

Les catégories cognitives du bruit urbain : des discours aux indicateurs physiques

Danièle Dubois

LCPE/LAM

11, rue Lourmel

75015 Paris

E-mail : ddubois@ccr.jussieu.fr

Catherine Guastavino

Actuellement à Mac Gill

Canada

Manon Raimbault

INRETS-LTE

25, avenue François Mitterrand

Case 24

69675 Bron CEDEX

Ces recherches présentent une problématique qui s'efforce d'identifier les catégories de bruits 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). On présentera ici quelques résultats d'épreuves de catégorisation de paysages sonores urbains qui permettent d'identifier, à partir d'une analyse linguistique et cognitive, les structures catégorielles de l'espace sonore urbain ainsi que les principes cognitifs qui président à leur construction. On a ainsi pu montrer que les habitants des villes catégorisent l'espace sonore davantage en fonction de critères sémantiques que de paramètres physiquement enregistrables. En particulier, le caractère de nuisance de l'environnement sonore dépend du type de sources qui produisent les bruits et de la nature des activités humaines qui leur sont associées. Ainsi, l'identification de présence d'activités humaines, telles que les commerces, tend à susciter des jugements davantage positifs que les bruits mécaniques de circulation considérés comme la principale nuisance sonore de l'espace urbain. Les perspectives méthodologiques d'une telle approche permettent d'envisager de dépasser les limites des seules approches quantitatives et de dessiner des mesures correctrices d'amélioration de la qualité (acoustique) de la vie urbaine.

A qualitative approach to soundscapes is presented in an attempt to bridge the gap between individual sensory experiences and shared sociological representations of environmental noise. Free sorting task and questionnaire studies were carried out and revealed that people organize environmental sounds into categorical structure categorical structures on the basis of semantic features rather than perceptual ones. This semantic features include the identity of the objects producing sound and the possible interactions with these sound sources through socialized activities. As an example, soundscapes selecting human activities tend to be perceived as more pleasant than soundscapes consisting of mechanical sounds only, regardless of their acoustic parameters such as sound level.

These results suggest that effect produced by the noise on human subjectivity cannot be quantitatively measured exhaustively in terms of physical parameters, in so far as auditory judgments rely on the meaning attributed to the sound, rather than the sound itself. Sound interpretation is highly dependant upon cultural values and therefore is not an inherent property of the sound.

Finally, methodological and theoretical consequences of these findings are drawn for further research on soundscape. This concept can be seen as one way to overcome the limits of quantitative approaches to account not only for noise annoyance but also for improving and designing better sound quality of urban life.



La lutte contre le bruit et la réduction des nuisances sonores s'est d'abord concentrée sur la recherche et l'identification d'indicateurs physiques susceptibles de décrire adéquatement les phénomènes acoustiques responsables de la nuisance et des plaintes. Cependant depuis de nombreuses années, les ingénieurs et les responsables des collectivités locales ont identifié les limites de telles approches purement physicalistes. Ainsi, de nombreux auteurs ont mis en évidence les limites des seuls paramètres acoustiques tels que le Leq par exemple, pour rendre compte de la gêne ressentie et exprimées par les populations exposées au bruit (Plomp, 1999 ; Schomer, 2003). S'opère alors une prise conscience de la nécessité d'une approche souvent qualifiée de qualitative, ou subjective, qui correspond au fait d'aborder l'analyse du bruit comme **effets** sur les habitants des villes. C'est en particulier ce qui se dessine dans le concept de «*soundscape*» introduit par Schafer (1969) que l'on traduira par «*paysage sonore*», ou encore dans

celui d'«*ambiance sonore*» développé dans les travaux du Cresson (Amphoux, 1998 ; Augoyard & Torgue, 1995). Ces concepts conduisent non seulement à la recherche d'indicateurs qualitatifs en amont de la maîtrise physique des modes d'appréhension des effets acoustiques mais également à ne plus seulement considérer la seule gêne due aux bruits mais plus généralement la **qualité** sonore des espaces urbains (Schulte-Forkamp, 2002).

Lorsque l'individu est mis au centre de l'étude de la gêne, il est d'abord conçu comme organisme, et la recherche porte principalement sur les effets physiologiques du bruit sur celui-ci. Il est cependant rapidement apparu, en particulier dans l'analyse des plaintes, que les dimensions psychologiques étaient largement aussi pertinentes pour expliquer la gêne ressentie, en particulier pour les niveaux sonores moyens dont les effets physiologiques ne sont pas déterminants. Cependant les aspects psychologiques d'effets globaux de stimulations complexes se trouvent

difficilement appréhendés tant par les approches par trop analytiques dont la psychologie expérimentale contemporaine a hérité de la tradition psychophysique, que par les approches sociologiques dans lesquelles le caractère individuel des perceptions sensibles est effacé par leur intégration aux seules représentations collectives.

De la psycho-acoustique à la catégorisation des bruits

La recherche psychologique en psycho-acoustique a certes une longue tradition qui a pour visée d'établir les critères d'évaluation subjective de stimuli, décrits de manière analytique dans l'espace multidimensionnel de paramètres des sciences physiques. Cette recherche concerne principalement les processus dits de «bas niveaux» proches des récepteurs sensoriels et soumis aux propriétés physiologiques de ceux-ci. Elle a ainsi contribué à fournir des informations essentielles sur les seuils de perception et de discrimination en relation étroite avec des dimensions physiques isolées, telles l'intensité et la fréquence. Cependant, ce n'est que plus récemment que cette problématique s'est trouvée confrontée à l'analyse de scènes auditives complexes (Bregman, 1990) qui présupposent des traitements cognitifs de plus «haut niveau» et pour lesquelles ces conceptualisations s'avèrent limitées pour aborder le caractère global des concepts, tels ceux de «paysage sonore». Les tentatives de recherche d'indicateurs globaux fondés sur des combinaisons complexes de paramètres purement acoustiques se sont également avérées problématiques dans la mesure où elles continuent d'écarter les valeurs sémantiques attribuées aux phénomènes acoustiques. Or, ces valeurs fondent la spécificité du traitement cognitif humain, à la différence précisément des instruments de mesure physique¹.

Ce texte présente le cadre théorique et méthodologique général d'une approche prioritairement centrée sur les valeurs sémantiques des stimulations acoustiques, avant d'en donner des descriptions en termes de paramètres physiques. Quelques données empiriques présentent la démarche qui se trouve également exposée dans l'article de Guastavino et Cheminée dans le présent numéro.

Si on schématise la tradition psychophysique, reprise en grande partie par le paradigme cognitiviste² :

- l'attention est portée d'abord sur les **objets** (les produits, les «stimuli»), avant même que les «sujets» ne puissent se les approprier,
- les stimuli sont décrits et **définis a priori par les sciences de la nature** (domaine de la physique pour ce

qui est de l'acoustique et la vision, ou de la chimie pour ce qui est de l'olfaction), avant leur «entrée» dans le système de traitement particulier qu'est l'humain.

Ce dernier va introduire sa subjectivité dans le jugement porté sur l'objet, alors évalué comme **écart** en regard de la description objective qu'en donnent les sciences de la nature.

Les **méthodes** sont donc le plus fréquemment fermées, et elles mettent en œuvre :

- des **ensembles restreints** de stimulations décrites de manière **analytique** dans les termes des sciences physiques et donc le plus souvent sur des propriétés dimensionnelles (et par là même **quantifiables**),
- des **jugements** dans des cadres prescrits, des procédures fermées quant aux possibilités de réponses (sur les dimensions précédentes, dans des échelles, par exemple),
- et permettent ainsi des traitements **quantitatifs** des données subjectives (statistiques, par exemple).

*Il s'agit donc, en résumé, de fournir une **évaluation subjective** (en d'autres termes **psychologique**) de **données objectives** (celles données par les sciences de la nature).*

Cette approche apporte des données précieuses, mais elle concerne principalement des mesures de seuils de sensibilité, ou des mesures de discrimination perceptive. Elle s'articule de manière pertinente aux sciences **biologiques**, à travers l'analyse des «interfaces» sensorielles qu'il est maintenant convenu d'appeler les **«bas niveaux»** du fonctionnement cognitif. Elle est par contre muette quant aux processus dits de «haut niveau» qui font intervenir les jugements, l'interprétation, et, a fortiori la satisfaction (ou l'insatisfaction) face à des situations complexes, multimodales par exemple, pour lesquelles la prise en compte des décalages entre l'humain et les instruments de mesure est inévitable.

L'approche cognitive que nous suggérons s'attache en symétrie à construire une description objective des phénomènes subjectifs, en tant qu'effets suscités par des stimulations physiques, certes, mais qui intégrés au fonctionnement psychologique conduisent à l'émergence de représentations cognitives spécifiques, irréductibles à leur seule description physique (Straus, 1935 ; Bruner, 1990). Cette dernière n'interviendra dans la description qu'en aval, comme corrélat d'un ordre de détermination possible.

En acoustique, des recherches, en particulier sur le timbre des instruments de musique (Grey, 1977), ont déjà insisté sur la spécificité des perceptions humaines en regard des mesures physiques. Plus récemment, les recherches en «psychologie écologique», directement concernées par les *ambiances* ou *paysages sonores*, ont commencé d'aborder l'évaluation subjective de ces objets complexes à partir des concepts élaborés par les théories cognitives de la catégorisation (Ballas, 1993 ; par exemple). Même si ces approches ont maintenu une description physicaliste de la similitude entre les catégories, on peut y voir l'amorce d'analyses de la

1-C'est précisément sur ce point que le paradigme cognitiviste qui assimile le système cognitif humain à un système de traitement de l'information et qui élimine les processus d'interprétation sémantique trouve ses limites (cf. Dubois, 2002)

2-On réserve le terme de cognitif à toute étude (neurophysiologique, psychologique, informatique, linguistique, anthropologique etc. ...), concernée par l'analyse des connaissances, alors que cognitiviste (ou cognitivisme) désigne une école, un paradigme, un mode d'approche et de conceptualisation des phénomènes de connaissances, historiquement influencés par la métaphore informatique.

catégorisation sur la base d'autres principes tels que la similitude des sources (les bruits de circulation, des moteurs etc.) (Vanderveer, 1979 ; Handel, 1989).

Par ailleurs, les *paysages* ou *ambiances sonores* ont été explorés comme événements acoustiques porteurs de significations d'un point de vue sociologique par nombre de chercheurs en architecture ou en urbanisme (Amphoux, 1998 ; Augoyard & Torgue, 1995 ; Grosjean & Thibaud, 2001). Le concept d'*ambiance sonore* en particulier, prend davantage en compte les effets subjectifs des bruits dans la description que le concept de paysage sonore qui demeure centré sur la description d'une objectivité physique extérieure au sujet percevant. Ces recherches imposent donc la collaboration étroite entre sciences de l'ingénieur et sciences humaines.

Le travail que nous présentons ici n'est un des aspects de cette collaboration menée sous les auspices des institutions telles le PREDIT particulièrement sous l'impulsion de J.-C. Serrero, ainsi qu'au CNRS (dans la collaboration entre les laboratoires LAM et CERMA/CRESSON qui associent acousticiens, ingénieurs, architectes, urbanistes, psychologues et linguistes). Le but de la recherche est d'identifier comment les habitants attribuent des significations aux espaces urbains dans lesquels ils effectuent leurs activités quotidiennes et comment les expériences individuelles se trouvent collectivement partagées à travers leur expression en langue. En d'autres termes, les recherches que nous présentons ici constituent une tentative de compréhension des principes psychologiques (individuels) de catégorisation des phénomènes acoustiques qui conduisent à la construction de concepts ou de catégories cognitives qui, lorsqu'elles se trouvent partagées, constituent alors des connaissances. Centrées sur les significations attribuées à ces phénomènes, les catégories cognitives se trouvent à l'interface des catégories perceptives individuelles, relevant de la psychologie, et des représentations collectives, appréhendées par la sociologie. C'est alors l'analyse sémantique des données langagières, produites par des individus utilisant une langue commune, qui sera au centre de la problématique du repérage des catégories à la fois individuelles et partagées.

Nous ne rapporterons ici que quelques données déjà reproduites par ailleurs afin de simplement spécifier la démarche qui s'appuie à la fois sur des tâches de catégorisation et d'analyse des commentaires verbaux de ces catégories alors constituées. Un autre exemple de cette démarche est donné dans le texte de Guastavino & Cheminée (ce numéro).

Catégories cognitives en acoustique

Des bruits et des sons

Un premier résultat maintenant bien établi (cf. David, 1997 ; Dubois, 2000) obtenu à partir de seules données verbales, nous conduit à identifier deux constructions cognitives susceptibles d'être élaborées à partir d'un «même» phénomène acoustique. Plus précisément, on peut régulièrement identifier qu'une même stimulation acoustique, décrite de manière univoque en terme de

physique peut susciter, soit une interprétation en tant que «*bruit*» soit en tant que «*son*». C'est ainsi que les paysages sonores peuvent se trouver différemment qualifiés en fonction des pratiques et activités que les citadins y déploient, et dont il s'agit de déceler les corrélats dans une description physique (et non pas d'identifier les «propriétés intrinsèques» des stimulations en tant que telles). Ces résultats ne vont pas sans poser nombre de questions théoriques mais également méthodologiques, quant à la manière de mener des recherches sur ces phénomènes acoustiques complexes, et quant à la recherche d'indicateurs de leurs qualités (ou nuisances).

Catégorisation de bruits domestiques : première mise au point de nouveaux outils méthodologiques

Un premier ensemble d'expériences menées cette fois à partir d'enregistrements et de jugements perceptifs sur des bruits domestiques (Guyot, 1996 ; Guyot et al., 1997) a permis de généraliser au domaine acoustique la procédure de questionnement précédemment utilisée dans la recherche sur les catégories visuelles et olfactives (Dubois, 1997 ; 2000, parmi d'autres).

Une de ces toutes premières expériences demandait à 25 sujets de trier librement en autant de classes qu'ils le souhaitaient 25 bruits domestiques (tel le grattement de l'allumage d'une allumette, le grincement d'une porte, la sonnerie d'un réveil, le claquement d'un coupe-ongle etc.).

Les résultats³ montrent que les catégories de bruits peuvent être identifiées à deux niveaux :

- à un premier niveau, le plus générique, les bruits sont agrégés à partir de la similitude des **sources** productrices des bruits («*le claquement ou la fermeture d'une porte*», «*bruit de moteur*») ou de la similitude de **fonction** («*sonnerie d'avertisseur*», «*klaxon de voiture ou sonnette de bicyclette*»,...).
- au second niveau de classification, les classes sont structurées à partir de la similitude de mouvement ou d'action génératrice de bruit sans que soit spécifiée la source («*percussion*», «*claquement*», «*grattement*», «*claquement*»). Le point que nous voudrions souligner ici est que le «même» phénomène acoustique peut être catégorisé selon deux critères sémantiques dont, à l'évidence, les corrélats physiques ne sont pas équivalents, tel par exemple le grincement de la porte pouvant être regroupé avec les bruits de **portes** ou avec les **grincements** (résultats par ailleurs semblables à ceux de Handel, 1989).

Si on prend en compte les variations entre sujets, on peut remarquer que les sujets acousticiens tendent à considérer les bruits comme des entités objectives du monde et les catégorisent selon des descripteurs tels

3- Les sons sont représentés par les «feuilles» et les similitudes entre les sons par les distances entre les feuilles structurées à partir de «nœuds» interprétables comme des regroupements de classes ou catégories (Barthélemy, 1991) Un algorithme de calcul de distances (accords sur la similitude) permet alors de générer une représentation sous forme d'arbre (Barthélemy & Guénoche, 1988 ; Guénoche & Garreta, 2001) voir également Poitevineau, 2002).

que l'enveloppe temporelle ou la hauteur. Les sujets non spécialistes catégorisent en revanche les bruits à partir des similitudes de sources, (*sources électriques* vs *sources mécaniques*, ou plus spécifiquement *moteurs*, vs, *portes* vs *alarmes*). De manière générale on peut donc avancer que les propriétés considérées comme intrinsèques des stimuli, décrites de manière univoque par la théorie physique, peuvent susciter différentes interprétations voire même être différenciellement sélectionnées comme pertinentes en fonction de l'activité classificatoire des sujets ainsi que de leurs connaissances et motivations.

Catégorisation de paysages sonores

Cette problématique a été étendue aux ambiances et environnements sonores en particulier dans les recherches de Maffiolo (1999), Vogel (1999) et Guastavino (2003).

On retiendra des premiers résultats d'une recherche centrée sur les bruits représentatifs de Paris (Maffiolo, 1999 ; Maffiolo & al., 1998), pour lesquels la seule dimension d'intensité seule ne peut expliquer les classements. Non seulement la mesure d'intensité moyenne pour des stimuli acoustiques aussi complexes est problématique, même d'un point de vue physique, mais, de plus, il est évident que les sujets partitionnent dans la même classe des stimuli de valeurs moyennes très différentes et leurs commentaires qui justifient leurs classements ne se réfèrent guère à l'intensité. Par contre, nous avons pu identifier, à un premier niveau générique de classification :

- des séquences qualifiées **d'événementielles** qui incluent des événements spécifiques («*démarrage d'une voiture*», «*voix humaines*»), et
- des séquences qualifiées **d'amorphes**, dans lesquelles aucun événement caractéristique n'a pu être identifié («*bruits de fond*»).

La catégorisation à un niveau plus fin permet d'identifier des sous-classes au sein de ces deux catégories principales régies par différents critères de classification.

En ce qui concerne les séquences événementielles, les sous-classes sont constituées en raison du type de **sources** responsables du bruit comme les véhicules à moteur, cars, bus, mobylettes, signaux d'avertissement, ou encore bruits humains comme les voix, les paroles, et les bruits de pas, ou simplement en fonction de leur caractère agréable ou désagréable (*pénible*, *agressif*, *calme*...).

Quant aux séquences amorphes, elles sont sous catégorisées tantôt à partir de critères de jugements **d'agrément** ou de gêne, ou sur des **paramètres acoustiques** tels que l'intensité, le contenu spectral (*fréquences basses ou aiguës*) ou la structure temporelle (*signaux continus ou discontinus*),

L'analyse linguistique des descriptions verbales des catégories produites par chaque sujet suggère que les ambiances urbaines sont structurées dans des catégories sémantiques complexes qui intègrent non seulement des paramètres ou des propriétés physiques présentes dans le signal mais également des critères de temps (moments de la journée, par exemple), de

lieux, et d'activités (usages des lieux à ces temps). Les sujets décrivent des éléments **reconnus** dans le signal à partir de connaissances préalablement acquises dans l'expérience de ces espaces sonores et mémorisées. Ces connaissances donnent donc au signal acoustique, 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. L'exemple fétiche emprunté à la thèse de Maffiolo (1999) qui explicite ce résultat est l'énoncé complexe décrivant «*les motos à la Bastille le samedi soir*».

Ces distinctions se sont trouvées confirmées lors des recherches ultérieures telles celles de Guastavino (Guastavino, 2003 ; soumis ; Guastavino & Cheminée, 2003 ; 2004 : ce numéro), dans lesquelles les analyses linguistiques plus poussées ont été associées à l'identification des catégories à partir de la méthode de tri libre.

En effet, on observe une première opposition entre des classes :

- où se manifestent des **événements sonores** permettant d'identifier des **sources, des agents**, et
- des séquences de «**bruits de fond**» dans lesquelles aucun événement n'est repérable.

Les premières séquences sont fréquemment décrites par de simples noms référant à un objet (*camion*, *bus*), voire même à une partie de l'objet (*moteur*, *pot d'échappement*). Ces métonymies sembleraient indiquer une non distinction entre le son et la source qui le produit, suggérant ainsi qu'au plan cognitif le phénomène acoustique n'est pas autonomisé, ni abstrait de la source qui le produit (phénomène que l'on a pu remarquer dans le cas des phénomènes olfactifs) et donc, que ce sont les propriétés de la source qui sont imputées au bruit, de même que les jugements relatifs à la gêne ou à l'agrément. En contraste, le bruit de fond est jugé «pour lui-même», en tant qu'objet sonore autonome. Ainsi, plus précisément, l'identification de la présence d'une activité humaine (*commerce*, *école*) conduit à des jugements davantage positifs, alors que les bruits de circulation sont décrits comme désagréables sans corrélation avec le niveau sonore. Ces derniers sont par ailleurs plus finement discriminés comme «*insupportables*» lorsqu'aucun indice acoustique d'une présence humaine n'est décelable alors qu'ils sont jugés juste «*désagréables*» lorsque quelques indices d'activité humains sont perceptibles. Les séquences sonores catégorisées en fonction de l'activité humaine qui s'y manifeste intègrent le niveau sonore à la signification de l'activité (*marchés*, *terrasse de café*) ou de la tranquillité (*parcs et jardins*), à des lieux, ou à quelques sources sonores caractéristiques (*vendeurs*, *musique*, *oiseaux*). On a également pu noter, qu'au niveau le plus fin de structuration catégorielle, des attributs spatiaux de la morphologie urbaine avaient pu être repérés et donnés comme critères de classification des échantillons sonores : ainsi, un tiers des sujets distinguent-ils des espaces réverbérants (*hall*, *centre commercial*, *espace semi fermé*...) des espaces ouverts (*extérieurs*, *large place*...)(voir également les recherches de Raimbault, 2002, Raimbault & Dubois, sous presse sur ce point).

L'analyse linguistique approfondie qui prend en compte non seulement les termes référant aux sources mais également les formes adjectivales, telles que les adjectifs dérivés de verbes marquant un effet produit, comme «*génant*», «*insoutenable*» et les marques de la personne (pronoms personnels, moi, je nous ...) suggèrent que les séquences classées comme événementielles sont perçues (et conçues) comme des **effets ressentis** c'est-à-dire comme une **relation** du sujet au monde et non comme une stimulation du monde extérieure au sujet. Dans les descriptions des séquences de «bruits de fond» au contraire, peu de références sont faites aux sources et les adjectifs sont des termes de physique référant aux propriétés du signal acoustique (structure temporelle, timbre, fréquences...) confirmant que le bruit de fond est conçu un objet sonore en soi.

Les ambiances sonores comme catégories cognitives

En résumé, les tâches de catégorisation libre associées à l'analyse des commentaires verbaux nous ont permis de caractériser les ambiances sonores :

- En premier lieu, les phénomènes sonores pris en compte dans le cadre des recherches sur les nuisances sonores sont pour les citoyens des **indices** associés en mémoire à des représentations complexes qui ne peuvent se réduire à un ensemble restreint de paramètres physiques. En particulier, l'intensité ne peut être considérée ni comme le seul ni même comme le principal critère de jugement des ambiances impliquées dans la catégorisation (si ce n'est, d'évidence, pour des seuils ou très élevés ou très bas). Ce qui ne fait que confirmer les résultats déjà acquis par la communauté scientifique qui travaille à la réduction des nuisances sonores (Guski, 1999 ; par exemple). Nos résultats nous invitent en outre à considérer l'intensité (conçue comme représentation cognitive) davantage comme **propriété** dont la valeur est caractéristique d'une catégorie que comme **dimension**. En d'autres termes, les variations des valeurs d'intensité sont à concevoir, **en corrélation** avec d'autres propriétés pertinentes dans l'espace cognitif (sources, valeur hédonique, signification de l'événement acoustique...), comme des propriétés discrètes et non comme des quantités sur un continuum.
- En second lieu, les stimuli acoustiques peuvent être traités cognitivement, soit comme éléments d'un événement porteur de signification (et c'est cette signification globale qui donne sens à sa « partie » acoustique), soit, de manière plus analytique, comme paramètres physiques, lorsque les processus d'identification des sources ou d'attribution de signification à l'événement font défaut de la part du citoyen, ou lorsque l'auditeur est acousticien... Comme partie d'un événement, les phénomènes acoustiques sont alors considérés comme **bruits** (bruits de X, X étant un type de source) et donc comme effets du monde sur le sujet (comme sont généralement traitées les odeurs (Dubois, 2000)). Lorsque ce processus échoue, ou lorsque l'expertise de l'auditeur lui permet d'abstraire le phénomène acoustique comme dimension de la situation globale, ces «mêmes» stimuli sont alors traités comme **sons**, et peuvent alors être adéquatement caractérisés comme dimensions, ou paramètres et pertinemment décrits par la physique.

En bref, ce travail nous permet de spécifier les propriétés qui différencient le plus radicalement les représentations cognitives des descriptions physiques ou biologiques des mêmes « objets du monde ».

Les catégories cognitives construites «naturellement» sont :

- **non directement observables**
- **individuelles**, et donc soumis à de grandes variations en fonction de la diversité des expériences sensibles vécues et des connaissances intériorisées par les différents sujets interrogés,
- leur inscription «en situation naturelle», c'est-à-dire dans une **culture**, intervient toujours dans un «**contexte**» ou dans une situation (un temps, un lieu, un état physiologique), et dans des couplages avec d'autres éléments (autres objets ou dimensions sensorielles corrélés dans la situation).

En conséquence, les représentations sont-elles ainsi :

- **globales (holistiques)**, en opposition avec les représentations analytiques sollicitées dans l'approche psychophysique dans lesquelles les variables, dimensions et objets pertinents ont été isolés préalablement aux jugements,
- **multimodales**, de manière essentielle et constitutive, et dont il s'agit **d'abstraire** les paramètres **pertinents** pour en donner une description sur des dimensions «simples» des sciences physiques (qui ne sont donc plus identifiées *a priori*).
- À la différence des instruments de mesure physique dont la fiabilité exige la répétabilité des mesures, les représentations cognitives manifestent des effets de **mémoire** : les jugements humains sont définitivement et essentiellement dépendants des perceptions précédentes (apprentissages). De plus cette mémoire est à la fois **individuelle et collective** : elle résulte à la fois de l'expérience personnelle individuelle et de son inscription dans des valeurs (historiques) de groupe.
- Toujours à la différence des instruments de mesure physique, qui opèrent sur des **dimensions**, les représentations mentales présentent de manière incontournable, des **effets de sens** : l'esprit humain ne se contente pas de «traiter de l'information», de «mesurer» mais **d'interpréter** et de produire des **significations** qui **intègrent** en particulier des propriétés d'appartenance à une classe, propriétés éventuellement mesurables par des instruments de mesure physique mais aussi de caractéristiques hédoniques et/ou esthétiques. Ces dernières ne sont pas «en plus» de quelque chose qui serait «indépendant» mais font partie de la représentation cognitive et donc échappent aux descriptions purement «objectives» de la physique.
- Enfin, si ces expériences subjectives ne sont pas «épuisées» par la mesure physique, elles sont susceptibles, dans toutes les cultures humaines, d'être manifestées, rendues publiques et observables par des **expressions en langue** (ou plus généralement dans des **systèmes symboliques**) et d'être ainsi **collectivement partagées**. Les langues permettent donc le passage d'une expérience subjective individuelle à l'espace collectif des significations inscrites en langue et en discours, communs ou spécialisés.

Langue et discours : un accès aux catégories cognitives ?

L'analyse linguistique des productions verbales des sujets permet, dans ce cadre théorique, un accès à la diversité des représentations cognitives des phénomènes acoustiques. On a déjà vu que la langue française figeait dans deux formes lexicales différentes deux conceptualisations de ces phénomènes : les *bruits* et les *sons*. Afin d'explorer plus avant la diversité des représentations cognitives des phénomènes acoustiques, il convient donc d'inventorier plus précisément les ressources linguistiques du français et l'usage qu'en font les locuteurs. Une des conséquences de ce travail sera, en outre, d'étayer la mise en place des questionnements en situation de laboratoire, sous divers aspects : de spécifier par exemple la formulation des questions, en particulier les difficultés d'interprétation des grilles ou différenciateurs sémantiques bien souvent utilisés dans les jugements en acoustique sans toutefois que leur sémantique ne soit clairement spécifiée. Ou encore de préciser, dans les limites des questionnements analytiques, le fonctionnement de variables isolées de leur contexte ordinaire et par là même spécifier la validité écologique des dispositifs expérimentaux d'enregistrement et de restitution du son.

Ressources linguistiques (en français) pour décrire les phénomènes acoustiques

Les données linguistiques utilisées pour explorer les ressources du Français proviennent de différentes procédures d'élicitation : des commentaires postérieurs à la constitution de catégories de bruits effectivement **perçus**, des corpus de définitions des mots «**bruits**» et «**son**» recueillis à partir de questionnaires, et en l'absence de stimulation (référant donc aux représentations en **mémoire** des sujets interrogés (cf. David, 1997 ; voir également Vogel, 1999 ; Mzali, 2002, et Guastavino, 2003) pour une comparaison de ces diverses procédures). Un des principaux résultats est que, de manière différente du vocabulaire des sensations visuelles et en particulier du vocabulaire des couleurs, on ne trouve que peu de mots simples qui soient produits de manière **consensuelle**. Que ce soit dans les épreuves de tri, comme dans les productions de définitions, les sujets utilisent des formes linguistiques complexes (mots complexes, constructions polylexicales ou même énoncés complets) pour décrire les catégories et concepts acoustiques. La grande variété des procédés linguistiques ainsi mis en œuvre conforte l'idée d'une diversité de conceptualisation des phénomènes acoustiques, et en particulier du contraste entre les bruits et les sons.

Pour désigner de ce qui est dénommé «**bruit**», les sujets utilisent :

- (a) des **noms** référant à divers types de sources (*porte, circulation, voitures,...*) dans une construction syntaxique semblable à celle que nous avons observée pour la dénomination des odeurs, **N de N**, où le nom-tête est un terme générique («*bruit, sirène, alarme*»), et le second N est un syntagme prépositionnel référant à une source (*...de voiture, ... de pompier*).
- (b) des **nominalisations déverbaux** (noms suffixés construits sur des verbes) de deux types :

- des suffixations régulières et fréquentes en *-ment*: «*claquement*», «*craquement*», «*frottement*», «*grincement*», «*roulement*». Cette suffixation sur la base verbale réfère à l'action mécanique sur (ou d'un) objet, «*claquer*», «*craquer*», «*frotter*», «*grincer*», et la source apparaît alors en complément de N ou comme sujet grammatical du verbe, comme dans «*claquement de porte*», «*grincement de frein*». Le verbe réfère au mode de production du bruit.

- des suffixations plus rares en *-age*: «*démarrage de bus*», «*freinage de voiture*» dont l'interprétation psycholinguistique n'est pas encore élucidée,

- (c) des **adjectifs déverbaux** (adjectifs construits sur une racine verbale): «*plaisant*», «*insupportable*», «*gênant*» etc., qui réfèrent le plus souvent à une valeur «hédonique», et confortant l'hypothèse selon laquelle les bruits, tout comme les odeurs, sont conceptualisés comme des **effets** d'un événement du monde sur les sujets.

- (d) des **syntagmes prépositionnels**, référant principalement au développement du bruit dans le temps (sans variation de volume), ou des formes complexes avec de multiples compléments dénotant des lieux, des contextes, comme déjà mentionné dans l'exemple «à la Bastille le samedi soir» (Maffiolo, 1999).

- (e) des propositions **relatives** attachées à la source N comme dans «*le bruit d'un verre qui casse*», «*le bruit d'une porte qui claque*».

Pour référer aux phénomènes acoustiques comme **sons** la forme linguistique la plus massivement utilisée est **l'adjectif**,

- soit une forme adjectivale simple, constitué comme terme des sciences physiques (hautes ou basses fréquences, intensité, continuité ...),

- soit des adjectifs dénominaux (construits sur des noms) (*bruyant*), ou déverbaux (construits sur des verbes comme *plaisant*).

Le différentiel sémantique revisité

La prise en compte de cette grande diversité de procédés linguistiques utilisés pour décrire les bruits et les sons, et leur étroite interdépendance avec les constructions cognitives que suscitent les stimulations acoustiques, conduit également à questionner l'efficacité de la technique du différenciateur sémantique largement utilisé dans l'évaluation subjective des bruits complexes de l'environnement (Anderson *et al* 1983 ; Bjork 1985 ; Viollon *et al* 2002). Cet instrument de «mesure» du subjectif devrait être utilisé avec précaution.

Raimbault (2002) en particulier, a montré que les sujets manifestent de larges désaccords dans leurs jugements sur ce type d'échelles, non seulement sur la valeur numérique qu'ils assignent dans leurs jugements mais principalement dans la signification qu'ils attribuent aux mots donnés à chaque extrémité de la (supposée) «dimension» représentée par l'échelle. De fait, lorsqu'il leur est demandé d'explicitier leur réponse, les sujets peuvent attribuer des significations diverses aux pôles de l'échelle mais surtout à sa valeur médiane. Celle-ci peut en effet être décrite au travers des expressions comme «*entre les deux*» mais aussi «*ça dépend*», «*les*

deux» et «l'un ou l'autre», selon les échelles verbales ou les individus. Si, d'un point de vue linguistique, la polysémie est un phénomène tout à fait normal et régulier dans l'usage de la langue, il l'est *a fortiori* dans le cas où les sujets sont amenés à communiquer sur des objets non standardisés, pour lesquels le consensus dans la dénomination n'a pas été établi (comme c'est le cas pour les ambiances urbaines, à la différence du vocabulaire des couleurs largement surappris). La seule signification consensuelle établie est celle requise par le discours scientifique de la physique dans lequel la fixation sémantique de la terminologie est, comme pour toute science, une exigence de rigueur conceptuelle.

De plus, dans la mesure où les recherches sur la catégorisation ont montré que les structures des catégories acoustiques intègrent des propriétés de nature hétérogène dont les corrélats fondent la signification de la catégorie, on peut s'interroger sur l'usage générique d'une même échelle pour tout type de stimulus. Ainsi, de l'intensité par exemple, pour laquelle les recherches de Maffiolo (1999) et de Guastavino (2003, soumis) ont montré que la «dimensionnalité» de ce critère de catégorisation variait en fonction des types de bruits. De même, Raimbault (2000) a montré, à partir d'une analyse fine des réponses au différenciateur sémantique, que la valeur de l'intensité ne peut être notée de manière absolue mais dépend du **type de source et de la valeur d'intensité attendue pour ce type de bruit**, qui dépend en grande partie de la signification de l'activité produisant le bruit et de sa valorisation sociale. (voir sur ce point également UK project RUROS (Yang & Kang, 2001, cité par Lercher & Schulte-Fortkamp, 2003, et Guastavino et al. sous presse, Raimbault et al 2003). Par exemple, la «même» valeur donnée en dB peut être considérée comme «normale», désagréable, voire même insoutenable, selon le type de bruit et la signification qui lui est donnée, selon que les sujets produisent ou subissent le bruit⁴.

La même argumentation peut être tenue pour les échelles d'agrément (voir aussi Poitevineau, 2000), et plus généralement pour la plupart des échelles qui peuvent difficilement être considérées comme monodimensionnelles (notamment les échelles temporelles corrélées à des notions de *continu*, *discontinu* et de *répétitif* (Raimbault, 2002, Raimbault et al 2004)). Un exemple de résultat, qui illustre la contrainte exercée par l'interprétation sémantique du bruit sur l'évaluation d'une « dimension » sonore, concerne les oppositions qui peuvent être trouvées entre les différentes catégories de bruits d'activités humaines. Ainsi les bruits suscités par les activités telles que les commerces, les marchés, sont généralement jugés moins désagréables que les bruits de circulation, et au sein de ces derniers, les bruits des transports publics (train, tram, bus) sont davantage supportés que les bruits des voitures individuelles ou des camions (comme il a été également observé

par Lercher & Schulte-Fortkamp, 2003, Guastavino & Dubois, soumis ; Guastavino & Cheminée, ce numéro et Raimbault, 2002). D'une manière générale, on peut affirmer que l'évaluation de l'exposition aux bruits de circulation dépend du jugement de valeur attribuée à la source et que dans ce cas, le trait sémantique pertinent réside dans l'opposition transport individuel (la voiture, le camion) vs collectif (le bus, le tram, le train). Il est donc illusoire de vouloir appréhender ces différences uniquement à l'aide d'indicateurs physiques. En bref, l'indicateur physique d'intensité n'acquiert de signification ou de valeur «cognitive» qu'en étroite association avec des catégories de bruits, c'est-à-dire en couplage avec des agrégats de propriétés qui définissent la catégorie.

Cet exemple suggère ainsi quelques pistes pour améliorer l'usage et la productivité du différentiel sémantique, comme de supprimer les désignations par trop ambiguës ou polysémiques, de spécifier le type de sources pour lesquelles l'échelle est à prendre en compte, de supprimer les valeurs l'échelle ou transformer les échelles verbales linéaires en échelles catégorielles en nommant chaque catégorie (ce qui entraîne par la suite des différences dans leurs traitements statistiques). Si ces mesures peuvent aider à établir un meilleur consensus entre les sujets, l'ambiguïté liée à la diversité des interprétations possibles des mots isolés demeure, en particulier pour les qualificatifs **si ce qu'ils qualifient n'est pas spécifié**. Le différentiel sémantique pourrait ainsi tirer bénéfice des analyses de discours dans lesquels ces termes sont utilisés afin de préciser leurs « registres » de fonctionnement lorsqu'ils se trouvent isolés.

Conséquences méthodologiques : contribution à la validité écologique des dispositifs expérimentaux

Outre la contribution à l'élaboration «d'instruments de mesure du subjectif», les analyses linguistiques et cognitives que nous avons développées permettent également d'évaluer et d'assurer une plus grande validité écologique aux dispositifs expérimentaux d'études en laboratoire. En effet, les expériences analytiques sont généralement fondées sur le contrôle de paramètres définis *a priori* en référence à des critères objectifs de mesure du son, c'est-à-dire en référence à une description physique des phénomènes acoustiques, dont on ne connaît ni la pertinence en regard du phénomène complexe qu'est *l'ambiance urbaine*, par exemple, ni *a fortiori* celle en relation avec les structures cognitives des sujets interrogés. Certes le sujet répond toujours quelque chose aux questions qu'on lui pose, mais la recherche en anthropologie ou en linguistique comparative de terrain atteste que, bien souvent, les réponses n'indiquent que ce en quoi les «autres» sont différents de nous-mêmes, et non pas comment ils sont en eux-mêmes. Y compris dans notre culture, les procédures expérimentales qui repèrent les variations voire les «erreurs» liées à la subjectivité des personnes interrogées, évaluent en fait des décalages entre des **représentations de sens commun** élaborées dans la diversité des expériences et des finalités de l'action, et la **connaissance savante** (scientifique) des phénomènes. On mesure ainsi bien souvent davantage le degré d'appropriation des connaissances scientifiques

4- D'autres exemples tout aussi significatifs peuvent être trouvés dans les recherches sur la qualité sonore des jardins publics de Paris (Maffiolo, et al. 1999) où les jugements des mères ou des autres usagers des jardins concernant les bruits des enfants s'avèrent contrastés, ou encore, dans les observations faites par Mzali (2002) concernant les téléphones portables à bord des trains.

que les structures cognitives spécifiques que les sujets ont construit dans leur expérience quotidienne des phénomènes acoustiques.

Une approche qui envisage **d'abord** d'identifier les principes organisateurs des catégories expérientielles du sujet augmente ainsi les chances de concevoir des protocoles expérimentaux «écologiquement valides» (voir Dubois et al. 1997 ; Dubois & Resche-Rigon, 1997). Une application aux environnements urbains a déjà été réalisée en particulier dans le travail de Guastavino, déjà rapporté par ailleurs, et concerne tant les conditions d'enregistrement (cf. Vogel, 1997) et celles de la restitution, que la procédure même dans laquelle sont impliqués les sujets (Guastavino & Cheminée, 2003 ; 2004 ; Guastavino & Katz, 2004 ; Guastavino, Katz, Polack, Levitin & Dubois, sous presse). Il a en particulier été montré que l'étude des basses fréquences caractéristiques du «drone urbain» requiert la restitution d'un sentiment d'immersion caractéristique de l'effet cognitif produit par ce type de stimulations.

Si on généralise ce type de résultats, on est conduit à suggérer que les protocoles expérimentaux doivent être adaptés à la visée de l'étude, et aux propriétés des stimulations pertinentes du point de vue cognitif (Vogel & al., 1997 ; Guastavino & Cheminée, 2003 ; 2004 ; Guastavino et al., sous presse), c'est-à-dire en référence aux processus cognitifs régulièrement en jeu dans l'activité «normale», «spontanée» ou clairement spécifiée des sujets.

Vers un paradigme alternatif ? une sémioacoustique ?

Catégories d'ambiances urbaines comme catégories sémantiques

Pour résumer, les recherches présentées ici indiquent comment les citoyens catégorisent les ambiances sonores urbaines, sur la base de l'identification des propriétés sémantiques qu'ils identifient dans les stimulations sensorielles (acoustiques) et qu'ils imputent à une situation, un événement dont ils ont précédemment fait l'expérience. La gêne est en effet 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. En conséquence, il est illusoire de pouvoir réduire la description du concept même de gêne ou de nuisance sonore à des indicateurs exclusivement quantitatifs exprimés dans le cadre d'une seule théorie physique du son, ces indicateurs fussent-ils complexes, intégrés, globaux, sophistiqués, etc. ...

Une approche pluridisciplinaire des ambiances sonores

Les conceptualisations des phénomènes sensibles se doivent donc d'être conçues comme **l'objectivation (grâce au langage comme descriptions publiques et partagées)** des représentations cognitives (individuelles

et subjectives). Les descriptions des phénomènes acoustiques données par les sciences de la nature ne sont alors **qu'une** des représentations publiques parmi d'autres que les citoyens interrogés se sont diversement appropriées et mettent différenciellement en jeu dans les expérimentations.

Lorsqu'il s'agit d'étudier les conceptualisations des sujets, telles celles qui induisent des sentiments de gêne, c'est alors aux sciences de l'humain de positionner le questionnement, les descriptions physiques n'intervenant qu'ensuite pour décrire les éléments pertinents de la stimulation traités comme indices par les sujets. Les descriptions physiques, évidemment nécessaires pour envisager des mesures correctrices, n'épuisent cependant pas la description des objets cognitifs.

Nous avons donc à poursuivre la recherche afin d'élaborer plus avant :

- une théorie des représentations cognitives (représentations hypothétiques, inobservables) relevant de la psychologie,
- une théorie linguistique descriptive des ressources que les langues dans leur diversité fournissent à leurs locuteurs pour exprimer et communiquer (rendre public) leurs expériences subjectives, relevant alors de la linguistique,
- une théorie explicite des relations entre le langage et la cognition afin de pouvoir utiliser les «données verbales» pour émettre des inférences valides sur les structures cognitives, les productions langagières des sujets étant des données publiques, observables. Ce domaine relève de la psycholinguistique et de la linguistique cognitive
- afin d'envisager des mesures correctrices pertinentes du point de vue de l'usager.

En mettant ici l'accent sur les recherches relatives à la sémantique des catégories d'ambiances urbaines, nous souhaitons simplement contribuer à combler l'écart entre les sciences humaines et les sciences physiques dans une nouvelle distribution de tâches. Cela conduit évidemment à renforcer la pluridisciplinarité davantage tournée vers les sciences cognitives à condition qu'y soient intégrées les sciences humaines et sociales.

Références bibliographiques

- Amphoux P. (1998) La notion d'ambiance : une mutation de la pensée urbaine et de la pratique architecturale. Paris : Plan Urbanisme Construction, 167.
- Augoyard J.-F. (1995) L'environnement sensible et les ambiances architecturales. *Espace Géographique* n°3, 302-318.
- Anderson LM, Mulligan BE, Goodman LS, Regen HZ. (1983) Effects of sounds on preferences of outdoor settings. *Environment and Behavior* ;15(5), 539-566.
- Augoyard, J.-F. & Torgue, H. (1995) À l'écoute de l'environnement. Répertoire des effets sonores, Marseille, Editions Parenthèses, 1995.
- Ballas, J. (1993). Common factors in the identification of an assortment of brief everyday sounds. *Journal of experimental Psychology*, 19, 250-267.
- Barron M. (1988) Subjective Study of British Symphony Concert Hall. *Acustica* 66 (1), 1-14.
- Barthélemy, J.P. (1991) in Dubois (Ed.) Sémantique et cognition. Paris : Editions du CNRS.
- Barthélemy, J.P. & Guénoche, A. (1988). Les arbres et les représentations des proximités, Masson, Paris.
- Bjork EA. (1985) The perceived quality of natural sounds. *Acustica* ;57, 185-188.
- Bregman, A. (1990) Auditory scene analysis. Cambridge : MIT Press.

Bruner, J. (1990) Acts of meaning. Cambridge : Harvard University Press.

David, S. (1997). Représentation d'objets sensoriels et marques de la personne : contrastes entre audition et olfaction, In D. Dubois (Ed.), Catégorisation et cognition: de la perception au discours. Paris: Kimé, 211-242.

Dubois, D. (1997) Catégorisation et cognition, Paris, Kimé.

Dubois, D. (2000) Categories as acts of meaning: the case in olfaction and audition. Cognitive Science Quarterly, 1. 35-68.

Gaver W. (1993) What in the World Do We Hear? An Ecological Approach to Auditory Event Perception. Ecological Psychology ;5 (1),1-29.

Grey, J.M. (1977). Multidimensionnal perceptual scaling of musical timbre. Journal of the Acoustical Society of America, 61, 1270-1277.

Grosjean M, Thibaud JP, (eds). (2001) L'espace urbain en méthodes. Marseille: Parenthèse.

Guastavino, C (2003) Etude sémantique et acoustique de la perception des basses fréquences dans l'environnement sonore urbain. Thèse Université de Paris 6.

Guastavino, C. (soumis) Structure of auditory categories: the case of environmental sounds

Guastavino, C. & Cheminée, P. (2003) Une approche psycholinguistique de la perception des basses fréquences : conceptualisation en langue, représentations cognitives et validité écologique, Psychologie française, 48 (47), 91-101 .

Guastavino, C., & Cheminée, P. (2004). À psycholinguistic approach to the ecological validity of experimental settings. The case of low frequency perception in urban context. Food quality and Preference, 15, 884-886.

Guastavino, C., & Katz, B. (2004). Perceptual evaluation of multi-dimensional spatial audio reproduction. Journal of the Acoustical Society of America, 116(4), 1105-1115.

Guastavino, C., Katz, B., Polack, J.D., Levitin, D. Dubois, D. (sous presse) Ecological validity of soundscape reproduction. Acustica.

Guénoche, A. & Garreta, L. (2001) Can we have confidence in a tree representation? Proceedings of JOBIM'2000, Lecture Notes in Computer Sciences, 2066, 43-53.

Guski, R. (1999). Measuring retrospective annoyance in field studies: prerequisites, procedures and problems. International Journal on Acoustic, 85, supplement 1, S 293.

Guyot, F. (1996). Etude de la perception sonore en termes de reconnaissance et d'appréciation qualitative : Une approche par la catégorisation. Thèse de l'Université du Maine, Le Mans..

Guyot, F., Castellengo, M. & Fabre, B. (1997). Etude de la catégorisation d'un corpus de bruits domestiques, in D. Dubois (ed.) Catégorisation et cognition. Paris : Kimé. Pp. 41-58.

Handel, S. (1989). Classification and similarity of Multidimensionnal Stimuli. Perceptual and Motor Skills, 24, 1191-1203.

Lercher P. & Schulte-Fortkamp, B. (2003) The relevance of soundscape research to the assessment of noise annoyance at the community level. Special ICBEN-Review period 1998-2003. 8th International congress on Noise as a Public Health Problem. Rotterdam.

Maffiolo, V. (1999) Caractérisation sémantique et acoustique de la qualité sonores de l'environnement urbain. Thèse Université du Maine, Le Mans. oct. 1999.

Maffiolo, V., Castellengo, M. & Dubois, D. (1998). Qualité sonore de l'environnement urbain: sémantique et intensité, Acoustique et technique, 16, 14-21.

Maffiolo, V., David, S., Dubois, D., Vogel., C., Castellengo, M. & Polack, J-D. (1997) Sound characterization of urban environment. Internoise 97. Budapest.

Maffiolo, V. et al ; (1999) La qualité acoustique des jardins publics de la ville Paris. Rapport Mairie de Paris.

Mzali, M (2002) Perception de l'ambiance sonore et évaluation du confort acoustique dans les trains. Thèse Université de Paris 6.

Mzali, M. (2000) the acoustical comfort inside trains: the passengers' point of view, Internoise congress.

Neisser U (1987) Concepts and conceptual development: ecological and intellectual factors in categorization. Cambridge: Cambridge University Press.

Plomp, R. (1999). Speech perception: ideas and concepts initiated. International Journal on Acoustics, 85, supplement 1, S 312.

Poitevineau, J. (2000) L'hédonisme est-il une dimension psychologique? Psychophysique des odeurs et des sons. Cahiers du LCPE? 4.

Poitevineau, J. (ed .) (2002) Arbres, Classes et distances... Cahiers du LCPE N°6

Raimbault M. (2002) Simulation des ambiances sonores urbaines: intégration des aspects qualitatifs (thèse). Univ. Nantes, 268.

Raimbault M. & Dubois, D.(sous presse) Experiences and knowledge for conception of urban soundscapes», accepté à Cities

Raimbault M., Lavandier C., Bérengier M., (2003) "Sound ambient assessments of urban environments", Applied Acoustics 64, 1241-1256.

Raimbault M., Lavandier C., Cremezi-Charlet C., Walker E., (2004) "Situations de multi-exposition aux bruits routier et ferroviaire : quelles pistes de recherche pour de nouveaux indicateurs ?", Acoustique & Techniques 37, 22-27. Rosch, E. (1978) Principles of categorization in E. Rosch & B. Lloyd (Eds.) Cognition and categorization,. Erlbaum, Hillsdale.

Shafer, M. (1969) The new soundscape. Vienna: Universal Edition.

Schomer, P.D. (2003) Does the Soundscape concept have real utility, Internoise 2003, 2825-2826.

Schulte-Fortkamp B. (2002) The meaning of annoyance in relation to the quality of acoustic environments. Noise and Health, 4, 13-28

Schulte-Fortkamp B, Nitsch W (1999). On Soundscapes and Their Meaning Regarding Noise Annoyance. In: Proceedings Internoise 99, Fort Lauderdale, FL, USA: Vol 3 pp 1387-1390.

Straus, E. (1935) Du sens des sens (French ed. Million : 2000)

Truax, B. (1978) The handbook of acoustical ecology. Vancouver: A.R.C. Publications.

Vanderveer, N.J. (1979). Ecological acoustics: human perception of environment sounds. Diss. Abstr. Internat., 40, 4543 (University Microfilms N° 8004002).

Vogel, C ; (1999) Etude sémiotique et acoustique de l'identification des signaux d'avertissement en contexte urbain. Thèse Université de Paris VI.

Vogel, C., Maffiolo, V., Polack, J-D. & Castellengo, M. (1997) Validation subjective de la prise de son en extérieur, Congrès français d'acoustique 97, Marseille. 307-310.

Viollon S, Lavandier C, Drake C. (2002) Influence of visual setting on sound ratings in an urban environment, Applied Acoustics 63, 493-511.

Warren, W.H. & Verbrugge, R.R. (1984). Auditory perception of Breaking and Bouncing Events: A case study in ecological Acoustics. Journal of experimental Psychology: Human Perception and Performance, 10, 704-710.

