



HAL
open science

A l'écoute d'une ville. Signaux sonores de Bordeaux : aspect du confort urbain

Catherine Sémidor

► **To cite this version:**

Catherine Sémidor. A l'écoute d'une ville. Signaux sonores de Bordeaux : aspect du confort urbain. [Rapport de recherche] 0974/98, Equipe de recherche interdisciplinaire sur l'acoustique et le confort en architecture et urbanisme (ERIAC); Ecole Nationale Supérieure d'Architecture et de Paysage de Bordeaux; Bureau de la recherche architecturale (BRA). 1997, pp. 38. <hal-03102195>

HAL Id: hal-03102195

<https://hal.science/hal-03102195v1>

Submitted on 7 Jan 2021

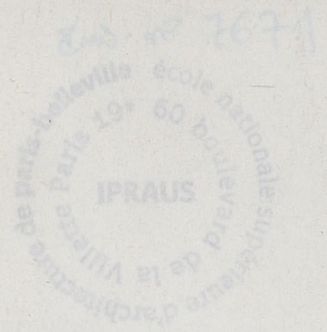
HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

974



Sommaire

Description du projet	Projet de recherche PIR-Villes	p 3
1 Introduction	Rapport final	p 4
2 Caractérisation des bruits urbains et mesures in situ		p 5
3 Méthodes de mesure : cartographies et relevés		p 9
4 Les nuisances sonores des citadins		p 14

**A l'écoute d'une ville. Signaux sonores de Bordeaux.
Aspect du confort urbain**

ERAC

Equipe de Recherche Interdisciplinaire sur l'Acoustique et le Confort en architecture et urbanisme

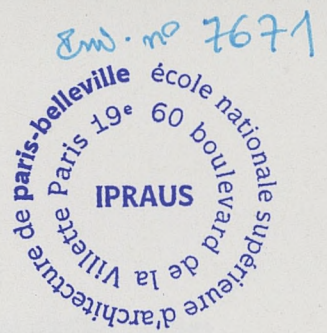
Responsable scientifique : C.SEMIDOR / tel : 05 57 35 11 59 / e-mail : catherine.semidor@bordeaux.archi.fr

Ecole d'architecture et de paysage de Bordeaux

Domaine de Raba - 33405 Talence

novembre 1997

CORDA 974



Descriptif du projet

Sommaire

Le projet intitulé :

A l'écoute des bruits urbains de Bordeaux. Aspect du confort urbain p 3

Il a fait l'objet d'un maati-financement de la part :

I Introduction p 4

• du Bureau de la Recherche Architecturale,

• du CNRS - PIR-Villes, Villes et habitats,

II Caractérisation des bruits urbains et mesures in situ p 5

• de la Région Aquitaine,

III Espace urbain : cartographies et relevés p 9

IV Enquêtes auprès des citoyens p 14

• IERLAC (équipe de recherche interdisciplinaire sur l'acoustique et le confort en

• IURA CNRS 1652/DGCB/ENIPE

V Exemple de faisabilité p 18

de recherche pour l'ENTPE.

VI Conclusion et développement p 36

Les travaux de ce projet ont été réalisés en collaboration avec les Sciences pour l'Architecture (acoustique), les Sciences humaines et sociales et les Sciences de la conception (espace urbain).

Il a donné lieu à deux publications lors de congrès :

• "Reconnaissance et perception de l'espace urbain à travers l'écoute de relevés sonores in situ" au séminaire *Les Sciences Humaines et Sociales face au Projet Urbain* en février 1997 à Marseille

• "Qualification de l'identité sonore de tissus urbains" au 4ème Congrès Français d'Acoustique de Marseille en avril 1997

Il a fait l'objet d'une proposition de communication lors du prochain International Congress of Acoustics qui doit se tenir à Seattle en juin 1998.

Descriptif du projet

Le projet intitulé : *recherche proposé au PIR-Villes dans le cadre de l'appel d'offre "Villes sensibles" donnait un petit historique de la modification de la sensibilité à l'environnement*

A l'écoute d'une ville. Signaux sonores de Bordeaux. Aspect du confort urbain.

Il était noté comment dans les mentalités on était passé de l'unique notion de gêne, à celle de paysage sonore marquant la qualité d'un lieu.

a fait l'objet d'un multi-financement de la part :

- du Bureau de la Recherche Architecturale,
- du CNRS - PIR-Villes, Villes sensibles,
- de la Mission Bruit,
- de la Région Aquitaine,

Il implique la collaboration de deux équipes de recherche :

- l'ERAC (équipe de recherche interdisciplinaire sur l'acoustique et le confort en architecture et urbanisme) de l'école d'architecture et de paysage de Bordeaux
- l'URA CNRS 1652 /DGCB/ ENTPE

sous la responsabilité scientifique de C.Sémidor, MAI pour l'ERAC et J.Beaumont, directeur de recherche pour l'ENTPE.

Les disciplines concernées par cette étude sont les Sciences pour l'ingénieur (acoustique), les Sciences humaines et sociales et les Sciences de la conception (espace urbain).

Il a donné lieu à deux publications lors de congrès :

- "Reconnaissance et perception de l'espace urbain à travers l'écoute de relevés sonores in situ" au séminaire *Les Sciences Humaines et Sociales face au Projet Urbain* en février 1997 à Marseille
- "Qualification de l'identité sonore de tissus urbains" au 4ème Congrès Français d'Acoustique de Marseille en avril 1997

Il a fait l'objet d'une proposition de communication lors du prochain International Congress of Acoustics qui doit se tenir à Seattle en juin 1998.

I Introduction

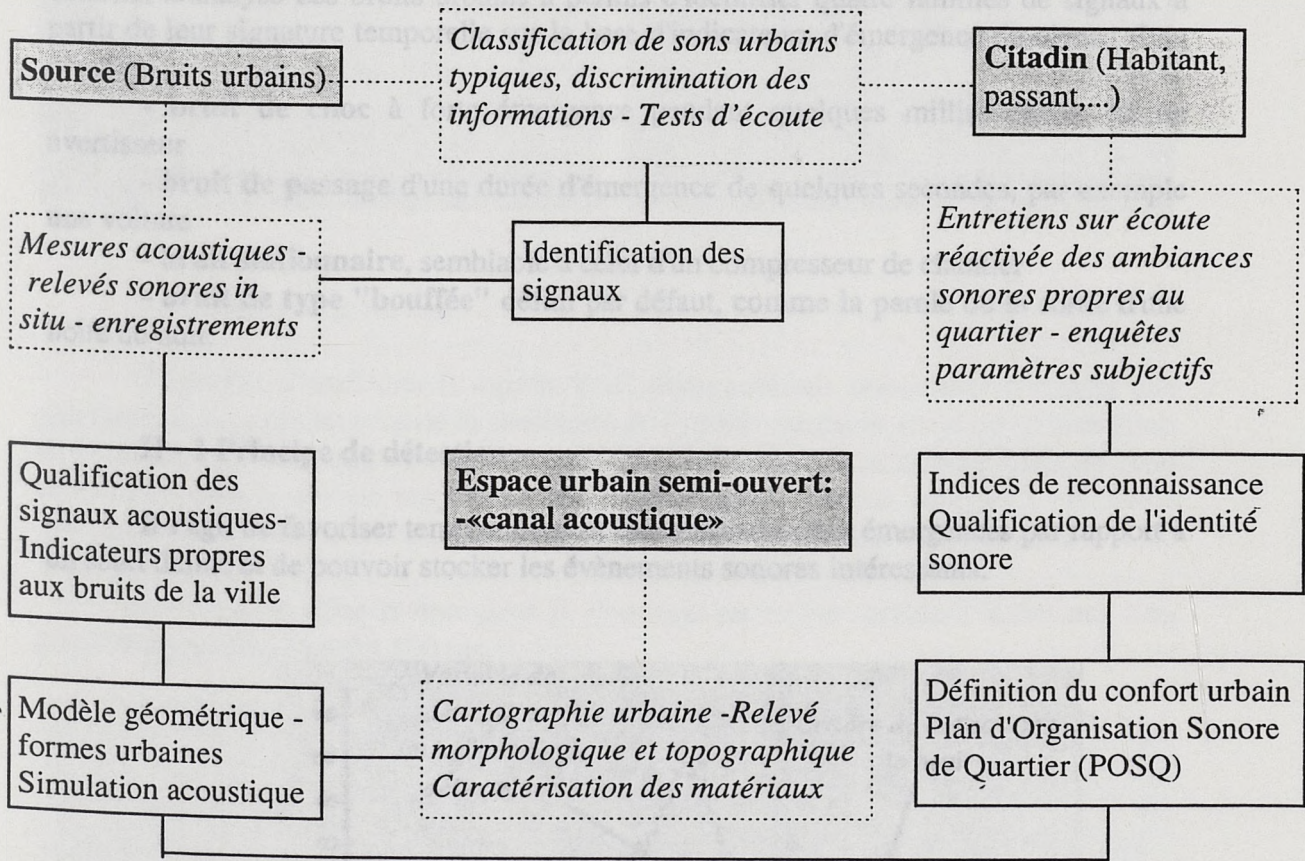
Le projet de recherche proposé au PIR-Villes dans le cadre de l'appel d'offre "Villes sensibles" donnait un petit historique de la modification de la sensibilité à l'environnement sonore et de l'évolution de la nature des bruits urbains.

Il était noté comment dans les mentalités on était passé de l'unique notion de gêne, due en grande partie aux problèmes liés aux bruits des transports, à celle de paysage sonore marquant la qualité d'un lieu.

L'objectif est donc de lutter contre les bruits inutiles, de développer et de sauvegarder un environnement acoustique stimulant, varié et maîtrisé qui caractérise le confort urbain.

Pour ce faire il s'agit de donner au concepteur des espaces urbains des outils opératoires à partir de la qualification de l'identité sonore d'une ville.

On peut résumer l'ensemble du processus par l'organigramme suivant:



Par la suite nous précisons l'ensemble des méthodologies utilisées pour chacune des approches (source, espace, citadin) et comment leur mise en synergie permet à travers une démarche systémique de rédiger un POSQ prenant en compte l'énergie, la localisation et la sensibilité de la population.

II Caractérisation des bruits urbains et mesures in situ

La réalisation de cette partie de notre étude a été confiée à l'ENTPE qui a assuré la mise au point d'un système de détection automatique des bruits urbains émergeant du bruit de fond.

Un signal acoustique est entièrement défini dans le plan temps-fréquence, mais ce type d'analyse nécessite des techniques de traitement de signal sophistiquées, incompatibles avec les contraintes que nous nous sommes fixées à savoir mobilité et portabilité des moyens de mesure.

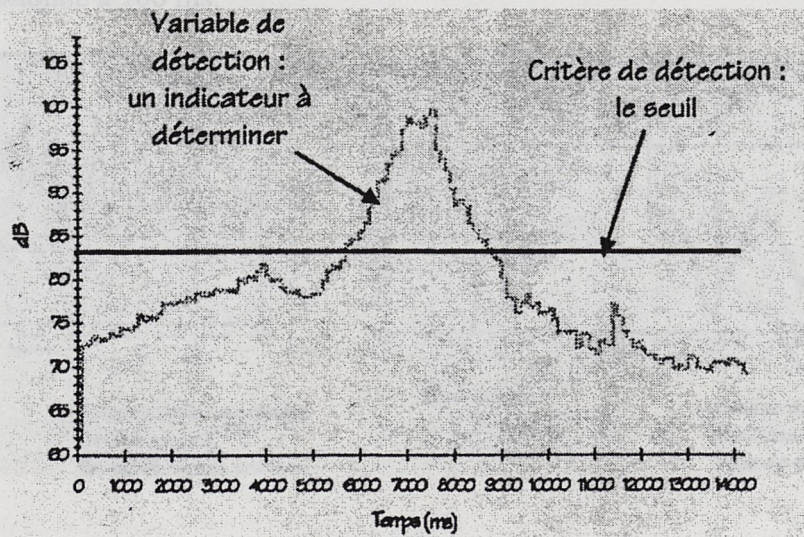
Le principe retenu consiste en une détection restreinte au domaine temporel, en temps réel, sensible aux bruits émergents du bruit de fond ou plus exactement d'un seuil, fixé de façon automatique. Le signal sera alors enregistré de façon exhaustive sous forme d'un fichier "wave" et stocké.

Le processus développé autorise la reconnaissance de signaux sonores sur site avec possibilité de réécoute audio si une émergence a été repérée lors de la détection en continu. L'analyse des bruits urbains a permis d'identifier quatre familles de signaux à partir de leur signature temporelle sur la base d'indicateurs d'émergence de niveau (Leq court) :

- **bruit de choc** à forte émergence pendant quelques millisecondes, tel un avertisseur
- **bruit de passage** d'une durée d'émergence de quelques secondes, par exemple une voiture
- **bruit stationnaire**, semblable à celui d'un compresseur de chantier
- **bruit de type "bouffée"** défini par défaut, comme la parole ou la sortie d'une boîte de nuit.

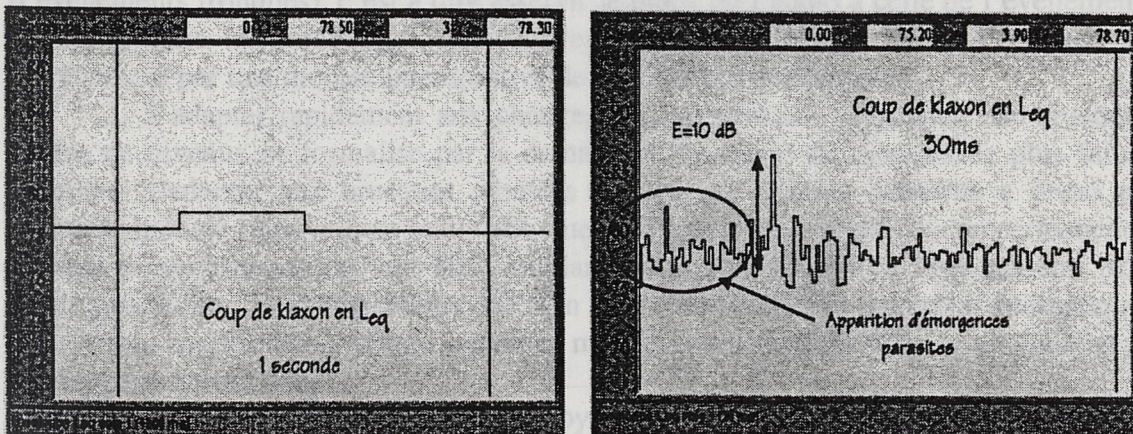
II - 1 Principe de détection

Il s'agit de favoriser temporellement l'identification des émergences par rapport à un seuil donné et de pouvoir stocker les événements sonores intéressants.



Le choix d'un indicateur qui reste significatif dans un bruit ambiant perturbé et qui conserve l'information, tout en évitant les fausses "alarmes", est nécessaire. La notion du niveau énergétique, dont l'évolution temporelle est lissée par l'intégration, devient alors intéressante, avec une durée d'intégration adaptée à la durée d'apparition de la source. Nous avons retenu le Leq court inférieur à la seconde.

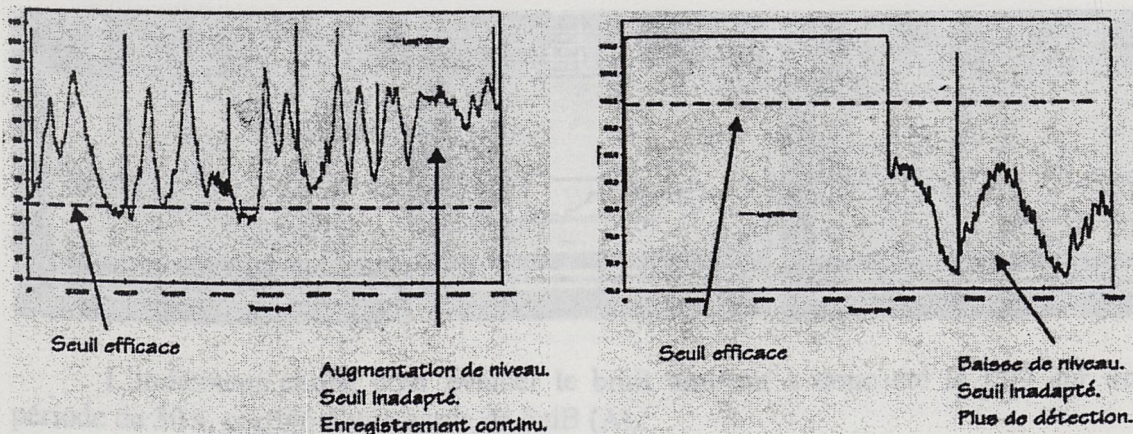
La durée d'intégration à utiliser relève du compromis à choisir entre trop long ou trop court comme le montrent les figures suivantes. La typologie physique des bruits urbains nous a conduit à choisir Leq 100 ms, compte tenu du peu d'intérêt des événements ayant une durée d'apparition inférieure à 30 ms.



II - 2 Indicateur retenu

Un moyen d'améliorer le rapport bruit émergent/bruit ambiant est d'utiliser une pondération, non pas au sens de la sensibilité de l'oreille humaine, mais comme un filtre du bruit de fond ambiant. Le dB (A) s'est avéré être le mieux adapté au bruit de fond urbain ; en effet le spectre moyen de plus de 200 enregistrements analysés s'est révélé très proche de la courbe isosonique 40, courbe à partir de laquelle la pondération A a été calculée.

Nous avons donc retenu pour la détection en milieu urbain l'indicateur Leq pondéré A, échantillonné à 100 ms.



II - 3 Cahier des charges

La nature du seuil retenu est également primordiale : seuil fixe ou seuil variable. Imposer un seuil fixe ne permet pas de s'adapter aux brusques changements de situation, comme le montrent les figures précédentes. C'est donc un seuil évoluant au cours du temps que nous avons choisi, appelé indicateur de détection.

Les propriétés de l'indicateur de détection idéal sont à notre sens :

1. Etre calé sur ce qu'on appelle communément le bruit de fond afin de déclencher le système dès l'apparition d'une émergence.

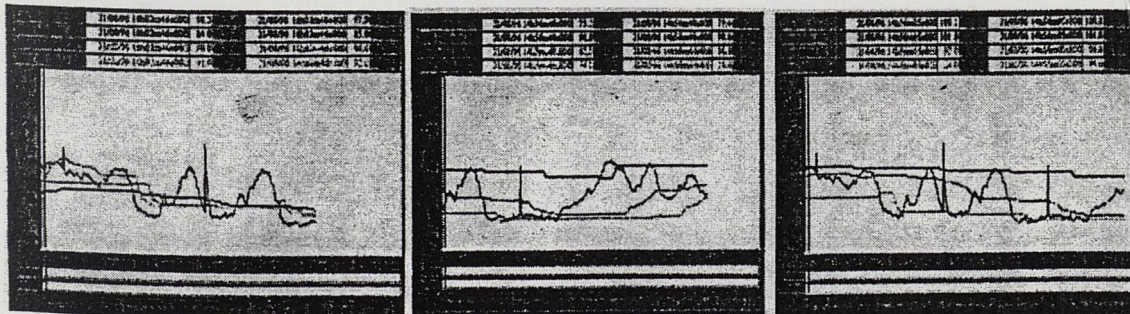
2. Permettre un enregistrement pertinent de l'information (éviter les audios d'événements tronqués), c'est à dire asservir la durée de l'audio à celle de l'événement. Il faudra donc une croissance raisonnable de l'indicateur pour éviter l'écrêtage de l'événement par une montée intempestive de l'indicateur de détection.

3. S'adapter rapidement aux changements de niveaux. S'adapter aux brusques chutes de niveaux se formalise par la demande d'un temps de descente le plus faible possible. S'adapter aux brusques montées de niveaux sonores nécessite a priori un temps de montée relativement faible afin que le système n'enregistre pas en permanence lorsque la perturbation devient bruit ambiant. Mais cette inertie ne doit pas être trop faible pour éviter les aveuglements dus à un bruit très court mais fortement énergétique. Nous avons recherché un temps de montée moyen. Les caractéristiques de cet indicateur de détection seront donc :

- ♦ Un temps d'inertie moyen (élévation de niveau).
- ♦ Un temps de relaxation le plus faible possible (chute de niveau).

Dans cette logique, la notion de niveau statique L99 (niveau dépassé pendant 99% du temps d'observation) paraît intéressante, associée à une méthode de calcul basée sur des valeurs Leq (100 ms). L'idée retenue est alors de calculer sur une période constante mais glissante l'indice statistique à chaque valeur acquise (Leq 100 ms), de mettre à jour les classes de contribution, et de calculer une nouvelle valeur de seuil tous les 100 ms.

En fait, le comportement des indices statistiques a orienté notre choix vers le L99. Les figures suivantes mettent en évidence trois règles qui justifient à nos yeux le choix du L99 comme indicateur de détection avec un temps de réaction à la descente rapide, et un temps de montée plus amorti.

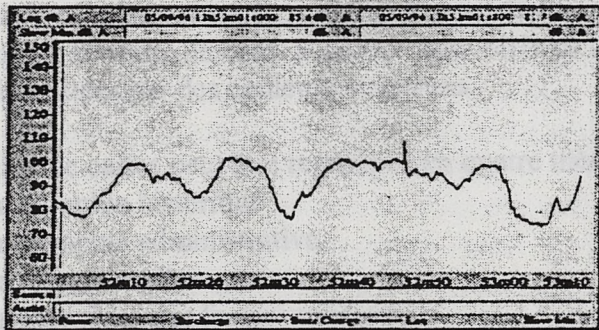


L'indicateur choisi pour évaluer le bruit ambiant a donc été le L99 sur une période de 30 s, corrigé d'une garde de 5 dB (A).

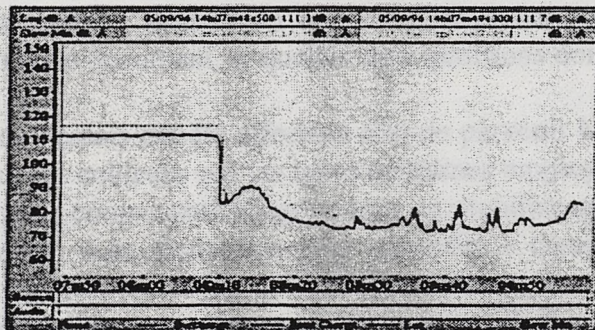
II - 4 Résultats

La validation très encourageante a été réalisée à partir d'une base de données correspondant à 7 heures d'enregistrements de bruits urbains en situation variées (calmes, fortement perturbées) :

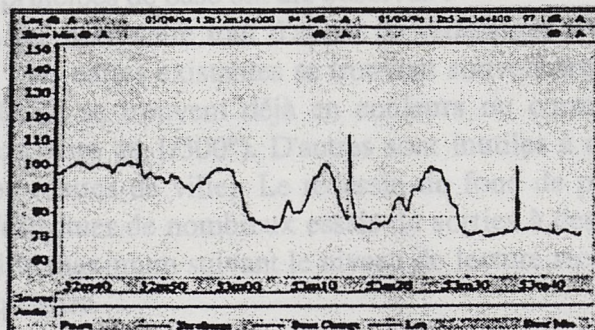
- ♦ Les résultats permettent de détecter 97 % des événements émergents.
- ♦ Les événements sont souvent discriminés les uns des autres. Les audios obtenus sont pertinents.



- ♦ Le système est capable de s'adapter rapidement à un changement de situation sonore.



- ♦ Le système n'est pas aveuglé par des bruits courts mais très énergétiques (qu'il détecte) et reste efficace par la suite.



Le (faible) pourcentage d'erreurs obtenu lors de la validation peut être éliminé en allongeant la durée de calcul à 600 valeurs pour un bruit de passage long.

III Espace urbain : cartographies et relevés

Ici se pose à la fois le problème de l'échelle du site sur lequel on veut intervenir et celui de la matérialisation de l'espace dans ses trois dimensions. Nous avons donc été amenés à travailler d'une part sur des documents cadastraux et d'autre part sur les sites afin d'analyser le tissu urbain.

III - 1 Méthodes cartographiques globales

Les informations urbaines sur le site d'étude sont établies à partir du plan général de la ville concernée à l'échelle environ $1/25000^{\circ}$, une série de zonages cartographiques à l'aide de zones délimitées par des couleurs ou trames.

Cet ensemble de cartes peut être regroupée en quatre thèmes :

- Cartographie historique
- Cartographie administrative
- Cartographies d'usage
- Cartographies des formes urbaines

Il est évident que certaines de ces répartitions peuvent être très proches les unes des autres ; une sélection des cartographies les plus pertinentes doit être faite durant les premiers tests de la méthode. Durant la première mise en œuvre du projet toutes ces cartographies sont testées ; la mise en forme des résultats également : quelles cartes représenter sur le même document, et quelles superpositions doivent être faites...

De nombreux essais ont été effectués afin de parvenir à la représentation la plus souhaitable tant sur les couleurs que les types de trames employées leurs superpositions. Dans un diagramme la composante géographique ne mobilise qu'une seule dimension du plan l'autre dimension reste disponible pour transcrire n caractères. Dans une carte la composante XY construit un réseau qui mobilise tout le plan. Mais la dimension Y du plan n'est plus disponible pour séparer les caractères. Il faut donc choisir entre deux solutions : soit construire une carte par caractère, soit superposer tous les caractères sur une même carte. C'est ce à quoi nous nous sommes attachés dans un premier temps.

Quelques principes de base ont été observés :

- Il a été nécessaire tout d'abord de redessiner les fond de plans pour les raisons suivantes : les cartes existantes se trouvent souvent trop chargées d'information (ex cartes du P.O.S), se trouvent déjà en couleurs ou correspondent à des échelles inutilisables (ex cadastre au $1/500^{\circ}$). D'autres sont inutiles à cause de l'imprécision de leur représentation (cartes de ville). Le redessin du fond de plan à l'aide d'un système DAO a permis d'effectuer de nombreux essais de sorties à des échelles différentes afin d'obtenir la lisibilité maximum suivant le niveau de lecture recherché, du détail à la vue d'ensemble d'un quartier.

- Afin de représenter un ordre de valeur ou une quantité en Z, il faut par exemple aller du blanc au noir, ou utiliser une variation du clair au foncé, ou une variation de taille du petit au grand. L'ordre de variation visuelle doit correspondre à l'ordre de la composante. Les plans doivent fournir une réponse instantanée, lisible sans

recourir forcément à une légende complexe ; en ce qui concerne l'utilisation de la couleur, il faut savoir que les couleurs ne sont pas visuellement ordonnées et peuvent difficilement servir à hiérarchiser des informations selon des valeurs.

Cartographie historique

- développement de la ville : du noyau ancien vers la périphérie plus récente: il s'agit de comprendre le développement de la ville dans le temps et sa répartition géographique, et notamment de percevoir les secteurs ayant pu conserver des caractères très anciens par leur forme ou leur fonction, par exemple une ruelle pavée à vocation artisanale.

- les zones frontières : ancien cours d'eau, voies historiques, remparts...: déterminer les ruptures et continuités dans le tissu urbain qui peuvent avoir une influence sur l'identité acoustique de la ville et définir des quartiers acoustiques,

- les quartiers intacts à développement normal : pouvant présenter une continuité acoustique interne et les uns vis à vis des autres, créant une certaine harmonie,

- les zones transformées par des bouleversements profonds : zones en rupture avec un quartier avoisinant, rupture pouvant générer des conflits,

- les quartiers à développement récent : zones en expansion à partir de parties vierges, en périphérie ou non (grands ensembles résidentiels, commerciaux, lotissements...). Ces zones seront intéressantes par leur caractère acoustiquement spécifique et n'ayant que peu de relation avec le tissu acoustique historique.

Cartographie administrative

- arrondissements : délimiter les arrondissements administratifs afin de pouvoir les comparer aux "quartiers" vécus par les habitants

- quartiers : délimiter les quartiers vécus par les habitants. Cette phase en liaison avec les arrondissements ne peut se faire qu'après des entretiens d'ordre général avec quelques habitants ou responsables locaux ou représentants du maître d'ouvrage de l'étude afin de connaître l'existence de ces secteurs, leur nomination ainsi que leur délimitation générale

- plan d'occupation du sol : répertorier les zones bruits définies au POS que l'on confrontera avec l'occupation actuelle de ces zones ce qui peut être générateur de problèmes

Cartographie d'usage

Il s'agit de faire une répartition en fonction de la destination globale de chaque zone. Cette répartition a une influence directe sur l'identité acoustique générale, et permet de cerner des secteurs en opposition où plusieurs typologies voisinent ou des secteurs mixtes où plusieurs typologies se mélangent

Cette distribution peut s'effectuer de la manière suivante

- zones à usage commercial en périphérie
- zones à usage commercial en centre ville, piétonne ou non
- zone essentiellement résidentielle
- zone "artisanale" ou industrielle
- zone essentiellement tertiaire

III - 2 Formes urbaines, présentation et typologie

Cartographie des formes urbaines

- épannelage moyen des constructions : une hauteur importante du bâti provoquera une hausse de niveau sonore dans la rue. Mais il faut également considérer que les habitants des étages supérieurs sont moins gênés par le bruit de circulation provenant de la rue qui les dessert. Ils pourront par contre être exposés à des nuisances provenant de l'arrière du tissu urbain.

- type du bâti ancien/neuf : on peut penser que le comportement du son sera différent sur une façade récente : forme des balcons, corniches,... différence de surface (à priori plus réfléchissante car moins érodée, moins salie, plus lisse), et par le type même de matériaux utilisés (plus de verre, de plaquage de pierre,...)

- densité du bâti : un tissu plus ou moins dense provoque une différence de niveau sonore par le nombre de réflexions, plus ou moins d'échappées pour les ondes du fait de la présence ou non de percées, et cela associé avec la hauteur des bâtiments

- repérage de formes urbaines (forme des places, présence de passages couverts, venelles,...)

- repérage des matériaux de façades cela afin de prendre en compte leur caractère plus ou moins absorbant

- repérage du degré de diffraction des façades en fonction de la présence de moulures, de balcons ouvragés, corniches,....

- repérage du rapport murs/ouvertures : les ouvertures essentiellement composées de vitrages donneront une ambiance plus réverbérante au niveau de la rue.

Le but principal de ces cartographies successives est de faire, par recoupements et superpositions à définir, un bilan général, une première approche des caractères acoustiques de la ville, une sélection sur certains quartiers sensibles à traiter.

Une analyse plus précise devra alors être faite au niveau du quartier choisi :

- usage du quartier type d'habitants,
- formes urbaines particulières.

Cette analyse doit aider à sélectionner les premiers points d'enregistrement ainsi que des sites précis où des personnes seront à interviewer.

Le but de toute cartographie sonore est nous l'avons vu, le plus souvent de déterminer des points noirs acoustiques ou des points "blancs" des manques. Tous les moyens de représentation dont nous ayons connaissance que ce soit pour représenter un Leq ou un type d'ambiance sonore, se portent toujours sur le "vide" : voies de circulation, places, îlots, sans associer à la représentation le bâti environnant, les façades, les matériaux, le type d'architecture.

Nous avons donc tenté ici d'associer le vide et le plein, le bâti et les espaces extérieurs en représentant leurs interactions. Il peut être intéressant afin de valider les représentations, de les confronter avec des relevés de niveau sonores détaillés le long d'une rue à des périodes différentes et d'évaluer le parallélisme entre les densités de trame et le niveau sonore, importance des voies de circulations et Leq. On peut alors ajuster les représentations à des niveaux équivalents (ex : échelle des trames de gris) afin de constituer une forme de référence constante.

III - 2 Formes urbaines, présentation et typologie

Nous présentons succinctement quelques typologies architecturales et les implications acoustiques qu'elles induisent :

La voie de circulation

Nous différencions la voie de la rue car nous l'envisageons ici comme élément de circulation, de déplacement motorisé qui a été classé par l'arrêté interministériel du 6 octobre 1978, les classant en quatre classes dépendantes de la largeur, du type de trafic, du débit du nombre de poids lourds etc. Pour ces types de voies, les niveaux sonores en dB(A) ont été statistiquement calculés. Il est évident qu'une voie de circulation bordée d'habitation va répondre à certains critères de la rue tel que l'échange sonore par l'intermédiaire de la façade, l'influence de la configuration géométrique, les matériaux,....

La rue

La rue est pensée ici comme lieu d'échange et de communication ; communication par mise en relation d'une entité urbaine avec une autre, passage d'un quartier à l'autre, donc espace intermédiaire entre différentes configurations urbaines et différents modes de vie ; échange par la présence d'activités diverses, coexistence des habitants, lieu de communication interpersonnelle.

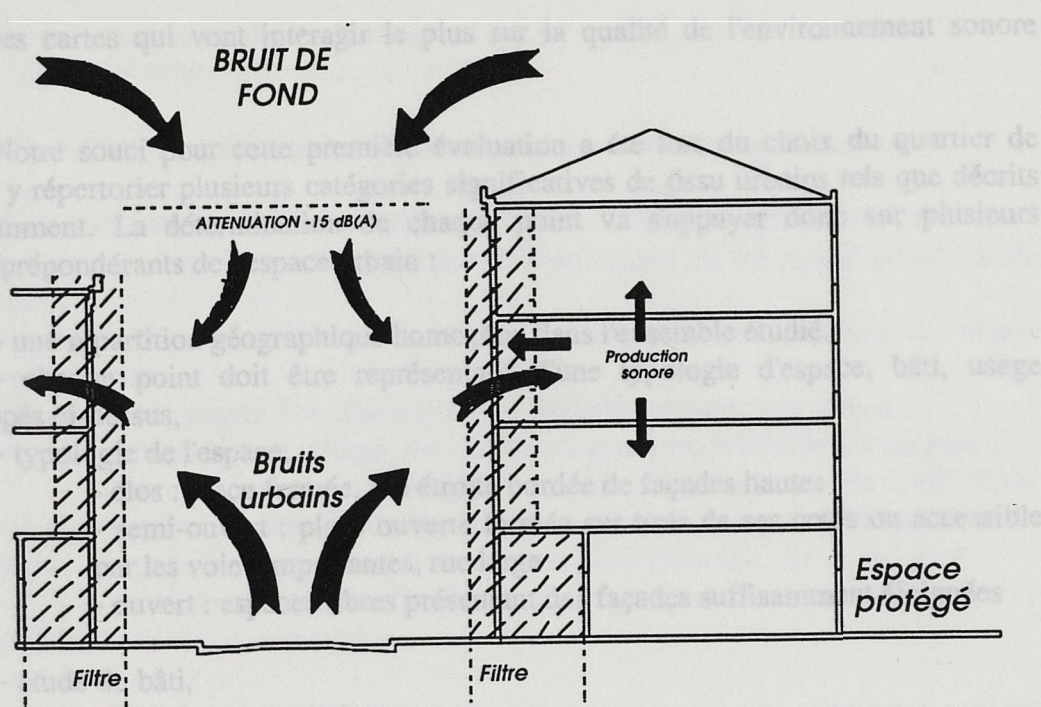
Elle est délimitée par des éléments producteurs de son : un revêtement routier, des espaces réservés aux piétons avec un revêtement particulier, deux rangées de façades véritables "interfaces", surfaces de production par l'activité se déroulant derrière la façade et de protection. Ce sont des surfaces d'échanges sonores. L'"épaisseur" de la façade représente un véritable filtre acoustique, géré par un registre architectural, modénature, balcons, matières, type d'entrée (entrée directe, porche, sas), type de fenêtres. Elle permet de moduler la pénétration sonore du bruit urbain à l'intérieur, de filtrer devant les espaces de vie et de régler le franchissement sonore entre l'intérieur et l'extérieur, transition ou rupture (voir figure page suivante).

On peut définir deux types de rues : la rue en U, délimitée par un tissu urbain continu des deux côtés ; les caractéristiques des façades notamment la réflexion sont déterminantes pour le niveau sonore. On sait également que la rue en U protège des pénétrations sonores provenant du bruit de fond urbain. Cette protection est d'environ de 15 dB(A). La propagation dans ce type de rue est inférieure à ce que prévoit les calculs théoriques 7-8 dB(A) au lieu de 6 dB(A).

La rue en L ou rue en tissu ouvert, bordée de bâti irrégulier d'un côté se rapproche en terme de propagation plutôt de la propagation en champ libre.

quartiers sensibles à traiter), les intervenants n'ayant pas a priori une connaissance suffisante du site, cette série de cartographies devra être menée sur une étendue suffisamment vaste - les points posant des problèmes n'étant pas connus a priori - sur plusieurs quartiers, une étude précise étant ensuite menée...

Nous avons dans l'expérimentation suivante effectué les cartographies sur une zone restreinte afin de valider la pertinence de ce procédé avec précision. Nous avons



L'îlot

Entité contenue entre les voies, c'est une "portion d'espace attenante au lieu d'émission du bruit, mais séparée de cette zone d'émission par une digue qui crée une rupture dans la propagation des sons". Ce "rempart" va avoir pour effet de protéger des espaces privés ou non situés en son cœur : cour, jardin. On peut dire qu'un îlot est également une entité sonore productrice d'une ambiance sonore caractéristique propre par les activités, les habitudes et relations entre les habitants, la manière d'utiliser l'espace ouvert intérieur. Au même titre que pour la rue l'"épaisseur" de l'enveloppe de l'îlot est importante pour l'atténuation, la gestion du bruit urbain, et la création de séquences urbaines ; c'est "un monde sonore qui a sa perméabilité propre, un espace-tampon qui n'a pas la brutalité d'une frontière, mais qui possède une vertu de progressivité".

III - 3 L'approche du quartier et choix des points d'étude

Ce premier test de la méthode sur un site précis, nous a conduit à effectuer un approche particulière des représentations graphiques. Dans le cas d'une étude en situation réelle (ex. commande d'une collectivité locale souhaitant délimiter certains quartiers sensibles à traiter), les intervenants n'ayant pas a priori une connaissance suffisante du site, cette série de cartographies devra être menée sur une étendue suffisamment vaste - les points posant des problèmes n'étant pas connus a priori - sur plusieurs quartiers, une étude précise étant ensuite menée...

Nous avons dans l'expérimentation suivante effectué les cartographies sur une zone restreinte afin de valider la pertinence de ce procédé avec précision. Nous avons

réalisé les cartes qui vont interagir le plus sur la qualité de l'environnement sonore urbain.

Notre souci pour cette première évaluation a été lors du choix du quartier de pouvoir y répertorier plusieurs catégories significatives de tissu urbains tels que décrits précédemment. La détermination de chaque point va s'appuyer donc sur plusieurs critères prépondérants de l'espace urbain :

- une répartition géographique homogène dans l'ensemble étudié,
- chaque point doit être représentatif d'une typologie d'espace, bâti, usage développés ci-dessus,
- typologie de l'espace,
 - clos : place fermée, rue étroite bordée de façades hautes
 - semi-ouvert : place ouverte fermée sur trois de ses cotés ou accessible par les voies importantes, rue large
 - ouvert : espaces libres présentant des façades suffisamment éloignées
- étude du bâti,
- épannelage des constructions,
- type des façades, nature des matériaux de construction (absorbants, réfléchissants, mixtes),
- type des ouvertures, leur densité, présence d'"accidents" architecturaux (moultures, corniches, éléments diffusants),
- usage du site en matière de circulation : densité, lieu de passage, nœud de circulation, lieu de stationnement, point d'arrêt des véhicules (feux tricolores), passage et arrêt de transports en communs, présence de piétons,
- usage et fonction sociale du site : fréquentation du lieu, activités s'y déroulant, présence de commerces, bureaux, logements, etc...., répartition des fonctions.

L'ensemble de ces cartes permet d'une part une comparaison des différents quartiers ainsi définis et d'autre part de vérifier l'influence, si elle existe, des formes urbaines sur les ambiances sonores et donc sur la satisfaction des usagers.

IV Enquêtes auprès des citoyens

La rédaction d'un questionnaire pour mener une investigation sur les besoins et les désirs d'une population impose de procéder au préalable à une série d'entretiens non-directifs. Ces différents entretiens permettent de construire la carte précédemment citée, d'avoir plus de connaissances sur ce que perçoit l'usager de la ville, mais également d'approcher les notions de satisfaction et de confort étudiées plus avant dans le questionnaire.

Comme la représentation des données concernant la morphologie du tissu urbain, la mise au point méthodologique des entretiens est revenue à l'ERLAC du fait de ses compétences dans ces domaines.

Il a été nécessaire au préalable de pratiquer des enregistrements des ambiances sonores du quartier. Pour un gain de temps mais aussi pour une logique interne à la

recherche, les enregistrements effectués ont servi à la fois à ces entretiens et à la caractérisation des bruits urbains de ce quartier.

IV - 1 Première série d'entretiens auprès des habitants de Bordeaux

Bien que cette recherche tende à étudier les différentes typologies de quartier pouvant exister, ce travail de mise au point méthodologique n'a été réalisé qu'à l'échelle d'un quartier.

La méthode exploratoire a donc été légèrement aménagée afin de mieux correspondre au site.

Les entretiens auprès des citoyens se sont déroulés suivant trois étapes :

- désignation graphique des différents quartiers de la ville sur un plan ;
- entretien sur écoute réactivée s'inspirant des méthodes du CRESSON, s'attachant plus particulièrement à l'étude de la perception acoustique de l'espace urbain et permettant une première approche des différentes ambiances sonores du quartier ;
- entretien semi-directif abordant les notions de représentation et de satisfaction vis à vis du confort urbain.

Le guide d'entretien initial a été remanié dans cette optique ; certaines questions ont été supprimées, du fait de la réduction de l'espace étudié d'une ville à un quartier découpé en cinq zones. Il était beaucoup plus difficile de demander aux interviewés de situer les sources car peu spécifiques.

Guide d'entretien :

- Présentation : *Il s'agit d'une recherche organisée par l'École d'Architecture et de Paysage de Bordeaux qui fait suite à une demande venant du CNRS.*

Cette étude s'intéresse aux ambiances acoustiques de la ville et aux impressions de ses habitants. C'est pourquoi nous allons passer une heure ensemble et je vous en remercie d'avance. La totalité de notre entrevue sera enregistrée.

Consigne 1 - *Veillez dessiner sur cette carte les différents quartiers de Bordeaux et situer votre lieu d'habitation.*

Consigne 2 - *Je vais vous proposer d'écouter différentes séquences sonores enregistrées dans votre quartier, je vous demanderai d'écouter avec beaucoup d'attention.*

Consigne 3 - *Je vais vous repasser la bande une deuxième fois séquence par séquence pour vous permettre de bien entendre, je vous demanderai à la fin de chaque séquence d'essayer d'identifier le lieu à l'intérieur de votre quartier où les enregistrements ont été effectués. Pouvez-vous expliquer votre choix ?*

Consigne 4 - *Maintenant nous allons parler de la zone où vous vivez, pour cela je vais vous faire réécouter la séquence correspondante et je vais vous demander ce que vous avez entendu.*

Consigne 5 - Questions sur la satisfaction et la gêne :

- *quels sont les bruits qui vous plaisent ?*
- *quels sont les bruits qui vous déplaisent ?*
- *quels sont les bruits qui vous gênent ?*
- *quels sont les qualités acoustiques de ce quartier ?*
- *quels sont les défauts acoustiques de ce quartier ?*

RÉCAPITULATION DE LA MÉTHODE

- *quelles sont les modifications qui vous semblent nécessaires ?*

A. PHASE D'ÉTUDE: LA VILLE

IV - 2 Mise à jour de la méthodologie

L'ensemble des résultats obtenus lors de cette première série d'entretiens nous a amené à faire quelques modifications méthodologiques pour la suite de cette recherche.

Ainsi, il nous paraît pertinent de procéder à deux séries d'entretiens, l'une s'attachant davantage à l'écoute des séquences sonores, l'autre correspondant à des entretiens semi-directifs se basant sur une question beaucoup plus large comme "Pouvez-vous me parler de votre quartier ?".

Une telle consigne nous a permis d'aborder de façon plus globale la représentation du quartier par ses occupants. N'oublions pas que la notion de confort ne recouvre pas uniquement l'aspect acoustique mais aussi tous les autres thèmes ayant un rapport avec l'environnement physique et le climat social en continuelle interaction.

Dans le cas où certains sujets n'ont pas été exploités, nous avons ajouté quelques questions plus précises en fin d'entretien.

La durée moyenne de cette série d'interview a été de 60 mn, chose impossible lorsque l'on cumule les deux formes d'entretiens avec une même personne.

Au sujet des entretiens sur écoute réactivée, quelques modifications ont été opérées, notamment en ce qui concerne la localisation des séquences.

Etant donné les difficultés ressenties par les sujets pour désigner les points d'enregistrements, nous avons fait figurer sur un plan ces points, charge aux personnes interrogées de les associer aux séquences sonores.

Enregistrements

Analyse de qualification

Répertorier et classer les différentes sources

Obtenir une bonne connaissance de l'environnement sonore, nature des sources, intensités, rythme circadien

Permettre un meilleur dialogue avec les habitants par une connaissance précise de leur quartier

Sélection et montage d'un enregistrement du quartier pour procéder aux enquêtes

Entretiens

Entretien sur écoute réactivée

Qualification de l'identité sonore. Définition du niveau de confort acoustique à travers l'étude des paramètres subjectifs

Questionnaires

Environ 100 questionnaires/quartiers
traitements statistiques

Définition du niveau de confort et de satisfaction de manière quantitative

RÉCAPITULATION DE LA MÉTHODE

A. PHASE D'ÉTUDE: LA VILLE

PHASE	MÉTHODE	BUT
Cartographie historique Cartographie usage Cartographie de densité	Zonage	Etablir une physionomie du quartier
Repérage des formes urbaines	Repérage cartographique	Déterminer les liens entre les formes et leur influence sur l'acoustique

Classification des secteurs et détermination des zones d'interventions prioritaires

B. PHASE D'ÉTUDE: LE QUARTIER

Repérage des formes urbaines	Repérage/zonage	Préciser les zones sensibles du quartier à petite échelle sélection des premiers points d'enregistrement
Enregistrements/prélèvements	Classements : niveaux, spectre, sonogrammes	Nature des sources
Enregistrements	Analyse de qualification	Répertorier et classer les différentes sources

Obtenir une bonne connaissance de l'environnement sonore, nature des sources intensités, rythme circadien

Permettre un meilleur dialogue avec les habitants par une connaissance précise de leur quartier

Sélection et montage d'un enregistrement du quartier pour procéder aux enquêtes

Entretiens	Entretien sur écoute réactivée	Qualification de l'identité sonore. Définition du niveau de confort acoustique à travers l'étude des paramètres subjectifs
Questionnaires	Environ 100 questionnaires/quartier traitements statistiques	Définition du niveau de confort et de satisfaction de manière quantitative

V Exemple de faisabilité

Le secteur sur lequel a été validée la méthodologie exposée ci-dessus, est situé dans le centre historique de Bordeaux ; il est délimité au nord par la rue Ferrère, au sud-est par le Cours du Chapeau Rouge, à l'est par les quais donnant sur la Garonne et à l'ouest par les allées de Tourny et le cours de Verdun. Afin de mieux comprendre la configuration urbaine qui nous a amené à ce choix, revenons sur quelques points historiques :

Ville qui remonte à l'époque romaine, Bordeaux s'est implantée dans une courbe de la rive gauche de la Garonne d'où son surnom du Port de la Lune. Elle a régulièrement prospéré jusqu'à la fin du XIX^e siècle grâce à son commerce et s'est développée de façon inégale de part et d'autre de la Garonne, la largeur du fleuve (près de 500 m) rendant son franchissement difficile.

Le centre de la ville sur la rive gauche (qui garde un patrimoine urbain et architectural du XVIII^es très important) a franchi ses limites dans la seconde moitié du XVIII^es donnant lieu à la création de plusieurs "cours", places, jardins publics. Ces opérations ont redonné une unité à l'ensemble de l'agglomération en y intégrant les faubourgs qui s'étaient agrandis hors les murs (tel le faubourg des Chartrons, quartier dont la structure particulière est née du commerce du vin).

Le XIX^es a vu se développer entre les cours et les boulevards (nouvelle limite donnée à la ville au milieu du XIX^es) un tissu urbain constitué de "maisons de ville" bourgeoises et populaires (les échoppes) caractérisé par un parcellaire en lamelles et une hauteur très faible (rez-de-chaussée à R+2). Derrière des façades continues sur les rues, s'étendent de grandes surfaces de jardins à l'intérieur des îlots. Le réinvestissement contemporain de ces maisons montrent une tendance à un retournement de l'organisation des espaces intérieurs vers le jardin, "tournant le dos" à l'espace public et à ses nuisances.

Une partie de cette couronne a été transformée par une rénovation complète qui a fait table rase de tout un quartier pour le remplacer par des constructions sur dalle, caractéristique de l'urbanisme des années 70 (quartier Mériadeck). En outre, le tissu XIX^es est modifié à l'heure actuelle de façon insidieuse par des opérations partielles de renouvellement du bâti, qui bouleverse l'essentiel de l'organisation de ces quartiers remplaçant les jardins par des parkings et élevant des constructions de hauteur beaucoup plus importante.

Cette évolution s'est accompagnée de la disparition de la mixité habitat/travail existant dans ces quartiers qui perdent alors une part de la richesse de vie induite par l'imbrication des fonctions. Du côté de la rive gauche cette couronne fermée par les boulevards n'a aucune possibilité de développement. L'expansion urbaine de Bordeaux doit se faire par la prise de possession du fleuve et de la rive droite. Le quartier en devenir est celui de la Bastide.

Les allées de Tourny

Des trois côtés du célèbre "triangle" bordelais, Intendance-Tourny-Clémenceau, la partie allées de Tourny est la plus ancienne. Dès l'Antiquité l'homme emprunte ce sentier, devenu aujourd'hui une promenade, pour aller chasser en Médoc. C'est la *via*

medullica bordée de somptueux édifices au temps de la *pax romana*. Au-delà les terres sont marécageuses, et il faut attendre le XIII^es et l'implantation des premiers couvents pour en assurer l'assainissement.

Nous sommes en 1230, une nouvelle enceinte va être érigée autour d'un quartier créé grâce aux religieux, Jacobins d'abord, Frères de l'Observance ou Récollets ensuite au XV^es. Il naît un véritable quartier, d'où l'on sort pour aller vers le Médoc par un chemin appelé rue de Burga et deviendra plus tard, Allées de Tourny. Ce nouvel axe est bordé d'un côté par le Campaure, de l'autre Tropeyte et le Prat (futurs Quinconces). Quatre rues parallèles descendent vers la Garonne dont la rue du Prat, qui longe un terrain vague du même nom. Ce prat marécageux reçoit les eaux du mont Judaïque et est en contrebas de six mètres par rapport aux allées de Tourny. Les allées de Tourny sont inaugurées en mars 1749, après la démolition du couvent et de l'église des Jacobins. Tourny édifie le long de sa promenade des édifices "à façade uniforme, un rez-de-chaussée surmonté d'un seul étage et coiffé d'un comble à l'italienne".

Les Quinconces

En 1453, à la fin de la guerre de Cent Ans, Charles VII qui se méfie des Bordelais longtemps alliés des Anglais, place deux forteresses, l'une contrôlant la campagne vers les Landes, le fort du Hâ, l'autre destinée à tenir le fleuve, c'est le château Trompette qui sera haï des Bordelais parce qu'il attente à leurs libertés. Ce château sépare le vieux centre de la ville du nouveau quartier des Chartrons, alors que les intendants comme Dupré de Saint-Maur et Tourny souhaitent remodeler la cité de façon harmonieuse. Ce château sera condamné à la démolition en 1785, à la place se profile la création d'une place en hémicycle avec rues rayonnantes et s'ouvrant sur la Garonne. Le Château Trompette sera démoli et ses pierres serviront à l'édification d'hôtels particuliers. L'esplanade sera aménagée sous la Restauration et le second Empire y est proclamé le 5 décembre 1852 par le préfet Hausmann. Elle est bordée par une grande voie, l'allée du 12 mars (devenu cours du XXX juillet), des cours et des rues baptisées de célébrités locales (Tournon, de Gourgues, de Sèze, Blanc-Dutrouilh). En 1829 sont élevées les colonnes rostrales, symboles du commerce et de la navigation.

Devenu depuis le début du siècle le site où s'installait annuellement la foire internationale de Bordeaux, aujourd'hui l'esplanade est un vaste espace de terre battue qui reçoit périodiquement des animations, foires, fêtes foraines, cirques, concerts en plein air qui occupent la surface environ 4 mois par an. Les aires latérales plantées d'arbres ont été transformées en parking depuis 1969.

Les bâtiments situés en périphérie sont essentiellement de niveaux R+3 à R+5, occupés principalement par des activités tertiaires, sièges bancaires et assureurs situés non loin de la Bourse.

Le Cours du Chapeau Rouge

Dénoté ainsi du fait de l'existence d'une hostellerie "hostaley deu capet roge" au XV^es. Quartier très animé au XVI^es par la présence de magistrats et riches marchands pour qui seront construits des hôtels particuliers, ce secteur "n'a rien du Moyen-Age et l'esprit de la Renaissance qui y règne sans partage, l'embellit de jours en jours". Ces somptueuses demeures disparaîtront un temps lors de l'agrandissement du château Trompette, mais seront reconstruites après sa démolition "toutes en pierre

blanche qui ajoutent à la beauté de la ville". C'est l'âge d'or de Bordeaux, grâce au négoce aux riches armateurs, mais aussi à la traite des noirs.

Le 7 avril 1780 le Grand Théâtre est inauguré ce qui coupera le cours du Chapeau Rouge des allées de Tourny.

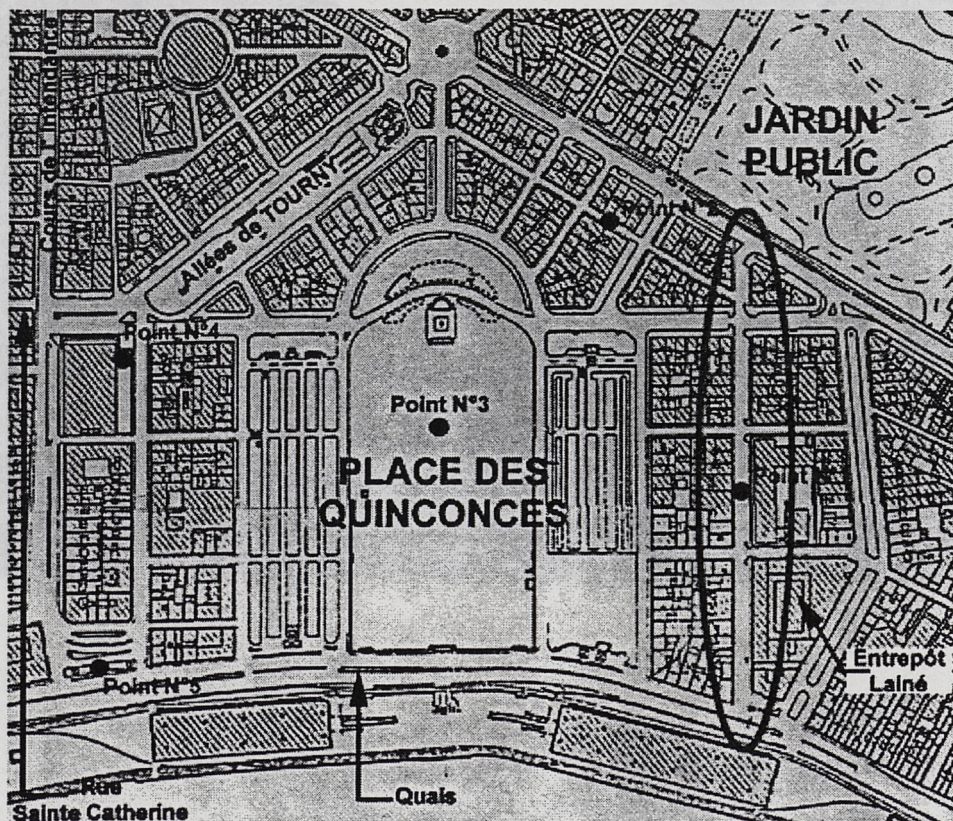
La rue Ferrère

Avec les allées de Chartres, c'est la limite sud du quartier des Chartrons qui doit son développement au commerce du vin avec l'Angleterre au XIV^es. La rue Ferrère est marquée principalement par la présence des entrepôts Lainé, terrain acheté à la ville en 1822, pour y construire un entrepôt de marchandises coloniales et étrangères.

V - 1 Le site étudié

Le quartier des Quinconces est très circulé avec de nombreux passages de bus (on y trouve deux terminus de bus) et de véhicules particuliers. C'est également un grand centre d'affaire avec de nombreux bureaux (banques, cabinet de notaire et d'avocat, cabinet d'assurance, ...). Les principaux éléments structurant cet espace sont, on vient de le voir, le Grand Théâtre et l'Esplanade des Quinconces.

Dans ce quartier, les façades des bâtiments sont pour la plupart en pierre et datent du XVIII^eme siècle. Les immeubles abritent essentiellement des bureaux en partie basse et des logements en partie haute. Quelques commerces sont présents uniquement dans le secteur du Grand Théâtre.



Les relevés sonores ont été réalisés en 5 points : rue Ferrère, rue Boudet, esplanades des Quinconces, place de la Comédie, rue La Fayette, chaque point correspondant à une séquence d'une minute environ pour les entretiens. Ils sont représentatifs des différents types d'espaces rencontrés dans le quartier. Ainsi, les enregistrements présentent à la fois des espaces semi-ouverts (soit des lieux de transit important soit des noeuds de circulation avec de nombreux passages et stationnements de bus), des espaces fermés (avec une faible circulation et dont la fonction est essentiellement de stationnement) et des espaces ouverts (non-construits et non-circulés).

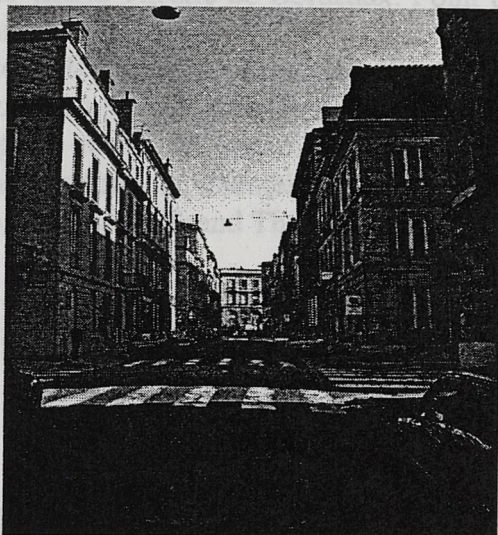
Point n°1 - Rue Ferrère

Site semi-ouvert, c'est un lieu de passage essentiellement, orienté est/ouest faisant le lien entre une artère importante (reliant Bordeaux-nord et le centre ville) et les quais. D'une grande largeur, deux voies de circulation et deux rangs de parking en quinconces sur un côté, la circulation y est temporisée par des feux tricolores. Le bâti est essentiellement à R+3 à R+5. Les façades en pierre bâtiment XVIII^es. Une construction plus récente (années 70) en structure métallique abrite un ensemble de bureaux. Ce bâtiment est en retrait par rapport à la rue. Un espace vert non accessible le borde.



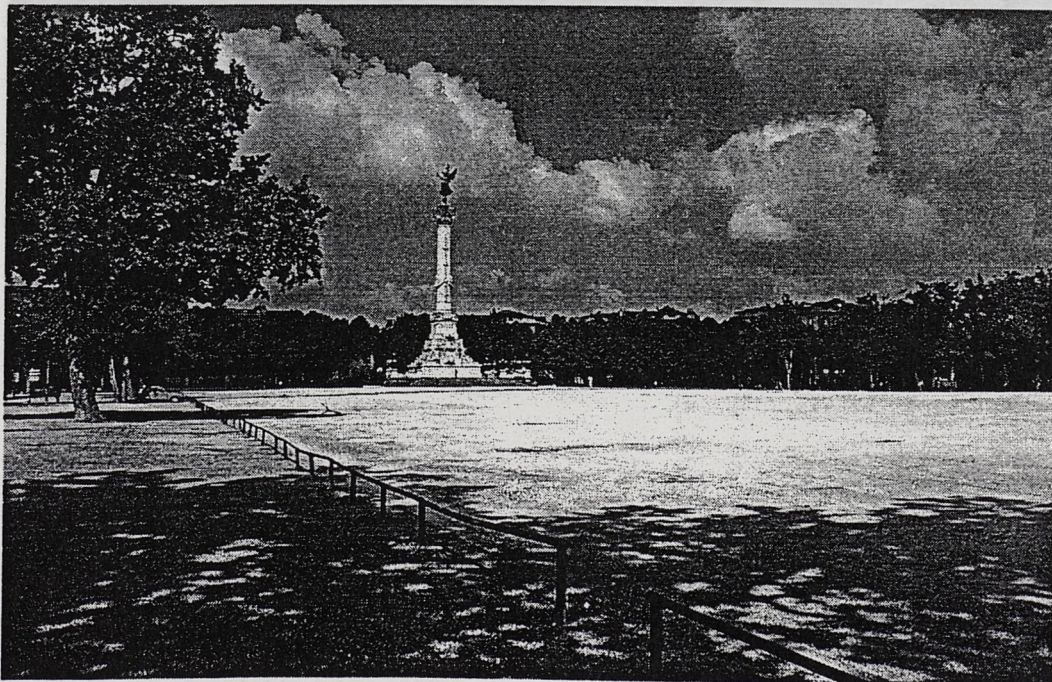
Point n°2 - Rue Boudet

C'est un site plus fermé, une rue étroite bordée de bâti en R+3, constituée de façades en pierres, située en parallèle à une artère importante, séparée par un îlot. La fonction de cette espace est essentiellement de stationnement. L'occupation des lieux est mixte, logements et bureaux en rez-de-chaussée. Il n'y a pas de commerces.



Point n°3 - Esplanade des Quinconces

Site ouvert, libre de construction, cet espace est utilisé de façon temporaire pour des foires exposition, spectacles musicaux, manifestations sportives. Bordé de rangés de parkings plantés d'arbres dans sa longueur, il est délimité à l'ouest par la Colonne des Girondins au pied de laquelle se trouve une importante fontaine, et à l'est par deux colonnes rostrales, ouvrant sur le fleuve. Le sol est en terre battue.



Point n°4 - Place de la Comédie - Grand Théâtre

Espace semi-ouvert, c'est un nœud de circulation, carrefour mettant en communication plusieurs artères importantes comportant au moins 4 files de circulation. Le bâti est essentiellement en R+4, les façades en pierre. Il est ouvert au nord sur les allées de Tourny plantées d'arbres. On notera la présence d'un monument important délimitant cet espace : le Grand Théâtre de Bordeaux. Point d'arrêt de plusieurs lignes d'autobus et d'une station de taxi.

Usage du site : lieu mixte, quelques commerces et magasins, kiosque à journaux et à fleurs, bureaux de banque et compagnie aérienne, quelques logements en appartements situés en partie haute des immeubles. Plusieurs cafés, l'ensemble attirant une fréquentation piétonne importante, clientèle au niveau de vie plutôt élevé. Le point d'enregistrement se situe à l'angle du Grand Théâtre.



Point n°5 - Place Jean Jaurès

Typologie de l'espace : Place semi ouverte, trois façades la fermant coté centre ville, et ouverte sur les quais et la Garonne.

Bâti épannelage : Façades en pierre, bâtiment faisant partie de la façade du XVIII^es bordant les quais, bâti R+4.

Nœud de circulation, longé par les voies des quais et deux artères en sens unique l'une à quatre voies descendant vers le quai, l'autre à deux voies remontant vers le centre ville.

Usage de l'espace : la "place" est entièrement occupée par un terminus de plusieurs lignes d'autobus. Pas de commerces, un café, un kiosque à journaux, les locaux sont alloués à des bureaux, certains étant vides. Quelques logement aux étages supérieurs.



la voie à sens unique pas des bruits de circulation. Le positionnement de l'enregistrement (sur un trottoir très près des façades et à hauteur d'écoute), séparé de la circulation par une île de stationnement, semble par effet d'absorption et d'écran limiter l'accroissement de niveau sonore. L'examen de plusieurs accroissements de niveau sur un relevé de plus longue durée montre que contrairement au point précédent, la hausse et baisse de niveau est rapide.

Point n°3 Place des Quinconces

En site ouvert l'émergence d'un phénomène sonore va être relativement marquée (hausse de 10dB(A) sur notre exemple) et perçue sur une durée courte avec une hausse de niveau d'abord lente (5 dB(A) sur 3 secondes) puis rapide (5 dB(A) sur 1 seconde) caractéristique de l'ensemble des émergences observées sur un relevé de plus longue durée.

V - 2 Analyse des relevés sonores

Nous présentons ici des analyses effectuées sur des enregistrements types pour chacun des points étudiés. Il s'agit d'évaluer l'impact de la configuration spatiale sur les niveaux sonores. Deux indicateurs spécifiques ont été retenus pour cette analyse

1-comportement de l'environnement vis à vis de l'émergence d'un événement sonore similaire pour chaque point type bruit de passage (véhicule automobile)

2-comportement de l'environnement vis à vis d'un bruit stationnaire en l'absence de phénomène sonore particulier, seule présence du bruit de fond.

Des enregistrements d'une durée de dix secondes environ ont été sélectionnés dans une base de prises de sons effectués sur le site pour chaque point. Pour chaque sélection on relève les niveaux minimum et maximum ainsi que l'indicateur Leq pondéré A échantillonné à 100ms (indicateur défini précédemment).

Pour des comparaisons plus aisées une échelle de représentation des grandeurs acoustiques est choisie pour les deux analyses. L'ensemble des relevés effectués montre qu'il est correct d'adopter une dynamique comprise entre 50 et 80 dB(A), cela permettant de visualiser graphiquement à la fois les émergences ainsi que les niveaux statiques type bruit de fond.

Emergence d'un événement sonore

Point n° 1 Rue Ferrère

L'émergence est peu marquée sur une courte durée comparativement aux points n°2, 3 et 5. L'observation de l'évolution du Leq de l'ensemble de l'enregistrement montre qu'il est nécessaire d'examiner sur de plus longues périodes, environ trente secondes (le véhicule en déplacement va être perceptible à des distances importantes). Cette configuration spatiale, bâti élevé, matériaux réfléchissants, peu d'obstacles, semble favoriser la propagation malgré la largeur importante de la voie.

Point n° 2 Rue Boudet

Une émergence plus marquée, mais à un niveau plus faible. La configuration de la voie n'autorise pas des vitesses importantes (plusieurs carrefours). Le bâti moins élevé (maximum R+3) et très proche, joue pleinement son rôle d'écran. Le positionnement de l'enregistrement (sur un trottoir très près des façades et à hauteur d'écoute), séparé de la circulation par une file de stationnement, semble par effet d'absorption et d'écran limiter l'accroissement du niveau sonore. L'examen de plusieurs accroissements de niveau sur un relevé de plus longue durée montre que contrairement au point précédent, la hausse et baisse de niveau est rapide.

Point n°3 Place des Quinconces

En site ouvert l'émergence d'un phénomène sonore va être relativement marquée (hausse de 10dB(A) sur notre exemple) et perçue sur une durée courte avec une hausse de niveau d'abord lente (5 dB(A) sur 3 secondes) puis rapide (5 dB(A) sur 1 seconde) caractéristique de l'ensemble des émergences observées sur un relevé de plus longue durée.

Point n°4 Place Jean Jaurès

En site semi-ouvert l'émergence d'un phénomène sonore n'est pas perceptible sur une durée équivalente aux autres points (non lisible sur l'exemple de même durée). Observée sur une durée plus longue (30 secondes environ), l'émergence est sensible (10 dB(A) environ) mais perturbée par des phénomènes parasites qui compliquent la lecture. La configuration du site, le long d'un quai très circulé favorisant l'apparition de phénomènes "secondaires" coup de freins, klaxon, et permettant le passage de véhicules sur des voies secondaires, favorise les "conflits" sonores entre différentes sources. L'espace est ici moins intelligible.

Point n° 5 Carrefour du Grand-théâtre

Les émergences sont ici très marquées (environ 15 dB(A)) de part la fonction du site. Ce carrefour présentant une circulation de type pulsée, des périodes de calme seront interrompues par le démarrage de véhicules à un niveau sonore important (80 dB(A)), puis succèdera un équilibrage du niveau présentant alors un plateau à 70 dB(A), pour ensuite redescendre. Les sources sonores de véhicules deviennent prépondérantes, l'influence de la configuration spatiale plus difficile à dégager.

Bruit stationnaire (bruit de fond)

Point n° 1 Rue Ferrère

Niveau relevé moyen, mais les conclusions tirées précédemment du même point se confirment ici. Il est difficile d'isoler une durée importante de "calme" (niveau d'environ de 55 dB(A)), l'environnement sonore est ici presque toujours "actif".

Point n° 2 Rue Boudet

L'isolement de cet espace fermé par l'étroitesse de la rue permet d'observer les niveaux les plus bas (55 dB(A)) stables.

Point n°3 Place des Quinconces

L'espace ouvert favorise la propagation à longue distance du bruit de fond de manière omnidirectionnelle. Les niveaux enregistrés sont élevés (65 dB(A)), alors que l'on est relativement éloigné des sources sonores, ce phénomène étant assez stable sur des durées longues. L'ampleur ainsi que l'ouverture de l'espace, favorise l'omnidirectionnalité de la perception conduisant à un phénomène de nivellement du niveau sonore.

Point n° 4 Place Jean Jaurès

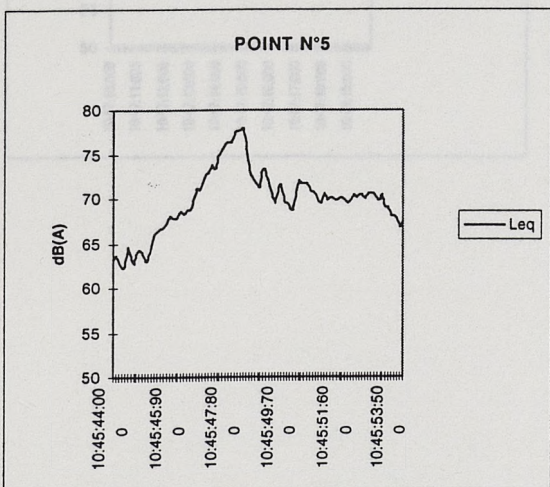
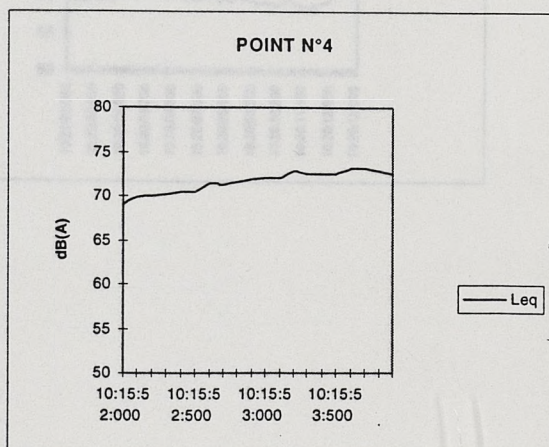
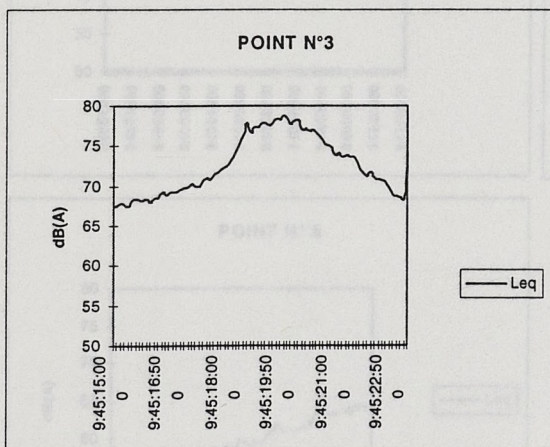
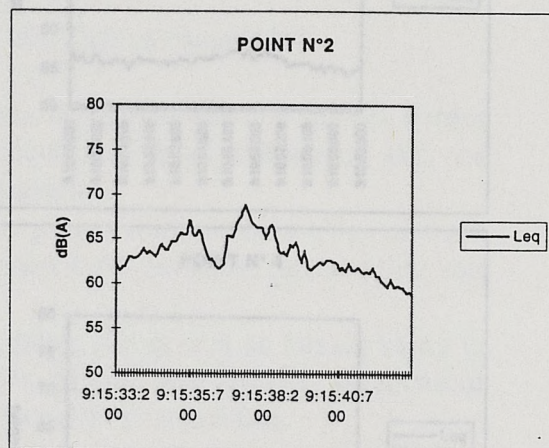
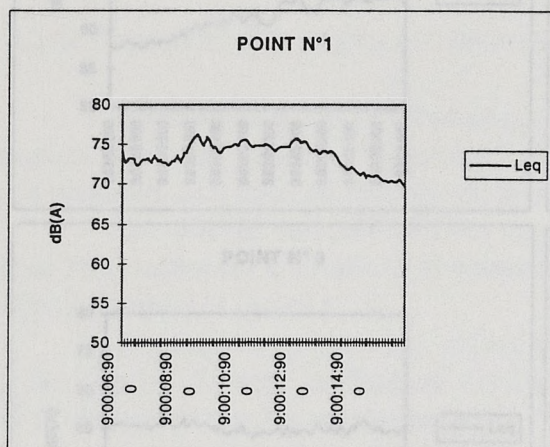
Ici la configuration semi-ouverte de la place, plaçant les sources les plus importantes à la périphérie, permet d'observer des niveaux plus bas qu'au point n°3 (60 dB(A)) et cela bien que la distance du point d'enregistrement au quai soit relativement faible. La configuration en U du site, des bâtiments hauts, ainsi que la disposition en longueur de la place, semble permettre un affaiblissement rapide du Leq au fur et à mesure que l'on entre à l'intérieur de l'espace.

Point n° 5 Carrefour du Grand-théâtre

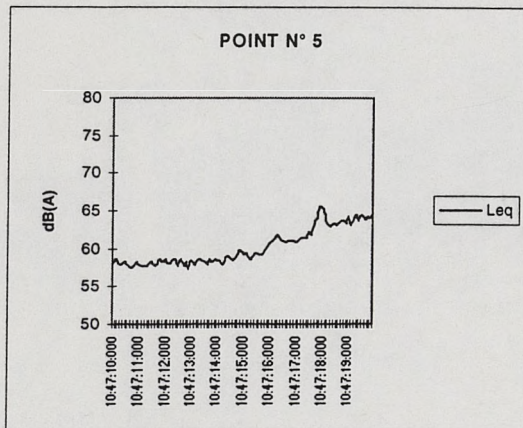
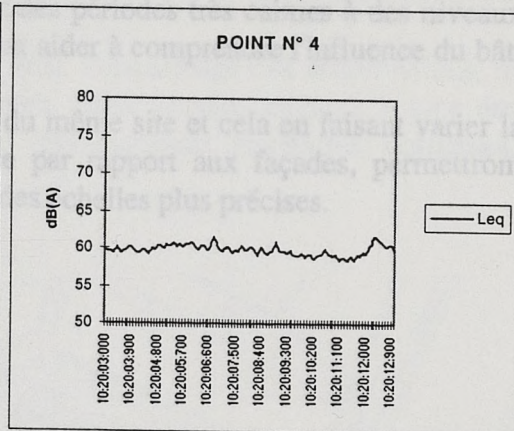
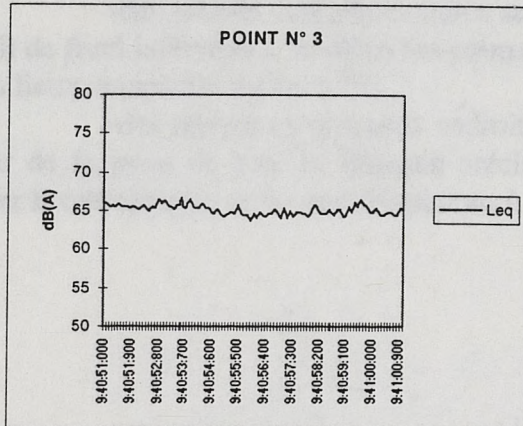
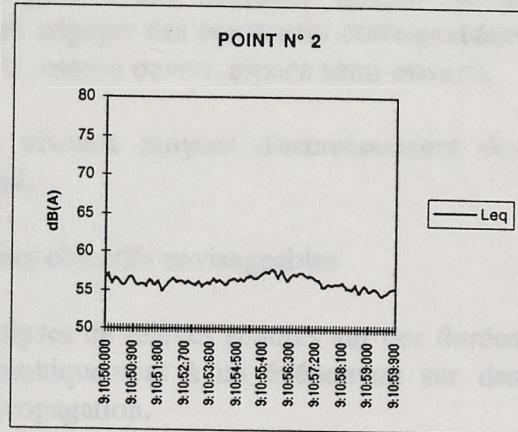
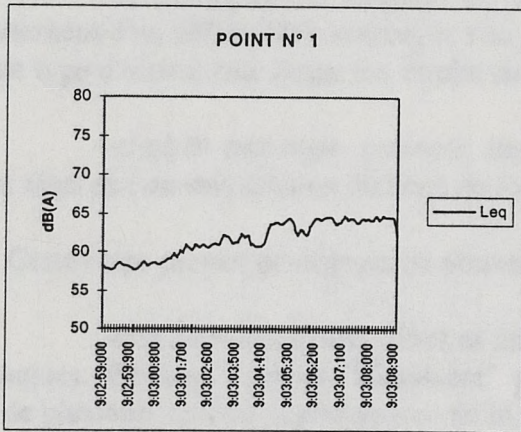
Le niveau sonore résiduel se stabilise à une valeur de 58 dB(A) environ, et cela sur des durées relativement courtes. Nous confirmons ici l'observation faite

précédemment. Les sources sonores de véhicules devenant prépondérantes, l'influence de la configuration spatiale est plus difficile à dégager. La configuration du site complexe : carrefour de voies de largeur importante (4 files), bâtiments élevés mais éloignés, ouverture sur une allée très large (allée de Tourny), ne paraît avoir une influence claire sur la qualité sonore d'un tel lieu.

Emergence d'un événement sonore



Bruit stationnaire (bruit de fond)



Conclusions

-la configuration spatiale de l'espace à une influence directe sur le comportement d'un phénomène sonore, et l'on pu dégager des constantes correspondant à chaque type d'espace (rue large, rue étroite en U, espace ouvert, espace semi-ouvert).

-chaque typologie présente des niveaux moyens d'accroissement des niveaux ainsi que de stabilisation du bruit de fond.

Cette étape permet de dégager de nouveaux objectifs envisageables

-effectuer des observations et analyses de relevés sonores sur des durées plus longues. Certains espaces "réagissent" phoniquement à un événement sur des durées de plusieurs secondes, en fonction de la propagation.

-des relevés complémentaires sur des périodes très calmes à des niveaux de bruit de fond inférieurs à 50 dB(A) et pourront aider à comprendre l'influence du bâti sur des lieux complexes (point n° 5).

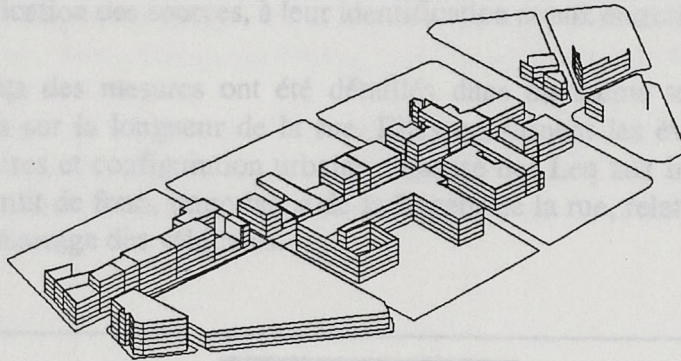
-des relevés en plusieurs endroit du même site et cela en faisant varier la hauteur de la prise de son, la distance précise par rapport aux façades, permettront d'affiner la cartographie et les représentations à des échelles plus précises.



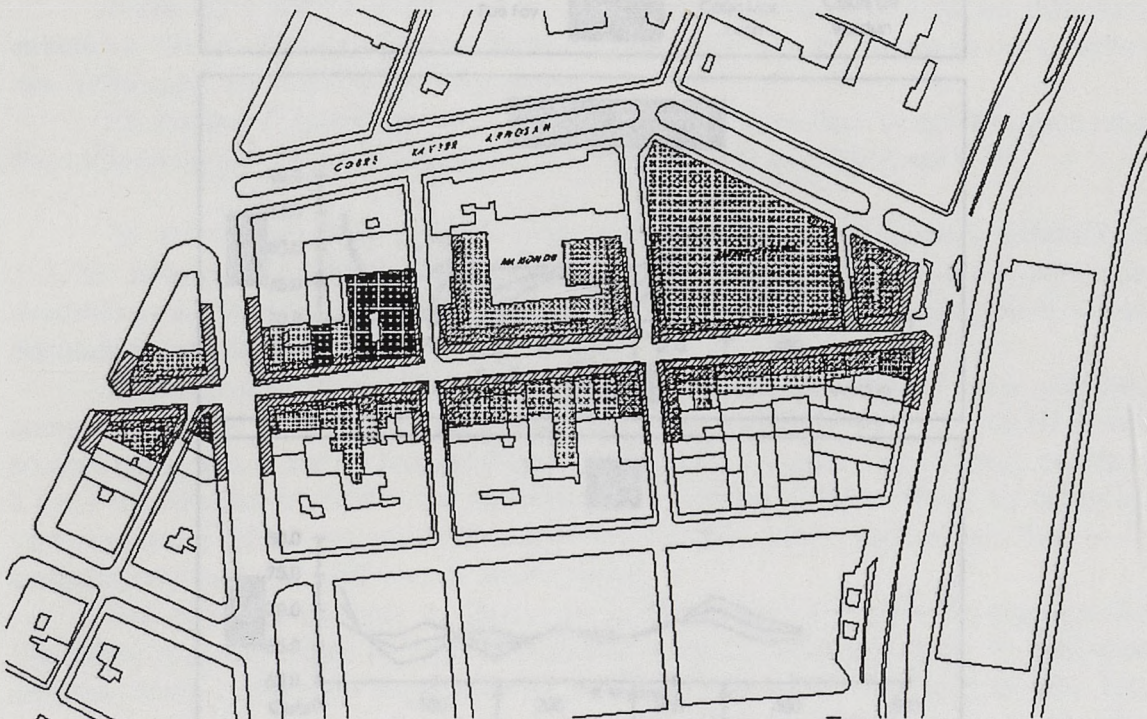
L'analyse a consisté à élaborer une représentation cartographique rassemblant ces différents critères permettant une lecture des interrelations entre formes urbaines et ambiances sonores. Après de multiples essais de combinaisons entre les informations à associer, il est apparu pertinent de regrouper entre eux les indicateurs provoquant une croissance du niveau sonore: nature des matériaux du plus au moins absorbant, hauteur du bâti de R+0 à R+6, présence d'ouvertures donc de vitrages avec un pourcentage

V - 3 Représentation cartographique

Pour donné un exemple de représentation des relations entre morphologie des tissus urbains et relevés sonores, nous avons choisi la rue Ferrère (encerclée sur le plan).



Les relevés effectués sur l'espace urbain sont: l'épannelage des constructions, le type de façade, la nature des matériaux (absorbants, réfléchissants, mixtes), le type des ouvertures, leur densité, présence d'"accidents" architecturaux (moultures, corniches, éléments diffusants).

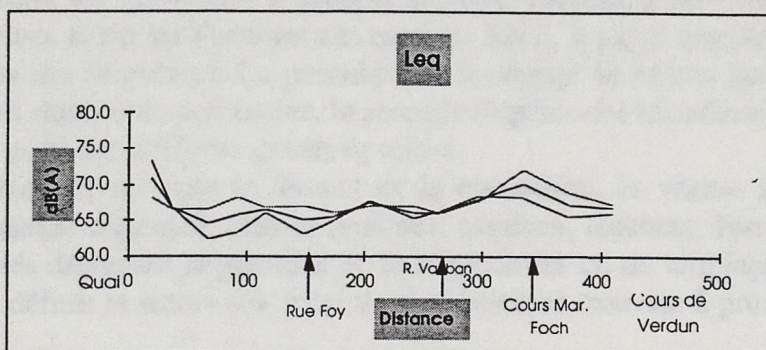
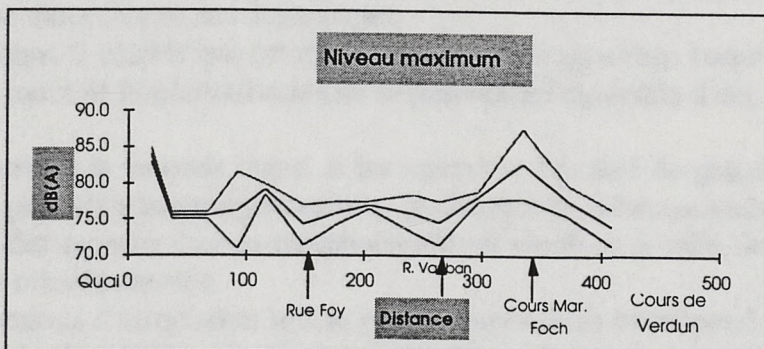
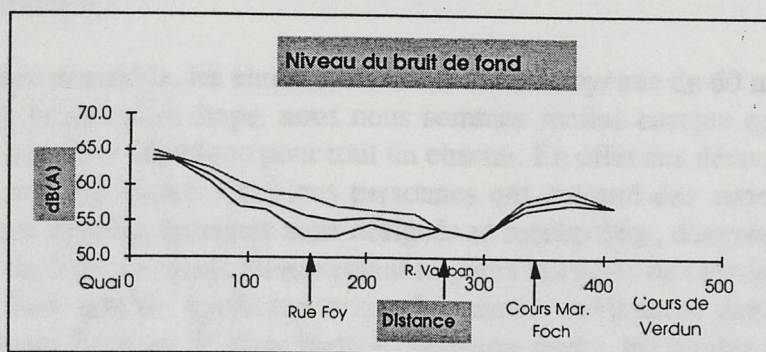


L'analyse a consisté à élaborer une représentation cartographique rassemblant ces différents critères permettant une lecture des interrelations entre formes urbaines et ambiances sonores. Après de multiples essais de combinaisons entre les informations à associer, il est apparu pertinent de regrouper entre eux les indicateurs provoquant une croissance du niveau sonore: nature des matériaux du plus au moins absorbant, hauteur du bâti de R+0 à R+6, présence d'ouvertures donc de vitrages avec un pourcentage

représentant le rapport murs/ouvertures et le degré de diffraction selon la modénature de la façade.

Des enregistrements ont été faits de façon concomittante aux mesures (bruit de fond, Leq ,...) réalisées en différents points du site. Ils constituent une banque de données servant à la classification des sources, à leur identification et aux entretiens.

Les résultats des mesures ont été détaillés dans un même temps à l'aide de courbes rapportées sur la longueur de la rue. Elles confirment les évidentes relations entre niveaux sonores et configuration urbaine : hausse des Leq aux intersections, plus faible hausse du bruit de fond, importance de la largeur de la rue, relation entre les Leq et les points de démarrage des véhicules.



Le niveau sonore mesuré est un bon indicateur du degré d'occupation de l'espace considéré (par exemple, les zones de circulation, important aux abords des quais).

V - 4 Résultats des premiers entretiens

Population :

Du fait du faible nombre d'habitants dans ce quartier, nous avons contacté à la fois les résidents et les personnes y travaillant, au moyen de deux courriers déposés dans leur boîte aux lettres. Nous avons ainsi obtenu un petit échantillon, suffisant pour tester notre méthodologie.

Notre échantillon est composé de femmes et d'hommes ayant une grande expérience du quartier, puisque certains y résident depuis plus de 50 ans. Les lieux de travail ou de résidence des personnes interrogées sont répartis autour des cinq points d'enregistrements.

Les entretiens :

Dans leur ensemble, les entretiens ont une durée moyenne de 60 minutes.

Lors de la première étape, nous nous sommes rendus compte que la notion de quartier était loin d'être identique pour tout un chacun. En effet ces découpages sont très différents les uns des autres. Certaines personnes ont entouré des zones sans prendre garde au fait que certains quartiers ainsi désignés se recoupaient, d'autres par contre ont préféré tracer des lignes suivant pratiquement toujours les voies de circulation.

Enfin, bien que de nombreux noms de quartier reviennent dans les différents entretiens, tels que Bacalan, St Jean, Bastide, Quinconces etc, les limites de ces quartiers sont différentes dans chacun des découpages.

En somme, il semble que cette notion reste trop vague dans l'esprit des gens pour être utilisé au cours de la généralisation de la méthode à l'ensemble d'une ville.

Au cours de la seconde étape, si les sujets ont éprouvé de grandes difficultés à localiser avec précision les enregistrements, ils ont tout de même associé les ambiances acoustiques à des espaces dont la morphologie était similaire à celle des points où ont été réalisés les relevés sonores.

Le processus d'association utilisé par les interviewés correspond à une méthode comparative entre les différentes séquences sonores, s'appuyant sur l'identification des sources entendues et sur les fonctions des espaces. Ainsi, il paraît important de procéder à deux écoutes des séquences. La première est davantage le moyen pour les sujets de s'imprégner des différentes ambiances, la seconde d'opérer des identifications fines et de comparaisons entre les différents points de relevé.

Des éléments tels que la densité de la circulation, la vitesse de passage des véhicules, la nature même de ceux-ci (voitures, camions, autobus), l'arrêt de véhicules moteurs allumés désignant la présence de feux tricolores ou de terminaux de bus, leur ont permis de définir la nature des voies de circulation se trouvant à proximité du point de relevé.

Le niveau sonore apparaît pour eux comme un bon indice du degré d'ouverture de l'espace considéré (peu élevé sur la place des Quinconces, important aux abords des quais).

La présence de sons spécifiques tels que le chant des oiseaux ou les signaux sonores des passages protégés destinés aux aveugles sont également des éléments pertinents pour localiser les points d'enregistrements. Enfin, les sons signalant la présence de passants (bruits de pas, voix, sons liés aux activités des commerces) facilitent l'identification des abords du Grand Théâtre.

En ce qui concerne la qualification des ambiances et du quartier, les résultats montrent clairement que les personnes interrogées sont plutôt satisfaites. En effet, le quartier apparaît à ses occupants comme un espace de vie calme et plaisant : "*...Ce quartier est la merveille des quartiers...*", "*...Cela fait dix huit ans que nous y sommes et nous n'avons pas éprouvé le besoin de partir ailleurs...*", "*C'est un quartier tranquille...*".

L'architecture semble également fort appréciée : "*...maximum de beauté*", "*...c'est une promenade charmante...*", "*...les beaux immeubles...*", "*...Du point de vue architectural c'est une belle ville...*". Toutefois, la gêne occasionnée par les bruits de circulation et d'autobus, dans ce quartier fort circulé, semble poser ici aussi un réel problème : "*...les bruits qui m'excèdent sont les bruits de circulation dense...associés à l'odeur c'est une catastrophe...*", "*...Ce que je trouve déplaisant, c'est le bruit des motos...*", "*...Ce que je n'aime pas ce sont les bruits des autobus...*". Rappelons que le bruit des transports est ressenti par plus de 50% des européens comme une des principales causes de détérioration de la qualité de vie.

Les nuisances provoquées par la foire ou les concerts entraînent une gêne pour certains résidents : "*...un deuxième bruit que l'on a du mal à tolérer c'est celui des manèges de la foire...*", "*...le samedi soir ce n'est pas supportable...;*", "*...on va avoir droit à des décibels dépassant toutes les normes autorisées...*".

Ce quartier apparaît à ses habitants comme un espace malgré tout peu animé, du fait notamment du dépeuplement progressif qui s'y opère : "*...malheureusement c'est un quartier qui se dépeuple de plus en plus...*", "*...Il n'y a plus d'habitant et ça c'est une tendance qui ne cesse de s'accroître au fil des ans et c'est très désolant...*".

V - 5 Seconde série d'entretiens

Population :

Notre population est constituée d'une dizaine de personnes travaillant dans le quartier des Quinconces, et ce depuis 7 ans en moyenne.

Elle est composée d'un nombre identique d'hommes et de femmes, dont la plupart vit à Bordeaux depuis de nombreuses années.

Les sujets ont été répartis en deux groupes correspondant aux deux types d'entretiens : sur écoute réactivée et semi-directifs.

Entretiens sur écoute réactivée :

En ce qui concerne le découpage de la ville en quartier, les résultats sont similaires à ceux obtenus précédemment.

Ainsi, la représentation des quartiers dépend notamment de la durée de résidence de la personne interrogée dans la cité étudiée. Ils ne possèdent pas obligatoirement de frontières nettes et leur découpage ne suit pas forcément les voies de circulation.

La localisation des séquences sonores semblent largement facilitée par la présence sur le plan des points d'enregistrements.

La démarche d'association reste la même, basée sur la comparaison entre les séquences et l'identification des sources.

Toutefois, cette fois-ci, les sujets ont davantage prêté attention aux sources spécifiques en liaison avec les fonctions des sites : la chute d'eau ou le chant des oiseaux de l'Esplanade, le signal du passage piétonnier pour aveugles à l'angle du Grand Théâtre, ou encore les bruits de bus de la Place Jean Jaurès occupée par de nombreux terminaux.

La densité de la circulation automobile et la présence de bruits de pas sont également des indices pertinents à leurs yeux : "...on entend des pas aussi il y a des trottoirs...".

L'identification des sources n'a pas semblé poser de problème particulier. Les listes fournies par les interviewés sont relativement exhaustives comparées à celle établie par nos soins.

Entretiens semi-directifs :

Comme nous le pensions, le fait d'avoir séparé les deux types d'entretiens a permis d'obtenir un rendu plus complet et plus long.

Toutefois, les conclusions concernant la représentation du quartier par ses occupants ne diffèrent que très peu.

D'un point de vue général, les personnes interrogées sont plutôt satisfaites par ce quartier : "...C'est un quartier où il fait bon travailler...", "...c'est un quartier agréable...".

Il possède de nombreuses qualités :

- facilité d'accès : "...c'est relativement bien desservi par les bus...", "...il n'y a pas de problème de stationnement...";

- proximité des commerces et autres commodités : "...au niveau commerces, il n'y en a pas un seul mais on est au centre, c'est pas loin...", "...il y a énormément de choses à proximité...";

- clarté et espace : "...c'est un quartier lumineux...", "...il y a de l'espace entre l'esplanade et la Garonne...";

- qualité architecturale : "...il est intéressant du point de vue architectural...", "...j'aime bien la vieille pierre, donc c'est un quartier qui me plaît énormément...", "...c'est un très beau quartier, parce qu'il a des immeubles absolument splendides...";

- animation : "...la foire ou les manifestations, ça me plaît, c'est l'aspect ludique...", "...c'est un quartier animé, avec les manifestations...".

Toutefois, il est possible d'apporter quelques améliorations pour rendre ce quartier encore plus agréable. Voici quelques suggestions faites par les usagers de ce

quartier : aménagement des quais, présence plus importante de verdure (espace vert, fleurs, pelouse), diminution de la circulation, ravalement et protection des façades des bâtiments, animation des rues par une musique d'ambiance douce, amélioration du revêtement de sol de l'esplanade.

Ces éléments peuvent constituer une première approche du confort urbain dans sa globalité.

L'ambiance acoustique semble également appréciée : "...c'est un quartier relativement calme malgré la proximité des quais..;", "...le quartier tel qu'il est aménagé a une bonne acoustique...", "...les nuisances sont relativement minimes, la gêne est surtout l'été, fenêtres ouvertes...", "...le bruit il n'y en a pas...".

La définition du confort acoustique urbain se fonde sur les éléments sonores à éliminer et ceux à développer ou à sauvegarder pour conserver un environnement stimulant, varié et maîtrisé.

Voici ceux suggérés par les personnes interrogées :

- éléments à supprimer : bruits des "camions-poubelles, bruits de motos et notamment la nuit ...une moto dans une ville c'est facilement 20 000 personnes ou plus qui sont réveillées...", bruits de circulation automobile et camion, bruits de travaux et surtout marteau-piqueur.

- éléments à sauvegarder : chant des oiseaux, musique dans les rues au moment des animations, son des activités artisanales, bruit du vent, de l'orage, du tonnerre, corne de brume, sirène de bateau...

VI Conclusion et développement

Le projet de recherche proposé au PIR-Villes dans le cadre de l'appel d'offre "Villes sensibles" avait pour objectif la réalisation d'un outil opératoire destiné aux concepteurs et aux décideurs intervenant dans l'aménagement urbain, à partir de la qualification de l'identité sonore d'une ville.

Il a été retenu et a reçu des subventions pour produire une étude exploratoire en particulier sur des méthodologies de caractérisation des ambiances sonores urbaines liant trois aspects, l'analyse des signaux acoustiques, la morphologie des lieux et les impressions auditives que ressentent les usagers de ces lieux.

De fait les résultats fournis portent sur ces trois aspects :

- il a été mis au point un dispositif expérimental qui permet de faire de la reconnaissance automatique de signaux sonores sur site avec possibilité de réécoute audio si une émergence a été repérée lors de la détection en continu. L'analyse des bruits urbains a permis d'identifier quatre familles de signaux à partir de leur signature temporelle sur la base d'indicateurs d'émergence de niveau. Il ne s'agit pas d'enregistrements magnétiques ultérieurement analysés, mais bien d'une reconnaissance automatique de signaux permettant d'explorer une situation sonore de façon légère, autonome tout en pouvant être de longue durée.

- la représentation de ces résultats sur une carte en 2D prenant en compte le tissu urbain dans toutes ses dimensions semble trop confuse pour être exploitable directement du fait du grand nombre d'informations utiles à la connaissance des ambiances sonores propres à un site (forme de la rue, de la place,..., modénature des façades donnant leur degré de diffraction, matériaux, destination du bâti, valeurs des niveaux sonores en différents points, répartition des sources,...).

Cette constatation nous incite à choisir une cartographie tridimensionnelle qui permet de mieux intégrer la morphologie des formes urbaines et de pouvoir situer l'emplacement des sources sonores en élévation.

Les premières analyses montrent une bonne concordance entre la configuration du tissu urbain et les niveaux sonores.

- une première série d'entretiens avec des habitués du quartier choisi pour valider notre méthode a permis de sortir un modèle de fiche d'analyse pouvant servir d'outil de dialogue. Elle a été testée dans une seconde série d'entretiens pendant laquelle a été appliquée une méthode d'écoute réactivée pour un groupe et une basée sur des entretiens semi-directifs pour l'autre.

En outre il a été jugé préférable de proposer aux sujets d'associer à des points déjà situés géographiquement des séquences enregistrées, plutôt que de leur demander de les désigner sur un plan uniquement grâce à l'écoute. Cette expérience a montré cependant qu'ils parviennent à identifier des espaces urbains types (rue à fort trafic avec circulation pulsée par un feu, zone en partie fermée,...), et mis en évidence le fait que le niveau sonore apparaît pour les usagers comme un bon indice du degré d'ouverture de l'espace considéré

Enfin on a pu s'apercevoir que la notion de quartier reste très floue pour les citadins, même lorsqu'ils connaissent la ville depuis plusieurs années. Ils attribuent les

mêmes noms à des secteurs qu'ils délimitent de façons différentes (par des voies de circulations ou d'une manière plus incertaine liée à leur pratique). Il serait intéressant d'étudier la relation entre la perception des limites urbaines et l'appropriation par ses habitants d'un "quartier" avec ses ambiances spécifiques.

En conclusion, cette approche n'est pas une juxtaposition de trois approches fermées, mais s'inscrit plutôt dans une démarche globale visant à l'élaboration d'un indicateur de confort (gêne/satisfaction) urbain.

Les développements de cette étude pour aboutir au Plan d'Organisation Sonore de Quartier qui résulte de l'utilisation de cet indicateur sont les suivants :

- compléter la reconnaissance temporelle des signaux urbains par leur signature spectrale pour disposer d'une identification acoustique complète,
- rédiger les questionnaires permettant d'aborder de façon quantitative les notions de satisfaction et de confort ; analyser les différentes données obtenues par traitements statistiques afin de définir des indices de reconnaissance et d'identifier les ambiances sonores des sites dans lesquels auront été faites les mesures acoustiques,
- utiliser des systèmes de prises de données architecturales permettant de récupérer des informations pouvant être traduites de façon tridimensionnelle (photogrammétrie,...).

mêmes noms à des secteurs qu'ils délimitent de façons différentes (par des voies de circulation ou d'une manière plus incertaine liée à leur pratique). Il serait intéressant d'étudier la relation entre la perception des limites urbaines et l'appropriation par ses habitants d'un "quartier" avec ses ambiances spécifiques.

En conclusion, cette approche n'est pas une juxtaposition de trois approches fermées, mais s'inscrit plutôt dans une démarche globale visant à l'élaboration d'un indicateur de confort (généralisation) urbain.

Les développements de cette étude pour aboutir au Plan d'Organisation Sonore de Quartier qui résulte de l'utilisation de cet indicateur sont les suivants :

• compléter la reconnaissance temporelle des signaux urbains par leur signature spectrale pour disposer d'une identification acoustique complète.

• rédiger les questionnaires permettant d'aborder de façon quantitative les notions de satisfaction et de confort ; analyser les différentes données obtenues par traitements statistiques afin de délimiter des indices de reconnaissance et d'identifier les ambiances sonores des sites dans lesquels auront été faites les mesures acoustiques.

• utiliser des systèmes de prises de données architecturales permettant de récupérer des informations pouvant être traduites de façon tridimensionnelle (photogrammétrie...).

