different across countries but the methods by which they are computed should be similar to ensure that all externalities are internalised and not simply passed from one country or region to another”*. (Smith, 2006).

7.1.2 La nécessité de produire des évaluations situées, par l'observation des préférences individuelles en contexte

Mais, les récents rapports UNITE (UNification of accounts and marginal costs for Transport Efficiency, 2003) et HEATCO (Harmonised European Approaches for Transport Costing, 2005), tous deux réalisés pour la Commission Européenne, insistent de concert sur la nécessité de :

- certes penser des méthodes intégrées (*Impact Pathway Approach*) permettant de garantir comparaison et transferts,
- mais surtout de coupler les évaluations de coûts sociaux tirées de données allocatives nationales (*accounts data*), avec celles de coûts marginaux (*marginal costs*), à l'échelle de territoires spécifiques, et ce en vue dans le même élan de cerner dommages et coût.

“It is the use of case study and accounts data together which is likely to be the most practical means of generating practical marginal cost estimates which feed into pricing policy” (UNITE, 2003, Executive Summary, p. 8). *« Les coûts globaux ou les coûts moyens peuvent être calculés et sont généralement calculés à l'échelle des pays, mais les coûts marginaux varient considérablement selon (...) le site considéré »*. C'est pourquoi il est préférable de *« prendre en compte les coûts environnementaux marginaux dans les études de cas »* (UNITE, Executive Summary, p. 9), d'autant que les transferts de valeurs depuis d'autres études/d'autres lieux posent problème.

Il est vrai que, concernant les monétarisations empiriques déjà disponibles, *« La localisation des évaluations est systématiquement mentionnée par les auteurs comme un des facteurs majeurs déterminant le niveau de l'estimation (...). Elles suggèrent que l'estimation varie selon les aires d'influence économique (Etats-Unis, Europe), ou la densité de population, tout en affirmant la spécificité beaucoup plus locale des territoires d'études. Cette spécificité n'est pourtant que rarement explorée dans les études (...) »* (Guelton et Fritsch, 2005, p. 8).

Ici, ce sont donc les consentements à payer individuels des agents en situation (CàP ou WTP - Willingness to Pay) qui doivent servir d'indicateur de mesure, plutôt que des coûts

globaux (ou CàP publics) tirés de mesures générales de protection et des efforts budgétaires produits par les pouvoirs publics à cette fin.

Il peut ainsi recommander de plutôt prendre en compte le coût des consommations médicamenteuses des ménages (coût des dommages sanitaires de la pollution atmosphérique par exemple), le coût de protection phonique (dépenses des ménages en isolation) ou encore celui d'acquisition de logements dans des environnements protégés (méthode des prix hédoniques, *supra*) que le coût, jugé approximatif et trop général, des actions publiques visant par exemple à modifier le tracé d'infrastructures ou encore à déplacer un équipement pour des raisons environnementales. « *We recommend that the choice of technique used to value individual impacts should be dictated by the impact type and the nature of the project but that WTP measures are preferable to cost-based measures.* » (HEATCO, p. 6). D'ailleurs, pour Eurocontrol et Envisa (2005) « *it is widely recognized that the optimal balance between each dimension of sustainability (...) opens to individual opinions and preference scales* ».

Cela permettrait non seulement, pour ces auteurs, de garantir de manière pertinente le suivi précis des politiques multi-territoriales en vigueur, par comparaison et alors confrontation efficace de données empiriques. « *The creation and maintenance of a set of consistent social accounts for the transport sector is particularly valuable for monitoring the impacts of policy, including pricing policy* ». Surtout, la prise en compte de préférences individuelles permettrait d'introduire plus avant de nouveaux principes, tel ceux d'équité sociale et de transparence comme critère d'évaluation de ces politiques, pensés dès l'amont des estimations : « *In practice, pricing policy may involve balancing a mixture of considerations. Efficiency is clearly one but notions of equity, fairness, cost recovery and revenue raising are others* » (UNITE, 2003).

Et, selon différents auteurs, c'est la condition minimale à l'application réelle de mesures, que l'on retrouve vantées par nombre d'organisation, sans qu'elles ne trouvent réellement traduction dans les réglementations fixées et actions développées :

- pollueur-payeur apparu en 1973 (OCDE) : « *Charges for local impacts should be related to aircraft movements and utilise local values for impacts.* » (Bristow, 2004, p.7).
- la compensation : « *Les dommages doivent être évités ou compensés autant que possible* » (HEATCO, 2005, Deliverable 2, p. 167).

...

Enfin, lorsque la mesure des coûts marginaux est jugée impossible (distorsion de marché trop importante pour révéler les coûts cachés, segment de population trop modeste pour arbitrer sur un marché...), alors le rapport HEATCO conseille de mener des études plus qualitatives.

7.1.3 Les méthodes de monétarisation recommandées

Différentes méthodes d'évaluation peuvent être utilisées pour estimer les coûts externes des transports. Toutes reposent néanmoins sur un indicateur commun, le CàP – Consentement à Payer (ou WTP - Willingness to Pay). Celui-ci peut être individuel ou collectif. Nous renvoyons aux exemples donnés à la page précédente. C'est l'application des méthodes de préférences individuelles qui est, à ce jour, recommandée tant par les écrits scientifiques, que, de plus en plus, par les documents officiels (*supra*).

Concernant ces CàP individuels, ils peuvent être révélés sur un marché connexe qui intègre la dimension environnementale dont on souhaite monétariser la dégradation (marché de l'immobilier qui intègre la valeur que chaque ménage octroie à une certaine dotation de calme ; dépenses médicales en situation d'exposition à des épisodes de pollution atmosphérique...), ou déclarés directement par des agents en situation, soumis à la charge de cette dimension (*“There is need for further work on valuing local impacts and the feasibility of value transfer. The use of stated preference methods in this context is a particularly attractive option for the future”* Bristow, 2004, p.7).

Cette distinction entre méthodes de préférences révélées et méthodes de préférences déclarées trace la frontière entre la méthode des prix hédoniques et la méthode d'évaluation contingente, qui sont les deux méthodes dont la littérature recommande l'application. Par exemple, le Groupe de travail sur la santé et les aspects socio-économiques du bruit de la Commission Européenne (2003, p. 4), conseille leur utilisation pour comprendre les bénéfices individuels découlant de l'amélioration des environnements sonores. De même, concernant cette fois-ci la pollution atmosphérique et ses effets sur la santé, *« Il apparaît que l'ordre de grandeur de la Valeur d'Évitement d'un Décès devrait être fondé sur la méthode d'évaluation contingente, utilisant un scénario contextuel, afin de prendre en compte explicitement le motif de décès »* (GREQAM, 2001, Synthèse, p. 2).

La méthode des prix hédoniques appliquée à la valorisation des biens environnementaux repose sur l'idée, déjà énoncée plus haut (Chapitre 6.) que le prix d'un bien immobilier dépend de ses caractéristiques, parmi lesquelles certaines sont liées à la qualité de l'environnement. Elle consiste alors à observer statistiquement les valeurs immobilières, pour en déduire la fonction de prix et ainsi à identifier la part explicative de la qualité environnementale, puis surtout, deuxième et dernière étape de la méthode, à reconstruire la fonction de demande des ménages, donc à déduire le CàP pour ce niveau de qualité environnementale.

La méthode des prix hédoniques repose donc sur le postulat que aménités urbaines et dommages environnementaux sont implicitement capitalisés dans le prix des logements, et que, toutes choses égales par ailleurs, les différentiels de prix constatés entre biens par exemple différemment exposés au bruit représente une évaluation monétaire du calme. Elle a beaucoup été appliquée pour monétariser le bruit des transports, singulièrement celui du bruit des avions (même si nombre d'applications de la MPH se sont limitées à la seule équation du prix des logements).

Comme méthode de préférence déclarée, la méthode d'évaluation contingente consiste quant à elle à soumettre à des populations en situation, un marché d'échange hypothétique, sur lequel, par l'exposé d'une action, de ses porteurs, financeurs et bénéficiaires, l'échantillon enquêté déclare un CàP pour la réalisation de la mesure proposée. Différentes techniques de déclaration et de traitement économétrique des montant de CàP existent, selon les objectifs poursuivis. Le questionnaire permet dès lors de collecter l'information nécessaire à l'explication de ce CàP. Comme pour la méthode des prix hédoniques, l'addition des CàP ainsi collectés permet d'en déduire le coût externe, sous contrainte de validité théorique du modèle (ex : CàP fonction des niveaux de revenu des ménages) et de contraintes statistiques (ex : représentativité de l'échantillon enquêté)¹⁶.

Mais, fait nouveau, alors que les savoirs de l'économie néo-classique ont, du fait même de l'axiomatique sur laquelle ces méthodes reposent toutes deux communément, longtemps

¹⁶ Pour une présentation détaillée de ces méthodes et un exposé précis de leurs protocoles de mise en œuvre dans le champ des transports et de l'environnement, cf. CADAS (1999) et Faburel (2001).

considéré ces procédés comme substituables l'un à l'autre, donc en théorie, leurs résultats voisins, les expériences de monétarisation enseignent de plus en plus que la complémentarité doit être envisagée, voire que dispositifs économétriques de monétarisation et procédés qualitatifs de compréhension plus large doivent être couplés (Van Praag et Baarsma, 2005).

Par exemple, la méthode d'évaluation contingente offre la possibilité d'une description fine des comportements et motivations d'arbitrage auxquels se livrent les ménages lors du choix de leur logement, notamment de la sensibilité aux dimensions environnementales du lieu choisi. En étudiant aussi les déterminants des choix résidentiels, il y a matière à nourrir l'application de la MPH (Faburel, 2005).

Cette évolution vers la complémentarité et non plus la substituabilité à une cause première : l'imperfection de tout dispositif d'évaluation, s'agissant de faire émerger des coûts cachés par le fonctionnement marchand et le déficit de régulation publique.

7.1.4 Le besoin de coupler les dispositifs méthodologiques pour penser d'autres actions de régulation des impacts environnementaux

Du fait de biais et limites qui leur sont propres (Faburel, 2001 et 2002), ces méthodes produisent des résultats souvent différents. Il est vrai que « *D'une part les résultats restent fortement dépendants du lieu et de l'époque où ils sont établis et d'autre part les méthodes d'évaluation ne mesurent pas forcément la même chose. Rechercher le coût réel d'une nuisance qui soit unique et stable apparaît illusoire* » (Nicolas, 1998).

Par exemple, quand, comme c'est souvent le cas, les prix des logements sont contrôlés, la MPH est fragilisée (cf. Baranzini et Ramirez, 2002, dont les résultats indiquent que tout marché, même réduit, est segmenté). Cette applicabilité pose aussi question lorsque les résidents rencontrent un changement significatif des prix, particulièrement si dès lors leur capacité à faire des prévisions à long terme non biaisées de leur situation et de leurs préférences est difficile.

La MPH repose en effet sur une hypothèse d'équilibre où les ménages sont capables de choisir parmi tout une gamme de niveaux de prix et de caractéristiques de logements, le marché étant par hypothèse transparent et fluide. Mais, cette hypothèse n'est pas toujours vérifiée localement (imperfection de l'information, viscosité des ajustements...) (Faburel et Maleyre, 2002a). Le prix implicite du facteur environnemental, par exemple du bruit, est en fait très sensible aux décisions et aux conditions de fonctionnement et d'évolution du marché immobilier (Schipper et al., 1997).

Ainsi, pour cette raison comme pour d'autres, le marché ne reflète-t-il qu'incomplètement l'effet des aménités environnementales sur le prix. Aussi, considère-t-on généralement que l'évaluation tirée de la seconde étape de la MPH constitue une borne inférieure du « coût social vrai » (Bartik et Smith, 1987), par exemple des nuisances sonores.

Concernant la méthode d'évaluation contingente (Venkatachalam, 2004), citons Zhang et Li (2005) qui estiment que :

- (1) la somme des C_aP individuels n'est pas bonne pour faire une politique publique (coût social produit par la seule agrégation des C_aP à l'échelle de la population mère) ;

- (2) parce que la valeur octroyée par un individu est contingente des actions d'autres personnes, et alors un choix individuel dans un groupe de personnes est différent de la moyenne des choix individuels indépendants.

D'ailleurs, Tol (2005) indique pour sa part que « *La valeur totale n'a pas de sens, puisque le bien-être ne peut pas être mesuré, et seuls des changements de bien-être peuvent l'être* ». Il faudrait donc ne pas demander individuellement aux gens un CàP, mais leur poser la question d'une valeur ou d'une compensation collective juste (Zhang et Li, *op. cit.*).

Ici toutefois, nous entrevoyons une autre justification forte à l'intérêt du couplage méthodologique : comme indiqué par les rapports UNITE et HEATCO, il s'agit d'ouvrir la possibilité à de nouveaux modes d'action, ou à l'application plus fine et alors pertinente des mesures en vigueur (ex : Taxe Bruit sur les mouvements d'avions). Van Praag et Baarsma, sur le cas de l'aéroport d'Amsterdam Schiphol, croisent les montants tirés de deux méthodes (valeurs immobilières et mesure du bien être) appliquées de manière emboîtée, pour calculer un montant global de la perte de bien être. C'est ce montant ainsi produit qui, selon eux, ouvre à la question de la compensation individuelle.

En fait, en renseignant les caractéristiques des ménages, leurs motivations dans les choix résidentiels, mais aussi grâce à l'enquête, leur vécu environnemental actuel et ses déterminants, on se donne tout à la fois :

- certes les moyens de consolider la mesure du coût social de ces effet du bruit, donc de produire des données monétaires pouvant pleinement alimenter les débats sur l'application pollueur-payeur ;
- mais aussi de définir des clefs de répartition des montants qui pourraient ainsi être perçus en vue de mettre en place des systèmes de compensations (pas seulement monétaires, ni individualisés) (Faburel et Mikiki, 2004).

Ces limites rapidement évoquées ainsi que les réflexions pouvant être alimentées en termes d'action publique représentent ainsi à ce jour une incitation forte à penser de tels couplages et complémentations, non seulement entre méthodes de monétarisation (Faburel, Maleyre et Peixoto, 2005), mais aussi avec des dispositifs plus qualitatifs (questionnaire sur le bien-être, réunions de groupes avec des riverains pour cerner les représentations...). Cette tendance à l'interdisciplinarité est celle qui se dessine à ce jour pour évaluer les coûts sociaux.

Dès lors, sous le joug de ces recommandations scientifiques sollicitant plus de démarches :

- empiriques croisées,
- situées dans des contextes précis,
- et reposant sur les préférences individuelles d'agents ancrés dans des fonctionnements territoriaux,

... force est de reconnaître qu'en France ont été produits ces dernières années, sur la question de l'évaluation des coûts sociaux des transports, et singulièrement des trafics aériens et fonctionnements aéroportuaires, des chiffrages de coûts marginaux, à l'instar de la mesure de certains effets. Plus précisément, les pourtours de Roissy CDG et d'Orly ont fait l'objet d'évaluations empiriques telles que recommandées par les instances internationales.

7.2 Le coût social de la gêne sonore due au bruit des avions

7.2.1 Méthodes et indicateurs scientifiques utilisés

Confirmé depuis lors par les rapports UNITE et HEATCO, Navrud (2002) dans son *survey* réalisé pour la Commission Européenne sur les coûts sociaux du bruit, insiste sur le fait que les méthodes diffèrent selon les pays mais aussi que deux approches qui sont les plus utilisées sont :

- La méthode des prix hédoniques → une valeur monétaire par dB, par an, mesurée par NDSI, définie comme le % de changement dans les prix des logements par dB (*supra*).

Cette approche, dont nous avons déjà dit à quel point elle avait fait l'objet de nombre de travaux sur la question du bruit des avions (Chapitre 6), a même parfois été transcrite dans des directives ministérielles, par exemple pour fixer les valeurs tutélaires applicables aux évaluations coûts-avantages de projets d'équipements de transport. C'est le cas de la France, avec les valeurs suivantes, dans le cadre du rapport dit Boiteux II de 2001 :

Leq de jour en façade en dB(A)	55 à 60	60 à 65	65 à 70	70 à 75	Au-delà de 75
% dépréciation par décibel suppl.	0,4 %	0,8 %	0,9 %	1 %	1,1 %

Source : CGP (2001)

- La méthode d'évaluation contingente : une valeur monétaire par an, par ménage exposé.

Ce type d'approche permet par exemple de réaliser les études conduisant à la production des chiffrages livrés par HEATCO (2005).

Table 6.4 Noise Costs per person exposed and year in € 2002 in EU 25 and factor prices.

	country	differentiation	noise level					unit	
			> 50 db(A)	> 55 db(A)	> 60 db(A)	> 65 db(A)	> 70 db(A)		> 75 db(A)
North / West	Austria	only road noise	36.4 *	36.4	36.4	36.4	36.4	36.4	€/dB(A)
	Finland	noise exposure in built-up areas	---	695	695	695	695	695	€
	Germany	noise exposure in built-up areas	---	52.0	52.0	52.0	52.0	52.0	€/dB(A)
	Sweden	only road noise	3.7	58.8	127	219	492	1,177	€/dB(A)
	Switzerland	annoyance in dwellings	---	362	362	362	362	362	€
East	Hungary	annoyance from road noise	68.2 **	---	---	---	---	---	€/dB(A)

*) threshold is 45 dB(A)

**) no threshold given

Source : HEATCO (2005)

Un cas intermédiaire recensé est la valeur par SBT - dwelling pratiquée au Danemark : la valeur des logements exposés est agrégée, mais la valeur monétaire déduite est pondérée en fonction de la gêne ressentie par les résidents. L'indice de gêne sonore (*støjbelastningstal*) donne un poids relatif au niveau de bruit en façade d'habitation, avec comme seuils choisis 100 % des résidents gênés à 73 dB(A) et 50 % gênés à 68 dB(A). Une valeur par SBT-

dwelling est donc estimée, qui inclut les coûts de la gêne basés sur une application de la méthode des prix hédoniques et une évaluation des coûts sanitaires du bruit.

7.2.2 Résultats proposés : CàP tirés de la méthode des prix hédoniques

Concernant la première approche, celle fondée sur les % de dépréciation immobilière pour cause de bruit des transports, les données relayées par le survey de S. Navrud sont regroupées dans le tableau présenté lors du chapitre sur les décotes immobilières (6.2). Nous renvoyons donc à ce chapitre pour une vue exhaustive à la fois des NDSI, mais aussi pour la livraison des fourchettes acceptables selon les méta-analyses pratiquées.

Toutefois, comme déjà mentionné, seules quelques applications de la méthode des prix hédoniques sont allées jusqu'à déduire la fonction de demande des ménages (CàP) des fonctions de prix, du fait de la difficulté que représente le passage à la deuxième étape de la méthode (Smith, 1997). Le tableau suivant livre quelques exemples officiels, tirés de Navrud, 2002.

CàP tirés de l'application de la Méthode des prix hédoniques – cas du bruit routier

Auteur	Objet	CàP par personne/dB/an
Soguel (1994)	Réduction d'un dB(A) du bruit routier	40 €
UK Department of Environment (1999)	Réduction d'un dB(A) tous types de bruit	24 à 48 €
Suède (Ministère des Transports)	Réduction d'un dB(A) par personne exposée à un bruit routier supérieur à 75 dB	44 € ¹⁷

Source : CRETEIL – ERUDITE/GRATICE (adapté de Navrud, 2002)

La France ne déroge pas à cette règle, puisque nous ne recensons que de rares CàP tirés de cette seconde étape de la MPH, appliquée aux transports terrestres. Ces résultats sont globalement convergents avec ce qu'indique la littérature internationale.

Consentements à payer révélés pour une réduction d'1 dB(A) – Ldn

	Bruit routier	Bruit ferroviaire
Valeur moyenne des logements valeur 2003	734 721 F 112 000 €	754 883 F 115 074 €
CàP moyen (ménage)	17 234 F 2 627 €	13 150 F 2 004 €
CàP moyen annuel (ménage)	79 €	60 €
En % de la valeur moyenne	2,3	1,7
Ldn moyen	70,3	65,3
Elasticité	3,70	0,62
Taille moyenne des ménages	2,5	3
CàP annuel moyen par personne	31,6 €	20 €

Source : CRETEIL – ERUDITE/GRATICE (2005)

¹⁷ Evaluation pour une durée de détention infinie : 1 480 €, soit 44 € au taux d'intérêt de 3%.

En fait, concernant le bruit des avions, nous ne disposons en France à ce jour que d'une application de la méthode des prix hédoniques, au cas d'Orly en 2004, ayant tenté de déduire les CÀP.

Consentements à payer moyen par ménage et par an, déduits de la mesure de la dépréciation immobilière pour cause de bruit des avions dans 8 communes proches de l'aéroport d'Orly (Faburel, Maleyre et Peixoto, novembre 2004)

Pour rappel (Chapitre 6.), le travail a analysé les déterminants des prix de 688 biens immobiliers, sélectionnés notamment sur le critère de mono-exposition au bruit. Une décote immobilière est observée sur les communes subissant les nuisances sonores (Valenton, Villeneuve-le-Roi et Villeneuve-Saint-Georges) avec un Noise Depreciation Index de 0,96 % du prix du logement par décibel de différence (Lmax). Ce taux est conforme à ce qu'indique la littérature sur la question (*supra*).

En hypothèse basse, cela correspond à une décote de 4,4 % du prix moyen des logements à Valenton, 5,5 % à Villeneuve-le-Roi et 6,5 % à Villeneuve-Saint-Georges ; en hypothèse haute (avec comme commune témoin une ville totalement épargnée par les avions) une décote d'au moins 10 % par logement. Soit une dévalorisation du capital immobilier cumulé pour ces trois communes de plus de 1,3 millions d'euros, et, par logement de l'échantillon, de 5 229 euros à Villeneuve-le-Roi, de 5 132 euros à Villeneuve-Saint-Georges et de 4 535 euros à Valenton, tout ceci en hypothèse basse, et plus de 10 000 euros en moyenne, en hypothèse haute.

A partir de cette perte de capital immobilier par logement, il a été déduit (et non mesuré) le consentement à payer marginal moyen pour éviter une telle situation sonore, par ménage habitant l'une des trois communes affectées par la dépréciation, comparativement à Boissy-Saint-Léger. Pour ce faire, puisque ce coût constitue un capital (K), et que tout capital correspond à un revenu actualisé (ou flux annuel d'utilité marginale) que l'on peut exprimer selon la formule $K = R/TI$, alors le consentement à payer annuel par ménage déduit de l'application du taux d'intérêt (TI) en vigueur en 2003, soit 4 %, à la dépréciation, est de 209 euros pour Villeneuve-le-Roi.

Et, élément de validation, ce résultat est tout à fait voisin de celui tiré de l'évaluation contingente menée en 1999 (*infra*). Le consentement à payer mesuré par le précédent travail était, pour Villeneuve-le-Roi, de 197 € par ménage et par an.

7.2.3 Les CÀP tirés de la méthode d'évaluation contingente :

Quelques premiers résultats

Pour ce qui concerne maintenant la deuxième approche, celle fondée sur les CÀP déclarés grâce à la méthode d'évaluation contingente, rapportés au niveau d'exposition sonore, voire à la gêne exprimée, voici les valeurs tirées de la littérature existante, pour différents cas de source transport : 22 applications de la méthode d'évaluation contingente sont à recenser sur le bruit routier, et 6 sur le bruit des avions. Le tableau qui suit livre certains des résultats à ce jour disponibles.

Consentements à payer déclarés pour une diminution du bruit

Auteur	Objet du scénario d'échanges	CàP par ménage / an
Pommerehne (1987)	Réduction de moitié du bruit routier (- 10 dB(A)), Bâle	600 €
Soguel (1994)	Réduction de moitié du bruit routier (- 10 dB(A)), Neuchâtel	600 €
Thune Larsen (1995)	Réduction de moitié du bruit routier (- 8 dB(A)), Oslo	120 €
Wibe (1997)	Elimination du bruit, toutes origines, Suède	260 €
Navrud (2000)	Elimination de la gêne bruit routier ou bruit avion (- 10 dB(A)), Oslo	Entre 165 et 275 €

Source : CRETEIL – ERUDITE/GRATICE (2005) Adapté de Navrud 2002

Vers de nouvelles approches

Mais, comme nous pouvons le remarquer, les applications privilégiées des deux méthodes recommandées reposent pour beaucoup sur les lectures acoustiques du bruit (Chapitre 2.). D'ailleurs, dans beaucoup de pays, les niveaux de bruit en dessous de 55 dB(A) ne sont pas considérés comme significatifs, alors même qu'il existe aussi des situations de gêne en dessous de ce niveau.

Cette inclinaison acoustique provient notamment du rôle joué par la méthode des prix hédoniques dans l'histoire de la monétarisation du bruit des avions, et notamment son objectif premier, de calculer le NDSI. Cherchant à élucider des relations doses-effets, ce type d'approches a d'abord considéré les données sonores comme essentiellement explicatives, alors même que les sciences humaines et sociales (Chapitre 2) commençaient à montrer la nécessité scientifique de compléter les angles de lecture, en centrant le propos sur les nuisances et ressentis de gêne.

Par exemple, la seule distance à la zone aéroportuaire n'explique pas de façon significative les NDSI car, la proximité peut refléter une intrusion visuelle dans le paysage et être vecteur d'autres effets environnementaux (Feitelson, 2002 ; Morello-Frosch, Pastor et Sadd, 2001).

Soulignons aussi ici l'apport de l'étude de Levesque (1994) dans le choix de son indicateur d'exposition pour la MPH. Il considère que l'utilisation traditionnelle du *Noise Exposure Forecast* et du *Noise Number Index*, de rigueur à l'époque au Canada, prive d'une part les analystes de l'opportunité de voir dans les niveaux de pression sonore, la fréquence des survols et la variabilité du bruit, des variables explicatives des décotes immobilières.

Le NNI combine en effet niveau du son et nombre d'évènements sonores dans un indicateur cumulatif qui masque certains paramètres pertinents à la fois dans l'explication de la gêne (Chapitre 2.) mais aussi dans celle des dévalorisations. Car c'est de la décomposition des caractéristiques du son et du nombre d'évènements que des corrélations peuvent selon lui apparaître : *“Generally, hedonic studies have not accounted for the research on noise annoyance and hence do not recognize the variety of issues surrounding the representation of noise, including the separation of loudness and number of events. Besides, they tend to rely exclusively on noise contour maps to estimate noise at a housing location. These maps only depict the cumulative noise measure...”* (Levesque, 1994).

D'ailleurs, les modèles d'économie spatiale commencent à être mis à contribution sur la question qui nous occupe ici. Pour quelque peu se prémunir d'une imputation de phénomènes plus larges de dépendance spatiale au bruit, et alors cheminer vers des

approches prenant en compte la territorialité des nuisances et gêne, de récents travaux ont appliqué les acquis de ce courant (Sheppard, 1999) en vue d'identifier les phénomènes d'auto-corrélation spatiale (Salvi, 2003), notamment par la prise en compte de la distribution géographique des aménités grâce à l'usage de Systèmes d'Informations Géographiques (cf. Lake, Lovett, Bateman et Langford, 1998 ; Bateman et al., 2001).

L'enseignement principal qui doit être retenu est que ce n'est pas le bruit dans son acception seulement acoustique qui est à l'origine des dépréciations immobilières et des CàP mais le bruit comme facteur de gêne et de perte de bien-être, et parfois même comme révélateur d'un sentiment de dégradation de l'environnement global.

Consentements à payer déclarés pour une diminution de la gêne

Auteur	Objet du scénario d'échanges	CàP par ménage / an
Faburel (2000)	Suppression de la gêne, France	Gêne forte : 197 €
Lambert et alii (2001)	Elimination du bruit autoroutier, France	Gêne moyenne : 73 € Gêne extrême : 130 €
Faburel, Maleyre et Peixoto (2005)	Suppression de la gêne sonore, France	
	routier urbain	102 €
	ferroviaire urbain	120 €

Source : CRETEIL – ERUDITE/GRATICE (2005)

Lorsque les dépréciations immobilières augmentent alors que le bruit demeure globalement stable : le rôle de la sensibilité sociale au bruit autour d'Orly (Faburel, Maleyre et Peixoto, novembre 2004)

A la suite l'évaluation des décotes immobilières, des pertes de capitaux immobiliers, puis la déduction des CàP moyens par an et par ménage (encadré précédent). Pour rappel (Chapitre 6. et *supra*) : le travail a analysé les déterminants des prix de 688 biens immobiliers ; une décote immobilière est observée sur les communes subissant les nuisances sonores avec un Noise Depreciation Index de 0,96 % du prix du logement par décibel de différence (Lmax) ; soit une décote de 4,4 % du prix moyen des logements à Valenton, 5,5 % à Villeneuve-le-Roi et 6,5 % à Villeneuve-Saint-Georges ; et en hypothèse haute une décote d'au moins 10 % par logement ; une dévalorisation du capital immobilier par logement de l'échantillon, de 5 229 euros à Villeneuve-le-Roi, de 5 132 euros à Villeneuve-Saint-Georges et de 4 535 euros à Valenton, tout ceci en hypothèse basse, et plus de 10 000 euros en moyenne, en hypothèse haute ; un CàP annuel par ménage de 209 euros pour Villeneuve-le-Roi ; voisin de celui tiré de l'évaluation contingente menée en 1999 (*infra*) (197 € par ménage et par an).

Grâce à la segmentation des bases de valeurs immobilières en plusieurs périodes significatives, le NDI augmente durant la période allant de 1995 à 2003, passant de 0,86 % du prix du logement par décibel de différence entre la commune témoin et les trois communes identifiées à 1,48 %, alors même que les charges sonores sont demeurées, selon les indicateurs officiels, stables du fait du plafonnement des créneaux.

Ceci correspond à une perte nette de capital immobilier pour tout ménage « moyen » ayant acheté un logement entre 1995 et 2000 à Valenton, Villeneuve-le-Roi ou Villeneuve-St-Georges, puis revendu entre 2001 et 2003, de l'ordre de 3 200 euros, par rapport à une opération similaire à Boissy-Saint-Léger.

Une fois croisé avec les indications de gêne sonore tirées de l'enquête menée en 1998-1999 dans certaines de ces communes, ainsi qu'à la lumière des acquis en matière de sensibilité sonore des citoyens (Chapitre 2.), ceci représente une illustration de la plus grande sensibilité sociale à la question du bruit des avions, des facteurs non acoustiques qui interviennent dans celle-ci, et de la révélation de cette tendance grâce à l'analyse spatiale des valeurs immobilières.

C'est ainsi que, en conformité aux recommandations exposées précédemment, une nouvelle approche est aussi conseillée à ce jour : CÀP déclaré (méthode d'évaluation contingente) par an, et non plus par ménage exposé, mais par personne gênée (*Highly Annoyed*).

Chiffrages monétaires sur les cas aéroportuaires

Le « cadre de vie » semble ainsi avoir un caractère explicatif supérieur aux caractéristiques techniques du bruit. Concernant le bruit des avions, les études de Salvi (2003) Van Praag et Baarsma sur Schipol (2000, Pays-Bas) et de Faburel sur Orly (2001 et 2002, France) apportent, à partir d'enquêtes, des éléments empiriques d'analyse spatiale et de justification formelle à l'intérêt de cette approche.

Consentements à payer déclarés pour une suppression de la gêne : le cas du bruit des avions à Orly (Faburel, 2001 et 2002)

En vue d'évaluer le coût social du bruit des avions à Orly, nous avons opté pour une méthode dite de préférences déclarées, donc une enquête : la méthode d'évaluation contingente (MEC). Malgré les biais d'analyse que l'usage de ce procédé peut impliquer, le recours à la MEC a aussi permis d'approfondir le vécu sonore des 607 personnes enquêtées (novembre 1998 à avril 1999 dans les 6 communes du Val-de-Marne les plus exposées au bruit des avions), et notamment leur niveau de gêne due au bruit des avions, puis alors d'apprécier l'influence de ce vécu sur les consentements à payer déclarés, indice de mesure du coût social.

Le questionnaire alors bâti était composé de plus de 80 questions, alternant questions ouvertes et fermées, portant tant sur des perceptions, représentations et pratiques, abordant des dimensions socioprofessionnelles, financières, résidentielles ou encore politiques, structurées par 26 variables. Deux phases de traitements statistiques ont été accomplies : la première porte sur la gêne sonore et les facteurs qui l'expliquent (Chapitre 2.), la seconde concerne les consentements à payer et les variables qui les déterminent.

Le taux de consentements à payer positifs est de 51 %, chiffre voisin ou supérieur aux résultats d'études précédentes. En termes explicatifs, le niveau de gêne des riverains d'Orly figure au tout premier rang des préférences monétaires ainsi déclarées, avant même le revenu et le bruit (auquel la gêne sonore déclarée est très peu corrélée, *supra*). Le consentement à payer pour supprimer la gêne augmente avec le niveau de désagrément des répondants et la plupart des personnes non gênées ont un CAP d'un montant nul. Ce résultat explicatif a depuis lors été confirmé par Bjørner (2004).

Enfin, les montants de CÀP pour une suppression de la gêne sont en moyenne de 6,5 € par mois pour une personne se déclarant au minimum beaucoup gênée (*Highly Annoyed*) - niveau d'intensité de gêne supérieur à 8, sur l'échelle numérique de 0 à 10 - soit 0,4 % du

revenu moyen déclaré lors de l'enquête. Ceci correspond à un CàP moyen de 197 € par ménage et par an, résultat convergent avec les quelques applications précédentes de la méthode d'évaluation contingente au bruit des avions.

La méthode et ces résultats ont depuis lors été confirmés par deux autres évaluations contingentes, appliquées aux bruits routiers et ferroviaires dans le Val-de-Marne (Faburel, Maleyre et Peixoto, 2005)¹⁸.

Précisons que si le niveau de gêne a un effet significatif sur la condition d'existence du consentement à payer, la combinaison du CàP pour chaque niveau de gêne avec la fonction dose-réponse estimée pour la relation entre exposition au bruit et gêne interdit nullement de calculer le CàP attendu par réduction de 1 dB (A). Une des dernières enquêtes en date (Bjørner, 2005), mais portant sur le bruit routier à Copenhague, confirme ainsi la non linéarité des CàP. Ce dernier augmente avec le niveau de bruit : par exemple de 2 euros par an par dB(A) passé le niveau 55 à 10 euros après 75dB (A).

Toujours dans cette logique d'orientation de la monétarisation vers le couplage méthodologique avec des procédés plus qualitatifs, ouverts à la gêne et au bien être environnemental, mentionnons le travail mené par Van Praag et Baarsma, sur le cas d'Amsterdam Schiphol (2000 et 2005).

Même si nous y reviendrons dans le Tome 2 de ce rapport (Indicateurs d'impacts, de suivi et de performance aéroportuaire), indiquons que cette étude propose une « méthode augmentée » pour mesurer la valeur de biens non marchands, en vue de penser la compensation monétaire des riverains d'Amsterdam Schiphol. La procédure MPH ne permet pas, selon les auteurs, de couvrir seule l'ensemble des coûts de non-usage de l'environnement (c'est notamment probable quand les individus sont dans une situation où les coûts physiques et/ou psychologiques de transaction liés à un changement de situation (Chapitre 6.) sont élevés - ex : attachement à son logement), et pointent les fragilités de la méthode en regard d'un marché local du logement hétérogène (Chapitre 6.).

Ils évaluent donc la valeur monétaire des dommages dus au bruit des avions, comme la somme des différentiels de prix hédoniques des logements augmentée d'un composant de coût résiduel. Le calcul de cette augmentation est l'objet de leur publication de 2005. Les coûts résiduels sont évalués à partir d'une étude complémentaire, questionnaire centré sur le bien-être, et incluant :

- l'échelle ordinale de satisfaction de Cantril (1965), largement utilisée dans des études sociologiques et psychologiques (de 1 à 10, 1 étant la pire situation possible, 10 la meilleure) ; une échelle de perception sonore de 1 à 5 (de pas gêné du tout à extrêmement gêné), avec exposé des sources (parmi 9 proposées),
- et une liste de facteurs non-acoustiques d'explication de la gêne ; Les auteurs estiment buter sur le fait que la mesure dite objective du bruit en Ku ne décrit pas correctement la nuisance perçue. Même si officiellement l'indice acoustique Ku a été construit pour refléter la perception du bruit en utilisant des transformations log et en intégrant le nombre de vols et l'intensité sonore du bruit par vol, il n'inclue

¹⁸ Exemple : consentements à payer annuels pour une suppression de la gêne due au bruit routier :
- 109,5 € pour une gêne moyenne, sur l'ensemble de la distribution,
- 187,5 € pour toute personne se déclarant au minimum « beaucoup gênée » par le bruit routier.

pas de facteurs non-acoustiques. Pour eux comme pour d'autres, l'information cruciale n'est plus la mesure objective du bruit, mais sa perception subjective.

Les traitements statistiques opérés et les corrélations identifiées entre les phénomènes sonores exprimés en Ku, la gêne déclarée et le bien-être exprimé, les auteurs disposent de clefs de modulation des montants monétaires tirés de l'application de la méthode des prix hédoniques (nouvelles régressions). De l'usage de ces clefs découle une proposition de montants de compensation complémentaire à la couverture des dépréciations déjà mesurées : selon la localisation des ménages, mais aussi de certaines caractéristiques du logement (ex : isolation phonique ou non) et surtout individuelles (notamment ancienneté résidentielle, exprimée par la date d'emménagement cf. Faburel 2002), sur lesquelles nous reviendrons dans le Tome 2. Il en résulte la corrélation et alors le complément compensatoire suivants : si Ku augmente de X% (donc selon la localisation des ménages), le revenu doit augmenter de Y% pour conserver le même bien être.

Total Yearly Amount of Compensation

<i>Ku</i>	Number of households concerned*	Average monthly compensation per household concerned €	Total yearly amount of compensation € mn
>20	148,063 (17.9%)	56.63	100.62
>25	80,478 (9.7%)	41.46	40.04
>30	26,734 (3.2%)	29.90	9.59
>35	11,851 (1.4%)	20.90	2.97
>40	6,030 (0.7%)	17.13	1.24

*In absolute numbers and (in parenthesis) as a percentage of the total population in the Schiphol region.

Voici ici un autre exemple de la nécessité du couplage méthodologique et de la complémentation de corpus disciplinaires (économie de l'environnement, psychologie sociale...). Surtout, voici un exemple de leur utilité socio-politique et intérêt opérationnel. La diversité et le chaînage des résultats obtenus à Amsterdam et Orly (dépréciation, gêne, consentements à payer) permettent d'envisager de mener des réflexions centrées sur l'intérêt de certains outils d'action publique, et, par exemple, de questionner le potentiel de la compensation individuelle et/ou collective des atteintes environnementales. Ceci en droite ligne de ce que recommandent les rapports officiels en matière d'application méthodologique et d'utilité socio-politique des chiffrages produits (UNITE et HEATCO).

7.3 Les autres coûts environnementaux : les effets sur la santé

7.3.1 Le cas du bruit des transports

Les types de coûts et d'indicateurs utilisés

Le prix supporté pour les dépenses sanitaires (consommation de médicaments, consultations...) constitue aussi un coût non négligeable, même s'il s'avère difficile à évaluer en raison des incertitudes nombreuses sur les impacts à long terme du bruit et ce qui peut lui être imputé dans la dégradation de l'état de santé général (Chapitre 3.).

Comme rappelé dans le rapport HEATCO, l'évaluation monétaire des impacts sanitaires de l'exposition au bruit des transports se déroule en théorie en trois étapes : la mesure de

l'exposition, l'évaluation des effets sur la population en usant des liens exposition-réponse et l'estimation monétaire des impacts sanitaires (WHO-PEP, 2004, p. 49). Et, peut-être plus ici que sur la gêne sonore, chaque étape comporte des incertitudes en raison des difficultés à appréhender certaines relations de causes à effet, difficultés exposées précédemment.

Concernant le coût social des effets sanitaires des dégradations environnementales en général, trois composantes au coût social supporté par la collectivité sont dénombrées (selon la typologie retenue par Hunt, 2001) : le coût des ressources (coûts médicaux supportés par l'individu, les services de santé ou les systèmes d'assurance), les coûts d'opportunité (coûts de la perte de productivité et des coûts d'opportunité des loisirs) et les coûts sociaux et économiques comprenant la réduction du bien-être et du confort, l'anxiété par rapport au futur. Les deux premières sont connues sous l'appellation coût de la pathologie (*Cost-of-Illness*).

L'état de santé d'une population peut-être exprimé statistiquement par le nombre de cas de maladies et de décès par an. La valeur d'un décès évité (VPF en anglais, *value of statistical prevented fatality* ou VSL, *value of a statistical life*) est une mesure d'estimation de la perte de bien-être intégrant les risques pesant sur la vie des individus.

On obtient une vision plus précise en calculant le nombre d'années de vie perdues en raison d'une mort prématurée. Mais comme les années vécues peuvent cependant être grevées par la maladie et l'invalidité, il peut être utile d'utiliser un autre indicateur, celui du nombre d'années de vie détériorées par une incapacité.

Les indicateurs de référence réunis sous le terme de HALY (*Health Adjusted Life Years*) sont le DALY (*Disability Adjusted Life Years*) et le QALY (*Quality-adjusted life years*). Il s'agit d'échelles de santé qui attribuent à chaque pathologie une pondération entre 0 et 1. "Whereas *QALY* measures the actual state of health integrated over the years of life, *DALY* measures the loss of health with respect to perfect health and to a reference duration of life. Thus *DALY* units are in principle complementary to *QALY* units. (...) In distinction, *DALY* represent the sum of years of life lost (*YLL*) due to premature death, and of years of life lived with a reduced level of health, weighted with the seriousness of the health impairment suffered (*years lived with disability YLD*)." (Müller-Wenk, Hofstetter, 2003, p. 35).

Aucune évaluation globale du coût du bruit des avions sur la santé

Hunt, en prenant en compte les coûts des ressources, les coûts d'opportunité et les dispositions à payer pour parer aux pertes de bien être, a entrepris de réaliser une évaluation monétaire des effets sur la santé du bruit de la circulation routière en général.

Valeurs monétaires des effets sanitaires du bruit des transports

Pathologie	Valeur	en € (2000)
Infarctus du myocarde, mortel 7 années de vie perdues	96 500	par année perdue sur l'espérance de vie
Infarctus non mortel, coûts dus à l'hospitalisation	680	par jour d'hospitalisation
Infarctus non mortel, perte de travail	100	par jour de maladie
Infarctus, consentement à payer pour éviter la maladie	14 360	par cas

Hypertension, frais d'hospitalisation	350	par jour
---------------------------------------	-----	----------

Source : Schmid (2003)

Toutefois, si les montants précédents livrent des exemples difficilement transférables au cas des transports aériens, compte tenu des spécificités du bruit des avions, les chiffres ci-dessus peuvent être appliqués aux pourtours aéroportuaires.

Mais, des éléments mobilisables concernant les troubles du sommeil

Hunt (2001) s'est également intéressé à l'évaluation des troubles du sommeil. Les coûts des ressources et le consentement à payer individuel sont différents dans ce cas-là. Il s'est appuyé sur les coûts de médecine déduits d'étude menée par Leger sur la lutte contre l'insomnie en France. Les coûts moyens annuels par personne qui en résultaient se montaient à 195 €. Etaient compris les frais pour les médicaments aidant à retrouver le sommeil, les visites chez le médecin et les traitements prodigués par les spécialistes du sommeil. Hunt a quant à lui estimé que les coûts d'opportunité n'étaient pas pleinement intégrés et en a déduit un montant annuel de 390 € par personne.

Müller-Wenk (2003), se basant sur un sondage réalisé en 2000 auprès de 64 membres de la Fondation suisse d'assurance accident, a évalué le coût des troubles du sommeil entre 1 550 € et 9 300 € par cas. Le consentement à payer pour éviter de subir des troubles extrêmement importants correspondrait à une valeur moyenne de 2 035 €.

Hollander, prenant en compte l'appréciation subjective de la qualité du sommeil (réveil précoce, sommeil peu reposant), estimait le consentement à payer des individus par an de 370 € et un DW de 0,01. A cela s'ajoutent les coûts des ressources (195 €) et la valeur monétaire d'une dégradation du sommeil se montait à : 565 €.

Et, d'ores et déjà, des études de faisabilité intègrent, concernant les cas aéroportuaires, de telles estimations pour des projets d'équipement. Les analyses menées à l'occasion du projet d'extension de l'aéroport de Francfort entre les différents scénarios en concurrence ont permis d'intégrer les coûts sanitaires dans l'évaluation des coûts sociaux totaux.

Evaluation des coûts sociaux à l'occasion du projet d'extension de l'aéroport de Francfort

	Gêne	Troubles du sommeil	Estimation hédonique	50 dB(A) Lden	55 dB(A) Lden	Total (Millions d'Euros /an)
Alternative A	29,4	26				55,4
Alternative B			27			27
Alternative C				59,6	25,3	42,3

Source : Schmid (2003)

7.3.2 Le cas de la pollution atmosphérique : aucune évaluation de coûts sanitaires de la pollution atmosphérique liée aux trafics aériens

Rappelons ici qu'il n'existe pas, à l'échelle internationale, d'études de décotes éventuelles pour cause de pollution atmosphérique liée aux trafics aériens dans les pourtours aéroportuaires. Selon les recensions les plus actualisées, 25 applications de la méthode des

prix hédoniques sont en fait à recenser sur la qualité de l'air en ville en général, dont 3 dédiées à la seule question des transports, tous modes confondus (Manière, 1999 ; GREQAM, 2001).

La procédure pour évaluer les dommages monétaires des polluants atmosphériques s'articule toujours autour des trois étapes de l'*Impact Pathway Approach*. Avec ici toutefois encore plus d'incertitudes que précédemment, notamment dans le passage tant lors de leur conversion chimique des émissions de polluants que lors de l'évaluation des effets sur des récepteurs tous singuliers. Dès lors, l'estimation des valeurs monétaires s'est détournée ces dernières années de la méthode des pertes de production (cf. théorie du capital humain) pour suivre l'approche par CàP. Il est vrai qu'à ce jour, tous les impacts ne peuvent pas être établis en détail pour tous les polluants (Chapitre 4.), donc l'approche fondée sur les préférences individuelles est la plus recommandée (*supra*).

Neuf pays européens monétarisent ces effets à partir des pertes de production dues à la maladie et à la mortalité supplémentaire, et cinq autres pays évaluent monétairement les effets sur la santé selon le consentement à payer pour éviter la maladie ou réduire les risques de décès. En France la consommation médicamenteuse est prise en compte. L'Allemagne prend de plus en compte les dommages causés à l'approvisionnement en eau et à sa distribution, les coûts pour la protection des sols ou les pertes des services de loisirs.

Très attachées à la problématique des transports routiers, pour laquelle sont en fait recensées 50 études d'évaluation monétaire de la qualité de l'air dont 13 méthodes d'évaluation contingente (GREQAM, 2001), les valeurs monétaires sont surtout livrées en : coûts par véhicule-km, passager-km, ou tonne-km ; coûts par kg ou tonne de polluant émis ; et coûts par personne exposée ou par cas de décès prématuré. Les polluants pris en compte sont les polluants classiques de l'air : particules de différentes tailles, NO_x, SO₂ et CO. Les Hydrocarbures (HC) ou composants organiques volatiles sont pris en compte par 9 pays, et le plomb par 3 pays. Deux pays incluent l'ozone, deux pays les particules cancérigènes comme celles du diesel, du benzène...

Les écrits stipulent que lorsque l'on prend en compte plusieurs polluants, il convient de veiller, du fait des incertitudes persistantes quant aux mécanismes de chimie de l'atmosphère, et à celles relatives aux affections sanitaires, au risque de double comptage.

Dans une étude européenne sur les coûts de la santé liés à la pollution atmosphérique (Seethaler et al , 2003) sur trois pays (Autriche, France, Suisse) dans le cadre de l'OMS, les auteurs choisissent d'utiliser un indicateur dont l'usage est stabilisé et jugé pertinent comme marqueur des effets sur la santé : les PM10, c'est-à-dire un indicateur qui prend en compte les particules d'un diamètre inférieur à 10µm. Elle sont susceptibles d'avoir des effets respiratoires à court terme (Chapitre 4.). Une approche en terme de CàP pour éviter le risque d'être victime d'un problème de santé, a été retenue. Cette estimation inclue non seulement les coûts matériels d'un décès éventuel, mais aussi les coûts de la douleur, la souffrance et la perte de qualité de la vie.

De ce travail, il ressort deux familles de résultats, les premiers concernent la Valeur d'Évitement d'un Décès (VED) pour cause d'effets sur la santé de la pollution atmosphérique (mortalité), les autres, aussi tirés de CàP, se rapportent à des maladies particulières, sans conséquence de décès (morbidité).

Moyenne des CàP obtenus pour l'ensemble des trois pays (Autriche, France, Suisse)

WTP-Value	Source
0.9 million €	Tri-national study A, F, CH; adjusted downwards

Source: Seethaler et al. (2003).

Comparaison avec les CàP issus d'autres travaux européens

1.4 million €	Jones-Lee M. et al. (1998); Fatal road accidents
1.2 million €	UK Department of Health (1999)
2.6 million €	ExternE Project (1995), European Community
3.1 million €	Institute of Environm. Studies, Norway, ZEW Centre for Europ. Economic Research and ISI Fraunhofer Institute (1997)

Source: Seethaler et al. (2003).

Et, toutes méthodes confondues, l'ordre de grandeur d'une VED dans les pays développés est, à de rares exceptions près, comprises entre 0,8 et 8 millions d'Euros. Ramenés à un raisonnement en termes d'années de vie perdues, les valeurs sont le plus souvent comprises entre 0,010 et 0,15 millions d'Euros par an (GREQAM, 2001).

Les résultats relatifs à la morbidité donnent à voir des coûts sanitaires, rapportés à des cas spécifiques, et parfois à des jours de maladie (notamment pour les enfants).

CàP pour l'évitement de certaines maladies causées par la pollution atmosphérique

Health outcome	WTP (€)	Source
Respiratory hospital admission	7,870/case	ExternE (1995)
Cardio-vascular hospital admission	7,870/case	ExternE (1995)
Chronic Bronchitis (adults)	209,000/case	Chestnut L.G. (1995)
Acute Bronchitis (children)	131/day	Maddison D. (1997)
Restricted activity days	94/day	Maddison D. (1997)
Asthma attacks	31/attack	Maddison D. (1997)

Source: Seethaler et al. (2003).

7.4 Coûts environnementaux globaux : des données à affiner en évaluant davantage les effets

Compte tenu :

- des incertitudes qui affectent encore certaines des connaissances relatives aux effets sanitaires du bruit et de la pollution atmosphérique liés aux transports (Chapitres 3. et 4.) ;
- du peu, voire de l'absence de données, spécifiquement dans le domaine de l'aérien sur le cas des pourtours aéroportuaires (7.3)
- et des recommandations internationales indiquant la relativité des transferts, d'un contexte à un autre, d'un objet à un autre (7.1)

Nous nous limiterons ici à livrer les données de coûts environnementaux les plus étayées. Ces dernières concernent uniquement le bruit, et plus précisément le coût de la gêne tirée des seules évaluations monétaires empiriques concernant l'aérien, dans l'attente de résultats de coûts sur la santé.

Reprenant les différents résultats produits sur les pourtours d'Orly (MEC en 2000 et MPH en 2004), nous parvenons à un coût social de la gêne à Orly de près de 10 millions d'Euros 2004 par an, et, pour la France entière, de 67,8 millions pour la France entière (sur la base de 500 000 personnes gênées par le bruit des avions, mais avec la limite de non prise en compte des différents contextes territoriaux de gêne).

Si l'on veut néanmoins avoir un ordre de grandeur du coût sur la santé, nous recourons à la majoration proposée par le CADAS (1999). Rappelons néanmoins la préconisation 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* » (CGP 2001)

Ce qui donne un coût social global du bruit des avions sur la santé de l'ordre de 13 millions d'Euros 2004 autour d'Orly et de près de 90 millions d'Euros pour la France entière. Pour comparaison, le coût social du bruit routier a été évalué à 1,865 milliard d'Euros 2004, et celui du bruit ferroviaire à 136,5 millions d'Euros 2004 (Faburel, Maleyre, Peixoto, 2005).

Au final, selon ces données tirées de travaux empiriques, le coût social du bruit des transports se monterait à plus de 2,1 milliard d'Euros en 2004, soit 0,16 % du PIB de cette même année. Ce montant se situe dans la fourchette des données, importées, qui circulent dans la littérature institutionnelle (cf. WWW/INFRAS, 2000) : de 762 millions et 7,6 milliards d'Euros par an, avec une évaluation du CGP (2001) à 3,4 milliards d'Euros.

Mais, exception faite des chiffrages appliqués au seul cas d'Orly, remarquons que nous devons recourir à des ordres de grandeur au premier chef parce que la dernière enquête nationale de gêne due aux transports remonte à 1986, et que la gêne imputable spécifiquement au bruit des avions n'a jamais fait l'objet d'une démarche d'évaluation globale (seuls les sites aéroportuaires franciliens ont été investis).

Références bibliographiques

- Adcock J., Bullmore A. et Flindell I., 2005, « A balanced approach to managing risk in environmental noise assessment », *Managing Uncertainty in Noise Measurement and Prediction*, INCE, 8 pages.
- ADEF, 1999, *L'impact des aéroports sur le développement urbain*, Etude menée pour la DGAC
- ADP, IAURIF, 2001, *L'Airport city et son intégration régionale*, Rapport final pour la Commission Européenne dans le cadre du programme COFAR, Paris, 235 p.
- AFSSE, 2004, *Impacts sanitaires du bruit – Etat des lieux – Indicateurs bruit-santé*, 304 p.
- Airports Council International (Europe), 1998, *Emploi et prospérité en Europe, une étude de l'ACI Europe sur l'impact économique et social des aéroports*, Rapport ACI, septembre, 112 p.
- Airports Council International (Europe), 2004, *The social and economic impact of airports in Europe*, Rapport ACI, Janvier, 84 p.
- Al Chalabi M., 1993, “The Economic Impact of a Major Airport”, ULI-the Urban Land Institute. Washington, DC. Working Paper Series Paper 622. July 1993.
- ALGOE consultants, 2005, *Diagnostic socio-économique du pôle Orly-Rungis-Massy et impacts de la plate-forme aéroportuaire d'Orly sur le pôle*, mars, 107 p.
- American Academy of Pediatrics, 1997, “Noise: a hazard for the fetus and newborn”, *Committee on Environmental Health. Pediatrics* 100:724-727.
- Association Ville et Aéroport, 2003, *Les retombées économiques et fiscales des grands sites aéroportuaires français*, 2ème Rencontres parlementaires, Agora Europe Ed., 141 p.
- Aubrée D., 2003, « Subjectivité et gêne sonore des bruits d'avions », in *Réduction des bruits des avions commerciaux au voisinage des aéroports civils. Problématiques, enjeux et perspectives*, Collections de l'INRETS n°88, pp.107-123.
- AUDI, 2005, *Diagnostic dynamique du contexte immobilier du pôle Orly-Rungis-Massy*, pour les conseils généraux de l'Essonne et du Val de Marne, avril 2005, 37 p.
- Baarsma, B., 2001, *Monetary valuation of noise nuisance in the vicinity of Schiphol: an overview*. SEO Report No 587, University of Amsterdam.
- Babisch W, Beule B, Schust M, Kersten N, Ising H., 2005, “Traffic noise and risk of myocardial infarction”, *Epidemiology* 16:33-40.
- Babisch W., 2000, “Traffic noise and cardiovascular disease: epidemiological review and synthesis”, *Noise Health* 2(8):9-32.
- Babisch W., 2002, “The noise/stress concept, risk assessment and research needs”, *Noise Health* 4(16):1-11.
- Babisch W., 2003, “Stress hormones in the research on cardiovascular effects of noise”, *Noise Health*, 5
- Babisch W., Gallacher JE., 1999, Traffic noise and cardiovascular risk : the Caerphilly and Speedwell studies, third phase – 10 years follow-up, *Arch. Envir. Health*, 54, pp. 210-16
- Babisch W., Houthuijs D., Kwekkeboom J., Swartb W., Pershagen G., Bluhme G., Selander J., Katsouyannid K., Charalampidis A., Velonakis M., Sourtzie P., Cadumf E., Vigna-Taglianti F., Dudley M.-L., Jarup L., 2005, “HYENA - Hypertension and Exposure to Noise near Airports. A European Study on Health Effects of Aircraft Noise”, *InterNoise Proceedings*, Rio de Janeiro

- Balke, P., Veerbeek, H.W., 2004, "The Relation Between NA70 and Community Complaints during the Introduction of the Firth Runway at Amsterdam Airport Schiphol", *Internoise Proceedings*, Prague
- Banken R., 1999, "From concept to practice: including the social determinants of health in environmental assessments", *Can J Public Health*, 90 (suppl.1), p.27
- Baranzini A., Ramirez J., 2002, *Paying for quietness*, University of Geneva, Dpt of Economics, Working paper 02-01, 31 p
- Barraqué B., 1994, « Le principe d'antériorité : une impasse ? », *Echo-bruit*, 64.
- Barraqué B., 2004, « La gêne due au bruit au voisinage des aéroports, autre approche, autre politique », *Cahiers de l'IAURIF* N°139-140, pp 216-221.
- Bartik T. et Smith K., 1987, "Urban amenities and public policies", in E. Mills, *Handbooks in Urban and Regional Economics*, Vol. II. Urban Economics, Amsterdam, Elsevier, 1207-1254.
- Bartik T., Butler J. Liu J.T., 1990, *Maximum score estimates of the determinants of residential mobility: implications for the value of residential attachment and neighborhood amenities*, Upjohn Institute Staff Working Paper 90-01
- Basner M. et al., 2001, "The influence of nocturnal aircraft noise on humans – A new comprehensive approach", *Internoise Proceedings*
- Basner, M., Buess, H., Muller, U., Plath, G., Samel, A., 2004, "Aircraft Noise Effects on Sleep: Final Results of DLR Laboratory and Field Studies of 2240 Polysomnographically Recorded Subject Nights", *Internoise Proceedings*, Prague
- Bateman I., Brett D., 2001, *The Effect of Road Traffic on residential property values*, Scottish executive development department, Janvier
- Bateman I.J., Day B., Lake I., Lovett A.A., 2001, *The Effect of Road Traffic on Residential Property Values: A Literature Review and Hedonic Pricing Study*, Report for The Scottish Office, Development Department, Edinburgh, School of Environmental Sciences, University of East Anglia, Norwich
- Bauzer M. E., Magalhaes, P., Rodrigues, E., 2004, "Study of Noise Patterns and Associated Effects Produced by a City Centre Airport", *Internoise Proceedings*, Prague, 7 p.
- Beaumont J. Lesaux S. Robin B., Polack JD, Pronello C., Arras C., Droin L., 2004, « Pertinence des descripteurs d'ambiance sonore urbaine », *Acoustique et techniques* n°39, p.4 à 7
- Bême, D., 2006, « Quels effets sur la santé ? » Dossier Pollution Atmosphérique, Doctissimo, http://www.doctissimo.fr/html/sante/mag_2001/mag0817/dossier/sa_4404_pollution_ef_fets_sante.htm
- Berglund B, Maschke C., 2000, *Bruit et santé*. Genève : Organisation mondiale de la santé ; 30 p.
- Berglund, B., Gunnarsson, A.G., Nilsson, M.E., « An Environmental health Model for Children Exposed to Aircraft and Road-Traffic Noise", *Internoise Proceedings*, Prague, 6 p.
- Berkeley Hanover Consulting, 2000, *The impacts of future aviation growth in the UK*, Report for Sasig, Décembre
- Berry B. Porter N., 2005, "It is a Tone? It is an impulse? Am I Certain, or Uncertain? A Review of Methods for Quantifying acoustic features in Environmental Noise", *Managing Uncertainty in Noise Measurement and Prediction*, INCE, june, 10 pages.
- Berthon E., 2003, « L'impact économique des aéroports franciliens, in Aéroports et territoires », *Les Cahiers de l'IAURIF*, n° 39-40, 4^e trimestre 2003, p 147-155

- BIPE, 2004, *Analyse de l'impact du bruit des avions sur la valeur des logements dans les communes proches de Paris-CDC*, Rapport final pour le Ministère de l'Ecologie, 180 p
- Bistrup ML, Hygge S, Keiding L, Passchier-Vermeer W., 2001, *Health Effects of Noise on Children and Perception of Risk of Noise*, Copenhagen: National Institute of Public Health
- Bjørner T. B., 2004, « Combining socio-acoustic and contingent valuation surveys to value noise reduction », *Transportation Research Part D* 9, pp. 341–356.
- Bluhm G., 2004, “Aircraft Noise Exposure and Cardiovascular Risk among Men – First Results from a Study around Stockholm Arlanda Airport”, *InterNoise Proceedings*, Prague, 5 p.
- Bonjour A. et Tricaud P.M., 2004, *Un avenir pour le vieux pays de Goussainville – Etat des lieux et orientations*, ADP, IAURIF, Septembre
- Bouffard-Savary E., 2003, « Les vols de nuits sur les principaux aéroports français : enjeux économiques et développement durable in Aéroports et territoires », *Les Cahiers de l'IAURIF*, n° 39-40, 4^e trimestre 2003, p 147-155
- Boyer M., Bayssié L., 2001, « Du bruit d'avions au cerveau – Bourget 2001 : de la perturbation à l'activité cognitive », ONERA, *Acoustique et Techniques*, n° 27, pp. 34-37
- Brasington D. et Hite D., 2005, “Demand for environmental quality: a spatial hedonic analysis”, *Regional Science and Urban Economics*, 35(1), 57-82.
- Bristow A.L et Wardman M., 2003, Rapport intermédiaire 5A, EUROCONTROL, 95 p.
- Bristow A.L., 2004, « Aviation external costs: reports and evidence », Institute for Transport Studies, University of Leeds, 9p.
- Bristow, A.L., Wardman, M., “Valuation of Aircraft Noise Using Stated Preferences Techniques” *Internoise Proceedings*, Prague, 8 p.
- Bristow A.L., Batley R., Wardman M., Hullah P., Plachinsk, E., 2005, “Modelling Annoyance from Aircraft Noise Using a Range of Indices: Lyon and Manchester Airports”, *InterNoise Proceedings*, Rio de Janeiro, 10 p.
- Brons et al., 2003, « Railroad noise: economic valuation and policy », *Transportation Research Part D*, 8, pp.169-184.
- Bronzaft A.L., 1997, “Noise: Issues dot Environmental and Health Policy”, *Environmental Issues for the 21st century*, NY
- Brown J. N., Rosen H. S., 1982, “On the Estimation of Structural Hedonic Price Models” *Econometrica*, 50(3), 765-68.
- Brueckner J., 1985, “A Note on the Determinants of Metropolitan Airline Traffic”, *International Journal of Transport Economics* 12, pp.175-84.
- Brueckner KJ, 2002, “Internalization of airport congestion”, *Journal of Air Transport Management* 8, pp. 141-147
- Bullen RB., Hede J. et Kyriakos E., 1986, “Reaction to aircraft noise in residential areas around australian airports”, *Journal of sound and vibration*, 108(2), 199-225.
- Bullinger M., Hygge S., 1999, “The psychological cost of aircraft noise for children”, *Zentralblatt für Hygiene und Umweltmedizin*, 202, 127-138
- Button K., 2003 “The potential of meta-analysis and value transfers as part of airport environmental appraisal”, *Journal of Air Transport Management* 9 (2003) 167–176
- Button K., 2005, *Le marché européen du transport aérien et la multimodalité*, in CEMT, *Les aéroports : des plaques tournantes multimodales*, Rapport de la 126^e table ronde d'économie des transports, tenue les 20-21 mars 2003 à Paris.

- Camard J.-P., Lefranc A., 2004, « Effets du bruit sur la santé : données épidémiologiques récentes », *Environnement, Risque et Santé*, Vol. 3, n° 4
- Canevet G. et Al., 2005, « La psychoacoustique : science de l'audition, science du son », *Acoustique et techniques* n°42-43, p.28-33
- Cavard J.C., 1988, « L'aéroport de Roissy-Charles-de-Gaulle : une nouvelle « donne » pour l'espace régional », *Cahiers du GS* 20, 3: 27-42.
- CE Solutions for environment, economy and technology, 2000, *ESCAPE-Economic Screening of Aircraft preventing Emissions*, Main Report., Delft/ Ede. 63 p.
- CERTU, SYSTRA, 2001, *Compte national du transport de voyageurs (1998)*, Rapport au ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement, Paris, février, 105 p.
- Cantril H., 1965, "The pattern of human concern". New Jersey: Rutgers University Press.
- Changwoo L., Jaehwan K., Jiyong H., Hyosung S., Soogab L., 2005, "Community Annoyance from Civil Aircraft Noise in Korea", *InterNoise Proceedings*, Rio de Janeiro, p.8
- Charles, L., 2005, 'Table Ronde 2- débat sur la mise en place d'actions en Ile-de-France pour réduire ma pollution atmosphérique liée aux transports' dans Actes du colloque Fondaterra, *Pollution atmosphérique et impacts sur la santé*, p. 100 et s.
- Chauvel J.P., 2003, « La fiscalité locale générée par les activités aéroportuaires », in Aéroports et territoires, *Les Cahiers de l'IAURIF*, n° 39-40, 4^e trimestre 2003, p 158-162
- Chen TJ, Chen SS, 1993, *Effects of aircraft noise on hearing and auditory pathway function of school-age children*, *Int Arch Occup Environ Health* ; 65 : 107-11
- Chernih A. et Sherris M., 2003, « Impact of proximate public assets and infrastructure on private real property values », stage 2 report, University of New South Wales, December, 121p.
- Cidell J. L., John S. A., 2001, *The Groundside Effects of Air Transportation*, Center for Transportation Studies, Department of Geography, University of Minnesota, August, 90 p.
- Clarka C., Stansfeldb S., Hainesc M., Tamuno A., Daviese H., van Kempenf E., Lopez Barriog I., 2005, "Implications of the RANCH study for exploring mechanisms of noise effects on cognition", *InterNoise Proceedings*, Rio de Janeiro
- COFAR, 2002, *Common Options for Airport Regions, Final Report*, Programme Interreg Iic, 104 p.
- Cohen JM, Mosnier A., 1999, *Epidémiologie sur le terrain : anxiété, dépression et autres maladies, enquête en médecine général sur les effets du stress sur la santé*. Rapport INRETS, 92 p.
- Cohen S., Evans GW, Krantz DS., 1980, "Physiological, motivational and cognitive effects of aircraft noise on children: moving from laboratory to the field", *Am. Psychology*, pp. 231-43
- Cohen S., Evans GW, Krantz DS., 1981, "Aircraft noise and children: longitudinal and cross-sectional evidence on adaption to noise and the effectiveness of noise abatement", *J. Pers Soc Psychol* 40, pp. 331-45
- Collins, A., Evans, A., 1994, "Aircraft noise and residential property values: An artificial neural network approach", *Journal of Transport Economics and Policy* 28, 175-197.
- Coloos B., Calcoen F. et al., 1997, *Comprendre les marchés du logements*, Paris, L'Harmattan, 234 p.
- Colvile R.N., Hutchinson E.J., Mindell J.S., Warren R.F., 2001. The transport sector as a source of air pollution, *Atmospheric Environment* 35, 1537-1565.
- Colvile, R.N., Hutchinson, E.J., Mindell, J.S., Warren, R.F., 2001, 'The transport sector as a source of air pollution', *Atmospheric Environment*, 35, pp.1537-1565.

- Commissariat Général du Plan, 2001, *Transports : choix des investissements et coûts des nuisances*, rapport du Groupe présidé par M. Boiteux, La Documentation française, Paris, Coll. Rapports officiels, 441 p.
- Commission Européenne, 2003, "Valuation of noise", Position paper of the Working Group on health and socio-economic aspects, décembre, 9 p.
- Comité des Applications de l'Académie des Sciences – CADAS, 1999, *Evaluer les effets des transports sur l'environnement, le cas des nuisances sonores*, Paris, Rapport n°16, Ed. Tec & Doc, 72 p.
- Comité Européen des Ministres des Transports, 1997, *Les coûts sociaux des transports*, Task Force, CS (97)12, Draft, 285 p.
- Conférence Européenne des Ministres des Transports - CEMT, 1994, *Internaliser les coûts sociaux des transports*, Ed. OCDE, 211 p.
- Conseils Généraux du Val de Marne et de l'Essonne (2005), *Orly-Rungis-Massy : enjeux de la desserte du pôle*, Les Assises du Pôle Orly-Rungis
- Cooper R., 1990, "Airports and Economic Development: An Overview." *Transportation Research Record*. 1274:125-133.
- Cordeau E. et Moulinié C., 2003, « Les nuisances aéroportuaires: réalités et perceptions », Les Cahiers de l'IAURIF N°139-140, p. 182.
- CREPIF, 1984, *L'aménagement du pôle de Roissy*, Les cahiers du CREPIF, n° 5, Avril, Paris, 96 p.
- Deaton B.J., 2004, "Hedonic analysis of hazardous waste sites in the presence of other urban disamenities", *Environmental Science and Policy*, pp. 499-508
- Deaton J., Hoehn J.P., 2004, "Hedonic analysis of hazardous waste sites in the presence of other urban disamenities", *Environmental Science and Policy* 7, p. 499-508
- Department for Transport, 2001, « valuing the external costs of aviation », 9 p.
- Desqueyroux H., 2005, "Programme paneuropéen : Effets du transport sur la santé des enfants», dans Actes du colloque Fondaterra, *Pollution atmosphérique et impacts sur la santé*, pp. 12-15.
- Djokvucic I., Hatfield J., Soames Job R. F., "Experimental Examination of the Effect of Attitude to the Noise Source on Reaction, and of Reaction on Performance", *InterNoise Proceedings*, Prague
- Dowlin R., 2004. *Oakland International Airport's Human Health Risk Assessment*, Airport Air Quality Symposium, March, Berkeley, USA.
- Dowlin, R., 2004, "Oakland International Airport's Human Health Risk Assessment", *Airport Air Quality Symposium*, Berkeley University, 26 p.
- Dubois D., Guastavino C. et Raimbault M., 2004, Les catégories cognitives du bruit urbain : des discours aux indicateurs physiques, *Acoustique et techniques* n°39, p.49 à 57
- Duff A., 2005, « Les aéroports des plaques tournantes multimodales – L'exemple de Heathrow à Londres » in CEMT (2005), *Les aéroports : des plaques tournantes multimodales*, Rapport de la 126^e table ronde d'économie des transports, tenue les 20-21 mars 2003 à Paris.
- ECMT, 1998, *Efficient transport for Europe – Policies for Internalization of External Costs*, Conférence européenne des ministres des Transports, Paris.
- Eilers S., 1989, "Airport Growth: Creating New Economic Opportunities", *National Council for Urban Economic Development*. Washington, DC. No. 61. December 1989.
- Environmental Resources Limited, 1993, *Terminal 5 Heathrow, Environmental Statement*, BAA plc, Crawley, West Sussex.

- Epple D., 1987, "Hedonic Prices and Implicit Markets: Estimating Demand and Supply Functions for Differentiated Products", *Journal of Political Economy*, 95(1), 59-80.
- Erie S., Kasarda J., 1999, *A New Orange county airport at El Toro : Catalyst for high-wage, high-tech Economic Development*, Irvine, CA: Orange County Business Council
- Ernst & Young, 2003, *Scenario Based Valuation Advice, RNZAF Airbase, Whenuapai*, pour Auckland International Airport, 17 p.
- Eurocontrol, ENVISA, 2005, « Environmental tradeoffs assessment around airports », 11 p.
- European Commission, 2004, *Research for a quieter Europe in 2020 – An updated strategy paper of the CALM Network*. European Commission, Research Directorate
- Evans G, Lepore SJ., 1993, "Non auditory effects of noise on children: a critical review", *Child Environment* 10(1):31-51.
- Evans GW, Maxwell L, 1997, "Chronic noise exposure and reading deficits: the mediating effects of language acquisition", *Envir. Behavior* 29, pp. 638-56
- Evans GW, Gygge S, Bullinger M, 1995, "Chronic noise and psychological stress", *Psychological Science*, 6, pp. 333-338.
- Evans GW, Stecker R, 2004, "Motivational consequences of environmental stress", *Journal of Environmental Psychology*, 24, pp. 143-165.
- Evans M. F., Smith V. K., 2005, "Do new health conditions support mortality – pollution effects?", *Journal of Environmental Economics and Management* 50 pp.,496–518.
- FAA, 1999, *Land use Compatibility and airport. A guide for effective land use planning*, 142 p., www.faa.gov.com
- Faburel G., 2001, *Le bruit des avions : évaluation du coût social. Entre aéroports et territoires*, Paris, Ed. Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et chaussées, 352 p.
- Faburel G., Lambert J. & Maleyre I., 2001, *Monétarisation des nuisances sonores routières et ferroviaires en milieu urbain*, Tome 1, CRETEIL, INRETS et GRATICE, Rapport final pour la Commission Monétarisation du PREDIT (ADEME, DRAST, Mission Bruit-MATE, RATP), juin, 124 p.
- Faburel G. , 2002, « Evaluation du coût social du bruit des avions. Application de la méthode d'évaluation contingente au cas d'Orly », *Cahiers scientifiques du transport*, n°42, p. 43-74.
- Faburel G., 2002, « Acceptabilité institutionnelle et sociale d'une modalité d'évaluation socio-économique : la méthode d'évaluation contingente appliquée au bruit des avions », in *Métropolis*, Vol. 108/109, pp. 26-31.
- Faburel G., 2002, « Evaluer les coûts sociaux : la nécessité de l'interdisciplinarité. Application au bruit des avions », in *Annales des Ponts et Chaussées*, n°103, pp.65-73.
- Faburel G., Maleyre I., 2002a, « Les impacts territoriaux du bruit des avions », *Etudes Foncières*, 98 : 33 à 38.
- Faburel G., Maleyre I., 2002b, « Méthode d'évaluation des impacts immobiliers. Le bruit des avions », *Etudes Foncières*, 99 : 22-28.
- Faburel, G. et Barraqué B., 2002, *Les impacts territoriaux du bruit des avions. Le cas de l'urbanisation à proximité de Roissy CDG. Ne pas évaluer pour pouvoir dire tout, et son contraire*. Rapport du CRETEIL, Paris XII, pour ADP
- Faburel G., 2003, « Le bruit des avions. Facteur de révélation et de construction des territoires », *L'Espace Géographique*, 3 : 205-223.
- Faburel G., 2003, *Qualités de l'environnement, valeurs immobilières et coût du bruit des avions. Où sont les évaluations ?*, CAUE du Val d'Oise, 24 avril 2003, 23p
- Faburel G., 2003, « L'action des pouvoirs publics américains en matière de lutte contre le bruit des avions. Entre productivité acoustique et contre-productivité socio-

- politique ? », *Acoustique et Techniques*, n° 34-35, Centre d'Information et de Documentation sur le Bruit, pp.47-59.
- Faburel G., 2003, « Lorsque les territoires locaux entrent dans l'arène publique. Retour d'expériences en matière de conflits aéroportuaires », *Espaces et Sociétés*, n°115, numéro coordonné par B. Barraqué et G. Faburel, pp. 123-146.
- Faburel G., Mikiki F. 2003, « Pour une territorialisation des aéroports. Acceptabilité politique du principe pollueur-payeur. Le cas du bruit des avions à Roissy CDG », Rapport final du CRETEIL, pour la Mission Bruit du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, avril, 140 p.
- Faburel G., Mouly B., 2003, « Les territoires de la gêne sonore à proximité de l'aéroport d'Orly. Les Systèmes d'Information Géographique (SIG) comme outils d'aide à l'analyse et à la décision », *Echo Bruit*, n° 104, Centre d'Information et de Documentation sur le Bruit, pp. 44-50 (+ cartes).
- Faburel G., 2004, "The Role of the Technical Evaluation of Noise Effects in the Airport Conflicts: the Necessity of Territorial Indicators", *InterNoise Proceedings*, Prague
- Faburel G., 2004, « Développement des infrastructures aéroportuaires : le débat impossible ? », *Cahiers de l'Institut d'Aménagement et d'Urbanisme de la Région Ile-de-France*, n°139-140, pp. 234-239.
- Faburel G., Maleyre I., Peixoto F., 2004, *Dépréciation immobilière et ségrégation sociale pour cause de bruit des avions – Mesures économétriques et analyse territoriale dans 8 communes proches de l'aéroport d'Orly*, IUP- Université Paris XII, CRETEIL, octobre, 54 p.
- Faburel G., 2005, « Le rôle de l'expertise et de la norme technique dans les conflits aéroportuaires. Le cas de la non application du principe pollueur-payeur », *Les Cahiers Scientifiques du Transport* n°47, pp. 109-132.
- Faburel G., 2005, « La prise en compte de l'avis du public dans les projets d'infrastructures linéaires. Nouvelles méthodes de mesure de la gêne due au bruit des transports », Actes du colloque scientifiques *Les observatoires autoroutiers et d'infrastructures linéaires : incidences environnementales et socio-économiques*, SETRA, p. 43-46
- Faburel G., Maleyre I., 2005, *Evolution des prix de l'immobilier (1996-2005) dans 9 communes franciliennes nouvellement survolées par les avions*, Rapport final pour l'ACNUSA, décembre, 18 p.
- Faburel G., Maleyre, I., Peixoto F., 2005, *Nuisances sonores routières et ferroviaires en milieu urbain. Dépréciations immobilières, gêne sonore, consentements à payer et coût social*, Tome 2, avril, PREDIT 3, Groupe 11 Politiques de transports, pour l'ADEME, 147 p.
- Faburel G. (dir), Zegagh D., Levy L., Zemzoumi M., 2005, *Vols de nuit, planification locale et communautés aéroportuaires*, Rapport final, CRETEIL, pour le compte d'ADP, 73 p.
- Farber, S. (1998), "Undesirable facilities and property values: a summary of empirical studies", *Ecol. Econ.* 24, 1–14.
- Faucheux, S., 2005, « Présentation des objectifs du colloque » dans Actes du colloque Fondaterra, *Pollution atmosphérique et impacts sur la santé*, p. 10.
- Feitelson E.I., Hurd R.E., Mudge R., 1996, "The impact of airport noise on willingness to pay for residences" *Transportation Research D*, 1(1), pp. 1-14.
- Feitelson E., 2002, "Introducing environmental equity dimensions into sustainable transport discourse : issues and pitfalls", *Transportation Research Part D* 7, pp. 99-118.
- Fidell S. et Schomer P. 2005, « Uncertainties in measuring aircraft noise exposure and predicting community response to it », *Managing Uncertainty in Noise Measurement and Prediction*, INCE, 8 pages.

- Filleul, L., Chiron, M., 2004, "Association between mortality and indicators of traffic-related air pollution in the Netherlands: a cohort study", *Extrapol* n°23, pp 21-24
- Finegold L. et al., 1993, "US Air Force Research Programm on the effects of Aircraft noise on humans : current status and future directions", *Proceedings of Noise & Man*, INRETS, vol 2, p. 229-231.
- Flyvbjerg B., Buhl S., 2002, "Underestimating costs in public works projects: Error or Lie?", *Journal of the American Association* 68, pp. 279-295
- Fondaterra, 2005, *Pollution atmosphérique et impacts sur la santé, Certitudes et incertitudes scientifiques ? Quelles actions pour réduire la pollution atmosphérique ? Actes du Colloque*, avec l'aide du Conseil régional d'Ile-de-France, 105 p.
- Forkenbrock D, Benschhoff S.M., 2001, *Assessing the Social and Economic Effects of Transportation Projects*, National cooperative highway research program report, Final report
- Franssen E. et al., 2004, "Aircraft noise around a large international airport and its impact on general health and medication use", *Occup. Environ. Med*, n°61, p.405-413
- Franssen E.A.M., Lebret E., Staatsen B.A.M. *Health Impact Assessment Schiphol airport 1999, Overview of results until 1999*. National Institute of Public Health and the Environment, RIMV report 441520 012, 38 p.
- Franssen EAM, Ameling CA, Lebret E., 1997, *Variations in birth-weight in the vicinity of Schiphol Airport* (in Dutch), RIVM, Rapport N°. 441520 008.
- Franssen, E. Staatsen, B., 2002, "Assessing health consequences in an environmental impact assessment – The case of Amsterdam Airport Schiphol", *EIAR*, 22, 633-653
- Franssen, E.A.M., Lebret, E., Staatsen, B.A.M., 1999, *Health Impact Assessment Schiphol airport 1999, Overview of results until 1999*, National Institute of Public Health and the Environment, RIMV report 441520 012, 38p.
- Freidheim C. F. and Hansson B. T. (1999), "Airports as Engines of Economic Development: Great Airports Are Critical for a Region", *Strategy + Business* n°99-308
- Freeman A.M., 1973, "Air pollution and property values: a further comment", *Review of Economics and Statistics*, Nov., 554-556.
- Freeman A.M., 1971, "Air pollution and property values: a methodological comment", *Review of Economics and Statistics*, Nov., 415-416.
- Galilea P., Ortuzar J., 2005, "Valuing noise level reductions in a residential location context", *Transportation Research*.
- Galis, S., Brouwer, M., Joustra, T., 2004, "Optimization of Yearly Airport Capacity within Noise Limits at Schiphol Airports", *Internoise Proceedings*
- Gallacher JE., Babisch W., Ising H, 2003, "Health status as a potential effect modifier of the relation between noise annoyance and incidence of ischaemic heart disease", *Occup Environ Med*, n°60 : 739-45
- Ghebreegziabihier D., Pels E., 2004, *The impact of Railway Stations on Residential and commercial Property Value*, Tinbergen Institute discussion Paper
- Ghorra-Gobin C., 2000, "De la justice environnementale : reflexion prospective autour du principe de compensation », in *L'environnement du XXIe siècle*, Vol. III, Dir. J. Theys, Germes, p. 153-159
- Giblin, J-P., 2004, « Point de vue du décideur », *Extrapol* n°23, p5
- Gillen D., Levinson D., and A. Kanafi, 1998, "The social Costs of Intercity Transportation: a Review and Comparison of Air and Highway", *Transport Reviews*, 18: 215-240.
- Green R. K., 2002, *A Note on airports and Economic Development*, University of Wisconsin-Madison

- Green KB, Pasternack BS, 1982, "Effects on aircraft noise on reading ability of school-age children", *Archives of Envir. Health* 37, pp. 24-31
- Griefahn B., 2002, "Sleep disturbances related to environmental noise", *Noise Health*, n°4 : 57-60.
- Griefahn B., 1977, "Long-term exposure to noise – aspects of adaptation, habituation, and compensation", *Waking Sleeping* 1, 383–386.
- Griefahn B., 2004, « Medical Aspects: Physiological and Psychological Consequences of Noise with special regard to Aircraft Noise », in Gonzalez J.G., *Environmental Noise – Main Focus : Aircraft Noise*, ss. la direction de Gethmann F., Européenne Akademie, Graue Reihe, n°36, 122 p.
- Guelton S., Fritsch B., 2005, *L'influence des territoires sur les différences d'estimation des coûts environnementaux des transports : une méta analyse*, Rapport intermédiaire du CRETEIL - Université de Paris 12 et du LACQ - Université de Nantes pour le PREDIT, groupe 7, , 20 p. + annexes
- Guillemot, D., 2005, 'Table Ronde 1- débat sur les certitudes et incertitudes scientifiques avec la mise en évidence des recherches à développer au niveau français et européen', dans Actes du colloque Fondaterra, *Pollution atmosphérique et impacts sur la santé*.
- Güller Güller, 2003, *Volkswirtschaftliche Bedeutung der Schweizerischen Landesflughäfen*, INFRAS, Ecoplan, Juin
- Gusky R., 2004, "Dose-effects relation for L_{DEN}: Present state and future research", *CALM Workshop Bruxelles*, 18 mars, 14 p.
- Gusky R., 2004, "How to forecast community annoyance in planning noisy facilities, *Noise & Health*
- Guski, R., Felscher-Suhr I., et Schuemer R., 1999, "The concept of noise annoyance: How international experts see it", *Journal of Sound and Vibration*, 1123(4): 513-527.
- Haines MM, Stansfeld SA, 2001, "Chronic aircraft noise exposure, stress responses, mental health and cognitive performance in school children", *Psycho Med* 31, pp. 265-77
- Haines MM, Stansfeld SA, Head J, Job RF, 2002, "Multilevel modelling of aircraft noise on performance tests in schools around Heathrow Airport London.", *Journal of Epidemiology and Community Health*, 56, pp. 139-144.
- Haines MM. et al., 2001, "A follow-up study of effects of chronic aircraft noise exposure on child stress responses and cognition", *International Journal of Epidemiology*; 30:839-845
- Hammit J.K., 2000, "Evaluating contingent valuation of environmental Health Risks : The Proportionality Test", *Association of environmental and resource economists Newsletter* 20, pp. 14-19
- Hatfield J., Morell S. et al. (1999), *The effect of changed noise levels at Sydney airport on health outcomes: the role of anticipation and reaction*, University of Sydney, 29 p.
- Haut Comité de Santé Publique, 2000, *Politiques Publiques, pollution atmosphérique et santé : poursuivre la réduction des risques*, Zmirou D. (coord.), 117 p. <http://www.sante.gouv.fr/htm/actu/pollution/sommaire.htm>
- Health Council of the Netherlands, 1999, *Public Health impact of large airports*, La Hague : Health Council of the Netherlands, 198 p.
- HEATCO, 2005, « State-of-the-art in project assessment », *Deliverable 2*, 21 december, 219 p.
- Hellbrück J, Kuwano S, Namba S., 1995, "Irrelevant background speech and human performance: Is there long-term habituation?" *Journal of the Acoustical Society of Japan* 17, pp. 239–247

- Hinton, J., 2000, *Production of noise maps of the City of Birmingham*, Department for Environment, Food & Rural Affairs, 68p.
<http://www.defra.gov.uk/environment/noise/mapping/birmingham/index.htm>
- Hiramatsu K, Yamamoto T., 1997, "A survey on health effects due to aircraft noise on residents living around Kadena air base in the Ryukyus", *Journal of Sound and Vibration*, vol. 205, n° 4, pp. 451-460
- Hite, D., Chern, W., Hitzhusen, F., Randall, A. (2001), "Property-value impacts of an environmental disamenity: the case of landfills", *J. Real Estate Finance Econ.* 22, 185–202.
- Hollander A.E.M. (de), 2004, *Assessing and evaluating the health impact of environmental exposures – "Deaths, DALYs or Dollars?"*, Université d'Utrecht
- Hooper, PD, Mills, J.N., Hume, K.I., Thomas, C.S., 2004, "Aircraft Growth, Airport Noise and Regional Development", *Internoise Proceedings*, Prague
- Hume K.I., 2003, *Effects of aircraft noise on sleep : EEG-Based measurements*, Centre for Aviation, Transport and the Environment/ Manchester University, Juin, 52 p.
- Hume, K.I., Whitehead, 2004, C., "Aircraft Noise and Measures of Sleep Arousal", *Internoise Proceedings*, Prague, 5 p.
- Hume, KI., Morley, H., Thomas, CS., 2004, "Community Response to a new Runway: Preliminary Results", *Internoise Proceedings*, Prague, 7 p.
- Hunt A., 2001, *Monetary valuation of noise effects*, pour le projet de l'Union européenne UNITE, Metroeconomica, Rapport final, Mai, 27 p.
- Hygge S, Evans GW, Bullinger M., 2002, *A prospective study of some effects of aircraft noise on cognitive performance in schoolchildren*, *Psychol Sci* 13:469-474
- Hygge S., 1993, "A comparaison between th impact of noise from aircraft, road traffic and trains on long term recall and recognition of a text in children", *Shriftenreview der Wasser Boden Lufthygiene*, n° 88, p. 416-427
- Hygge S., 2002, "Noise exposure – Productivity, learning and concentration in adults", *WHO– Technical meeting on exposure-response of noise on health*, Meeting report, p. 120-127
- Hygge S., Evans G.W., 2002, "A prospective study of some effects of aircraft noise on cognitive performance in schoolchildren", *Psychological Science*, vol. 13, n° 5, September.
- IAURIF 2003, *L'impact socio-économique des aéroports franciliens*, étude réalisée pour ADP, www.iaurif.fr
- IAURIF 2005, « L'aérospatiale francilienne : un pôle mondial fort mais vivement concurrencé », *Note Rapide sur l'économie*, n° 386, juin
- Ihlanfeldt, K.R., Taylor, L.O., 2004, "Externality effects of small-scale hazardous waste sites: evidence from urban commercial property markets", *J. Environ. Econ. Manage.* 47, 117–139
- INFRAS-Zurich et IWW-Karlsruhe (2000, mise à jour 2004) *External costs of transport : accident, environmental and congestion costs of transports in western Europe*, rapport pour l'Agence Européenne pour l'environnement
- Irving P., Moncrieff I., 2004. "Managing the environmental impacts of land transport: integrating environmental analysis with urban planning". *Science of the Total Environment*, 334– 335, 47–59.
- Irving, P., Moncrieff, I., 2004, "Managing the environmental impacts of land transport: integrating environmental analysis with urban planning", *Science of the Total Environment* pp. 334– 335, 47–59.

- Irwin, E.G., 2002, "The effects of opens space on residential property values", *Land Economics*, 78, 465–480.
- Issarayangyun T., Samuels S., 2004, *The Noise Gap Index: A new way to describe and assess aircraft noise impacts on the community*, University of New South Wales
- Iwatsubo, Y., Declercq, C., 2004, "Pulmonary function and respiratory symptoms in a population of airport workers", *Extrapol* n°23, pp 16-17
- Jackson, T.O., 2001, "The effects of environmental contamination on real estate: a literature review", *J. Real Estate Literat.* 9, 93–114.
- Jamet J.L., *Rapport sur le territoire prioritaire de Roissy*, Paris, CESR Ile-de-France, 2003
- Jamin S., Schafer A., Ben-Akiva M.E., Waitz I. A., 2004. Aviation emissions and abatement policies in the United States: a city-pair analysis, *Transportation Research Part D*, 9, 295–317.
- Jamin, S., Schafer, A., Ben-Akiva, M.E., Waitz, I. A., 2004, "Aviation emissions and abatement policies in the United States: a city-pair analysis", *Transportation Research Part D*, volume 9, pp.295–317.
- Jarup L, Dudley M.-L et al., 2005, "Hypertension to Noise near Airports (HYENA) : Study Design and Noise Exposure Assessment", *Environmental Health Perspectives*, Vol. 113, N° 11, pp. 1473-1478
- Job et Hatfield, Carter et Peplow, Taylor et Morrell, 2001, "General scales of community reaction to noise (dissatisfaction and perceived affectedness) are more reliable than scales of annoyance", *Acoustical Society of America*
- Job R.F.S., 1996, "The influence of subjective reactions to noise on health effects of the noise", *Environment International* 22, 93–104.
- Jong R.G., 1993, "Review: extraaural health effects of aircraft noise", *Schriftenr. Wasser Boden Lufthygiene*, n° 88, p 250-70
- Kahn A., Franco P., et al (2002), « Noise exposure from various sources sleep disturbance – Dose-effect relationship on children », *WHO–Technical meeting on exposure-response of noise on health*, Meeting report, p.63-82
- Kaufman H. & Espey M., 1997, "No plane, big gain : airport noise and residential property values in the Reno-Sparks Area", Western Agricultural Economics Association, Selected Papers of the Annual Meeting, Reno-Parks, Nevada.
- Ketkar, K., 1992, "Hazardous waste sites and property values in the state of New Jersey" *Appl. Econ.* 24, 647–659.
- Kihlman, T., 2004, "Monitoring the long-term Development of the Community Noise Situation", *Internoise Proceedings*
- Kihlman, T., "Soundscapes- Conclusions Concerning results and Research Needs", *Internoise Proceedings*, Prague
- Kjellstrom, T., van Kerkhoff, L., Bammer, G., McMichael, T., 2003, "Comparative assessment of transport risks—how it can contribute to health impact assessment of transport policies, in *Bulletin of the World Health Organization*, volume 81, pp.451-459.
- Klæboe R., 2004, "Mapping Neighbourhood Soundscape Quality", *InterNoise Proceedings*, Prague
- Klaeboe, R., "Mapping Neighbourhood Soundscape Quality", *Internoise Proceedings*, Prague
- Knipschild P., Oudshoorn N., 1997, "Medical effects of aircraft noise : drug survey", *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 40 : 191-196
- Kohut A., 2001, "British Study Links Aircraft Noise to poorer Reading, not higher stress", *Airport Noise Report*, Vol. 13, N° 22.

- Koop, G., Toleb, L., 2004, "Measuring the health effects of air pollution: to what extent can we really say that people are dying from bad air?", *Journal of Environmental Economics and Management*, volume 47, pp.30–54.
- Krieger N., 2001, "Theories for social epidemiology in the 21st century: an ecosocial perspective", *Int Journal of Epidemiology*, 30:668–77.
- Krieger N. et al., 2003, "Assessing health impact assessment: multidisciplinary and international perspectives", *Epidemiol. Community Health*, n° 57, pp. 659-662
- Kryter KD., 1983, *The effects of noise on man*, Orlando: FL Academic.
- Kryter KD., 1990, "Aircraft noise and social factors in psychiatric hospital admission rates: a reexamination of some data", *Psychol Med*, 20: 395-411.
- Kucharski R., Szimanski Z., 2005, « Proficiency testing of the outside noise measurements groups by interlaboratory comparison in Poland. Tens years experience », *Managing Uncertainty in Noise Measurement and Prediction*, INCE, 10 p.
- Lachenaud J.P., 1997, *Mission d'étude économique et fiscale sur Roissy*, Rapport de synthèse.
- Lake I., Lovett A.A., Bateman I.J., Langford I.H., 1998, "Modelling environmental influences on property prices in an urban environment", *Computers Environment and Urban Systems*, 22(2): 121-136.
- Lambert J., 2001, "Caractérisation, mesures et descripteurs acoustiques de la gêne due au bruit routier", *Journée d'étude bruit du trafic routier*, 22-23 novembre 2001, Nantes
- Lambert J., Poisson F., Champelovier P., 2001, "Valuing benefits of a road traffic noise abatement program: a contingent valuation study", INRETS, Paper presented at the *17th International Congress on Acoustics*, Rome, September 2-7.
- Lambert J. & alii, 1997, *Impact du bruit des avions sur le marché immobilier*, Rapport INRETS-LEN n°9716 pour la Mission Bruit, 60 p.
- Lameloise, P., 2005, "Surveillance de la qualité de l'air", dans Actes du colloque Fondaterra, *Pollution atmosphérique et impacts sur la santé*, pp. 16-20.
- Langdon R.J., 1975, "The problem of measuring the effects of traffic noise?", *Road traffic noise*, Applied Science Publishers, p.27-69
- Laroche, C., Vallet, M. et Aubrée, D., 2003, « Le bruit », Chapitre 18 dans *Environnement et Santé Publique : fondements et pratiques*,. Édisem, Montréal, pp.479- 497. Lartigue S., 2003, « La disparité des effets d'entraînement des aéroports sur leurs territoires, Aéroports et territoire », *Les Cahiers de l'IAURIF*, n° 39-40, pp. 163-169
- Lauterfing R., 1999, L'impact économique de l'aéroport Roissy-Charles de Gaulle, Université Paris XII
- Lazarus H., 1998, "Noise and communication: Present state" : in Carter N, Job RFS (eds) *Noise effects* 98, p. 157–162
- Lee C.S.Y., Fleming G.G., 2002, *General Health effects of transportation noise*, US Department of Transportation, Final Report, 36 p.
- Lefranc, A., 2005, "Epidémiologie –Effets a court terme : des études épidémiologiques aux évaluations d'impact sanitaire", dans Actes du colloque Fondaterra, *Pollution atmosphérique et impacts sur la santé*, pp. 28-35.
- Lenoir, A., 2005, 'Table Ronde 2- débat sur la mise en place d'actions en Ile-de-France pour réduire ma pollution atmosphérique liée aux transports', dans Actes du colloque Fondaterra, *Pollution atmosphérique et impacts sur la santé*, p.95.
- Le Grand JF., 2003, *Communautés aéroportuaires, Rapport parlementaire présenté au Premier Ministre*, Sénat, 24 p.
- Leroux M., 2003, " Vers une charte intersonique", *Espaces et Sociétés* n°115 - Ambiances et espaces sonores.

- Leroux M., 2002, *Vers une carte intersonique, préfiguration d'un outil interactif de diagnostic et de gestion des représentations de la gêne dans un système d'acteurs*, Rapport ADEME, 210 p.
- Levesque T.J., 1994, "Modelling the effects of airport noise on residential housing markets - a case of Winnipeg International Airport", *Journal of Transport Economics and Policy*, 28: 199-210.
- Lévy-Leboyer C. et Moser G., 1976, « Que signifient les gênes exprimées ? Enquête sur les bruits dans les logements », paru dans Sondages, *Revue française de l'opinion publique*, n° 2
- Lévy-Leboyer C. et Naturel V., 1991, « Neighbourhood noise annoyance », *Journal of Environmental Psychology*, 11, 75-86.
- Lopez-Barrio, I., Martin, R., De Frutos, B., "The effects of Aircraft and Road Traffic Noise Exposure on Children's Working Memory: the Ranch Project", *Internoise Proceedings*, Prague
- LTMU/IFU, *Aéroports et dynamiques des territoires*, sous la dir. de M. Colin, Rapport pour le Predit, 184 p.
- Maleyre I., 1997, « L'approche hédonique des marchés immobiliers », *Etudes foncières*, n°76, pp. 22-29.
- Manière D., 1999, *Méta-analyse de l'évaluation des coûts sociaux de la pollution atmosphérique*. Thèse es Sciences Economiques, Université Paris X – Nanterre, France
- Marano F., 2005, "Toxicologie", dans Actes du colloque Fondaterra, *Pollution atmosphérique et impacts sur la santé*, pp. 22-26.
- Marchessault M., 2005, 'Table Ronde 1- débat sur les certitudes et incertitudes scientifiques avec la mise en évidence des recherches à développer au niveau français et européen', dans Actes du colloque Fondaterra, *Pollution atmosphérique et impacts sur la santé*, p.57.
- Marneffe P., 1997, Répercussions des vols de nuit sur la qualité de vie et la santé des riverains d'aéroport, Novembre, www.ufcna.com/nuisances02.html
- Martinez M., 2000, *L'impact des nuisances sonores de Roissy-CDG sur le marché foncier*, Association pour le développement des études foncières, Projet COFAR, Tremblay en France
- Martinez M., 2001b, « Le prix du bruit autour de Roissy », *Etudes Foncières*, n°90, mars-avril, pp. 21-23
- Martinez M., 2001a, *L'Impact des nuisances sonores de l'aéroport de Roissy CDG sur le marché foncier et l'immobilier. Approche exploratoire*, Association des Etudes Foncières, Rapport pour l'European Airport Project COFAR, et la Ville de Tremblay-en-France, 30 p.
- Maschke C., Niemann H., 2005, "Health Effects of Neighbourhood Noise-Induced Annoyance", *InterNoise Proceedings*, Rio de Janeiro
- Mathieu A., 2002, *L'impact économique de l'aéroport de Roissy Charles-de-Gaulle sur le Val d'Oise*, Comité d'Expansion Economique du Val d'Oise.
- Matsui T, Uehara T, Miyakita T, Hitamatsu K, Osada Y, Yamamoto T., 2004, "The Okinawa study: effects of chronic aircraft noise on blood pressure and some other physiological indices", *Journal Sound Vib* 277:469–470.
- McEwen B.S., 1998, "Protective and damaging effects of stress mediators", *New England Journal of Medicine* 338, pp. 171-179
- McMillen, D.P., 2004, "Airport expansions and property values: the case of Chicago O'Hare Airport" *Journal of Urban Economics* n°55, pp.627-640.

- Meecham WC, 1993, "Increase in mortality rates due to aircraft noise", *Shriftenreview der Wasser Boden Lufthygiene*, n° 88, 428-441.
- Meunier C., 1999, « Infrastructures de transport et développement. L'apport de l'économie des réseaux », Inrets-Traces, *Les Cahiers Scientifiques du Transport*, n°36, p. 69-85
- Meunier S., 2001, « Critères psycho-acoustiques des nuisances sonores : évaluation perceptive de bruits de circulation routière et ferroviaire », *Acoustique et techniques* n°26, p.30 à 35
- Miedema et Vos, 1998, "Exposure-reponse relationships for transportation noise", *Journal of Acoustical Society of America*, 104
- Miedema et Vos, 1999, "Demographic and attutinal factors that modify annoyance from transportation noise", *Journal of Acoustical Society of America*, 107
- Miedema et Oudshoorn, 2001, "Annoyance from transportation noise: relationships with exposure metrics DNL and DENL and their confidence intervals", *Environmental Health Perspectives*, volume 109, number 4, p. 409-416
- Mindell J , Joffe M., 2003, "Health impact assessment in relation to other forms of impact assessment", *Journal of Public Health Med*, n°25, 107-12.
- Mindell J. et al., 2004, "Enhancing the evidence base for health impact assessment", *Journal of Epidemiology and Community Health* n° 58, p. 546-551
- Ministère de l'écologie et du développement durable, 2002, *Le transfert de valeur non marchande des biens environnementaux*, Direction des études économiques et de l'évaluation environnementale, décembre, 9 p.
- Ministère de l'Economie, 2001, *Opportunité de la construction d'un troisième aéroport dans le bassin parisien*, Direction de la Prévision, 27/09/2001
- Mission Roissy, 1999, Etude d'ensemble du devenir des vieux pays soumis aux nuisances de l'aéroport CDG, Propositions d'intervention, Sud-est du Val-d'Oise, DREIF, octobre, 26 p.
- Mittelmark M.B., 2001, "Promoting social responsibility for health : HIA and healthy public policy at the community level", *Health Promotion International*, Vol. 16, No. 3, 269-274, September
- Moch A. 1985, « Sensibilité différentielle au bruit selon le Pattern comportemental et selon le type de tâche », in *Le travail humain*, 48(1), p.19-26
- Momas, I., Blanchard, O., 2004, « Aéroports et pollutions atmosphériques : quels impacts sanitaires ? », *Extrapol*, n°23, pp3-4.
- Morello-Frosch R., Pastor M., Sadd J., 2001, "Environmental Justice and Southern California's 'Riskscape': The Distribution of Air Toxics Exposures and Health Risks Among Diverse Communities," *Urban Affairs Review*
- Morrell P., Lu C., 2000, "Aircraft noise social cost and charge mechanisms – a case study of Amsterdam Airport Schipol", *Transportation Research Part D* 5, 305-320
- Morrell S, Taylor R, Lyle D., 1997, "A review of health effects of aircraft noise". *Aus NZ J Public Health*, n°21, p. 221-36.
- Morrell S, Taylor R, 1998, *Cross-sectional relationship between blood pressure of school children and aircraft noise*, in ICBEN proceedings
- Morrell,-Peter; Lu,-Cherie-H.-Y., 2000, "Aircraft Noise Social Cost and Charge Mechanisms-- A Case Study of Amsterdam Airport Schiphol", *Transportation-Research:-Part-D*, 5(4), July, p.305-20
- Moser G. et Weiss K., 2003, *Espace de vie. Aspects de la relation homme-environnement*, Paris, Ed. Armand Colin, 399 p.

- Moser G., 1987, "Considerations about Transport, Quality of Life, Stress and Well-being : Towards People-Environment Congruity." In Lévy-Leboyer, C. & Moser, G., *Individual differences in noise annoyance : four explanations*, Environmental Annoyance : Characterization, Measurement, and Control. H.S. Koelega editor,
- Mosqueron, L., Seta, N., 2004, "Examination of various biomarkers measuring genotoxic endpoints from Barcelona airport personnel", *Extrapol* n°23, pp18-20
- Müller-Wenk R., 2003, *Monetarisierung von lärmbedingten Gesundheitsschäden und Disability Adjusted Life Years*, Zürich, Université de Saint Gallen.
- Müller-Wenk R., Hofstetter P., 2003, *Monetisation of the health impact due to traffic noise*. Environmental documentation, no. 166, Swiss Agency for the Environment, Forests and Landscape, Bern. 89 p
- Muzet A., 2002, "Noise exposure from various sources sleep disturbance, dose-effect relationships on adults", *WHO –Technical meeting on exposure-response of noise on health*, Meeting report, p. 40-62
- Muzet A., 2002, « Les effets du bruit sur le sommeil, *Acoustique et techniques*, n°28, p 13-19
- Nash C., 2003, *UNIfication of accounts and marginal costs for Transport Efficiency* (UNITE), Rapport final, Union Européenne, DG Tren, 61 p.
- Nash C., 2003, « Competitive and sustainable growth programme, *UNITE, UNIfication of accounts and marginal costs for Transport Efficiency* », rapport final, november, 61p.
- Nathanail Ch., 2005, "Urban environmental noise in Greece: a social survey", *Congress and exposition on Noise Control Engineering*, 07-10 August, Rio de Janeiro, Brazil.
- National Radiological Protection Board, 1993, *Occupational, public and medical exposure*. Documents of the NRPB, Volume 4, Number 2, 80 p.
- Navrud S., 2004, « The Economic Value of Noise Within the European Union- A Review and Analysis of Studies », *Acoustica* 2004, 39 p.
- Navrud S., 2002, *The State-Of-The-Art on Economic Valuation of Noise*, Department of Economics and Social Sciences, Agricultural University of Norway, Final Report to European Commission DG Environment, April, 38 p.
- Nelson J.P., 1980, "Airports and property values: a survey of recent evidence", *Journal of Transport Economics and Policy*, 14 (1): 37-52.
- Nelson J.P., 2004, "Meta-Analysis of Airport Noise and Hedonic Property Values", *Journal of Transport Economics and Policy*, 38(1) : 1-27.
- Nero G., Black J.A., 2000, "A critical examination of an airport noise mitigation scheme and an aircraft noise charge : the case of capacity expansion and externalities at Sydney Airport", *Transportation Research Part D*, 433-461
- Nérome S., Enjalbert J.P. et al., 2004, *INSOMNIA – Impact des Nuisances SONores (Maladies et INsomnie) à proximité des aéroports*, ADVOCANAR & CSNA
- Nicolas J.P., 1998, «Le coût des nuisances des transports : Evaluation et usage des résultats obtenus », LET - Document de travail n°98/02, 22 p.
- Nijkamp P. & Brons M., 2003, "Railroad noise: economic valuation and policy", *Transportation Research Part D* 8, p 169-184
- Nijkamp P., Schipper Y., Rietveld P., 1998, "Why do aircraft noise value estimates differ? A meta- analysis", *Journal of Air Transport Management*, 4, pp. 117-124
- Nijland H.A., Van Kempen, 2003, "Costs and benefits of noise abatement measures", *Transport Policy* 10, p 131-140
- Nijland H.A., E.E.M.M. Van Kempena, G.P. Van Weeb, J. Jabben, 2003, "Costs and benefits of noise abatement measures", *Transport Policy* 10, pp. 131–140

- Northridge ME, Sclar E., 2003, "A joint urban planning and public health framework: contributions to health impact assessment", *Am J Public Health*, n°93:118–21.
- OFEFP, 2002, *Imputation au trafic routier des atteintes à la santé dues au bruit*, *Cahiers de l'environnement*, n° 339, Berne, 72 p.
- Offner JM., 1993, « Les effets structurants du transport : mythe politique, mystification scientifique », *L'espace géographique*, 3: 233-242.
- OMS , 2000 (a), « Bruit et Santé. Collectivités locales, environnement et santé », Organisation mondiale de la Santé, Genève, Suisse, 28 p.
- OMS, 2000 (b), « La mesure acoustique. Collectivités locales, environnement et santé », Organisation mondiale de la Santé, Genève, Suisse, 24 p.
- Ordre des orthophonistes et audiologistes du Québec, 2005, *Agir pour réduire les répercussions du bruit sur la santé et sur la qualité de vie de la population : adopter une approche de développement durable au regard du loisir motorisé*, 56 p.
- Orfeuil J.P., 1997, *Les coûts externes de la circulation routière, essai d'évaluation et étude de stratégies de minimisation*, Rapport INRETS n°216, 90 p.
- ORS, IAURIF, 2005, *Le bruit et ses effets sur la santé, estimation de l'exposition des Franciliens*, 8 p.
- Ortuza J, Rodriguez G., 2002, "Valuing reductions in environmental pollution in a residential context", *Transportation Research Part D7*
- Passchier-Vermeer W., 1993, *Noise and Health*, The Hague: Health Council of the Netherlands. Publication no A93/02E.
- Pastor M. & Sadd J., 2000, *Environmental Justice and the expansion of LAX*, University of LA, 20 p.
- Pearce D.W., 1993, *Economic values and the natural world*, Cambridge MA, MIT Press, 181p.
- Pennington G., 1990, "Aircraft noise and residential property values adjacent to Manchester International Airport", *Journal of transport economics and policy*, Janvier, p 49-59
- Pellow D., Weinberg A., Schnaiberg A. 2002, "The environmental justice movement: Equitable allocation of the costs and benefits of environmental management outcomes", *Social Justice Research* 14 (4), pp. 423-39
- Periañez M., 2003, " Vous entendez-vous entre voisins ? De la signification des bruits, bref retour sur trente ans de recherche", *Espaces et Sociétés* n°115- Ambiances et espaces sonores
- Periañez M., 2001, « Le bruit des avions est-il négociable ? » Analyse secondaire de 84 entretiens qualitatifs issus de trois pré-enquêtes psychosociologiques de 1998 portant sur le vécu des situations sonores par les riverains des aéroports d'Orly et Roissy-CDG, mai 2001, IPSHA et ADEME, 123 p.
- Perroux F., 1950, « Les espaces économiques », *Economie appliquée* n°1, p 225-244
- Person, A., Le Moullec, Y., 2004, "Real-time and integrated measurement of potential human exposure to particle-bound Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) from aircraft exhaust", *Extrapol* n°23, pp13-15
- Pierter, J., Stallen, M., Maris, E., 2004, "Perceived Seriousness of Sleep Disturbance by Aircraft Noise: the Importance of media and Mindset", *Internoise Proceedings*, Prague
- Plassard F., 1977, *Les autoroutes et le développement régional*, Lyon, Presses Universitaires de Lyon, 341 p.
- Pommerehne WW., 1987, "L'évaluation des gains et des pertes d'aménités : le cas du bruit provenant du trafic", *Services publics locaux*, Paris, P. Burgat et C. Jeanrenaud, Economica, 187 p.

- Porter ND, Flindell IH, Berry BF, 1998, *Health effect-based noise assessment methods: a review and feasibility study*, NPL Report CMAM 16.
- Prud'homme R., 2000, « La contribution des infrastructures au développement local », Université de Paris XII, 24 p.
- Restrepo, H., 2000, “Increasing Community Capacity and Empowering Communities for Promoting Health”. *Fifth Global Conference on Health Promotion*, Mexico City, Mexico, 5–9 Juin.
- Ridker, R.G, Henning J.A, 1967, “The Determinants of Residential Property Values with Special Reference to Air Pollution”, *The Review of Economics and Statistics*, 49: 246-256.
- Ringheim M. 2005, « The concept of “sufficient accuracy related to human perception of environmental noise” », *Managing Uncertainty in Noise Measurement and Prediction*, INCE, 5 p.
- Rog et Engdahl, 2005, “Annoyance with aircraft noise in local recreational areas and the recreationists’ noise situation at home”, *Acoustical Society of America* 117,
- Rosen S., 1974, “Hedonic prices and implicit markets : product differentiation in pure competition”, *Journal of Political Economy*, 82(1): 34-55.
- Rosenlund M, Berglin N, Perhagen G, Järup L, Bluhm G. (2001), “Increased prevalence of hypertension in a population exposed to aircraft noise”, *Occup Environ Med* n° 58 : 769-73.
- Sakuma, T., Furuichi, R., 2004 “Effects of Traffic Time Variance on the Subjective Evaluation of Road Traffic Noise Transmitted into Rooms”, *Internoise Proceedings*, Prague, p.6
- Salvi M., 2004, “Spatial estimation of the impact of airport noise on residential housing prices”, 11^{ème} Conférence de l’European Real Estate Society, Milan, Juin, 6 p.
- Samel, A., Basner, M., Maass, H., Muller, U., Plath, G., Quehl, J., Wenzel, J., “Effets of Nocturnal Aircraft Noise – Overview of the DLR Human Specific Investigations” *Internoise Proceedings*, Prague, 5 p.
- Sato T., Yano T., Bjog Rkman M. et Rylander R., 2002, “Comparison of community response to road traffic noise in Japan and Sweden - part I”, *Journal of Sound and Vibration* 250(1), 161-167
- SCETAUROUTE, 2005, *Indicateurs pertinents pour évaluer l'évolution environnementale de la plate-forme aéroportuaire d'Orly*, CG Essonne, 68 p.
- Scheurer J., 2005, « 100 ans d'ingénierie acoustique allemande appliquée aux techniques de réduction du bruit », in *Acoustique et techniques* n°42-43, pp.52-70
- Schild, B & Dockrell J. (2002), *The effects of noise on the attainments and cognitive performance of primary school children*, April, South Bank University
- Schipper Y., 1997, *On the Valuation of Aircraft Noise-a Meta Analysis*, Tinbergen Institute PhD Research Bulletin, 9 (2), November, pp. 1-18
- Schipper Y., 2004, “Environmental costs in European aviation”, *Transport Policy* 11, pp. 141–154
- Schipper Y., Nijkamp P., Rietveld P., 1998, “Why do aircraft noise value estimates differ? A meta- analysis” *Journal of Air Transport Management*, 4: 117-124.
- Schipper Y., Rietveld P, Nijkamp P., 2001, “Environmental externalities in air transport markets”, *Journal of Air Transport Management*, 7 : 169-179.
- Schmid S., 2005, *Externe Kosten des Verkehrs: Grenz- und Gesamtkosten durch Luftschadstoffe und Lärm in Deutschland*, Université de Stuttgart, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, 255 p.

- Schmid S., Preiss P., 2003, *Ermittlung externer Kosten des Flugverkehrs am Flughafen Frankfurt/ Main*, Rapport final, Université de Stuttgart, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, 238 p.
- Schreckenber, D., Guski, R., Schmaus, I., Moehler, U., Schuemer, R., « Annoyance and Disturbances due to Traffic Noise at Different Times of Day », in *Internoise 2004*
- Schulte-Fortkamp B. 2005, « Human response. The Ultimate Uncertainty », *Managing Uncertainty in Noise Measurement and Prediction*, INCE, 6 pages.
- Schultz T., 1978, « Synthesis of Social Surveys on Noise Annoyance », *Journal of the Acoustical Society of America*, p. 377-405
- Schweitzer L, Velenzuela A., 2004, « Environmental Injustice and Transportation : The Claims and the evidence », *Journal of Planning Literature*, Vol 18, No. 4 - Mai, 16 p
- SCURE, 2005, *Etude sur le recensement et l'analyse des capacités d'aménagement et de développement aux abords du pôle aéroportuaire d'Orly*, commande des conseils généraux du Val de Marne et de l'Essonne, Assises du pôle Orly-Rungis, février 2005
- SEDES, 1978, *Effets du bruit sur le prix de l'immobilier dans la région d'Orly*, Haut Comité de l'Environnement, Comité Bruit et Vibrations, 38 p.
- Seethaler Rita K. et al., 2003, « Economic costs of air pollution-related Health impacts. An Impact Assessment Project of Austria, France and Switzerland », in *Clean Air and Environmental Quality*, Vol. 37, n°1, février, pp. 35-43.
- Ségala, C., Medina, S., 2004, « Health impact assessment. Schiphol airport. Overview of results until 1999 », *Extrapol* n°23, pp7-9
- Seghieri, G., Aversano, R., 2004 « Noise Assessment in the Neighbourhood of Aviano Military Airport », *Internoise Proceedings*, Prague, 6 p.
- SIKA, 2004, State of the art on economic valuation, Final report for WHO Pan-European Program on Transport, Health and Environment, from Workshop on Economic Valuation on Health Effects due to Transport, June 12 – 13 2003, 49 p.
- Sharp, B., 2004, « Airport Noise Solutions for the 21st Century », *Internoise Proceedings*, Prague
- Sheppard S., 1999, « Hedonic analysis of housing markets », in *Handbook of Regional and Urban Economics*, Vol. 3, P. Cheshire and E.S. Mills (eds.), Amsterdam: North Holland, pp. 1595-1635.
- Smith A., Rich N., Nutt D., 2002, *Noise and insomnia : a study of community noise exposure, sleep disturbance, noise sensitivity and subjective reports of health*, 26th annual meeting between airport consultative committees, Department of Health of the UK
- Smith P., 2006, « Barriers to Marginal Social Cost Pricing in the Air Transport Sector ». *A Guide for the Non-Economist*, Eurocontrol, 1-3 May, 15 p.
- Smith, V.K., 1997, « Pricing what is priceless: a status report on non-market valuation of environmental resources » dans *The international yearbook of environmental and resources economics 1997/1998*, Folmer H. and Tietenberg T. (ed.), Edward Elgar Publishing, New Horizons in Environmental Economics, Cheltenham, UK-Northampton, MA, USA.
- Soguel N., 1996, « Contingent valuation of traffic noise reduction benefits », *Swiss Journal of Economics and Statistics*, 132 (1): 109-123.
- Soguel N., 1994, *Evaluation monétaire des atteintes à l'environnement : une étude hédoniste et contingente sur l'impact des transports*, Doctorat, IRER-Université de Neuchâtel, Ed. de l'Evoles, 134 p.
- Spreng M., 2002, « Ortical excitation, cortisol excretion, and estimation of tolerable nightly over-flights », *Noise & Health* 4, pp. 39-46.

- Stallen P. J. et Chierandjoe H., 2005, "How to (re)distribute noise around airports in a fair manner? An experimental study of the role of social categories and problem framing", *Présentation à Amsterdam-Group* (10-11 octobre, 2005).
- Stansfeld S. & Haines M., 1997, *Environmental Noise and Health : A review of non-auditory effects*, Department of Psychiatry, London
- Stansfeld S., Haines M., 2002, "Noise exposure from various sources – cognitive effects on children", *WHO–Technical meeting on exposure-response of noise on health*, Meeting report, p. 128-145
- Stansfeld S., Haines M., Brentnall S., 2001, "West London Study – Aircraft noise at school and children's cognitive performance and stress responses", *Psycho Med.*, 31 (8), p. 1375-96
- Stansfeld S.A., 2000, « Session 5 : les effets du bruit », *Acoustique et techniques* n°22, spécial Internoise, pp. 40 - 44
- Stansfeld S.A., 1993, « Sensibilité au bruit et santé », *Méd et Hyg.*, 51, 1801-1805
- Stansfeld SA, Berglund B, Clark C, Lopez-Barrio I, Fischer P, E. Ohrstrom, Haines MM et coll, 2005, "Aircraft and road traffic noise and children's cognition and health : a crossnational Study", *The Lancet*, 365, 1942-1949.
- Stansfeld, S., Haines, M., Matheson, M., Clark, C., 2004, "Combined Effects of Road Traffic and Aircraft Noise Exposure on Cognitive Performance in the Ranch Study" *Internoise Proceedings*, Prague, 7 p.
- Stansfeld, S.A., Clark, C., Cameron, R.M., Haines, M., 2004, "Aircraft and Road Traffic Noise Exposure and Children's mental Health in the Ranch Study" *Internoise Proceedings*, Prague, 7 p.
- Taylor L, Quigley R., 2002, *Health impact assessment: a review of reviews*. London: National Health Service, Health Development Agency, Oct.
- Theebe Marcel A.J., 2002, "Planes, trains and automobiles: the impact of traffic noise on house prices", Working Paper, Université d'Amsterdam, Département Finances et Organisation.
- Thibaud J-P., 2001, « La méthode des parcours commentés », in Thibaud J-P. et Grosjean M. (Dir.), *L'espace urbain en méthodes*, Marseille, Ed. Parenthèses, pp. 79-101.
- Thomas C. et Lever M., 2004, "Aircraft noise, community relations and stakeholders involvement", *Towards sustainable aviation*, 196 p.
- Thompson S., 1996, "Non-auditory health effects of noise: updated review", in: *Noise Control – The Next 25 Years. Proceedings of the inter noise '96* (Institute of Acoustics, St Albans, editor) 2177–2182. Liverpool: Institute of Acoustics.
- Thune Larsen H., 1995, *Flystoyavgifter basert pa bettalingsvillighet* (In Norwegian), TOI Report 289, Institute for Transport Economics, Oslo, 86 p.
- TNO-PG and RIVM, 1998, *Annoyance, sleep disturbance, aspects of health and perception in the Schiphol-region, results of a questionnaire survey*, Leiden/Bilthoven: TNO-PG/RIVM.
- Tol R.S.J., 2005, « Comment on «Valuing or Pricing Natural and Environmental Resources » by Y. Zhang and Y. Li », *Environmental Science & Policy*, n°8, pp. 187-188.
- Trombetta Zannin P. H., Belisário Diniz F., Coelho Ferreira J.A., 2005, "A survey of urban noise annoyance in a large Brazilian city: the importance of a subjective analysis in conjunction with a objective analysis", *InterNoise Proceedings*, Rio de Janeiro, 9 p.
- UNECE-WHO Transport, Health and Environment Pan-European Programme- the PEP 2004. *Transport-related health effects with a particular focus on children, Towards an*

- Integrated Assessment of their Costs and Benefits. State of the Art Knowledge, Methodological Aspects and Policy Directions.* 134 p.
- Uyeno D., Hamilton S., Biggs A., 1993, "Density of residential land use and the impact of airport noise", *Journal of Transport Economics and Policy* 27, pp<; 3–18.
- Vainio M., Paque G., 2001, *Etat de l'art de l'évaluation économique du bruit*, Atelier organisé par la Commission Européenne-DG Environnement, , Bruxelles, décembre, 6 p. (Final Report, July, 2002), 5 p.
- Vainio M., 1995, *Traffic noise and air pollution. Valuation of externalities with hedonic price and contingent valuation methods.* Doctoral dissertation. Publication of the Helsinki School of Economics and Business Administration, Helsinki rapport A-102, 212 pages.
- Vallet M. et Bruyère JC., 2003, « Un indice supplémentaire à la directive européenne sur le bruit : Lmax de nuit pour les avions et les trains », *Acoustique et techniques* n°34, p. 60 à 62
- Vallet M., 2002, « La gêne due au bruit autour des aéroports », *Acoustique et techniques* n°28, Spécial Salon du Bourget, p.26 à 33
- Vallet M., Cohen J.M., 2000, *Etudes épidémiologiques des troubles anxiodépressifs autour des aéroports*, INRETS, rapport LTE n° 2008
- Vallet M., 1999, « La mesure de la gêne due au bruit des avions », in *Acoustique et techniques* n°18, p. 9 à 14
- Vallet M., 1996, *Caractéristiques et indicateurs de la gêne due au bruit des avions*, Synthèse INRETS n° 29.
- Vampouille, M., 2005, 'Table Ronde 2- débat sur la mise en place d'actions en Ile-de-France pour réduire ma pollution atmosphérique liée aux transports', dans Actes du colloque Fondaterra, *Pollution atmosphérique et impacts sur la santé*, p. 95
- Van Kamp, I., Van Kempen, E., Stellato, R.K., 2004, "Combined Effects of Aircraft Noise and Road Traffic Noise on Annoyance: the Ranch Study" *Internoise Proceedings*, Prague, 7 p.
- Van Oosten, N., 2004, "SONDEO: a New Tool for Airport Noise Assessment" *Internoise Proceedings*, Prague
- Van Praag B. M. S. et Baarsma B. E., 2005, "Using happiness surveys to value intangibles: the case of airport noise", *The Economic Journal*, n°115, january, pp.224–246.
- Van Praag B.M.S, Baarsma B.E., 2000, "The shadow price of aircraft noise nuisance: a new approach to the internalization of externalities", Tinbergen Institute Discussion Paper, TI 2001-010/3, 39 p.
- Varlet J., 1997, « Les grands aéroports internationaux français (Roissy, Orly, Satolas, Nice) : enjeux et retombées territoriales », *Annales de Géographie*, éd. Armand Colin, 593-594: 155
- Venkatachalam L., 2004, "The contingent valuation method a review", *Environmental Impact Assessment Review* 21, p. 89-124
- Vicki B., Gupta F., 1997, "Coming to the Nuisance of Going to the Barrios? A Longitudinal Analysis of Environmental Justice Claims." *Ecology Law Quarterly*
- Victoria Transport Policy Institute, 2005, *Transportation Cost and Benefit Analysis – Noise Cost*, <http://www.vtpi.org/tca>
- Viel, J-F., Germonneau, P., 2004, "Case-control study on the association between a cluster of childhood haematopoietic malignancies and local environmental factors in Aalsmeer, the Netherlands", *Extrapol* n°23, pp10-12.
- Walters A., 1975, *Noise and prices*, Oxford University Press, London

- Wardman M., Bristow A., 2004, "Traffic related noise and air quality valuations : evidence from stated preference residential choice models", *Transportation Research Part D* 9, 1-27
- Waye KP, Clow A, Edwards S, Hucklebridge F, Rylander R , 2003, "Effects of nighttime low frequency noise on the cortisol response to awakening and subjective sleep quality", *Life Sciences*, p. 72, 863-875.
- Weatherley N.S., Timmis R.J., 2001, "The atmosphere in England and Wales: an environmental management review", *Atmospheric Environment* 35, 5567–5580.
- WHO, 2001, *Occupational and Community Noise*, Fact Sheet No 258. Geneva:World Health Organization.
- WHO European region, 2002, "Technical briefing: HIA – a tool to include health on the agenda of other sectors. Current experience and emerging issues in the European Region", Copenhagen, 52e session, 16-19 sept, 13 p.
- WHO/ Europe et UNECE, 2002, *Transport-related health effects with a particular focus on children – Towards an integrated Assessment of their costs and benefits. State of the Art Knowledge, methodological aspects and policy directions*, PEP Pan-European Programme, Transport, Health and Environment, 134 p
- WHO Regional Office for Europe, 2004, *Noise and Health Home*, Rapport final, Bonn, Germany: WHO European Centre for Environment and Health.
- Wirth K., 2004, "More Annoyed by Aircraft Noise than 30 Years Ago? Some Figures and Interpretations", *InterNoise Proceedings*, Prague, 5 p.
- Wu T.N. et al., 1995, "Aircraft noise, hearing ability and annoyance", Department of Health, Taiwan, *Arch. Environ. Health*, 50 – 452-456
- WWW/INFRAS, 2000, *Effets externes des transports*, Zürich/Karlsruhe, actualisation du rapport de 1994, 95 p.
- WWW/INFRAS, 2004, *External Costs of Transport – Update Study*, Community of European Railway Companies and The International Union of Railways (www.uic.asso.fr)
- Yoshioka, H., Yamada, I., 2004, « Consideration to Noise Index for Evaluating Airport Noise in Japan, *Internoise Proceedings*, Prague, 7 p.
- Yu, K.N., Cheunga, Y.P., Cheunga, T., Henry, R. C., 2004, "Identifying the impact of large urban airports on local air quality by nonparametric regression", *Atmospheric Environment*, volume 38, pp.4501–4507.
- Zhang, Y. et Li Y., 2005, « Reply to comment on « Valuing or pricing natural and environmental resources » », *Environmental Science & Policy*, n°8, pp.189-190.