

Résumé : La ville est un espace partagé par des millions de gens, de classe et de caractère très différent. Elle est également le produit du développement urbain. L'étude de la morphologie urbaine est l'étude des formes physiques de l'espace urbain, des éléments et des relations entre les différentes entités du milieu urbain. Sur la base de l'analyse morphologique urbaine des secteurs étudiés, nous constatons bien que la morphologie urbaine traduit nettement l'image de chaque ville et est liée aux processus de développement urbain. Nous ne pouvons pas donc comparer toutes les particularités morphologiques des villes entre elles, en particulier dans le cas des villes occidentales et orientales, mais fixer notre attention sur quelques spécificités.

À chaque espace urbain correspond des ambiances sonores liées à la forme urbaine et aux activités qui s'y déroulent. Nous cherchons à caractériser ces particularités morphologiques urbaines à travers l'évaluation du paysage sonore urbain qui est une façon d'approcher la qualité environnementale de l'espace urbain. En effet, dans cette thèse nous voulons dépasser la notion de nuisance dû au bruit dans la ville en abordant la question d'une façon plus globale en s'appuyant sur l'approche proposée par Murray Schafer dans son ouvrage *The tuning of the world*.

Dans la méthodologie que nous avons choisie, nous procédons d'une part aux analyses urbaines des particularités morphologiques des sites étudiés et d'autre part à l'évaluation quantitative des ambiances sonores à partir des enregistrements effectués sur les mêmes sites. L'objectif de l'analyse croisée des résultats est de dégager des informations qui permettent de proposer une stratégie d'aménagement ou réaménagement urbain qui offre confort et qualité aux usagers de la ville.

Mots clés : Morphologie urbaine, forme urbaine, espace urbain, ambiance sonore, architecture traditionnelle.

Abstract: The city is a space shared by millions of people of very different backgrounds. It is also the product of the urban development. The study of urban morphology is the study of the physical forms of urban space, the elements and the relations between the various entities of the urban environment. On the basis of the urban morphological analysis of the studied zones, we will observe that the urban morphology clearly translates the image of each city and is related to the processes of urban development. We cannot compare all the morphological features between the cities, in particular in the case of the occidental and oriental cities, but we can fix our attention on some specificities.

Each urban space has its own sound environment related to the urban form and the activities taken place. We try to clarify these urban morphological features through the evaluation of the urban soundscape which is one way of approaching the environmental quality of urban space. Indeed, in this thesis we want to go beyond the idea of annoyance due to the noise in the city, by tackling the question in a more general way based on the approach suggested by Murray Schafer in his work *The tuning of the world*.

In the methodology we chose, we carry out urban analyses of the morphological characteristics of the studied sites on the one hand and the quantitative evaluation of the sound environments based on the recordings we made on the same sites, on the other hand. The objective of the cross analysis of the results is to draw information which allows to propose a strategy of configuration or reconfiguration of the urban space which offers comfort and quality to the users of the city.

Keywords: Urban morphology, urban form, urban space, sound environment, traditional architecture.

Laboratoire : GRECAU - Groupe de Recherche Environnement, Conception Architecturale et Urbaine
Ecole Nationale Supérieure d'Architecture et de Paysage de Bordeaux, Domaine de Raba - ENSAPBx
33405 TALENCE Cedex, FRANCE.

Tuan Anh NGUYEN

**Caractérisation des particularités dominantes de la morphologie urbaine
à travers l'environnement sonore**

-2007-

N° d'ordre : **3401**

THÈSE

Présentée à

L'UNIVERSITÉ BORDEAUX I

ÉCOLE DOCTORALE DES SCIENCES PHYSIQUES ET DE L'INGÉNIEUR

par **Tuan Anh NGUYEN**

POUR OBTENIR LE GRADE DE

DOCTEUR

SPÉCIALITÉ : MÉCANIQUE - SCIENCES ET TECHNIQUES ARCHITECTURALES

**CARACTÉRISATION DES PARTICULARITÉS DOMINANTES DE LA
MORPHOLOGIE URBAINE À TRAVERS L'ENVIRONNEMENT SONORE :**
Etude dans le vieux quartier de Hanoï et dans le quartier Saint-Michel à Bordeaux

Soutenue le : 10 juillet 2007

Après avis de :

M. Luc ADOLPHE

Professeur, Université Paris VIII, IFU

Rapporteurs

M. Jacques BEAUMONT

Directeur de Recherche, INRETS Lyon

Devant la commission d'examen formée de :

M. Bertrand AUDOIN

Professeur, Université Bordeaux I, LMP

Président

Mme. Catherine SEMIDOR

Professeur, ENSAPBx

**Caractérisation des particularités dominantes de la
morphologie urbaine à travers l'environnement sonore :
Etude dans le vieux quartier de Hanoi et dans le quartier Saint-Michel à
Bordeaux**

Remerciements

Ce travail a été réalisé au sein du laboratoire GRECAU de l'Ecole Nationale Supérieure d'Architecture et de Paysage de Bordeaux. De nombreuses personnes ont contribué à sa réussite.

- Je tiens à remercier sincèrement en premier lieu Mme Catherine Semidor, d'avoir accepté d'être ma directrice de thèse et de m'avoir accueilli au sein de son équipe de recherche. Je la remercie également pour sa patience, son conseil et la confiance qu'elle m'a accordé tout au long de ces années. Je lui suis également reconnaissant pour son soutien, grâce auquel j'ai pu accéder à la connaissance.

- Je tiens aussi à remercier Messieurs Jacques Beaumont et Luc Adolphe d'avoir accepté d'être rapporteurs de ma thèse. C'est un honneur pour moi que de recevoir leurs analyses et leurs critiques. Je tiens à remercier Monsieur Bertrand Audoin, le président du jury qui a eu la gentillesse de bien vouloir participer à ma soutenance de thèse.

- Je souhaite remercier ici tous les membres du laboratoire GRECAU. Merci d'abord à Madame Aline Barlet, Messieurs Emmanuel Merida, Dominique Gorge, Christian Maintrot, Mlle Françoise Chartier pour leur aide, leur extrême gentillesse à mon égard, leur encouragement et leur sympathie. En particulier, je tiens à remercier Madame Flora Gbedji d'avoir lu mon mémoire.

- Je tiens à remercier très chaleureusement Madame Ineka Amesz pour son aide et sa relecture. Merci également aux personnes à l'Ecole d'Architecture et de Paysage de Bordeaux pour leur bonne humeur et leur gentillesse. Ils m'ont apporté un encadrement amical tout au long de ces années.

- Je remercie les stagiaires que j'ai rencontré tout au long de ce travail : Vincent, Olivier, Geoffroy, Emmanuel, Francisco, Stéphane, Pavel, Fabien, Ivan, Céline... (et pardon pour ceux qui ne sont pas cités) pour leur aide au cours des différentes mesures et pour les bons moments que nous avons partagés.

- Je n'oublie pas Madame Paulette Girard et les chercheurs du GRECAU Toulouse pour leur gentillesse.

- Toute ma famille pour leur soutien et leur encouragement. Ils ont été à mes côtés tout au long de ce travail.

- Tous mes amis de Bordeaux et d'ailleurs qui ont contribué directement ou indirectement à l'accomplissement de ce travail.

Et encore une fois, je tiens vivement à remercier tout le monde.

Résumé

La ville est un espace partagé par des millions de gens, de classe et de caractère très différents. Elle est également le produit du développement urbain. L'étude de la morphologie urbaine est l'étude des formes physiques de l'espace urbain, des éléments et des relations entre les différentes entités du milieu urbain.

Sur la base de l'analyse morphologique urbaine des secteurs étudiés, nous constatons bien que la morphologie urbaine traduit nettement l'image de chaque ville et est liée aux processus de développement urbain. Nous ne pouvons pas donc comparer toutes les particularités morphologiques des villes entre elles, en particulier dans le cas des villes occidentales et orientales, mais fixer notre attention sur quelques spécificités.

A chaque espace urbain correspond des ambiances sonores liées à la forme urbaine et aux activités qui s'y déroulent. Nous cherchons à caractériser ces particularités morphologiques urbaines à travers l'évaluation du paysage sonore urbain qui est une façon d'approcher la qualité environnementale de l'espace urbain. En effet, dans cette thèse nous voulons dépasser la notion de nuisance dû au bruit dans la ville en abordant la question d'une façon plus globale en s'appuyant sur l'approche proposée par Murray Schafer dans son ouvrage *The tuning of the world*.

Dans la méthodologie que nous avons choisie, nous procédons d'une part aux analyses urbaines des particularités morphologiques des sites étudiés et d'autre part à l'évaluation quantitative des ambiances sonores à partir des enregistrements effectués sur les mêmes sites. L'objectif de l'analyse croisée des résultats est de dégager des informations qui permettent de proposer une stratégie d'aménagement ou réaménagement urbain qui offre confort et qualité aux usagers de la ville.

Mots clé : *Morphologie urbaine, forme urbaine, espace urbain, ambiance sonore, architecture traditionnelle.*

Abstract

The city is a space shared by millions of people of very different backgrounds. It is also the product of the urban development. The study of urban morphology is the study of the physical forms of urban space, the elements and the relations between the various entities of the urban environment.

On the basis of the urban morphological analysis of the studied zones, we will observe that the urban morphology clearly translates the image of each city and is related to the processes of urban development. We cannot compare all the morphological features between the cities, in particular in the case of the occidental and oriental cities, but we can fix our attention on some specificities.

Each urban space has its own sound environment related to the urban form and the activities taken place. We try to clarify these urban morphological features through the evaluation of the urban soundscape which is one way of approaching the environmental quality of urban space. Indeed, in this thesis we want to go beyond the idea of annoyance due to the noise in the city, by tackling the question in a more general way based on the approach suggested by Murray Schafer in his work *The tuning of the world*.

In the methodology we chose, we carry out urban analyses of the morphological characteristics of the studied sites on the one hand and the quantitative evaluation of the sound environments based on the recordings we made on the same sites, on the other hand. The objective of the cross analysis of the results is to draw information which allows to propose a strategy of configuration or reconfiguration of the urban space which offers comfort and quality to the users of the city.

Key words: *Urban morphology, urban form, urban space, sound environment, traditional architecture.*

Table des matières

Table des matières	9
Liste des figures	15
Liste des tableaux	21
Introduction générale	23
Développement de la recherche	29

1^{ème} Partie **Environnement sonore urbain**

Chapitre I : Caractérisation des phénomènes sonores	33
I.1 : Introduction	33
I.2 : Caractéristiques physiques de base	35
I.2.1 : Définitions.....	36
I.2.1.1 : Zone d'audibilité de l'oreille humaine.....	36
I.2.1.2 : Particularité du son.....	37
I.2.2 : Quelques éléments théoriques.....	39
I.2.2.1 : Critères propres aux sources sonores en milieu urbain.....	40
I.2.2.2 : Réflexion diffuse en milieu urbain.....	42
I.2.2.2.1 : Définition.....	43
I.2.2.2.2 : Description du phénomène.....	43
I.3 : Particularité de la propagation sonore en plein air	46
I.3.1 : Loi de décroissance spatiale en plein air.....	46
I.3.2 : Effets dus au vent et à la température.....	47
I.3.3 : Effets du sol et de la végétation.....	48
I.3.4 : Effets des obstacles.....	48
I.3.4.1 : Propagation sonore en présence d'un obstacle.....	49
I.3.4.2 : Propagation sonore dans le champ direct et dans le champ diffus.....	51
I.4 : Relation entre propagation sonore et forme urbaine	53
I.4.1 : Notion de rue en « U » et de rue en tissu ouvert (rue en « L »).....	53
I.4.2 : Effet de la géométrie de la rue.....	54
I.4.3 : Rôle de l'alignement à l'échelle de la façade.....	56
I.4.4 : Rôle de l'alignement à l'échelle de la rue.....	56
I.4.5 : Relation par rapport à la transition de structure spatiale de la rue.....	57
I.5 : Conclusion du chapitre I	59

Chapitre II : Environnement sonore urbain et particularités des ambiances urbaines dans le vieux quartier de Hanoï et dans le quartier Saint-Michel à Bordeaux.....61

II.1 : Introduction.....	61
II.2 : Approche de l'environnement sonore urbain.....	63
II.2.1 : Paysage sonore.....	64
II.2.2 : Particularité de l'environnement sonore urbain.....	65
II.2.3 : Sources sonores en milieu urbain.....	66
II.3 : Les quartiers étudiés à Hanoï et à Bordeaux.....	67
II.3.1 : Le vieux quartier de Hanoï.....	68
II.3.1.1 : Particularité du vieux quartier.....	68
II.3.1.1.1 : Superficie et indices urbains.....	70
II.3.1.1.2 : Disposition du quartier.....	71
II.3.1.2 : Particularité des ambiances urbaines du quartier.....	72
II.3.1.2.1 : Particularité de l'activité de circulation.....	73
II.3.1.2.2 : Particularité de l'activité de commerce.....	75
II.3.1.2.3 : Particularité de l'activité de production.....	76
II.3.2 : Le quartier Saint-Michel à Bordeaux.....	77
II.3.2.1 : Particularité urbaine du quartier.....	77
II.3.2.1.1 : Histoire du quartier.....	79
II.3.2.1.2 : Disposition et indices urbains du quartier.....	79
II.3.2.2 : Particularité des ambiances urbaines du quartier.....	82
II.3.2.2.1 : Particularité de l'activité de circulation.....	82
II.3.2.2.2 : Particularités de l'activité de commerce.....	84
II.3.2.2.3 : Particularités de l'activité de travaux.....	86
II.4 : Méthodologie expérimentale.....	87
II.4.1 : Méthode d'enregistrement sonore.....	87
II.4.1.1 : La promenade sonore.....	88
II.4.1.2 : Enregistrements sonores sur points fixes.....	88
II.4.2 : Chaîne d'acquisition et de traitement des données.....	89
II.4.2.1 : Equipement utilisé.....	89
II.4.2.2 : Moyen logiciel.....	90
II.4.2.3 : Résultats de mesure.....	90
II.5 : Conclusion du chapitre II.....	92

2^{ème} Partie

Analyse de la morphologie urbaine

Chapitre III : Présentation des éléments urbains de base.....	95
III.1 : Introduction.....	95
III.2 : Paysage urbain et structure urbaine.....	97
III.2.1 : Approche urbaine à partir du paysage et de la forme urbaine.....	97
III.2.1.1 : Paysage urbain.....	98
III.2.1.2 : Forme urbaine et système urbain.....	99
III.2.1.3 : Signification de la forme urbaine.....	100
III.2.2 : Centre ancien dans la structure urbaine.....	101
III.2.2.1 : Problématique de l'organisation structurale d'une ville.....	101
III.2.2.2 : Centre ville et vieille ville dans la structure urbaine d'une ville.....	102
III.3 : Eléments urbains de base de la structure urbaine.....	105
III.3.1 : Voies et types de voie.....	106
III.3.1.1 : Maillage.....	106
III.3.1.2 : Caractéristiques de la rue.....	107
III.3.1.3 : Types de rues.....	109
III.3.2 : Quartiers.....	111
III.3.2.1 : Ilots et lotissement.....	112
III.3.2.2 : Enveloppe d'îlot.....	114
III.3.2.3 : Particularité des parcelles.....	114
III.3.3 : Nœuds et espaces libres.....	115
III.3.3.1 : Places et placettes.....	116
III.3.3.2 : Parcs et jardins publics.....	117
III.3.3.3 : Cours dans la combinaison urbaine.....	118
III.4 : Volume urbain et tissu constructif.....	118
III.4.1 : Types de tissu urbain et hauteur urbaine.....	119
III.4.2 : Architecture du bâti.....	119
III.4.3 : Façade sur rue.....	120
III.5 : Conclusion du chapitre III.....	122

Chapitre IV : Particularités morphologiques des éléments urbains de base dans le vieux quartier de Hanoï et dans le quartier Saint-Michel à Bordeaux.....125

IV.1 : Introduction.....125

IV.2 : Morphologiques des éléments urbains de base dans le vieux quartier de Hanoï..... 127

IV.2.1 : Morphologie de la rue.....	127
IV.2.1.1 : Trame et tissu de la rue.....	128
IV.2.1.2 : Calibrage et typologie de la rue.....	131
IV.2.1.3 : Forme de la rue.....	132
IV.2.2 : Morphologie de l'îlot.....	133
IV.2.2.1 : Densité de construction.....	134
IV.2.2.2 : Façade et hauteur de bâti.....	135
IV.2.2.3 : Disposition de bâti.....	136
IV.2.3 : Morphologie des espaces libres.....	138
IV.2.3.1 : Disposition de l'espace libre.....	138
IV.2.3.2 : Forme -Volume et la fonction de l'espace libre.....	140
IV.2.4 : Ilot typique étudié.....	140
IV.2.4.1 : Particularité de l'îlot étudié.....	140
IV.2.4.1.1 : Echelle de l'îlot étudié.....	142
IV.2.4.1.2 : Structure et tissu de l'îlot étudié.....	142
IV.2.4.2 : Particularités dominantes de la morphologie urbaine de l'îlot étudié.....	143
IV.2.4.2.1 : Tissu urbain serré de l'îlot étudié.....	143
IV.2.4.2.2 : Espace ouvert au rez-de-chaussée de la maison-tube.....	144
IV.2.4.2.3 : Couloirs étroits dans les maisons-tube.....	147

IV.3 : Morphologie des éléments urbains de base dans le quartier Saint-Michel à Bordeaux..... 150

IV.3.1 : Morphologie de la rue.....	150
IV.3.1.1 : Trame urbaine et tissu de la rue.....	150
IV.3.1.2 : Calibrage et typologie de la rue.....	154
IV.3.1.3 : Forme de la rue.....	155
IV.3.2 : Morphologie de l'îlot.....	156
IV.3.2.1 : Densité de construction dans l'îlot.....	156
IV.3.2.2 : Façade et hauteur de bâti.....	157
IV.3.2.3 : Disposition de bâti.....	158
IV.3.3 : Morphologie des espaces libres.....	159
IV.3.3.1 : Disposition des espaces libres.....	159
IV.3.3.2 : Forme - Volume et la fonction des espaces libres.....	160
IV.3.4 : Ilot typique étudié.....	164
IV.3.4.1 : Particularité de l'îlot étudié.....	164
IV.3.4.1.1 : Echelle de l'îlot étudié.....	166
IV.3.4.1.2 : Structure et tissu de l'îlot étudié.....	167
IV.3.4.2 : Particularités dominantes de la morphologie urbaine de l'îlot étudié.....	167
IV.3.4.2.1 : Découpage important par les rues étroites en « U » dans l'îlot étudié.....	167
IV.3.4.2.2 : Parcelles petites, étroites et un front de façades continu.....	170
IV.3.4.2.3 : Transition spatiale de l'espace fermé à l'espace ouvert dans la rue...	172

IV.4 : Conclusion du chapitre IV..... 174

3^{ème} Partie

Etude de cas dans les îlots typiques

Chapitre V : Caractérisation des particularités morphologiques dominantes à partir des enregistrements sonores dans les îlots étudiés.....	179
V.1: Introduction.....	179
V.2: Enregistrements sonores réalisés dans l'îlot typique étudié à Hanoï.....	181
V.2.1 : Caractérisation des particularités morphologiques du tissu urbain serré...	182
V.2.1.1 : Promenade sonore en continue n°1, réalisée autour de l'îlot étudié, enregistrement le 20/07/2006.....	182
V.2.1.2 : Promenade sonore en continue n°2, réalisée autour de l'îlot étudié, enregistrement le 20/07/2006.....	183
V.2.1.3 : Promenade sonore en continue n°3, réalisée autour de l'îlot étudié, enregistrement le 20/07/2006.....	185
V.2.1.4 : Promenade sonore en continue n°4, réalisée autour de l'îlot étudié, enregistrement le 20/07/2006.....	186
V.2.1.5 : Enregistrement sonore fixe n°1 réalisé sur la toiture de maison n°39-rue Lan Ong le 30/01/2005.....	188
V.2.1.6 : Conclusion.....	190
V.2.2 : Caractérisation de la particularité morphologique de l'espace ouvert au rez-de-chaussée des maisons-tube.....	190
V.2.2.1 : Promenade sonore en continue n°5, réalisée autour de l'îlot étudié enregistrement le 27/08/2005.....	191
V.2.2.2 : Promenade sonore en continue n°6, réalisée autour de l'îlot étudié enregistrement le 27/08/2005.....	193
V.2.2.3 : Enregistrement sonore fixe n°2, réalisé au rez-de-chaussée de la maison 65A, rue Lan Ong, enregistrement le 27/08/2005.....	194
V.2.2.4 : Enregistrement sonore fixe n°3, réalisé au rez-de-chaussée de la maison 101A, rue Thuoc Bac, enregistrement le 27/08/2005.....	196
V.2.2.5 : Enregistrement sonore fixe n°4, réalisé au rez-de-chaussée de la maison 68, rue Hang Bo, enregistrement le 27/08/2005.....	198
V.2.2.6 : Enregistrement sonore fixe n°5, réalisé au rez-de-chaussée de la maison 40, rue Hang Can, enregistrement le 27/08/2005.....	199
V.2.2.7 : Conclusion.....	201
V.2.3 : Caractérisation de la particularité morphologique des couloirs étroits dans les maisons-tube.....	202
V.2.3.1 : Enregistrement sonore fixe n°6, réalisé dans le couloir, au rez-de-chaussée de la maison 69, rue Thuoc Bac, enregistrement le 30/01/2005.....	203
V.2.3.2 : Enregistrement sonore fixe n°7, réalisé dans le couloir, au rez-de-chaussée de la maison 85, rue Thuoc Bac, en au 30/01/2005.....	205
V.2.3.3 : Enregistrement sonore fixe n°8, réalisé dans le couloir, au rez-de-chaussée de la maison 62, rue Hang Bo, enregistrement le 30/01/2005.....	207
V.2.3.4 : Promenade sonore aller-retour n°7, réalisée dans le couloir, au rez-de-chaussée de la maison 26, rue Hang Can, enregistrement le 27/08/2005.....	209
V.2.3.5 : Promenade sonore aller-retour n°8, réalisée dans le couloir, au rez-de-chaussée de la maison 34, rue Hang Can, enregistrement le 27/08/2005.....	210
V.2.3.6 : Promenade sonore aller-retour n°9, réalisée dans le couloir, au rez-de-chaussée de la maison 46, rue Hang Bo, enregistrement le 27/08/2005.....	212
V.2.3.7 : Promenade sonore aller-retour n°10, réalisée dans le couloir, au	

rez-de-chaussée de la maison 47, rue Lan Ong, enregistrement le 27/08/2005.....	213
V.2.3.8 : Promenade sonore aller-retour n°11, réalisée dans le couloir, au rez-de-chaussée de la maison 39, rue Lan Ong, enregistrement le 27/08/2005.....	215
V.2.3.9 : Conclusion.....	216
V.3 : Enregistrements sonores réalisés dans l'îlot typique étudié à Bordeaux.....	217
V.3.1 : Caractérisation des particularités morphologiques du découpage important par les rues étroites en « U » dans l'îlot étudié.....	218
V.3.1.1 : Promenade sonore en continue n°12, réalisée dans le cours Victor Hugo, vers le Musée d'Aquitaine le 17/11/2004.....	218
V.3.1.2 : Promenade sonore en continue n°13, réalisée dans le cours Victor Hugo, vers la place Bir-Hakeim le 22/10/2005.....	219
V.3.1.3 : Promenade sonore en continue n°14, réalisée dans le cours Victor Hugo, vers le Musée d'Aquitaine le 22/10/2005.....	221
V.3.1.4 : Promenade sonore en continue n°15, réalisée dans la rue Maubec vers le quai des Salinières le 22/10/2005.....	222
V.3.1.5 : Promenade sonore en continue n°16, réalisée dans la Rue Maubec vers la rue des Faures le 22/10/2005.....	224
V.3.1.6 : Conclusion.....	225
V.3.2 : Caractérisation de la particularité morphologique des petites parcelles, étroites et un front de façade continu.....	226
V.3.2.1 : Promenade sonore en continue n°17, réalisée dans la rue de la Tour du Pin vers l'église Sainte-Croix le 08/12/2004.....	226
V.3.2.2 : Promenade sonore en continue n°18, réalisée dans la rue de la Tour du Pin vers la place Bir-Hakeim le 22/10/2005.....	228
V.3.2.3 : Promenade sonore en continue et parallèle n°19, réalisée sur le quai des Salinières et dans la rue de la Tour du Pin donne vers la place Bir-Hakeim le 22/10/2005.....	229
V.3.2.4 : Enregistrement sonore fixe n°9, réalisé dans l'impasse Mauriac le 17/11/2004.....	232
V.3.2.5 : Enregistrement sonore fixe n°10, réalisé dans la rue Gensan le 08/12/2004.....	234
V.3.2.6 : Conclusion.....	235
V.3.3 : Caractérisation des particularités morphologiques liées à la transition spatiale de l'espace fermé à l'espace ouvert.....	235
V.3.3.1 : Promenade sonore en continue n°20, réalisée autour d'îlot étudié le 22/10/2005.....	236
V.3.3.2 : Promenade sonore en continue n°21, réalisée dans la rue des Faures vers le quai des Salinières le 17/11/2004.....	238
V.3.3.3 : Promenade sonore en continue n°22, réalisée dans la Rue des Faures vers le cours Victor Hugo le 17/11/2004.....	239
V.3.3.4 : Promenade sonore en continue n°23, réalisée dans la Rue des Faures vers le quai des Salinières le 08/12/2004.....	240
V.3.3.5 : Enregistrements sonores fixes n°11, réalisés dans la rue des Faures le 17/11/2004.....	242
V.3.3.6 : Conclusion.....	244
V.4 : Conclusion du chapitre V.....	245
Conclusion générale et perspectives.....	247
Bibliographie.....	251
Annexes.....	259

Liste des figures

Figure 1 : Le schéma de recherche.....	23
Figure 2 : Les trois éléments principaux qui constituent les ambiances sonores urbaines.....	24
Figure 3 : Rôle du canal acoustique entre sources et perception.....	24
Figure 4 : Les éléments de base du paysage urbain.....	25
Figure 5 : Les éléments de base constitutifs de la morphologie urbaine.....	26
Figure I.1 : Le mécanisme de la propagation sonore.....	35
Figure I.2 : La zone d'audibilité de l'oreille humaine.....	37
Figure I.3 : La hauteur du son.....	37
Figure I.4 : Le timbre du son.....	38
Figure I.5 : Le volume du son.....	38
Figure I.6 : La décomposition fréquentielle.....	39
Figure I.7 : Le graphique des courbes d'égale intensité sonore pour l'oreille humaine.....	39
Figure I.8 : La détermination du niveau équivalent.....	41
Figure I.9 : Les courbes de pondération.....	41
Figure I.10 : L'évolution de la pondération A (dB) en fonction de la fréquence.....	42
Figure I.11 : Le modèle de réflexion diffuse.....	44
Figure I.12 : La spéculaire (S) et diffuse (D).....	44
Figure I.13 : La réflexion spéculaire à la diffusion idéale.....	45
Figure I.14 : Les exemples de lois de réflexion utilisées dans les simulations SPPS.....	45
Figure I.15 : L'effet de distance pour une source ponctuelle.....	46
Figure I.16 : L'effet de distance pour une source linéique.....	47
Figure I.17 : L'effet du vent.....	47
Figure I.18 : L'effet de la température.....	47
Figure I.19 : La propagation sonore en présence d'un obstacle.....	49
Figure I.20 : Le phénomène de la réflexion sonore en présence d'un obstacle.....	49
Figure I.21 : La propagation sonore en présence d'un obstacle.....	50
Figure I.22 : L'exemple d'un matériau fibreux.....	50
Figure I.23 : Le phénomène de diffraction sonore.....	51
Figure I.24 : La propagation sonore dans les champs : direct et diffus.....	52
Figure I.25 : La réflexion sonore diffuse dans une rue en « U ».....	52
Figure I.26 : La coupe de la rue en « U ».....	54
Figure I.27 : Les rues en tissu ouvert.....	54
Figure I.28 : La largeur de la rue.....	55
Figure I.29 : La grande rue double.....	55
Figure I.30 : Une parcelle mince entre deux rues.....	56
Figure I.31 : Les rez-de-chaussée vides.....	56
Figure I.32 : L'alignement irrégulier des immeubles.....	57
Figure I.33 : La transition de forme sur la longueur de la rue.....	57
Figure I.34 : La transition continue des carrefours dans une rue.....	58
Figure II.1 : La position géographique du vieux quartier dans la ville de Hanoï.....	68
Figure II.2 : Le vieux quartier à travers des époques.....	69
Figure II.3 : Les photos du quartier le début du XX ^e siècle.....	69
Figure II.4 : Le changement des produits vendus dans le quartier actuel.....	70
Figure II.5 : La haute densité de construction.....	71
Figure II.6 : Les rues de limite.....	72
Figure II.7 : L'activité de circulation.....	74
Figure II.8 : Le chemin de fer dans le vieux quartier.....	74

Figure II.9 : L'activité de commerce dans la rue.....	75
Figure II.10 : Les marchés dans le vieux quartier.....	76
Figure II.11 : L'activité de production dans les rues : Hang Thiec-Hang Dong et Lo Ren.....	76
Figure II.12 : La position géographique du quartier Saint-Michel dans la Communauté Urbaine de Bordeaux.....	77
Figure II.13 : Le quartier Saint-Michel à travers des époques.....	78
Figure II.14 : Quelques activités dans le quartier.....	79
Figure II.15 : Les rues de limite du quartier Saint-Michel.....	80
Figure II.16 : Les photos des rues de limite du quartier Saint-Michel.....	81
Figure II.17 : Un tissu urbain serré.....	81
Figure II.18 : L'activité de la circulation sur les axes en limite de quartier.....	83
Figure II.19 : L'activité de circulation au sein du quartier.....	83
Figure II.20 : L'activité de circulation dans la rue des Faures du lundi au vendredi.....	84
Figure II.21 : L'activité de circulation dans la rue des Faures au week-end.....	84
Figure II.22 : Les secteurs de concentration forte du commerce dans le quartier Saint-Michel.....	85
Figure II.23 : L'activité de commerce dans l'espace Saint-Michel.....	85
Figure II.24 : L'influence de l'activité de commerce dans la rue des Faures.....	86
Figure II.25 : L'activité de commerce dans les autres rues.....	86
Figure II.26 : L'activité de travaux dans la rue.....	87
Figure II.27 : La promenade sonore.....	88
Figure II.28 : Enregistrement sonore fixe.....	89
Figure II.29 : Les équipements.....	89
Figure II.30 : Le logiciel de mesure acoustique et vibratoire.....	90
Figure II.31 : Les images acoustiques.....	91
Figure III.1 : Les éléments du paysage urbain.....	98
Figure III.2 : Le schéma du système morphologique.....	99
Figure III.3 : La relation entre les éléments du système morphologique.....	100
Figure III.4 : La position et la silhouette urbaine des centres historiques.....	103
Figure III.5 : La position géographique du centre ville.....	104
Figure III.6 : La détermination du centre historique dans la structure urbaine à Hanoi.....	105
Figure III.7 : Les éléments urbains de base dans la structure urbaine.....	105
Figure III.8 : Le système du maillage.....	107
Figure III.9 : Les sous – systèmes morphologies de la rue.....	108
Figure III.10 : Les rues principales au centre ville de Bordeaux.....	110
Figure III.11 : Les rues ordinaires ou de desserte au centre ville de Bordeaux et de Hanoi.....	110
Figure III.12 : Les ruelles et les impasses au centre ville de Bordeaux et de Hanoi.....	111
Figure III.13 : La forme de l'îlot.....	113
Figure III.14 : L'exemple des îlots.....	114
Figure III.15 : L'exemple d'enveloppe d'îlot.....	114
Figure III.16 : Quelques formes de parcelle.....	115
Figure III.17 : Quelques formes de place.....	116
Figure III.18 : Les places dans la ville.....	117
Figure III.19 : Les jardins dans la ville.....	118
Figure III.20 : Les cours dans les îlots.....	118
Figure III.21 : La coupe d'une ville.....	119
Figure III.22 : L'architecture d'une maison à Hanoi.....	120
Figure III.23 : La façade sur rue à Bordeaux et à Hanoi.....	121

Figure IV.1 : Les objectifs principaux étudiés à partir des éléments urbains de base.....	126
Figure IV.2 : Les plans du vieux quartier en 1873, 1902, 1911.....	128
Figure IV.3 : Les plans du vieux quartier en 1925, 1943, 2003.....	129
Figure IV.4 : Les axes principaux dans le vieux quartier.....	130
Figure IV.5 : Typologies de rue.....	131
Figure IV.6 : La fonction secondaire de la rue dans les jours fériés.....	132
Figure IV.7 : La forme de la rue.....	133
Figure IV.8 : Une maison-tube typique.....	134
Figure IV.9 : Quelques impasses du quartier.....	135
Figure IV.10 : Les photos des anciennes maisons au début du XX ^e siècle.....	136
Figure IV.11 : Les photos des maisons-tube actuelles.....	136
Figure IV.12 : La disposition de bâti dans un carrefour.....	137
Figure IV.13 : Les photos aériennes de la disposition des maisons-tubes au début du XX ^e siècle.....	137
Figure IV.14 : Les photos actuelles.....	138
Figure IV.15 : Les places dans le vieux quartier.....	139
Figure IV.16 : Le jardin et quelques espaces vides dans le vieux quartier.....	139
Figure IV.17 : Les rues de limite de l'îlot typique étudié.....	141
Figure IV.18 : Vue du tissu serré de l'îlot sur la photo aérienne.....	142
Figure IV.19 : L'îlot étudié.....	143
Figure IV.20 : L'espace ouvert au rez-de-chaussée dans la rue Lan Ong.....	145
Figure IV.21 : L'espace ouvert au rez-de-chaussée dans la rue Thuoc Bac.....	145
Figure IV.22 : L'espace ouvert au rez-de-chaussée dans la rue Hang Bo.....	145
Figure IV.23 : L'espace ouvert au rez-de-chaussée dans la rue Hang Can.....	146
Figure IV.24 : La structure ouverte au rez-de-chaussée.....	146
Figure IV.25 : Modification de l'espace libre du rez-de-chaussée au cours de la journée.....	147
Figure IV.26 : Quelques couloirs dans la rue Lan Ong.....	148
Figure IV.27 : Quelques couloirs dans la rue Thuoc Bac.....	148
Figure IV.28 : Quelques couloirs dans la rue Hang Bo.....	149
Figure IV.29 : Quelques couloirs dans la rue Hang Can.....	149
Figure IV.30 : Les plans du quartier Saint-Michel dans les années 1685, 1755 et 1854.....	151
Figure IV.31 : Les plans du quartier Saint-Michel dans les années 1773, 1891 et 2006.....	152
Figure IV.32 : Les axes principaux dans le quartier Saint-Michel.....	153
Figure IV.33 : Les photos des axes principaux dans le quartier Saint-Michel.....	154
Figure IV.34 : Le calibrage des rues.....	154
Figure IV.35 : La forme de la rue.....	155
Figure IV.36 : Les images symboliques de la morphologie.....	156
Figure IV.37 : Les types des façades d'immeuble.....	157
Figure IV.38 : La modification au rez-de-chaussée des immeubles.....	158
Figure IV.39 : La position du bâti dans les parcelles différentes.....	158
Figure IV.40 : La disposition du bâti dans le cours Victor Hugo.....	159
Figure IV.41 : Les places et placettes dans le quartier.....	160
Figure IV.42 : Les exemples des cours dans le quartier.....	160
Figure IV.43 : L'espace Saint-Michel.....	162
Figure IV.44 : Les places et placettes.....	163
Figure IV.45 : Les places périphériques du quartier.....	163
Figure IV.46 : Les cours intérieures et extérieures.....	164
Figure IV.47 : Les rues de limite de l'îlot typique étudié.....	165
Figure IV.48 : La photo aérienne de l'îlot étudié.....	166
Figure IV.49 : Le tissu de l'îlot étudié.....	167
Figure IV.50 : L'îlot découpé par les rues étroites.....	168

Figure IV.51 : Rue Mauriac.....	168
Figure IV.52 : La rue Gensan.....	168
Figure IV.53 : La rue Maubec.....	169
Figure IV.54 : La rue des Pontets.....	169
Figure IV.55 : La rue de la Tour du Pin.....	169
Figure IV.56 : La rue de la Fusterie.....	170
Figure IV.57 : L'impasse Mauriac.....	170
Figure IV.58 : L'impasse Maubec.....	170
Figure IV.59 : Les parcelles dans l'îlot étudié.....	171
Figure IV.60 : La transition spatiale dans la rue des Faures.....	172
Figure IV.61 : La transition spatiale dans la rue Maubec.....	173
Figure V.1 : L'îlot étudié à Hanoï défini par le périmètre des rues qui l'entourent.....	181
Figure V.2 : La promenade sonore en continue n°1, réalisée le /07/2006.....	182
Figure V.3 : Les images acoustiques issues des enregistrements de la promenade sonore n°1.....	183
Figure V.4 : La promenade sonore en continue n°2, réalisée le 20/07/2006.....	184
Figure V.5 : Les images acoustiques issues des enregistrements de la promenade sonore n°2.....	184
Figure V.6 : La promenade sonore en continue n°3, réalisée le 20/07/2006.....	185
Figure V.7 : Les images acoustiques issues des enregistrements de la promenade sonore n°3.....	186
Figure V.8 : La promenade sonore en continue n°4, réalisée le 20/07/2006.....	187
Figure V.9 : Les images acoustiques issues des enregistrements de la promenade sonore n°4.....	188
Figure V.10 : Enregistrement sonore fixe n°1 réalisé sur la toiture de la maison 39, rue Lan Ong le 30/01/2005.....	188
Figure V.11 : Les images acoustiques issues des enregistrements du point fixe n°1.....	189
Figure V.12 : La position des maisons étudiées et les fonctions abritées au rez-de-chaussée.....	191
Figure V.13 : La promenade sonore en continue n°5, réalisée le 27/08/2005.....	192
Figure V.14 : Les images acoustiques issues des enregistrements de la promenade sonore n°5.....	192
Figure V.15 : La promenade sonore en continue n°6, réalisée le 27/08/2005.....	193
Figure V.16 : Les images acoustiques issues des enregistrements de la promenade sonore n°6.....	194
Figure V.17 : Enregistrement sonore fixe n°2 réalisé le 27/08/2005.....	195
Figure V.18 : Les images acoustiques issues des enregistrements du point fixe n°2.....	195
Figure V.19 : Enregistrement sonore fixe n°3 réalisé le 27/08/2005.....	196
Figure V.20 : Les images acoustiques issues des enregistrements du point fixe n°3.....	197
Figure V.21 : Enregistrement sonore fixe n°4 réalisé le 27/08/2005.....	198
Figure V.22 : Les images acoustiques issues des enregistrements du point fixe n°4.....	198
Figure V.23 : Enregistrement sonore fixe n°5 réalisé le 20/07/2006.....	200
Figure V.24 : Les images acoustiques issues des enregistrements du point fixe n°5.....	200
Figure V.25 : Position des couloirs dans les maisons étudiées.....	202
Figure V.26 : Enregistrement sonore fixe n°6 réalisé le 30/01/2005.....	203
Figure V.27 : Les images acoustiques issues des enregistrements du point fixe n°6 points P1 et P2.....	203
Figure V.28 : Les images acoustiques issues des enregistrements du point fixe n°6 points P3 et P4.....	204
Figure V.29 : Enregistrement sonore fixe n°7 réalisé le 30/01/2005.....	205
Figure V.30 : Les images acoustiques issues des enregistrements du point fixe n°7 points P1 et P2.....	205
Figure V.31 : Les images acoustiques issues des enregistrements du point fixe n°7 points P3 et P4.....	206
Figure V.32 : Enregistrement sonore fixe n°8 réalisé le 30/01/2005.....	207
Figure V.33 : Les images acoustiques issues des enregistrements du point fixe n°8 point P1.....	207
Figure V.34 : Les images acoustiques issues des enregistrements du point fixe n°8 points P2 et P3.....	208
Figure V.35 : Les images acoustiques issues des enregistrements du point fixe n°8 points P4 et P5.....	208
Figure V.36 : La promenade sonore aller-retour n°7, réalisée le 27/08/2005.....	209
Figure V.37 : Les images acoustiques issues des enregistrements de la promenade sonore n°7.....	210

Figure V.38 : La promenade sonore aller-retour n°8, réalisée le 27/08/2005.....	211
Figure V.39 : Les images acoustiques issues des enregistrements de la promenade sonore n°8.....	211
Figure V.40 : La promenade sonore aller-retour n°9, réalisée le 27/08/2005.....	212
Figure V.41 : Les images acoustiques issues des enregistrements de la promenade sonore n°9.....	213
Figure V.42 : La promenade sonore aller-retour n°10, réalisée le 27/08/2005.....	214
Figure V.43 : Les images acoustiques issues des enregistrements de la promenade sonore n°10.....	214
Figure V.44 : La promenade sonore aller-retour n°11, réalisée le 27/08/2005.....	215
Figure V.45 : Les images acoustiques issues des enregistrements de la promenade sonore n°11.....	217
Figure V.46 : L'îlot étudié à Bordeaux défini par le périmètre des rues qui l'entourent.....	217
Figure V.47 : La promenade sonore en continue n°12, réalisée le 17/11/2004.....	218
Figure V.48 : Les images acoustiques issues des enregistrements de la promenade sonore n°12.....	219
Figure V.49 : La promenade sonore en continue n°13, réalisée le 22/10/2005.....	220
Figure V.50 : Les images acoustiques issues des enregistrements de la promenade sonore n°13.....	220
Figure V.51 : La promenade sonore en continue n°14, réalisée le 22/10/2005.....	221
Figure V.52 : Les images acoustiques issues des enregistrements de la promenade sonore n°14.....	222
Figure V.53 : La promenade sonore en continue n°15, réalisée le 22/10/2005.....	223
Figure V.54 : Les images acoustiques issues des enregistrements de la promenade sonore n°15.....	223
Figure V.55 : La promenade sonore en continue n°16, réalisée le 22/10/2005.....	224
Figure V.56 : Les images acoustiques issues des enregistrements de la promenade sonore n°16.....	225
Figure V.57 : La promenade sonore en continue n°17, réalisée le 08/12/2004.....	227
Figure V.58 : Les images acoustiques issues des enregistrements de la promenade sonore n°17.....	227
Figure V.59 : La promenade sonore en continue n°18, réalisée le 22/10/2005.....	228
Figure V.60 : Les images acoustiques issues des enregistrements de la promenade sonore n°18.....	229
Figure V.61 : La promenade sonore parallèle n°19, réalisée le 22/10/2005.....	230
Figure V.62 : Les images acoustiques issues des enregistrements M1 réalisés sur le quai des Salinières de la promenade sonore n°19.....	230
Figure V.63 : Les images acoustiques issues des enregistrements M2 réalisés sur la rue de la Tour du Pin de la promenade sonore n°19.....	231
Figure V.64 : Enregistrement sonore fixe n°9 réalisé le 17/11/2004.....	232
Figure V.65 : Les images acoustiques issues de l'enregistrement fixe n°9, au point P1.....	232
Figure V.66 : Les images acoustiques issues de l'enregistrement fixe n°9, au point P2.....	233
Figure V.67 : Enregistrement sonore fixe n°10 réalisé le 08/12/2004.....	234
Figure V.68 : Les images acoustiques issues de l'enregistrement fixe n°10, au point P3.....	234
Figure V.69 : La promenade sonore en continue n°20, réalisée le 22/10/2005.....	236
Figure V.70 : Les images acoustiques issues de la promenade sonore n°20.....	237
Figure V.71 : La promenade sonore en continue n°21, réalisée le 17/11/2004.....	238
Figure V.72 : Les images acoustiques issues de la promenade sonore n°21.....	238
Figure V.73 : La promenade sonore en continue n°22, réalisée le 17/11/2004.....	239
Figure V.74 : Les images acoustiques issues de la promenade sonore n°22.....	240
Figure V.75 : La promenade sonore en continue n°23, réalisée le 08/12/2004.....	241
Figure V.76 : Les images acoustiques issues de la promenade sonore n°23.....	241
Figure V.77 : Enregistrements sonores fixes n°11 réalisés le 17/11/2004.....	242
Figure V.78 : Les images acoustiques issues de l'enregistrement fixe n°11, au point P1.....	243
Figure V.79 : Les images acoustiques issues de l'enregistrement fixe n°11, au point P2.....	243
Figure V.80 : Les images acoustiques issues de l'enregistrement fixe n°11, au point P3.....	244

Liste des tableaux

Tableau 1 : L'effet des types de matériau sur le sol.....	48
Tableau 2 : Les indices urbains du vieux quartier de Hanoi.....	70
Tableau 3 : Les indices urbains du quartier Saint-Michel.....	81
Tableau 4 : Le part du sol occupé par la voirie (%) dans quelques villes du monde.....	106
Tableau 5 : Statistiques géométriques de l'îlot étudié à Hanoi.....	144

Introduction générale

Le travail que nous présentons ici s'inscrit dans le contexte général des recherches portant sur l'environnement sonore urbain, et plus précisément, sur la relation entre ambiances sonores et morphologie urbaine. Nos études ont été effectuées sur les sites du vieux quartier de Hanoi et du quartier Saint-Michel à Bordeaux. Ces sites sont des secteurs particuliers dans chaque ville, présentant des particularités spécifiques de la morphologie urbaine, des quartiers anciens. Cette recherche sur le paysage sonore s'inscrit dans les travaux menés par le laboratoire de recherche GRECAU¹.

Le rapport entre paysage sonore et morphologie urbaine est une question qui intéresse aussi bien les architectes et les urbanistes que les acousticiens. Son intérêt au niveau de la création des ambiances urbaines, se situe dans l'harmonisation entre les éléments de base structurant de la ville et les paramètres acoustiques qui participent au confort et à la qualité de l'environnement sonore urbain.

La ville est le siège de tensions qui la font évoluer, dans la continuité ou dans la rupture. Ces phénomènes s'inscrivent dans une double dimension : spatiale et temporelle. Ils façonnent deux images de la ville : sa morphologie physique et sa nature socio - culturelle. La structure de la ville et son usage qui sont étroitement liées aux particularités sociales et volontés politiques. Cette question est encore plus délicate à considérer dans des milieux urbains aussi dissemblables que la ville occidentale et la ville extrême orientale dont les évolutions historiques sont très différentes.

Nous proposons ci-dessous une schématisation de notre approche de la question afin de clarifier la méthodologie utilisée :

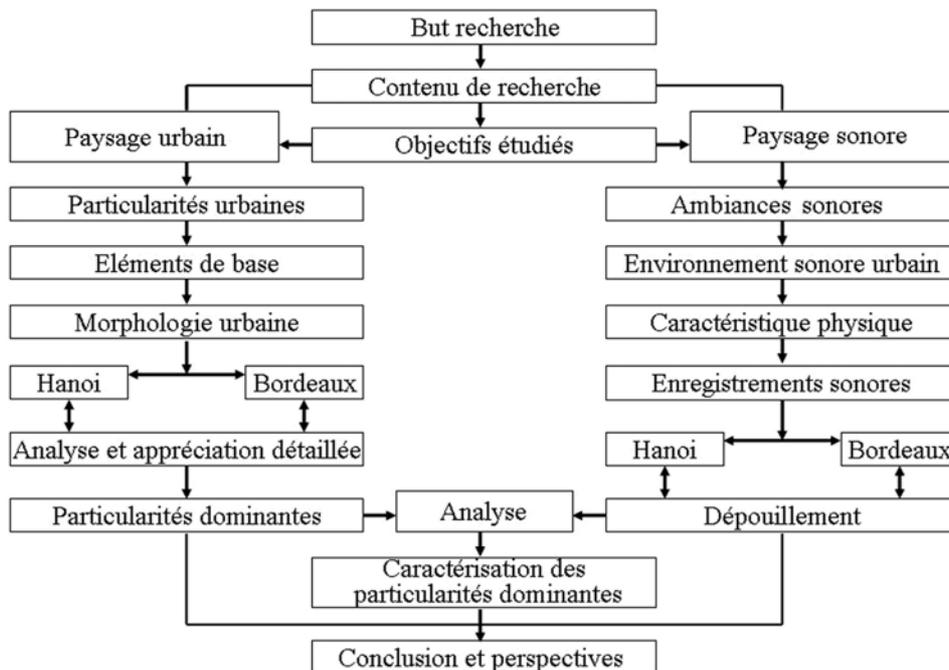


Figure 1 : Le schéma de recherche

¹ GRECAU : Groupe de Recherche Environnement, Conception Architecturale et Urbaine- ENSAPBx

Au préalable à notre recherche, il nous paraît important d’aborder la notion de paysage sonore urbain qui nous permettra par la suite d’avoir un regard plus général sur le concept de paysage urbain.

1. Les ambiances sonores urbaines

Le paysage sonore est un concept proposé par R.M. Schafer [SCHA79], compositeur canadien, pour décrire l’environnement sonore en prenant compte l’ensemble des sources sonores qui le composent sans a priori ou négatif. On peut compléter cette approche de l’environnement urbain en adoptant le parti de cheminement dans la ville développé par Kevin Lynch « L’image de la cité » [LYNC99). Ces deux démarches permettent d’aborder le paysage urbain et sa dimension sonore comme un citadin qui parcourt la ville à pied.

Les trois éléments principaux qui interagissent entre eux sont:

- Les sources sonores
- L’espace urbain
- Le citadin résident

Et ils sont représentés sur la figure 2 ci-dessous :

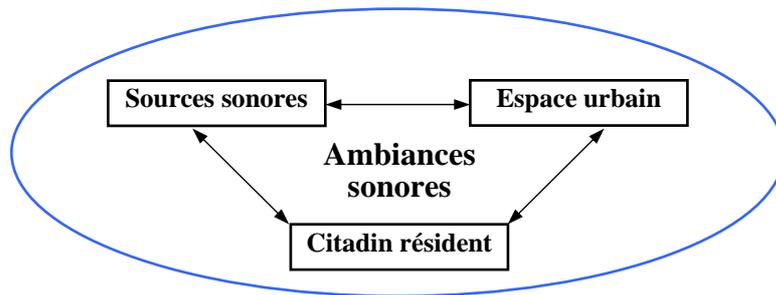


Figure 2 : Les trois éléments principaux qui constituent les ambiances sonores urbaines [PRED00]

Ces trois éléments correspondent des domaines de recherches différents. Ceci explique la complexité du phénomène résultant. Pour donner une description plus précise du paysage sonore urbain, nous pouvons associer à chacun de ces trois éléments un phénomène qui constitue au final la chaîne suivante décrite sur la figure 3 ci-dessous :

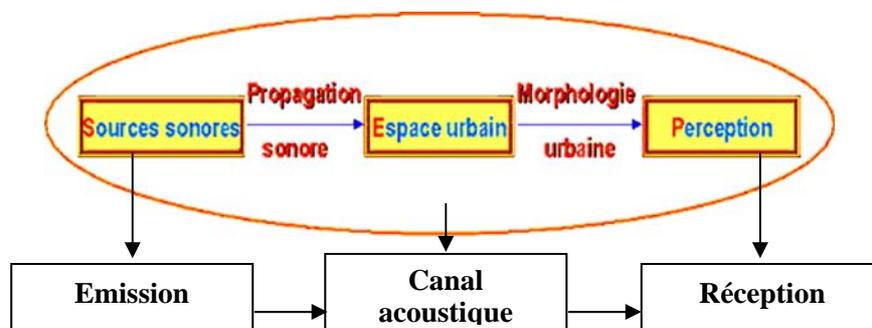


Figure 3 : Rôle du canal acoustique entre sources et perception

Dans ce schéma, il est évident que le rôle du canal acoustique est primordial pour notre étude. En effet, ce sont ses caractéristiques qui vont déterminer la façon dont l'environnement sonore sera perçu.

2. Le paysage urbain

Le paysage urbain est une notion ambiguë qui désigne à la fois la réalité et la perception de cette réalité. Il concerne une échelle intermédiaire entre les plans lointains et les plans proches. Le paysage se définit comme une portion de territoire vue par un observateur où s'inscrit une combinaison de faits et d'interactions dont on ne perçoit à un moment donné que le résultat global.

Actuellement, il y a beaucoup de notions et de vocabulaire pour comprendre les éléments du paysage urbain. On peut se reporter à nouveau à l'ouvrage de Lynch.K: *L'image de la Cité* qui fournit un bon outil pour une analyse globale, parce que simple. Cette analyse permet de comparer l'image sociale d'une ville et les perceptions individuelles. La vue aérienne est un des éléments les plus connus donnant une image de la ville ; mais les perceptions individuelles, sélectives, se focalisent sur certains éléments qui apparaissent sur les cartes mentales dont l'analyse est possible grâce aux cinq clés ci-dessous:

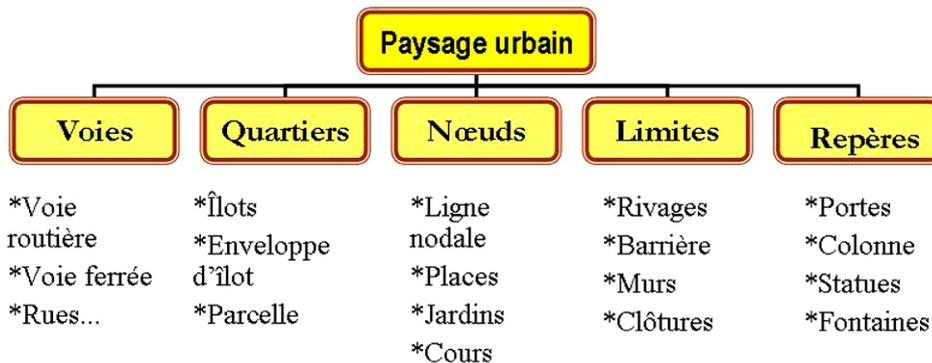


Figure 4 : Les éléments de base du paysage urbain

Ces éléments ne décrivent pas la forme urbaine telle qu'elle est définie plus loin, mais mettent en évidence la manière dont elle est perçue, ce qui est utile pour son aménagement futur.

Parmi tous les éléments urbains, certains influent de façon importante sur les mécanismes de propagation sonore, c'est à dire qu'ils se rapportent très intimement à l'environnement sonore. Ces éléments sont représentatifs des particularités de base de la structure et de la morphologie urbaine. Il s'agit ici de nous intéresser à ces éléments essentiels à l'établissement du champ acoustique dans son site.

Nous définissons ici trois éléments de base constitutifs de la structure urbaine : Les voies – Les quartiers – Les nœuds. Chaque élément, se décline suivant plusieurs sous - éléments, comme nous le montrons sur la figure 4. Cependant, pour notre étude, nous ne choisirons que les trois objets que nous considérons les plus importants, parce que ce sont les éléments

qui produisent les effets les plus clairs sur les ambiances sonores dans leur combinaison urbaine. Ce sont : la morphologie de la rue - la morphologie des parcelles - la morphologie des espaces libres. Ces objets sont en effet les éléments physiques principaux qui représentent de façon claire et pratique la structure de la ville.

Nous les représentons ci-dessous grâce à la figure 5 :

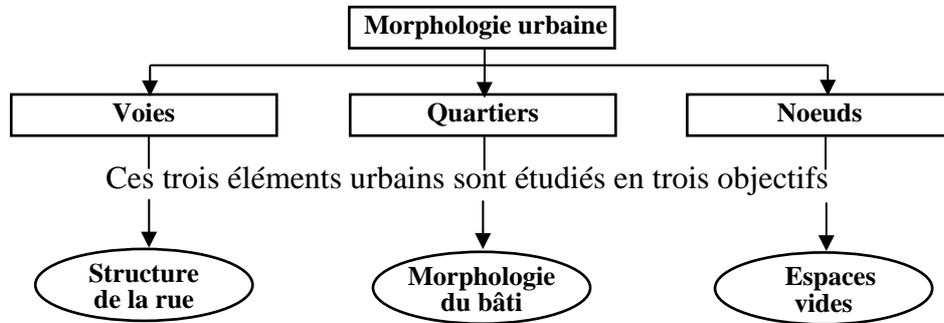


Figure 5 : Les éléments de base constitutifs de la morphologie urbaine

3. La morphologie urbaine

La morphologie urbaine est l'étude de la forme physique de la ville, de la constitution progressive de son tissu urbain et des rapports réciproques des éléments de ce tissu qui définissent des combinaisons particulières, des figures urbaines (rues, quartiers, places,...). Cette réalité complexe est analysable à différentes échelles et de plusieurs points de vu. Le préalable indispensable à toute intervention ou opération d'aménagement est l'analyse morphologie.

De l'analyse de la morphologie urbaine, concept fort étendu, nous nous concentrerons plus sur l'analyse pratique de ses particularités urbaines. Ces particularités se déduisent soit de la conformation urbaine d'ensemble, soit des processus de transformations locales apparents dans le parcellaire ou dans l'organisation de l'espace public.

Les transformations successives des unités d'habitation sont considérées comme des déformations qui s'inscrivent dans la perspective historique par la disparition, l'altération, la transformation ou par l'évolution du parti original. En outre, le type de plan urbain et l'élévation d'une construction entretiennent une forte relation avec les différents éléments des quartiers de la ville.

Les structures urbaines et mêmes architecturales se distinguent par des caractéristiques propres qui découlent de l'analyse des différents éléments distinctifs du bâti ou du non bâti, ainsi que de leurs dimensions : largeur de rue, hauteur de maison, densité de maison,...etc. L'examen des élévations sur la rue permet de décrire le type de matériaux et de mise en œuvre, la définition des niveaux, le rythme des travées, la disposition de façade de la maison, les baies, les corniches,...etc.

L'étude propre à la morphologie urbaine est fondée ainsi sur une analyse de l'évolution de la structure urbaine et du rôle de chacune de ses caractéristiques (site, réseau viaire, trame parcellaire, espace libre et espace bâti) dans l'environnement urbain. En ce qui concerne notre sujet, sa relation entre eux consiste essentiellement à retrouver la contribution de chacune de ses composantes du paysage sonore.

Dans notre étude, nous ne comparons pas les particularités de la morphologie urbaine entre les villes de Hanoi et de Bordeaux, villes orientales et occidentales, mais nous préférons caractériser les particularités dominantes de leurs morphologies urbaines, parce que chacune de ces villes a des particularités urbaines spécifiques différentes. L'approche de forme physique de l'espace urbain à travers l'environnement sonore est une façon de caractériser la relation entre les particularités morphologiques dans le paysage urbain.

Pour le vieux quartier de Hanoi, la morphologie urbaine a des particularités spécifiques. Celles-ci découlent du processus historique, de la culture, de la condition économique, de la politique urbaine...etc. La densité de construction est grande, le tissu urbain est serré, la trame de rue est faible donc elle crée de grands îlots. La maison-tube est un des éléments particuliers créant une densité importante dans les îlots. Cette maison-tube a souvent une largeur de 3 à 4 mètres mais sa longueur peut atteindre plus de 50 mètres. Dans la structure d'une maison-tube, un couloir étroit existe tout le long de la maison et sa largeur n'est que de 0,8 à 1,0 mètres.

En revanche, la structure urbaine est fixe dans le quartier Saint-Michel depuis la fin du XIX^e siècle (et en centre ville de Bordeaux en général). La densité de construction est faible, la distance entre les rues est petite donc il y a beaucoup d'îlots étroits et petits. La morphologie du bâti est pleine et sa hauteur moyenne est de trois étages. La largeur des rues est petite (sauf Cours Victor Hugo). L'existence des places est une des particularités morphologiques importantes dans la structure urbaine du quartier. Cette structure urbaine est typique des villes anciennes en France.

La problématique porte sur l'étude de la morphologie urbaine en relation avec l'environnement sonore urbain.

- Comment se constitue cette relation?
- Quelle est son influence?
- Quelles sont les bases physiques qui établissent les ambiances sonores dans les morphologies urbaines caractéristiques ?

Pour répondre à ces questions, l'étude consiste à traiter les particularités suivantes :

- La particularité de la morphologie urbaine spécifique.
- La caractéristique physique du son et la propagation sonore dans l'air.
- L'importance de la morphologie urbaine sur l'établissement du champ acoustique.
- La perception sonore dépendant des particularités du paysage sonore.

A travers cette l'introduction, nous avons voulu montré la complexité du paysage sonore et de ses relations avec la morphologie de la ville à plusieurs échelles. De ces relations dépend la qualité de l'environnement sonore urbain et donc celle du cadre de vie.

Développement de la recherche

Afin de valider la problématique exposée dans l'introduction générale, nous développerons cette étude sur trois parties :

1. La première partie concerne les phénomènes physiques liés au son et la caractérisation de l'environnement sonore urbain, ainsi que les particularités des secteurs étudiés à Hanoi et à Bordeaux. A la suite, les ambiances urbaines seront abordées à travers les activités urbaines quotidiennes qui constituent le paysage sonore urbain (les chapitres I et II).
2. La deuxième partie présente et analyse les particularités urbaines dans les secteurs étudiés, particularités dominantes de la morphologie urbaine nécessaires à expliciter leur rapport avec le paysage sonore (les chapitres III et IV).
3. La troisième partie porte les études in situ. Toutes les campagnes expérimentales menées à Hanoi et à Bordeaux sont détaillées et accompagnées de l'analyse des résultats obtenus (le chapitre V).

Dans le chapitre I, nous présentons les caractéristiques physiques du son. Nous abordons la particularité de la propagation sonore en plein air et les influences du milieu urbain. Nous présentons également les formes urbaines qui ont des effets sur la perception sonore.

Le chapitre II expose tout d'abord les concepts de paysage sonore et d'environnement sonore urbain. Nous présentons également les secteurs choisis à Hanoi et à Bordeaux. L'appréciation des ambiances urbaines est donnée au travers des activités urbaines quotidiennes. Enfin nous exposons la méthodologie utilisée ainsi que les équipements matériels et logiciels nécessaires à l'acquisition et au traitement des enregistrements sonores. Après la description de la procédure expérimentale, nous passons à la manière dont sont analysés les résultats obtenus sur les secteurs étudiés.

Le chapitre III, premier chapitre de la seconde partie, porte sur la description du paysage urbain et de ses composantes. Les éléments urbains sont présentés ici d'une manière détaillée, tant du point de vue morphologique que de celui de leur rôle dans le fonctionnement de la ville. Nous montrons les différences qui font la spécificité de la ville de Hanoi par rapport à celle de Bordeaux.

Le chapitre IV expose les éléments urbains des secteurs étudiés à Hanoi (le vieux quartier de Hanoi) et à Bordeaux (le quartier Saint-Michel). Tout d'abord, nous présentons les particularités de formations et de développement de ces quartiers. Ensuite nous analysons leurs particularités morphologiques et proposons les particularités morphologiques dominantes. Ainsi ce chapitre est consacré à la présentation en détail des sites qui seront caractérisés dans le chapitre V.

Le chapitre V présente le déroulement des campagnes de mesures et les résultats de l'analyse des enregistrements sonores. Ceux-ci sont une partie importante dans notre travail pour caractériser les particularités morphologiques exposées dans le chapitre précédent.

Nous avons procédé à ces enregistrements sur la base de promenades sonores et d'enregistrements sonores sur des points fixes. Chaque enregistrement sonore est analysé afin d'apprécier comment est perçu de façon quantitative et qualitative le paysage sonore du lieu d'étude.

Enfin, nous concluons notre travail et présentons les voies de recherches qui restent à exploiter.

1^{ème} Partie
Environnement sonore urbain

Chapitre I : Caractérisation des phénomènes sonores

I.1 : Introduction

Le son est un phénomène complexe, multiple et riche qui peut être diversement apprécié. Nous pouvons trouver un son agréable ou désagréable, et ressentons différemment la variété des ambiances sonores. Comment se déroule notre perception ? Quelle est l'influence de l'environnement sur la qualité du son ? Comment se propage le son en plein air ? Nous constatons en effet que la perception des ambiances sonores dépend du milieu de propagation. Dans le cadre de notre étude, nous voulons aborder le sujet dans un premier temps à partir de ses caractéristiques physiques.

Cette approche est indispensable pour les chercheurs qui tentent d'améliorer les ambiances sonores et par-là même le confort de vie. Nous vivons dans une société industrielle pour laquelle les ambiances sonores sont un impact environnemental important dans les villes. L'approche de la recherche urbaine à travers l'ambiance sonore est une méthode intéressante. La science qui étudie les sons s'appelle l'*acoustique*. La *psychoacoustique* quant à elle combine l'acoustique avec la *physiologie* et la *psychologie*, afin de déterminer la manière dont les sons sont perçus et interprétés par le cerveau. Le domaine de l'acoustique est vaste et multiple, c'est pourquoi nous ne l'aborderons que depuis l'approche des caractéristiques sonores essentielles afin de répondre à la problématique de la thèse.

Dans le cadre de l'environnement sonore urbain, nous constatons que le rôle de l'architecture et des ambiances sonores est déterminant dans l'aménagement urbain. L'objectif de la thèse est la caractérisation de la morphologie urbaine à travers les ambiances sonores ; il s'agit donc ici de définir les particularités de la morphologie urbaine jouant un rôle dans la propagation du son.

Les sources sonores peuvent être de nature multiple : la voix, les pas, le vent, le moteur des voitures, ... Ces sources sonores créent les *ondes acoustiques* par vibration, et l'ensemble des ondes acoustiques se propageant s'appelle le *champ acoustique*. Dans le cadre de cette thèse, nous nous intéressons aux sources sonores et au champ acoustique en milieu urbain. Ceci étant, nous n'aborderons le son que depuis ses caractéristiques physiques de base afin de mieux caractériser la qualité environnementale des sites étudiés.

Nous organisons ce chapitre en trois parties principales :

- Approche du son par les caractéristiques physiques de base
- Caractérisation du site urbain dans le processus de propagation sonore en plein air
- Caractérisation du changement de la perception sonore à travers la forme urbaine

Dans la première partie, nous voulons aborder la nature physique du son, ainsi que ses caractéristiques dans le processus de propagation sonore dans l'air. Nous présentons ici les

éléments principaux : formes d'onde sonore, grandeurs physiques et niveau sonore. Chacun traduit une partie de la caractéristique du son.

Dans la partie suivante, nous voulons aborder la particularité de la propagation sonore dans l'air, et caractériser les éléments environnants qui influent sur le processus de propagation sonore. Ces éléments dépendent des caractéristiques du site comme : les conditions météo, le sol, un obstacle (végétation, immeubles...).

Enfin, nous présentons le lien entre la perception sonore et les différents types de tissu urbain, qui permet d'expliquer les relations entre ambiances sonores et morphologie urbaine que nous aborderons dans les chapitres suivants. En même temps, cette partie constitue une transition pour aborder la thématique des ambiances urbaines exposée dans le chapitre II.

I.2 : Caractéristiques physiques de base

Nous sommes en permanence environnés de phénomènes sonores qui sont dus à des « ondes » ou « vibrations de l'air ». Quand ces vibrations atteignent notre oreille et sont interprétées par le cerveau, elles deviennent du « son ». C'est la forme de ces ondes qui détermine les différences dans les sons que nous percevons. Puisque le son est un phénomène vibratoire, pour être véhiculé, il a besoin d'un support matériel.

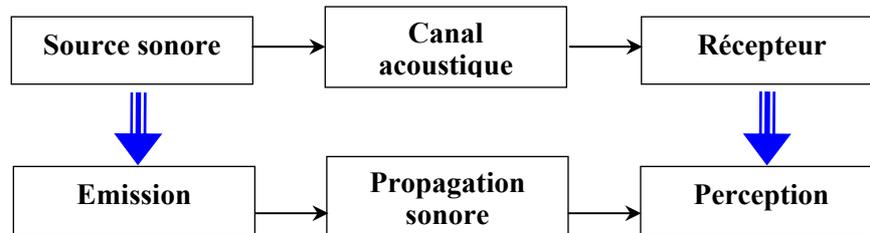


Figure I.1 : Le mécanisme de la propagation sonore [PREDO0]

Dans un milieu compressible, le plus souvent dans l'air, le son se propage sous forme d'une variation de pression créée par la source sonore. Un haut-parleur, par exemple, utilise ce mécanisme. Notons que seule l'onde d'acoustique se déplace et non les molécules d'air, si ce n'est de quelques micromètres. Lorsque l'on observe des ronds dans l'eau, les vagues se déplacent mais l'eau reste au même endroit, elle ne fait que se déplacer verticalement et non suivre les vagues (un bouchon placé sur l'eau reste à la même position sans se déplacer). Le son se propage également dans les solides sous forme de vibrations des atomes appelées photons. Là encore, seule la vibration se propage, et non les atomes qui ne font que vibrer très faiblement autour de leur position d'équilibre.

La vitesse de propagation du son (on parle également de la célérité) dépend de la condition naturelle, de la température et de la pression du milieu. Comme l'air est proche d'un gaz parfait, la pression a très peu d'influence sur la vitesse du son. Dans un gaz parfait la célérité est donnée par la relation :

$$c = \frac{1}{\sqrt{\rho\chi}}$$

où ρ est la masse volumique du gaz et χ sa compressibilité

On voit donc que la célérité du son diminue lorsque la densité du gaz augmente (effet d'inertie) et lorsque sa compressibilité (son aptitude à changer de volume sous l'effet de la pression) augmente. Quand il s'agit de l'atmosphère, il convient de savoir en plus la structure thermique de la masse d'air traversée ainsi que la direction du vent car :

- le son se propage plus mal à l'horizontale que sous des angles montants à cause du changement de densité. (Cette propriété est prise en compte dans la conception des théâtres en plein air depuis l'antiquité)

- l'atténuation est nettement moins forte sous le vent. (Tant que son régime au sol n'est pas trop turbulent)
- le son peut être littéralement porté par une inversion basse du gradient de température. Par exemple, suite au refroidissement nocturne, il est possible d'entendre un train à 5 km d'une voie ferrée sous le vent malgré les obstacles. Le son est alors contraint de se propager sous l'inversion en effet guide d'onde.

Les ondes sonores se déplacent à environ 340 mètres par seconde dans de l'air à 15°C, vitesse qu'on peut arrondir à environ un kilomètre toutes les trois secondes, ce qui est utile pour mesurer grossièrement la distance d'un éclair lors d'un orage (la vitesse de la lumière rendant sa perception quasi instantanée). Dans des milieux solides (non gazeux) le son peut se propager encore plus rapidement. Ainsi dans l'eau, sa vitesse est de 1435 m/s et dans l'acier de 5200 m/s. Le son ne se propage pas dans le vide, car il n'y a pas de matière pour supporter les ondes produites².

I.2.1 : Définitions

Les sons se caractérisent par leur intensité, leur fréquence, leur durée. On sait aujourd'hui que les sons des mots et des lettres ou ceux de la musique ont des propriétés physiques différentes dues à des taux et des fréquences de vibrations différentes. Un son aigu a une fréquence élevée, un son grave a une fréquence basse. Tout d'abord, nous voulons aborder la capacité auditive de l'oreille humaine.

I.2.1.1 : Zone d'audibilité de l'oreille humaine

L'homme ne perçoit pas les sons graves au-dessous de 20 Hz (les infrasons) ni les sons trop aigus (les ultrasons) au-dessus de 20 000 Hz, contrairement à certains animaux. Le seuil de douleur se situe à partir de 90 décibels et à partir de 130 décibels le tympan humain peut éclater. Le seuil minimum des fréquences perceptibles par l'oreille humaine est appelé seuil d'audition, et ne correspond pas au silence absolu. Nous pouvons voir la figure ci-dessous :

² http://fr.wikipedia.org/wiki/Vitesse_du_son

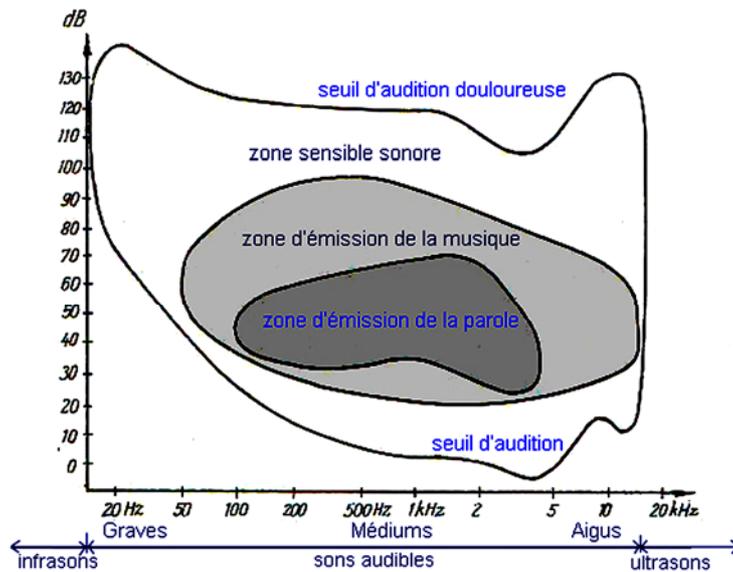


Figure I.2 : La zone d'audibilité de l'oreille humaine

I.2.1.2 : Particularité du son

A l'écoute d'un son, nous sommes capables de différencier s'il est grave ou aigu, fort ou faible. De même nous distinguons différentes voix entre elles et pouvons reconnaître le son de chaque instrument musique à partir de son timbre. Ceci s'explique par une particularité liée à la composition du son. Les deux autres composantes importantes sont : la hauteur et le volume³.

1) Hauteur

La hauteur d'un son correspond à la fréquence fondamentale de l'onde. Plus la fréquence est élevée et plus le son est haut. Par exemple, nous pouvons comparer la hauteur du son avec les notes de musique : le La₄ a une fréquence de 440 Hz, et si on le monte d'une octave, sa fréquence est doublée (La₅ = 880 Hz), si on le descend d'une octave, elle est divisée par deux (La₃ = 220 Hz).

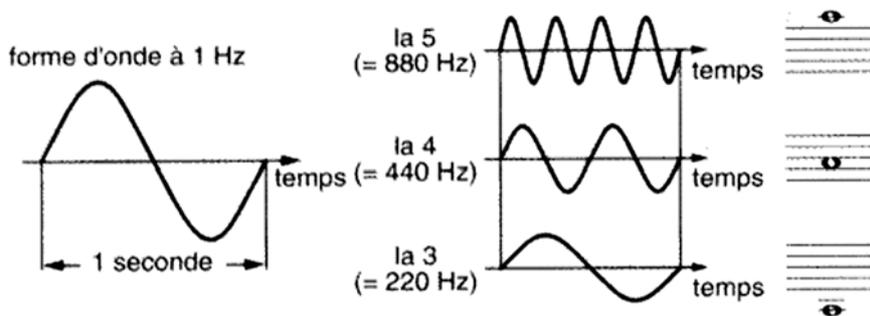


Figure I.3 : La hauteur du son

2) Timbre

³ [http://fr.wikipedia.org/wiki/Son_\(physique\)#Fr.C3.A9quence_et_hauteur](http://fr.wikipedia.org/wiki/Son_(physique)#Fr.C3.A9quence_et_hauteur)

Le timbre détermine la *couleur* du son. Il est différent pour chaque type de source sonore et diffère, à l'oreille, deux sons qui auraient la même fréquence fondamentale et la même intensité ; par exemple la même note jouée avec la même intensité mais avec une trompette ou un violon. En comparant, par exemple, une forme d'onde de piano avec une forme d'onde sinusoïdale, on constate qu'elle est plus complexe. Cette complexité est interprétée par nos oreilles comme caractéristique d'un son. Le timbre est aussi lié aux partiels (harmoniques). Les harmoniques sont ce qui différencie un son produit par un piano et un son provenant d'une trompette, s'ils jouent la même note appartenant à un même octave. En effet un son est formé de :

- Sa fréquence « fondamentale »
- Ses harmoniques ou partiels.

Ce qui fait la différence entre les deux sons est la proportion d'harmoniques. Un son riche en harmoniques est un son brillant, au contraire un son pauvre en harmoniques est un son assourdi.

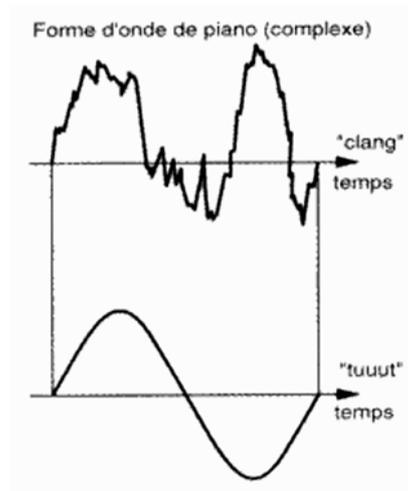


Figure I.4 : Le timbre du son

3) Volume

Le volume d'un son dépend de l'amplitude de la forme d'onde. Plus cette amplitude est importante et plus le son est fort.

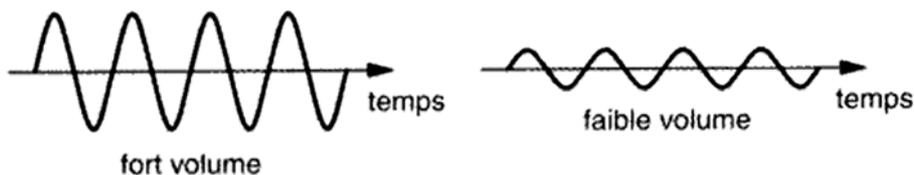


Figure I.5 : Le volume du son

La forme de l'onde est en partie déterminée par les harmoniques. La forme d'une onde complexe peut être assimilée à une addition de formes d'ondes sinusoïdales. Par exemple les « dents de scie » correspondent à l'addition d'une fondamentale et de multiples de cette fréquence ($2x$, $3x$, $4x$, etc). Ces multiples sont les harmoniques. Plus le son comporte de

partiels de haute fréquence et plus il semble « clair », et plus il comporte de partiels de basses fréquences et plus le timbre est « doux » ou « sombre ».

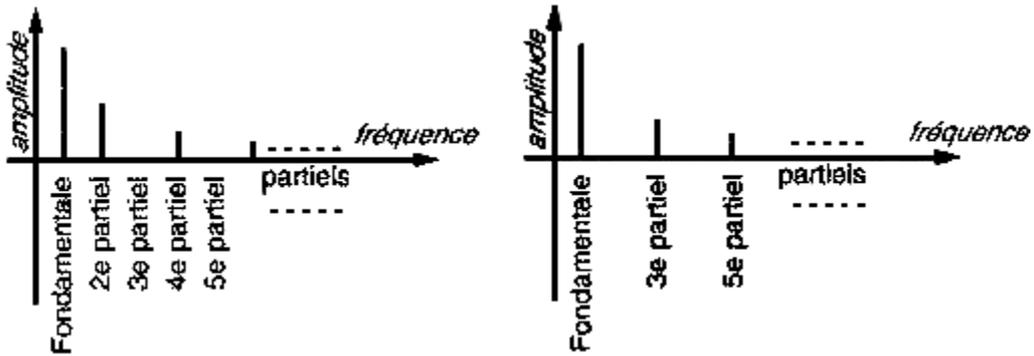


Figure I.6 : La décomposition fréquentielle

En outre, l'oreille n'a pas la même sensibilité selon la fréquence. Elle perçoit deux sons de même intensité, donc de même énergie, mais de fréquences différentes à des volumes différents. Ce graphique ci-dessous représente les courbes d'égale intensité sonore perçue pour l'appareil auditif humain. La fréquence en Hertz est représentée en abscisse et l'intensité, exprimée en décibels, en ordonnée. Les points qui se situent sur une même courbe correspondent à un même volume perçu dont l'unité est le *phon*. On observe que globalement, l'oreille perd une grande partie de sa sensibilité dans les basses fréquences.

Nous pouvons voir le graphique des courbes d'égale intensité sonore ci-dessous⁴ :

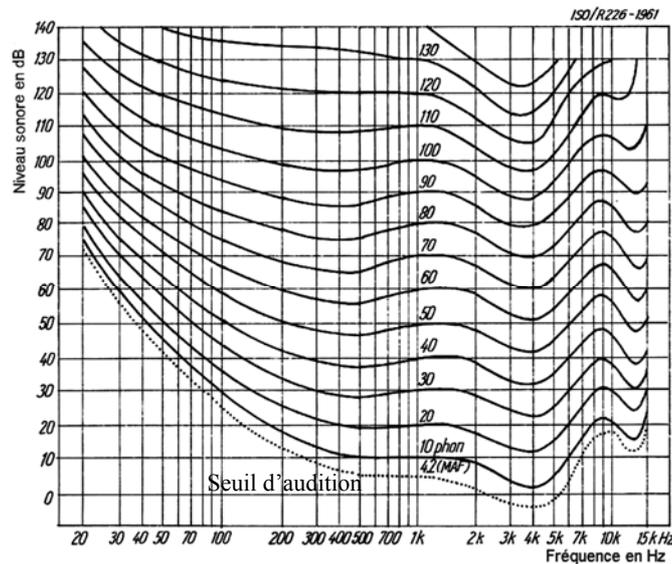


Figure I.7 : Le graphique des courbes d'égale intensité sonore pour l'oreille humaine

I.2.2 : Quelques éléments de théorie

Les grandeurs physiques caractéristiques sont :

⁴ <http://fr.wikipedia.org/wiki/Psychoacoustique#Amplitude>

- Puissance acoustique Φ (en Watts),
- Pression acoustique P (en N/m^2 ou en pascals [Pa])
- Intensité acoustique I (en W/m^2)
- Densité acoustique E (en J/m^3)
- Directivité Q

Nous avons établi que le domaine d'audibilité en fréquence est de 20 à 20 000 Hz, et en pression de 20 μPa à 20 Pa. Ainsi, la sensibilité de l'oreille humaine n'est pas linéaire et différentielle. C'est pourquoi, on utilise une unité permettant d'apprécier le comportement logarithmique du son : c'est le niveau sonore (L) en décibel (dB).

Nous pouvons trouver de nombreux niveaux sonores en dB :

- Niveau de pression : $L_p = 10 \log \left(\frac{p^2}{p_0^2} \right)$ où $p_0 = 20 \mu Pa$ ($2 \cdot 10^{-5} Nm^{-2}$)
- Niveau d'intensité : $L_I = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right)$ où $I_0 = 10^{-12} Wm^{-2}$
- Niveau de puissance : $L_\Phi = 10 \log \left(\frac{\Phi}{\Phi_0} \right)$ où $\Phi_0 = 10^{-12} W$

Dans le cadre de notre recherche, nous nous intéressons essentiellement à la pression acoustique, parce que cette approche correspond mieux à ce que perçoit l'oreille humaine en terme de sensation sonore.

I.2.2.1 : Critères propres aux sources sonores en milieu urbain

1. Niveau de pression acoustique équivalent L_{eq}

Un son est généralement décrit par niveau de pression acoustique L , en décibels (dB), qui dépend de la pression acoustique efficace p exprimée en Pascal (Pa). La relation usuelle est la suivante dB (SPL) :

$$L_p = 10 \log_{10} \left(\frac{p_{eff}^2}{p_0^2} \right)$$

où

$$p_{eff} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T p^2(t) dt}$$

Plus généralement, on travaille avec un niveau dit équivalent qui contient la même énergie que le bruit réel avec un niveau constant dans le temps :

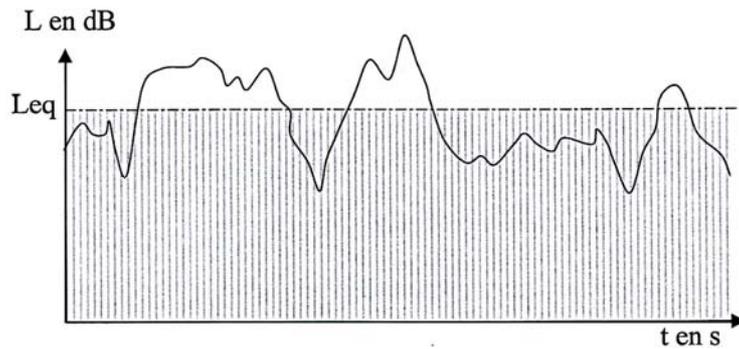


Figure I.8 : La détermination du niveau équivalent

Le niveau équivalent L_{eq} (en dB) est utilisé pour mesurer le bruit plus instable dans le temps. Par définition, L_{eq} désigne la valeur du niveau de pression acoustique d'un bruit qui sur une période T , correspond à la même pression acoustique quadratique moyenne qu'un bruit considéré dont le niveau varie en fonction du temps. Il est défini par :

$$L_{eq} = 10 \log_{10} \left(\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p^2(t)}{p_0^2} dt \right)$$

où T est l'intervalle de temps considéré allant de t_1 à t_2

En effet, la notion de niveau sonore ne donne qu'une vague idée de la sensation perçue, car il faut prendre en compte la sensibilité de l'oreille, qui varie principalement selon la fréquence du son (l'oreille est moins sensible aux basses fréquences). Le seuil d'audition de l'oreille humaine n'est pas constant avec les fréquences. Il faut donc filtrer les valeurs données par les microphones de mesures afin que les résultats trouvés soit adaptés à l'audition humaine. (Il existe également d'autres pondérations utilisées selon le niveau d'émission de la source. Le tableau suivant (Figure I.9) présente les courbes de pondérations en A, B, C et D. Ces courbes permettent de déterminer quel est le niveau qu'il faut rajouter pour chaque fréquence pour la pondération souhaitée).

- ◆ Zone A : les courbes de niveau sont de 0 à 40 dB (en 1000 Hz)
- ◆ Zone B : les courbes de niveau sont de 40 à 70 dB (en 1000 Hz)
- ◆ Zone C : les courbes de niveau sont de plus de 70 dB (en 1000 Hz)

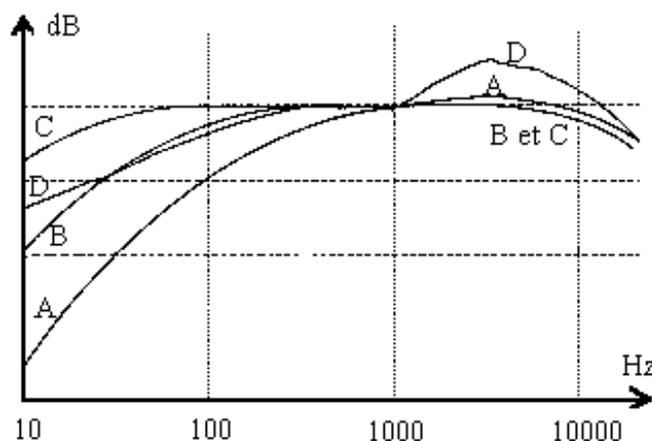


Figure I.9 : Les courbes de pondération

2. Niveau de pression acoustique équivalent LA_{eq}

Cependant, on utilise maintenant le niveau sonore équivalent à la pondération A. Le Leq est souvent exprimé en dB (A) (*décibel pondéré A*), c'est-à-dire que le spectre est atténué par une courbe de pondération en dB qui dépend de la fréquence. On utilise cette formule :

$$LA_{eq} = Leq + A$$

Les valeurs de 'A' sont données par le graphique ci-dessous :

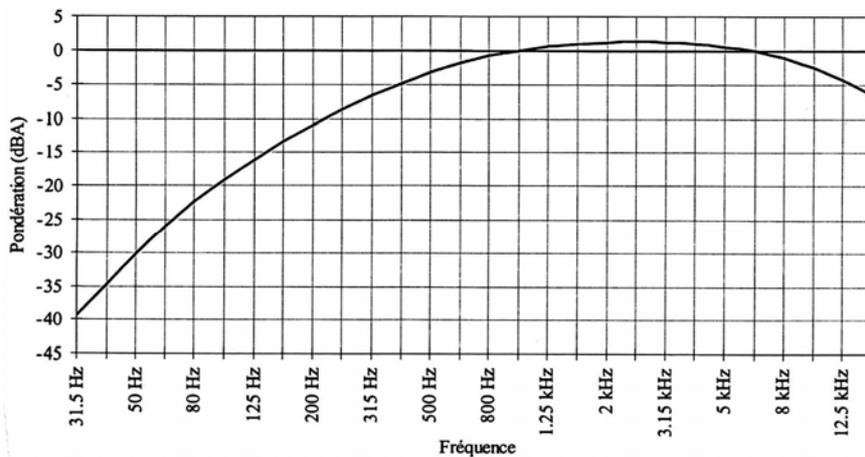


Figure I.10 : L'évolution de la pondération A (dB) en fonction de la fréquence

Ainsi, il prend mieux en compte la sensation auditive et correspond donc au niveau acoustique perçu. Toutefois, comme nous pouvons le constater, le LA_{eq} néglige des informations sur les basses fréquences. C'est pourquoi d'autres critères plus pertinents sont à l'étude.

I.2.2.2 : Réflexion diffuse en milieu urbain

Les études menées en acoustique des salles ont montré que les caractéristiques architecturales d'une salle, et plus particulièrement des parois, vont jouer un rôle prépondérant dans l'évaluation subjective des qualités acoustiques de ce local. En plus de certains éléments décisifs comme la position et l'orientation des surfaces, la dimension ou encore le coefficient de réflexion des parois, les effets de diffusion ont également un effet sur la perception sonore [PRED00].

On retrouve les mêmes effets de réflexion spéculaire et diffuse en milieu urbain. Des récents travaux en acoustique urbaine ont montré l'influence de ces effets de diffusion par les façades sur la propagation du champ sonore dans une rue. Les motifs architecturaux (balcon, fronton,...) sont des éléments diffusants dont les conséquences ne sont pas toujours pris en compte correctement dans les modèles de propagation des ondes sonores en milieu urbain. En effet, les outils actuels utilisés en acoustique urbaine n'intègrent pas encore cette

composante, principalement à cause d'un manque d'information sur les phénomènes engendrés [CAUL01].

Le thème de la diffusion sonore par les façades urbaines est un sujet d'actualité. Cette problématique intéresse à la fois les physiciens et les architectes ou les urbanistes. En effet, si les physiciens cherchent à comprendre les phénomènes entrant en jeu dans la propagation acoustique, les architectes doivent pouvoir faire des choix en amont du processus de conception architecturale ou urbaine dans le but d'obtenir un environnement sonore agréable.

I.2.2.2.1 : Définition

Au cours de notre étude de la propagation sonore en milieu urbain, nous avons besoin d'explicitier le phénomène de réflexion sonore sur les façades. Les écarts affichés entre les modèles simples (rue représentée par deux façades parallèles partiellement absorbantes et un sol réfléchissant par exemple) et des données expérimentales sont là pour le prouver.

Il faut en effet prendre en compte l'existence des multiples réflexions et diffractions au niveau des irrégularités de façade [PICA98]: en plus du son direct et des premières réflexions, il faut considérer un champ « diffus », qui est fonction de l'espace de propagation, mais surtout de la « réflexion diffuse » en façade. Cette dernière est le résultat de la réflexion des ondes acoustiques sur la surface diffusante que représente une façade de bâtiment (contribution des balcons, des fenêtres, des corniches et de la nature des matériaux).

Ce terme de « réflexion diffuse » renvoie à plusieurs notions et la terminologie mérite d'être redéfinie car le phénomène est complexe [DALE94]. Actuellement il y a un manque de terminologie cohérente où, par exemple, la réflexion diffuse, la diffusion, la dispersion ou la diffraction sont employées indifféremment. La diffusion existe dans un milieu non homogène et lors de la réflexion d'une onde sur une surface comportant des irrégularités. Le phénomène de diffraction traduit *la déviation que subissent les ondes lorsqu'elles rencontrent un obstacle ou une ouverture*. La diffraction est particulièrement étudiée pour les écrans routiers.

I.2.2.2.2 : Description du phénomène

Il reste délicat et difficile de définir clairement ce qu'est le coefficient de diffusion. On le définit le plus souvent comme étant égal à :

$$\beta = \frac{E_D}{E_I}$$

le rapport de l'énergie diffractée E_D à l'énergie incidente E_I .

Comparée à la réflexion spéculaire, considérée comme réflexion idéale (à l'instar d'un miroir), la réflexion diffuse possède des caractéristiques qui lui sont propres. Si l'on

considère qu'un grand nombre de rayons sont issus d'une source, chacun de ces rayons, au moment de la réflexion sur une surface diffusante, est décomposé en plusieurs nouveaux rayons uniformément distribués dans le demi-espace (figure au-dessous).

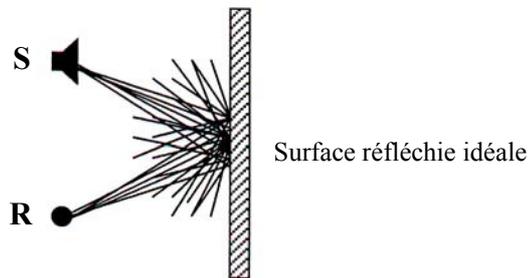


Figure I.11 : Le modèle de réflexion diffuse

L'une des propriétés fondamentales de la réflexion diffuse est donc la présence de réflexion en dehors du secteur spéculaire. Ce secteur spéculaire est déterminé par la loi de Snell-Descartes alors que le secteur diffus est possible pour un angle de 2π stéradians.

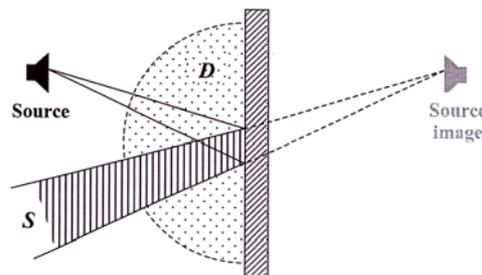
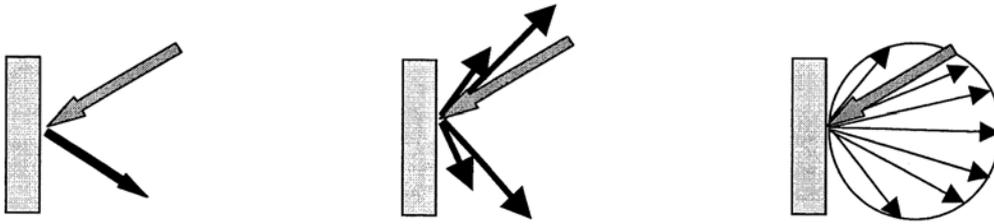


Figure I.12 : La spéculaire (S) et diffuse (D)

Ainsi tout récepteur placé dans le secteur diffus recevra une partie de l'énergie réfléchi, qui est dans le cas d'une réflexion purement spéculaire, concentrée dans le secteur spéculaire. La spécularité est par voie de conséquence moins marquée et le champ réfléchi plus homogène.

La diffusion sera considérée comme parfaite si, pour tout élément de surface du diffuseur, l'énergie sonore est réfléchi de façon uniforme dans toutes les directions quel que soit l'angle d'incidence, et cela pour une bande de fréquence donnée. La répartition répond alors à la loi uniforme [KUTT73].

Cependant ce type de diffusion est rarement observé : on parlera alors d'une diffusion partielle avec une énergie sonore réfléchi suivant des directions privilégiées. Il est donc important de maîtriser la réflexion diffuse en paroi pour assurer une bonne répartition de l'énergie sonore, ainsi que sa caractérisation pour en faire une évaluation correcte [PICA00].



<p><u>Réflexion spéculaire :</u> L'énergie part dans une direction telle que l'angle du rayon réfléchi égale l'angle du rayon incident (loi de Descartes).</p>	<p><u>Diffusion partielle :</u> L'énergie réfléchi est rayonnée dans des directions privilégiées</p>	<p><u>Diffusion parfaite :</u> Les vecteurs diffus dessinent un diagramme circulaire dans lequel la répartition de l'énergie est uniforme (loi de Lambert).</p>
--	--	---

Figure I.13 : La réflexion spéculaire à la diffusion idéale

Certains programmes informatiques évaluent l'influence des lois de réflexions des façades sur la propagation acoustique dans une rue. Ainsi, en faisant varier les propriétés des façades (dimensions, propriétés acoustiques) il est possible de connaître par avance de quelle manière les particules sonores seront propagées dans le milieu urbain. Lorsque la particule sonore rencontre une paroi elle est soit absorbée soit réfléchi ; dans le second cas, elle est réfléchi de manière spéculaire ou diffuse [PICA04].

La loi de réflexion des façades est importante à déterminer. C'est pour cela qu'on travaille sur plusieurs types de réflexion (figure suivante). Le programme informatique SPSS développé au LCPC⁵ de Nantes utilise toutes les lois de réflexions qui sont ici répertoriées [PICA04].

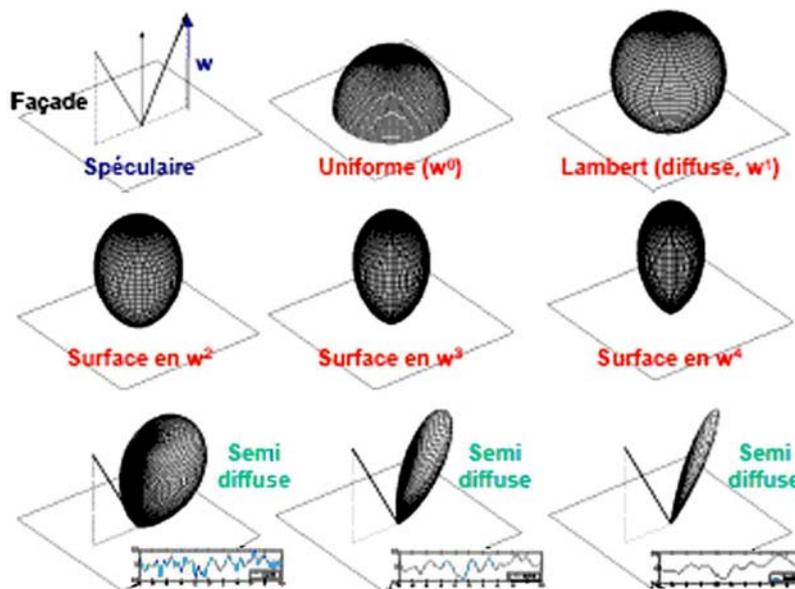


Figure I.14 : L'exemple de lois de réflexion utilisées dans les simulations SPSS

⁵ Laboratoire Central des Ponts et Chaussées de Nantes

I.3 : Particularité de la propagation sonore en plein air

La propagation du son en plein air présente des particularités qui sont liées à la nature des sources sonores, aux effets atmosphériques ainsi qu'aux types d'obstacle qui se trouvent sur le chemin de propagation.

I.3.1 : Loi de décroissance spatiale en plein air

La décroissance spatiale est une caractéristique intéressante à prendre en considération en champ libre. En effet, le niveau sonore décroît avec la distance. Chacun sait que lorsqu'on s'éloigne d'une source sonore, le niveau sonore perçu diminue. Quand on s'en rapproche, il augmente. Il existe différents types de sources dont la source ponctuelle et la source linéique. Nous pourrions considérer qu'une voie routière est une source linéique alors qu'une source ponctuelle est un point unique de l'espace qui émet.

La diminution du niveau d'intensité sonore est calculée par la formule :

$$Li = L\Phi + 10 \log \frac{Q}{S}$$

où S est la surface d'onde. Cette surface est différente selon le type de source [BAR81].

1. *Source ponctuelle* : $S=4\pi r^2$ où r est la distance à la source quand on passe de $r = d$ à $r = 2d$, Li diminue de 6 dB. C'est-à-dire le niveau d'intensité sonore diminue de 6 dB chaque fois que la distance de l'observateur à la source double.

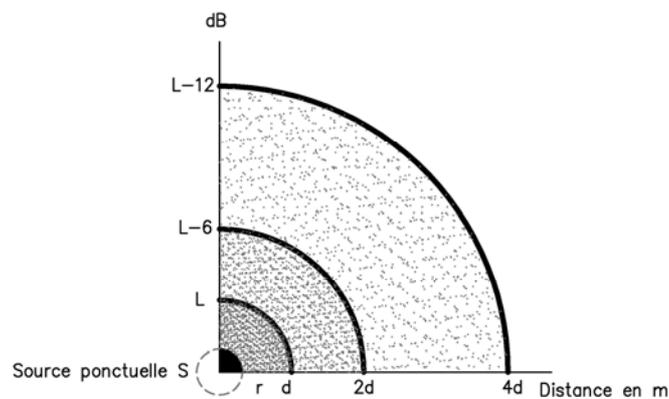


Figure I.15 : L'effet de distance pour une source ponctuelle

2. *Source linéique* : pour cette source, $S=\pi r l$ où l est la longueur de la source quand on passe de $r = d$ à $r = 2d$ et Li diminue de 3 dB. C'est-à-dire le niveau d'intensité sonore diminue de 3 dB chaque fois que la distance de l'observateur à la source double.

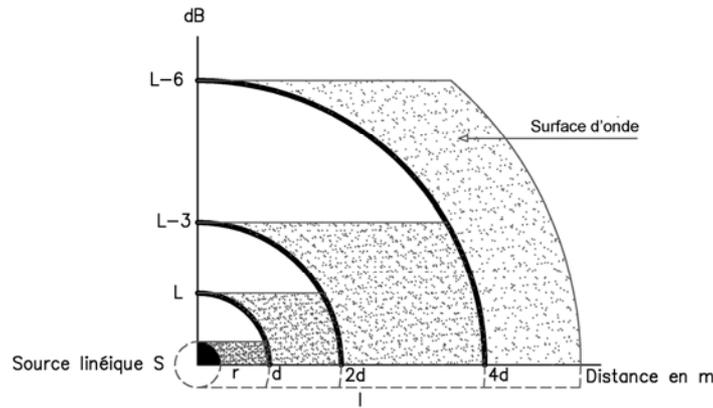


Figure I.16 : L'effet de distance pour une source linéique

D'autres facteurs peuvent intervenir sur la propagation sonore, comme les modifications de l'homogénéité de l'air liées aux gradients de températures, au vent, à l'humidité, à la pluie. Ces modifications n'ont qu'un effet limité sur le niveau sonore de sources proches ou à l'intérieur d'un bâtiment. L'impact est plus important si les sources sont éloignées (par exemple : atténuation de la propagation des sons de hautes fréquences par la viscosité de l'air).

I.3.2 : Effets dus au vent et à la température

Le vent a des influences sur le gradient de vitesse de l'onde sonore, ainsi il change la surface d'onde. La vitesse du vent est petite quand elle est à proximité immédiate du sol, par contre la hauteur augmente, la vitesse du vent augmente également. C'est pourquoi, le rayon sonore a une tendance qui courbe au sol dans la direction du vent, et courbe en haut dans la direction contraire du vent à la fois crée ici une zone d'ombre sonore. En outre, le vent change encore le niveau sonore par les directions différentes.

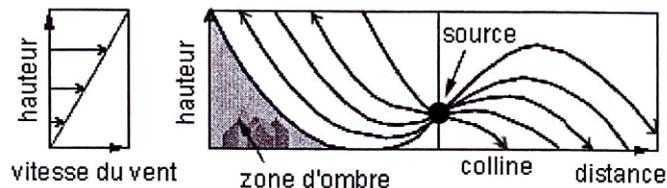


Figure I.17 : L'effet du vent

La répartition de la température dépend de l'altitude et de la période nocturne et diurne. C'est pourquoi, la direction du rayon sonore et la surface d'onde sonore sont différentes aussi. Ce phénomène crée également une zone d'ombre sonore sur le sol.

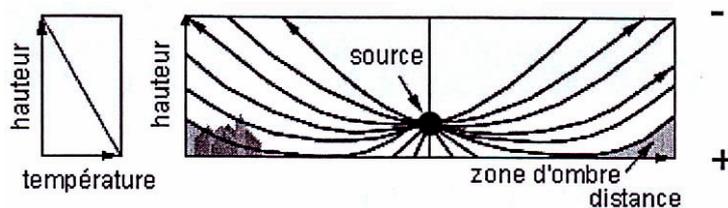


Figure I.18 : L'effet de la température

I.3.3 : Effets du sol et de la végétation

Il existe au voisinage du sol, sur une hauteur de quelques centimètres à plusieurs mètres des variations importantes de la température qui peuvent renforcer l'effet d'éventuels mouvements de terre, de végétation, d'obstacles naturels situés à proximité immédiate du sol. Cet ensemble « d'obstacles » ralenti la propagation des ondes sonores au voisinage d'un sol et provoquer une absorption du son. Cependant, l'absorption du sol est différente en milieu urbain, quand le sol est ici le revêtement de chaussée et quelques autres matériaux. La réflexion sonore est un phénomène essentiel dans ce cas.

Nous pouvons voir l'effet des types de matériau de sol par les mesures du *Centre de maquette du CSTB⁶ à Grenoble* [BAR81].

<i>Catégorie</i>	<i>Coefficient d'absorption</i> $\alpha = \frac{\text{Energie absorbée}}{\text{Energie incidente}}$	<i>Type de matériau</i>
1	<i>Totalement réfléchissant</i> $\alpha_s = 0$	- plan d'eau - dalle bétonnée - plaques métalliques - bois verni - marbre
2	<i>Semi réfléchissant</i> $\alpha_s = 0,3$	- bois non poncés et peu jointif - crépi - pierres plates régulières - blocs de béton rugueux (dallages de voies piétonnes) - sols revêtus de matériaux bitumineux (enrobés, enduits) comparables aux revêtements de chaussées (parking...) - émulsions
3	<i>Semi-absorbant</i> $\alpha_s = 0,5$	- bois non jointifs et non poncés - graviers, matières granuleuses répandues sur le sol - sol en terre avec gazon
4	<i>Absorbant</i> $\alpha_s = 0,8$	- sol naturel très irrégulier comportant une végétation dense
5	<i>Totalement absorbant</i> $\alpha_s = 1$	<i>Hypothèse théorique</i>

Tableau 1 : L'effet des types de matériau de sol

Sur ce tableau, nous pouvons voir que l'absorption de la végétation est faible, des chiffres indiquent qu'une plantation dense, comportant des feuillages à tous les niveaux, n'apporte qu'une efficacité de 1 dB (A) pour 10 mètres d'épaisseur de plantation [BAR81]. Cependant, la végétation peut apporter une modification sensible aux ambiances acoustiques dans un espace urbain par effet de masque.

I.3.4 : Effets des obstacles

En milieu urbain, il est intéressant d'étudier l'impact d'un obstacle sur la propagation sonore. Tout d'abord, nous décrivons les phénomènes de propagation en face de l'obstacle puis nous parlerons de la réflexion, de l'absorption, de la transmission et de la diffraction.

⁶ Centre Scientifique et Technique du Bâtiment à Grenoble

Enfin, nous nous intéresserons à l'influence de la géométrie de la voie sur la propagation sonore [BAR81].

I.3.4.1 : Propagation sonore en présence d'un obstacle

Sur l'aspect d'appréciation du phénomène de propagation sonore en présence d'un obstacle de dimension finie, nous savons que l'énergie acoustique se répartit en 4 trajets élémentaires : *réflexion*, *absorption*, *transmission* et *diffraction*. Chacun traduit une caractéristique physique différente que nous présentons ci-dessous :

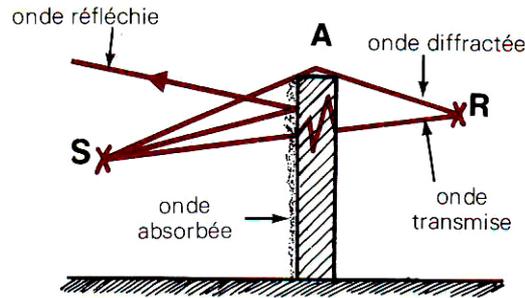
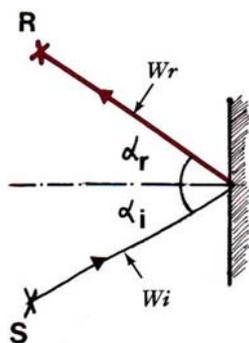


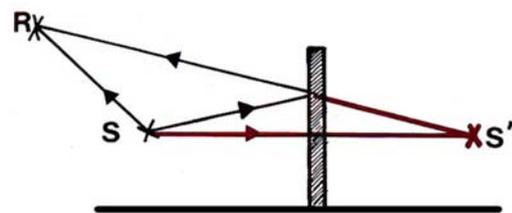
Figure I.19 : La propagation sonore en présence d'un obstacle

1. *Réflexion* : Si une onde sonore rencontre un obstacle au cours de sa propagation, elle peut être réfléchie de la même façon que la lumière est réfléchie par un miroir. En acoustique, nous pouvons considérer que, comme en optique, l'angle de réflexion α_r est égale à l'angle d'incidence α_i (voir figure ci-dessous). Si la façade qui réfléchit le son est totalement réfléchissante, l'énergie réfléchie W_r est égale à l'énergie incidente W_i .

Si le miroir n'est pas totalement réfléchissant, l'énergie réfléchie est d'autant plus faible que le matériau est absorbant. Ainsi, pour un récepteur R, tout se passe comme si le son parvenait de la source S et d'une source S' symétrique de S par rapport au plan réfléchissant, et de puissance variant en fonction du caractère plus ou moins absorbant du miroir.



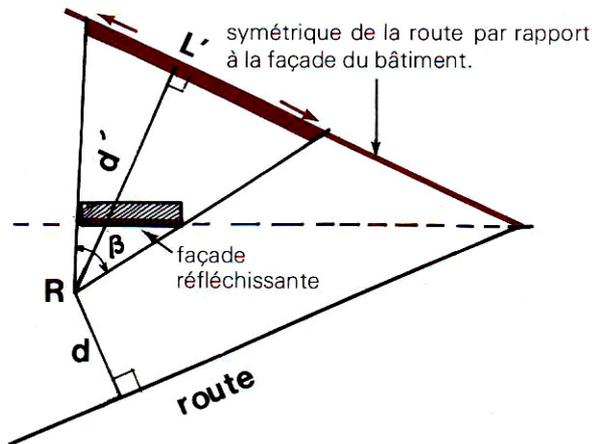
La réflexion sonore comme en optique



Le récepteur R reçoit le bruit de la source S plus celui de la source fictive S'

Figure I.20 : Le phénomène de la réflexion sonore en présence d'un obstacle

En outre, nous pouvons aborder également un phénomène de la propagation sonore en plan, une source linéaire peut être totalement ou partiellement réfléchiée par un obstacle de longueur limitée. Pour le récepteur **R**, tout se passe comme s'il recevait le bruit issu de la route, située à la distance **d**, puis le bruit issu du tronçon de route symétrique par rapport à la façade réfléchissante, vu sous l'angle **β**, situé à la distance **d'** et de longueur **L'**.



En plan, le récepteur **R** reçoit le bruit de la route plus le bruit du tronçon **L'**, symétrique par rapport à la façade du bâtiment.

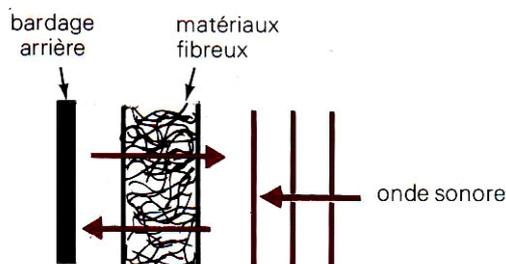
Figure I.21 : Le phénomène de propagation sonore en présence d'un obstacle sur le plan

2. *L'absorption* : Le pouvoir d'absorption des matériaux est caractérisé par son facteur d'absorption α_s donnée par la loi de Sabine. Ce facteur varie entre **0** (matériau très réfléchissant) et **1** (matériau très absorbant). Dans la partie d'effet du sol, nous avons abordé ce facteur. Il est défini par bande de fréquence par la formule suivante :

$$\alpha_s = 10 \log \frac{\text{Puissance acoustique absorbée}}{\text{Puissance acoustique incidente}}$$

Lorsqu'une onde rencontre une paroi, tous les matériaux qui peuvent la constituer absorbant une part plus ou moins grande d'énergie acoustique. Nous pouvons distinguer généralement trois catégories de matériaux absorbants :

- Les matériaux fibreux ou poreux
- Les panneaux réfléchissants
- Les résonateurs



Une multitude de pores communicant entre eux... L'onde pénètre dans le matériau fibreux, les molécules d'air vibrent, il y a absorption

Figure I.22 : L'exemple d'un matériau fibreux

En bref, l'absorption de l'énergie acoustique est transformée en énergie calorifique par frottements et dispersion.

3. *Transmission* : nous savons que le bruit peut se propager à travers une paroi, même si elle ne comporte pas d'ouverture. Une paroi est caractérisée par son indice d'affaiblissement acoustique noté « R ».

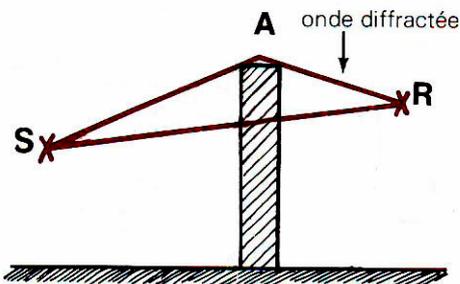
Il est défini par :
$$R = 10 \log \frac{W_i}{W_t}$$

où : W_i est la puissance acoustique incidente sur une paroi

W_t est la puissance acoustique transmise par la paroi.

L'indice **R** caractérise la capacité d'une paroi ou d'un élément de paroi entrant dans la composition d'une façade à s'opposer à la transmission du bruit.

4. *Diffraction* : Lorsqu'une onde sonore rencontre un obstacle deux dimensions finies la propagation de l'onde est modifiée et nous pouvons définir plusieurs trajets élémentaires simples. La diffraction porte sur la partie d'énergie qui « contourne » l'obstacle pour atteindre le récepteur R et l'exposer à une pression acoustique sensiblement réduite par rapport à la pression qui existe devant l'obstacle.



L'atténuation en diffraction dépend de l'allongement du trajet imposé au rayon son, et donc de la quantité :

$$S = SA + AR - SR$$

Figure I.23 : Le phénomène de diffraction sonore

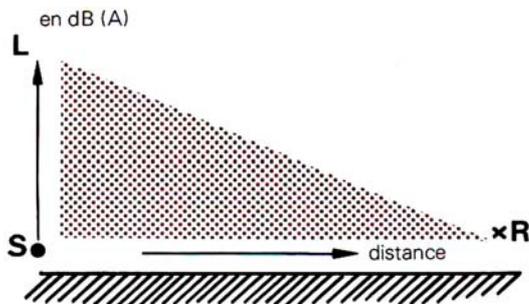
I.3.4.2 : Propagation sonore dans le champ direct et dans le champ diffus

Le champ acoustique est défini comme « la région de l'espace dans laquelle existent des vibrations acoustiques ». Nous pouvons distinguer deux champs acoustiques aux propriétés bien différentes : le *champ acoustique direct* et le *champ acoustique diffus* ou partiellement diffus [BAR81]. Nous constatons que le champ libre est considéré comme un espace, ne comportant aucun obstacle à la propagation du son contrairement au champ diffus, qui est un espace ayant des façades proches qui permettent des réflexions.

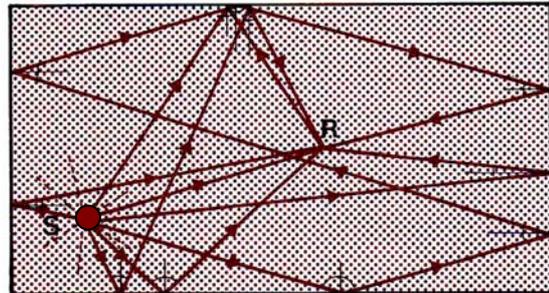
1. *Le champ direct* peut être caractérisé par le fait qu'entre une source sonore **S** et un récepteur **R**, il n'existe aucun obstacle qui modifie le trajet de l'onde sonore. Le niveau sonore perçu en **R** dépend essentiellement de la distance et des effets de sols. Nous pouvons dire c'est un *champ direct possède une propriété simple : le niveau sonore diminue si on s'éloigne de la source, il augmente si on s'en rapproche.*

L'approche d'un problème en champ direct peut être assimilée à des situations de propagation sonore comportant peu de réflexions. C'est le cas général dans les sites peu bâtis, et ceux où la distance entre voie et bâtiment est grande par rapport à la hauteur des immeubles. Nous pouvons rencontrer donc des situations de champ direct dans les tissus ouverts ou des bâtiments ou groupes de bâtiments isolés à proximité de voies de circulation du type autoroute ou voies rapides urbaines.

2. *Le champ diffus* est un champ acoustique dans lequel « l'énergie acoustique moyenne à la même valeur en tous les points et où l'intensité acoustique est la même dans toutes les directions ». Sa caractéristique est *le niveau sonore ne dépend plus de la distance à la source : il est constant quelle que soit la position du récepteur (sauf lorsqu'il s'en rapproche à moins de 50 centimètres)*. Pour ce champ, peut être assimilés à un champ acoustique diffus, toutes les situations comportent de très nombreuses réflexions acoustiques.



Dans un champ direct, le niveau sonore diminue si l'on s'éloigne de la source S



Dans un champ diffus, les réflexions très nombreuses font que le niveau sonore est pratiquement le même en tous points. Il ne dépend plus de la distance à la source S (sauf si on est très proche)

Figure I.24 : La propagation sonore dans les champs : direct et diffus

En outre, un phénomène rencontré souvent dans les vieilles villes qui ont des rues fermées en « U » ou des places de petite dimension seront soumises à un champ acoustique partiellement diffus (voir la notion dans la partie I.3.4.2).

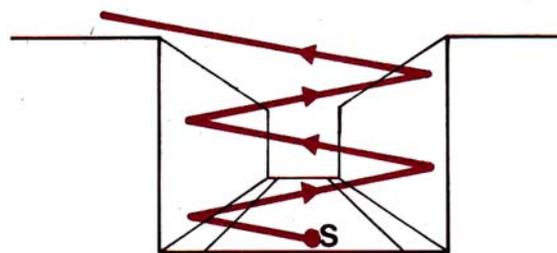


Figure I.25 : La réflexion sonore diffuse dans une rue en « U »

I.4 : Relation entre propagation sonore et forme urbaine

Nous venons de représenter la particularité de la propagation sonore en présence d'un obstacle, ainsi que les caractéristiques acoustiques dans les champs acoustiques différents. Généralement les formes urbaines sont riches et variées, les ambiances sonores sont également complexes et fluctuantes. La répartition sonore est quasi différente dans un secteur, un lieu, et même sur une position.

Il s'agit de nous intéresser ici à la relation entre ambiances sonores et la forme urbaine. On a vu que la propagation sonore et le champ acoustique changent avec la morphologie du site. Ainsi la caractérisation des particularités urbaines permet-elle d'évaluer les ambiances sonores. Cette problématique est la base de notre travail de recherche.

Nous trouvons beaucoup de sources sonores différentes dans les villes, mais la plupart sont dues à l'activité de circulation. Les moyens de transports créent un flux de bruit dans la rue, et on peut considérer cette source sonore comme une source sonore linéique. Celle-ci est déterminante dans la recherche dans les ambiances sonores en milieu urbain. Ensuite, nous présenterons quelques formes urbaines fondamentales dans les vieilles villes afin de mettre en évidence les ambiances sonores qu'elles génèrent. Nous supposons ici que la source sonore (S) est présente au milieu de la rue, et les récepteurs (R) sont présents sur les trottoirs, face à la façade du bâtiment.

I.4.1 : Notion de rue en « U » et de rue en tissu ouvert (ou rue en « L »)

Suivant le profil de la rue, nous distinguons deux grands cas en milieu urbain : les rues en « U » (rue fermée) et les rues en tissu ouvert (rue en « L »). Ces formes de rues sont souvent présentes dans les villes, et surtout dans les vieilles villes. En particulier, dans les vieilles villes européennes qui ont un patrimoine architectural intact depuis le XVIII^e siècle.

➤ *La rue en « U » (ou la rue fermée)*

D'après la norme NF S 31-130, on appelle *Rue en « U »* l'ensemble constitué par une infrastructure de transport et des bâtiments disposés de part et d'autre de façon quasi continue et répondant aux critères ci-dessous :

- La hauteur moyenne des façades est supérieure à 7 mètres de chaque côté de l'infrastructure.
- **L** étant la largeur moyenne entre les façades et **H** la plus petite des deux hauteurs moyennes des bâtiments qui sont déterminée pour chaque côté de l'infrastructure, le rapport $\frac{H}{L}$ doit être supérieure à **0,2** ($\frac{H}{L} > 0,2$). De part leur configuration, ces types de rues sont le lieu de nombreuses réflexions provoquant une augmentation du niveau sonore par rapport à un champ simplement réfléchi. Le type rue en « U » est assez caractéristique des rues rencontrées en milieu urbain.

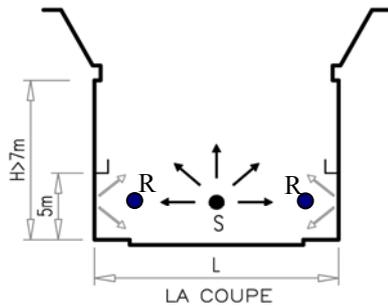


Figure I.26 : La coupe de la rue en « U »

Dans ce cas, la source sonore est au milieu de la rue. La réflexion se produit sur les deux façades se faisant face. Dans ces rues, le phénomène augmente le niveau sonore, parce que l'on reçoit l'intensité sonore directe de la source cumulée avec celles dues aux réflexions.

➤ *La rue en tissu ouvert (ou la rue en « L »)*

Pareillement, d'après la norme NF S 31-130, on appelle *Rue en tissu ouvert* l'ensemble constitué par une infrastructure de transport et des espaces ou des bâtiments dont la configuration ne correspond pas à la définition de la rue en « U ». C'est le cas des infrastructures :

- En zones non bâties
- En zones pavillonnaires bordées de bâtiments de part et d'autres et ne remplissant pas les conditions de la rue en « U »
- En zone où un seul côté de la rue possède des constructions (« L »)

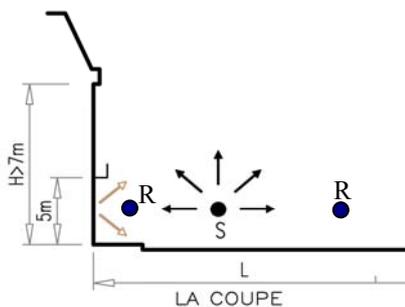


Figure I.27 : Les rues en tissu ouvert

Dans ce cas, la source sonore provoque la réflexion sur la façade du bâtiment à gauche de la source, ainsi le récepteur reçoit plus de l'intensité sonore de la source. Par contre, le récepteur à droite de la source, ne reçoit que l'intensité directe de la source.

I.4.2 : Effet de la géométrie de la rue

Nous constatons qu'il y a de multiples géométries de rue en milieu urbain, en particulier dans les vieilles villes. Les grandes rues (cours, avenues, boulevards) et les rues étroites (rues, ruelles, impasses) qui créent une structure urbaine libre et riche. La largeur de la rue

détermine l'existence d'une forme de la rue en « U » et cette forme de rue a des influences importantes sur la propagation et la perception sonore.

- Par définition de la rue en « U », la hauteur moyenne des façades doit être supérieure à 7 mètres de chaque côté de l'infrastructure. Si nous appliquons la formule $\frac{H}{L} > 0,2$ où H = 7 mètres (niveau minimum), alors L < 35 mètres. Ainsi dans ce cas, si la largeur a plus de 35 mètres, une rue n'appartient pas à cette catégorie et on peut considérer que la réflexion n'existe pas sur les façades d'immeuble.

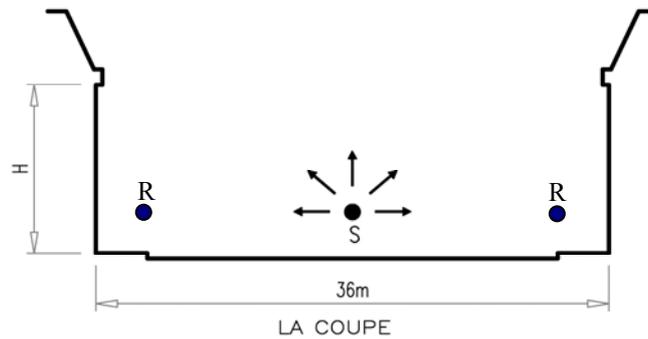


Figure I.28 : La largeur de la rue

Cependant, si une rue comporte deux flux de circulation, alors il y a deux sources sonores et la réflexion sur les façades d'immeuble doit être pris en compte selon la forme ci-dessous :

- Cette forme de rue présente deux voies différentes sur chaque côté de la rue, avec un terre-plein central. Cette forme se trouve dans de nombreux secteurs dans les vieilles villes.

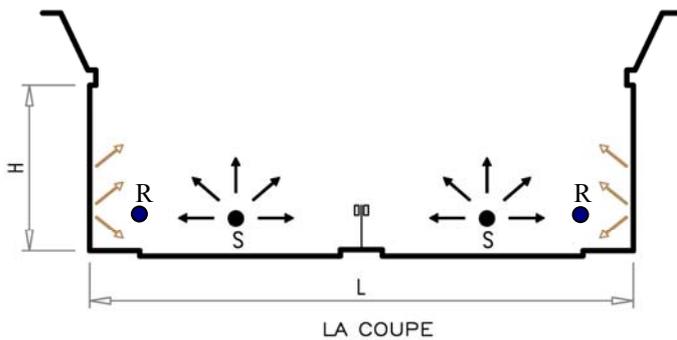


Figure I.29 : La rue à double voie

- Il existe une autre forme spécifique que nous pouvons rencontrer dans les vieilles villes. C'est le cas où un bâtiment sépare les deux voies de circulation.

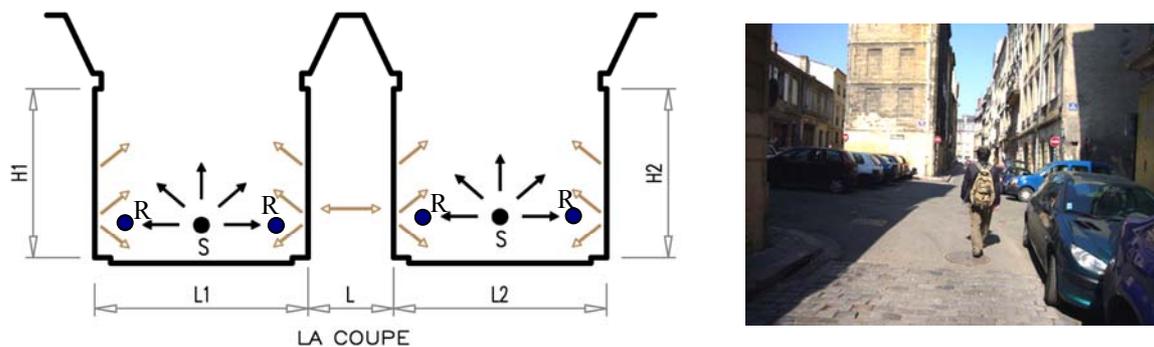


Figure I.30 : Une parcelle mince entre deux rues

Dans ce cas, le phénomène de propagation sonore est le même que dans les rues en « U ». Suivant l'épaisseur et l'hauteur du bâti central on peut plus ou moins percevoir le bruit d'une rue à l'autre.

I.4.3 : Rôle de l'alignement à l'échelle de la façade

Les façades ne présentant pas toujours une surface continue et régulière, nous devons étudier les phénomènes de réflexion et de volume couplé qui sont liés à la présence d'espace en creux au rez-de-chaussée tel que porche ou vitrine en retrait, magasin complètement ouvert sur la rue,...

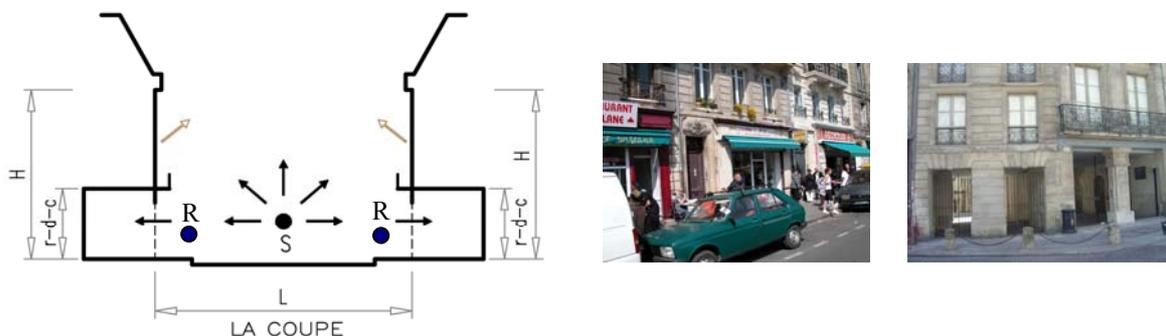


Figure I.31 : Les rez-de-chaussée en retrait

Dans ce cas, la plupart d'ondes de propagation n'ont pas de réflexion dans les rez-de-chaussée vides. Il peut se passer ici un phénomène diffus sonore au rez-de-chaussée. En ce moment, le récepteur ne reçoit que le son direct de la source sonore dans la rue.

I.4.4 : Rôle de l'alignement à l'échelle de la rue

La disposition des façades n'est pas uniforme en milieu urbain, surtout dans les vieilles villes. Les rues ont été formées depuis longtemps dans les vieux quartiers, et elles ont créé une structure multiforme au travers de nombreuses modifications. Nous pouvons envisager deux types de dispositions : la rue toute droite et la rue irrégulière. Puisqu'il s'agit d'aborder la particularité spécifique de la rue, ce qui nous intéresse ici est l'irrégularité d'alignement des façades dans la rue parce que cette forme crée des obstacles et aussi des angles cachés.

Cette disposition d'immeubles qui n'est pas alignée sur le côté de la rue, a des effets importants sur la propagation sonore [PREDO0].

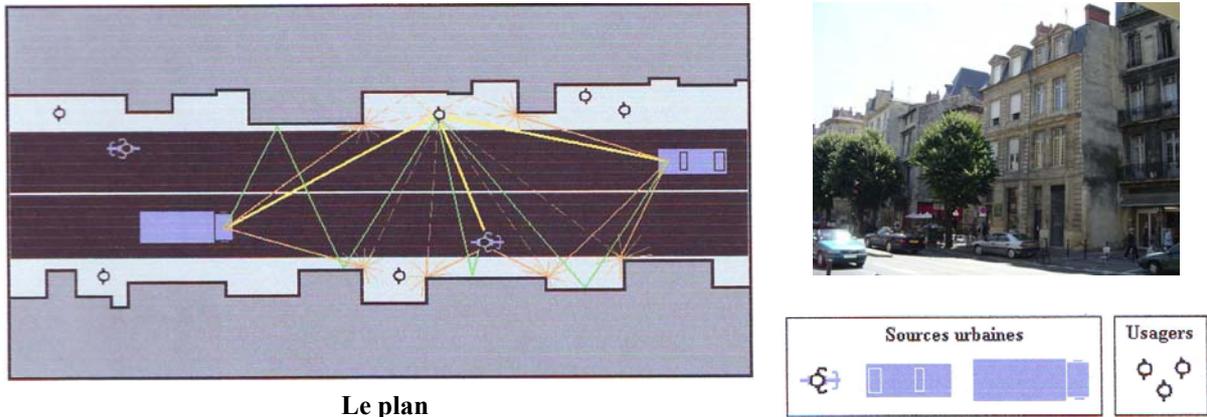


Figure I.32 : L'alignement irrégulier des immeubles

Dans ce cas, il apparaît de nombreux phénomènes de la réflexion sur les façades et de diffusion sur les coins du bâtiment. Les récepteurs (usagers) peuvent recevoir les ondes sonores directes, réfléchies et diffuses des sources situées dans la rue.

I.4.5 : Relation par rapport à la transition de structure spatiale de la rue

Nous avons analysé et abordé de nombreuses particularités de la forme de la rue dans les paragraphes précédents. Chacune traduit une caractéristique différente, qui a des influences sur la propagation sonore, qui se voit de façon explicite sur la section et sur le plan. Toutes ces particularités sont présentes dans une rue, ce qui rend complexe l'étude en milieu urbain. C'est pourquoi nous avons voulu les présenter de façon séparée.

- Nous venons de constater que les rues anciennes sont complexes, n'ayant pas une organisation homogène sur toute la longueur, surtout dans les vieux quartiers. A chaque point spécifique, nous pouvons voir une particularité différente. C'est-à-dire, elle peut passer d'une structure fermée à une structure ouverte ou quelquefois a des espaces libres comme une placette dans la rue. Ceci apporte un tissu urbain multiforme et riche, et donne la qualité particulière des ambiances acoustiques des rues étroites dans les anciens quartiers (figure ci-dessous).

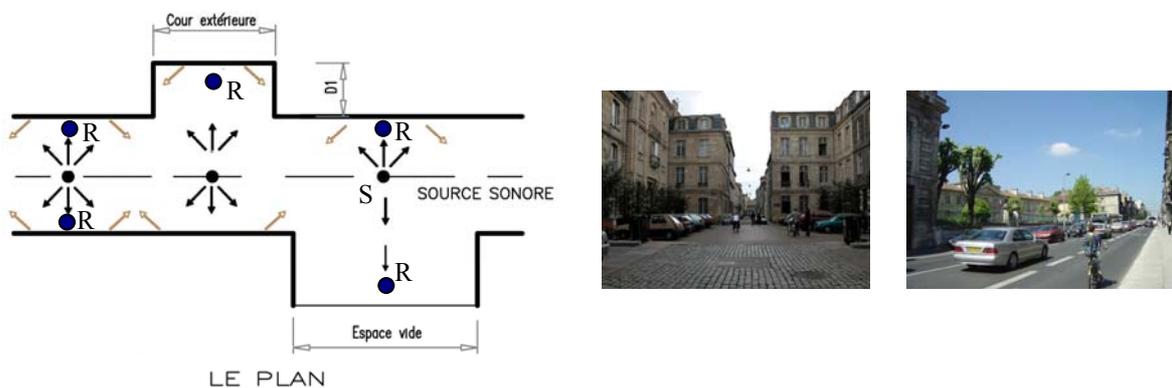


Figure I.33 : La transition de forme sur la longueur de la rue

- Dans ces structures complexes, on passe d'un espace fermé (rue en « U ») à des espaces plus ouverts (carrefour ou rue en « L ») et réciproquement. Ceci provoque des modifications dans la propagation sonore et la perception du paysage sonore varie tout au long de ces transitions. A travers de l'étude de ces transitions et l'appréciation des ambiances sonores, on peut déterminer les améliorations à porter au cadre bâti. Les choix d'aménagement ou de réaménagement urbain seront liés à la qualité de paysage sonore recherchée.

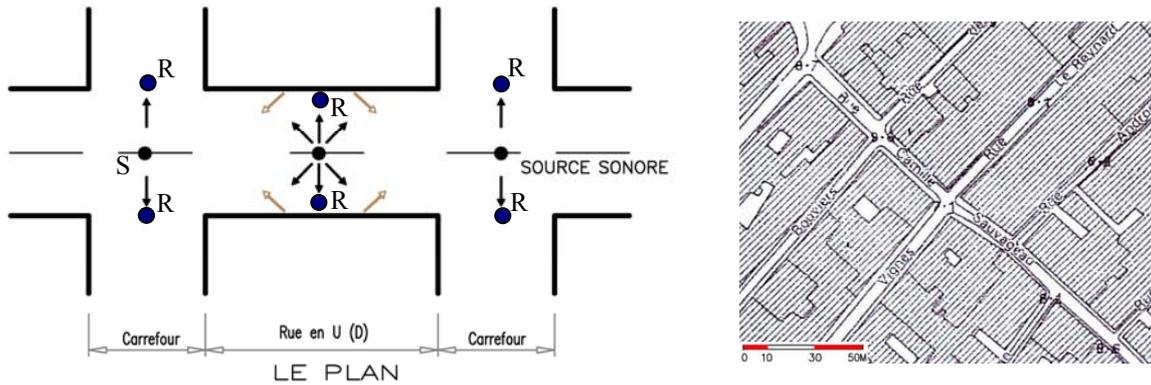


Figure I.34 : La transition continue des carrefours dans une rue

I.5 : Conclusion du chapitre I

Le son est un phénomène physique dont la perception est fortement liée au milieu dans laquelle il se propage. En particulier, ses caractéristiques physiques propres (intensité, fréquence, durée) peuvent être modifiées par les caractéristiques morphologiques (forme, nature plus ou moins réfléchissante et diffusante des surfaces, dimensions des obstacles) de ce site et par les conditions de propagation (température et humidité de l'air, présence du vent,...). C'est donc l'étude de l'ensemble : sources sonores - milieu de propagation – récepteurs (usagers) qui va permettre d'évaluer la qualité de l'environnement sonore dans l'espace urbain.

Les sources sonores présentes dans la ville sont multiples et dépendent d'activités urbaines qui varient dans le temps. Les formes urbaines (rue en « U », rue en « L », espace ouvert) rencontrées dans les cœurs de villes anciens et leurs combinaisons sont très diverses et cette variabilité va engendrer des environnements sonores eux – mêmes changeants. Les usagers peuvent les juger agréables ou non en fonction de leur adéquation au lieu, au moment,...

On voit donc que le degré de complexité du problème de la relation entre environnement et morphologie urbaine est très important. Il va être en partie explicité à travers le concept de paysage sonore traité dans le chapitre II.

Chapitre II

Environnement sonore urbain et particularités des ambiances urbaines dans le vieux quartier de Hanoï et dans le quartier Saint-Michel à Bordeaux

II.1 : Introduction

Nous pouvons constater tous les jours que les ambiances de notre vie quotidienne sont riches et multiples. La qualité de chaque ambiance dépend de certains facteurs. Ces ambiances sont associées aux quatre sens : la vue, l'odorat, le toucher et l'ouïe. Dans le cadre de cette recherche, nous nous intéresserons aux ambiances sonores et urbaines.

Dans le chapitre précédent, nous avons abordé les notions de son, lié aux ambiances, par une approche physique du son.

Dans ce chapitre, nous analyserons les ambiances urbaines à travers les aspects de perception sonore dans la ville. Cette notion se traduit par l'expression "environnement sonore urbain". Les sites d'étude de Hanoï et de Bordeaux seront explicités par l'analyse détaillée des activités urbaines.

Dans un premier temps, nous aborderons la relation entre les différents éléments de l'espace urbain. Les caractéristiques urbaines sont : sa structure, sa constitution, son organisation et sa morphologie. La dimension sonore est abordée par le biais des activités urbaines qui se déroulent dans l'espace urbain. Les activités urbaines sont différentes dans chaque secteur, dans chaque ville.

Ce chapitre est organisé en trois parties :

- Approche de l'environnement sonore urbain
- Les quartiers étudiés à Hanoï et à Bordeaux : présentation et définition de leurs ambiances urbaines.
- Méthodologie d'enregistrement sonore en milieu urbain

Dans la première partie, nous aborderons l'environnement sonore urbain dans son sens le plus large : en associant la définition du paysage sonore et celle des ambiances urbaines. Les analyses et la recherche portent sur l'environnement sonore afin de traduire la complexité et la multiplicité des milieux urbains. Ainsi, nous obtenons une définition plus précise de ce que recouvre les ambiances sonores urbaines.

Dans la seconde partie, seront présentés les quartiers étudiés à Hanoï et à Bordeaux. Ils seront présentés sous leurs aspects historiques, ambiances urbaines et activités urbaines. Le but est de définir les caractéristiques urbaines dominantes dans chacun des quartiers. Ces éléments seront la base de la caractérisation de l'environnement sonore urbain. En parallèle,

nous définirons pour chaque quartier, l'impact des activités urbaines dans l'environnement sonore.

La troisième partie contient la présentation de la méthodologie de recherche sur l'environnement sonore par le biais d'enregistrements in situ. Nous présenterons le matériel utilisé, les logiciels, le protocole d'enregistrement sonore et la méthodologie de dépouillement des données collectées.

II.2 : Approche de l'environnement sonore urbain

Les concepts et les termes utilisés dans le domaine de l'environnement sonore ont des définitions qui sont plus ou moins propres à chaque chercheur. L'étude de l'environnement sonore urbain est une recherche portant sur une des ambiances de la ville. Cette approche met de façon étroite l'environnement sonore et les ambiances urbaines en relation.

Comme Dauby.Y⁷ l'a écrit : « Les méthodes d'approches et les points de vue spécifiques à ces domaines, sont bien évidemment très différents, cependant il en ressort une unité d'attention portée à un espace sonore d'un point de vue factuel et les systèmes de perception et de représentation qu'un individu ou un groupe d'individus qui projettent sur leur environnement. C'est à partir de ce constat que nous allons construire nos propres définitions, en partie synthèse des concepts cités plus haut et en partie adaptation à notre pratique ».

Dans cette recherche, il s'agit de définir l'environnement sonore urbain. Nous travaillerons sur des quartiers anciens de centre ville où l'on retrouve des particularités urbaines traditionnelles. La perception des sources sonores dépend de la forme urbaine, de sa morphologie et des activités qui s'y déroulent. L'acoustique fait partie des caractéristiques des lieux construits. Certains chercheurs s'attachent à analyser les environnements urbains sur le plan sonore, dans le but de l'améliorer et tout du moins, de comprendre leur incidence sur la vie citadine. La notion d'ambiances, ambiguë dans l'usage courant, peut être défini comme « la rencontre entre donnée physique et ce que les sens en perçoivent » [Augoyard.J.F]⁸.

Les ambiances, entités émergentes spécifiques d'un espace architectural, sont étudiées en prenant comme point de départ les modalités de perception d'un habitant (mesurable et donc objectif, à partir de la description physique des phénomènes sonores), de leur représentation (leur expression qualitative, à un niveau cognitif et/ou émotionnel), ou du point de vue de la conception urbaine (mise à l'épreuve des habitudes de construction). Afin d'atteindre de tels objectifs, la démarche se doit d'être pluridisciplinaire : sciences humaines et sociales, architecture et sciences de l'ingénieur. En conséquence, afin d'aborder ces ambiances, les chercheurs créent un corpus d'outils conceptuels appropriés, parfois empruntés à d'autres champs, et parfois créés de toute pièce [AUGO95]. Ainsi, s'il n'est pas possible d'aborder directement la notion d'ambiance en la définissant, on peut la caractériser par le biais d'une grille de lecture complexe [DAUB04].

Tout d'abord, nous aborderons la notion de paysage sonore, puis les particularités de l'environnement sonore urbain. Cette notion permet d'élargir les concepts existants dans le domaine sonore. La recherche des particularités du paysage sonore contribue également à la caractérisation de l'environnement sonore dans sa combinaison avec l'environnement urbain.

⁷ <http://kalerne.free.fr/textes/yannick/pspartages/3contexte/31paysagesonore.html> (Dauby Yannick est un musicien français. Ses activités tournent principalement autour de la musique concrète, de l'improvisation électroacoustique, de la phonographie, de l'installation sonore in situ, du documentaire audio. Il s'intéresse aux relations entre le monde sonore des animaux et celui des humains).

⁸ J.F. AUGOYARD cité par Nathalie CANDON dans le rapport "Composition urbaine"
<http://www.urbanisme.equipement.gouv.fr/cdu/accueil/bibliographies/compourb/compurb.htm>

II.2.1 : Paysage sonore

Tout d'abord, reprenons la définition donnée par Schafer.R.M : le paysage sonore est constitué de l'ensemble des sons qui composent un environnement. Techniquement, toute partie de cet environnement pris comme champ d'écoute. Le terme s'applique aussi bien à des environnements réels qu'à des constructions abstraites, tels que compositions musicales ou montages sur bande, en particulier lorsqu'ils sont considérés comme faisant partie du cadre de vie [SCHA79].

Le concept du paysage sonore s'est développé durant les vingt dernières années. Plus précisément, c'est devenu un terme plus qu'un concept, puisque le paysage sonore comprend non seulement différents types d'oeuvres et de systèmes auditifs mais également des conceptions antagonistes du rapport entre l'art et la vie. Laissant de côté les oeuvres purement instrumentales qui sont présentées sous cette appellation, il s'agit dans la plupart des cas d'une préoccupation pour des environnements sonores réels. C'est justement la définition de cette préoccupation qui distingue les différentes conceptions du paysage sonore.

Nous pouvons approcher l'autre aspect du paysage sonore à travers les recherches de Amphoux.P⁹ dans le « Le temps du paysage sonore » : On croyait la notion de paysage attachée au monde visuel. Or, depuis une vingtaine d'années des techniciens, des musicologues ou des spécialistes de différentes disciplines se mettent à parler de "paysage sonore". En un double sens :

- Celui de la représentation : un "paysage sonore", ce sera alors tout simplement une séquence enregistrée qui, à la manière d'un tableau en peinture, représente un paysage.
- Celui de la réalité sensible et immédiate: par analogie avec les définitions classiques du paysage visuel ("une partie de pays que la nature présente à un observateur"), le "paysage sonore" pourrait alors être défini comme "une séquence de temps que la nature présente à l'oreille d'un auditeur".

En outre, ce que nous appellerons paysage sonore repose sur le principe de l'intentionnalité d'un auditeur, qui se met à l'écoute d'un environnement sonore. C'est-à-dire qu'il lui porte une attention particulière, construisant ainsi son paysage sonore. L'émergence d'un paysage sonore est conditionnée par les capacités cognitives d'un individu (de connaissance, d'apprentissage, d'interprétation d'informations, de réaction, etc.), ainsi que par une attitude de projection. Cette dernière est caractérisée premièrement par l'action d'écouter (s'appliquer à entendre) un environnement sonore, et deuxièmement par l'actualisation d'un rapport particulier à cet environnement sonore.

Ce rapport d'affinité inclut l'élaboration d'un système de représentation (c'est-à-dire une structuration rationnelle du monde) ainsi qu'une appréciation sensible (de l'ordre de

⁹ http://www.provincia.fi.it/cedip/Seminari/Amphoux_fr.htm

l'émotionnel). Le paysage sonore est donc un type de relation bidirectionnelle et asymétrique puisque le sujet projette son attention, se consacre à cette attitude d'écoute, et réceptionne de l'information sonore.

Nous voyons que le paysage sonore se construit, à partir d'un environnement sonore, suivant une subjectivité. Celle-ci se définissant selon l'état physiologique et psychologique, un état de connaissances, une appartenance culturelle, une histoire, etc. Tout ceci constitue un positionnement particulier. Le façonnage d'un paysage sonore dépend de cette subjectivité individuelle. Si l'on étend le sujet individu au sujet socio-culturel (collectif), on cherchera à dégager des invariants, des similitudes, des analogies. On pourra alors parler d'une communauté d'écoute.

Cependant, Amphoux.P pense qu'il ne peut pas exister un paysage sonore collectif : il faudrait alors négliger les différences interindividuelles pour arriver à un niveau de synthèse consensuelle, qui ne constituerait qu'une modélisation théorique. Or, le paysage sonore est inconditionnellement lié à une expérience sensible, intime et particulière d'un environnement sonore. On ne pourrait en aucun cas prétendre à un modèle théorique susceptible d'inférer un paysage sonore unique pour tous les individus constituant une communauté quelle qu'elle soit, et ainsi prévoir l'expérience qu'un représentant de cette communauté aura avec son environnement sonore par la simple appartenance culturelle ou identitaire.

Si l'on ne peut guère parler de paysage sonore collectif, on peut alors travailler sur le statut de l'écoute et les rapports particuliers des écoutants avec certains objectifs sonores. Dans le cas de toute étude se focalisant sur la notion de paysage sonore, ce dernier ne peut en aucun cas constituer un objectif d'étude, mais plutôt un outil méthodologique. En particulier, nous avons abordé le paysage sonore dans la partie d'introduction générale en s'appuyant sur les propositions de Lynch.K [LYNC99] quant à l'analyse du paysage urbain.

Nous pouvons constater que le paysage sonore est un objet multiforme. Chaque approche vise à caractériser les ambiances dans lesquels nous vivons, en particulier les ambiances sonores dans l'espace urbain.

II.2.2 : Particularité de l'environnement sonore urbain

L'environnement sonore est un espace physique, dont les limites ne sont pas forcément prédéfinies, doté de propriétés acoustiques, c'est-à-dire présentant des conditions favorables à l'émission, la transmission et la réception sonore, et accueillant des individus dotés de capacités auditives. On considère dans cette définition que la présence d'un sujet percevant est une condition nécessaire : c'est le niveau de l'entendre. Ainsi, en l'absence d'un tel sujet, on parlera plutôt d'espace sonore (simple espace matériel vibratoire) [DAUB04].

L'environnement sonore s'en distingue par le fait qu'il est capable d'influer (exercer une action) sur les sujets singuliers ou multiples, que ceux-ci s'intéressent à lui ou non. Il peut aussi exister à leur insu. Il pourra être silencieux ou ne se révéler que sous certaines conditions (par exemple, on ne percevra la réverbération d'un espace clos et vide que si on

active par une action, tels des bruits de pas lorsqu'on le traverse). Un environnement sonore ne se résume donc pas à la somme des événements sonores qui s'y déroulent.

Ainsi concernant l'écouter Dauby.Y [DAUB04] présume que :

- L'écoute d'un individu repose sur son ontologie, ses capacités cognitives, son état physiologique et psychologique. Chaque écoute est donc bien spécifique, traduisant de l'aspect subjectif.
- L'écoute de cet individu est modelée par son appartenance culturelle (régionale, nationale, professionnelle, sociale, etc.). Les invariants des communautés d'écoute façonnent certains aspects de système sonore de représentations. Ce sont des données que l'on pourra peut-être étudier d'un point de vue générique : d'où l'idée de "culture sonore" [objectif].

Et d'un point de vue physique :

- Un environnement sonore propose un ensemble de propriétés acoustiques qui seront les mêmes pour tout individu, car conséquences de l'espace considéré et des événements qui l'animent [objectif].
- Une écoute ne peut être globale ou délocalisée. Elle repose toujours sur le choix [subjectif] d'une position spatiale, d'une temporalité. Il y existe donc une multitude de paysage sonore qui pourront être explorés statiquement (considérer le paysage sonore d'un instant dans un lieu donné) ou dynamiquement (notion de parcours sonore).

La notion que nous venons de décrire permet d'aborder d'une certaine manière le rapport à nos ambiances sonores quotidien. Elle nous permettra de lire ou relire certaines expériences de l'ordre du vécu ou des domaines scientifiques ou artistiques. Mais notre définition pose bien plus de questions qu'elle n'offre pas de réponses ! En cela, elle nous permettra de stimuler d'autres expériences et études. En même temps, celle-ci nous permettra d'approcher un domaine d'étude urbaine à travers l'environnement sonore.

II.2.3 : Sources sonores en milieu urbain

Du point de vue de la perception sonore, on peut considérer que l'ensemble des sons dans la ville est une composition musicale de la vie en milieu urbain. Si nous pouvons entendre et distinguer chaque source sonore par son timbre et son volume, il est très difficile de différencier les caractéristiques physiques de chacune. Cependant notre objectif de recherche étant l'évaluation de la qualité du paysage sonore urbain et son rapport avec la forme urbaine, cette difficulté est dépassée. En effet le paysage sonore que nous entendons est bien cette association de sources diverses qui en font sa richesse et sa complexité d'analyse.

L'identité sonore de chaque ville est due à ces sources sonores différentes ; nous pouvons distinguer deux types principaux [GAUL00] :

- *Les sources d'origine mécanique* : voitures, autobus, camions, trains, véhicules de chantiers, klaxon,...

Nous constatons que la contribution sonore la plus importante des véhicules est celle due à la motorisation dans le contexte urbain. Les moyens de transports augmentent le niveau de bruit de manière appréciable. En particulier, dans certains endroits (surtout dans les villes des pays en voie de développement), le klaxon des voitures et des motos sont un élément de gêne important en milieu urbain.

- *Les sources d'origine « humaine »* : voix humaine dans la rue, clients dans un marché, enfants dans une cour, piéton dans la rue,...

Normalement, les sources sonores mécaniques sont toujours prépondérantes par rapport aux sources sonores humaines, mais dans certains cas, elles peuvent être masquées par elles.

Dans le cadre de notre travail, il s'agit d'objectiver des éléments liés à la perception sonore de ces sources, telle que la signature fréquentielle par exemple, à partir d'une méthodologie basée sur l'analyse quantitative et qualitative d'enregistrements qui est présentée dans le sous-chapitre II.4.

II.3 : Les quartiers étudiés à Hanoï et à Bordeaux

L'étude des particularités urbaines est possible par de nombreuses méthodes, et l'analyse du paysage sonore est l'une d'entre elles. Notre travail sur les villes de Hanoï et de Bordeaux ne porte pas sur une simple comparaison de leur environnement sonore mais sur la façon dont l'évolution de leur environnement sonore permet de caractériser les identités urbaines.

Pour cette raison, les sites choisis dans chacune des villes répondent à des critères d'activités urbaines de même type. Dans le processus du développement urbain, les vieux quartiers ont toujours eu une place singulière dans la ville. Chacun présente des particularités dominantes liées à la morphologie urbaine, aux activités urbaines, et aux ambiances sonores. C'est pourquoi nous nous sommes intéressés aux centres historiques. D'autant que dans le cadre de la restructuration des centres villes anciens la question de la qualité environnementale (et donc du paysage sonore), comme celle de la sauvegarde du patrimoine, oblige les décideurs et les aménageurs urbains à réfléchir sur les conséquences induites par les modifications (pouvant aller jusqu'à la destruction du tissu ancien) apportées aux formes urbaines "traditionnelles".

Les activités urbaines, qui sont toujours en relation avec les ambiances sonores qu'elles produisent, traduisent la vitalité d'un quartier, en particulier dans les vieux quartiers de Hanoï et de Bordeaux. Elles présentent nombre de particularités culturelles très différentes, quelques-unes existent à Bordeaux mais elles n'existent pas à Hanoï et réciproquement. On peut les classer en activités de circulation, de commerce, de production artisanale, de service, de travaux...etc. Par exemple, nous montrerons que pour les quartiers commerciaux du centre ancien de Hanoï et du centre ville de Bordeaux, l'environnement sonore est un bon indice pour apprécier les activités urbaines.

II.3.1 : Vieux quartier de Hanoï

La ville de Hanoï est la capitale du Vietnam, elle a été créée il y a près de mille ans. Ses valeurs historiques sont toujours présentes en dépit du processus de développement urbain actuel. Au cours du long développement du vieux quartier de Hanoï, en tant que capitale de l'Empire, il y a deux éléments principaux et centraux qui la constituent : la citadelle, lieu du pouvoir et la cité marchande, lieu des échanges.

Il y a beaucoup de villages artisanaux qui se sont implantés dans ce lieu. Les populations des zones alentours se sont concentrés fortement dans cette cité marchande et ont créé une zone commerciale très animée. Le vieux quartier s'est formé sur la base de cette cité marchande et est composé de *phuong* (quartiers) reliés organiquement aux villages artisanaux traditionnels de la région ; il est resté le centre des échanges commerciaux [NGQT01]

Depuis de nombreux siècles, ce vieux quartier est devenu un centre commercial important dans la ville. Actuellement, il est emblématique de Hanoï et est devenu aussi un centre touristique représentant le patrimoine architectural de la ville.



Le vieux quartier en 1873 [MANG06], [CLEM01]

Le quartier actuel

Figure II.1 : La position géographique du vieux quartier dans la ville de Hanoï

II.3.1.1 : Particularité du vieux quartier.

Le vieux quartier s'est développé à partir de la vieille cité marchande. Cette aire commerciale est issue du rassemblement et de la consolidation de plusieurs villages et cette urbanisation date essentiellement du XVIII^e siècle. Le réseau des voies de la cité marchande suit les digues qui tramaient la plaine rizicole. Elles supportaient les réseaux viaires à partir duquel le commerce se développa. La superficie des lacs et étangs était réduite, ici l'évolution de la construction et du commerce s'est traduite par des divisions de lots offrant plus de surfaces pour le commerce et moins de surfaces agricoles.



En 1885



En 1925



En 1986



Contrairement aux époques précédentes, le vieux quartier actuel a été englobé par d'autres agglomérations. La partie à côté du fleuve Rouge est devenu un secteur d'habitat compact. La totalité de ce secteur s'est fortement densifiée.

Figure II.2 : Le vieux quartier à travers les époques [CLEM01]

Le vieux quartier a toujours conservé sa valeur architecturale et le mode commercial traditionnel a persisté dans le processus de développement. A l'origine de la constitution de la cité marchande, il y a trente-six rues qui sont maintenant passées à soixante-seize, mais son ancienne appellation « *les trente-six anciennes rues de Hanoï* » a été conservée. Chaque rue abrite un métier traditionnel ou un produit particulier qui la caractérise, c'est pourquoi le nom de la rue est le nom du métier ou de l'article. Par exemple : rue HANG DUONG (vente du sucre), rue HANG CAN (vente de la balance), rue HANG MUOI (vente du sel), rue HANG DONG (fabrication d'objets en bronze, en fer), rue HANG THIEC (fabrication d'objets en étain, en tôle), rue HANG GA (vente de poulet), rue HANG HOM (fabrication de boîtes en bois), rue CHO GAO (vente du riz)...



Rue Hang Hom



Rue Hang Bac



Marchand de chapeaux



Marchand de menuiserie

Figure II.3 : Les photos du quartier au début du XX^e siècle [CLEM01]

Aujourd'hui, dans chaque rue les métiers sont mélangés. L'ancien métier d'origine reste présent mais d'autres métiers traditionnels sont venus s'y installer et de nouvelles professions s'y sont ajoutées. Avant les années 1990, très peu de produits artisanaux traditionnels étaient fabriqués sur place et il y avait peu de marchandises vendues, parce qu'à cette époque l'économie du Vietnam ne se développait pas. L'activité artisanale avait peu d'influence sur l'environnement sonore.

Cependant, l'économie du Vietnam témoigne actuellement d'un changement marquant. Le vieux quartier est devenu un grand centre d'échanges commerciaux. Toute la journée, il y a beaucoup de personnes, de voitures, de motos qui font du bruit. Les métiers artisanaux traditionnels jouent un rôle important pour le développement économique. Le bruit des activités de production est présent dans la rue du matin au soir.



Rue Thuoc Bac



Rue Hang Bac



Rue Hang Can



Rue Lan Ong

Figure II.4 : Le changement des produits vendus dans le quartier actuel

II.3.1.1.1 : Superficie et indices urbains

La superficie du vieux quartier est environ de 92,5 hectares, il présente une forte identité urbaine. Le vieux quartier a une haute densité de population, de construction, de circulation. Il est dans le même temps le centre des échanges commerciaux et le lieu du développement économique de la ville. Les particularités urbaines sont donnés par les indices urbains ci-dessous :

Habitants	80.347 hab (2000-2001) ¹⁰
Densité de population moyenne	889 hab/ha (88.900 hab/km ²)
Superficie habitante par personne	4-6 m ² /personne
Emprise du bâti	environ de 100%
Emprise de la voirie	12-15 km/km ² ≈ 11,1-13,9%
Emprise de la végétation	0,2-0,3 m ² / personne (≈ 2,6% de superficie)
Niveau d'étage moyen	2
Densité de moyen de transport	4.000 motos et 400 autos / km de voie urbaine ¹¹

Tableau 2 : Les indices urbains du vieux quartier de Hanoi

¹⁰ <http://www.hanoi.gov.vn>

¹¹ <http://www3.thanhvien.com.vn/xahoi/2005/11/3>

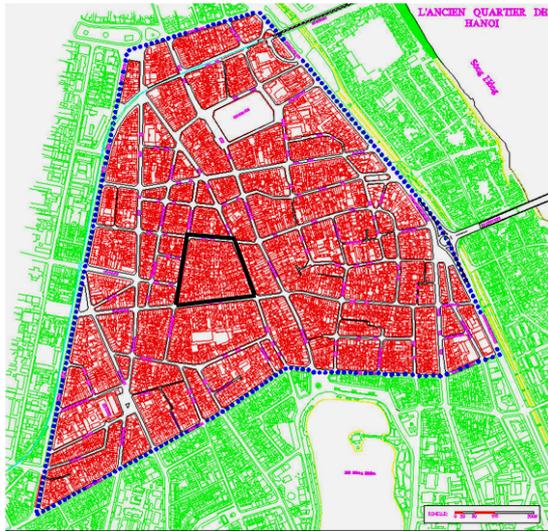


Figure II.5 : La grande densité de construction

+Par rapport aux autres secteurs de la ville de Hanoï, ce quartier a une densité de population plus grande d'environ cinq fois (17.125 hab/km²). (2002)

+Le système de circulation n'a pas changé depuis le début du XX^e siècle mais la densité de construction a pratiquement atteint 100%.

+La métamorphose de la morphologie urbaine est forte

Du fait de la très grande superficie de ce quartier, de sa densité de population uniforme et de la forte homogénéité des activités qui s'y déroulent, nous avons choisi par la suite (Chapitre IV et V) de n'en étudier qu'une portion. Sur le plan de la figure II.5, elle est délimitée par les rues surlignées en noir et a une superficie similaire à celle du Quartier Saint-Michel à Bordeaux (figure II.17). Dans la suite de ce chapitre nous présentons néanmoins les activités du vieux quartier dans son ensemble pour donner une meilleure appréciation de leurs spécificités.

II.3.1.1.2 : Disposition du quartier

Le vieux quartier est limité par des rues animées. Elles sont les axes de circulation importants de la zone centrale de la ville.

1. **Au Nord** : la rue Hang Dau
2. **Au Sud** : les rues : Hang Bong - Hang Gai - Cau Go - Hang Thung
3. **A l'Est** : les rues : Tran Nhat Duat, Tran Quang Khai
4. **A l'Ouest** : la rue Phung Hung

Parmi elles, les rues Tran Nhat Duat - Tran Quang Khai qui sont les axes de circulation importants pour aller vers les zones périphériques de la ville. Les autres rues sont les axes de circulation de desserte pour relier les autres quartiers de la ville.

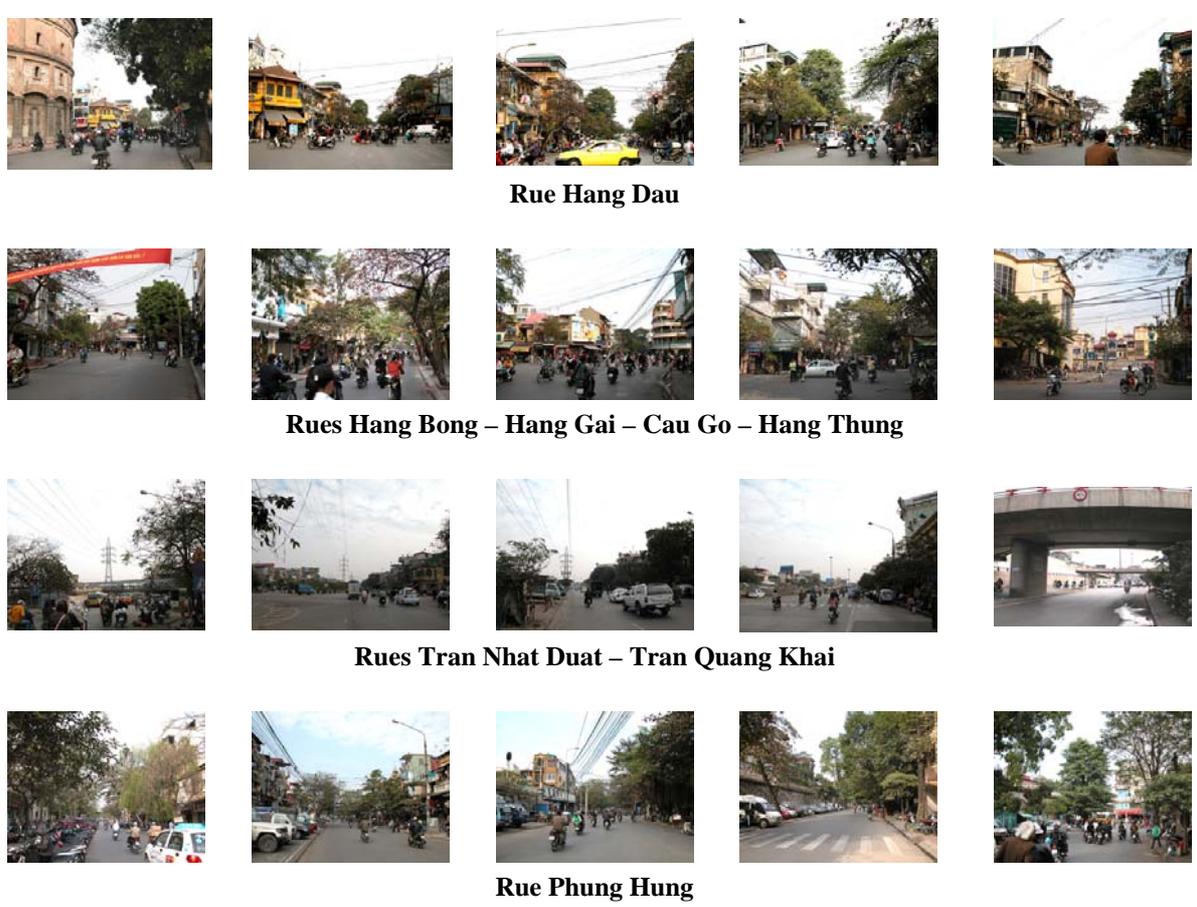


Figure II.6 : Les rues de limite

Les axes de circulations en limite du vieux quartier révèlent son activité urbaine animée.

II.3.1.2 : Particularité des ambiances urbaines du quartier

La ville de Hanoï a eu un développement économique et une urbanisation très rapides, surtout au cours du XX^e siècle. L'équilibre a été rompu entre la préservation et le développement, entre les impacts environnementaux et la qualité de la vie, entre les ambiances réelles et le confort voulu. Ces impacts ont influé sur la qualité du cadre de vie.

Ce développement économique très rapide a entraîné un développement touristique, social, urbain fort... Le contrôle des ambiances urbaines ne peut pas suivre la vitesse du développement urbain. Par ailleurs, grâce la libération économique ont surgi beaucoup de commerces spontanés partout dans la ville de Hanoï et surtout dans le vieux quartier. Les activités urbaines se déroulent partout, augmentant de façon importante le niveau de bruit du matin jusqu'au soir.

En dépit de cette remarque, il est bon de noter que notre objectif de recherche ne porte pas strictement sur la réduction de la pollution due au bruit, mais sur la qualité globale de l'environnement sonore en relation avec la morphologie urbaine. C'est pourquoi, nous aborderons l'ensemble des ambiances sonores à partir des activités urbaines principales qui se déroulent dans le vieux quartier de Hanoï :

- *Activité de circulation*
- *Activité de commerce*
- *Activité de production*

II.3.1.2.1 : Particularité de l'activité de circulation

L'activité de circulation se retrouve partout dans le vieux quartier. Les grands axes formant les limites du quartier ou les rues secondaires ont une forte densité de circulation, en particulier sur l'axe Tran Nhat Duat - Tran Quang Khai qui est un des plus importants de la ville.

Du fait du fort développement de l'économie, du commerce et de la société au Vietnam en général et à Hanoï en particulier, la demande en moyen de transport public et privé a également augmenté. On trouve en quantité les types suivants : bicyclettes, cyclomoteurs, motos, autos, cars, bus, camionnettes... Toutes ces catégories créent une circulation désordonnée dans les rues.

Le système d'infrastructure urbaine ne peut accepter une telle densité de circulation dans le centre ville, et en particulier, dans le vieux quartier. En outre, une partie de la population a adapté à sa manière les modes de vie urbains actuels : par exemple le klaxon est considéré comme un moyen de circuler facilement dans la ville et son usage très abusif crée des ambiances bruyantes dans le vieux quartier, des rues en limite jusqu'en son cœur.



Figure II.7 : L'activité de circulation

A côté du transport routier, nous trouvons également une circulation ferroviaire vitale pour ce secteur. Rappelons qu'à l'origine du vieux quartier, on trouve des activités commerciales, donc le chemin de fer a été mis en place au début de XX^e siècle pour relier la ville aux zones périphériques du Nord et du Sud - Est. Le chemin de fer traverse au vieux quartier, et maintenant il est une voie de circulation importante, en même temps il crée une source de bruit grave pour l'environnement urbain.



Figure II.8 : Le chemin de fer dans le vieux quartier

II.3.1.2.2 : Particularité de l'activité de commerce

La petite activité commerciale est le mode transaction principal dans le vieux quartier. Elle se déroule sur place dans la maison, sur le trottoir et même dans la rue. Le vieux quartier est devenu un grand centre commerce traditionnel. Ceci amène beaucoup de personnes dans la rue augmentant encore la densité des moyens de transports. Les jours de l'An et les jours fériés sont ceux pour lesquels ce phénomène est particulièrement marqué. Les bruits de moteurs, de klaxons, de pas, de voix... qui deviennent encore plus prégnants tout au long de la journée.



Figure II.9 : L'activité de commerce dans la rue

A côté des activités commerciales traditionnelles, on trouve encore trois marchés en activité dans lesquels se vendent aussi bien des denrées alimentaires que des produits ménagers ou des médicaments. Ce sont les marchés DONG XUAN, HANG DA et HANG BE. Parmi eux, le marché DONG XUAN est un des plus grands marchés de Hanoï. Les activités commerciales animées existent toute la journée et maintenant, ce marché est ouvert jusqu'à deux heures du matin.



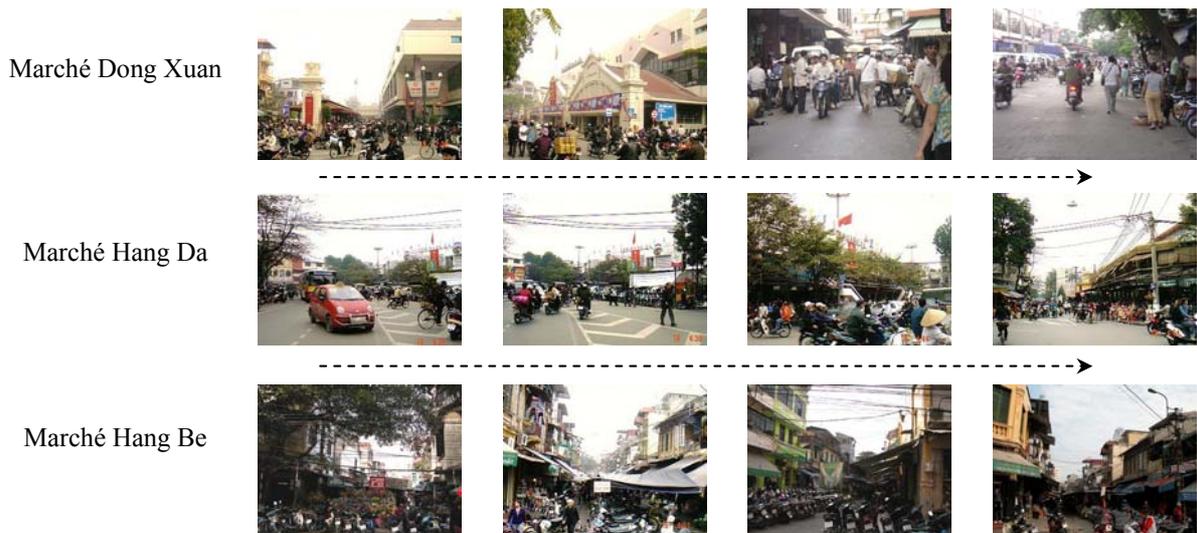


Figure II.10 : Les marchés dans le vieux quartier

II.3.1.2.3 : Particularité de l'activité de production

Le vieux quartier s'est formé sur la base d'un mode économique-social traditionnel qui se traduit par un usage mixte de l'espace urbain et architectural. Dans chaque maison il y a une partie de la superficie réservée à la production et au commerce, une autre réservée à la résidence et au culte. A cause de l'urbanisation rapide, une même maison abrite beaucoup de familles différentes ou plusieurs générations qui ont besoin de superficies et d'espaces privés. Ainsi on a dû créer une entrée générale pour pénétrer dans la maison, ce qui a changé la structure traditionnelle de la maison. Les superficies réservées à la production artisanale se sont restreintes, le trottoir est devenu un lieu de production.

Le vieux quartier de Hanoï a gardé ses métiers artisanaux traditionnels. C'est pourquoi, il y a maintenant beaucoup de rues où il existe des activités de production artisanale. Les marchandises sont directement produites et vendues sur le lieu d'habitation. On fabrique les produits de façon artisanale, ce qui génère des bruits courants comme : frapper à coups de marteau, couper l'aluminium, forer le fer... Ces bruits de production sont présents dans la rue du matin au soir et ils influent fortement sur l'ambiance générale.

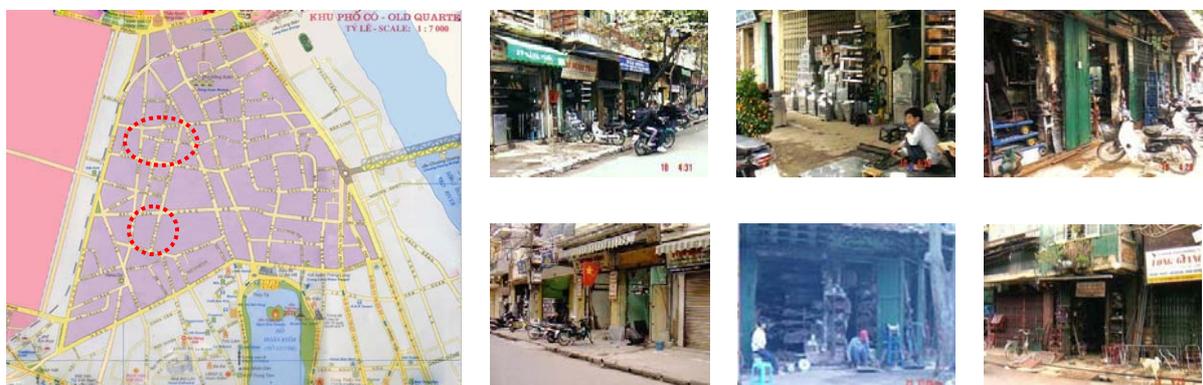


Figure II.11 : L'activité de production dans les rues : Hang Thiec, Hang Dong et Lo Ren

II.3.2 : Le Quartier Saint-Michel à Bordeaux

L'approche historique d'une ville ou de son centre ancien peut se faire à partir ses éléments constitutifs. Ces éléments contribuent à en expliciter le déroulement en mettant en évidence sa composition urbaine. Chaque secteur de la ville de Bordeaux est chargé d'histoire. L'espace que nous voulons étudier se situe au cœur de la ville, repérable par l'emblématique tour gothique (la "flèche") de 114 mètres de haut qui jouxte la basilique Saint-Michel qui donne son nom à ce quartier. L'intimité que sa situation dans Bordeaux induit lui confère un caractère exceptionnel. Il agit sur les comportements des gens par ses ambiances, il évolue au rythme des marchés, des activités qui s'y développent, des changements de population. Il est construit par tous notamment à travers les images qu'ils en véhiculent mais aussi à travers les pratiques qu'ils en ont.

Ces pratiques se déploient dans les cinq espaces définis dans l'étude morphologique. A l'exception de l'espace de la flèche, espace sans concurrence, « marginal », qui se trouve être le moins clairement défini au point de vue de sa structure, chaque espace marque une liaison avec un quartier périphérique, une entrée pour la place. Au cours de notre étude, nous avons pu constater la richesse, mais aussi complexité de l'espace Saint-Michel, et son morcellement en sous-espaces distincts. L'espace Saint-Michel est un lieu d'exception dans la ville, où la notion d'urbanité acquiert toute sa dimension, notamment en offrant de multiples liaisons à l'échelle du piéton, que ce soit Saint-Michel et les quais, Saint-Michel et Sainte-Croix, Saint-Michel et les Capucins, Saint-Michel et le centre ville, Saint-Michel et le cours Victor Hugo.

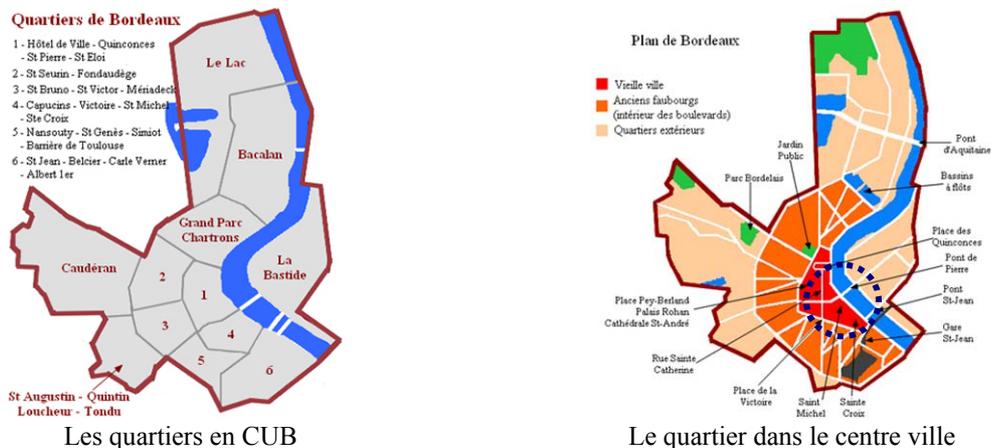


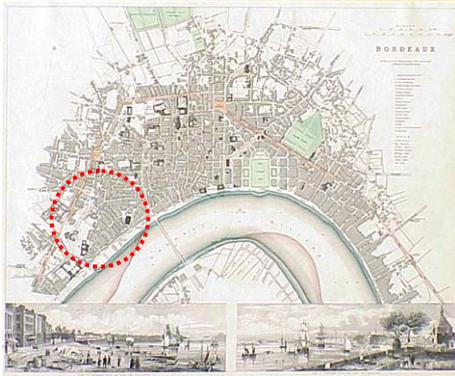
Figure II.12 : Position géographique du quartier Saint-Michel dans la Communauté Urbaine de Bordeaux¹²

II.3.2.1 : Particularité du quartier

Le quartier Saint-Michel est un lieu chargé d'histoire dans la ville de Bordeaux. Ce quartier constitue le centre vivant de l'espace du même nom. Il est devenu un symbole tant au niveau de son patrimoine architectural qu'au niveau des ambiances urbaines qui s'y développent. En outre, la place autour de laquelle il s'organise, offre aux habitants, de par sa dimension,

¹² <http://fr.wikipedia.org/wiki/bordeaux>

une respiration dans le tissu dense de la ville à la différence des autres grandes places qui sont, en général, des nœuds de circulation.



Le quartier dans le centre ville en 1840¹³



Le quartier en 2006

A partir du XII^e siècle, une foule d'artisans s'établit à Saint-Michel, alors aux portes de Bordeaux : tisserands, tonneliers, forgerons. Vivant dans les conditions précaires, les habitants se trouvent au premier rang des émeutes fiscales qui secouent le XVI^e et XVII^e siècle. Au cours des siècles suivants, Saint-Michel s'affirme comme le quartier du bois, jusqu'au XIX^e siècle où il accueille les ouvriers des nouvelles industries, chemin de fer et bâtiment.

Il devient au XX^e siècle un quartier à dominante ouvrière qui accueille des populations immigrées d'Europe du sud et d'Afrique du Nord.

Figure II.13 : Le quartier Saint-Michel à travers des époques

Les métiers qui ont fait la vie de ce quartier au cours des siècles passés, ont laissé des traces dans les noms des rues : rue de la Fusterie pour les tonneliers, rue Carpenteyre pour les charpentiers, rue des Faures pour les forgerons et les armuriers, quai des Salinières pour les marchands de sel.

Actuellement, les activités urbaines qui se déroulent ici, sont l'activité de la circulation, de commerce comme : la brocante, les bars, les restaurants et quelques commerces et services de proximité. Elles rappellent l'organisation économique d'un village dans la mesure où elles s'adressent aux habitants du quartier au rythme de marchés quotidiens. La fréquentation de ces marchés s'intensifie toute la semaine et atteint un pic le week-end. Le samedi, un marché mixte alimentaire et confection, accueille plusieurs centaines de marchands ambulants. Le dimanche, une brocante expose des objectifs anciens de toute valeur sur le parvis. Les autres jours de la semaine, on trouve un marché mixte de brocante, d'alimentation.

¹³ <http://fr.wikipedia.org/wiki/bordeaux>



Bar et restaurant



Brocante



Alimentation



Marché mixte

Figure II.14 : Quelques activités dans le quartier

II.3.2.1.1 : Histoire du quartier

L'histoire du quartier Saint-Michel remonte à l'Antiquité. Ce lieu a été tour à tour romain, franc, carolingien, gascon, anglais puis français. La configuration actuelle du quartier Saint-Michel remonte véritablement au XII^e siècle. Celui-ci se trouvait à l'extérieur de la cité bordelaise et possédait un sanctuaire romain, à l'emplacement actuel de l'église Saint-Michel. Il appartenait à la paroisse de Saint-Croix. La basilique Saint-Michel, de style gothique tardif, s'achève au début de la renaissance (XIV^e à XV^e siècle). L'histoire de la "flèche", selon l'expression populaire bordelaise, qui domine avec élégance et hardiesse l'horizon de Bordeaux, est une des plus pittoresques traditions de cette cité et vaudrait à elle seule une chronique détaillée.

C'est dans la crypte de cette tour que se trouvent les fameuses momies, au nombre de 70, qui sont en réalité des corps ayant été trouvés dans un cimetière voisin, dont le terrain calcaire a assuré la conservation. Au XV^{ème} siècle, l'église Saint-Michel n'est pas un monument isolé. En effet, des constructions privées y sont adossées à l'Est, de même un cimetière et des constructions sur la place Marché Neuf le jouxtent à l'ouest. Ainsi, pendant 300 ans, l'église et la tour vont vivre dans le même enclos, étroitement et liées [BROC96].

Aujourd'hui, la vocation d'accueil du quartier se traduit d'abord par l'existence d'une population maghrébine vivant aux côtés d'une population étudiante de plus en plus nombreuse grâce à une politique de réhabilitation de logements mise en place dans ce but par les pouvoirs publics. Ce quartier a une identité très affirmée dans la ville, basée sur une culture populaire qui n'hésite pas à s'opposer à l'autorité. On note d'ailleurs une présence traditionnelle de librairies libertaires dans le quartier.

Les Bordelais en ont l'image d'un quartier pittoresque, symbolisé à la fois par ses monuments : basilique et flèche (point culminant de Bordeaux), sa population étrangère et son animation incessante : ses marchés, ses palabres, ses jeux de gamins, ... Par la présence de nombreux commerces espagnols, portugais, maghrébins, turcs, ..., le quartier Saint-Michel est fréquemment associé à l'étranger, et à ce titre attise l'imaginaire collectif. On en parle comme d'un lieu que l'on visiterait au cours d'un voyage. Chacun, habitant ou passant, crée son image de ce morceau de ville, qui cristallise ses curiosités et ses angoisses.

II.3.2.1.2 : Disposition et indices urbains du quartier

La superficie du quartier Saint-Michel est environ de 25 hectares. Il est difficile de définir clairement les limites du quartier. Elles peuvent varier selon qu'elles sont proposées par la

Mairie, l'I.N.S.E.E, la Police, les migrants ou les résidents. Dans la pratique, les limites les plus citées et que nous adopterons, sont :

1. **Au Nord** : le cours Victor Hugo
2. **Au Sud** : les rues : Bigot, du Hamel, du Portail
3. **A l'Est** : les rues : du Mirail, Gratiolet
4. **A l'Ouest** : la rue du Port, les Quais : de la Monnaie et des Salinières

Parmi eux, le Cours Victor Hugo et les Quais sont les axes de circulation importante de la ville. Comme le vieux quartier de Hanoï, le quartier Saint-Michel a une position semblable dans la ville par rapport au fleuve.

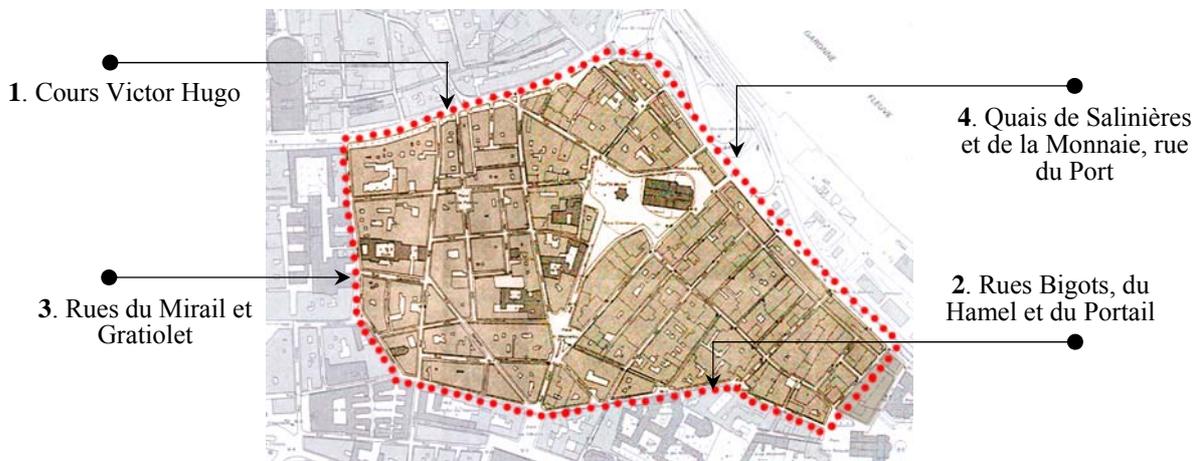
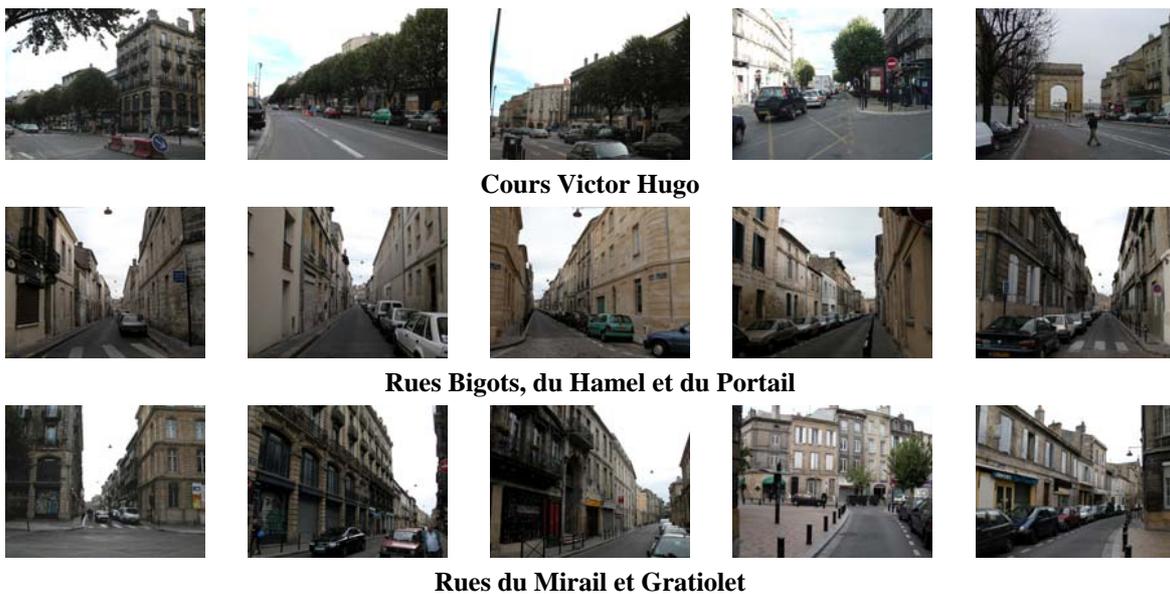


Figure II.15 : Les rues de limite du quartier Saint-Michel

Ce quartier présente une grande densité de construction comme nous pouvons le voir sur le plan ci-dessus, ainsi que sur quelques photos représentatives de l'architecture des bâtiments et du réseau viaire dans la figure II.16 ci-dessous :





Quais des Salinières et de la Monnaie, rue du Port

Figure II.16 : Les photos des rues de limite du quartier Saint-Michel

Il est difficile de comparer les villes entre elles du point de vue des indices urbains, parce que chacune a des particularités urbaines différentes. Cependant, les indices urbains sont nécessaires pour quantifier les particularités urbaines.

Sous l'angle statistique, la comparaison des indices urbains est la seule façon d'étudier les caractères spécifiques d'un espace urbain, comme la nature de sa structure et de sa composition urbaine. Voici les indices urbains du quartier Saint-Michel à Bordeaux en rapport avec les objectifs étudiés.

Habitants	6300 hab ¹⁴
Densité de population	252 hab/ha ¹⁵
Emprise du bâti	60,5%
Emprise de la voirie	19 %
Densité de végétation	≈0,6% (existante dans le cours Victor Hugo)
Espace « libres »	20,5%
Niveau d'étage moyen	3

Tableau 3 : Les indices urbains du quartier Saint-Michel

Nous voyons le tissu urbain serré du quartier sur la photo aérienne ci-dessous :



+Le quartier Saint-Michel a une haute densité de construction. Le système de voirie est dense.

+L'espace Saint-Michel est le cœur du quartier, il crée un grand espace vide au sein du quartier.

Figure II.17 : Un tissu urbain serré

¹⁴ INSEE - Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques, 1999

¹⁵ Densités et formes urbaines dans l'agglomération bordelaise, 2002

II.3.2.2 : Particularité des ambiances urbaines du quartier

Comme pour le vieux quartier de Hanoï nous allons caractériser les ambiances urbaines du quartier Saint-Michel à partir des activités urbaines de ce secteur. Les activités urbaines dépendent des modes de vie des citadins, elles sont identiques dans la plupart des centres villes, cependant elles présentent des différences culturelles qui peuvent être marquées (confère l'utilisation du klaxon par exemple). A Bordeaux on trouve les activités : de circulation, de commerce et de travaux.

Le quartier Saint-Michel, est un secteur vivant, dynamique et fortement marqué par la présence d'activités économiques spécifiques, licites ou illicites, qu'elles soient ponctuelles ou pérennes. La circulation est un point dominant, le flux des autos est dense. Les bruits de moteurs, d'échappements sont intenses. L'activité de travaux n'a pas lieu souvent mais elle crée des ambiances sonores animées.

Les trois activités principales retenues sont indiquées ci-dessous :

- *Activité de circulation*
- *Activité de commerce*
- *Activité de travaux*

II.3.2.2.1 : Particularité de l'activité de circulation

La majorité des moyens de transport est constituée de voitures particulières, pour le reste on trouve des bus, camions et motos (une partie de scooters). Ces véhicules créent un flux de circulation dense. Dans les rues étroites du quartier, cette densité de circulation est problématique. Il serait nécessaire de mettre en place un système qui permette de fluidifier le trafic.

Le quartier Saint-Michel est mal organisé du point de vue des déplacements et du stationnement. Des espaces urbains sont difficilement praticables pour le piéton. A Saint-Michel le tissu urbain est très serré, il est bordé sur ses limites par de grands axes de circulation et on trouve des rues secondaires étroites au sein du quartier :

- Le cours Victor Hugo : c'est la voie de pénétration principale à l'échelle de l'agglomération depuis la rive droite et aujourd'hui, après la mise en place du tramway depuis le centre ville côté Nord. Il opère une césure importante entre Saint-Michel et Saint-Eloi, en même temps il permet d'accéder au quartier par les rues des Menuts, Leyteire et du Mirail. Ces rues sont particulièrement étroites et inconfortables. De plus, elles sont (comme la plupart des rues dans ce secteur) à sens unique. C'est pourquoi beaucoup de circulation emprunte ce cours.
- Les quais : cet axe de circulation dense à l'échelle de l'agglomération est aujourd'hui une véritable barrière et est vécue comme une rupture entre la ville et le fleuve. Le tramway est présent tout au long sur des quais créant un blocage de la circulation au niveau de la place Bir-Hakeim aux heures de pointe.

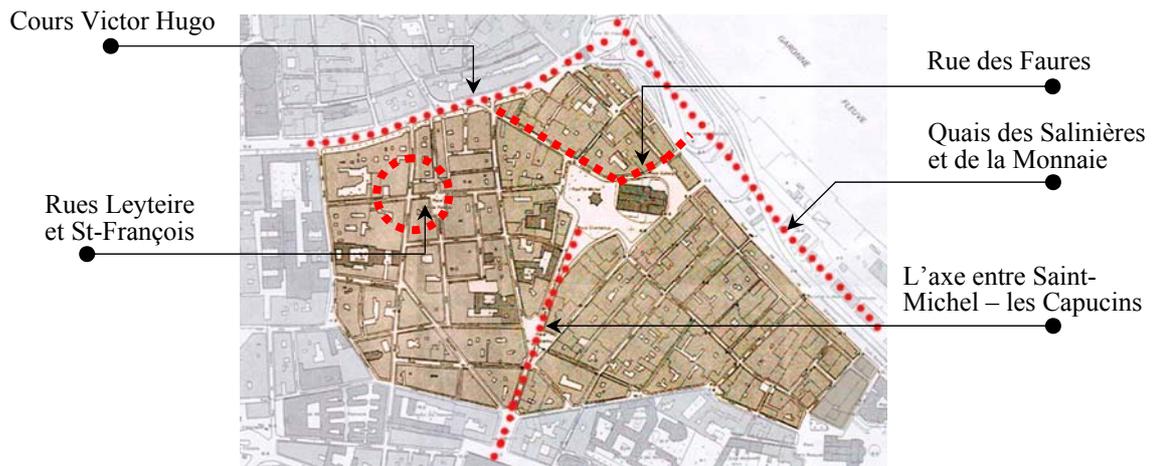


Figure II.18 : L'activité de la circulation sur les axes en limite de quartier

Au sein du quartier, la voie structurante de distribution est l'axe Saint-Michel - Capucins. Elle scinde le quartier en deux parties irriguées par des voies nettement plus étroites. Hormis donc cet axe, le trafic à Saint-Michel s'effectue sur des voies de desserte locale mesurant moins de 8 mètres de large, et aux trottoirs majoritairement inconfortables. Ces espaces de voirie sont aujourd'hui largement dévolus à l'automobile.



Figure II.19 : L'activité de circulation au sein du quartier

Par ailleurs, contrairement au cas de Hanoï, nous constatons que la densité de circulation change dans la semaine. Le trafic dépend ici du fonctionnement du marché. Du lundi au vendredi, la densité de la circulation diminue fortement, il n'y a pas beaucoup de personnes dans la rue et sur l'espace Saint-Michel. Les vendeurs et les clients étant de moins en moins nombreux, on observe une diminution logique des activités commerciales dans cette zone.

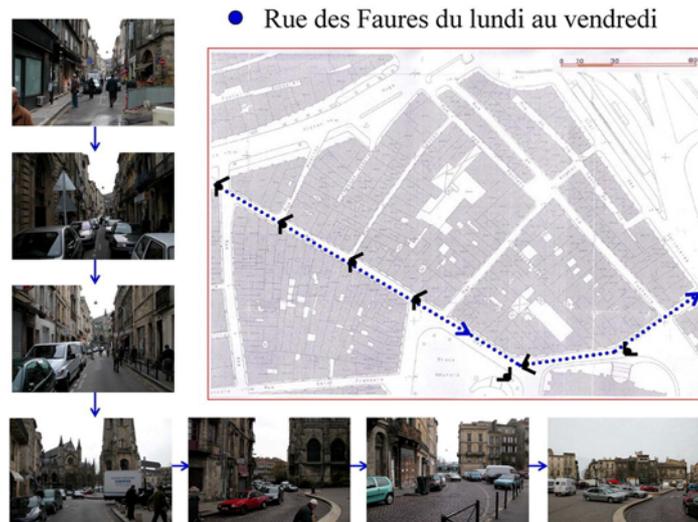


Figure II.20 : L'activité de circulation dans la rue des Faures du lundi au vendredi

Au contraire pendant le week-end, la densité de la circulation augmente, du fait du grand nombre de personnes qui fréquentent la rue des Faures et surtout l'espace Saint-Michel.

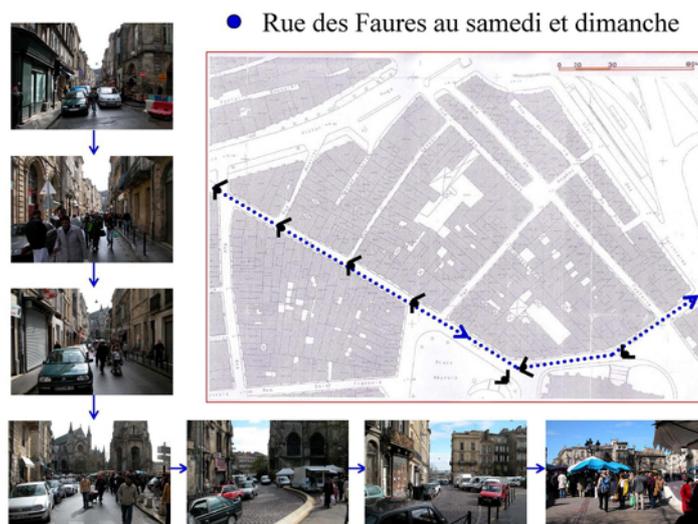


Figure II.21 : L'activité de circulation dans la rue des Faures le week-end

II.3.2.2.2 : Particularité de l'activité de commerce

Nous pouvons dire que le quartier Saint-Michel est un quartier pour lequel cette activité est très marquante. En outre elle garde un caractère traditionnel basé sur le marché de village. Dans l'ensemble de l'espace Saint-Michel qui est le cœur du quartier, on trouve des ambiances urbaines typiques : commerce populaire vers les Capucins, ambiance méditerranéenne de la rue des Faures, le marché aux puces sur le parvis d'église, vente d'alimentation dans l'espace Meynard,...Il existe donc un caractère propre à chacun de ces lieux et des appropriations spécifiques.

La fréquentation de ces marchés s'intensifie du mardi au vendredi pour atteindre un pic le week-end. Les ambiances sonores prégnantes se déroulent du matin jusqu'à quinze heures

avec des bruits de moteurs, d'échappements, de voix humaines et le son des cloches qui résonnent à chaque heure. Ces ambiances urbaines créent des ambiances sonores riches et multiples.



Figure II.22 : Les secteurs de concentration forte du commerce dans le quartier Saint-Michel

L'activité de commerce se déroule essentiellement dans l'espace Saint-Michel comme le montrent les photos ci-dessous.



Le marché mixte le samedi



Le marché de brocante le dimanche

Figure II.23 : L'activité de commerce dans l'espace Saint-Michel

Aujourd'hui, la vie place Saint-Michel est rythmée par des marchés quotidiens alors que la place Duburg est exclue de ce fonctionnement. Le samedi, un marché mixte alimentaire et confection, dit Marché Royal, accueillent plus de 220 marchants ambulants. Il forme alors, avec les Capucins, le pôle du commerce populaire bordelais. Le grand marché de confection du lundi, dit Marché Neuf, rassemble 170 exposants environ. Les autres jours de la semaine, c'est un marché à la brocante, qui se prolonge l'après-midi un dimanche par trimestre [BROC96].

Du point de vue du commerce traditionnel, on trouve ici des éléments identiques à ceux de Hanoï. Ces ambiances urbaines évoquent l'environnement sonore spécifique des villages qui a été oublié dans les villes modernes.



Du lundi au vendredi dans la rue des Faures

Le week-end

Figure II.24 : L'influence de l'activité de commerce dans la rue des Faures

Le début du cours Victor Hugo et la porte de Bourgogne accueillent une grande variété de populations qui produisent chacune des ambiances sonores très animées.



Figure II.25 : L'activité de commerce dans les autres rues

Si les échanges commerciaux peuvent se dérouler dans quelques autres lieux épars (cours Victor Hugo, rue des Faures,...), ils se concentrent néanmoins dans l'espace Saint-Michel. Ceci marque une différence notable avec l'activité de commerce à Hanoï, qui a lieu partout dans les rues et tous les jours, même si elle atteint au pic les jours du nouvel An et fériés, comme c'est le cas également à Bordeaux.

II.3.2.2.3 : Particularité de l'activité de travaux

Ce type d'activité n'existe pratiquement pas à Hanoï tout comme les activités de production n'ont pas lieu à Bordeaux. C'est donc une activité urbaine spécifique quotidienne de ce quartier.

Comme la plupart des vieux centres villes en France, le quartier Saint-Michel existe depuis longtemps. Du fait de la nécessaire rénovation des immeubles et de l'entretien des voiries les travaux publics et privés se succèdent en permanence. Il y a toujours un endroit où nous pouvons entendre le son de l'excavateur, des compresseurs, des machines – outils : perceuse, scie,... Ces sons produisent un niveau sonore intense dans le secteur. En outre, les travaux limitent la fluidité du trafic dans les rues, donc la densité de circulation augmente sur la place ou dans d'autres rues. Ces ambiances sonores typiques sont très prégnantes et caractérisent les centres anciens des villes françaises.



Figure II.26 : L'activité de ravalement des bâtiments et de travaux dans la rue

II.4 : Méthodologie expérimentale

Dans cette première partie de thèse, nous avons mis en évidence que d'une part les activités urbaines sont étroitement associées au paysage sonore qu'elles génèrent et d'autre part que ce même paysage sonore dépend des formes urbaines dans lesquelles se déroulent ces activités. Pour recueillir et analyser les données perçues qui permettent d'évaluer quantitativement et qualitativement ces paysages sonores urbains, il nous faut utiliser une méthodologie plus appropriée que les mesures acoustiques normalisées, faisant référence à la norme NF S31-130 par exemple, qui place le point de mesure à 5 mètres de hauteur et à une distance de 2 mètres de la façade et dont les résultats correspondent à des valeurs de Leq . Nous avons choisi d'adopter la méthodologie de la promenade sonore proposée par le GRECAU [SEMI06] dont le principe est de garder une trace audible du paysage sonore au moyen d'enregistrements calibrés.

II.4.1 : Méthode d'enregistrement sonore

Pour effectuer les enregistrements sonores en milieu urbain, nous proposons deux méthodes qui correspondent chacune aux particularités des sites étudiés et notre objectif de recherche. Nous avons donc adapté la méthode précitée de la façon suivante :

- La promenade sonore "classique" pour laquelle les microphones sont placés sur les oreilles d'un promeneur et qui permet d'évaluer sur un trajet urbain l'influence de la morphologie et particulier celle des transitions d'une forme urbaine à une autre.

- L'enregistrement sur point fixe pour lequel les microphones sont placés sur les oreilles d'une personne ou d'une tête artificielle (mannequin dont le dessin des oreilles est celui d'un être humain) et qui permet de déterminer l'impact de la variation temporelle des activités urbaines.

II.4.1.1 : La promenade sonore

Comme son nom l'indique, la «*promenade sonore*», ce type de mesure consiste à parcourir un circuit dans la rue que l'on veut étudier et à y enregistrer au niveau des oreilles tout ce que peut entendre un passant. Très souple à mettre en œuvre grâce à la chaîne d'acquisition décrite dans le paragraphe suivant, elle donne accès à des enregistrements similaires à l'écoute naturelle binaurale du promeneur. La promenade sonore se déroule suivant une règle bien précise qui permet d'assurer la répétitivité de ces promenades. Ce protocole [SEMI06] doit contenir à la fois la description du matériel employé par les opérateurs, les détails sur le déroulement, etc.

Ces enregistrements sonores sont utilisés pour une étude quantitative et qualitative des ambiances sonores ; ils peuvent également servir de support pour les études psychosociologiques, c'est à dire être écoutés lors d'entretien avec des usagers de la ville. L'autre utilisation des enregistrements est la recherche de critères psychoacoustiques calculés à partir des relevés sonores.

En outre, pour garder une trace visuelle des formes urbaines et des activités de l'instant, nous faisons des photos au cours de l'enregistrement sonore.

Pour adapter la méthode à notre contexte, nous avons réalisé la promenade sonore simple, continue et parallèle pour effectuer les enregistrements sonores. C'est-à-dire que pour chaque site, nous réalisons une promenade sonore correspondant au site.



A Bordeaux

A Hanoi

Figure II.27 : La promenade sonore

II.4.1.2 : Enregistrements sonores sur points fixes

En plus de cette méthode, nous avons aussi mis en œuvre une méthode d'enregistrement sonore fixe. Ce type de mesure consiste à se figer pendant une durée nécessaire et à enregistrer les sons dans un site donné : la rue, la maison, les impasses. Ces enregistrements sonores sur les points fixes ont une durée minimum de 5 minutes.



A Bordeaux



A Hanoï



Figure II.28 : Enregistrement sonore fixe

II.4.2 : Chaîne d'acquisition et de traitement des données

II.4.2.1 : Equipement utilisé

Les équipements que nous avons utilisé pour effectuer les enregistrements sonores binauraux à Hanoï et à Bordeaux, sont :

- Magnétophones (*TASCAM DA-P1*, *SONY TCD-D10*) et cassettes DAT (*Digital Audio Tape*)
- Calibreur 94dB-1 kHz
- Microphones SENNHEISER (*MKE2002*, *MKE gold*)
- Carte SYMPHONIE
- Ordinateur portable



Magnétophones et microphones



Calibreur



Ordinateur et carte SYMPHONIE

Figure II.29 : Les équipements

Un magnétophone numérique de type DAT (DA-P1 de TASCAM, TCD-D10 de SONY) nous permet de réaliser des enregistrements sonores de grande qualité. L'association des microphones MKE de SENNHEISER compose le SEB (Système d'Enregistrement Binaural) qui fonctionne comme un microphone stéréophonique. Il est constitué d'une paire de capsules électrets miniatures, placées à proximité des oreilles du preneur de son, afin d'utiliser celles-ci comme réflecteurs acoustiques. Ce principe permet donc une captation de l'espace stéréophonique au plus près de l'écoute naturelle. Les caractéristiques des capsules sont telles que l'on peut envisager leur utilisation du studio jusqu'à la prise de son en extérieur. De plus sa discrétion et sa polyvalence permettent un emploi en toutes circonstances (exemple : reportage, ambiance, concert, ...).

Les données enregistrées sur site sont dépouillées et traitées par l'intermédiaire de la carte SYMPHONIE proposée par la société 01dB-Metravib en association avec le logiciel dBEnv32.

Le système SYMPHONIE permet l'acquisition d'un signal sur une ou deux voies, avec une résolution de 16 bits, directement sur le disque dur du PC via une interface PCcard. La fréquence d'échantillonnage peut être sélectionnée dans le logiciel (jusqu'à 51.2 kHz). Toutes les fonctions de SYMPHONIE sont contrôlées par le logiciel sur l'ordinateur. Il contient l'unité d'acquisition et des logiciels d'applications qui permettent de contrôler le système.

II.4.2.2 : Moyen logiciel

Nous avons également utilisé le logiciel *dBENV32* de la société 01dB-Metravib. C'est un ensemble de logiciels pour la mesure acoustique et vibratoire (*logiciel dBTRIG32*), ainsi que l'analyse d'un environnement sonore (*logiciel dBTRAIT32*).

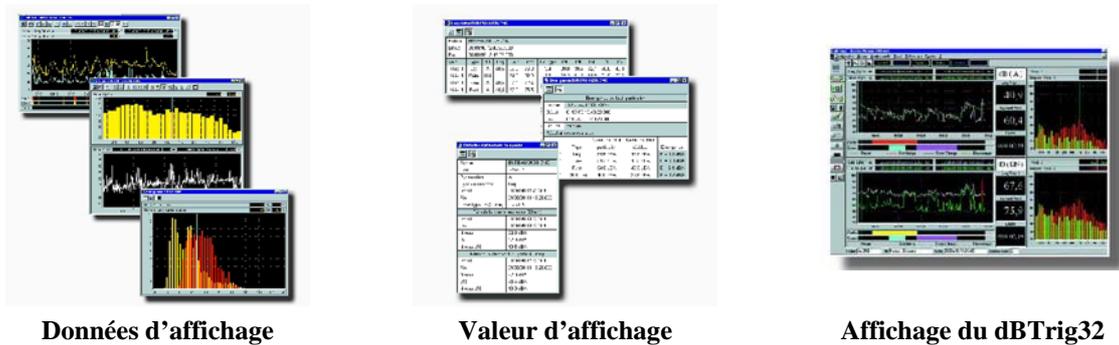


Figure II.30 : Le logiciel de mesure acoustique et vibratoire

- *dBTRIG32* : Associé à un système de mesure tel Symphonie, le *dBTRIG32* transforme l'ordinateur portable en centrale de surveillance acoustique et vibratoire. Le *dBTRIG32* permet de mémoriser le signal audio et d'analyser en temps réel le signal par filtrage numérique (1/1 ou 1/3 octaves) simultanément.
- *dBTRAIT32* : Le logiciel de dépouillement *dBTRAIT32* contient la totalité des fonctionnalités habituelles tel que le tracé des évolutions temporelles ou les calculs des niveaux globaux et des indices statistiques. Ses vrais avantages commencent là où la sonométrie classique s'arrête : évaluation temporelle des spectres et traitement statistique, écoute d'enregistrements sonores et filtrage, identification des sources de bruits.

II.4.2.3 : Résultats de mesure

Avant d'effectuer le début d'un enregistrement sonore, il faut consigner quelques données importantes pour le dépouillement comme la date, le lieu, les conditions (d'enregistrement et météo). Il faut également calibrer la chaîne d'acquisition. Pour ce faire, on enregistre un signal de 94 dB à 1000 Hz sur chaque piste après avoir fixé la position de l'atténuateur de volume : on dispose ainsi d'un signal de référence qui permet de calculer les valeurs du niveau sonore.

Pendant l'enregistrement, il est important pour la suite de l'étude de donner quelques informations sur le déroulement de la promenade en citant, par exemple, les croisements de

rue ou le passage à côté de bâtiment spécifique. De la même manière qu'on signale le début de la promenade sonore, il faut en signaler la fin.

Une fois les données sonores acquises sur l'ordinateur à l'aide du logiciel *dbTRIG32*, *dBTRAIT32* nous permet de récupérer la répartition moyenne des niveaux sonores en fonction des bandes fréquentielles (en octave ou en tiers d'octave) et ce sur un intervalle de temps que l'on choisit selon la nature de l'élément étudié. Théoriquement cette période varie entre 500 ms et l'infini. Dans la pratique on utilise deux intervalles de temps d'acquisition pour les promenades sonores (10 ou 15 secondes). On dispose donc de données chiffrées de l'évolution des niveaux sonores et des fréquences des sons présents sur le site étudié.

Les données ainsi recueillies sont exportées dans un fichier Excel, ce qui permet ensuite d'éditer un graphique qui représente donc le niveau sonore en fonction de la fréquence et du temps. Deux types de représentations sont possibles :

- Evolution du spectre sonore en 3D (trois dimensions) : la vue en trois dimensions est la représentation classique. L'abscisse présente l'évolution du temps, l'ordonnée les fréquences sonores et la troisième composante le niveau sonore *Leq* en dB.
- L'*image acoustique* en 2D (deux dimensions) : une vue de dessus du spectre en 3D permet de lire plus facilement les heures et les fréquences sur lesquelles on enregistre les pics sonores. L'image acoustique révèle des données qui ne sont pas forcément mises en évidence par le spectre 3D classique. Cette représentation, appelée « *image acoustique* », est une traduction visuelle de l'impression auditive. Les valeurs de *Leq* (niveau sonore équivalent) sont donnée par un code couleur selon une échelle allant de 10dB en 10dB qui accompagne les images acoustiques des voies de droite et de gauche.

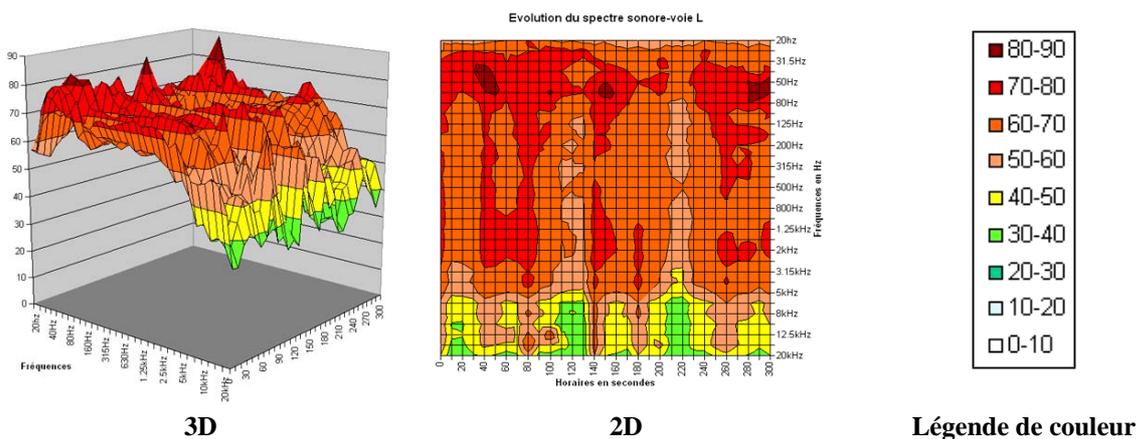


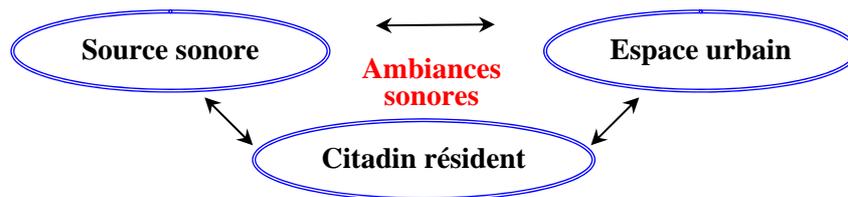
Figure II.31 : Les images acoustiques

Les résultats tirés des analyses des images acoustiques permettent d'évaluer l'impact de la forme urbaine et des activités urbaines sur le paysage sonore.

II.5 : Conclusion du chapitre II

Le paysage sonore est composé par toutes les sources sonores liées aux activités urbaines d'un site. Il correspond à la façon dont nous percevons et évaluons l'environnement sonore urbain. La qualité environnementale de chaque lieu dépend de l'adéquation pour les usagers de la ville entre morphologie et activités urbaines selon les attentes du citadin. L'appréciation du paysage sonore dépasse les études sur la gêne due au bruit des transports pour s'intéresser à la globalité de la dimension sonore de l'espace urbain.

Selon cette approche le schéma de la figure I.1 devient :



On peut alors faire apparaître des interrelations plus complexes que le schéma linéaire ; émission – propagation – réception. Chaque paire de relation relève d'une ou plusieurs disciplines différentes : sociologie, géographie, psychoacoustique, urbanisme et en particulier l'acoustique environnementale.

Dans le cadre de cette thèse, nous avons choisi d'explorer plus précisément la relation entre perception du paysage sonore et morphologie urbaine dans les sites particuliers que sont les centres villes anciens.

Nous avons retenu comme sites d'étude le vieux quartier de Hanoï et le quartier Saint-Michel de Bordeaux parce qu'ils présentent des analogies d'activités urbaines tout en ayant des pratiques culturellement très différentes.

Nous avons constaté que les quartiers étudiés sont situés au coeur de chaque ville. Notre étude s'est focalisée sur les activités suivantes :

1. Vieux quartier de Hanoï

- Activité de circulation
- Activité de commerce
- Activité de production

2. Quartier Saint-Michel à Bordeaux

- Activité de circulation
- Activité de commerce
- Activité de travaux

Enfin, nous avons présenté la méthodologie qui nous paraît la plus adaptée pour évaluer quantitativement et qualitativement les relations entre paysage sonore et morphologie urbaine.

2^{ème} Partie
Analyse de la morphologie urbaine

Chapitre III

Présentation des éléments urbains de base

III.1 : Introduction

Parler d'une ville, c'est d'abord évoquer ses paysages. Ils sont les éléments essentiels de sa personnalité et contribuent à son atmosphère. Mais dès qu'une compréhension plus précise des éléments s'impose, il faut entrer dans le détail de la forme urbaine. L'analyse morphologie complète et enrichit l'approche paysagère et permet de dépasser la vision superficielle d'une ville. La ville naît d'une construction progressive, complexe de tracés, de rue, de façades, de monuments et se développe à partir de quelques cellules comme un tissu vivant.

La morphologie urbaine découle soit de la conformation urbaine d'ensemble, soit des processus de transformation locaux apparents dans le parcellaire ou dans l'organisation de l'espace urbain. Les transformations successives des unités d'habitation sont considérées comme des déformations qui s'inscrivent dans la perspective historique par la disparition, l'altération, la transformation, ou par l'élévation d'une construction. Elles entretiennent une forte relation avec les différents éléments des quartiers de la ville.

La structure urbaine et l'architecture se distinguent par des caractéristiques propres qui découlent de l'analyse des différents éléments distinctifs du bâti et du non bâti ; des caractéristiques de la rue, ainsi que de leurs dimensions : largeur sur rue, longueur, hauteur, proportion ; des particularités des espaces libres,...etc. Par exemple à travers la recherche des élévations sur la rue permet de définir le type de matériaux et leur mise en œuvre, la définition des niveaux, le rythme des travées, la disposition des croisées et des demi – croisées, des corniches,...etc. L'étude propre à la morphologie urbaine est fondée ainsi, sur une analyse de l'évolution du tissu urbain et du rôle de chacun de ses caractéristiques (site, réseau viaire, trame parcellaire, espace libre et espace bâti) dans l'espace urbain. En ce qui, concerne notre sujet, son implication consiste essentiellement à retrouver la participation de chacune de ces composantes dans les changements d'ambiances sonores.

En outre, l'étude de la morphologie urbaine est aussi l'étude des caractéristiques de la forme physique de la ville, de sa constitution progressive, de son tissu urbain et des rapports réciproques des éléments de ce tissu. L'analyse du paysage urbain, de la structure urbaine, de la composition du centre, de la figure urbaine,... qui se fait à différent niveau d'échelle et de plusieurs points de vue, traverse les cloisonnements disciplinaires. Elle est partagée entre plusieurs savoirs. Par ses aspects théoriques elle se rattache à la géographie urbaine, à l'histoire et à l'architecture. Sous ses formes appliquées, elle est une composante importante de l'urbanisme, mais relève à la fois de l'aménagement urbain et de la composition urbaine.

Ce chapitre est ainsi organisé en trois parties principales :

- Approche urbaine à partir du paysage et de la structure urbaine
- Présentation des éléments urbains de base de la structure urbaine
- Caractérisation des particularités du volume urbain et le tissu constructif.

Dans la première, nous abordons l'espace urbain par l'approche du paysage et des notions de système urbain, de forme urbaine, de structure urbaine, ainsi que de la morphologie urbaine. Nous allons analyser l'image d'une ville à partir des plans et des silhouettes urbaines. Nous allons présenter la spécificité des secteurs historiques en centre ville et leur apport du point de vue global du contexte urbain.

Dans la deuxième, nous allons définir le vocabulaire qui permet de définir les éléments de base de la structure urbaine pour appliquer cette grille d'analyse à Hanoï et à Bordeaux.

Enfin, dans la troisième, nous voulons aborder les particularités urbaines exprimées par le plan (horizontal), la dimension verticale, le volume de bâti et le tissu constructif (densité) parce qu'elles ont des effets importants sur les ambiances sonores in situ.

III.2 : Paysage urbain et structure urbaine

A travers notre étude bibliographique, nous constatons qu'il y a plusieurs façons d'analyser l'espace urbain. Chacune d'elles dépend de l'objectif à atteindre. Notre propos étant de mettre en relation les formes urbaines et le paysage sonore, nous sommes partis de l'image du paysage urbain et de sa structure. C'est une approche objective de la composition urbaine, des éléments physiques du tissu urbain qui sont décrits d'un point de vue morphologique. L'étude de la morphologie urbaine est une des clés pour comprendre le paysage urbain.

Dans la partie d'introduction générale, nous avons présenté préliminairement les éléments de base du paysage urbain. Cependant, nous avons besoin d'étudier ces éléments de manière plus approfondie. Les chercheurs qui travaillent sur l'espace urbain présentent chacun un point de vue différent, en fonction de la finalité de la recherche : forme et structure urbaine, éléments urbains de base, caractéristiques urbaines,...etc.

Nous allons tenter de synthétiser ces analyses et ces notions afin de poser un regard le plus simple possible sur la question. L'analyse de la morphologie urbaine peut être la recherche des caractéristiques urbaines abordées à différents niveaux de structure urbaine (les trames viaires, parcellaires et bâtis ou non bâtis,...). Cette approche examine leurs cohérences propres, puis veut les comparer pour interpréter les rapports dans une sorte de recomposition après la décomposition initiale. Cette analyse s'oppose à celle par éléments (quartiers, places, îlots,...) qui s'intéresse à l'homogénéité morphologique.

Tout d'abord, nous allons aborder l'espace urbain à partir d'une vue du paysage urbain.

III.2.1 : Approche urbaine à partir du paysage et de la forme urbaine

Le paysage est une notion ambiguë qui désigne à la fois une réalité et la perception de cette réalité. Echelle intermédiaire entre les plans lointains (panoramas) et les plans proches, le paysage est une vue globale d'un territoire. Selon *Deffontaines.J-P* et *Tricart.J* (dans [ALLA04]) : la définition de cette notion comme « une portion de territoire vue par un observateur où s'inscrit une combinaison des faits et des interactions dont on ne perçoit à un moment donné que le résultat global ». C'est une réalité, qui reflète un système spatial et qui n'est pas seulement rural ou « naturel » mais aussi et de plus en plus urbaine. L'approche d'un paysage mesurable, malgré son insuffisance, présente un intérêt incontestable du point de vue opérationnel. Le paysage n'est qu'une vue partielle et subjective de la réalité. Il est avant tout perçu et vécu.

La dénomination forme urbaine est d'actualité et le discours sur l'aménagement urbain est plein de ce terme, mais la notion elle-même se décompose en plusieurs acceptions sensiblement différentes bien qu'également floues. Le terme « formes urbaines », au pluriel, désigne les conformations spatiales de la ville, dont l'analyse morphologique a dégagé les éléments (rue, îlots, parcelles, immeuble, place...) ainsi que leurs systèmes d'articulation régulés par le monde de production spécifique à son contexte social et historique [ALLA04].

Nous ne pouvons pas opposer paysages et formes. L'analyse d'une rue relève des démarches morphologiques et paysagères. Elle est fait de combinaisons de plusieurs éléments et de plusieurs séquences paysagères. Le paysage urbain n'est pas que l'effet émergent du développement du tissu. C'est une donnée essentielle prise en compte dans la plupart des opérations d'aménagement urbain de qualité. L'analyse globale du système urbain comme de la forme urbaine donne des points de vue multiples (historique, social, fonctionnel, morphologique,...) sur l'espace urbain.

III.2.1.1 : Paysage urbain

Le paysage est une somme d'images qui sollicite essentiellement le sens de vue. Le terme évoque une peinture urbaine ; les entités urbaines alternantes existent pleinement dans ce contexte sous un regard global. Chacune des approches traduit un point de vue différent, mais généralement, elles donnent également une description détaillée de l'image urbaine. Ainsi le paysage urbain du point de vue de Lynch.K [LYNC99] peut être décrit comme le panorama d'une ville. Cette approche de l'espace urbain est celle qui nous semble convenir à notre étude.

Il semble que pour n'importe quelle ville donnée, il existe une image commune qui soit la résultante de nombreuses images individuelles. Chaque représentation individuelle est unique, avec un contenu qui est rarement ou jamais communiqué, et pourtant elle rejoint l'image commune qui, selon les cas, est plus ou moins contraignante, plus ou moins compréhensive. Dans les images des villes, le contenu que nous pouvons rapporter aux formes physiques peut-être classées sans inconvénient suivant cinq types d'éléments : les voies, les quartiers, les nœuds, les limites et les points de repères [LYNC99].

En effet, ces éléments s'appliquent d'une manière plus générale puisque nous les retrouvons dans beaucoup d'exemples d'images de l'environnement, ainsi que nous pouvons le voir en se reportant dans la partie suivante. De ces éléments, nous pouvons donner la définition ci-dessous :

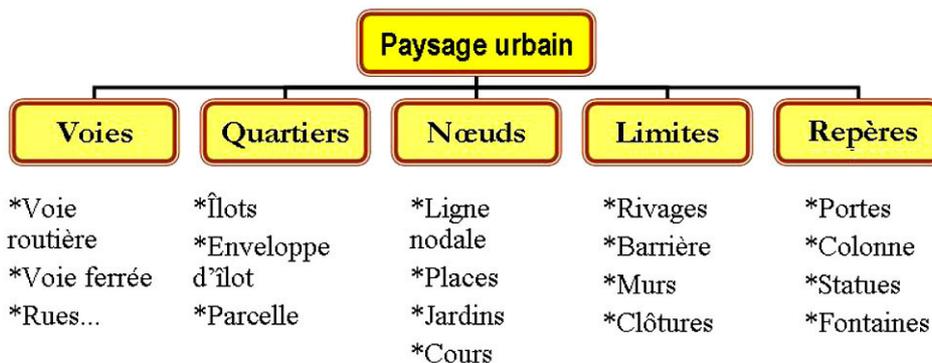


Figure III.1 : Les éléments du paysage urbain

Nous constatons que la plupart des éléments urbains sont présents dans le paysage urbain. Pour notre recherche, nous trouvons que les éléments principaux (les voies, les quartiers et les nœuds) qui sont décisifs à la compréhension de la structure urbaine. Ainsi nous

choisirons ces éléments comme objets essentiels à étudier dans le chapitre suivant. En même temps nous aborderons ces éléments en fonction des impacts qu'ils peuvent avoir sur les ambiances sonores urbaines. En outre, du point de vue de l'organisation urbaine, nous aborderons ces éléments en fonction de leur place dans le système urbain.

III.2.1.2 : Forme urbaine et système urbain

Les formes urbaines sont toujours perçues de manière globale, indirecte et subjective par les habitants et les usagers de la ville. L'étude des formes urbaines doit être replacée dans le système urbain global. La ville est un système spatialisé complexe et ouvert, « un ensemble d'éléments en interaction organisés en fonction d'un début » [ROSN75]. Le « but » est la recherche plus ou moins explicite de l'expansion et de la prospérité de la ville. La notion de système implique celle de cohérence des éléments, mais aussi d'interaction ou de relation dialectiques, surtout si l'on considère la forme urbaine comme un « processus continu ».

Le système urbain s'exprime dans une structure socio- spatiale, un tissu dont nous pouvons décrypter les logiques à l'aide de cartes, plans, archives, entretiens...et dont nous pouvons représenter le fonctionnement par le schéma ci-dessous. La distinction des deux notions de structure et de système s'impose donc. La structure du système urbain est localisée et limitée.

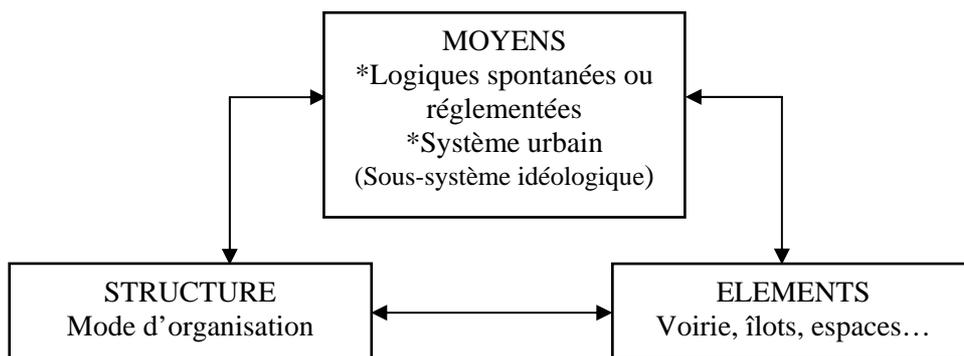


Figure III.2 : Le schéma du système morphologique

Selon Allain.R [ALLA04], le système morphologique est l'un des sous-systèmes du système urbain. Il peut être décomposé en trois : les *éléments*, qui forment une *structure* (mode d'organisation de ses éléments), qui elle-même obéit à des *logiques spontanées* ou *réglementées* que l'on peut appeler les moyens (Figure III.2).

1. Les logiques et les moyens

Ce sont les décisions ou les processus à l'œuvre qui contribuent à donner naissance à une structure c'est-à-dire à un type de combinaison plutôt qu'à un autre. Les logiques et les moyens constituent le cœur du système auquel toute analyse des formes doit faire référence et se retrouvent en partie dans ce que nous désignons par « processus » dans les facteurs explicatifs de la forme urbaine : la conception de l'urbain, la politique d'aménagement...

2. La structure

C'est la mode d'organisation des éléments entre eux. Nous parlons alors du tissu urbain qui peut être continu et discontinu, plus ou moins dense, étiré suivant certains axes ou coupé par

des ruptures physiques ou administratives qui déterminent des densités, des maillages, des parcelles ou des modes d'organisations différentes des unités bâties.

3. Les éléments

Ils correspondent aux trois « structures » que Conzen.M.R.G [CONZ81] voyait dans la forme urbaine : le plan, le bâti et l'usage du sol. Ils peuvent être détaillés en cinq composants principaux : le parcours (voirie, rues), le quartier (îlot, parcelle), l'espace d'utilisation ou les nœuds (cour, jardin, parc, place), les limites (murs, clôtures), points de repère (colonne, monument). [LYNC99]

Nous pouvons aborder le schéma de la relation entre les éléments dans le système morphologique, cette relation crée une liaison de cycle entre eux. De plus, c'est également la base d'une recherche de la relation entre les particularités ambiances : urbaine, sonore, sociale, vivante,...dans la ville.

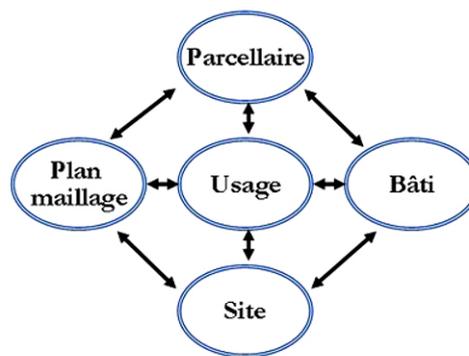


Figure III.3 : La relation entre les éléments du système morphologique

Modification NGUYEN.T.A d'après Allain. R [ALLA04]

III.2.1.3 : Signification de la forme urbaine

Les relations entre les éléments urbains, la mise en place des structures et leur évolution sont conditionnés par les représentations. Une étude morphologique ne peut donc faire l'économie du passage par l'analyse des significations. La forme urbaine n'est rien sans un contenu, une lecture ou une symbolique. Il est tentant de vouloir lier forme et contenu. Des formes, comme par exemple un hypermarché, un grand ensemble, disent immédiatement leur fonction ou leur contenu social. Mais dans la plupart des cas, il existe un décalage entre les deux, du fait de l'inégale vitesse d'évolution de la morphologie et du contenu social ou économique.

D'autre part, l'espace urbain est un langage spatial par lequel s'exprime un système social. Il se lit d'abord dans les rapports de position, des éléments de la ville, ce qu'Albert Lévy (dans [ALLA04]) appelle la « distribution urbaine » : continuité - discontinuité, haut - bas, centre - périphérie, intérieur - extérieur, éloignement - proximité...De plus, la forme urbaine se lit aussi comme système de mise en relation des éléments. La « conformation urbaine » est une déclinaison de la distribution : la géométrie des tracés, des axialités, des trames, ses figures et ses propriétés sont utilisées pour mettre en place et renforcer une distribution urbaine. Elle donne à voir les valeurs dominantes sociales et politiques de la ville en tant

que collectivité organisée...Le tissu urbain serait alors le niveau à travers lequel une conformation urbaine se manifeste. Il est l'ensemble des éléments physiques qui font système (réseaux viaires, parcelles, bâti, vides urbains, site).

La forme urbaine, comme le paysage urbain, est donc un élément actif du système urbain, directement et par le biais des représentations : forme, contenu et significations entretiennent des rapports complexes et systémiques. Agir sur une forme urbaine, c'est modifier un paysage urbain, c'est aussi influencer sur les conditions de vie, la qualité de la vie sociale quotidienne (déplacements, relations, qualité de l'« habiter ») et leurs conséquences sur les prix du tissu environnant et leurs effets en retour. L'étude de la forme est donc loin de ne relever que d'une simple préoccupation esthétique.

Une forme urbaine est un tout indissociable, comme le paysage mais différemment. Sa description doit mobiliser les différents éléments présentés précédemment (plan, rapports entre les éléments bâti, usage, contenu et signification). Mais la forme globale est plus que l'addition des différents éléments. Comme l'expression d'un visage dépasse la description successive de ses différentes composantes [ALLA04].

III.2.2 : Centre ancien dans la structure urbaine

L'analyse de la structure urbaine est encore souvent abordée soit à un niveau très global sous l'angle de l'aménagement du territoire, soit à un niveau très détaillé s'attachant exclusivement au bâtiment, à l'habitat, aux équipements sans marquer le lien des éléments et leur organisation dans une structure d'ensemble. Entre les deux, ce qui fait la spécificité de l'organisation urbaine traditionnelle, à la fois semblable et différente d'une ville à l'autre, échappe généralement. En proposant des moyens pour l'analyse des villes dans leurs dimensions physiques, il s'agit de rompre avec les explications mécanicistes, qu'elles soient fonctionnelles ou économiques, afin de restituer l'architecture, et la crise qu'elle traverse, dans une problématique plus globale, celles des villes, des pratiques qu'elles supportent, des potentialisés qu'elles possèdent [PANE99].

III.2.2.1 : Problématique de l'organisation structurale d'une ville

L'étude des croissances et du parcellaire, l'analyse typologique, l'analyse pittoresque permettent d'élaborer un corpus de connaissance sur l'espace urbain. Nous sommes alors en possession d'un savoir fragmenté, méthodique, spécifique sur la ville. Mais cette fragmentation, si elle est nécessaire d'un point de vue méthodologique et si elle recouvre une partie du réel, n'en est pas moins réductrice. La ville est un ensemble complexe d'interaction où s'affrontent des logiques contradictoires.

Pour schématiser, nous partirons pour parler de structure urbaine, d'une idée simple : la ville n'est saisissable qu'à travers le rapport dialectique espace construit / espace social. Et à l'intérieur de ce rapport apparaît la pratique. En posant un tel regard sur la ville, nous voulons saisir les liens ténus entre typologie et morphologie, entre morphologie et pratique, à travers le processus historique de transformation de la ville [PANE80].

De quelles villes parlons-nous ? Paris n'est pas Bruxelles, Lyon n'est pas Marseille, Bordeaux n'est pas Hanoï, la ville occidentale n'est pas la ville orientale... A parler de la ville en général, à vouloir isoler des règles, des logiques les plus globalement pertinentes, nous risquons d'occulter ce qui fait l'identité de chaque ville. Nous ne pouvons pas en fait construire une ville de référence, ville idéale et impossible qui nous permettrait de mesurer toutes les autres villes. Et c'est la pertinence des problèmes qui permettra ou non une compréhension claire de la structure urbaine. Cependant, toutes les villes ont les entités urbaines identiques qui constituent l'espace urbain.

La ville est un objet vaste, complexe. Les particularités de la structure urbaine sont différentes dans chaque ville, en particulier du point de vue : géographique, historique, social - culturel, économique.... Il s'agit ici de déterminer l'analyse et l'appréciation générale qui permettent de dégager clairement dans chaque cas la structure d'un espace urbain.

Ayant à travailler dans le cadre de notre thèse sur une ville extrême-orientale et une ville occidentale, il nous faut déterminer des entités qui puissent être considérées comme globalement identiques. La ville présente des différences d'une zone à l'autre, différences entre le centre ville et les zones périphériques, entre l'ancien quartier et le nouveau quartier, entre le quartier résidentiel et le quartier commercial,...etc. Dans le cadre de notre recherche, nous n'abordons que ce qui concerne le centre ville historique. Ce sont des lieux spécifiques dans la ville qui contiennent des particularités urbaines dominantes.

III.2.2.2 : Centre ville et vieille ville dans la structure urbaine d'une ville

La notion de centre ville est difficile à cerner mais elle est ressentie par les citoyens avec une certaine netteté. Dans la structure urbaine, le centre est toujours un secteur particulier. Le « centre ville » d'un point de vue urbain est un secteur important. Il est le lieu central de l'administration, de la culture, du commerce, de la religion... Il concentre souvent certaines caractéristiques spécifiques, il est également le noyau de la composition urbaine. L'organisation administrative des villes est différente suivant les pays et le mode d'aménagement de chaque lieu présente un caractère propre. Le centre ville historique ou la vieille ville, est caractérisé par : l'histoire, la géographie, la structure urbaine.

Nous repérons « le centre » à la densité exceptionnelle du bâti, aux bruits et aux gestes, avant même d'avoir regardé l'architecture. Le centre ville concentre le maximum d'activités, c'est le lieu dans toute la ville où il y a le plus de monde. Unique, le centre ville est cette zone d'activité dense, lieu de l'agitation. Il est le lieu de départ de l'étalement urbain environnant. Souvent, nous constatons que le centre ville peut être le centre historique ou la vieille ville et généralement, la plupart des centres historiques qui sont situés dans le centre des villes, en sont un élément qui ne peut être séparé de la structure urbaine [PANE80].

La localisation géographique du centre historique dans la ville dépend du type de métropole à laquelle il appartient.

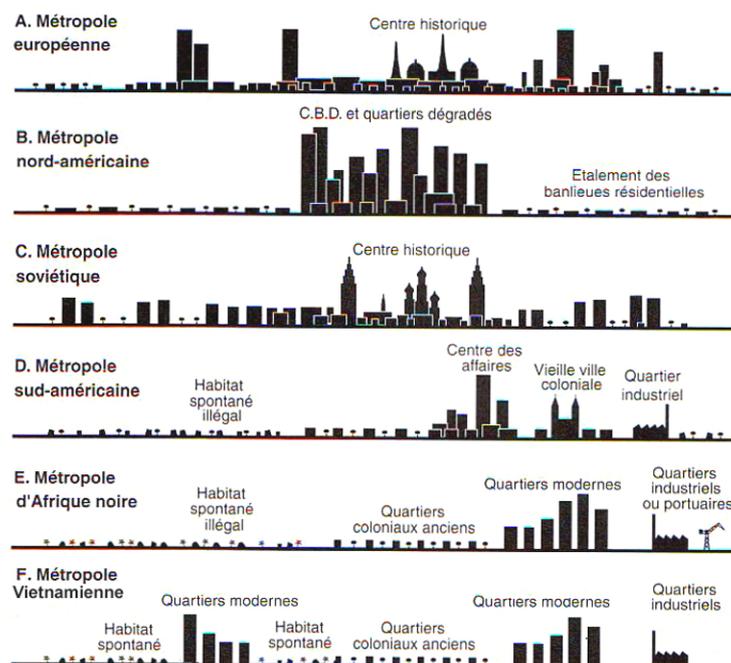


Figure III.4 : La position et la silhouette urbaine des centres historiques

Modification NGUYEN.T.A d'après Paulet.J-P [PAUL05]

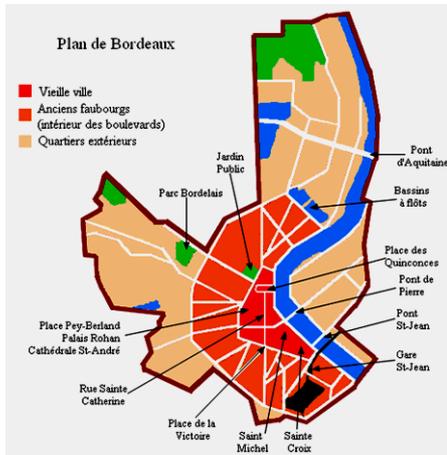
Dans cette étude, l'important est la détermination de ce qu'est le centre ville et la vieille ville en France et au Vietnam. Ensuite il faut préciser les critères qui permettront de faire la correspondance et l'équivalence des objets étudiés. Dans chaque pays, la méthode d'aménagement urbain dépend de l'organisation administrative et des conditions historiques. C'est pourquoi, nous voulons définir uniquement quelques particularités générales du centre ville en France et au Vietnam, qui peuvent nous aider à avoir une vue plus claire du centre ville historique dans chaque cas.

En France, le centre évoque d'abord une image, qui est quelque sorte le paysage-type de la ville, avec son contenu, à la fois architecturale, socio-économique et culturel. Dans les villes de moyenne importance, l'ensemble cathédrale-hôtel de ville-marché reste l'élément essentiel du paysage urbain central. Dans les petites villes, le centre se réduit à une place, à un carrefour, à une rue commerçante. Pour les grandes villes, il englobe un certain nombre de quartiers dont les fonctions et les caractères diffèrent par les grands équipements publics : d'administration, de commerce, d'économie, de culture, de loisir,...

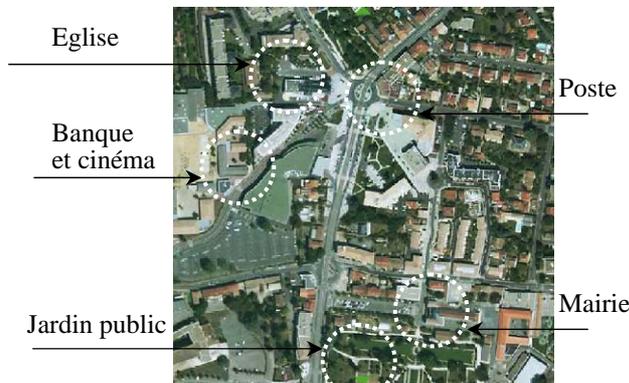
En outre, sous l'angle d'organisation urbaine, nous constatons que la structure de la ville moyenne en France a été bien mise en évidence par le schéma "agglomération autour d'un centre" : lieux pouvoirs, églises, monuments, places, lieux commerciaux, d'échanges et par un développement radio - concentrique. Les centres des villes en périphérie s'étalent à partir du centre historique d'une grande agglomération. Nous pouvons trouver facilement le centre d'une telle ville dont l'église est normalement le noyau dans la structure urbaine.

Aujourd'hui, le centre ville traditionnel se définit par un patrimoine immobilier très ancien et de valeur inégale : monuments d'âge divers, dont les villes françaises sont extrêmement

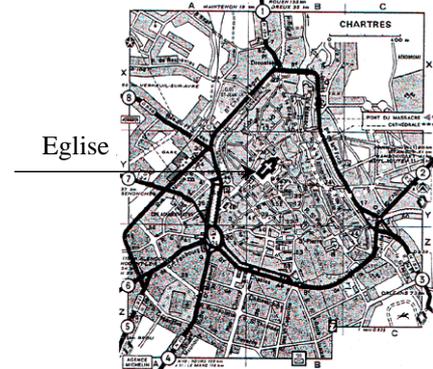
riches, des cathédrales du Moyen Age aux hôtels de ville flamands de la Renaissance, aux hôtels particuliers de XVIII^e siècle...[BARR80]



La vieille ville de Bordeaux



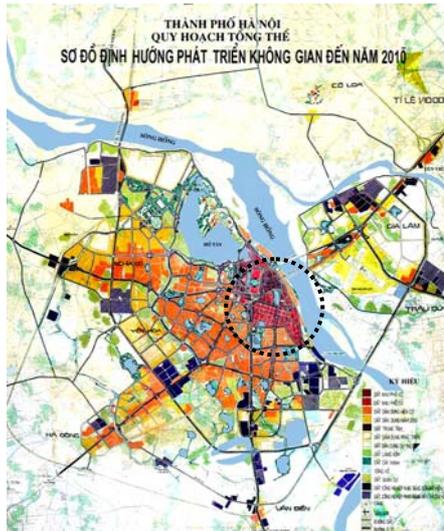
Centre ville de Talence dans l'agglomération bordelaise



Chartres [PANE80]

Figure III.5 : La position géographique du centre ville

Au Vietnam, pour des raisons historiques, géographique, de mode d'organisation administrative le mode d'aménagement des villes est différent. La notion centrale est très vague. Hormis les nouvelles villes, le centre historique de la ville est souvent l'ancien secteur dans les vieilles villes. Par exemple, pour la ville de Hanoï, on détermine le centre ville par le secteur de Citadin, du vieux quartier et le secteur de lac Hoan Kiem. La limite du centre ville n'est pas vraiment claire. Ainsi, nous proposons ici un secteur central de Hanoï sur la base des plans réels. En outre, la détermination du centre ville en périphérie de grandes agglomérations (centre des arrondissements) est aussi très difficile. On ne détermine ces centres villes que sur la base de l'organisation administrative, parce que la densité urbaine s'étale à partir de centre historique initial vers les secteurs alentour.



Secteur central de Hanoï dans le plan en 1992



Secteur central de Hanoï dans le plan en 2000

Figure III.6 : Détermination du centre historique dans la structure urbaine à Hanoï

La détermination du centre ville change souvent mais le vieux quartier est toujours un noyau important dans la structure centrale de la ville de Hanoï.

III.3 : Eléments urbains de base dans la structure urbaine

Dans la partie précédente, nous avons présenté les éléments constitutifs de la structure urbaine. Ces éléments sont les entités physiques de base d'une ville. Nous avons déterminé cinq éléments constitutifs de la composition urbaine : les voies, les quartiers, les nœuds, les limites et les points de repère. Nous allons maintenant nous interroger : parmi eux, quels éléments décident de la morphologie d'une ville et quels éléments sont influents dans l'établissement du champ acoustique ?

Du point de vue de l'espace urbain, ces éléments sont ceux qui permettent d'étudier la structure urbaine. C'est pourquoi, nous proposons ici les trois éléments principaux de la forme et de la structure urbaine.

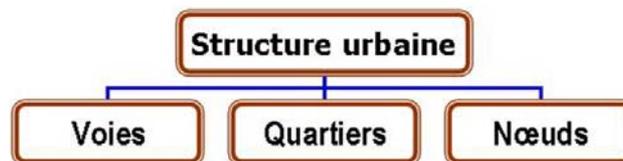


Figure III.7 : Les éléments urbains de base dans la structure urbaine

Du point de vue de l'acoustique, ces éléments urbains influent d'une façon importante sur les mécanismes de la propagation sonore. Leurs morphologies jouent un rôle prépondérant sur la perception du paysage sonore.

III.3.1 : Voies et types de voie

Selon le classement établi par arrêté ministériel du 6 octobre 1978 on définit quatre types de voie en milieu urbain : *de transit*, *artérielle*, *de desserte* et *de distribution*. Les caractéristiques des types hiérarchiques de voies varient à la fois selon la taille des villes et la culture locale. La dimension du maillage influence la connectivité qui est une composante essentielle de l'urbanité. Le maillage peut donc contribuer à l'identité des quartiers et à leur plus ou moins grande urbanité [BAR81].

La hiérarchisation est le plus souvent spontanée, elle s'opère au cours de l'histoire en fonction des logiques de circulation. Ce peut être les allées piétonnières, les voies de tramways, les canaux, les voies de chemin de fer, ...etc.

De part la diversité de la conception de la rue, l'emprise de la voie est différente suivant les secteurs urbains et la situation géographique comme le montre le tableau 4. Toute analyse de la rue est aussi un regard porté sur une conception sociétale de la ville.

Villes d'Europe	25%
Villes d'Amérique du Nord	30%
Villes d'Asie	15%
Bangkok	11%
Calcutta	5%
Los Angeles	40%

Tableau 4 : La part du sol occupé par la voirie (%) [ALLA04]

III.3.1.1 : Maillage

Dans la ville, les différences physiques forment une trace repérable. Nous pouvons les classer, les hiérarchiser (c'est-à-dire ordonner le classement). Ainsi, les dimensions, l'échelle, la nature des voies forment une structure plus ou moins claire : le maillage. Parler du maillage en termes généraux n'a guère de sens. Le maillage est l'élément de la forme urbaine constitué par la voirie, les réseaux de voies (rues, avenues, boulevards...). Nous distinguons le maillage général qui fait apparaître les grandes lignes de la structuration de la ville et le maillage détaillé, dont les logiques sont souvent différentes et qui forme une résille plus fine qui peut être analysée à l'échelle du quartier.

Le maillage général est la première expression de la ville. C'est le support structurel du tissu urbain. Il a bien plus qu'une fonction circulatoire. Bien qu'en évolution permanente, c'est l'élément le plus stable de la structure urbaine. Il permet d'évaluer la densité de la ville, le rapport des pleins et des vides, de l'espace bâti et des espaces publics, leurs positions relatives, les aires et les secteurs ainsi que la situation des monuments principaux qui ont souvent un impact essentiel sur la structuration du tissu et « la permanence des tracés urbains ». C'est pourquoi, son analyse comporte implicitement celle de la troisième dimension, celle du volume et de l'architecture. La distinction classique entre plans spontanés (non planifiés) et plans volontaires (planifiés) est un peu arbitraire, mais elle est adoptée par la plupart des auteurs et elle conserve son utilité [ALLA04].

Le classement du maillage a une signification importante dans la division des fonctions de l'espace urbain. En classant ainsi la voirie, nous obtenons trois grilles superposées [GAUT03]:

- *La maille primaire* (voies principales entre agglomérations ou entre les quartiers : cours, avenues, boulevard,...)
- *la maille secondaire* (rues à l'intérieur d'un quartier)
- *la maille tertiaire* (voies de desserte des bâtiments ou de groupes de bâtiments : rues, ruelles, impasses).

Ces trois grilles témoignent de la possibilité de découper la ville suivant trois échelles, trois niveaux successifs et mélangés. Cette approche de la structure urbaine à travers une « hiérarchie » trouve son origine dans une hypothèse simple : la ville serait structurée par niveaux, des niveaux globaux aux niveaux locaux, en passant par des niveaux intermédiaires, plus vagues, mais commodes pour l'analyse. Parmi eux, le maillage primaire crée de grands îlots comme les quartiers, leurs dimensions peuvent atteindre de 300 à 500 mètres de long. Le maillage secondaire crée des îlots plus petits, ces îlots font 200 à 300 mètres de long sur 150 à 200 mètres de large. Enfin, la maille tertiaire détermine des îlots plus petits, dont la largeur moyenne est généralement inférieure à 60 mètres [PANE99].

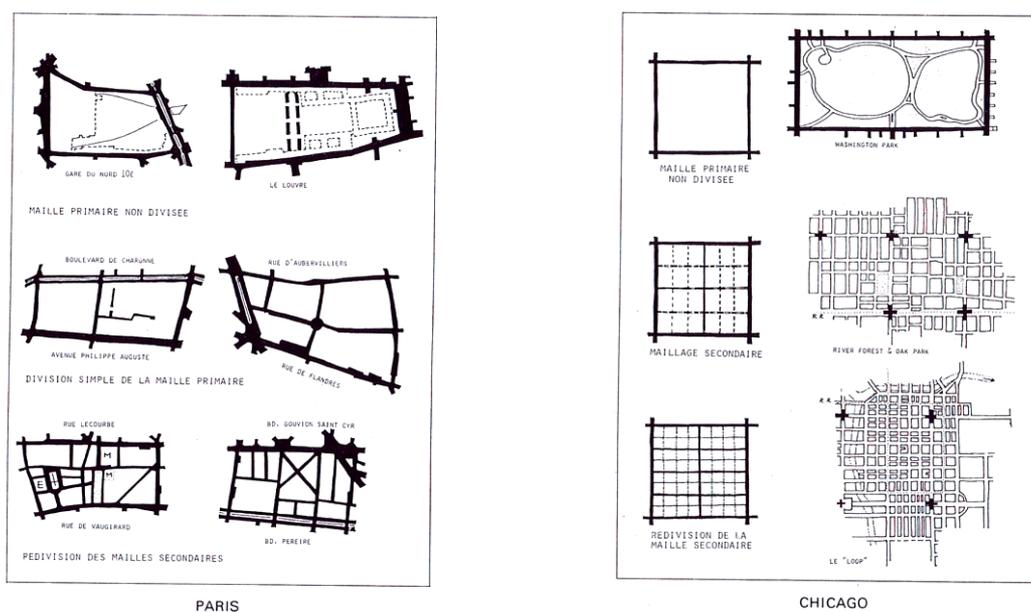


Figure III.8 : Le système du maillage [PANE99]

En outre, les ruelles et les rues ordinaires forment l'essentiel du maillage. Les rues étroites, parfois en impasses, assurent la desserte locale. Les rues larges et les rues principales mettent en communication et structurent les quartiers. Les boulevards et avenues assurent les liaisons à plus longue distance et construisent le maillage général.

III.3.1.2 : Caractéristiques de la rue

La rue et plus encore la place symbolisent la fonction première de la ville, l'interaction et l'urbanité. Ces intervalles entre les constructions ne sont pas vraiment des vides canalisant des flux. Ils donnent un sens au tissu urbain. Les rues n'existent que dans leur relation avec le bâti qui les encadre, leur donne consistance et en permet la perception. Les multiples modulations de la relation vide – plein sont donc la clé de la compréhension d'un tissu urbain. Parfois conçus et voulus comme des éléments d'une composition urbaine (avenue, place), ces espaces publics résultent le plus souvent d'un long processus d'adaptation et l'évolution de leur fonction.

La rue est à la fois la réalité urbaine la plus évidente et la plus difficile à définir. Quoi de plus différent que des rues sinueuses et étroites dans un cœur de ville ancien. Les rues rectilignes interminables des damiers nord-américains, une avenue haussmannienne, les rues à porches et arcades méditerranéennes en France, les rues larges comme des avenues de certaines villes socialistes, les « sois » à Bangkok, les « hutongs » à Pékin ou les rues étroites à Hanoï ? Elles n'ont qu'un point commun essentiel : elles sont toutes des voies publiques bordées de chaque côté par des édifices ou des clôtures, des espaces publics permettent de « sillonner » la ville [GOLD85].

Sous l'angle de la morphologie, il y a des interactions entre les objets dans la rue. Nous pouvons observer le schéma de relation ci-dessous :

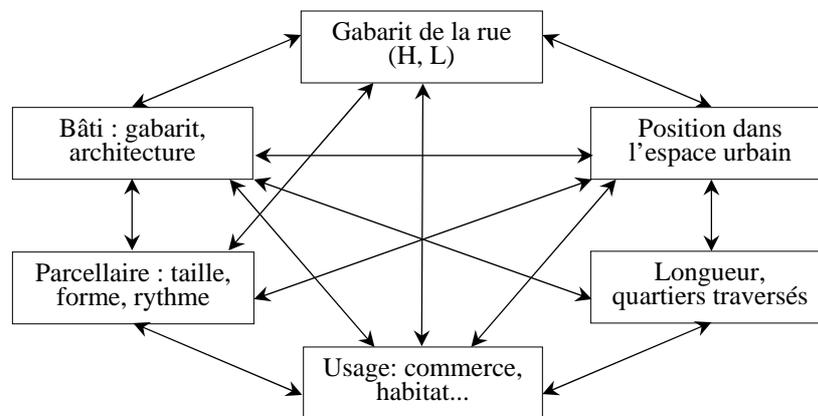


Figure III.9 : Les sous-systèmes morphologiques de la rue

Modification NGUYEN.T.A d'après Allain.R [ALLA04]

Il y a beaucoup de caractéristiques de la rue, mais dans le cadre de notre recherche, nous n'abordons que celles en relation avec sa morphologie qui sont : la forme, la typologie, le calibrage,.... Elles jouent un rôle important dans la caractérisation d'un champ acoustique in situ. Voici quelques caractéristiques essentielles de la rue. [ALLA04]

* *Le profil en travers*

Il dépend de sa largeur et de son rapport avec la hauteur du bâti encadrant. Le gabarit de la rue est aussi déterminé par l'alignement, le prospect et les règles architecturales.

*** *La largeur***

Elle peut être créée par l'usage. La croissance de la circulation sur certains chemins les a hissé au rang de rues principales, entraînant des élargissements successifs aux dépens des parcelles en limite. Mais les formes de largeurs fixées réglementairement sont déterminantes.

*** *L'alignement***

C'est la limite séparative entre la voie publique et les parcelles riveraines. Cette contrainte réglementaire s'explique par les nécessités de circulation, d'hygiène et d'esthétique. Elle peut être modifiée en vue d'élargir, de régulariser la rue et de permettre un bâti plus élevé.

*** *Le prospect***

C'est le rapport entre la hauteur des façades et la largeur de rue. C'est un des facteurs de la cohérence de la rue. Quand la hauteur des façades est très supérieure à la largeur de la rue, l'ensoleillement et l'éclairage sont affaiblis (ruelles, rues canyons). A l'inverse des hauteurs trop faibles par rapport à la largeur engendrant une impression de vide.

*** *Le rapport chaussée - trottoir***

Le rapport chaussée-trottoir d'abord est favorable aux piétons. La réduction des trottoirs s'accroît avec l'arrivée de l'automobile. La chaussée se définit aussi par son revêtement. Le pavage est tardif (XVIII^e et surtout au XIX^e siècle) surtout dans les villes à croissance rapide des « pays neufs » et en Asie. Cependant, le pavé est maintenant peu à peu abandonné sauf dans les rues des quartiers historiques. En raison de son utilisation possible comme projectile mais surtout de son coût et de ses effets acoustiques (bruits des pneus). Les revêtements de bitume, lisses et uniformes contribuent à une banalisation des rues.

*** *Le profil en long et l'élévation***

Le profil en long d'une rue qui est représenté par son élévation en fonction de la longueur, de l'alignement, de la ligne de faîte, de l'alternance des limites d'immeubles. Le rythme des façades est conditionné par le découpage parcellaire. Les façades étroites favorisent la diversité architecturale et l'animation de la façade urbaine.

*** *La végétation***

Elle participe aussi au profil et à la forme de la rue : des alignements d'arbres peuvent redonner de l'homogénéité à des façades urbaines anarchiques, donner de l'allure à une rue banale en homogénéisant ses rives et en atténuant leur aspect chaotique.

III.3.1.3 : Types de rues

La variété des rues est un défi à la classification. Les rues se distinguent pourtant selon longueur, leur taille, leur animation. Les caractéristiques de la rue varient en fonction de sa position hiérarchique, selon la taille des villes et la culture locale, ainsi que les contextes urbains. A partir de leur classement, nous présentons quelques particularités sur l'appréciation simple de la rue. Nous aborderons les types suivants : les rues principales ou artérielles, les rues ordinaires ou de desserte, en particulier les impasses [ALLA04].

*** Les rues principales ou artérielles**

Elles ont en général une largeur de 12 à 25 mètres permettant un stationnement de chaque côté. Elles peuvent être d'anciennes grandes rues, des pénétrantes depuis les faubourgs, des rues de liaisons inter-quartiers, des rues structurantes, des rues de composition,... A Bordeaux, les rues principales créant un maillage artériel sont : les Cours, les Boulevards, les Quais,....



Figure III.10 : Les rues principales au centre ville de Bordeaux

*** Les rues ordinaires ou de desserte**

Elles constituent l'essentiel du maillage de la ville. Les rues ordinaires (une largeur de 6 à 8 mètres) sont parfois étroites, mais deux voitures peuvent s'y croiser ; elles contribuent à la desserte locale. De 9 à 12 mètres, elles peuvent être considérées comme large bien que la perception de cette largeur soit très relative. Les ruelles, venelles ou passages ouverts sont les héritages de la « ville pédestre ».

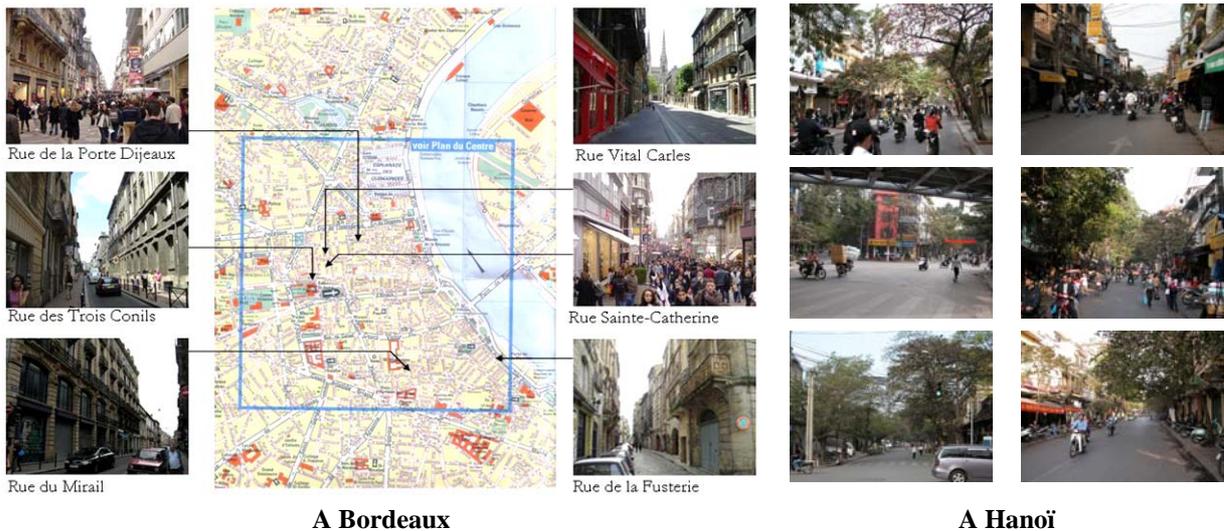


Figure III.11 : Les rues ordinaires ou de desserte au centre ville de Bordeaux et de Hanoï

*** Les ruelles et les impasses ou voies de distribution**

L'impassse est une forme particulière de la rue. Dans la structure urbaine actuelle, l'impassse a le sens de "corridor" (couloir) et de "passage" (galerie). L'impassse fait partie de la voirie urbaine, mais elle ne livre pas de passage à la circulation d'une rue à l'autre. Elle est avant tout un lieu d'habitation situé en retrait de la voie publique, avec laquelle elle communique par un goulot étroit, rarement accessible aux véhicules.

Les impasses se concentrent souvent dans le centre ville, en particulier dans les anciens quartiers du fait de la haute densité de construction ici. La formation des impasses s'est déroulée plutôt au début du XX^e siècle dans le centre ville de Hanoï au Vietnam et au Moyen âge dans les vieilles villes en France. L'augmentation de la population et l'inextensibilité du territoire urbain sont les causes de la formation des impasses qui eurent comme effet la concentration urbaine. Une cause plus profonde est la " plus-value foncière " de la zone urbaine.

Dans les villes compactes, elles forment un maillage assez dense et serré dans les vieux centres, mais aussi dans beaucoup de quartiers sous-intégrés. D'une largeur très variable, de 1 à 6 mètres. Elles subsistent au cœur des vieilles villes.

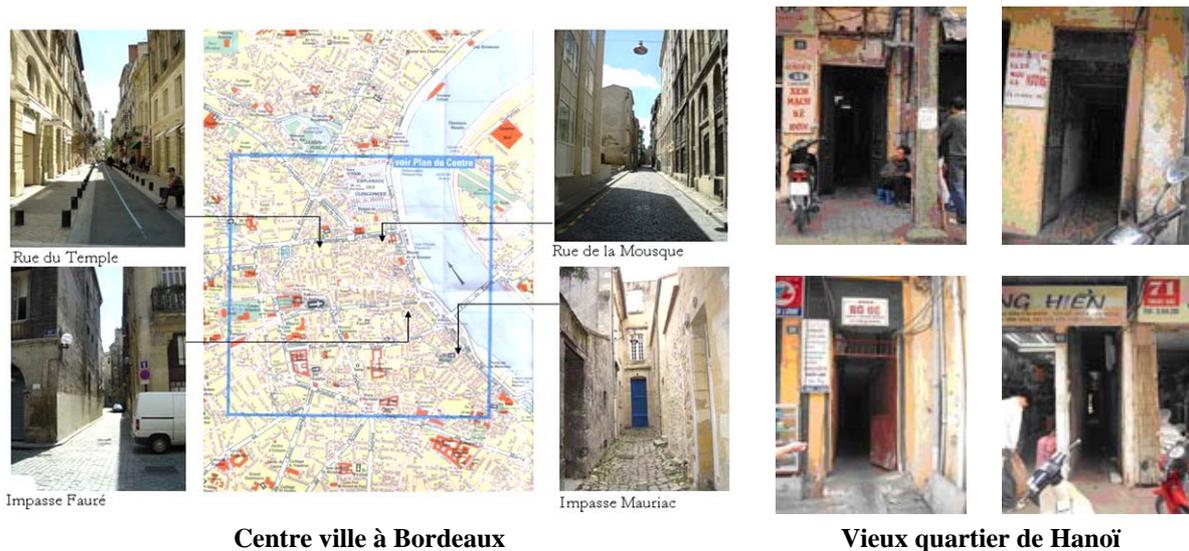


Figure III.12 : Les ruelles et les impasses au centre ville de Bordeaux et de Hanoï

III.3.2 : Quartiers

Les quartiers sont les parties de la ville d'une taille assez grande. Ils sont composés par de nombreuses voies, des îlots, des parcelles. Chaque quartier présente des caractéristiques qui lui sont propres dans la ville. Un quartier peut être administratif, commercial, ancien, nouveau, religieux...etc. Du point de vue du tissu urbain, nous allons étudier les quartiers à partir des éléments composants.

III.3.2.1 : Ilots et lotissement

Dans le langage courant, le mot îlot désigne un « groupe de maisons, d'immeubles, délimité par des rues dans une ville » (Définition prise dans le Larousse, 1996)¹⁶. L'îlot est donc une forme urbaine globale une véritable réalité urbanistique, une des caractéristiques fortes des villes, surtout des villes européennes, un élément essentiel de la qualité du tissu urbain. Pour qui regarde rapidement un plan de ville, l'îlot apparaît comme le complément de la trame viaire, son négatif : la superposition des deux remplit tout l'espace. La ville est composée de la juxtaposition, autour de la trame formée par la voirie, les rues, d'îlots plus ou moins bâtis.

Il serait tentant de les considérer comme entités autonomes et de proposer d'expliquer la ville à travers une analyse spécifique : celle de leurs juxtapositions, mais aussi de leurs homogénéités, de leur densité, etc. Mais ce serait ici se laisser gagner par la commodité, réduire la ville à une image planimétrique où la hachure rendait compte de l'îlot et de la ville. En fait l'îlot, s'il constitue une entité physique facilement repérable, ne constitue pas obligatoirement une unité de la structure morphologique. Du point de vue de la morphologie urbaine, l'îlot peut distinguer par les caractères physiques, ci-dessous [ALLA04]:

* *La géométrie*

- *L'îlot carré* caractéristique du système hippodamien recouvre des réalités diverses. Son principal inconvénient est le caractère difficilement accessible et utilisable du cœur d'îlot quand les carrés sont grands. Ceci implique alors des systèmes de « passage » traversants ou impasses.

- *L'îlot rectangulaire* a comme principal avantage l'économie de voirie (rangées allongées, parcelles étroites et peu profondes, bien adaptées aux maisons urbaines mitoyennes). Mais ce n'est plus le cas lorsqu'il n'est constitué que d'une seule rangée de bâtiments. Son principal inconvénient apparaît lorsque les rectangles sont trop longs ; ils nuisent alors à l'irrigation optimale des quartiers centraux.

- *L'îlot triangulaire*, résulte fréquemment de la superposition d'une nouvelle trame de rue en oblique par rapport à une trame quadrangulaire et rectangulaire. Son principal inconvénient est l'inégalité et du découpage et l'utilisation plus difficile des parcelles d'angles.

- *L'îlot - barre*, avec une seule épaisseur de bâti entre les deux rues parallèles est fréquent dans les villes anciennes aux tissus très denses. Il peut aussi être généré par une percée parallèle à des rues anciennes.

- *L'îlot irrégulier*, existe dans les vieilles villes, dans les secteurs dont le trame de rue est libre.

¹⁶ Dictionnaire Larousse, 1996

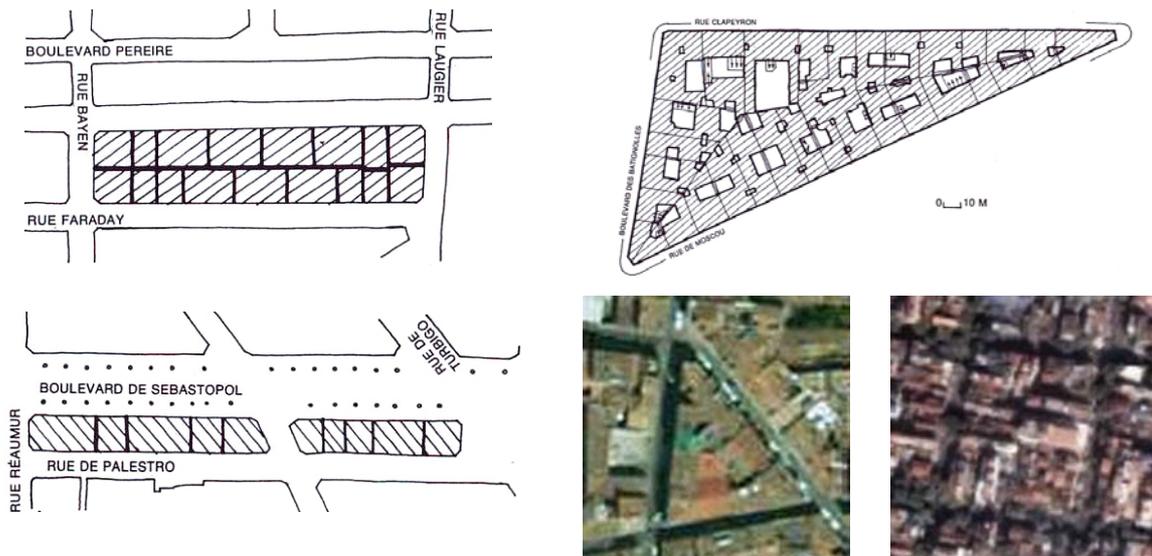


Figure III.13 : La forme de l'îlot [CAST97]

*** La taille et usage**

Les îlots sont de tailles diverses : de quelques dizaines de m² dans certaines petites villes à plusieurs hectares parfois. Les côtés sont différents, de 30 à plus de 200 mètres. Les quartiers cossus ont des lots de 1000 à 5000 m². En général, comme pour les mailles, leur taille va croissant du centre vers la périphérie des villes. L'usage et l'organisation interne de l'îlot varient aussi. Ils sont parfois complètement bâtis, mais le plus souvent ils comportent un espace central non bâti : le cœur d'îlot. Autour de cet espace, les bâtiments peuvent s'appeler l'enveloppe d'îlot.

*** Le degré d'ouverture**

L'îlot se définit aussi par sa plus ou moins grande ouverture. On distingue :

- *Les îlots fermés* autour d'un cœur constitué d'espaces privatifs (cours ou jardins, ou plus ou moins densément bâtis ou remplis de bâtiments annexes (hangars, ateliers, cabanes...)).
- *Les îlots ouverts* visuellement, quand les limites laissent voir l'intérieur des cours et jardins, privés ou publics ou partiellement, par un porche, une ruelle ou plus radicalement sur un côté ou par un espace traversant. Certains îlots de grands ensembles entrent dans cette catégorie quand les immeubles à l'alignement ferment un espace semi - fermé transformé en square.
- *Les îlots hyperdenses* peuvent être complètement bâtis.



Les exemples des îlots à Bordeaux¹⁷

Figure III.14 : L'exemple des îlots

III.3.2.2 : Enveloppe d'îlot

C'est une structure qui existe souvent dans les anciennes villes ayant une grande densité de la construction. L'enveloppe d'îlot est constituée des bâtiments qui entourent une grande cour intérieure dans l'îlot. L'enveloppe d'îlot joue le rôle de digue par rapport à cette cour. La cour intérieure peut être isolée ou reliée à la rue extérieure par des porches. Quelquefois, une voie peut traverser à cette cour. Sous l'angle d'usage, l'enveloppe d'îlot est une structure idéale pour les grands îlots. Elle crée les conditions les plus confortables vis à vis des ambiances urbaines.



Figure III.15 : L'exemple d'enveloppes d'îlot

III.3.2.3 : Particularité des parcelles

La parcelle est le résultat du découpage du sol en îlots, en vue de son appropriation et éventuellement de sa construction, de son urbanisation. Il s'agit d'un élément fondamental de la forme urbaine en tant que structure. C'est la clé de l'analyse et de la compréhension d'un tissu. Comme les autres éléments, il porte la marque d'une histoire souvent complexe dont l'origine est le partage agricole mais suivi de remaniements d'autant plus nombreux qu'on se situe dans une partie anciennement urbanisée. On y déchiffre l'histoire de la propriété urbaine et des classes sociales. Il est le support et l'expression d'une appropriation

¹⁷ <http://www.ospot.fr>

individuelle ; il exprime la structure socioéconomique d'une époque. Il est aussi l'expression d'un rapport culturel à l'espace.

La forme de la parcelle cadastrale ne coïncide donc pas toujours avec la réalité architecturale, par exemple au niveau des différences de façades. Mais globalement la construction étant l'objet de la division parcellaire urbaine, le bâti en suit l'influence directe par les dimensions des façades, ses rythmes et ses volumes. On a pu dire que la façade est le complément vertical de la parcelle. La nécessité d'un concept intermédiaire entre ceux de maille ou d'îlot qui relèvent encore d'une logique de tracés et celui de parcelle qui relève d'une logique d'appropriation et de bâti.

La diversité des tailles et formes de parcelles est infinie. Mais étant donné que le découpage obéit à des logiques assez constantes, cette variété peut être ramenée à quelques types fondamentaux. La dimension des parcelles varie selon les quartiers. Par exemple :

- En périphérie, les lotissements populaires ont des parcelles de 200 à 500 m².
- Mais dans les centres anciens, la diversité du petit parcellaire peut être extrême de 10 ou 20 m² à plus de 300 m².

Sur les rues centrales, très fréquentées et offrant des conditions optimales à une concentration de commerces, les parcelles sont en général petites, étroites et allongées. Selon son origine et la forme de l'îlot, le parcellaire peut être homogène ou hétérogène, régulier ou irrégulier et les parcelles, quadrangulaires ou rectangulaires, triangulaires (parcelle d'angle), en « drapeau » (étendue en cœur d'îlot avec un accès souvent étroit sur rue) [PANE80].

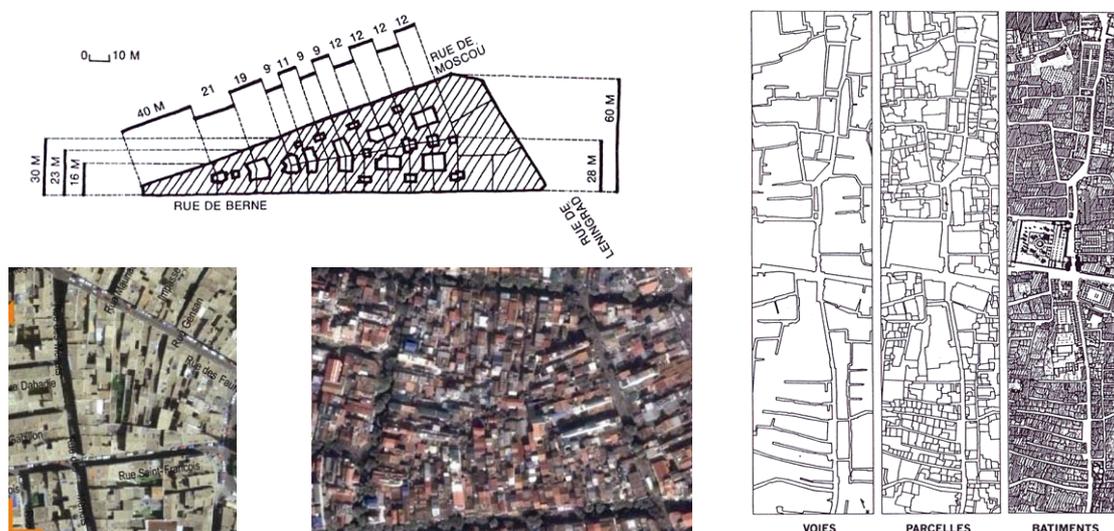


Figure III.16 : Quelques formes de parcelle [PANE99], [CAST97]

III.3.3 : Nœuds et espaces libres

C'est le point remarquable du tissu urbain, en général une place, un carrefour important. Le lieu notable du point de vue de la centralité ou un espace public important ou point de passage entre deux éléments du paysage urbain. Le nœud est généralement un point de convergence de cheminement ou un grand espace vide dans la ville.

III.3.3.1 : Places et placettes

Comme la rue, la place est une forme urbaine totale, non réductible à l'un de ses éléments. C'est un espace public vide souvent fermé, entouré d'édifices qui forment son enveloppe. Contrairement à la rue dont on perçoit immédiatement la fonction de la circulation, l'espace vide de la place ne va pas de soi. Lorsque l'espace est rare, le vide est un luxe pour l'espace urbain. Mais c'est un luxe nécessaire. La création et la préservation d'un vide imposent donc un certain volontarisme : des préemptions, acquisitions, expropriations, des destructions, de monument ou de d'îlot pour créer ces vides et des mesures pour les défendre contre les empiètements.

Si les places ont des formes et des caractéristiques différentes, les clés de lecture et les facteurs de l'évolution sont les mêmes que pour la rue. Mais du fait du plus grand enjeu paysager, les critères esthétiques y sont sans doute plus contraignants.

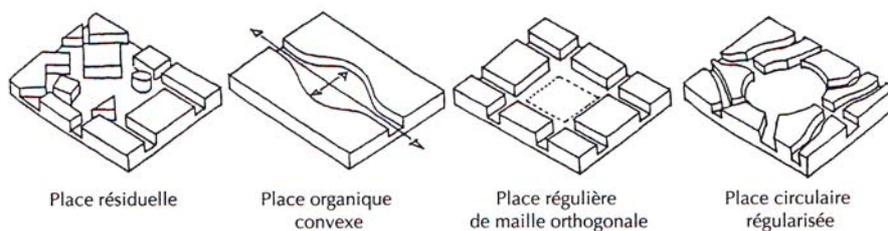


Figure III.17 : Quelques formes de place [ALLA04]

On peut étudier les différences des places par certaines caractéristiques :

* *Les dimensions*

Les places ont des dimensions différentes qui dépendent du contexte urbain : minuscules places des villes médiévales, immenses esplanades des villes socialistes...

* *La proportion et la forme générale*

Les formes de base sont toujours les mêmes : cercle, triangle, carré ou rectangle. La place peut être irrégulière ou régularisée, composant ou non avec le site.

* *L'ouverture et la fermeture*

La fermeture partielle et complète induit une plus ou moins grande intimité. Ceci dépend aussi de la disposition et de la visibilité des voies d'accès : masquées ou formant des perspectives plus ou moins nombreuses et dépendant de la relation au maillage des rues.

* *L'enveloppe*

Au lieu d'être développée sur deux rives comme dans la rue, la façade urbaine de la place est fermée autour d'un vide qui devient un volume. Le rapport de proportion entre le gabarit des immeubles et les dimensions de la place est déterminant, de même que les caractères des façades urbaines (matériaux, style, modénature, habillage publicitaire). Comme pour la rue, le rythme de ces façades est cause ou conséquence du découpage parcellaire.

* *Le centre*

Il peut être vide ou occupé par un signe (statue, fontaine, bassin, colonne) qui peut focaliser la place et corriger les multiples sollicitations visuelles d'une enveloppe irrégulière ou trop ouverte.

* *Le type de places*

Comme pour les rues, le classement peut être hiérarchique (de la placette à l'esplanade) ou générique (places « créées » et places « spontanées », formées progressivement sans plan pré-établi). Fonction, signification et donc forme sont aussi très influencées par la position dans le tissu urbain et par le processus de formation de la place. On peut exposer quelques types de places :

- Les rues élargies (ou un espace entre deux rues parallèles accueillant les marchés), des - avenues ou des places - boulevards.
- Les places - carrefours. Lors d'une fusion de deux noyaux, une porte peut devenir une grande place centrale.
- Les places peuvent être au cœur d'un système convergent de rues ou d'avenues. Si la fonction de circulation l'emporte, l'effet de place disparaît.
- Les places sont parfois des parvis de cathédrale, d'hôtel de ville...
- La place - quai est souvent la place principale des villes - ports ou au long des rivières.

Nous pouvons présenter quelques places à Bordeaux dans cette figure ci-dessous.



Quelques places à Bordeaux

Figure III.18 : Les places dans la ville

III.3.3.2 : Parcs et jardins publics

Nous avons abordé des formes de places dans la structure urbaine. Ces places jouent un rôle influent dans l'espace urbain et la densité urbaine. Cependant, il y a aussi beaucoup d'autres espaces vides qui ont un impact sur le tissu urbain. Ce sont les parcs, les jardins publics, les cours intérieures et extérieures, les espaces vides entre deux immeubles... Ces vides créent des ambiances sonores particulières.

Contrairement aux formes de place précédentes, les parcs et les jardins publics apparaissent souvent comme des unités autonomes, des îles dans le tissu urbain. Les jardins publics valorisent la ville.



Quelques jardins à Bordeaux

Figure III.19 : Les jardins dans la ville

III.3.3.3 : Cours dans la composition urbaine

Les cours sont des espaces importants dans le tissu urbain. Du point de vue de l'usage, ces espaces modifient la densité de construction et favorisent usages et confort urbain. Dans les vieilles villes les cours représentent une solution optimale pour améliorer la densité de construction. De plus, sous l'angle paysager, ces cours créent des espaces esthétiques dans la structure urbaine locale.

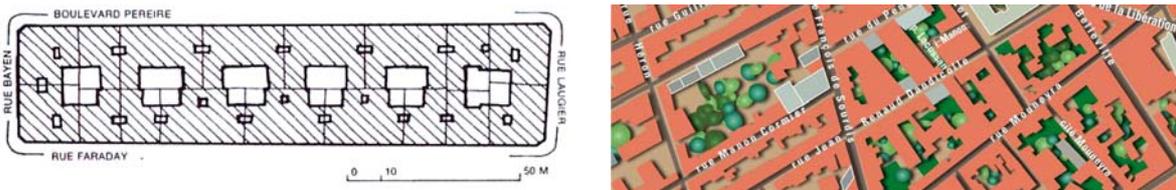


Figure III.20 : Les cours dans les îlots

III.4 : Volume urbain et tissu constructif

Une ville, c'est un plan mais aussi un volume formé par des constructions et des espaces (publics et privés) non bâtis. Dans la composition spatiale urbaine, aucune des dimensions : transversale, longitudinale, verticale, n'est à négliger. Le plan en ce qu'il représente la forme de la ville est essentiel, mais la fascination qu'il exerce peut reléguer voir estomper la prise en compte de la dimension verticale. Cette troisième dimension exprime l'espace urbain. Le tissu constructif (plein) est composé de types de bâti résidentiels ou fonctionnels caractérisés par leur l'architecture (maisons, immeubles, murs, ponts, quais). Les espaces intermédiaires (« vides urbaines » ou « creux ») se définissent par rapport aux espaces construits. Ils ont un statut plus ou moins noble ou claire : rues,

places, parcs, jardins publics ou privés, autoroutes urbaines, parkings... Bien sûr, les pleins et les vides se conditionnent mutuellement.

III.4.1 : Types de tissu urbain et hauteur urbaine

L'enveloppe générale de la ville et son plafond ou velum qui sont déterminés par la densité de bâti et le gabarit des immeubles. La hauteur moyenne des immeubles forme un « tapis des toitures » qui, en général, diminue progressivement du centre vers la périphérie en fonction du gradient foncier. La silhouette de la ville, est la représentation en coupe de ce volume urbain. A plus grande échelle, on parle de profil urbain ou de « ligne des toits ».

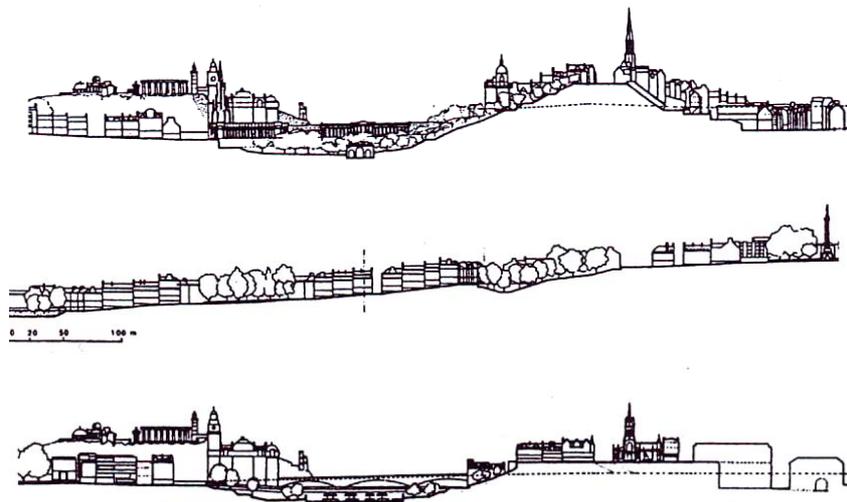


Figure III.21 : La coupe d'une ville [PANE99]

La silhouette des villes est révélatrice des types de sociétés, de leurs traditions et leurs règlements, de leur plus ou moins grand dynamisme. On peut observer quelques profils typiques de villes. En outre, la densité et la hauteur du bâti obéissent à la loi du champ urbain. Mais un certain nombre de facteurs perturbent cette organisation théorique concentrique. Les axes de transport suscitent une densification linéaire. Les voies radiales sont bordées d'immeubles plus hauts et plus serrés. Les lignes de transports en commun renforcent ce phénomène de couloir de fortes densités.

Les typologies urbaines varient d'un quartier à un autre. Ces variations sont observables d'une part à travers la forme de la parcelle et du tracé au sol, et d'autre part à travers la forme et le mode de distribution des constructions. Elles correspondent à différents modes d'aménagements urbains, relatifs à différentes étapes d'urbanisation dans le schéma classique d'évolution d'une ville.

III.4.2 : Architecture du bâti

L'infinie variété des types de bâti ou formes architecturales est un défi insurmontable dans le cadre d'un travail de thèse. On peut chercher à analyser l'architecture du bâti à partir de caractéristiques générales qui ont des effets sur la propagation sonore in situ [ALLA04].

* *La masse*

Chaque unité de base du tissu constructif se caractérise d'abord par sa masse ou ses masses. Elle est fonction des dimensions générales de l'édifice (surface au sol, longueur, largeur, hauteur, nombre de niveaux...)

* *Le plan*

C'est l'organisation horizontale qui donne à voir les dimensions et la distribution interne (entrée, pièces, communication). On distingue le plan au sol et le plan des étages. Ces plans ont des effets sur la densité constructive et l'architecture des façades. Cette organisation peut être représentée en coupe (section verticale du bâtiment) soit dans le sens de la longueur (longitudinale) soit dans celui de la largeur (transversale).

L'immeuble peut être à plan simple plus ou moins allongé, à plan carré à patio, à plan en L, en U, en T... Le plan est conditionné par le parcellaire et le contexte urbain (mitoyenneté, règlement) mais inversement le choix d'un type de plan a de grandes conséquences sur les façades urbaines et l'espace public.

* *Le nombre de façades*

Un bâtiment peut avoir 1, 2, 3 ou 4 façades selon qu'il est à l'alignement et accolé à ses voisins (mitoyenneté) ou en milieu de parcelle (4 façades). De plus, le nombre de façades de bâti dépend la densité de rue et d'îlot. L'élévation, géométrale (avec les dimensions exactes) ou perspective, est la représentation des faces verticales extérieures, en général les façades principales.

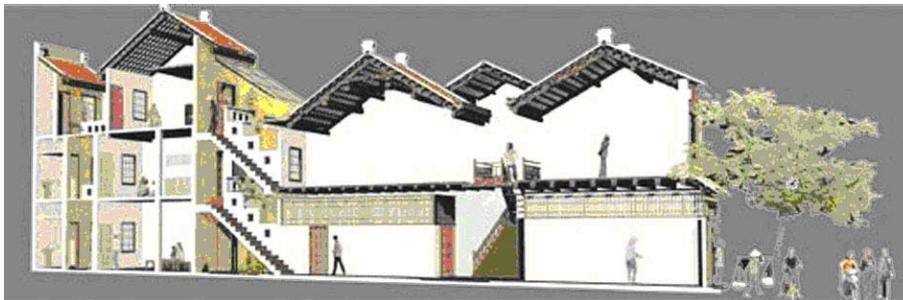


Figure III.22 : L'architecture d'une maison à Hanoi¹⁸

III.4.3 : Façade sur rue

La façade sur rue est le lieu privilégié de l'expression du langage architectural, surtout dans ce qu'on appelle les « maisons urbaines » et « immeubles urbains » qui forment un front continu à l'alignement. Les façades urbaines donnent à voir une partie de la morphologie de la ville. La façade est très influencée par le parcellaire dont elle est le « complément vertical » mais aussi par les règlements d'aménagement urbain et les règlements implicites ou explicites de composition architecturale.

La façade est plus ou moins « transparente » selon le rapport entre les pleins (trumeaux) et les vides (fenêtres). On peut y lire la distribution intérieure et l'organisation des plans

¹⁸ <http://www.tourismhanoi.org.vn>

d'étages mais pas toujours. Les ouvertures ont un rôle structurel et décoratif : la taille, le rythme, la disposition, et la forme des fenêtres et des portes obéissent à des règles d'harmonie plus ou moins explicites de l'architecture classique. Plus nombreuses, plus grandes et plus libres lorsqu'on va vers l'époque moderne. Voici quelques caractères de la façade [ALLA04] :

*** L'élévation verticale**

La vue de face d'un immeuble distingue trois parties dont les rapports engendrent des effets variables du point de vue de l'harmonie. Ce sont le couronnement ou couverture, la hiérarchie des différents étages et le rez-de-chaussée. En particulier, les pleins et les vides ont des effets sur l'apparence de la façade. Les petites fenêtres, les grands trumeaux, les balcons, les loggias, l'entrée ou le porche sont les éléments importants.

Le rez-de-chaussée, essentiel dans le rapport du bâti à la rue, subit une double évolution : un élargissement des baies des vitrines et des halles d'immeubles commerciaux ; une fermeture pour des raisons de sécurité et d'intimité dans les immeubles résidentiels. L'entresol, fréquent dans les immeubles des XVIII^e et XIX^e siècle, est lié à la fonction économique de rez-de-chaussée.

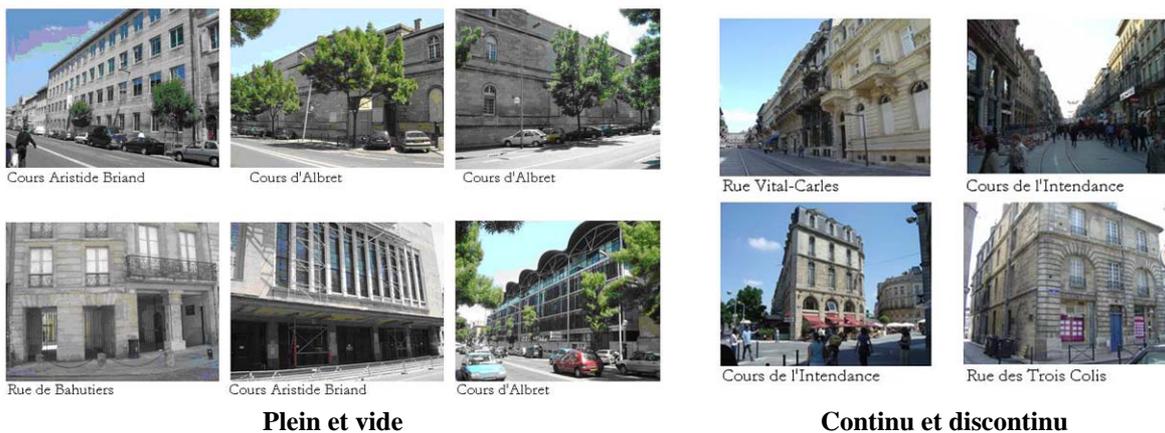


Figure III.23 : La façade sur rue à Bordeaux et à Hanoi

*** L'expression en volume**

Derrière la façade de l'immeuble se déploie une structure complexe liée à la profondeur, au volume et à l'organisation intérieure en fonction de la parcelle et des rapports entre bâti et parcellaire. L'immeuble peut constituer un îlot entier, être à l'alignement ou en milieu de parcelle. Les plans en U permettent d'avoir des cours intérieures.

III.5 : Conclusion du chapitre III

Dans ce chapitre nous avons décrit la façon d'observer le paysage urbain depuis la morphologie urbaine jusqu'à l'analyse de la forme et de la structure urbaine. Définir les éléments urbains de base est essentiel pour étudier la morphologie urbaine. Ces éléments possèdent des caractéristiques constitutives de la structure urbaine.

En ce qui concerne le plan, ces éléments sont la voie, la rue, le parcellaire, l'îlot, la place libre. La densité de construction, de voies, ainsi que l'espace libre, le calibrage de voies déterminent la nature du tissu urbain. En ce qui concerne le volume, les caractéristiques qui révèlent la morphologie sont la hauteur, les masses, le détail du bâti, les pleins et les vides de la façade. Tous ces éléments contribuent à caractériser le paysage d'une ville.

Deux parties sont déterminantes dans la compréhension de la structure urbaine : l'une est le « vide » et l'autre est le « plein ». Le « vide » correspond aux espaces de circulation (comme les rues, les fleuves) ou aux nœuds (les carrefours, places, cours, jardins, esplanades, parvis, friches, les lacs). Le « plein » est représenté par les îlots et les parcelles. L'échelle de ces deux parties « vide » et « plein » est différente selon la ville et/ou selon le lieu dans la ville, au centre ou à la périphérie.

Chaque ville révèle son identité à travers les éléments urbains et les liens qu'ils ont entre eux comme à travers les particularités géographiques, culturelles, historiques,. Les éléments fondamentaux urbains sont énumérés ci-dessous :

- *Les voies* sont les axes de circulation qui divisent la ville en quartiers, îlots, parcelles et espaces libres. Quelquefois elles convergent pour créer un rond-point dans la ville. Dans les anciens centres villes, le développement urbain est spontané et naturel donc l'organisation des voies ne suit pas de règle particulière. La distance entre deux voies détermine la taille des parcelles, très grandes ou très étroites. Le système de voiries a des typologies différentes, correspondant aux fonctions urbaines de chaque secteur. Nous pouvons les classer par types de voies : *de transit, artérielle, de desserte et de distribution.*
- *Le quartier ou l'îlot* est constitué par les parcelles entourées des rues. Ses formes peuvent être carrées, rectangulaires, triangulaires ou avoir plus de quatre cotés. Selon leur superficie et leur densité, ces îlots sont organisés de façon différente. Les ruelles et impasses peuvent aérer les grands îlots, favorisant la fonction d'usage au sein de l'îlot. Ceci peut expliquer pourquoi certaines ruelles et impasses apparaissent dans le centre de la vieille ville.
- *L'espace libre* et les rues sont les « vides » dans la ville. L'échelle de ces « vides » dessine le tissu urbain de chaque ville. L'espace libre est toujours un lieu marquant dans la structure urbaine, un aspect, parfois pittoresque, du paysage urbain. L'espace vide modifie la structure serrée de la masse urbaine, crée de la variété quand on passe d'une partie fermée à une partie ouverte et réciproquement. Cette dynamique

que donne l'espace libre, joue un rôle important vis à vis de l'environnement sonore urbain.

- *La hauteur urbaine* exprime la forme urbaine dans sa dimension verticale. La hauteur urbaine dépend des maisons, des résidences, des bureaux (*buildings*), des immeubles commerciaux (*made centre*),...etc. Elle est mise en évidence par la silhouette des toits. Cet élément morphologique joue un rôle important dans l'étude de la propagation sonore in situ.
- *La façade du bâti* exprime les particularités morphologiques du profil urbain. Sous l'angle esthétique, les détails de façades sont un des standards d'appréciation de la beauté urbaine. Les détails architecturaux (modénature, matériaux,...) de la façade jouent un rôle important dans l'étude de la perception sonore.

Nous avons étudié en particulier ces éléments dans les parties historiques des centres ville. Notre intérêt s'est porté sur les quartiers anciens car ils présentent des caractéristiques morphologiques fortes. De part les activités urbaines qui s'y déroulent, ils ont également des paysages sonores évocateurs. Ils sont donc le lieu idéal pour mettre en relation un tissu urbain complexe avec son environnement acoustique.

Chapitre IV

Particularités morphologiques des éléments urbains de base dans le vieux quartier de Hanoï et dans le quartier Saint-Michel à Bordeaux

IV.1 : Introduction

Dans le chapitre précédent, nous avons présenté les particularités de la structure urbaine ainsi que les éléments urbains de base qui composent la ville. Dans ce chapitre, nous étudierons les caractéristiques détaillées des éléments urbains de deux anciens quartiers, l'un situé à Hanoï et l'autre à Bordeaux. Il s'agit pour nous de déterminer quels seront ces éléments caractéristiques à étudier ? Ces quartiers ont-ils les mêmes particularités morphologiques ou sont-ils différents ? Ce qui n'est évidemment pas logique puisque chaque ville étant unique et spécifique tant en terme de culture, d'histoire, de géographie, ... En outre, nous pouvons constater que chacun des quartiers peut avoir une même structure urbaine, mais tendre à s'adapter aux différentes conditions locales. C'est pourquoi nous choisirons les particularités les plus spécifiques sur chaque secteur à étudier.

Toute ville ancienne offre une grande richesse, tant au niveau de la complexité de sa structure que de sa morphologie urbaine. C'est pourquoi, dans un premier temps nous choisirons un secteur spécial à étudier dans chaque ville ; ensuite nous déterminerons les morphologies dominantes à caractériser. Du point de vue de la constitution, nous pouvons dire que toutes les villes ont les mêmes éléments urbains de base, mais qu'elles se différencient par un mode d'organisation urbaine différente. Ceci peut clairement se voir dans les villes en France. Le développement urbain uniforme est un élément d'appréciation du « parfait » dans les villes. L'ancien secteur central est toujours un lieu important, il marque l'histoire du développement de chaque ville. Les éléments urbains de base sont des éléments étudiés dans de nombreux sujets. Ainsi concernant la ville de Bordeaux, les anciens secteurs sont autour des églises : Sainte-Croix, Saint-Michel, Saint-André, ... qui sont des secteurs spécifiques.

Concernant les grandes villes au Vietnam et plus particulièrement la ville de Hanoï, des ingénieurs français ont participé au processus d'aménagement urbain à la fin du XIX^e siècle. Ceci est à l'origine de l'aménagement urbain d'aujourd'hui. La structure urbaine s'organise plus clairement, les secteurs fonctionnels sont formés sur la base des éléments urbains dominants. Le lac Hoan Kiem est le cœur de la composition et de la structure urbaine de la ville. Ainsi, les secteurs fonctionnels s'étaient organisés autour de ce lac. Par exemple, au nord est le vieux quartier, au sud le quartier des Français, à l'ouest on retrouve l'église, à l'est le secteur de la culture, de la banque et de la poste. La structure urbaine est donc bien organisée. Les éléments urbains expriment clairement le processus de développement urbain. Actuellement, ce secteur est le centre géographique dans le plan d'aménagement urbain général de la ville de Hanoï [NGQT01].

Dans le chapitre III, nous avons présenté trois éléments urbains de base de la structure urbaine : la voie, le quartier et le nœud. Cependant, il existe beaucoup plus d'éléments de base et la caractérisation de toutes les particularités morphologiques est difficile. C'est pourquoi, nous avons choisi d'aborder trois objectifs correspondant aux trois éléments urbains de base dans le schéma ci-dessous :

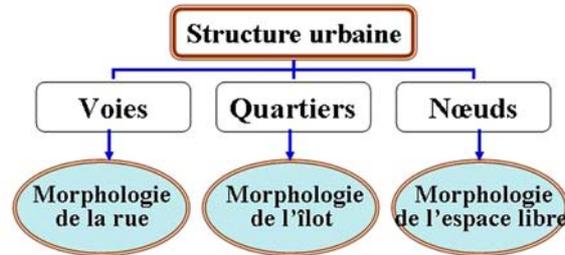


Figure IV.1 : Les objectifs principaux étudiés à partir des éléments urbains de base

Ce chapitre est organisé autour de deux grandes parties de quatre sous-parties chacune :

- Dans une première partie nous étudierons la morphologie des éléments urbains de base du vieux quartier de Hanoï (les particularités morphologiques dominantes seront étudiés en détails à la fin de cette partie).
- De même, la seconde partie présentera la morphologie des éléments urbains de base à Bordeaux.

Dans ces deux parties, nous présentons également trois éléments urbains de base qui sont : la rue, l'îlot et l'espace libre, à partir de certaines de leurs nombreuses particularités morphologiques. Par exemple, la morphologie de la rue est caractérisée par son tissu, son calibrage, sa typologie ou sa forme.

Il ne s'agit pas de passer en revue toutes les particularités de la morphologie urbaine parce qu'elles sont très nombreuses. De plus, elles ont souvent des rapports étroits les unes avec les autres. C'est pourquoi nous avons choisi d'étudier les particularités les plus dominantes dans chaque quartier à Hanoï et à Bordeaux. Dans le chapitre suivant, nous mettrons en relation ces particularités morphologiques avec l'environnement sonore. Pour étudier plus en détail les morphologies urbaines dominantes, nous avons choisi deux îlots typiques dans chaque quartier. Ces îlots ayant la même superficie et quelques particularités urbaines semblables. En outre, nous ne comparerons pas ces particularités morphologiques spécifiques pour chaque ville ; nous ne les caractériserons que sur chaque îlot.

IV.2 : Morphologique des éléments urbains de base du vieux quartier de Hanoï

Pour étudier chaque ville, nous aborderons d'abord sa structure urbaine, le mode d'organisation de son aménagement, les éléments constitutifs de sa composition urbaine. De la même façon nous caractériserons l'espace urbain par ses particularités morphologiques. Puis nous aborderons les éléments urbains de base. Enfin, nous analyserons la morphologie détaillée des éléments urbains dans les quartiers étudiés à Hanoï et à Bordeaux.

Tout d'abord, voyons les éléments de base dans le vieux quartier de Hanoï. Le quartier s'est formé depuis déjà longtemps ; il s'est développé à partir des villages artisanaux traditionnels sur une base socio-économique traditionnelle. Ceci se traduit par la mixité d'usage de l'espace urbain (résidence, artisanat, commerce et lieu de culte...). Les éléments structurants de base sont les compartiments anciens, les rues commerçantes étroites en "U" qui constituent le caractère compact du centre marchand au sein de la ville.

Le système urbain correspond à une composition existant depuis la création du vieux quartier. C'est pourquoi ses éléments se sont transformés dans le processus de développement urbain. Ceci explique le développement spontané de l'espace urbain dans ce secteur. Nous constatons que le système de rues était formé depuis 1885 (la présence française a joué un rôle important dans ce processus). Le réseau des voies est devenu plus praticable avec l'apparition du chemin de fer au début du XX^e siècle. Ceci explique une stabilité du maillage urbain, et des espaces libres.

Cependant, la structure des îlots s'est véritablement transformée au fil du temps. Au début du XX^e siècle, la population a augmenté, la construction des bâtiments est devenue plus dense dans le vieux quartier. La superficie des espaces vides (des lacs et des étangs) s'est réduite dans les îlots. Au cours des années suivantes, la densité de population et de bâtiments n'a cessé de croître, les espaces vides se sont bouchés peu à peu et aujourd'hui ils sont quasiment inexistantes.

IV.2.1 : Morphologie de la rue

En parlant du vieux quartier, on pense souvent aux noms de rue, aux ambiances urbaines, au flux dense de populations et aux dizaines de catégories des moyens de transports qui sont empruntés. Les rues représentent toujours le rythme de la vie urbaine. La rue est non seulement le lieu de circulation mais aussi un lieu de commerce et de production des marchandises. Cette association de fonctions a donné une particularité spécifique à Hanoï et à de nombreuses villes au Vietnam. Nous pouvons dire que la rue a la même fonction que le marché dans le vieux quartier. Les noms de rues ont souvent pour origine les métiers de l'époque de leur création. Les ruelles et impasses sont les lieux qui concentrent les caractères dominants de la morphologie urbaine. Pour mieux caractériser la morphologie de la rue, nous analyserons les particularités détaillées de la rue à partir des caractères tels que : le tissu et la structure, le calibrage, la typologie et la forme de la rue.

IV.2.1.1 : Trame et tissu de la rue

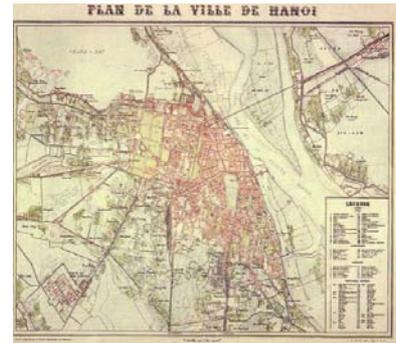
La trame et le tissu de rue actuelle sont stables depuis le début XX^e siècle. Dans le processus de développement urbain, le système de voie et de rue a souvent été amélioré. Nous pouvons présenter sommairement la formation du système de voie dans ce secteur. Sur le plan, nous voyons qu'en 1873 le vieux quartier ne possédait pas un tissu unifié : les voies du quartier étaient les digues qui tramaient la plaine rizicole. La trame de rue était assez libre, quelle soit d'origine naturelle ou construite par l'homme, c'est le réseau à partir duquel le commerce se développa [CLEM01].



Plan en 1873



Plan en 1902



Plan en 1911

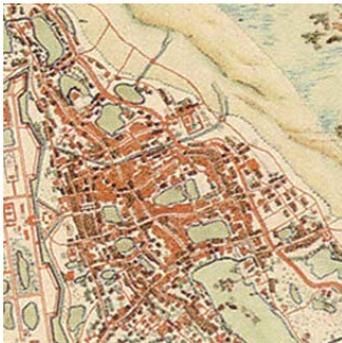


Figure IV.2 : Les plans du vieux quartier en 1873, 1902, 1911

Le vieux quartier est situé entre la Citadelle et le Fleuve Rouge. Par le passé, une digue séparait le quartier du fleuve. Cette digue est maintenant remplacée par un mur bas en béton, la zone à côté du fleuve a laissé place à des résidences. C'est pourquoi le vieux quartier actuel est encadré par d'autres quartiers. La rue Tran Quang Khai ne représente plus le quai le long du fleuve.

Dans les années 1902 et 1911, les aménagements successifs de la colonisation française ont amélioré la continuité des tracés entre les autres entités de la ville sans réduire les caractères particuliers du quartier, tout en créant un réseau de rues à l'Occidentale. Cependant, le lien productif liant la corporation au village s'est maintenue, faisant de chaque rue une unité commerciale et productive [GIRA01]

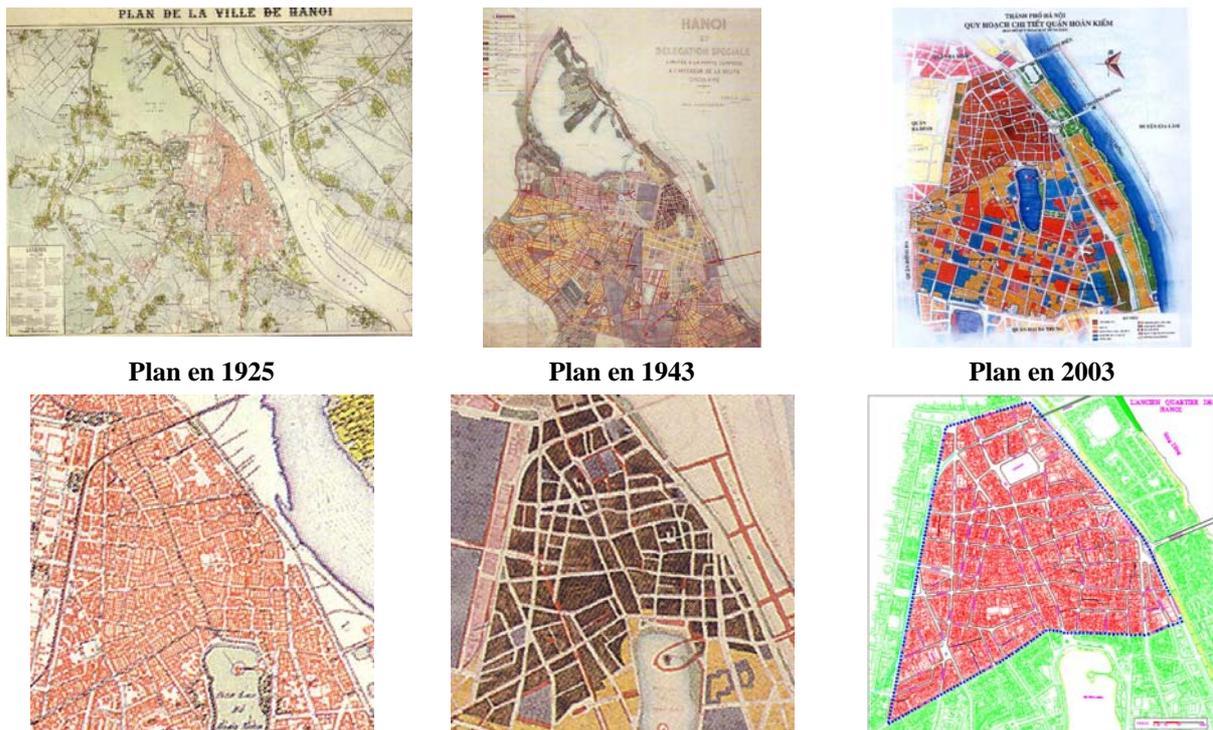


Figure IV.3 : Les plans du vieux quartier en 1925, 1943 [CLEM01], 2003

Au cours du processus de développement urbain suivant, le tracé de la rue ne s'est pas transformé, des années quarante jusqu'à aujourd'hui. La trame était fixe, les axes des rues principales étaient aussi les axes de circulation importants dans le vieux quartier, cependant la morphologie de la rue a fortement changé. Le tissu de la rue semble plus compact, l'axe de la rue est plus alignant. La haute densité des constructions en est la cause principale réduisant l'espace des rues. Il n'y a donc pas d'autre espace vide dans le vieux quartier, les rues sont devenues l'unique « creux » dans le quartier.

Le vieux quartier est le secteur ayant la densité de rue la plus grande de la ville. A l'origine formée à partir des diguettes entourant des rizières, le tracé de rue était organisé librement et n'avait pas un ordre unifié. Sur le plan du vieux quartier, nous pouvons définir deux groupes de rue : les rues de limite et les axes de rue principaux au milieu du quartier.

a./ Les rues de limite du vieux quartier :

1. La rue Hang Dau
2. La rue Phung Hung
3. Les rues : Hang Bong – Hang Gai – Cau Go
4. Les rues : Tran Quang Khai – Tran Nhat Duat

Nous avons présenté ces rues de limites dans un chapitre précédent (chapitre II).

b./ Les axes principaux au milieu du vieux quartier :

1. Les rues : Hang Dao - Hang Ngang - Hang Duong - Dong Xuan - Hang Giay
2. Les rues : Hang Luoc - Cha Ca - Hang Can - Luong Van Can
3. Les rues : Hang Cot - Hang Ga - Hang Dieu - Hang Da
4. Les rues : Hang Ma - Hang Chieu

5. Les rues : Bat Dan - Hang Bo - Hang Bac



Le plan de vieux quartier



L'axe 1: Rues Hang Dao – Hang Ngang – Hang Duong – Hang Giay



L'axe 2: Rues Hang Luoc – Cha Ca – Hang Can – Luong Van Can



L'axe 3: Rues Hang Cot – Hang Ga – Hang Dieu – Hang Da



L'axe 4: Rues Hang Ma – Hang Chieu



L'axe 5: Rues Bat Dan – Hang Bo – Hang Bac

Figure IV.4 : Les axes principaux dans le vieux quartier

Les autres rues ont pour fonction de relier les rues principales entre elles créant un maillage libre. Les rues de limite ou périphériques représentent la frontière du quartier le reliant aux

autres secteurs de la ville. En particulier, la rue Tran Quang Khai à l'Est est la voie principale de la ville. C'est un axe de la circulation artérielle et un carrefour important pour aller aux autres provinces. Le chemin de fer traverse le quartier à cet endroit.

IV.2.1.2 : Calibrage ou typologie de la rue

Le vieux quartier s'est formé à la fin du XVIII^e siècle, le calibrage de la rue était donc encore petit. Ce calibrage correspond aux moyens de transports simples de cette époque. Il était le même pour les anciens centres villes dans les autres villes du monde. La plupart des rues ont une largeur de 7 à 10 mètres. En particulier, il y a des ruelles dans ce secteur dont les largeurs varient entre 2 et 3 mètres. Ces dernières sont des particularités spécifiques au quartier.

Sur la figure IV.5, nous pouvons classer les typologies de rue en trois catégories de largeur :

- large (la rue Tran Nhat Duat et la rue Tran Quang Khai)
- moyenne (les axes de rues principales)
- petite (les ruelles et les impasses)



Figure IV.5 : Typologies de rue

Ces typologies déterminent également le classement de la voie correspondante dans le vieux quartier [GAUT03]:

- La voie artérielle
- La voie ordinaire ou de desserte
- La voie de distribution

Nous savons que le point de départ du vieux quartier est le regroupement des villages artisanaux. Sa structure a donc des effets sur le mode d'organisation urbain. La composition urbaine est constituée de compartiments ou maisons-tube, qui produisent une disposition régulière à l'échelle de la rue. Les rues sont utilisées pour la circulation. Les rues périphériques sont reliées aux autres secteurs et autres zones de la ville. L'axe des rues principales a une fonction de répartition du trafic dans le quartier et vers les autres secteurs

de la ville. Les ruelles ont une fonction de distribution et sont reliées à la rue principale. Cependant, la rue peut être un lieu commercial à l'occasion de Nouvel An traditionnel, ce qui est une caractéristique du quartier.



Rue Hang Luoc dans les jours de Nouvel An



Rue Hang Dao au soir dans le week-end

Figure IV.6 : La fonction secondaire de la rue dans les jours fériés

Les rues du vieux quartier ne sont pas de typologie multiforme comme celles des anciens centres villes en France. Trace d'une société rurale, les éléments de bases urbains sont des petites maisons dont la façade joue un rôle très important dans les rues pour commercer. Les maisons sont disposées de façon continue tout le long des rues. C'est pourquoi il n'y a qu'une typologie de rue dans le vieux quartier. Dans l'étude des parcelles, c'est la continuité du tissu qui caractérise le lien étroit entre la façade de la maison et la rue.

IV.2.1.3 : Forme de la rue

La plupart des rues ont la même forme. Les rues sont étroites (quelques rues en « U ») et bordées par les maisons-tube denses et serrées. Il est difficile de trouver un espace vide entre deux maisons. La haute densité de construction empêche souvent les populations de commercer, du fait du manque de superficie dans les locaux.

Les entrées des maisons-tube forment des impasses qui sont une particularité forte du vieux quartier. Ce type de corridor existe partout dans les îlots. Sur la photo aérienne, nous pouvons bien voir la disposition compacte des maisons-tube et la façon dont cela crée des rues fermées sans espace vide.

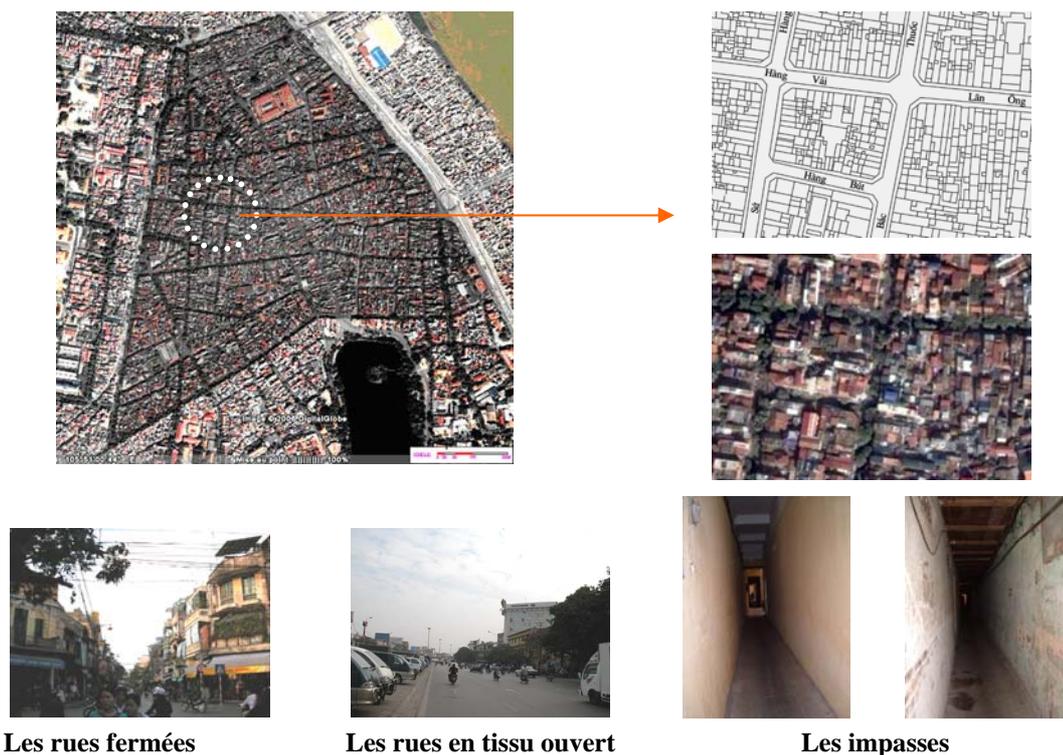


Figure IV.7 : La forme de la rue

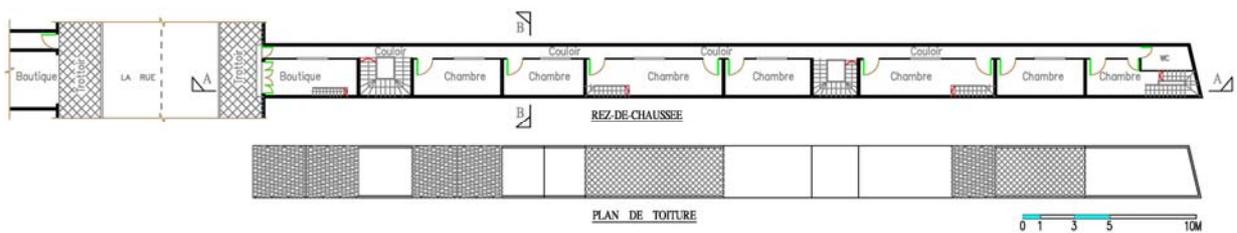
IV.2.2 : Morphologie de l'îlot

L'îlot est un élément d'étude essentiel dans la morphologie urbaine du vieux quartier. C'est le sujet qui nous intéresse dans le processus de développement urbain. « A l'origine, la cité est constituée de villages parsemés situés à la croisée des digues qui protègent des rizières ; les maisons étaient construites sur des remblais pris sur la terre des rizières participant à la constitution d'un réseau de lacs et d'étangs. Les commerces se sont développés le long des digues, formant des extensions linéaires ; sur la base d'unités dictées par les lois hydrographiques et la culture du riz, les ingénieurs français ont découpé en lotissement des parcelles encore agricoles, en traçant de nouvelles rues qui permettront de densifier et de constituer définitivement le quartier » [GIRA01, p281]

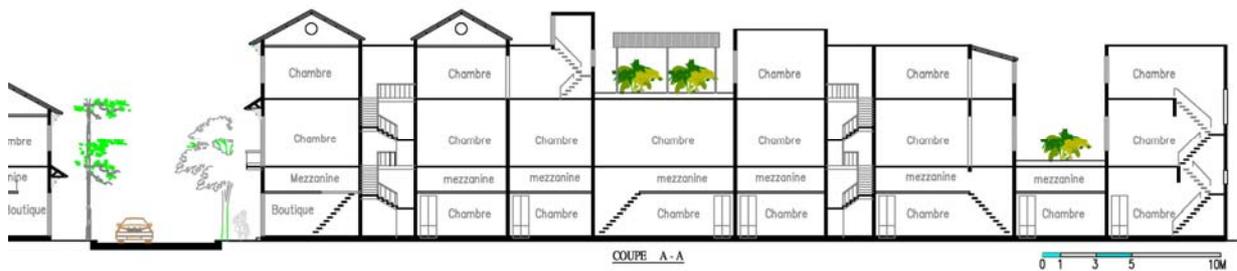
A partir de cette étude, nous pouvons dire que le processus de formation des îlots du quartier s'est basé sur les besoins essentiels du commerce. Ceci a permis de définir les limites des îlots quand le réseau de la rue s'était stabilisé. « L'évolution de la fonction commerciale s'est traduite par des divisions d'îlots offrant plus de surfaces commerciales et moins de surfaces agricoles » [GIRA01, p282]. A ce moment là, la plupart des îlots étaient vides au milieu. Cependant, au cours du développement économique et urbain, la demande de logement augmentant fortement, les vides ont pratiquement disparu, les lacs et les étangs se sont bouchés. Les îlots sont devenus denses et serrés.

IV.2.2.1 : Densité de construction

Comme nous l'avons indiqué en introduction de cette partie, le vieux quartier se caractérise par la mixité d'usage de l'espace urbain (résidence, artisanat, commerce et lieu de culte...). Les éléments structurants de base sont donc les compartiments anciens appelés « maison-tube », les rues commerçantes étroites en « U » qui constituent le caractère compact du centre marchand au sein de la ville. Les maisons qui ont une petite façade (de 4 à 6 mètres de large) et une très grande longueur. En général, la maison-tube standard a une largeur de 3 à 4 mètres et une profondeur moyenne de 20 à 40 mètres. La longueur maximale ne dépasse pas les 100 mètres.



Le plan et le toit d'une maison-tube



La section longitudinale



La façade et la section transversale



La photo de la maison

Figure IV.8 : Une maison-tube typique

Concernant la structure urbaine, nous pouvons considérer la maison dans le vieux quartier comme le noyau du tissu urbain. « Contrairement aux parcelles françaises, celui du quartier marchand n'est pas le résultat d'une permanence très ancienne remaniée par regroupement ou percée. La profondeur de la parcelle se stabilise peu à peu, les parcelles les plus profondes devant correspondre sûrement aux commerçants les plus riches. Une fois les lacs asséchés, la conquête du centre de l'îlot s'est traduite par le prolongement de la parcelle existante sur la rue et donnant des formes en lanière liées aux maisons-tube ou compartiment. La limite en fond de parcelle est souvent mal définie, cette convergence vers

le cœur de l'îlot a laissé des terrains sans accès direct à la rue. Les ruelles et les impasses irriguent le centre de l'îlot » [GIRA01, p281]

Ces remarques peuvent expliquer la densification urbaine dans les îlots, ce qui entraîne l'existence d'un élément urbain lié à l'usage : les impasses dans les maisons-tube.



Figure IV.9 : Quelques impasses du quartier

Dans la partie précédente (le tissu et la structure de la rue), nous avons abordé le processus de formation du réseau de la rue et la définition des limites des îlots. Dans cette partie, nous voulons présenter la cause de la densification urbaine. Du point de vue de la morphologie, la densité de construction est une des particularités du vieux quartier. Lorsque la densité de construction atteint environ 100% de superficie dans les îlots, ces derniers déséquilibrent le tissu urbain. Les îlots sont devenus une masse compacte. Concernant l'organisation de l'espace, la proportion entre l'espace vide et l'espace plein est un indice qui traduit clairement une bonne structure urbaine ou non.

IV.2.2.2 : Façade et hauteur de bâti

La densité de construction et les anciennes maisons ont amené une caractéristique spécifique dans le vieux quartier. Le processus d'urbanisation associé à un fort développement économique a transformé la structure des maisons-tube et les façades de ces maisons. Il existe plusieurs raisons pour lesquelles le vieux quartier ne peut garder toutes les anciennes maisons dans leur organisation initiale : les conditions économiques, la situation sociale, la politique urbaine,.... Le mélange des types architecturaux apporte maintenant de la variété au tissu urbain et le nombre de types de maisons se multiplie dans le vieux quartier augmentant la richesse des styles.

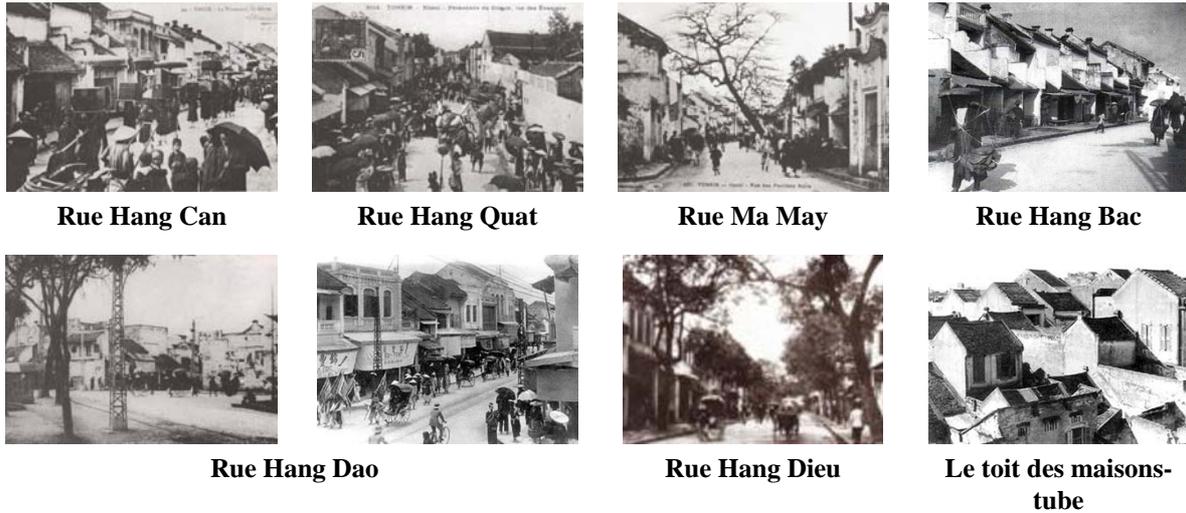


Figure IV.10 : Photos des anciennes maisons au début du XX^e siècle¹⁹

« Jusqu’à la fin des années 80, la morphologie urbaine du vieux quartier a conservé, dans l’ensemble, son homogénéité : qu’il s’agisse *des compartiments anciens vietnamiens* (d’un ou deux niveaux), construits en matériaux locaux (briques, bois, tuiles), *des compartiments chinois* de deux niveaux, souvent plus richement décorés, *des maisons françaises* en dur, de deux ou trois niveaux, dont les façades reflètent différents styles occidentaux (classique, régional, art-déco, moderne...). Et *encore les maisons modernes* en béton de deux à trois niveaux qui sont construites par les Vietnamiens dans les années soixante, et particulièrement depuis l’année soixante-dix, toutes ces maisons sont dispersées dans un tissu urbain ancien, compact et coexistent harmonieusement entre elles, constituant le caractère naturel d’un paysage urbain détenant une valeur patrimoniale spécifique » [NGQT01, p25].

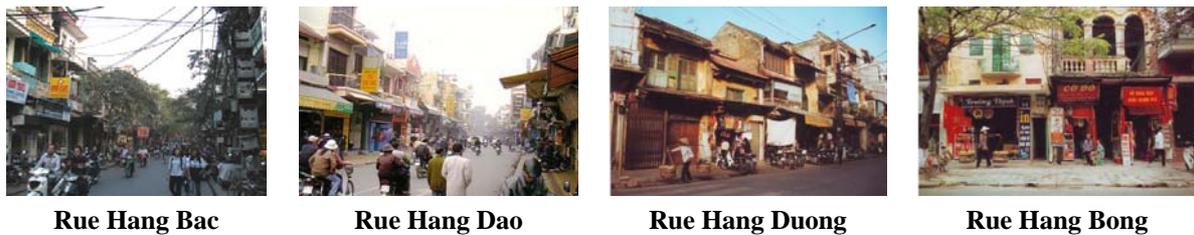


Figure IV.11 : Photos des maisons-tube actuelles

IV.2.2.3 : Disposition de bâti

Après le processus de densification dans le vieux quartier, nous allons aborder l’évolution et la disposition des constructions. Comment sont-elles organisées ? Nous avons vu que la structure de la rue est organisée d’une manière libre dans le vieux quartier. Les îlots ont des formes différentes : rectangle, carré, triangle, quadrilatère irrégulier et des dimensions différentes : un côté très long, un côté très court. En outre, chacun a des échelles différentes : grand, petit, etc....C’est pourquoi, les maisons étaient disposées de façon à

¹⁹ <http://www.hanoi.gov.vn>

s'adapter à la forme de l'îlot. En général, la plupart des maisons (ou compartiments) sont placées perpendiculairement à la rue. Celles situées aux angles des îlots sont peu profondes, alors que celles au milieu peuvent atteindre plus de 50 mètres de long.



Figure IV.12 : La disposition de bâti dans un carrefour

En regardant le plan et les coupes de la figure IV.8, on remarque que la demande de superficie commerciale concourt à créer un espace boutique. La façade présente alors un profil spécifique qui induit un effet sur la perception du paysage sonore.

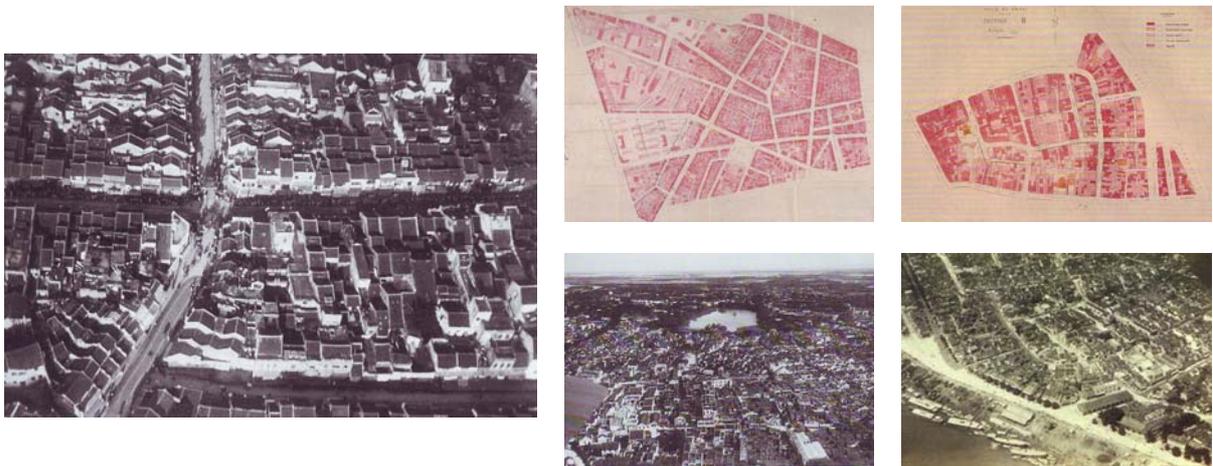


Figure IV.13 : Photos aériennes de la disposition des maisons-tube au début du XX^e siècle [CLEM01]

Sur les anciennes photos de la figure IV.10, nous pouvons constater qu'il y a toujours un espace de tampon devant les maisons. Cet espace, lieu où l'on vendait les marchandises se situe à une certaine distance du bord du trottoir. Il y avait un étage et les profils des maisons n'étaient pas alignés dans la rue.



Figure IV.14 : Photos actuelles

Au contraire, sur les photos actuelles, nous constatons que l'espace devant les maisons a beaucoup changé. La demande de superficie a modifié la structure de la maison non seulement à l'intérieur mais aussi à l'extérieur. La plupart des portes des maisons ont été déplacées en bordure de trottoir où elles deviennent la limite entre maison et rue. L'ancien espace public est devenu l'espace de la maison où l'on vend les marchandises. Les maisons sont alignées, elles créent un profil de rue continu (figure IV.14).

IV.2.3 : Morphologie des espaces libres

Les espaces libres sont souvent des points de repères dans la composition urbaine. Ils permettent d'équilibrer l'espace dans la structure et le tissu urbain. Nous nous intéresserons aux places, aux cours et aux jardins dans leur agencement. Concernant le vieux quartier, nous constatons une disproportion entre l'espace plein et l'espace vide. Les espaces pleins occupent la plupart de la surface. Les espaces vides se situent aux carrefours et au niveau des petites cours dans les maisons-tube. Ceci est dû à l'accroissement spontané de la densité de la construction.

IV.2.3.1 : Disposition de l'espace libre

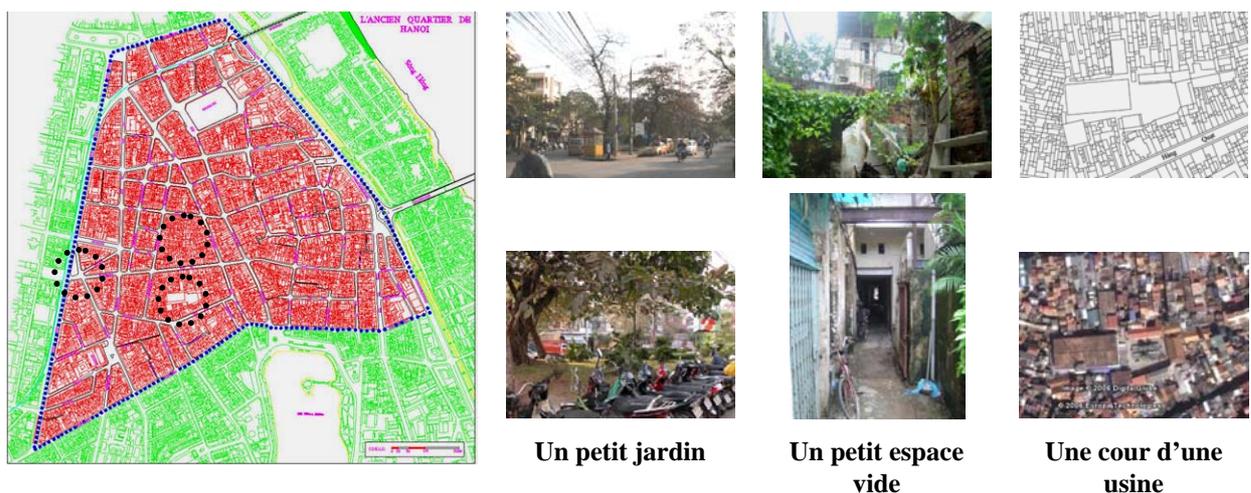
Dans les parties précédentes, nous avons abordé le mode d'organisation urbaine du vieux quartier. Il s'agit ici d'analyser la participation des espaces vides à la constitution du tissu urbain. Le vieux quartier s'est formé et développé durant des centaines d'années. Il n'y a pas eu d'aménagement urbain récent qui soit venu modifier la structure héritée de son évolution au cours du temps. Ainsi, le développement urbain spontané est la raison pour laquelle nous n'avons pas pu trouver d'espace libre typique dans le vieux quartier.

- *Les places ou placettes* publiques ne sont que l'espace occupé par les carrefours et celui situé en face des marchés. Ces places sont élargies à partir des intersections. C'est une particularité de la formation du vieux quartier. Les espaces vides autour des marchés sont animés durant la journée.



Figure IV.15 : Les places dans le vieux quartier

- *Les jardins et les cours* sont rares dans le vieux quartier ; les jardins publics n'ont jamais existé, la densification a fait disparaître les jardins privés au sein des îlots. Maintenant, il y a un petit jardin unique dans la rue Phung Hung. On trouve néanmoins de la végétation arborescente au tout long des rues. Les cours intérieures sont réduites dans les maisons-tube. Ces cours sont une des particularités morphologiques spécifiques du quartier.



Un petit jardin

Un petit espace vide

Une cour d'une usine

Figure IV.16 : Le jardin et quelques espaces vides dans le vieux quartier

Dans la figure IV.16, nous voyons une grande cour ce qui est rare dans le vieux quartier ; cet espace est une cour d'usine.

IV.2.3.2 : Forme - Volume et la fonction de l'espace libre

Comme dans le cas de sa disposition, la forme de l'espace libre n'a pas de particularité spécifique. La plupart *des places* n'ont pas changé depuis que le quartier s'est formé. Les carrefours sont de forme ouverte, parce qu'ils sont souvent des lieux de transition entre deux typologies du tissu urbain. Nous pouvons les voir clairement sur le plan du quartier ; la partie du côté de la rue du vieux quartier est plus serré que celui en dehors du quartier. Dans tous les coins du quartier, nous trouverons rarement une place standard, en dehors de l'espace libre se situant autour du marché Dong Xuan. Cependant, cet espace est souvent occupé par la population et des moyens de transports. En outre, l'espace en face du marché Hang Da, est dû à l'association d'une demi-place et un demi-carrefour (figure IV.15).

Contrairement aux places dans le quartier, *les cours* intérieures sont un espace à l'intérieur des maisons-tube. Les maisons-tube se composent de pièces polyfonctionnelles desservies la plupart du temps par un long couloir interrompu par une ou plusieurs cours qui facilitent la ventilation naturelle et qui apportent un peu de lumière dans les pièces centrales. Alors les cours intérieures ont des effets importants dans le processus d'usage. Cependant, ces cours sont maintenant réduites par la construction d'autres bâtiments sur la parcelle, à des périodes successives. En outre, nous pouvons voir que les jardins sont toujours reliés à la cour (figure IV.16).

IV.2.4 : Ilot typique étudié

Après avoir abordé les éléments de base du vieux quartier, il s'agit ici de choisir l'îlot à étudier ? C'est à dire celui qui traduira le plus clairement ces particularités spécifiques. Il y a quatre-vingt îlots au total dans le vieux quartier. Chaque îlot a une superficie, une dimension, une forme, une position différente.

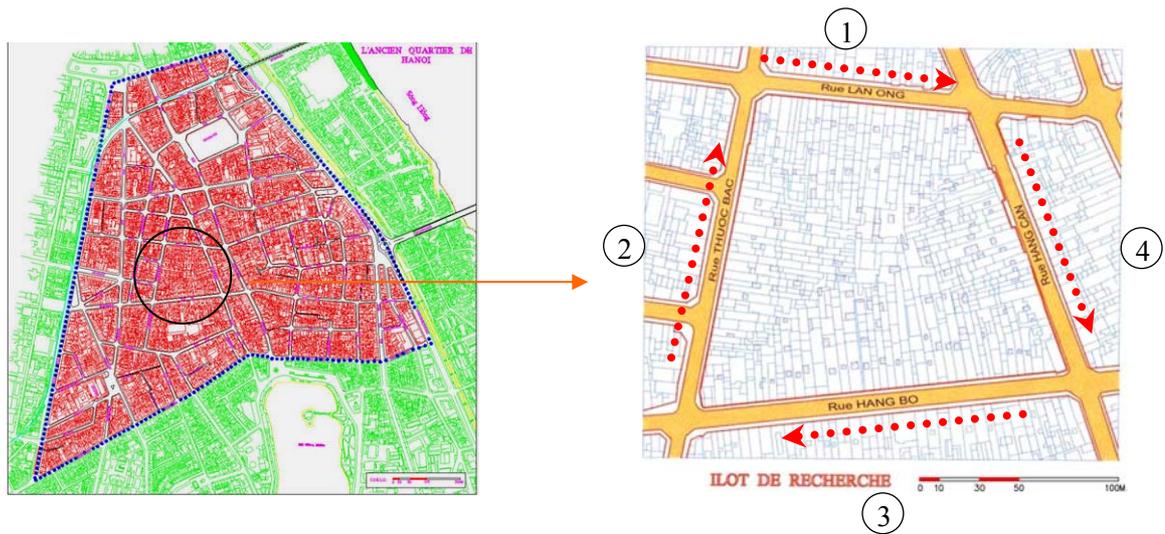
Nous constatons que les morphologies urbaines sont assez identiques dans la totalité du vieux quartier. Les îlots ont les mêmes particularités tant en termes de densité de bâti, d'éléments composants, de structure, d'échelle, d'activité urbaine, de position. Malgré cela, chaque îlot a des particularités morphologiques différentes.

IV.2.4.1 : Particularité de l'îlot étudié

Nous avons choisi l'îlot ayant la plus grande superficie dans le vieux quartier. Cet îlot présente la plus grande profondeur de maison, la plus grande des maisons et le plus d'impasses.

Les limites de l'îlot sont définies par les rues :

1. Rue Lan Ong
2. Rue Thuoc Bac
3. Rue Hang Bo
4. Rue Hang Can.



Le plan de l'îlot étudié



Rue Hang Bo



Rue Thuoc Bac



Rue Lan Ong



Rue Hang Can

Figure IV.17 : Les rues de limite de l'îlot typique étudié

Les rues Lan Ong, Thuoc Bac, Hang Bo sont des rues à double sens, de largeur moyenne. Alors que, la rue Hang Can est à sens unique, en même temps elle est l'axe de circulation essentiel tout le long du quartier, du Nord au Sud. C'est pourquoi le trafic y est aussi dense.

IV.2.4.1.1 : Echelle de l'îlot étudié

L'îlot étudié se situe au centre du vieux quartier. C'est un quadrilatère aux côtés inégaux. La longueur de côté des rues Lan Ong, Thuoc Bac, Hang Bo et Hang Can sont de 117, 180, 208 et 157 mètres (mesurés d'un bord de la rue à l'autre).

- Superficie : 23.300 m² (2.33 hectares)
 - Densité d'habitants : 889 hab/ha (la densité moyenne dans le vieux quartier)
 - Emprise de bâti : Environ de 100 %
 - Composants urbains :
 - Le programme mixte associe le commerce et le logement.
 - Les maisons-tube sont disposées en ordre continu sur la rue
 - Le niveau de bâti : de R+0 à R+3
 - L'espace non bâti : petites cours intérieures comme des patios.
- A partir de ces indicateurs, nous mettons en évidence que l'îlot étudié a une morphologie spécifique au vieux quartier de Hanoi.

IV.2.4.1.2 : Structure et tissu de l'îlot étudié

L'îlot étudié est le plus grand îlot du quartier, typique de la structure et du tissu urbain. Nous pouvons donner ses particularités ci-dessous :

- Il est composé de petites maisons-tube. Ces maisons sont constituées d'un rez-de-chaussée ouvert sur la rue pour commercer ou produire et d'un à deux étages d'habitations.
- Les maisons-tube standard de l'îlot ont une largeur de 3 à 4 mètres et une profondeur moyenne de 20 à 50 mètres.
- La plupart de maisons-tube sont placées perpendiculairement à la rue. Celles placées aux angles de l'îlot sont peu profondes, alors que celles du milieu peuvent atteindre plus de 50 mètres de longueur.
- Cette profondeur considérable entraîne une distribution des locaux par un couloir étroit, et une alternance de pièces fermées et de cours à ciel ouvert (cour intérieure)



Figure IV.18 : Vue du tissu serré de l'îlot sur la photo aérienne

IV.2.4.2 : Particularités dominantes de la morphologie urbaine de l'îlot étudié

La morphologie urbaine traduit l'image spécifique d'une ville. Au cours de l'étude, nous constatons que la morphologie urbaine est identique dans tout le vieux quartier bien que son caractère soit différent dans chaque îlot. Nous proposons de traiter trois particularités qui apparaissent comme étant dominantes dans l'îlot étudié. Chacune d'entre elles explicite un élément urbain de base de la ville :

- *Le tissu urbain serré.* Cette particularité morphologique caractérise la densité de construction dans les îlots.
- *L'espace ouvert au rez-de-chaussée* engendre le profil du bâti du côté de la rue.
- *Le couloir étroit* est une spécificité de la structure de la maison-tube, qui peut être traité comme une impasse.

IV.2.4.2.1 : Tissu urbain serré de l'îlot étudié

Sur le plan du vieux quartier, nous voyons que les petits compartiments composent un tissu serré et compact sur la totalité de l'îlot. Généralement, chacun correspond à une maison-tube. Ainsi, nous distinguons difficilement la limite de ces maisons-tube surtout au sein de l'îlot. Leurs longueurs sont différentes, parce que la densification spontanée au centre a déformé la géométrie des compartiments.



L'îlot dans les années quarante



L'îlot actuel



Les photos au sein de l'îlot

Figure IV.19 : L'îlot étudié

Sous l'aspect de la gestion administrative, à chaque compartiment correspond une maison et il porte un numéro de bâti dans la rue. On peut compter combien qu'il y a de maisons sur un

côté de rue. Nous pouvons aussi chercher la largeur moyenne de la maison et en même temps, chercher la maison la plus profonde de la rue dans le tableau ci-dessous :

	La rue Lan Ong	La rue Thuoc Bac	La rue Hang Bo	La rue Hang Can
Longueur de rue	109 mètres	167 mètres	182 mètres	141 mètres
Quantité de maisons	25 (de N ^o 21 à 79)	41 (de N ^o 35 à 113)	40 (de N ^o 18 à 88)	28 (de N ^o 02 à 56)
Largeur moyenne	4,3 mètres	4,1 mètres	4,5 mètres	5,0 mètres
La plus profonde	77 mètres (numéro 47)	67 mètres (numéro 69)	71 mètres (numéro 46)	54 mètres (numéro 22)

Tableau 5 : Statistiques géométriques de l'îlot étudié

Sur la photo aérienne (figure IV.18), nous pouvons bien constater que les parcelles de chaque compartiment sont disposées de façon compacte et se prolongent jusqu'au centre de l'îlot. Les toits de tuile moutonnants créent une composition de masse désordonnée. On distingue difficilement la limite des parcelles, parce qu'elles sont étroitement assemblées.

De plus, le processus de la densification de la maison se déroule évidemment non seulement en plan (dans le sens horizontal) mais aussi de façon à accroître le volume des compartiments (dans le sens vertical). Les maisons d'origine (d'un à deux étages) ont été déformées dans leur structure, en les rénovant on a ajouté des étages (de trois à quatre étages). Ceci peut s'expliquer par la demande croissante de superficie résidentielle dans le vieux quartier.

IV.2.4.2.2 : Espace ouvert au rez-de-chaussée de la maison-tube

Nous avons déjà abordé la particularité commerciale du vieux quartier et donc de l'îlot étudié. Le petit commerce effectué dans chaque maison, se déroule dans toutes les villes au Vietnam surtout dans leur secteur central. La valeur de la maison augmente donc fortement si l'on profite d'une superficie maximale pour commercer. De plus, l'économie de marché a exacerbé la rivalité commerciale : la porte du rez-de-chaussée du magasin a besoin de s'ouvrir le plus largement possible pour exposer les marchandises. C'est pourquoi, la plupart de portes sont ouvertes sur la rue, le rez-de-chaussée devenant un espace libre.

Nous allons rechercher cette structure ouverte dans chaque rue et analyser sous forme statistique le pourcentage d'espace ouvert au rez-de-chaussée dans chaque maison.

- *La rue Lan Ong* : cette rue a 25 numéros (c'est-à-dire qu'il y a 25 maisons) dont 24 magasins ouverts au rez-de-chaussée, ce qui signifie qu'il atteint 96% d'espace utilisé.

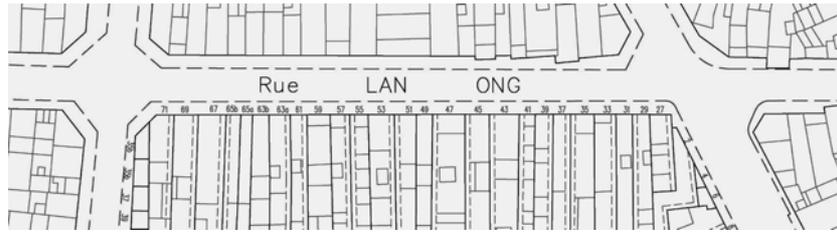


Figure IV.20 : L'espace ouvert au rez-de-chaussée dans la rue Lan Ong

- *La rue Thuoc Bac* : cette rue a 41 numéros dont 40 magasins ouverts au rez-de-chaussée, ce qui signifie aussi qu'il atteint 98% d'espace utilisé.

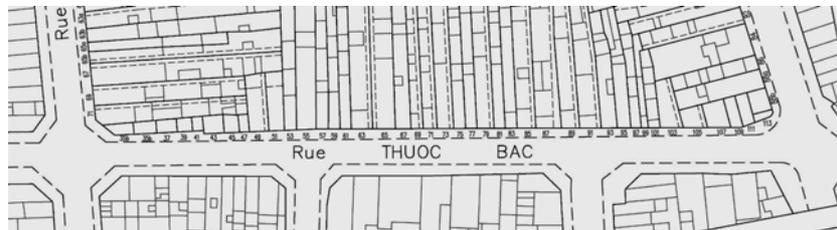


Figure IV.21 : L'espace ouvert au rez-de-chaussée dans la rue Thuoc Bac

- *La rue Hang Bo* : cette rue a 40 numéros dont 39 magasins ouverts au rez-de-chaussée, ce qui signifie qu'il atteint 98% d'espace utilisé.

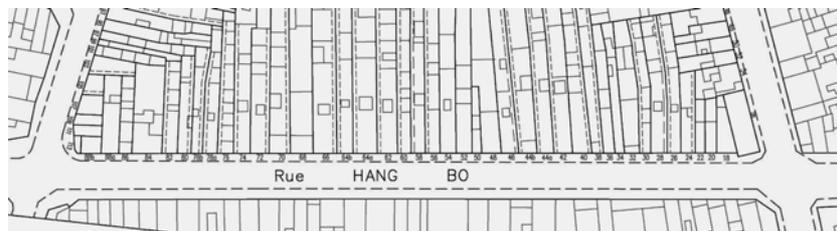


Figure IV.22 : L'espace ouvert au rez-de-chaussée dans la rue Hang Bo

- *La rue Hang Can* : cette rue a 28 numéros dont 26 magasins ouverts au rez-de-chaussée, ce qui signifie qu'il atteint 93% d'espace utilisé.

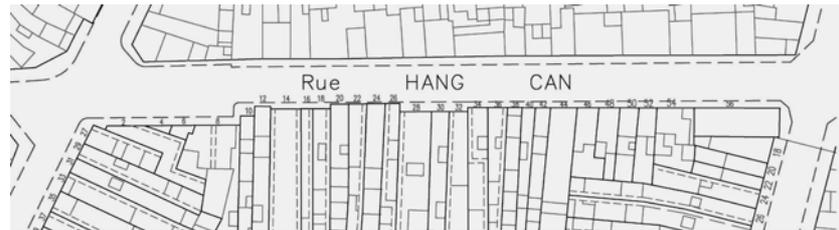


Figure IV.23 : L'espace ouvert au rez-de-chaussée dans la rue Hang Can

Nous avons analysé la particularité morphologique du rez-de-chaussée de la maison-tube. L'espace libre du rez-de-chaussée est une particularité dans la structure de la maison qui contribue à créer une série d'espaces libres tout au long de la rue. Ceci a un effet sur la structure morphologique de la rue et par conséquent sur la perception de son paysage sonore.

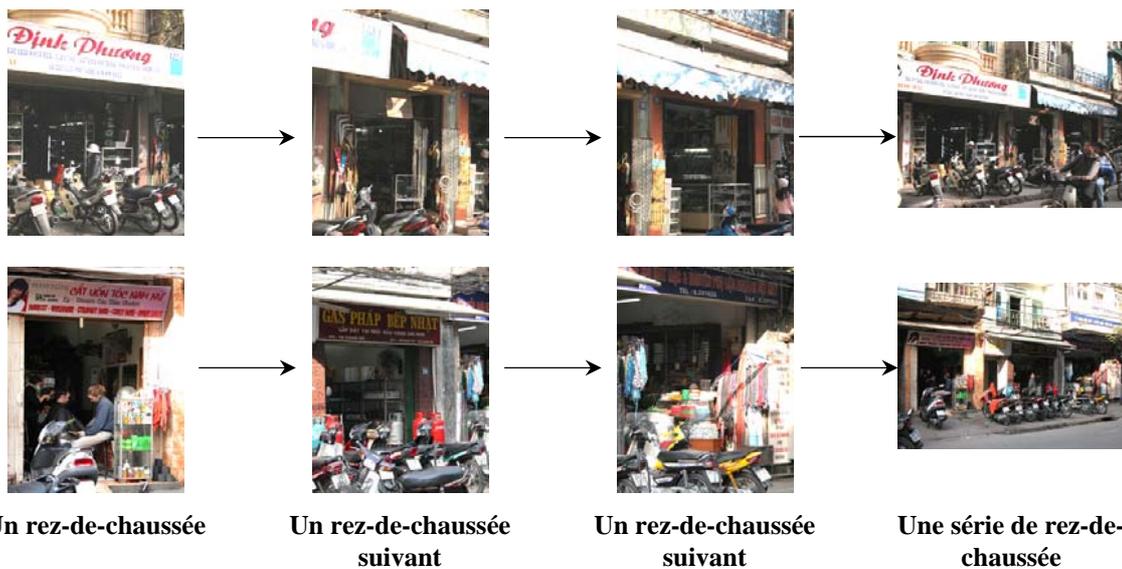


Figure IV.24 : La structure ouverte au rez-de-chaussée

La morphologie de l'espace libre du rez-de-chaussée change aussi suivant le type de commerce et le moment dans la journée. Tous les magasins sont ouverts toute la journée (du matin au soir) Cependant, si quelques magasins ferment à dix-neuf heures, la plupart sont ouverts jusqu'à vingt-deux heures le soir. De ce fait on observe une modification de la répartition des espaces libres le soir. Au cours de cette étude il ne nous a pas été possible d'organiser des campagnes d'enregistrement à ces moments de la journée.

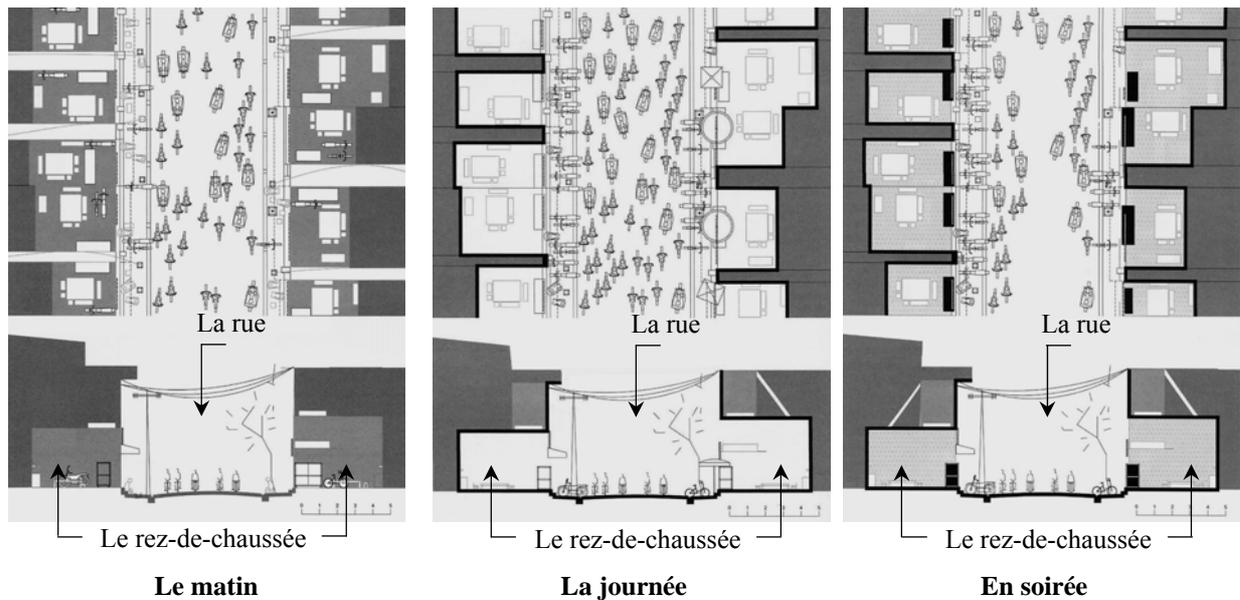


Figure IV.25 : Modification de l'espace libre du rez-de-chaussée au cours de la journée [KHAW01]

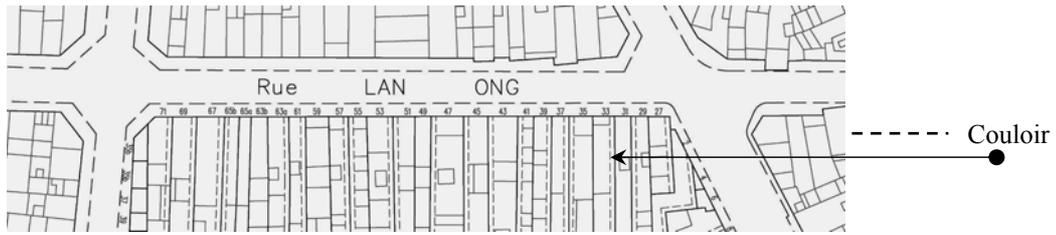
IV.2.4.2.3 : Couloirs étroits dans les maisons-tube

Comme les autres particularités morphologiques, les couloirs étroits (le terme vietnamien est l'impasse) sont spécifiques du vieux quartier :

- Sous l'angle de la fonction, le couloir est l'unique accès par lequel on peut entrer depuis la rue. Les cours intérieures et les couloirs sont considérés comme de l'espace public dans chaque maison. Cependant, comme la superficie des cours est réduite pour répondre aux autres besoins des gens, ces couloirs sont devenus un espace multifonctionnel dans la maison : voie de circulation et également lieu d'usage pour la vie quotidienne.
- Sous l'angle de la morphologie, le couloir est une partie de la maison. Il s'étend le long de la maison, depuis la rue jusqu'au fond de la parcelle. La largeur des couloirs dépend de la largeur de la maison. Normalement, elle va de 0,7 à 1,0 mètres. Il y a rarement des couloirs de plus de 1,2 mètres. La hauteur des couloirs est aussi très basse, environ 2 mètres. On utilise l'espace en haut du couloir pour mettre les meubles ou pour habiter. Ceci est souvent une façon de récupérer de la superficie habitable dans le vieux quartier.

Dans l'îlot étudié, il y a total 70 couloirs (impasses ou corridors) pour 153 maisons-tube. En général, il existe un couloir dans les maisons collectives où vivent de plusieurs familles. Voyons comment ils sont répartis dans par chaque rue.

- *La rue Lan Ong* : cette rue a 20 couloirs pour 25 maisons.



Impasse 71 Impasse 67 Impasse 63 Impasse 53 Impasse 43 Impasse 33

Figure IV.26 : Quelques couloirs dans la rue Lan Ong

- *La rue Thuoc Bac* : cette rue a 13 couloirs pour 41 maisons.



Impasse 85 Impasse 79 Impasse 73 Impasse 69 Impasse 65 Impasse 51

Figure IV.27 : Quelques couloirs dans la rue Thuoc Bac

- *La rue Hang Bo* : cette rue a 25 couloirs pour 40 maisons.

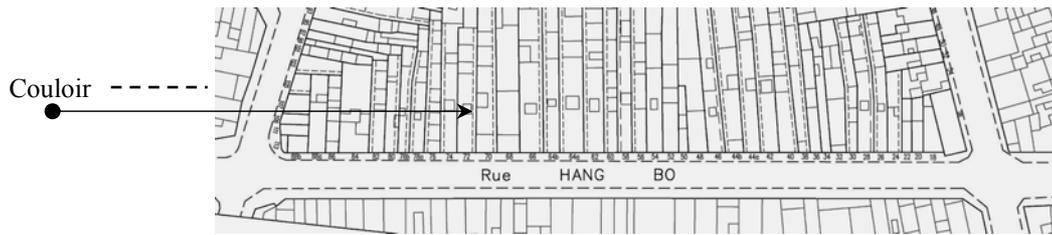


Figure IV.28 : Quelques couloirs dans la rue Hang Bo

- La rue Hang Can : cette rue a 12 couloirs pour 28 maisons.



Figure IV.29 : Quelques couloirs dans la rue Hang Can

La proportion entre la quantité de couloirs et la quantité de maisons est caractéristique d'un tissu compact et d'une superficie résidentielle occupée par une grande densité de population.

IV.3 : Morphologique des éléments urbains de base du quartier Saint-Michel à Bordeaux

Comme la partie étudiée du vieux quartier de Hanoï, le quartier Saint-Michel est un des quartiers les plus anciens de Bordeaux. Il se situe en plein cœur de la ville, à demi inclus dans le secteur sauvegardé. Le quartier Saint-Michel s'est formé autour de l'église qui lui a donné son nom à partir du XII^e siècle. Ce secteur est toujours le cœur du quartier.

Malgré de nombreux changements de structure urbaine, le quartier Saint-Michel actuel s'articule autour de l'espace Saint-Michel et les rues en « U » étroites convergent vers cet espace. La trame des rues est libre créant beaucoup d'îlots irréguliers. Ceci explique la structure apparemment décousue du quartier. De même, la convergence de rues a créé des carrefours comme les petites places, ce qui facilite la circulation et en même temps, apporte une grande variété de formes urbaines.

Le quartier Saint-Michel a une morphologie caractéristique des centres anciens européens, avec un tissu urbain dense, libre et morcelé en îlots par les petites rues, les ruelles et les impasses. Il y a beaucoup de cours intérieures dans ce tissu dense, de places et en particulier, on peut noter la plus grande d'entre elles : la place Saint-Michel. C'est un des lieux les plus spécifiques de la ville avec de nombreuses activités urbaines.

Ce quartier a un caractère essentiellement populaire, souvent avec une population modeste. La plupart des bâtis sont résidentiels, avec un seul accès et avec de petites fenêtres en façade, le profil de maisons est simple et dans l'alignement de la rue [BROC96].

IV.3.1 : Morphologie de la rue

Au cours de notre étude sur le quartier Saint-Michel, nous avons constaté que la composition urbaine du quartier correspond à celle de la fin du XIX^e siècle. La trame des rues est irrégulière, leur largeur correspond à celle nécessaire à la marche à pied et aux moyens de circulation de cette époque.

Sous l'angle morphologique, la plupart des rues au milieu du quartier ont des particularités identiques. Quelques rues de limite (les quais, les cours) ont des caractéristiques différentes. Du point de vue de l'usage, la plupart des rues n'ont qu'une fonction de circulation et de parking. Ceci est une différence notable par rapport à l'usage des rues dans le vieux quartier de Hanoï.

IV.3.1.1 : Trame urbaine et tissu de la rue

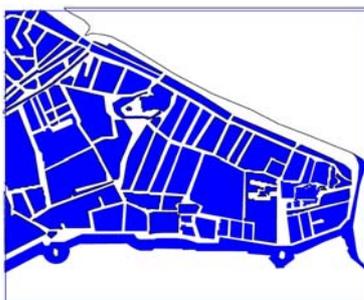
Le quartier Saint-Michel a une composition urbaine complexe et son tissu est dense, il y a beaucoup de parcelles étroites. La modification de la trame urbaine s'est fait à partir de l'ancienne ville, surtout dans le secteur central. La plupart des secteurs étaient déjà

constitués à la fin du XIX^e siècle. La trame urbaine actuelle est le résultat des nombreuses transformations nécessaires pour satisfaire les besoins des populations à chaque époque.

Le secteur Camille Pelletan et Camille Sauvageau a peu changé au cours du temps mais le secteur de la place Saint-Michel a subi le plus de transformations. La richesse du quartier a été symbolisée par l'édification en 1495 de la flèche, haute de 114 mètres. Depuis 1685, le quartier voit la création vers ses extrémités de nouveaux axes le reliant à la ville de Bordeaux en pleine expansion. Le cœur du quartier reste, lui, identique. Les îlots sont denses et compacts, bâtis autour d'édifices religieux.

La transformation majeure de ce quartier au XVIII^e siècle est l'élaboration de la façade des quais, sous Tourny (alignement du bâti). En même temps, de nouvelles places sont créées, ponctuant les nouvelles artères de la cité bordelaise, telles les places de la Victoire, des Capucins,.... Cette moitié de siècle verra le percement d'un début d'axe sur l'espace Saint-Michel. En effet, on assiste à l'ébauche de la rue Saint-François et à la création de la place Camille Pelletan.

Le paysage du quartier est bouleversé au XIX^e siècle, les couvents et les remparts ont disparus et la grande majorité des rues actuelles est tracé. Ainsi, on assiste au quadrillage, de l'îlot correspondant au terrain du couvent des Cordeliers et à son percement de part en part par le biais d'axes. Dans la première moitié du XIX^e siècle, le quartier Saint-Michel voit s'installer les ouvriers travaillant dans de nouveaux secteurs économiques : le chemin de fer et le bâtiment. Cette période constitue une étape décisive. En effet, les maisons les plus délabrées ont été démolies et une grande œuvre de rénovation est entreprise [BROC96].



Le plan en 1685



Le plan en 1755



Le plan en 1854

Figure IV.30 : Les plans du quartier Saint-Michel dans les années 1685, 1755 et 1854

La fin XIX^e siècle (en 1895) verra une intervention majeure à l'échelle du quartier, à savoir la création de la rue Gaspard Philippe privilégiant l'axe Capucins / Marché Neuf. Il s'ensuit un dégagement progressif des abords de l'église et un remaniement de l'espace, qui a eu pour l'effet de séparer physiquement et visuellement la tour et la basilique. Ce phénomène est amplifié par l'ouverture du passage reliant la place Canteloup à la rue des Faures.



Le plan en 1773



Le plan en 1891



Le plan actuel

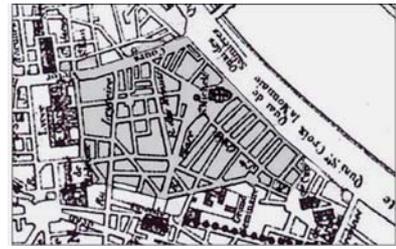


Figure IV.31 : Les plans du quartier Saint-Michel dans les années 1773, 1891 [PANE80] et 2006

En outre, nous constatons que la trame de la rue s'organise de manière relativement régulière, à partir des quais et de l'axe Camille Sauvageau. Dans ce secteur on trouve une structure de rue claire, ordonnée, plus géométrique que celui du reste du quartier Saint-Michel. En généralement, la trame urbaine du quartier est plus dense que celle des autres secteurs.

Comme dans le cas du vieux quartier de Hanoï, les axes peuvent être classés en deux groupes : les rues de limite (ou périphériques) et les axes principaux au milieu du quartier.

a./ Les rues de limite du quartier :

1. Le cours Victor Hugo
2. La rue du Mirail - la rue Gratiolet
3. La rue Bigot - la rue du Hamel - la rue du Portail
4. La rue du Port
5. Les quais des Salinières et de la Monnaie

Nous avons présenté ces rues dans le chapitre précédent donc nous ne les abordons plus dans ce chapitre.

b./ Les axes de rue principaux au milieu du quartier :

1. La rue Leyteire
2. La rue des Menuts
3. Les rues : Clare et Gaspard Philippe
4. La rue de la Porte de la Monnaie
5. La rue Camille Sauvageau
6. La rue Sainte -François



Figure IV.32 : Les axes principaux dans le quartier Saint-Michel

Ces axes sont les rues importantes, reliant le Nord au Sud, entre les secteurs qui ont des activités fortes de circulation et de commerce. Par exemple, entre le cours Victor Hugo, le cours de la Marne et le marché des Capucins, ainsi que entre le quai et le cours de la Marne. De plus, ces axes sont souvent empruntés par un flux de circulation animée toute la journée.



L'axe 1 : Rue Leyteire



L'axe 2 : Rue des Menuts



L'axe 3 : Rues Clare et Gaspard Philippe



L'axe 4 : Rue de la Porte de la Monnaie



L'axe 5 : Rue Camille Sauvageau



L'axe 6 : Rue Sainte- François

Figure IV.33 : Les photos des axes principaux dans le quartier Saint-Michel

Les autres rues reliées aux rues principales créent un maillage libre. Les rues qui limitent le quartier sont des axes de circulation importants. En particulier, les quais sur lesquels passe la ligne de tramway C depuis 2004, comportent une deux fois deux voies.

IV.3.1.2 : Calibrage et typologie de la rue

A l'intérieur du quartier les rues sont souvent à sens unique, les trottoirs sont étroits. La plupart des rues a une largeur de 7 à 9 mètres, certaines sont encore plus petites (des ruelles de 4 à 6 mètres). Le cours Victor Hugo et les quais sont les voies les plus larges. En outre, il y a des impasses dans quelques îlots. Du fait du processus historique de la modification du tissu, la largeur peut ne pas être la même tout au long de la rue.

Ainsi, nous pouvons classer les rues en trois catégories dans ce quartier :

- large (le cours Victor Hugo et les quais)
- moyenne (les rues principales)
- petite (les ruelles et les impasses)



Large

Moyenne

Petite

Figure IV.34 : Le calibrage des rues

Ces typologies déterminent également le classement des voies en fonction de leur rôle :

- La voie artérielle
- La voie de desserte

- La voie de distribution

Le cours Victor Hugo au Nord, les quais à l'Est et le cours de la Marne au Sud sont des voies artérielles. La plupart des autres rues n'ont qu'une fonction de distribution et de desserte. En particulier, les axes de rues convergents vers la place Saint-Michel (la rue des Faures, la rue Gaspard Philippe,...) sont piétonnes. Beaucoup de rues sont affectées au parking. Cette situation est la même dans les autres rues du centre ville de Bordeaux mais elle atteint ici un pic en particulier pendant le week-end.

IV.3.1.3 : Forme de la rue

Pour aborder l'étude de la forme de la rue, nous analysons non seulement les particularités de la rue elle-même, mais aussi celles des maisons qui la bordent. En outre, la forme dépend de la structure, de la composition et de la morphologie des deux façades qui se font face dans la rue.

Dans le quartier Saint-Michel, la plupart des rues sont de forme étroite en « U », c'est la forme la plus répandue dans le centre ville. Cependant, cette forme varie souvent parce qu'on trouve tout au long de la rue des petites places, des cours avancées et des espaces vides. En périphérie du quartier, les quais sont de forme ouverte, en « L ».

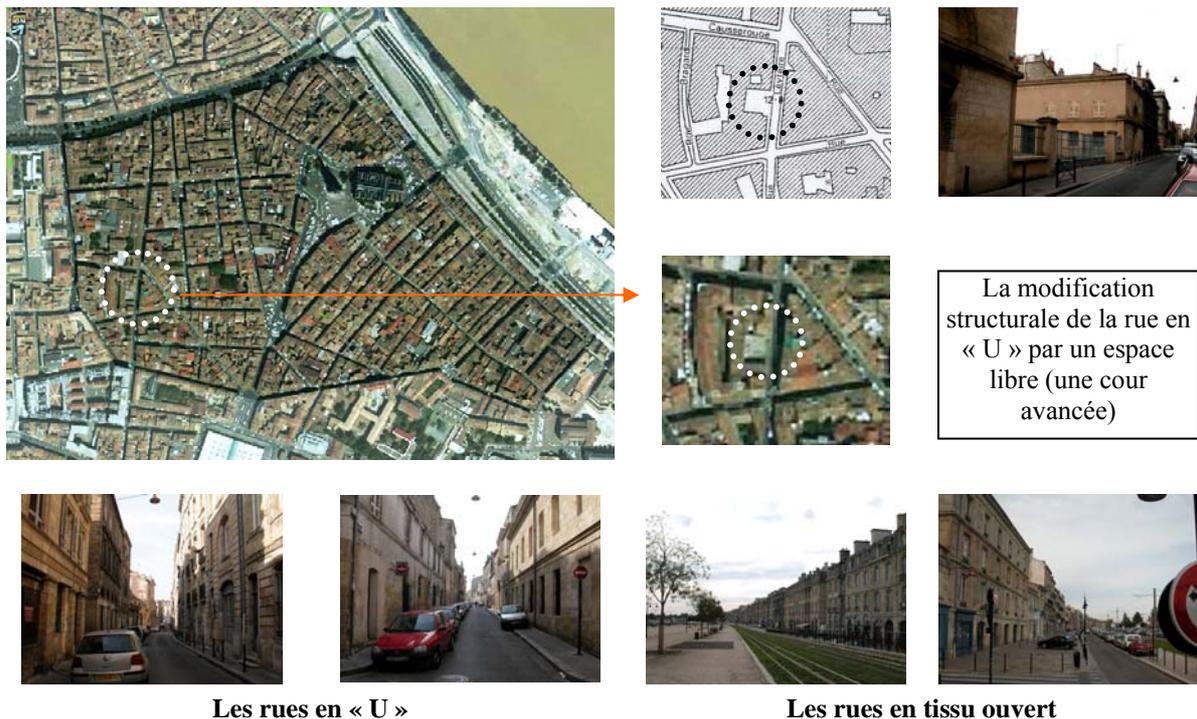


Figure IV.35 : La forme de la rue

Suivant les secteurs, on trouve des trames très ordonnées (le secteur du quai et de la rue Camille Sauvageau) ou à l'inverse plus décousus (le secteur de l'espace Saint-Michel et la rue Permentade). Nous pouvons trouver des "dents creuses" ainsi que des bordures de façade « dentées », comme sur la place Maucaillou ou l'alignement de bâti sur les quais ou les courbes régulières de la rue Camille Sauvageau ou la transformation du cours Victor

Hugo. Ces détails ne sont évidemment pas exhaustifs mais ils forment les images symboliques que tout à chacun a du quartier. De plus, nous constatons aussi que la hiérarchisation morphologique du tissu est bien souvent en adéquation avec les usages.



Place Maucaillou



Cours Victor Hugo



Rue Camille Sauvageau



Figure IV.36 : Les images symboliques de la morphologie

IV.3.2 : Morphologie de l'îlot

La morphologie multiforme des îlots est la conséquence du changement de structure de la rue dans les années de la fin du XIX^e siècle, en particulier dans le secteur de l'espace Saint-Michel.

Sur le plan du quartier, nous constatons que le secteur de l'église Saint-Michel et l'axe de la rue Clare et Gaspard Philippe divisent le quartier en deux parties, l'une à l'Ouest a de nombreuses parcelles irrégulières, l'autre à l'Est a une trame bien carrée avec de nombreuses parcelles étroites. De plus, la structure de la rue est très particulière : l'axe des rues Clare et Gaspard Philippe est en biais, comme celui de la rue Bergeret, de la rue du Hamel, de la rue des Menuts et de la rue Plenterose. Il se termine par la place Chanteloup et l'espace de l'église. Cette structure a créé certains îlots triangulaires, des îlots irréguliers et des angles d'îlots inachevés.

Par ailleurs, nous constatons aussi que les îlots ont souvent des espaces vides intérieurs, ce qui diminue la densité de la construction et en même temps augmente la possibilité d'avoir des usages au cœur d'îlots.

IV.3.2.1 : Densité de construction dans l'îlot

La constitution de l'îlot à Bordeaux présente une différence par rapport au vieux quartier de Hanoï. Pour Hanoï, les maisons-tube sont les éléments de base qui composent un îlot et pour Bordeaux, les immeubles sont les éléments de base constitutifs de l'îlot. La largeur des immeubles est de 6 à 10 mètres, en particulier certaines façades d'immeuble atteignent plus de 20 mètres (sur les quais). Cependant, ces immeubles ont des profondeurs différentes, certaines étant très courtes (environ 10 mètres).

Sur le plan du quartier, nous constatons que la densité de construction est globalement importante, mais elle est faible sur les îlots, ce qui est l'inverse du vieux quartier de Hanoï. Les îlots comme les parcelles étroites sont le résultat du morcellement du tissu par la trame de la rue. Il y a beaucoup d'îlots ayant une côté de 10 à 20 mètres de largeur (dans le secteur de la rue Camille Sauvageau et les quais) mais il y a un îlot qui n'a que de 6 mètres de profondeur (rue des Pontets).

Sous l'angle morphologique, la densité des îlots correspond à la densité de la rue. Une densité importante de la rue crée de petits îlots étroits, ce qui est favorable à la disposition des immeubles dans ces îlots. Au contraire, une densité faible crée souvent de grands îlots, dont l'organisation structurale est difficile. Les cours intérieures collectives sont une solution parfaite pour l'usage dans ces îlots. C'est pourquoi, l'espace vide dans les îlots est l'élément d'équilibre de la densité de construction (voir la partie des espaces libres).

En outre, sur le plan de l'organisation urbaine, les petits îlots évitent la densification au sein de l'îlot ce qui permet de satisfaire les conditions de confort d'usage par des cours intérieures et autres espaces vides. Ceci est une différence notable par rapport à la densité dans le vieux quartier de Hanoï.

IV.3.2.2 : Façade et hauteur de bâti

Au quartier Saint-Michel, la silhouette urbaine garde des traces des différentes époques du développement urbain. La plupart des immeubles sont des maisons résidentielles, les hauteurs de bâti sont petites et moyennes.

La hauteur des immeubles est de deux à cinq étages (cours Victor Hugo, rue Mirail), la moyenne est de trois étages. La façade de bâti est souvent pleine avec des petites fenêtres. Ceci est typique des immeubles dans le centre ville de Bordeaux. Cependant, l'organisation de ces profils est différente selon des secteurs dans le quartier. Nous voulons rappeler ici que la structure en profil de la rue a un effet sur la propagation sonore dans ces sites.



**Place Bir-Hakeim
et rue Gabillon**



Rue des Faures



Rue Leyteire



**Rue Mirail et cours
Victor Hugo**



**Rue du Hamel et
rue du Portail**



La façade pleine



Le rez-de-chaussée



Le porche



R+4



R+1

Figure IV.37 : Les types des façades d'immeuble

Contrairement à Hanoï, les immeubles sont ici essentiellement de type résidentiel mais leurs configurations sont multiples et les fonctions abritées sont hétérogènes : logements, entrepôts d'artisans, équipements publics...

De plus, les époques de construction étant diverses (du XVII^e au XIX^e siècle), il est fréquent de rencontrer des immeubles mitoyens de hauteur et de style différents. Cependant, l'organisation de la façade d'immeuble est identique dans la plupart de rues avec une petite

porte d'entrée et les petites fenêtres. Nous pouvons voir parfois quelques porches pour l'accès à l'immeuble (figure IV.37). En outre, quelques rues ont été rénovées en maintenant au rez-de-chaussée des services quotidiens comme : le bar, la brocante, le magasin de fruits, boulangerie,... Ces activités se déroulent dans les rues principales comme : le cours Victor Hugo, la rue des Faures, l'espace Saint-Michel et le quai.



Figure IV.38 : La modification au rez-de-chaussée des immeubles

IV.3.2.3 : Disposition de bâti

La manière d'organiser la structure de bâti par rapport à la rue est la même dans tous les espaces urbains occidentaux, en particulier dans le centre ville. La plupart des bâtis sont placés perpendiculairement à la rue. Cependant, cela dépend aussi de la particularité de chaque îlot ou chaque parcelle. La disposition de bâti est aisée pour les îlots ou les parcelles carrées, les autres formes sont plus difficiles à occuper surtout au niveau des angles. De ce fait, la structure de la rue crée parfois une disposition de bâti hétérogène.



Ilot rectangulaire (secteur du quai)



Ilot triangulaire et polygonal (place Maucaillou et Canteloup)

Figure IV.39 : La position du bâti dans les parcelles différentes

Nous trouvons trois formes essentielles d'organisation de la disposition de bâti dans le quartier Saint-Michel suivant les secteurs :

- au sein du quartier (hormis le secteur de l'espace Saint-Michel) et sur les quais.
- l'espace Saint-Michel (figure IV.39)
- cours Victor Hugo (figure IV.40)

Pour le premier secteur, les immeubles sont placés dans l'alignement de la rue. Ceci crée une façade plane et continue. Pour le deuxième secteur, les façades périphériques de

l'espace Saint-Michel se caractérisent par des ruptures d'alignement, de couronnement, par l'apparition de murs de refend, par des angles d'îlots inachevés. En fin, pour les façades du cours Victor Hugo, nous voyons clairement une surface en dent de scie des immeubles. Ceci s'explique par les découpages des rues perpendiculaires au cours Victor Hugo et donne une disposition des immeubles très disparate et irrégulière.



Figure IV.40 : La disposition du bâti dans le cours Victor Hugo

IV.3.3 : Morphologie des espaces libres

Après avoir abordé les éléments de la rue et de l'îlot, nous allons présenter maintenant les espaces libres. Ceux-ci sont nombreux et divers dans le quartier Saint-Michel. Les placettes, les cours intérieures, avancées et les espaces vides existent partout dans le quartier. En particulier l'espace Saint-Michel est le lieu le plus large au cœur du quartier. Cependant, contrairement au vieux quartier de Hanoï, le quartier Saint-Michel n'a quasiment pas de végétation sauf sur le cours Victor Hugo. Dans le quartier, il n'existe pas de jardins publics ou privés. Ils ont disparus à cause de l'urbanisation ou ont été remplacés par des immeubles lors du processus de développement urbain du quartier.

IV.3.3.1 : Disposition des espaces libres

Sur le plan du quartier, nous constatons que les petits « creux » multiples sont éparés dans les îlots. Les carrefours ont été élargis dans les rues étroites, les grandes places sont visibles. La disposition des espaces libres dépend de la fonction et de la morphologie urbaine.

Nous aborderons à la disposition des espaces libres par l'aspect fonctionnel :

- *Les places* s'analysent à l'échelle du quartier. L'espace Saint-Michel se compose de trois places et d'un espace autour de l'église Saint-Michel. C'est l'espace le plus large dans le quartier. Les autres places se sont élargie à partir de croisements

comme : la place du Maucaillou, du Séminaire, Léon Duguit, la place au début de la rue du Mirail et un petit espace à l'angle de la rue des Pontets. En particulier, la place Camille Pelletan est une place spécifique dans son organisation spatiale. Enfin les places périphériques comme : la place des Capucins, la place Pierre Renaude, sont des accès au quartier.

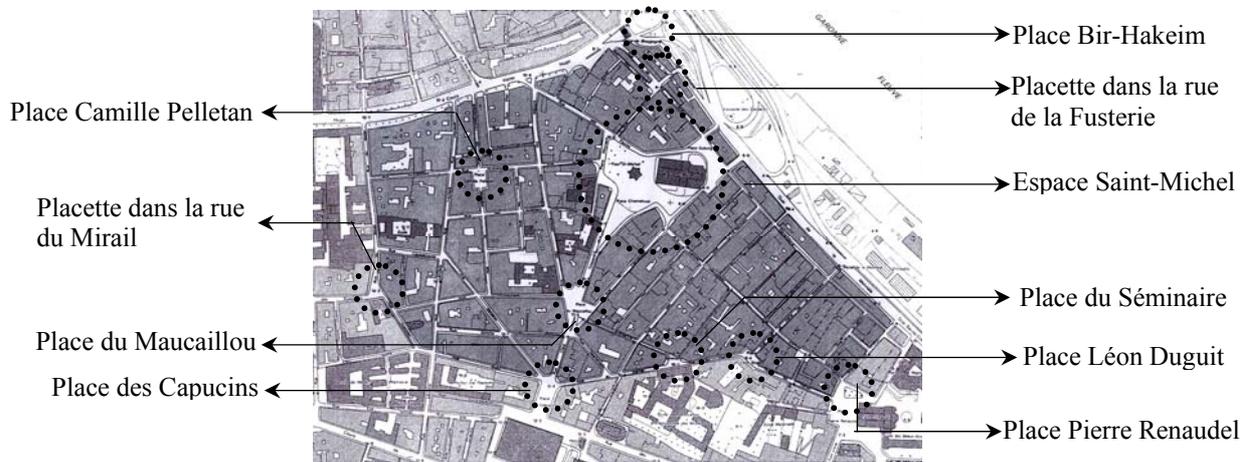


Figure IV.41 : Les places et placettes dans le quartier

- *Les cours extérieures et intérieures* sont les espaces importants dans la structure des îlots. Les cours avancées existent dans nombre de rues et jouent un rôle actif dans l'organisation spatiale des rues étroites. Nous les trouvons dans les rues : Leyteire, du Cloître, des Vignes, des Pontets... Les cours intérieures se situent souvent au sein de l'îlot. Comme les cours avancées, les cours intérieures sont toujours un espace utile, créant une morphologie riche au sein des îlots.

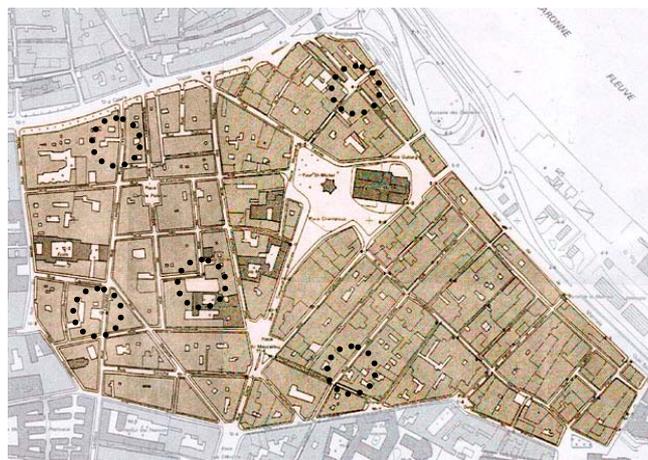


Figure IV.42 : Les exemples des cours dans le quartier (voir la figure IV.46)

IV.3.3.2 : Forme - Volume et la fonction des espaces libres

Les espaces libres sont nécessaires pour remplir les fonctions urbaines comme la circulation,... Tout d'abord, abordons l'espace Saint-Michel. Cet espace est divisé en sous parties : les places Meynard, Duburg, Canteloup et l'espace Sauvareau. Elles sont ouvertes et ensoleillées. L'espace Saint-Michel a une structure complexe. Depuis différents points, il

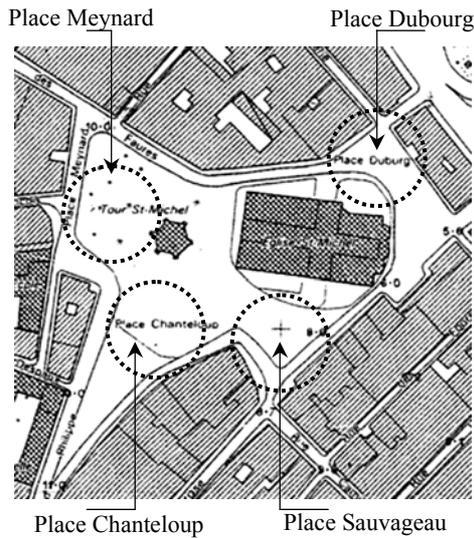
est impossible d'appréhender les mêmes espaces ou ensemble d'espaces. Les perceptions issues de la morphologie de l'espace sont contredites par la toponymie [LEFO04].

- La place Meynard est l'ensemble formé par les façades hétérogènes : des brèches, pignons, dents creuses,... Elle comporte de larges trottoirs qui bénéficient de l'ensoleillement où s'installent les terrasses qui se prolongent de l'autre côté de la voie, sur l'espace piéton central. De plus, la place comporte de petits espaces résiduels, comme par exemple à l'angle qu'elle forme avec les rues Davin et Saint-François.

- La place Canteloup longiligne n'est limitée que par les façades continues prolongeant la rue Gaspard Philippe, mais elle est reliée au Nord à la place Meynard, au Sud à la place Maicaillou. Cette place a une structure triangulaire, là encore axé sur la flèche. Elle a essentiellement pour fonction d'accueillir les marchés dans la semaine surtout aux samedis et dimanches, en même temps elle sert du parc de stationnement le reste du temps.
Il s'agit ici d'un espace configuré en longueur, plus perçu comme un élargissement de l'axe Gaspard Philippe que comme une place. Pourtant, elle est bordée par des activités de commerce et de service (boucheries, fleuristes, épicerie, brocantes,...), et elle apparaît comme l'une des clefs de l'enjeu important que constitue la liaison avec les Capucins par l'intermédiaire de la place Maucaillou, antichambre de l'espace Saint-Michel.

- La place Duburg constitue le seul espace vraiment en retrait, elle est reliée à celui-ci par deux étranglements situés : à l'Ouest entre la rue des Faures et la façade Nord de l'église, au Sud entre la rue des Allamandiers et l'angle Sud-Est de l'église. Les trois façades de la rue des Faures, du prolongement de la rue de la Fusterie, et de la rue des Allamandiers, présentent des bâtiments dont la prégnance (hauteur, régularité, symétrie, décor,...) servent à la qualification de la place.
La place Duburg a une structure très lisible et a une configuration claire de place classique. Du fait de sa proportion et de son profil, l'espace est fermé et demeure isolée par rapport à l'espace Saint-Michel. Cette place est aujourd'hui perçue comme un espace résiduel accueillant du stationnement. Pourtant, elle est le seul espace de transition entre le quartier et les quais. En ce sens, elle constitue un enjeu important dans la composition de l'espace saint-Michel.

- L'espace Sauvageau est un espace triangulaire claire, défini par la façade Sud de l'église et deux façades très irrégulières. Celles-ci présentent un décrochement, créant un « recoin » rue Sauvageau. Cet ensemble s'articule indirectement sur les espaces Meynard et Canteloup. De plus, cet espace est ressenti comme résiduel, il a pourtant une structure lisible triangulaire. Son rôle est important dans la mise en scène de l'église. En effet, le triangle est axé sur celle-ci.



Place Meynard

Place Chanteloup

Place Dubourg

Figure IV.43 : L'espace Saint-Michel

Ensuite, nous aborderons les placettes du quartier. Ce quartier, malgré sa densité, recèle un nombre non négligeable de petites places : la place du Maucaillou, du Séminaire, Léon Duguit, Camille Pelletan, la place au début de la rue du Mirail et une petit espace à l'angle de la rue des Pontets. Chacune a une forme et une particularité morphologique différente mais elles sont les plus caractéristiques de ces sites. Par exemple, la place Camille Pelletan conjugue l'alignement parfait (depuis la rue Saint-François) et une mise en scène définie par l'axe central que constitue la rue Marengo.

Pareillement, la place Léon Duguit a aussi une forme claire, et une mise en scène définie par l'axe central que constitue la rue de la Porte de la Monnaie. En effet, ces placettes sont aujourd'hui des espaces résiduels accueillant quasi exclusivement du stationnement. Pourtant, la place Maucaillou par exemple associe des commerces. Malgré tout, ces places ne sont pas exploitées de façon positive. Elles n'accueillent pas (hormis la place Maucaillou) de services ou d'équipements successibles de les faire vivre et de leur donner un rôle urbain digne de ce nom. Elles ne sont pas non plus mises en lien, et se retrouvent chacune isolée dans le tissu.

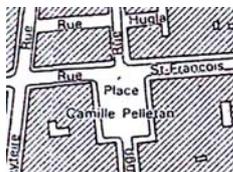




Figure IV.44 : Les places et placettes

En outre, nous avons besoin aussi de présenter trois places importantes en périphérie du quartier : les places des Capucins, Bir- Hakeim et Pierre Renaudel.

- La place des Capucins se situe au Sud de l'axe de la rue Clare vers à l'espace Saint-Michel. La morphologie de cette place est très claire. C'est un carrefour important relie le quartier Saint-Michel et le marché des Capucins.
- La place Bir-Hakeim est un carrefour important, il se situe au Nord du quartier. Cette place est une porte de la vieille ville vers le pont de pierre.
- La place Pierre Renaudel est pareillement un espace périphérique du quartier. Elle est aussi un carrefour important vers le centre du quartier par la rue Camille Sauvageau.

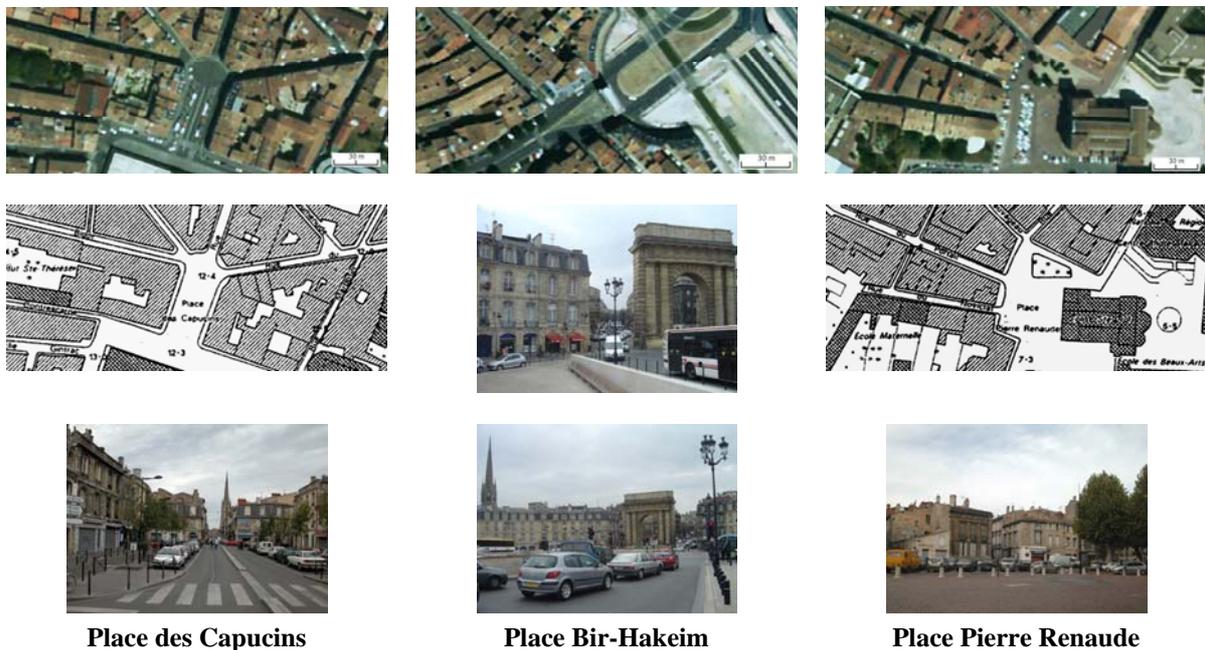


Figure IV.45 : Les places périphériques du quartier

Enfin, nous analyserons quelques cours dans les îlots du quartier. Nous n'aborderons que les exemples typiques des cours avancées et intérieures, qui représente une part importante des espaces vides dans les îlots.

- Sur le plan du quartier, nous pouvons trouver les cours avancées dans nombreuses rues, elles sont les espaces semi-publics devant des immeubles.
- Nous trouvons également des cours intérieures avec nombre de formes, de dimensions différentes dans les îlots, elles peuvent être reliées à la rue par des porches ou elles ne sont que des cours intérieures isolées.

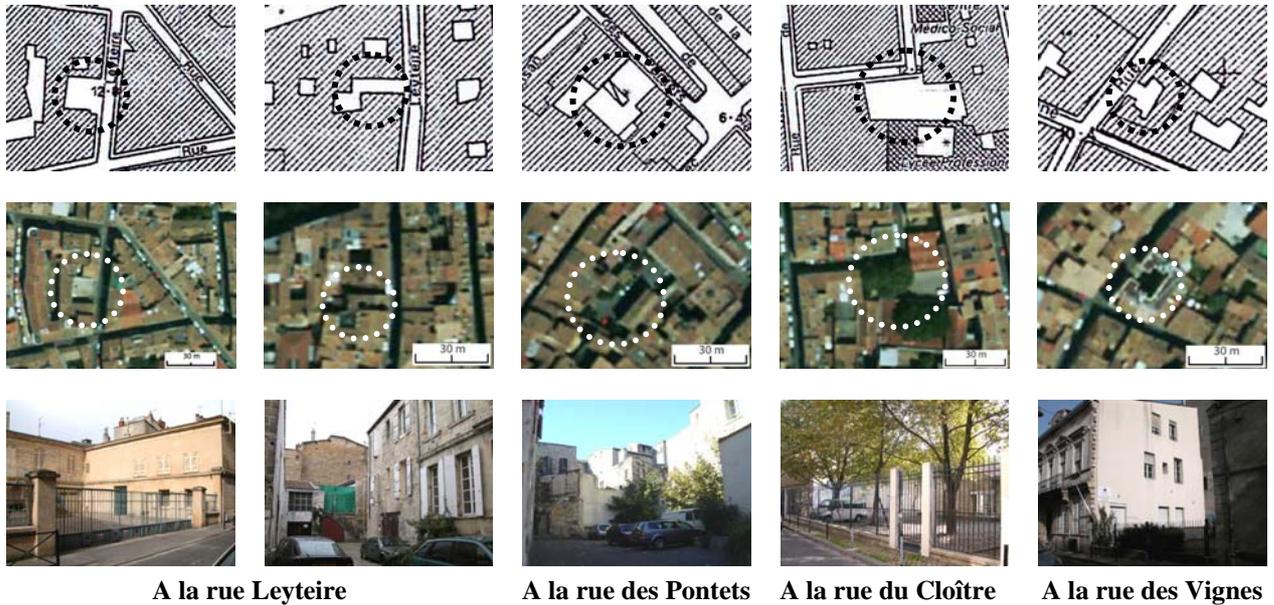


Figure IV.46 : Les cours intérieures et extérieures

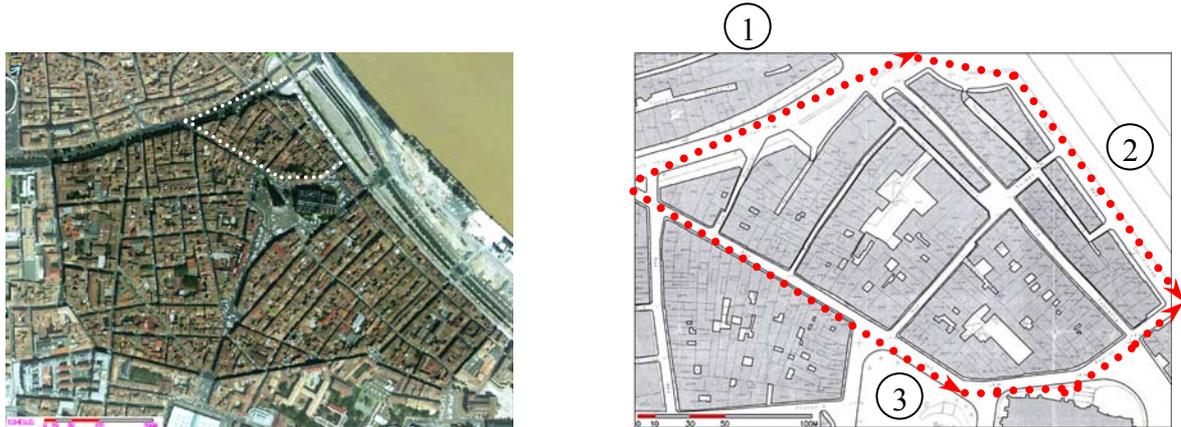
IV.3.4 : Ilot typique étudié

Du point de vue de la morphologie, si le tissu urbain semble compact dans le quartier Saint-Michel, la densité de bâti est faible, parce que la trame de rue crée nombre de petites parcelles étroites. Ainsi, pour étudier des particularités morphologiques dominantes dans ce quartier, nous avons besoin de chercher un îlot ou un groupe d'îlots correspondant à l'échelle de l'îlot typique étudiée à Hanoï. Ceci est nécessaire pour valider une comparaison entre les deux quartiers. Sur cette base, nous avons choisi un groupe de petits îlots que nous appellerons "l'îlot typique étudié". Ce secteur concentre beaucoup de particularités urbaines spécifiques du quartier historique.

IV.3.4.1 : Particularité de l'îlot étudié

Le quartier Saint-Michel a 61 îlots sur une superficie de 25 hectares, la moyenne est environ de 0,41 hectares par îlot, alors que la superficie du vieux quartier de Hanoï est de plus de 90 hectares avec 80 îlots, ce qui donne une moyenne de 1,125 hectares par îlot. Il y a donc une différence nette de la structure et de la composition urbaine. L'îlot typique étudié est défini par les rues limites ci-dessous :

1. Cours Victor Hugo
2. Quai des Salinières et Place Bir-Hakeim
3. Rue des Faures



Le plan de l'îlot étudié



Cours Victor Hugo



Quai des Salinières et place Bir-Hakeim



Rue des Faures

Figure IV.47 : Les rues de limite de l'îlot typique étudié

Les deux activités urbaines dominantes du quartier sont :

- L'activité de circulation sur le Cours Victor Hugo, à l'intersection de la place de Bir-Hakeim et du quai des Salinières.
- L'activité de commerce, de service animé se déroule souvent dans la rue des Faures, et dans le secteur de l'église Saint-Michel surtout le samedi et le dimanche.

Si nous détaillons au niveau de chaque axe :

- *Le cours Victor Hugo et la place Bir-Hakeim* sont en limite du quartier Saint-Michel. Le cours Victor Hugo est une artère importante qui permet d'entrer et de sortir de la ville. Le flux de circulation y est important.

- *Le quai des Salinières* est également une limite de l'îlot étudié. Avec le cours Victor Hugo, ils créent un périmètre de circulation autour de l'îlot étudié.
- Enfin, *la rue des Faures* assure les transitions (notamment piétonnes) entre Saint-Michel et respectivement le centre ville par le cours Victor Hugo et la gare par le quai. Elle a pourtant conservé son gabarit de faible largeur accentuée par la présence d'un linéaire de stationnement, ses trottoirs impraticables obligeant le piéton à emprunter la voie de circulation. Cette rue a une activité de circulation et de commerce du lundi au vendredi atteignant un pic le week-end. Les flux de gens et de moyens de transport sont denses dans la rue.

IV.3.4.1.1 : Echelle de l'îlot étudié

L'îlot étudié a une forme entre le quadrilatère et le triangle. Les longueurs côté Victor Hugo, des Salinières et des Faures sont respectivement de 160 ; 195 ; 325 mètres.

- Superficie de l'îlot : 24.750 m² (2.475 hectares)
- Superficie des cours intérieures : 990 m² égal 4,00 %
- Superficie des rues au sein de l'îlot : 3400 m² égal 13,47 %
- Densité d'habitants : 250 hab/ha²⁰
- Densité de bâti : 82 %
- Composant urbain :

- Le programme mixte associant commerce, service et logement.
- L'îlot est composé d'immeubles disposés en ordre continu sur la rue (sauf cours Victor Hugo).
- Le niveau de bâti : R+2 ÷ R+4
- Espace non bâti : grande cour intérieure et les petites cours comme des patios.

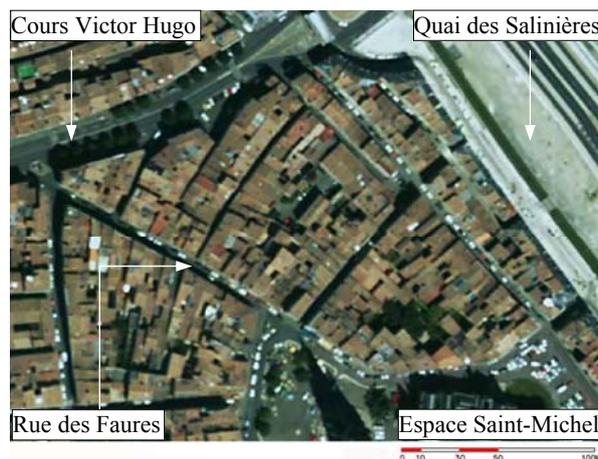


Figure IV.48 : La photo aérienne de l'îlot étudié

²⁰ <http://www.bordeaux.fr/ebx/portals/ebx.portal>

IV.3.4.1.2 : Structure et tissu de l'îlot étudié

L'îlot est constitué de huit parcelles d'échelle et de forme différente. Le plan de l'îlot étudié montre une structure irrégulière, découpée par six rues. Les parcelles ont des dimensions différentes, en particulier il y a des parcelles étroites dont une d'une profondeur de 6 mètres (située entre les rues des Pontets et rue de la Fusterie).

Les parcelles sont occupées par des immeubles :

- Les parcelles sont placées perpendiculairement à la rue. La largeur est de 5 à 10 mètres et la profondeur de 8 à 30 mètres.
- Chaque parcelle comprend une grande cour ou petite selon son échelle.
- Le cours Victor Hugo et le quai des Salinières sont découpés par certaines rues donc ils ont un profil irrégulier du côté de la rue (voir la partie IV.3.2.3).



Figure IV.49 : Le tissu de l'îlot étudié

IV.3.4.2 : Particularités dominantes de la morphologie urbaine de l'îlot étudié

Nous choisissons trois particularités morphologiques qui sont les plus caractéristiques.

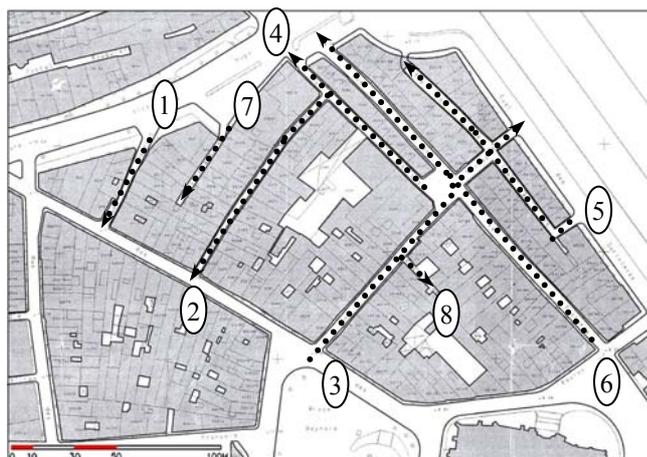
- *Le découpage important par les rues étroites en « U ».* Cette particularité concerne la trame urbaine.
- *Les petites parcelles, étroites avec un front de façade continu.*
- *La transition spatiale de l'espace fermé à l'espace ouvert dans la rue.* Cette particularité a une signification importante dans la composition urbaine.

Ainsi, nous pouvons constater que les particularités morphologiques choisies concernent bien la structure et la forme de la rue dans les quartiers anciens.

IV.3.4.2.1 : Découpage important par les rues étroites en « U » dans l'îlot étudié.

Une grande densité de rue facilite le trafic des véhicules dans le quartier et favorise le confort des usages : la circulation, la ventilation, la lumière,...dans les immeubles.

Sur le plan de l'îlot étudié, nous trouvons des petites rues et des impasses qui coupent l'îlot en huit parcelles différentes. Les six rues sont : Maubec, Gensan, Mauriac, des Pontets, de la Tour du Pin, de la Fusterie, et deux impasses : Mauriac, Maubec. La rue de la Fusterie est la plus large. Nous représenterons ces rues par leurs particularités urbaines ci-dessous.



1. Rue Mauriac
2. Rue Gensan
3. Rue Maubec
4. Rue des Pontets
5. Rue de la Tour du Pin
6. Rue de la Fusterie
7. Impasse Mauriac
8. Impasse Maubec

Figure IV.50 : L'îlot découpé par les rues étroites

- *Rue Mauriac* est une des rues les plus courtes dans l'îlot (et aussi dans le quartier). Elle n'a que 42 mètres de longueur, sa largeur est petite environ de 2,5 à 4,0 mètres et elle relie le cours Victor Hugo et la rue des Faures. C'est l'accès piéton le plus court pour la rue des Faures depuis le parc de stationnement du secteur Porte de Bourgogne.



Figure IV.51 : La rue Mauriac

- *Rue Gensan* est une petite rue reliant la rue des Faures et la rue des Pontets. Cette rue est très tranquille et ne sert que de lieu de stationnement. Sa largeur est de 3,0 à 3,5 mètres et la longueur est de 100 mètres.



Figure IV.52 : La rue Gensan

- *Rue Maubec* traverse l'îlot reliant la rue des Faures et le quai des Salinières, sa largeur est de 4,0 à 6,0 mètres et la longueur 132 mètres. Cette rue est l'axe piéton important reliant l'espace Saint-Michel et le quai. Elle croise les rues : de la Fusterie, de la Tour du Pin, et des Pontets par deux carrefours, parmi eux il y a une placette au début de la rue des Pontets.



Figure IV.53 : La rue Maubec

- *Rue des Pontets* relie le cours Victor Hugo et la rue Maubec. Elle sert de passage pour les immeubles dans ce secteur (il y a une grande cour intérieure ici), et aussi pour de parc de stationnement sur la placette au début de la rue. Comme les autres rues, sa largeur est de 4,0 à 4,5 mètres et de 85 mètres de longueur.



Figure IV.54 : La rue des Pontets

- *Rue de la Tour du Pin* se situe parallèlement au quai, elle relie la place de Bir-Hakeim et le milieu de l'îlot. La rue croise la rue Maubec. Il semble que la rue s'est formée d'une manière passive. Sa largeur est de 4,0 à 5,0 mètres et sa longueur est de 110 mètres. Sa séparation entre la rue et le quai est une parcelle étroite. La rue est isolée des autres rues parce que la circulation transite par la rue de la Fusterie.



Figure IV.55 : La rue de la Tour du Pin

- *Rue de la Fusterie* est une rue parallèle au quai, traversant l'îlot. Elle est l'axe de circulation importante reliant la rue Carpenteyre par la place Duburg. Sa largeur est de 6,0 à 6,5 mètres et de 185 mètres de longueur. Nous constatons que ces deux rues ont des effets forts sur la structure de l'îlot qu'elles traversent par le milieu.



Figure IV.56 : La rue de la Fusterie

- *Impasse Mauriac* est un accès complètement privé à partir du Cours Victor Hugo. Elle n'a pas une fonction de circulation publique mais elle crée un découpage à la parcelle et une façade « dentée » dans le cours Victor Hugo. La largeur de cette rue est de 2,5 à 3,0 mètres et de 36 mètres de longueur.



Figure IV.57 : L'impasse Mauriac

- *Impasse Maubec* de même que l'impasse Mauriac, elle n'est que un accès privé pour les piétons et elle est réservée aux immeubles de la parcelle. Elle est petite, sa largeur est de 2,0 à 2,5 et a 25 mètres de longueur.



Figure IV.58 : L'impasse Maubec

A travers des particularités de ces rues et ces impasses, nous constatons que la fonction principale des rues est la circulation, et le stationnement, sans l'activité de commerce et de service (sauf une boutique unique dans la rue Mauriac). Les deux impasses n'ont que une fonction de circulation privée. Les fréquences d'activités urbaines se déroulent plutôt dans les rues de la Fusterie et Maubec que dans les autres.

IV.3.4.2.2 : Petites parcelles, étroites avec un front de façade continu

Pour les deux îlots étudiés à Hanoï et à Bordeaux, nous constatons que les structures urbaines sont différentes même s'ils ont une même superficie :

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Pour Hanoï : Ilot → des maisons-tube • Pour Bordeaux : Ilot → des parcelles → des immeubles |
|--|

Concernant la deuxième particularité morphologique, il y a huit parcelles de taille différente dans les îlots. Elles sont formées par le découpage des petites rues. Nous les aborderons sur l'aspect de la forme, de la dimension, de l'échelle, de la constitution.

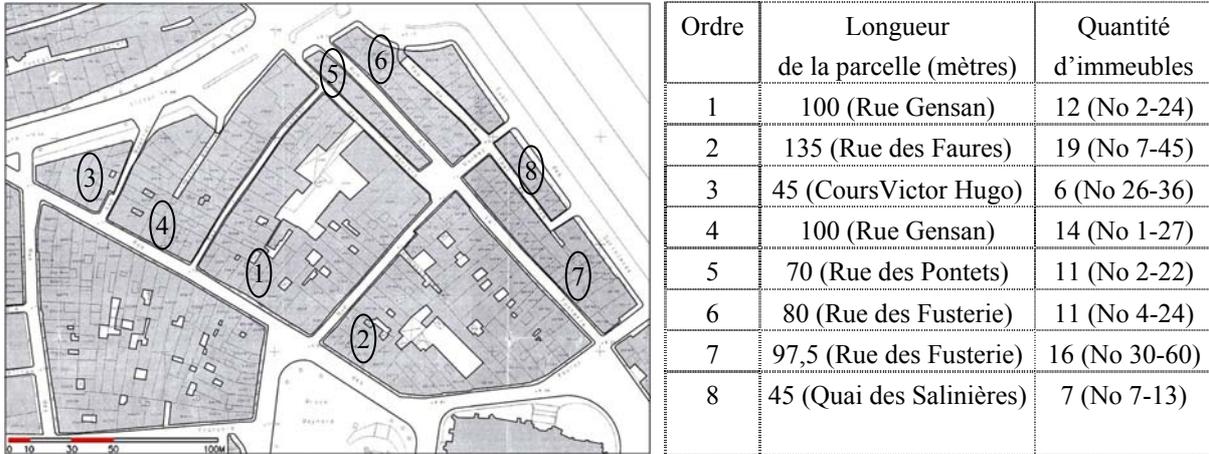


Figure IV.59 : Les parcelles dans l'îlot étudié

Sur ces statistiques, nous constatons clairement que l'organisation de l'îlot est assez spontanée. La forme des parcelles est différente, les échelles sont inégales entre les parcelles. Nous pouvons diviser ces parcelles en deux groupes : le groupe de grandes parcelles et celui des petites parcelles étroites.

1. Dans le premier groupe, il y a deux parcelles, les numéros 1 et 2. Ces deux parcelles sont les plus grandes de l'îlot. Pour la parcelle 1, le côté le plus long est la rue Gensan. Pour la parcelle 2, son côté le plus long se situe dans la rue des Faures. Nous constatons qu'elles ont des cours intérieures. Leur présence diminue nettement la densité de construction tout en augmentant le confort et la condition d'usage dans les bâtiments.

Les cours intérieures diminuent l'épaisseur des immeubles par rapport aux rues correspondantes. Sur le plan de l'îlot (du quartier en général), ces parcelles étroites se situent parallèlement au quai.

2. Dans le deuxième groupe il y a six parcelles. Elles incluent des parcelles 3, 4, 5, 6, 7 et 8. Ces parcelles ont des petites superficies, leurs formes sont multiples et irrégulières.

- Parcelle 3 : C'est un triangle qui se situe au coin du cours Victor Hugo et de la rue des Faures. Dans cette parcelle on perçoit certains effets des ambiances urbaines. Son côté le plus grand est de 45 mètres (cours Victor Hugo).
- Parcelle 4 : C'est un quadrilatère découpé par l'impasse Mauriac en son milieu. Son côté le plus petit est de 22 mètres (rue des Pontets).
- Parcelle 5 : C'est la parcelle la plus spéciale de l'îlot. Elle a une forme de barre étroite. Son épaisseur est seulement de 6,0 mètres.
- Parcelle 6 : Cette parcelle s'est composée de deux parcelles. Il y a un porche au début de l'îlot sur la place Bir-Hakeim. La rue de la Tour du Pin traverse ce porche. L'épaisseur de ces parcelles est assez étroite, de 7,5 à 9,0 mètres.

- Parcelle 7 : C'est une parcelle dont la forme est due à celle de la rue de la Tour du Pin. Son épaisseur est petite, environ 10 mètres.
- Parcelle 8 : Nous constatons que cette parcelle est la plus petite de l'îlot (voir du quartier Saint-Michel). Elle n'a que 7 mètres d'épaisseur.

Nous pouvons dire que toutes les parcelles dans l'îlot étudié sont un exemple typique de découpage spontané. Nous ne caractérisons pas ici l'origine de ces formations. Du point de vue du confort d'usage, les parcelles étroites favorisent la ventilation naturelle, la lumière, ... Mais, elles laissent pénétrer les ambiances sonores de la rue. C'est pourquoi, il est intéressant d'étudier grâce à ces parcelles les rapports entre morphologie urbaine et environnement sonore.

Du fait de la grande uniformité de morphologie de façade au sein de l'îlot (comme du quartier), cette particularité n'a pas été retenue dans notre étude bien que la nature de la façade joue un rôle dans la propagation de l'énergie sonore.

IV.3.4.2.3 : Transition spatiale de l'espace fermé à l'espace ouvert dans la rue

Ce qui a retenu plutôt notre attention est l'effet de la transition entre deux espaces : fermé et ouvert. L'analyse du tissu urbain a montré qu'il y a de nombreux espaces libres dans l'îlot et qu'il est intéressant d'étudier l'impact de cette particularité morphologique sur le paysage sonore.

Comme notre intérêt se porte surtout sur les transitions, nous avons regardé sur quels parcours elles sont les plus marquantes. La rue des Faures est une des rues les plus longues de l'îlot étudié. Elle présente sur toute sa longueur de nombreuses transitions espace fermé (forme en « U ») à espace ouvert (forme en « L »), et ensuite espace ouvert à espace fermé. Elle commence cours Victor Hugo, traverse la place Meynard, passe près de l'église Saint-Michel, puis place Duburg et file vers le quai des Salinières.



Parcours : Fermé→Ouvert→Fermé→Ouvert→Fermé



Figure IV.60 : La transition spatiale dans la rue des Faures

Même si du fait du découpage important de l'îlot par de nombreuses rues il existe un grand nombre de carrefours élargis ou non, des placettes réparties le long d'autres axes, cette rue est typique du particularisme morphologique que nous voulons mettre en évidence.

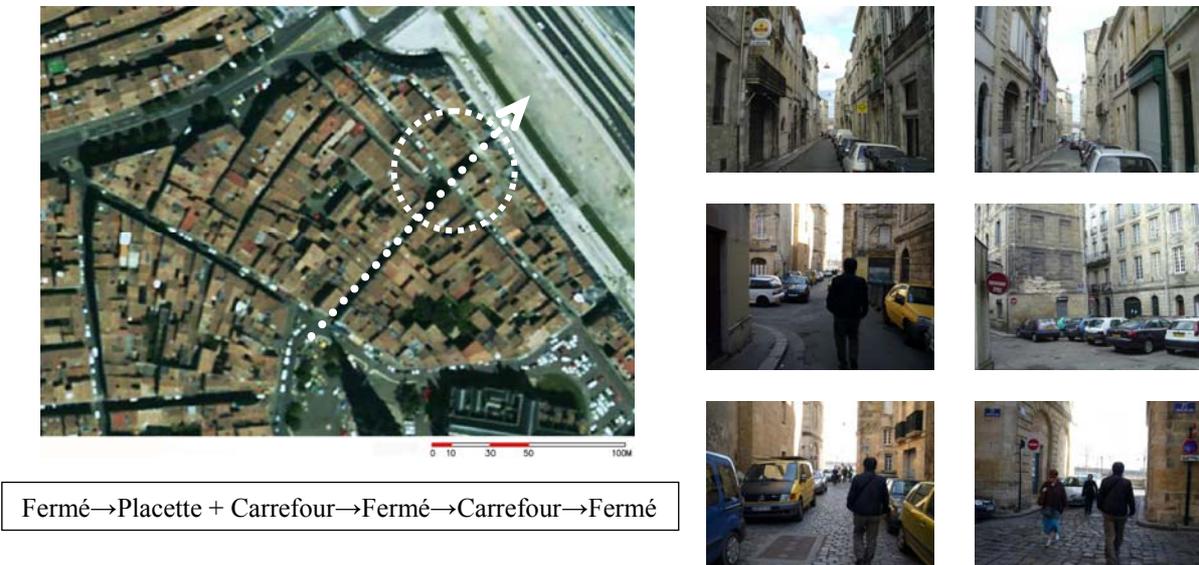


Figure IV.61 : La transition spatiale dans la rue Maubec

Sous l'angle morphologique, la transition spatiale crée un changement harmonieux entre partie pleine et vide, elle change aussi de la structure monotone de la rue en « U ». Sous l'angle environnemental, la transition spatiale favorise le confort urbain, en variant les conditions d'ensoleillement, de circulation de l'air,.... Sous l'angle esthétique, la transition spatiale change la vision du paysage urbain, de l'espace rigide à l'espace plus ouvert, plus mobile.

Nous pouvons dire que l'existence des espaces libres est très importante dans un tissu urbain dense et que la transition spatiale de la forme fermée à la forme ouverte apporte certains effets actifs dans la composition urbaine.

IV.4 : Conclusion du chapitre IV

Ce chapitre porte sur les particularités morphologiques des éléments urbains de base dans le vieux quartier de Hanoï et dans le quartier Saint-Michel à Bordeaux. Nous constatons que ces particularités morphologiques sont les caractéristiques de chaque ville. Chacune donne des images spécifiques du paysage urbain. Nous pouvons bien comprendre la composition urbaine à travers ces particularités. Les composantes de la structure urbaine sont : la trame de la rue, les îlots et les espaces libres. Chaque élément urbain a des particularités morphologiques différentes :

- *La morphologie de la rue* se définit à partir : de sa trame urbaine, de son calibrage, de sa typologie et de sa forme.
- *La morphologie de l'îlot* se définit à partir : de sa forme, de la densité, de la façade, de la hauteur, de la disposition du bâti dans l'îlot.
- *La morphologie des espaces libres* se définit à partir : de sa position, de ses formes, de ses volumes, et de ses fonctions.

Nous constatons que les particularités morphologiques ont des relations étroites dans une même composition urbaine. Ce qui concerne la rue concerne aussi le bâti, ce qui concerne l'îlot concerne l'espace libre...etc. C'est pourquoi, nous avons proposé de caractériser les particularités morphologiques dominantes à partir de leur association. A partir d'elles on a défini la morphologie urbaine typique dans le vieux quartier de Hanoï et dans le quartier Saint-Michel à Bordeaux.

Comme il y a une différence de superficie entre les quartiers de Hanoï et de Bordeaux, nous avons choisi dans chaque quartier des secteurs typiques. Les critères de choix ont été que les deux îlots étudiés aient *une même superficie et une activité urbaine identique*.

- *L'îlot typique étudié à Hanoï* est un des îlots les plus grands du vieux quartier. Cet îlot se situe au milieu du quartier, entouré par quatre rues ayant des activités urbaines animées : de commerce, de circulation, de production. Quatre côtés de l'îlot sont en face à quatre autres îlots. Il n'y a pas d'espace libre autour de ce secteur.
- *L'îlot typique étudié à Bordeaux* est un groupe des petites parcelles (en effet, ici les îlots sont petits) ayant des échelles différentes. Cet amas d'îlots se situe en bordure du quartier, entouré par des voies qui sont des axes de circulation importants. Ce secteur est un des lieux les plus animés de la ville. Deux côtés de l'îlot font face à des espaces libres : d'un côté le quai et de l'autre la place Saint-Michel.

Pour la caractérisation de la morphologie urbaine dans le vieux quartier de Hanoï, nous proposons trois particularités morphologiques dominantes :

- *Le tissu urbain serré* caractérisé par la disposition des maisons-tube dans la rue et la densité de construction dans les îlots. Il n'a pas d'espaces vides dans l'îlot, les petites cours intérieures existent dans quelques maisons, mais elles disparaissent peu à peu au profit des besoins des usagers en espace de vie.

- *L'espace ouvert au rez-de-chaussée* appartient à la structure typique d'une maison-tube du quartier. L'association de certaines maisons-tube crée une série d'espace libre sur le côté de la rue. Du point de vue de la forme urbaine, cet effet élargit l'espace dans la rue.
- *Le couloir étroit* est un élément spécifique du bâti. Il est dû à la transformation de la maison-tube, il est caractérisé par une entrée étroite qui se prolonge par une impasse dont la largeur et la hauteur sont de petites dimensions et la longueur très grande.

Nous proposons ci-dessous trois particularités dominantes de la morphologie urbaine dans l'îlot typique du quartier Saint-Michel à Bordeaux :

- *Le découpage fort par les rues étroites en « U »* qui se lit nettement sur le plan de l'îlot étudié (comme dans le quartier en général). Nous proposons cette particularité morphologique non seulement pour caractériser la trame de la rue mais aussi le mode d'organisation de la structure urbaine.
- *Les petites parcelles étroites avec un front de façade continu* qui est une caractéristique dominante dans le quartier. Cette particularité morphologique est une conséquence du découpage fort par les rues. Elle rend la disposition des immeubles plus facile dans ces petites parcelles.
- *La transition spatiale de l'espace fermé à l'espace ouvert dans la rue* a une signification importante dans la composition urbaine. Cette particularité morphologique associe la forme de la rue et l'espace vide. Elle crée un changement de la structure spatiale dans les secteurs étroits, augmentant le confort urbain.

Chaque ville et chaque secteur a des particularités urbaines différentes, chaque îlot a une morphologie urbaine spécifique. Du point de vue des caractéristiques urbaines, nous constatons que la comparaison est difficilement entre ces deux secteurs différents, en particulier appartenant l'un à une ville orientale et l'autre à une ville occidentale. Notre thème de recherche ne portant pas sur une comparaison des particularités morphologiques des deux villes, mais sur les différences de paysages sonores engendrées par ces morphologies différentes, de fait cette difficulté n'en est plus une.

Après avoir présenté les particularités morphologiques sur lesquelles nous allons travailler dans chaque ville, nous allons voir comment nous avons caractérisé leur relation avec l'environnement sonore dans le chapitre suivant.

3^{ème} Partie
Etude de cas des îlots typiques

Chapitre V

Caractérisation des particularités morphologiques dominantes à partir des enregistrements sonores dans les îlots étudiés

V.1 : Introduction

A chaque espace urbain correspond des ambiances, un niveau sonore spécifique en fonction de sa forme et des fonctions urbaines qui s'y déroulent. Nous ne pouvons pas analyser toutes les particularités des villes ni le détail de la propagation sonore dans les sites étudiés. Cependant, nous pouvons définir les particularités dominantes afin de caractériser la morphologie urbaine de chaque site. La perception sonore dépend de la forme urbaine, ce qui permet de définir l'identité sonore de chaque secteur.

Dans le chapitre précédent, les particularités morphologiques des deux sites (le vieux quartier de Hanoï et le quartier Saint-Michel à Bordeaux) ont été présentées. Les particularités dominantes ont été définies afin de caractériser ces deux quartiers, sous les aspects de morphologie et des ambiances sonores.

En parallèle, nous avons défini la relation étroite qui existe entre les ambiances sonores et la forme urbaine par le biais des particularités de la propagation sonore en milieu urbain. La méthodologie employée pour réaliser les enregistrements sonores a été aussi définie dans ce chapitre. Ainsi, on a défini l'ensemble des données nécessaires pour permettre l'étude des particularités dominantes de la morphologie urbaine.

La stabilité des ambiances sonores dans le quartier est très importante puisque les enregistrements qui sont la base de la recherche se déroulent à de nombreux moments, tous différents. Les îlots étudiés sont caractéristiques de chacun des quartiers. Ils concentrent une forte activité humaine ce qui crée des ambiances sonores animées.

Ces activités se déroulent tout au long de la journée et tout au long de la semaine à Hanoï. Elles se concentrent le week-end à Bordeaux. Dans le chapitre II, les différentes activités qui se déroulent dans ces espaces ont été présentées. On constate qu'elles sont présentes de façon quotidienne tout au long de la recherche.

Au cours de l'étude sur le terrain, des enregistrements sonores ont été effectués, en fonction des particularités morphologiques dominantes. Afin d'étudier plus en détail chaque particularité, des enregistrements spécifiques ont été conduits pour les mettre en évidence. Il s'agit de promenades, d'enregistrements sur des points fixes à des endroits stratégiques, etc.

Ce chapitre est organisé en deux parties :

- La première partie traite des particularités morphologiques urbaines caractéristiques de l'îlot étudié à Hanoï.
- La seconde partie traite de celles du quartier de Saint-Michel à Bordeaux.

Pour ce chapitre, des enregistrements sonores doubles, en continus et parallèles ont été réalisés, ainsi que des enregistrements à des points fixes. Les endroits où se sont déroulés ces enregistrements sont : dans la rue, dans une maison et dans un couloir menant aux maisons. Les résultats issus de ces campagnes d'enregistrements seront ensuite présentés et analysés.

V.2 : Enregistrements sonores réalisés dans l'îlot typique étudié à Hanoï

Le matériel utilisé pour faire les enregistrements ainsi que la méthodologie d'enregistrement ont été présentés au chapitre II. Trois des particularités dominantes du vieux quartier de Hanoï sont détaillées dans le chapitre IV. On retrouve ces particularités dans l'îlot étudié plus en détail. L'élément de base constituant le vieux quartier de Hanoï est la maison tube. Ses caractéristiques morphologiques sont multiples

Les ambiances sonores du vieux quartier de Hanoï sont présentées dans le chapitre II. La source sonore principale est la circulation. Les moyens de transport sont diversifiés et leur concentration crée des ambiances sonores animées dans tout le quartier.

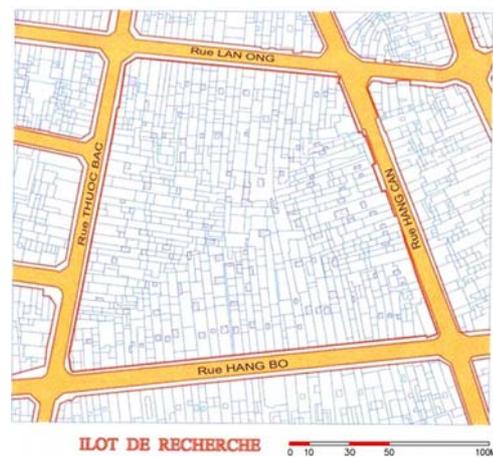
Dans cette partie, nous étudions les particularités communes au quartier de Hanoï et au quartier de Bordeaux.

Les différents types d'enregistrement effectués sont :

- La promenade sonore en continue tout autour de l'îlot étudié
- La promenade sonore aller-retour dans le couloir d'une maison-tube
- L'enregistrement sonore fixe à différents points dans le couloir d'une maison-tube
- L'enregistrement sonore fixe à différents points sur le toit d'une maison-tube

Ces enregistrements sonores sont réalisés dans des lieux qui correspondent aux caractéristiques étudiées.

Photo aérienne et plan de l'îlot étudié :



Rue Lan Ong : 117 mètres de longueur (axe à axe) – 12 mètres de largeur (façade à façade)

Rue Thuoc Bac : 180 mètres de longueur (axe à axe) – 12 mètres de largeur (façade à façade)

Rue Hang Bo : 208 mètres de longueur (axe à axe) – 13 mètres de largeur (façade à façade)

Rue Hang Can : 157 mètres de longueur (axe à axe) – 10 à 14 mètres de largeur (façade à façade)

Figure V.1 : L'îlot étudié défini par le périmètre des rues l'entourent

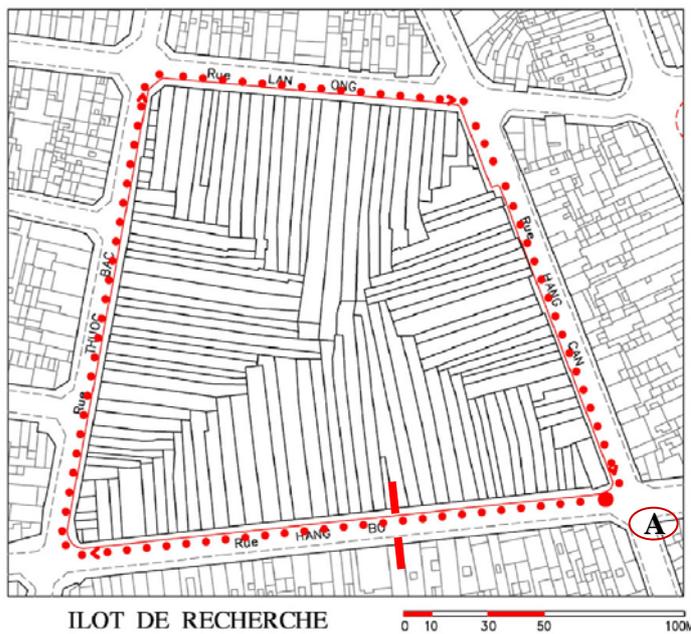
V.2.1 : Caractérisation des particularités morphologiques du tissu urbain serré :

La perception sonore dépend de nombreux éléments. Le mode de propagation sonore est un élément qui influence directement le niveau sonore. Dans le chapitre I, les particularités générales liées au phénomène de propagation sonore ont été définies. Ici, nous chercherons son application concrète et son rôle dans le site étudié.

Afin de caractériser cet élément, quatre promenades en continu tout autour de l'îlot ont été réalisées, ainsi qu'un enregistrement fixe sur le toit d'une maison-tube dans la rue Lan Ong. Les promenades sonores se sont fait à partir de différents endroits et dans les deux sens afin d'avoir des éléments de comparaison sur la perception entre le côté gauche et le côté droit.

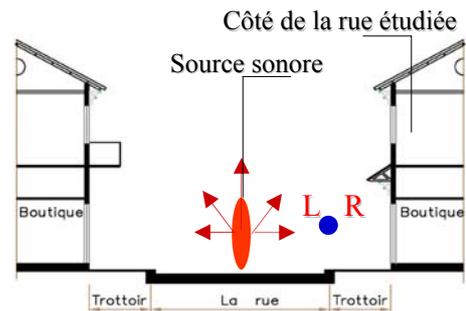
V.2.1.1 : Promenade sonore en continue n°1, réalisée autour de l'îlot étudié, enregistrement le 20/07/2006

- Le jeudi matin à 10h00
- Le temps : beau, très ensoleillé, beaucoup de vent, très chaud : environ 34°C
- Densité moyenne de circulation et de personnes dans la rue
- Parcours commence au début de la rue Hang Bo vers la rue Thuoc Bac (point A)

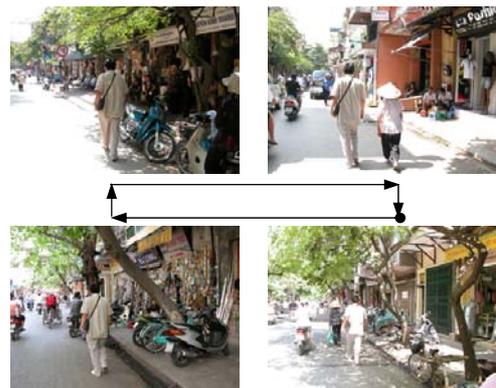


Rue Hang Bo → Rue Thuoc Bac → Rue Lan Ong → Rue Hang Can

Le plan du parcours de la promenade sonore



La coupe transversale typique



Les photos de parcours

Figure V.2 : La promenade sonore n°1 réalisée au 20/07/2006

En périphérie de l'îlot étudié, la source sonore principale est constituée des moyens de transports. Leur présence est identique tout au long des rues. Pour cette promenade sonore, le promeneur a à sa gauche la source sonore (la route) et à sa droite la façade des bâtiments

étudiés, qui bordent la rue. L'oreille gauche reçoit le son direct et l'oreille droite le son réfléchi.

Etudions les résultats obtenus à partir des images acoustiques suivantes :

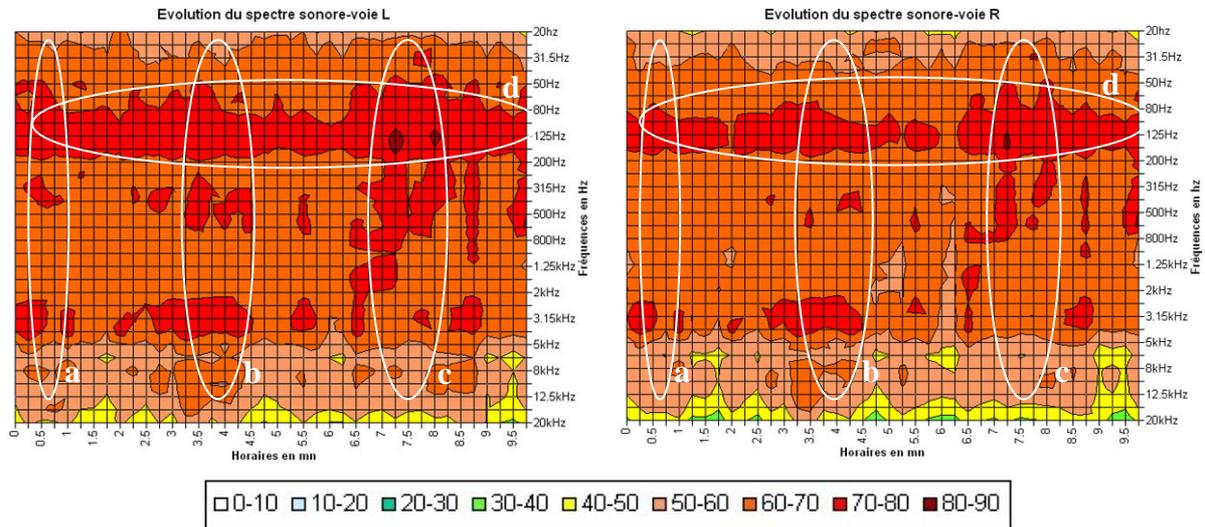


Figure V.3 : Les images acoustiques issues des enregistrements de la promenade sonore n°1

Sur ces images acoustiques, nous pouvons observer que le niveau de bruit de fond est de 50-60 dB. Le niveau sonore varie de 60-80 dB sur la plage de fréquence qui va de 31.5Hz à 5 kHz. Ces niveaux sonores dans ces fréquences sont presque constants tout au long de l'enregistrement.

Le trafic se concentre au niveau des carrefours ce qui entraîne une augmentation du niveau sonore dans ces endroits. On distingue les carrefours sur les images acoustiques par l'élévation du niveau sonore (taches de couleur plus foncée aux point "a", "b" et "c" sur la figure V.3). Le champ acoustique est ici diffus [BAR81]. Ce qui explique que les deux oreilles perçoivent presque la même chose et par conséquent les images acoustiques de gauche et de droite sont presque similaires. Cela indique que les constructions sont serrées de part et d'autre de la rue.

Pour la zone "d" (figure V.3), l'oreille gauche perçoit un niveau sonore de 70-80 dB sur une bande de fréquence plus large que l'oreille droite. En effet, l'oreille droite reçoit le son direct et l'oreille gauche le son réfléchi. Cet élément sera détaillé lors de l'étude des rez-de-chaussée des maisons-tube dans la partie suivante.

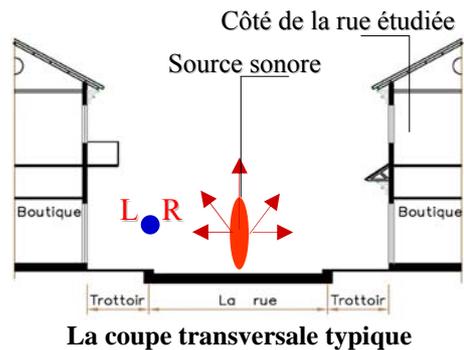
V.2.1.2 : Promenade sonore en continue n°2, réalisée autour de l'îlot étudié, enregistrement le 20/07/2006

- Le jeudi matin à 10h15
- Le temps : beau, très ensoleillé, beaucoup de vent, très chaud : environ 34°C
- Densité moyenne de circulation et de personnes dans la rue
- Parcours commence au début de la rue Hang Bo vers la rue Thuoc Bac (point B)



Rue Hang Bo → Rue Thuoc Bac → Rue Lan Ong → Rue Hang Can

Le plan du parcours



Les photos de parcours

Figure V.4 : La promenade sonore n°2 réalisée le 20/07/2006

Les conditions de circulation sont identiques à celles de la promenade précédente. Pour cet enregistrement, le promeneur a à sa droite la source sonore (la route) et de l'autre côté de la route se trouve la façade des bâtiments étudiés, qui bordent la rue.

Etudions les résultats obtenus à partir des images acoustiques suivantes :

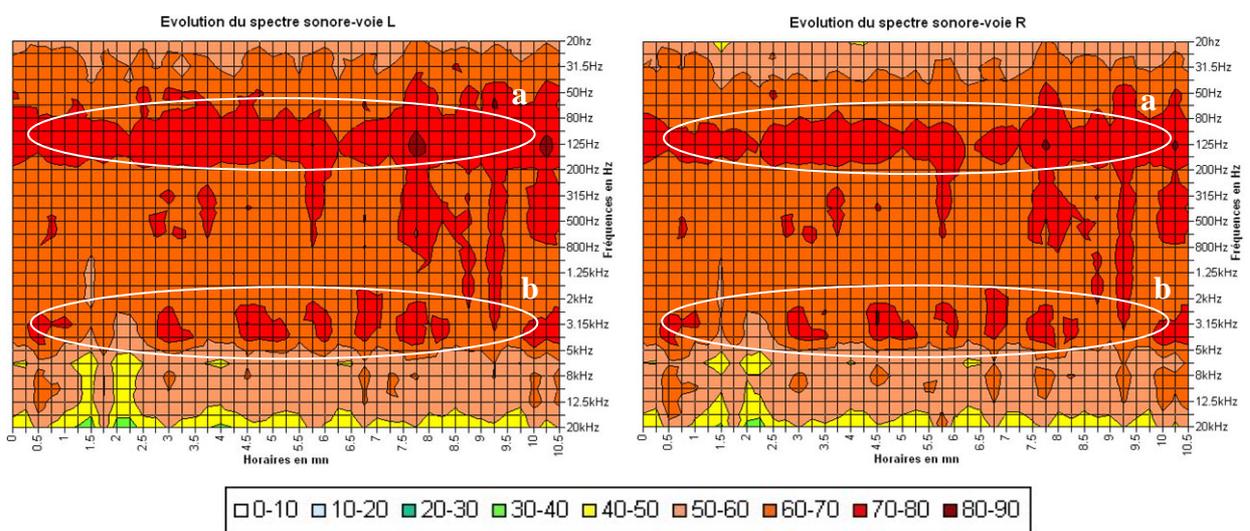


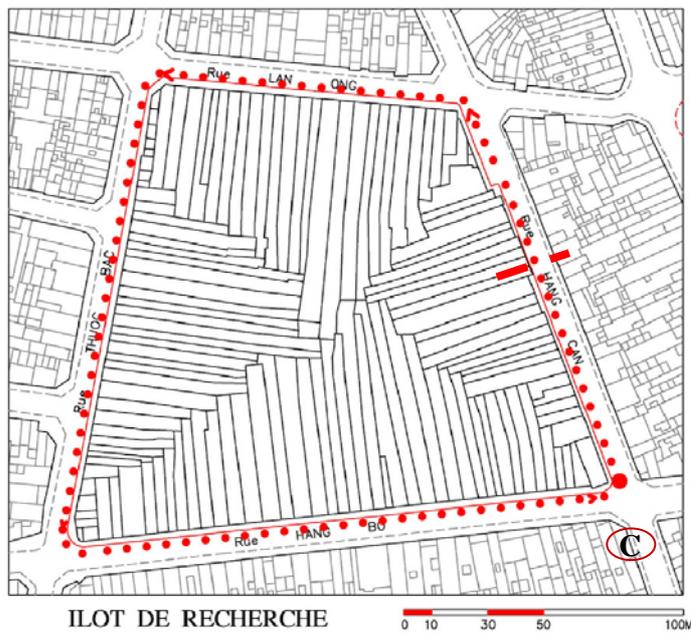
Figure V.5 : Les images acoustiques issues des enregistrements de la promenade sonore n°2

Comme pour la promenade précédente, la perception sonore est quasi identique pour les deux côtés.

Sur ces images acoustiques, nous pouvons observer que le niveau de bruit est de 70-80 dB à la fréquence 125 Hz qui correspond au bruit des pots d'échappements des motos (zone "a" sur la figure V.4). Il l'est aussi à la fréquence 3,15 kHz qui correspond au bruit des klaxons de motos et de voitures. Ces niveaux sonores dans ces fréquences sont presque constants tout au long de l'enregistrement (zone "b"). Ces deux signaux sonores sont caractéristiques des ambiances sonores dans le vieux quartier de Hanoï. Cet élément sera comparé plus loin à ceux définis pour Bordeaux.

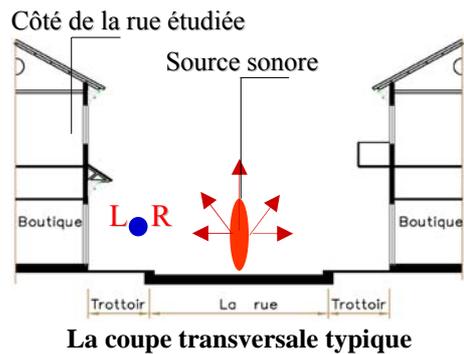
V.2.1.3 : Promenade sonore en continue n°3, réalisée autour de l'îlot étudié, enregistrement le 20/07/2006

- Le jeudi matin à 10h30
- Le temps : beau, très ensoleillé, beaucoup de vent, très chaud : environ 34°C
- Densité moyenne de circulation et de personnes dans la rue
- Parcours commence au début de la rue Hang Can vers la rue Lan Ong (point C)



Rue Hang Can → Rue Lan Ong → Rue Thuoc Bac → Rue Hang Bo

Le plan du parcours



Les photos de parcours

Figure V.6 : La promenade sonore n°3 réalisée le 20/07/2006

Les conditions de circulation sont identiques à celles de la promenade précédente. Pour cette promenade sonore, le promeneur a à sa droite la source sonore (la route) et à sa gauche la façade des bâtiments étudiés, qui bordent la rue. L'oreille droite reçoit le son direct et l'oreille gauche le son réfléchi.

Etudions les résultats obtenus à partir des images acoustiques suivantes :

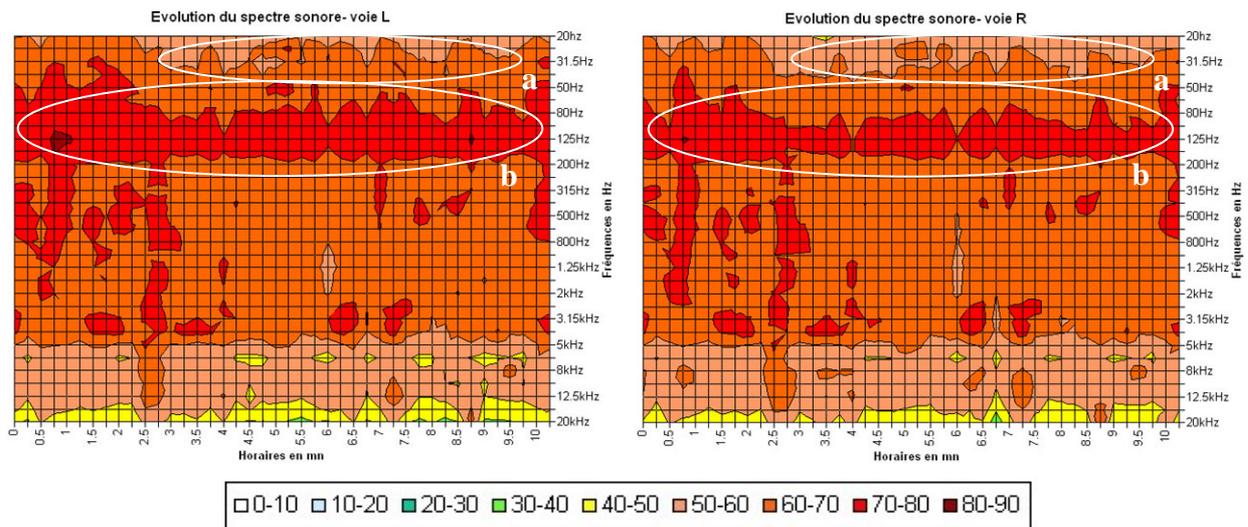


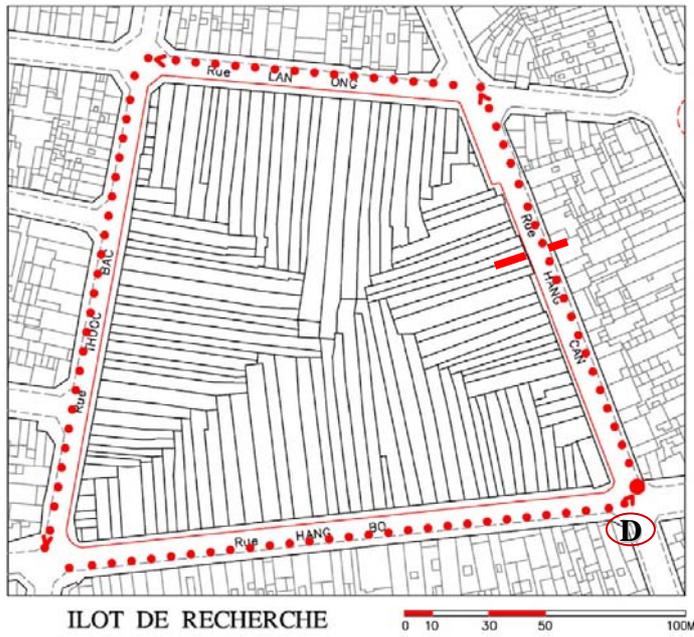
Figure V.7 : Les images acoustiques issues des enregistrements de la promenade sonore n°3

Sur ces images acoustiques, nous constatons comme lors des promenades n°1 et n°2 que le champ est diffus. En effet, les deux images sont quasi similaires ce qui indique que les deux oreilles reçoivent presque le même signal sonore. Le niveau sonore varie entre 50-70 dB pour toutes les fréquences et tout au long de la promenade. On observe une zone à 50-60 dB (zone "a") qui est présente dans les graves sur une gamme plus large pour l'oreille gauche que pour la droite (voir la position du microphone sur la figure V.6). On explique ce résultat par la réflexion due aux façades des maisons. La plupart des maisons ont des portes ouvertes au rez-de-chaussée créant des effets de locaux couplés, malgré le fait que les rues forment un tissu en continu.

Tout au long de la promenade, on retrouve ce niveau sonore de 70-80 dB (zone "b") dans les bandes de fréquences qui vont de 50 Hz à 200 Hz. Ce qui est caractéristique du bruit des moteurs. En effet, la rue Hang Can est un axe de circulation à sens unique où se concentre une haute densité de moyens de transports.

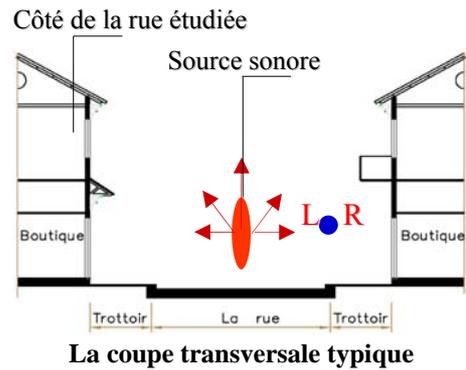
V.2.1.4 : Promenade sonore en continue n°4, réalisée autour de l'îlot étudié, enregistrement le 20/07/2006

- Le jeudi matin à 10h45
- Le temps : beau, très ensoleillé, beaucoup de vent, très chaud : environ 34°C
- Densité moyenne de circulation et de personnes dans la rue.
- Parcours commence au début de la rue Hang Can vers la rue Lan Ong (point D)



Rue Hang Can → Rue Lan Ong → Rue Thuoc Bac → Rue Hang Bo

Le plan du parcours



La coupe transversale typique



Les photos de parcours

Figure V.8 : La promenade sonore n°4 réalisée le 20/07/2006

Les conditions de circulation sont identiques à celles de la promenade précédente. Pour cet enregistrement, le promeneur a à sa gauche la source sonore (la route) et de l'autre côté de la route se trouve la façade des bâtiments étudiés, qui bordent la rue.

Etudions les résultats obtenus à partir des images acoustiques suivantes :

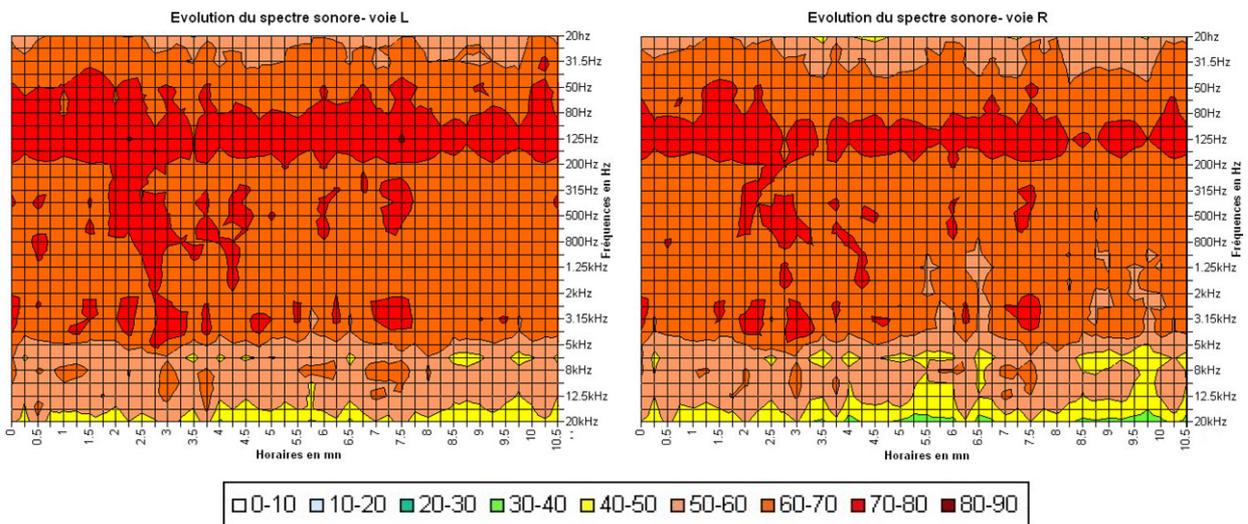
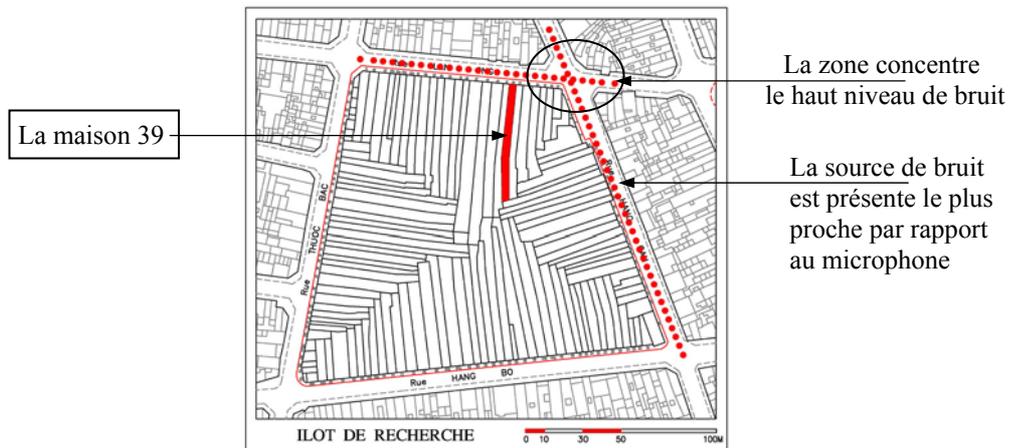


Figure V.9 : Les images acoustiques issues des enregistrements de la promenade sonore n°4

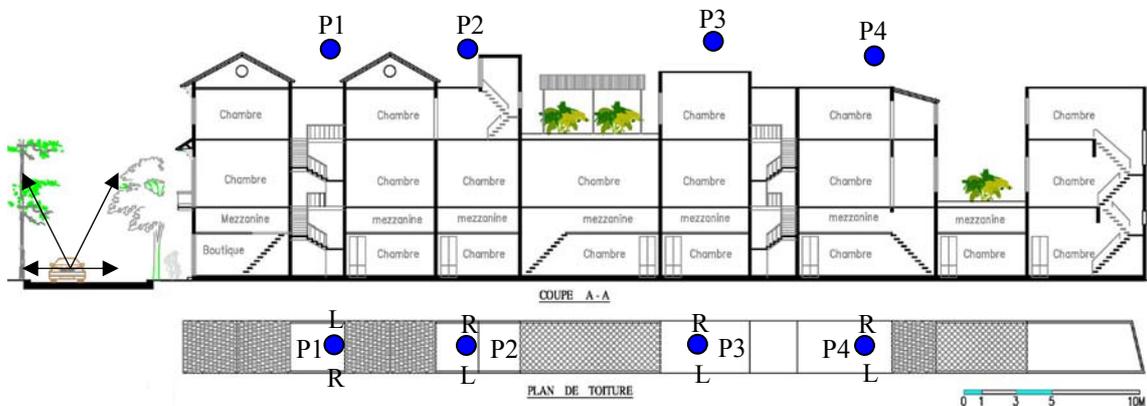
Sur ces images acoustiques, nous constatons que les résultats obtenus sont similaires à ceux obtenus pour les promenades n°1, n°2 et n°3.

V.2.1.5 : Enregistrement sonore fixe n°1, réalisé sur la toiture de la maison n°39 – Rue Lan Ong le 30/01/2005

- Le dimanche matin à 11h30
- Le temps : couvert, vent moyen, chaud : environ 22°C
- Haute densité de circulation et de personnes dans la rue
- Enregistrement sonore fixe n°1 réalisé sur la toiture de la maison n°39 – Rue Lan Ong (voir plan)



La position de la maison 39 – rue Lan Ong



● Points où sont placés les microphones P1, P2, P3 et P4
L (left) et R (right) sont la gauche et la droite du microphone.



Les photos P1, P2, P3 et P4 effectuées sur la toiture de la maison 39 - rue Lan Ong

Figure V.10 : Enregistrement sonore fixe n°1 réalisé sur la toiture de la maison n°39- Rue Lan Ong le 30/01/2005

Quatre enregistrements ont été effectués à des points différents sur le toit de cette maison. Chaque enregistrement a une durée d'environ 5 minutes. Les points sont répartis depuis le bord de l'îlot vers le centre de l'îlot (voir figure V.10). La source sonore principale est la circulation dans la rue. Etant sur le toit, on ne reçoit pratiquement pas le son direct provenant de la circulation.

Etudions les résultats obtenus à partir des images acoustiques suivantes :

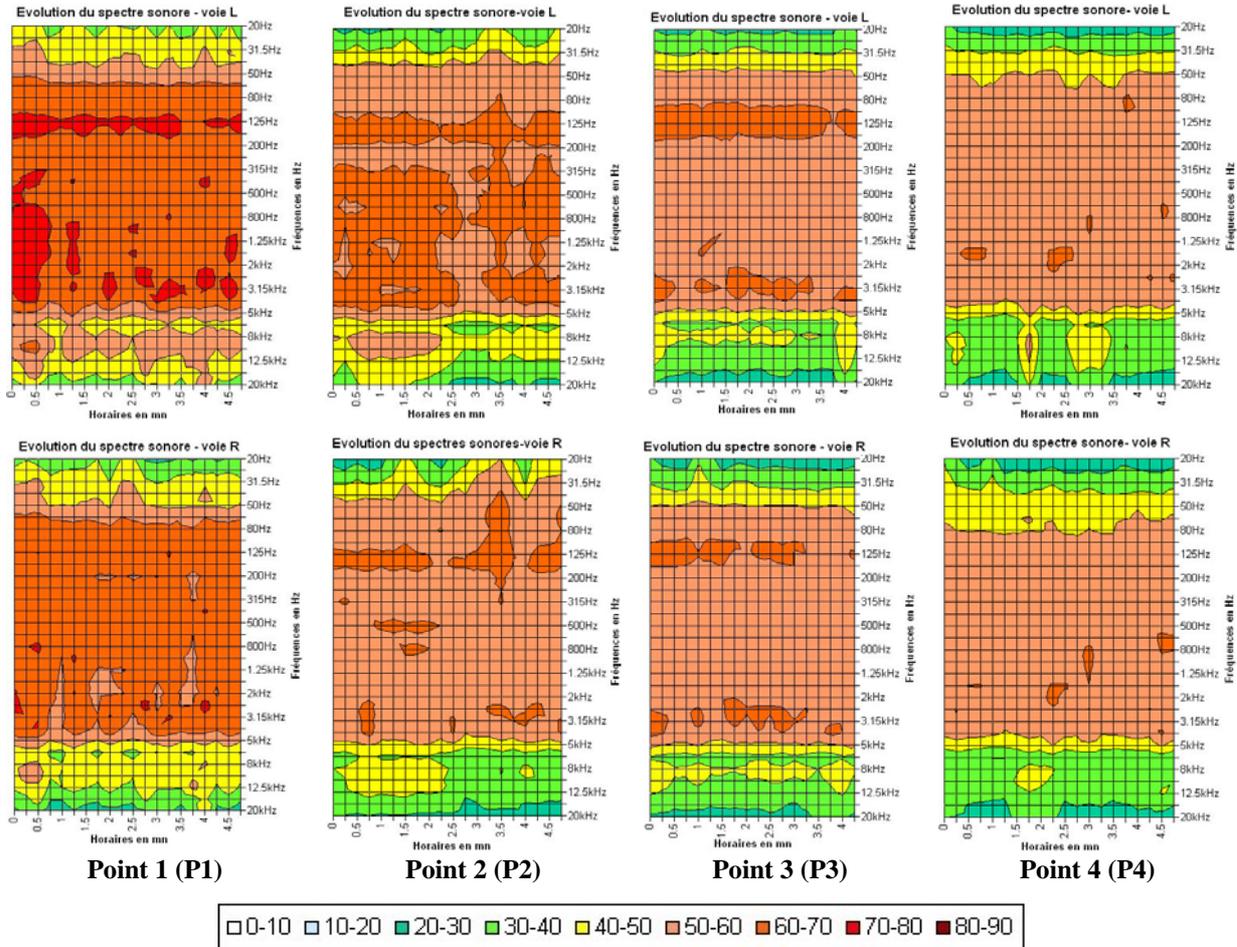


Figure V.11 : Les images acoustiques issues des enregistrements au point fixe n°1

Sur ces images acoustiques, nous constatons que la distance a une influence sur la perception sonore à chaque point. Le niveau sonore a diminué progressivement du point P1 (60-70 dB) au point P4 (50-60 dB). Ce niveau sonore se retrouve dans la plage de fréquence allant de 40Hz à 5kHz.

Sur la figure V.10, on remarque que la position d'enregistrement par rapport à la rue change pour chaque enregistrement. La perception sonore est uniquement due au phénomène de diffraction de l'énergie provenant de la source sonore dans la rue. Ainsi on peut expliquer que la propagation sonore est bloquée par les maisons situées tout au long des rues avec une très haute densité.

V.2.1.6 : Conclusion

Afin de caractériser les particularités morphologiques d'un tissu urbain dense, cette partie a présenté quatre promenades sonores basées sur la même méthodologie mais dans des sens et à des positions différentes dans le site. Les résultats obtenus montrent la relation étroite qui existe entre la forme urbaine et le champ acoustique. A partir des images acoustiques issues des enregistrements, nous constatons que la source sonore est présente à l'identique dans toutes les rues.

Le niveau sonore est reçu de manière identique par les deux oreilles. La perception sonore montre le phénomène de propagation sonore dans un site fermé, compact et entouré par des maisons denses. Les rues en "U" créent un champ acoustique diffus qui augmente le niveau sonore dû aux sources présentes dans la rue.

V.2.2 : Caractérisation de la particularité morphologique de l'espace ouvert au rez-de-chaussée des maisons-tube

Afin de caractériser cette morphologie, deux promenades sonores en continue ont été réalisées autour de l'îlot étudié. Elles démarrent au début de la rue Lan Ong et partent dans les deux directions.

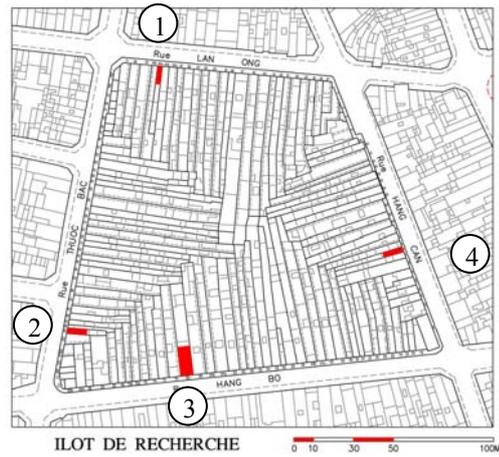
Quatre enregistrements sonores fixes ont été réalisés dans quatre maisons-tube au rez-de-chaussée :

1. La maison 65A dans la rue Lan Ong
2. La maison 101A dans la rue Thuoc Bac
3. La maison 68 dans la rue Hang Bo
4. La maison 40A dans la rue Hang Can.

Les enregistrements sonores fixes sont doubles à chaque fois. En effet, on enregistre simultanément le paysage sonore intérieur (au rez-de-chaussée) et le paysage sonore extérieur (sur le trottoir) afin de pouvoir comparer la perception que l'on a de la source sonore (la circulation).

Les promenades sonores sont réalisées de manière identique que pour les promenades présentées dans la partie V.2.1. Deux promenades sont réalisées : une sur chaque trottoir de la rue et dans deux directions différentes.

Ci-dessous, la position des maisons dans lesquelles se déroulent les enregistrements.

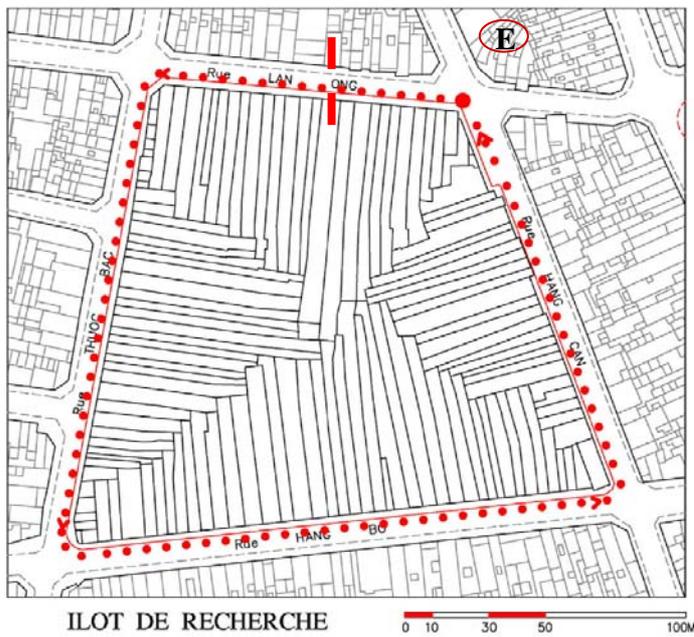


1. Rue Lan Ong : 117 mètres de longueur (axe en axe) – 12 mètres de largeur (façade en façade)
La maison 65A : la boutique de médicament
2. Rue Thuoc Bac : 180 mètres de longueur (axe en axe) – 12 mètres de largeur (façade en façade)
La maison 101A : la boutique de serrures
3. Rue Hang Bo : 208 mètres de longueur (axe en axe) – 13 mètres de largeur (façade en façade)
La maison 68 : l'accueil de l'hôtel
4. Rue Hang Can : 57 mètres de longueur (axe en axe) – 10 à 14 mètres de largeur (façade en façade)
La maison 40A : la boutique de vêtement

Figure V.12 : La position des maisons étudiées et les fonctions abritées au rez-de-chaussée

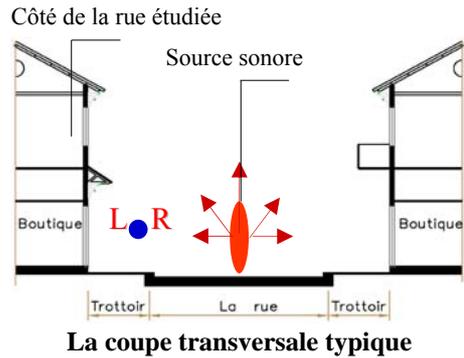
V.2.2.1 : Promenade sonore en continue n°5, réalisée autour de l'îlot étudié, enregistrement le 27/08/2005

- Le samedi matin à 10h30
- Le temps : couvert, beaucoup de vent, chaud : environ 30°C
- Densité moyenne de circulation et de personnes dans la rue
- Parcours commence au début à la rue Lan Ong vers la rue Thuoc Bac (point E)



Rue Lan Ong → Rue Thuoc Bac → Rue Hang Bo → Rue Hang Can

Le plan du parcours



La coupe transversale typique



Les photos de parcours

Figure V.13 : La promenade sonore n°5 réalisée le 27/08/2005

Pour cet enregistrement, le promeneur a à sa droite la source sonore (la route) et à sa gauche la façade des bâtiments étudiés, qui bordent la rue. L'oreille droite reçoit le son direct de la source et l'oreille gauche le son réfléchi sur les façades des maisons-tube. La circulation est présente tout au long de la promenade.

Etudions les résultats obtenus à partir des images acoustiques suivantes :

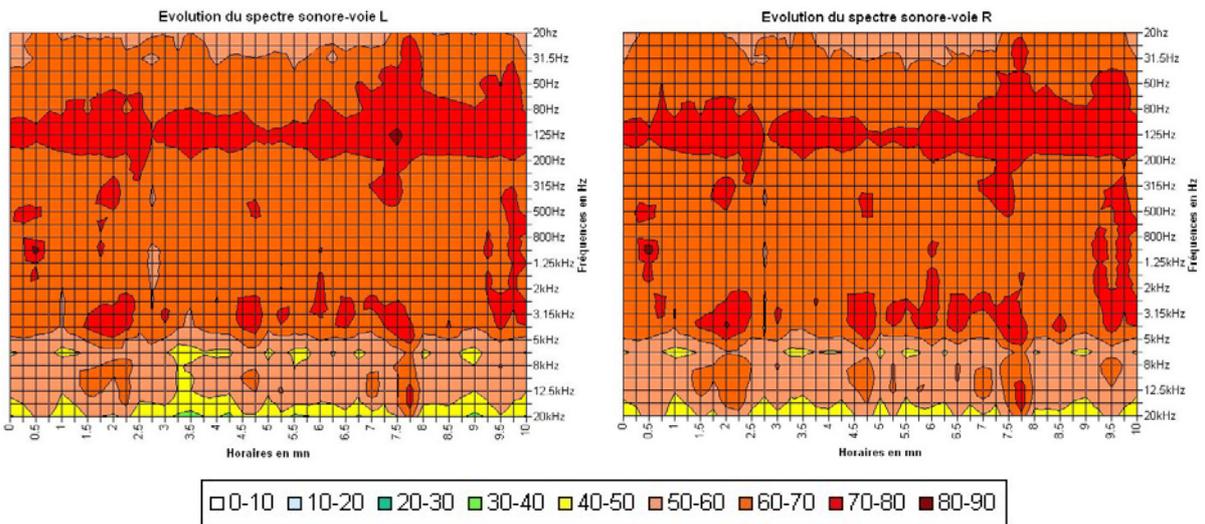


Figure V.14 : Les images acoustiques issues des enregistrements de la promenade sonore n°5

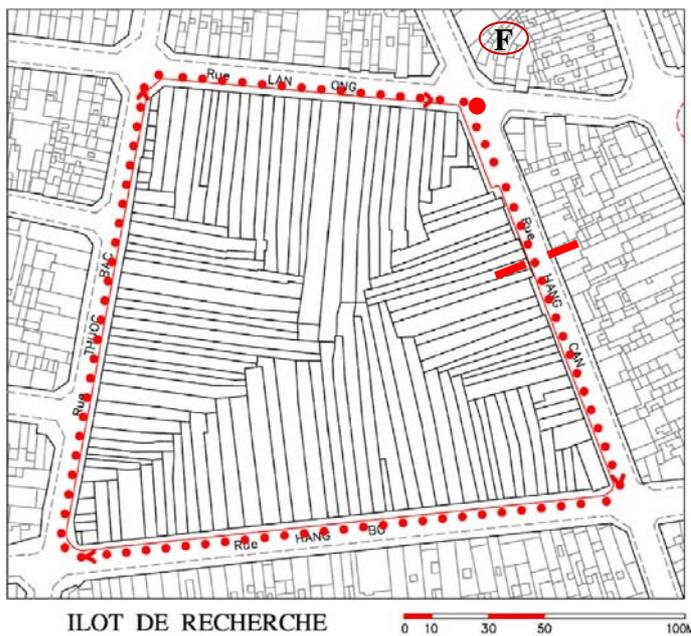
La perception sonore est quasi identique pour les deux côtés, ce qui confirme le champ acoustique diffus observé dans la partie précédente (V.3.2). D'autre part, on observe à partir des résultats une réflexion faible sur l'oreille gauche.

En toute logique, on s'attend à ce que l'oreille gauche perçoive un niveau sonore plus important que l'oreille droite. En effet, nous sommes dans une rue en "U", la propagation sonore se fait dans un espace fermé.

Mais les images acoustiques montrent que les deux oreilles reçoivent un niveau sonore identique. On peut donc en déduire que l'oreille gauche ne reçoit pas beaucoup de réflexions sonores. Et par suite que la façade de la rue est absorbante, ce qui est cohérent avec l'ouverture de la façade des rez-de-chaussée. Les rez-de-chaussée des bâtiments sont occupés par des boutiques.

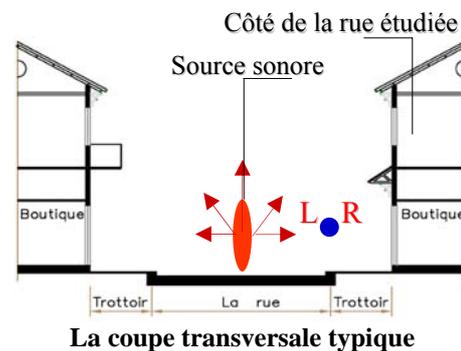
V.2.2.2 : Promenade sonore en continue n°6, réalisée autour de l'îlot étudié, enregistrement le 27/08/2005

- Le samedi matin à 11h00
- Le temps : couvert, beaucoup de vent, chaud : environ 30°C
- Densité moyenne de circulation et de personnes dans la rue
- Parcours commence au début de la rue Hang Can vers la rue Hang Bo (point F)



Rue Hang Can → Rue Hang Bo → Rue Thuoc Bac → Rue Lan Ong

Le plan du parcours



Les photos de parcours

Figure V.15 : La promenade sonore n°6 réalisée le 27/08/2005

Pour cet enregistrement, le promeneur a à sa gauche la source sonore (la route) et à sa droite la façade des bâtiments étudiés, qui bordent la rue. L'oreille gauche reçoit le son direct de la

source et l'oreille droite le son réfléchi sur les façades des maisons-tube. La circulation est présente tout au long de la promenade.

Etudions les résultats obtenus à partir des images acoustiques suivantes :

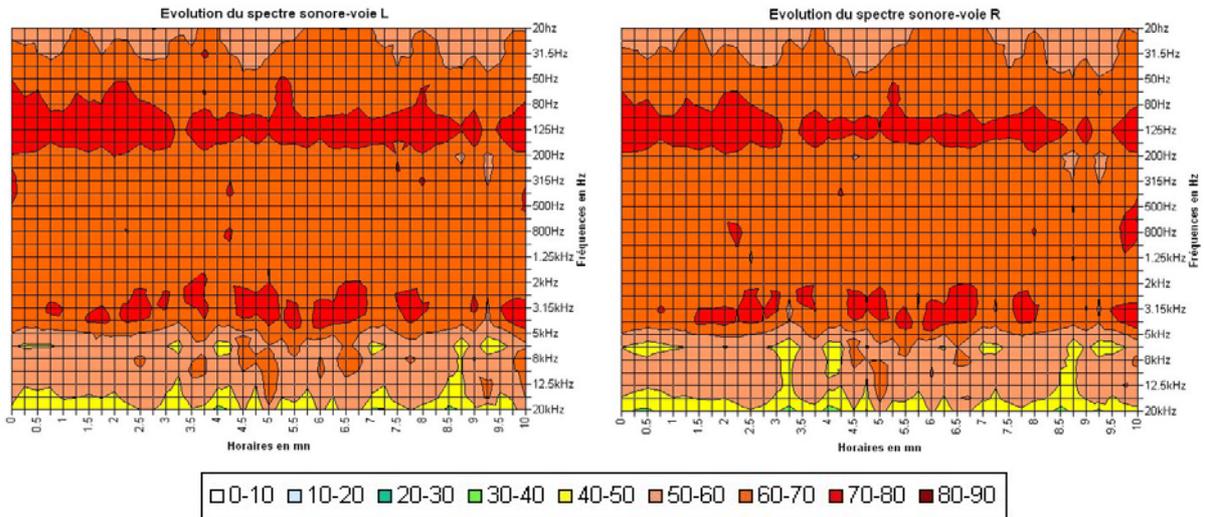


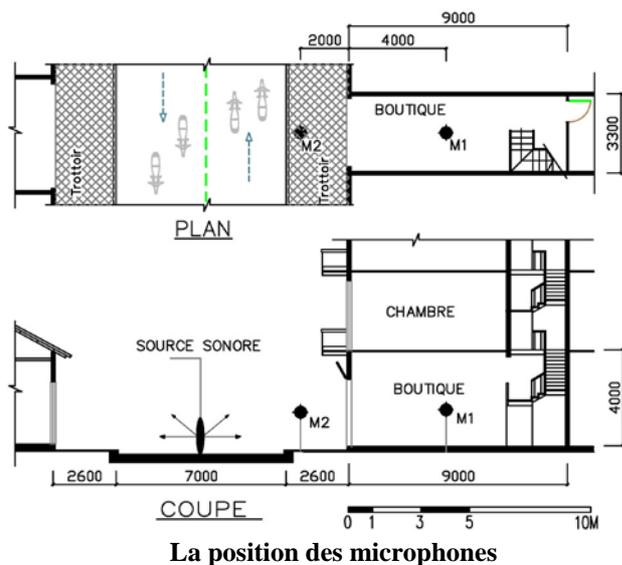
Figure V.16 : Les images acoustiques issues des enregistrements de la promenade sonore n°6

Comme pour la promenade précédente, la perception sonore est quasi identique pour les deux côtés, ce qui confirme le champ acoustique diffus observé dans la partie précédente (V.3.2). D'autre part, on observe à partir des résultats une réflexion faible sur l'oreille droite.

Ces résultats confirment ceux obtenus à partir de la promenade précédente. Ainsi, la structure ouverte des façades en rez-de-chaussée a une influence importante dans le processus de perception sonore.

V.2.2.3 : Enregistrement sonore fixe n°2, réalisé au rez-de-chaussée de la maison 65A, rue Lan Ong, enregistrement le 27/08/2005

- Le samedi matin à 11h30
- Le temps : couvert, beaucoup de vent, chaud : environ 30°C
- Densité moyenne de circulation et de personnes dans la rue



Le rez-de-chaussée de la maison est occupé par une boutique de médicaments traditionnels. Ses dimensions sont de 3,3 m de largeur et 9 m de profondeur. Les meubles sont des vitrines présentant les médicaments.



Les photos : extérieure et intérieure

Figure V.17 : Enregistrement sonore fixe n°2, réalisé le 27/08/2005

Deux enregistrements ont été réalisés simultanément : un à l'intérieur de la maison (point M1 sur la figure V.17) et l'autre sur le trottoir devant la maison (point M2 sur la figure V.17). Les deux enregistrements sont donc réalisés à une distance très proche l'un de l'autre. Chaque enregistrement a une durée de 5 minutes. La source sonore principale est le bruit de la circulation dans la rue.

Etudions les résultats obtenus à partir des images acoustiques suivantes :

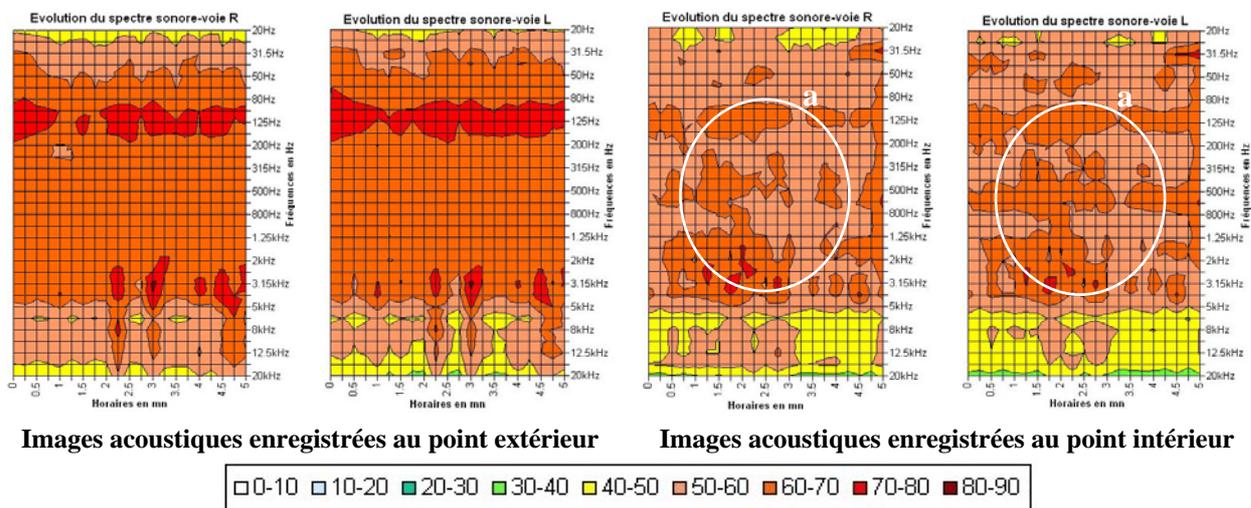


Figure V.18 : Les images acoustiques issues des enregistrements du point fixe n°2

Les résultats des enregistrements sont présentés dans les images acoustiques figure V.18. Très clairement, on voit que le niveau sonore est plus important et plus constant dans la rue que dans la boutique.

On retrouve comme précédemment des images acoustiques presque similaires pour l'oreille droite et l'oreille gauche, confirmant que l'on se trouve dans un espace sonore en champ diffus.

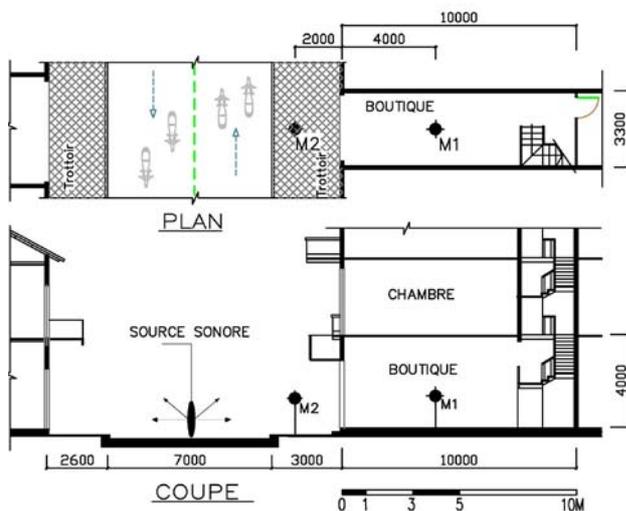
Pour les enregistrements réalisés sur le trottoir devant la boutique, sur la bande de fréquence allant de 31,5Hz à 5kHz, le niveau sonore est de 70-80 dB. On retrouve les caractéristiques du champ diffus présenté dans la partie précédente (V.3). On remarque des augmentations ponctuelles du niveau sonore à la fréquence de 3.15kHz qui correspondent au klaxon des mobylettes et des voitures.

Pour les enregistrements réalisés à l'intérieur de la boutique, on observe que le niveau de bruit principal est de 60-70 dB. La variation du niveau sonore est présente à la fois suivant les fréquences et suivant le moment (zone "a"). Les sources sonores sont à la fois la circulation de la rue dont le niveau sonore est affaibli par la distance qui sépare l'enregistrement extérieur et l'enregistrement intérieur et les bruits de l'activité qui se déroule dans la boutique.

On constate que la comparaison entre les images acoustiques des enregistrements réalisés à l'extérieur et celle réalisée à l'intérieur mettent bien en évidence l'effet du champ diffus, dû à la particularité de la forme urbaine au rez-de-chaussée.

V.2.2.4 : Enregistrement sonore fixe n°3, réalisé au rez-de-chaussée de la maison 101A, rue Thuoc Bac, enregistrement le 27/08/2005

- Le samedi matin à 11h45
- Le temps : couvert, beaucoup de vent, chaud : environ 30°C
- Densité moyenne de circulation et de personnes dans la rue



La position des microphones

Le rez-de-chaussée de la maison est occupé par une boutique de serrures. Ses dimensions sont de 3,3 m de largeur et 10 m de profondeur. Les meubles sont des vitrines présentant les serrures.



Les photos : extérieure et intérieure

Figure V.19 : Enregistrement sonore fixe n°3, réalisé le 27/08/2005

Comme précédemment, deux enregistrements ont été réalisés simultanément : un à l'intérieur de la maison (point M1 sur la figure V.19) et l'autre sur le trottoir devant la maison (point M2 sur la figure V.19). Les deux enregistrements sont donc réalisés à une distance très proche l'un de l'autre. Chaque enregistrement a une durée de 5 minutes. La source sonore principale est le bruit de la circulation dans la rue.

Etudions les résultats obtenus à partir des images acoustiques suivantes :

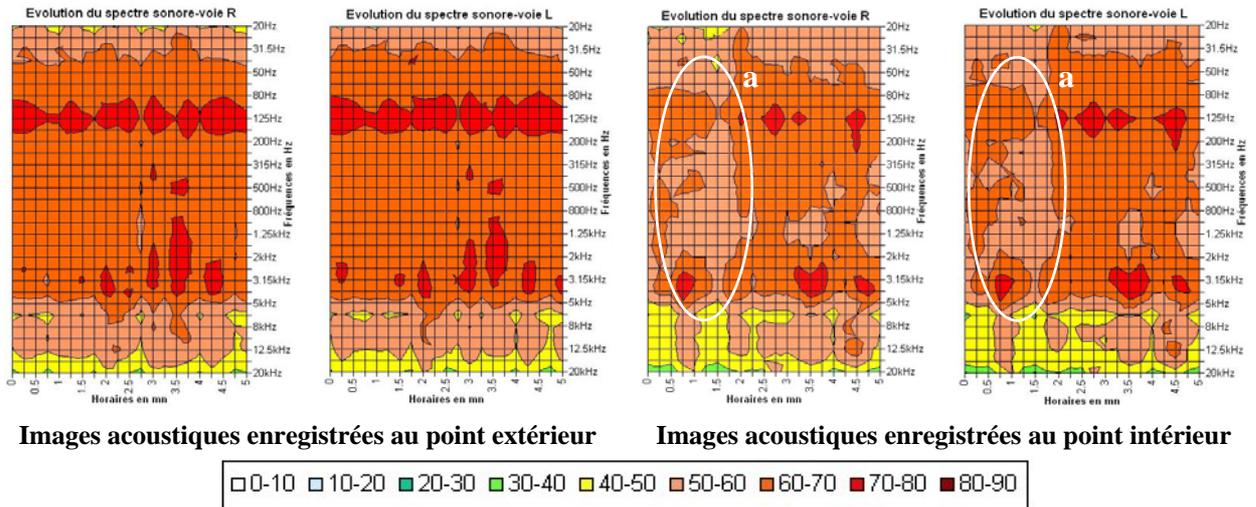


Figure V.20 : Les images acoustiques issues des enregistrements du point fixe n°3

Les résultats des enregistrements sont présentés dans les images acoustiques figure V.20. Très clairement, on voit que le niveau sonore est plus important et plus constant dans la rue que dans la boutique.

On retrouve comme précédemment des images acoustiques presque similaires pour l'oreille droite et l'oreille gauche, confirmant que l'on se trouve dans un espace sonore en champ diffus.

Pour les enregistrements réalisés sur le trottoir devant la boutique, sur la bande de fréquence allant de 31,5Hz à 5kHz, le niveau sonore est de 70-80 dB. On retrouve les caractéristiques du champ diffus présenté dans la partie précédente (V.3). On remarque des augmentations ponctuelles du niveau sonore à la fréquence de 3.15kHz qui correspondent au klaxon des mobylettes et des voitures.

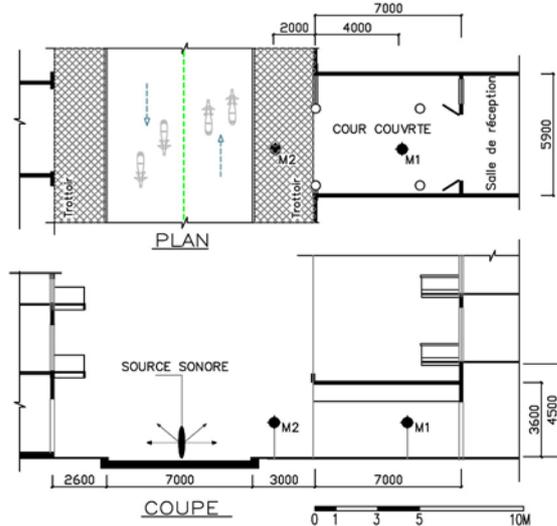
Pour les enregistrements réalisés à l'intérieur de la boutique, on observe que le niveau de bruit principal est de 60-70 dB. La variation du niveau sonore est présente à la fois suivant les fréquences et suivant le moment (zone "a").

Les sources sonores sont à la fois la circulation de la rue dont le niveau sonore est affaibli par la distance qui sépare l'enregistrement extérieur et l'enregistrement intérieur et les bruits de l'activité qui se déroule dans la boutique.

On constate que la comparaison entre les images acoustiques des enregistrements réalisés à l'extérieur et celle réalisée à l'intérieur mettent bien en évidence l'effet du champ diffus, dû à la particularité de la forme urbaine au rez-de-chaussée

V.2.2.5 : Enregistrement sonore fixe n°4, réalisé au rez-de-chaussée de la maison 68, rue Hang Bo, enregistrement le 27/08/2005

- Le samedi matin à 12h15
- Le temps : couvert, pas de vent, chaud : environ 30°C
- Densité moyenne de circulation et de personnes dans la rue



La position des microphones

Le rez-de-chaussée est une petite cour couverte d'un hôtel. Ses dimensions sont de 5,9 m de largeur et 7 m de profondeur : jusqu'à la porte de l'accueil d'hôtel.



Les photos : extérieure et intérieure

Figure V.21 : Enregistrement sonore fixe n°4, réalisé le 27/08/2005

Comme précédemment, deux enregistrements ont été réalisés simultanément : un à l'intérieur de la maison (point M1 sur la figure V.21) et l'autre sur le trottoir devant la maison (point M2 sur la figure V.21). Les deux enregistrements sont donc réalisés à une distance très proche l'un de l'autre. Chaque enregistrement a une durée de 5 minutes. La source sonore principale est le bruit de la circulation dans la rue. Par rapport aux enregistrements précédents, l'enregistrement "intérieur" est fait dans un espace plus ouvert.

Etudions les résultats obtenus à partir des images acoustiques suivantes :

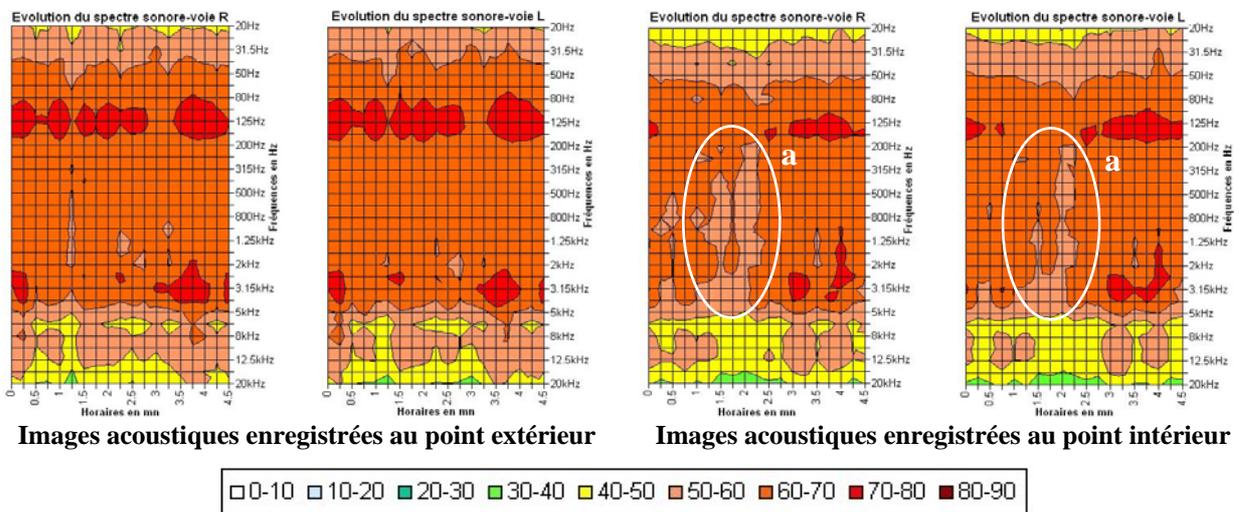


Figure V.22 : Les images acoustiques issues des enregistrements du pont fixe n°4

Les résultats des enregistrements sont présentés dans les images acoustiques figure V.22. Contrairement aux enregistrements précédents, le niveau sonore n'est pas beaucoup plus important et plus constant dans la rue que dans le hall.

On retrouve comme précédemment des images acoustiques presque similaires pour l'oreille droite et l'oreille gauche, confirmant que l'on se trouve dans un espace sonore en champ diffus. Cependant, on remarque la zone "a" (figure V.22) différente pour l'oreille droite et l'oreille gauche. On explique cette différence par le fait que l'oreille gauche reçoit le son réfléchi.

Comme pour les enregistrements précédents, pour les enregistrements réalisés sur le trottoir devant la boutique, sur la bande de fréquence allant de 31,5Hz à 5kHz, le niveau sonore est de 70-80 dB. On retrouve les caractéristiques du champ diffus présenté dans la partie précédente (V.3). On remarque des augmentations ponctuelles du niveau sonore à la fréquence de 3.15kHz qui correspondent au klaxon des mobylettes et des voitures.

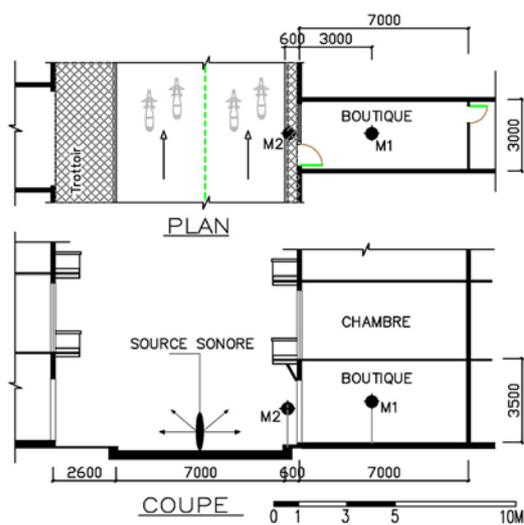
Pour les enregistrements réalisés à l'intérieur de la boutique, on observe que le niveau de bruit principal est de 70-80 dB. La variation du niveau sonore est présente à la fois suivant les fréquences et suivant le moment est moins important que lors des enregistrements précédents.

Les sources sonores sont à la fois la circulation de la rue dont le niveau sonore est affaibli par la distance qui sépare l'enregistrement extérieur et l'enregistrement intérieur et les bruits de l'activité qui se déroule dans la boutique.

On constate que la comparaison entre les images acoustiques des enregistrements réalisés à l'extérieur et celle réalisée à l'intérieur mettent bien en évidence l'effet du champ diffus, dû à la particularité de la forme urbaine au rez-de-chaussée.

V.2.2.6 : Enregistrement sonore fixe n°5, réalisé au rez-de-chaussée de la maison 40A, rue Hang Can, enregistrement le 20/07/2006

- Le samedi matin à 12h30
- Le temps : beau, beaucoup de vent, chaud : environ 34°C
- Densité moyenne de circulation et de personnes dans la rue



La position des microphones

Le rez-de-chaussée est occupé par une petite boutique de vêtements. Ses dimensions sont de 3,0 m de largeur et 7,0 m de profondeur. Il n'y a pas de vraiment de mobilier mais beaucoup de vêtements.



Les photos : extérieure et intérieure

Figure V.23 : Enregistrement sonore fixe n°5, réalisé le 20/07/2006

Comme précédemment, deux enregistrements ont été réalisés simultanément : un à l'intérieur de la maison (point M1 sur la figure V.21) et l'autre sur le trottoir devant la maison (point M2 sur la figure V.21). Les deux enregistrements sont donc réalisés à une distance très proche l'un de l'autre. Chaque enregistrement a une durée de 5 minutes. La source sonore principale est le bruit de la circulation dans la rue.

Par rapport aux enregistrements précédents, l'enregistrement "intérieur" est fait dans un espace plus fermé. L'ouverture sur la rue se fait par une porte. L'espace ouvert est donc plus petit que pour les enregistrements précédents.

Etudions les résultats obtenus à partir des images acoustiques suivantes :

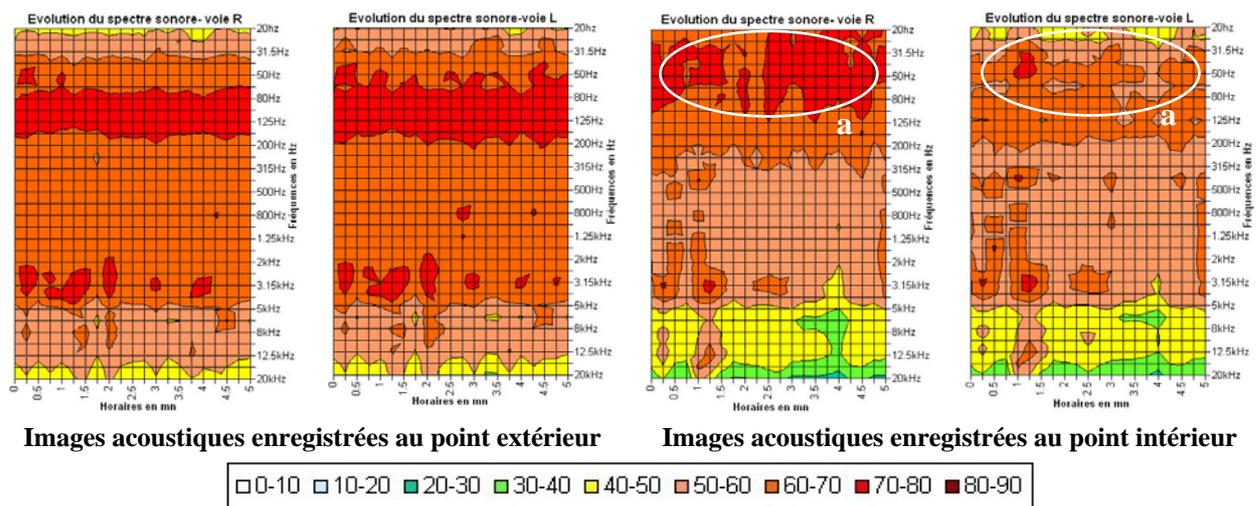


Figure V.24 : Les images acoustiques issues des enregistrements du point fixe n°5

Les résultats des enregistrements sont présentés dans les images acoustiques figure V.24. On constate des résultats proches de ceux obtenus à partir des trois premiers enregistrements sur points fixes.

On retrouve comme précédemment des images acoustiques presque similaires pour l'oreille droite et l'oreille gauche, confirmant que l'on se trouve dans un espace sonore en champ diffus dans l'espace extérieur.

Pour l'enregistrement réalisé à l'intérieur, sur la bande de fréquences allant de 200 Hz à 5 kHz, la répartition du niveau sonore est uniforme. Nous expliquons cela par le fait que l'enregistrement a été réalisé dans un espace plutôt fermé (la porte étant petite). Le niveau sonore est similaire pour les deux oreilles à 50-60 dB.

On remarque la zone "a" (figure V.24) différente pour l'oreille droite et l'oreille gauche. Ce qui n'était pas le cas pour les enregistrements précédents. Lors de l'enregistrement, l'oreille droite donnait sur un ventilateur.

D'une manière générale, on constate que la comparaison entre les images acoustiques des enregistrements réalisés à l'extérieur et celle réalisée à l'intérieur mettent bien en évidence l'effet du champ diffus, dû à la particularité de la forme urbaine au rez-de-chaussée.

V.2.2.7 : Conclusion

Les enregistrements présentés dans cette partie permettent de caractériser la particularité morphologique du rez-de-chaussée dans les maisons-tube. Chaque rez-de-chaussée étudié possède une morphologie différente et se caractérise par un espace différent. Pour chaque enregistrement sonore, nous avons caractérisé un des aspects de ces particularités morphologiques.

Les promenades sonores ont permis de caractériser l'espace ouvert continu du rez-de-chaussée sur la rue. Les enregistrements sur point fixe caractérisent des espaces ouverts différenciés dans les rez-de-chaussée. Les résultats obtenus formalisés par les images acoustiques traduisent de façon précise la particularité morphologique étudiée.

Ainsi, nous avons démontré que la source sonore est la même dans toutes les rues qui entourent l'îlot étudié. Ce qui traduit un champ acoustique diffus dans les rues en "U". La répartition spectrale est uniforme dans la rue et différente pour chaque champ sonore en rez-de-chaussée.

V.2.3 : Caractérisation de la particularité morphologique des couloirs étroits dans les maisons-tube

Afin de caractériser cette particularité, nous avons réalisé des promenades et des enregistrements sonores fixes dans les couloirs des maisons-tube. Dans le chapitre précédent la position et la forme des couloirs dans les maisons ont été détaillés. Les couloirs dans lesquels ont été réalisés les enregistrements ont les mêmes particularités : ils sont longs, étroits, bas et sombres.

Pour cette partie, 5 promenades aller-retour ont été réalisées et 3 enregistrements sonores fixes.

Enregistrement sonore fixe dans le couloir des maisons-tube :

1. Maison 69 - Rue Thuoc Bac
2. Maison 85 - Rue Thuoc Bac
3. Maison 62 - Rue Hang Bo

Promenade sonore aller-retour dans le couloir des maisons-tube :

4. Maison 26 - Rue Hang Can
5. Maison 34 - Rue Hang Can
6. Maison 46 - Rue Hang Bo
7. Maison 47 - Rue Lan Ong
8. Maison 39 - Rue Lan Ong

Pour les enregistrements sonores fixes, les microphones ont été disposés à différents endroits du couloir. En enregistrement sonore fixe a été réalisé tous les 10 m à partir de l'entrée. Le premier enregistrement étant effectué sur le trottoir, devant l'entrée.

Pour les promenades sonores, le parcours débute à l'entrée va jusqu'au fond du couloir et revient vers la rue : en continu.

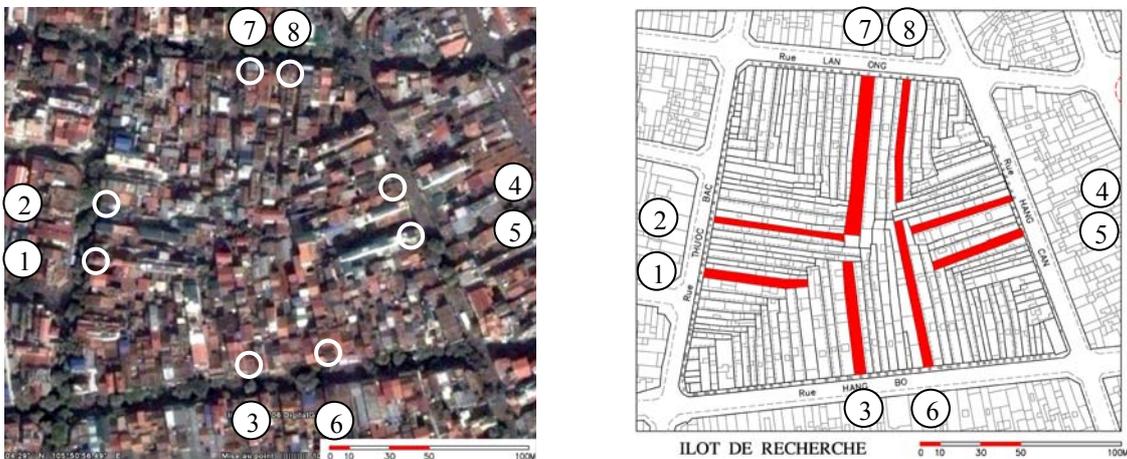
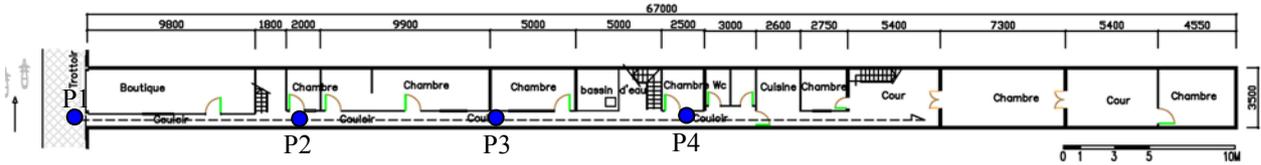


Figure V.25 : Position des couloirs dans les maison étudiées

V.2.3.1 : Enregistrement sonore fixe n°6, réalisé dans le couloir, au rez-de-chaussée de la maison 69, rue Thuoc Bac, enregistrement le 30/01/2005

- Le dimanche matin à 10h00
- Le temps : couvert, beaucoup de vent, chaud : environ 22°C
- Densité de circulation et de personnes dans la rue importante



● Ponts où sont placés les microphones (P1, P2, P3 et P4)

La position du couloir dans la maison

Figure V.26 : Enregistrement sonore fixe n°6, réalisé le 30/01/2005

Le couloir se trouve sur la partie droite de la maison. Sa largeur va de 0,8 à 1 m. La maison a une profondeur de 67 m et le couloir 50 m. Il y a une cour intérieure au niveau du point P4 qui correspond à la zone du 2^{ème} escalier, ce qui crée un point de lumière dans le couloir. Chaque enregistrement sonore a une durée de 5 minutes.

Etudions les résultats obtenus à partir des images acoustiques suivantes :

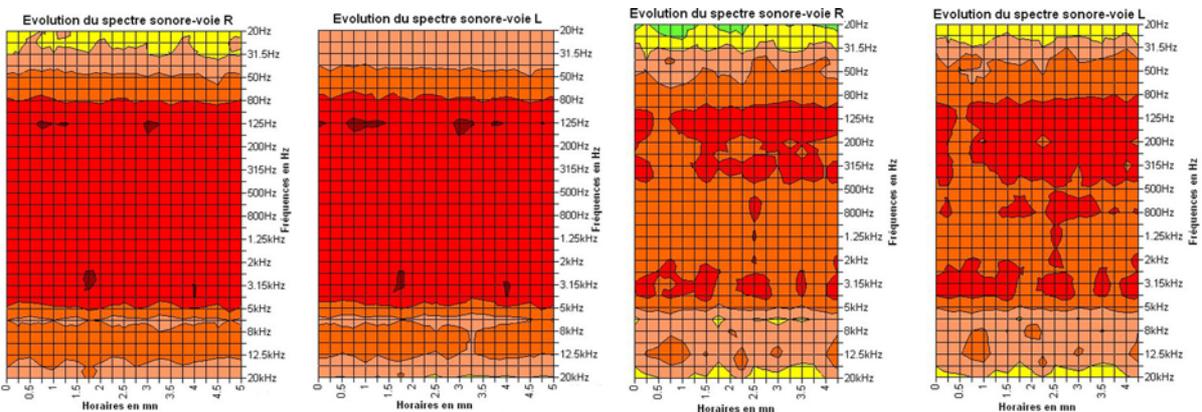


La photo sur le point P1



La photo sur le point P2

Les résultats obtenus sur ces deux points correspondent aux images acoustiques enregistrées ci-dessous :



Les images acoustiques enregistrées sur le point P1

Les images acoustiques enregistrées sur le point P2

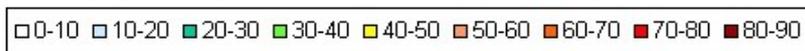


Figure V.27 : Les images acoustiques issues des enregistrements du point fixe n°6 points P1 et P2

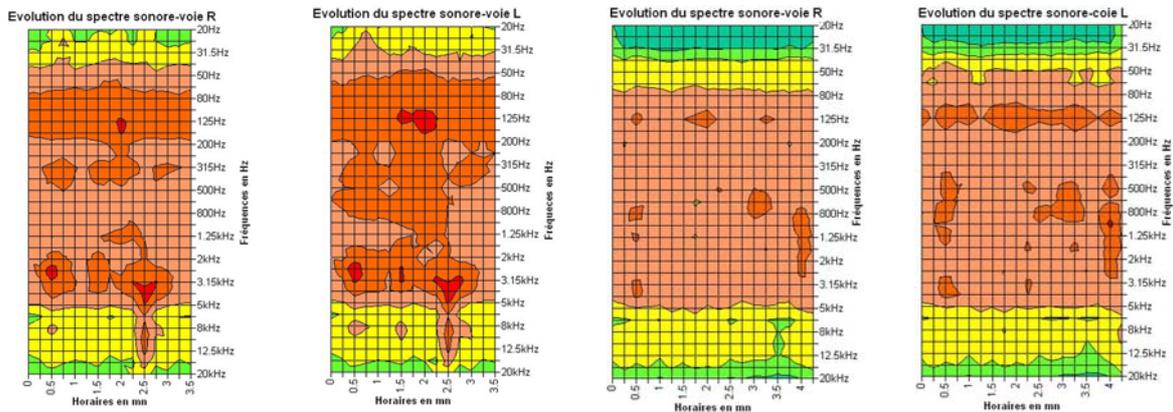


La photo sur le point P3



La photo sur le point P4

Les résultats obtenus sur ces deux points correspondent aux images acoustiques enregistrées ci-dessous :



Les images acoustiques enregistrées sur le point P3

Les images acoustiques enregistrées sur le point P4

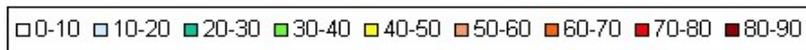


Figure V.28 : Les images acoustiques issues des enregistrements du point fixe n°6 points P3 et P4

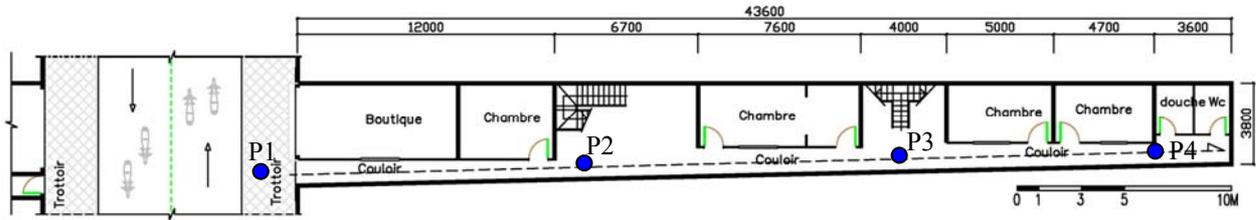
A partir de ces résultats, on constate une nette différence entre les ambiances acoustiques aux différents points. Il y a une diminution importante du niveau sonore depuis le point P1 (70-80 dB) jusqu'au point P4 (50-60 dB). Il y a une différence de l'ordre de 20 dB.

Sur le plan du couloir (Figure V.27), on remarque que le couloir a une faible largeur et que la distance entre le point P1 et le point P4 est réduite (environ 40 m). Ainsi, on peut déduire des observations faites sur les images acoustiques et de ces caractéristiques, qu'il se passe dans le couloir un phénomène de propagation direct du son, associé à un phénomène de réflexion du son.

D'après la diminution sonore dans l'air, que nous avons vu dans le chapitre I, le point P4 devrait percevoir un niveau sonore de 9dB inférieur à celui perçu au point P1, la source sonore de la rue étant une source linéique. Ici, nous observons à la fois l'effet de distance et l'effet dû à la morphologie du couloir. En effet, la diminution du niveau sonore que l'on peut observer est beaucoup plus importante que celle due uniquement à la distance et cette diminution n'est pas homogène en fréquence. On peut donc en conclure que la forme du couloir a un effet sur la perception sonore.

V.2.3.2 : Enregistrement sonore fixe n°7, réalisé dans le couloir, au rez-de-chaussée de la maison 85, rue Thuoc Bac, enregistrement le 30/01/2005

- Le dimanche matin à 10h30
- Le temps : couvert, beaucoup de vent, chaud : environ 22°C
- Densité de circulation et de personnes dans la rue importante



● Ponts où sont placés les microphones (P1, P2, P3 et P4)
La position du couloir dans la maison

Figure V.29 : Enregistrement sonore fixe n°7, réalisé le 30/01/2005

Le couloir se trouve sur la partie droite de la maison. Sa largeur va de 1,2 à 1,4 m. La maison et le couloir ont une profondeur de 44 m. Il n'y a pas de cour intérieure. La lumière pénètre quand même un peu au niveau 2^{ème} escalier (point P3).
 Chaque enregistrement sonore a une durée de 4 minutes.

Etudions les résultats obtenus à partir des images acoustiques suivantes :

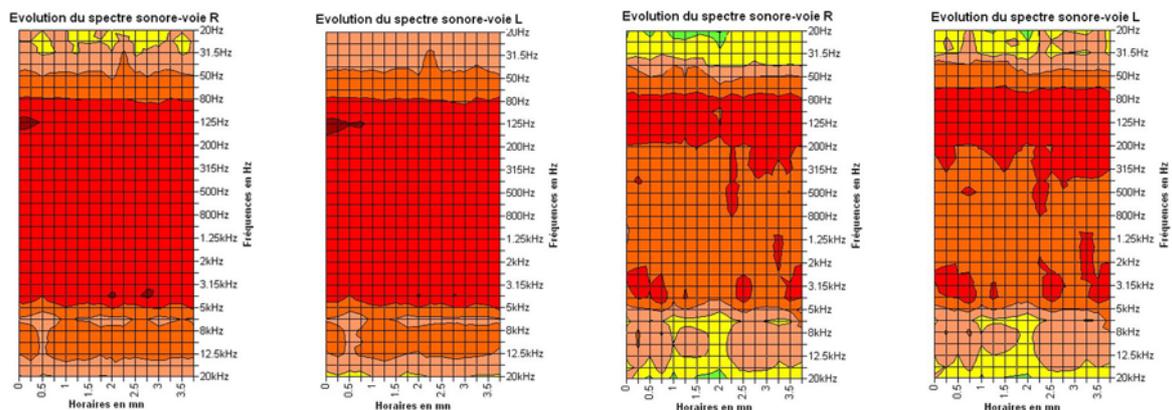


La photo sur le point P1



La photo sur le point P2

Les résultats obtenus sur ces deux points correspondent aux images acoustiques enregistrées ci-dessous :



Les images acoustiques enregistrées sur le point P1 Les images acoustiques enregistrées sur le point P2

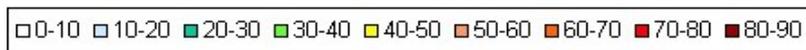


Figure V.30 : Les images acoustiques issues des enregistrements du point fixe n°7 points P1 et P2

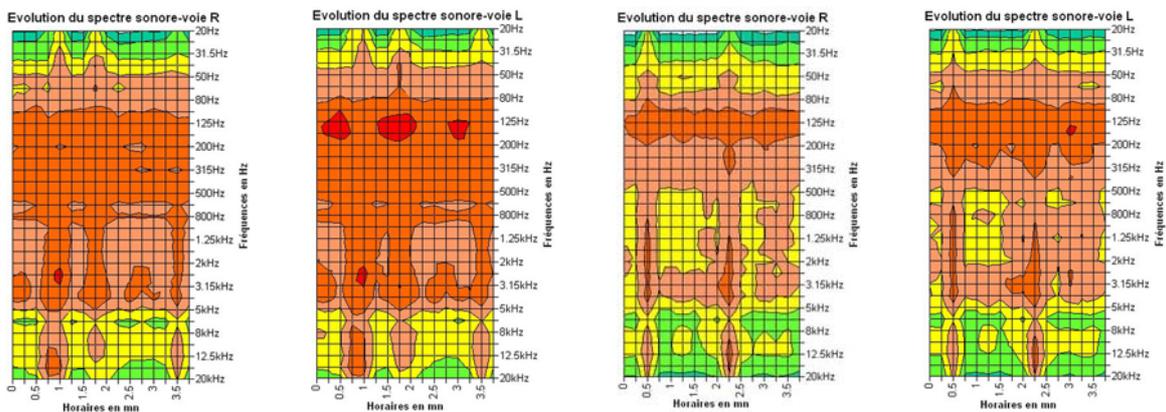


La photo sur le point P3



La photo sur le point P4

Les résultats obtenus sur ces deux points correspondent aux images acoustiques enregistrées ci-dessous :



Les images acoustiques enregistrées sur le point P3 Les images acoustiques enregistrées sur le point P4

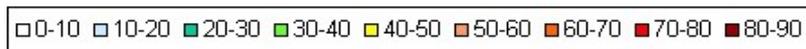


Figure V.31 : Les images acoustiques issues des enregistrements du point fixe n°7 points P3 et P4

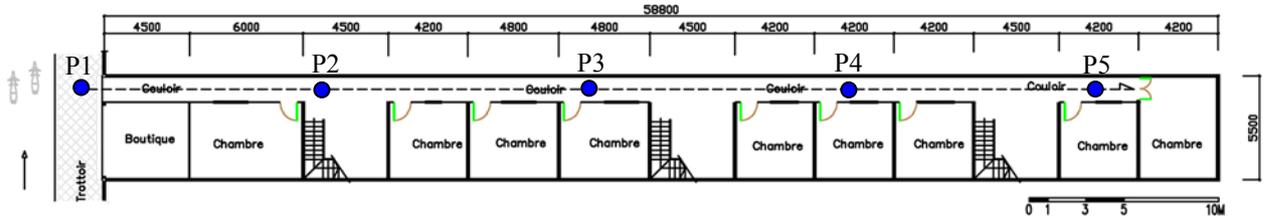
Comme pour les enregistrements précédents, à partir de ces résultats, on constate une nette différence entre les ambiances acoustiques aux différents points. Il y a une diminution importante du niveau sonore depuis le point P1 (70-80 dB) jusqu'au point P4 (50-60 dB). Il y a une différence de l'ordre de 20 dB.

Sur le plan du couloir (Figure V.29), on remarque que le couloir a une faible largeur et que la distance entre le point P1 et le point P4 est réduite (environ 40 m). Ainsi, on peut déduire des observations faites sur les images acoustiques et de ces caractéristiques, qu'il se passe dans le couloir un phénomène de propagation direct du son, associé à un phénomène de réflexion du son.

D'après la diminution sonore dans l'air, que nous avons vu dans le chapitre I, le point P4 devrait percevoir un niveau sonore de 9dB inférieur à celui perçu au point P1, la source sonore de la rue étant une source linéique. Ici, nous observons à la fois l'effet de distance et l'effet dû à la morphologie du couloir. En effet, la diminution du niveau sonore que l'on peut observer est beaucoup plus importante que celle due uniquement à la distance et cette diminution n'est pas homogène en fréquence. On peut donc en conclure que la forme du couloir a un effet sur la perception sonore.

V.2.3.3 : Enregistrement sonore fixe n°8, réalisé dans le couloir de la maison 62, rue Hang Bo, enregistrement le 30/01/2005

- Le dimanche matin à 11h00
- Le temps : couvert, beaucoup de vent, chaud : environ 22°C
- Densité de circulation et de personnes dans la rue importante



● Ponts où sont placés les microphones (P1, P2, P3, P4 et P5)

La position du couloir dans la maison

Figure V.32 : Enregistrement sonore fixe n°8, réalisé le 30/01/2005

Le couloir se trouve sur la partie gauche de la maison. Sa largeur va de 1 à 1,2 m. La maison a une profondeur d'environ 59 m et le couloir environ 55 m. Il n'y a pas de cour intérieure. La lumière pénètre quand même un peu au niveau 1^{er} escalier (point P2).

Chaque enregistrement sonore a une durée de 5 minutes.

Etudions les résultats obtenus à partir des images acoustiques suivantes :

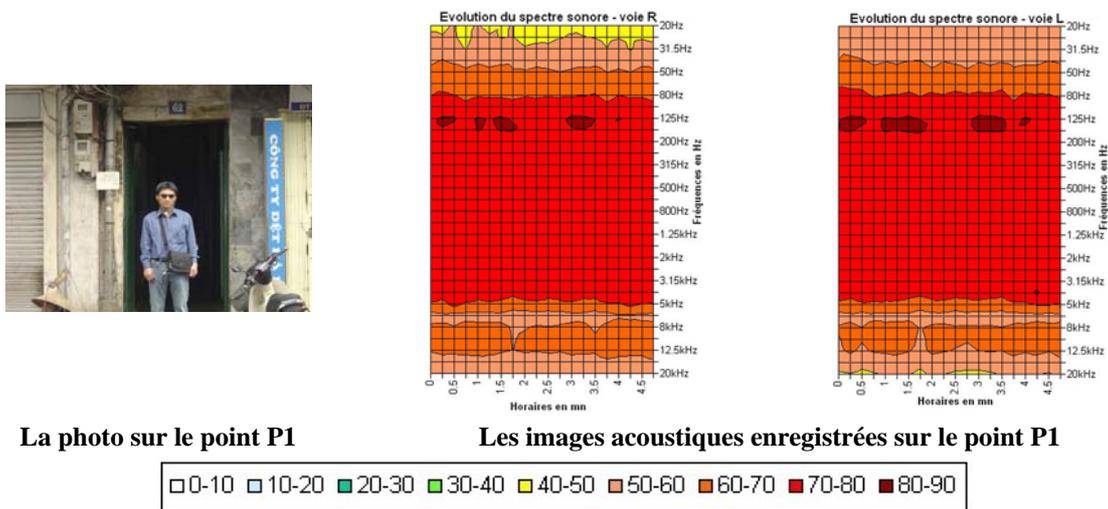


Figure V.33 : Les images acoustiques issues des enregistrements du point fixe n°8 point P1

Comme lors des enregistrements précédents, les ambiances sonores extérieures sont d'un niveau sonore constant et sur la bande de fréquence allant de 80 Hz à 5 kHz, le niveau sonore est très élevé (70-80 dB).

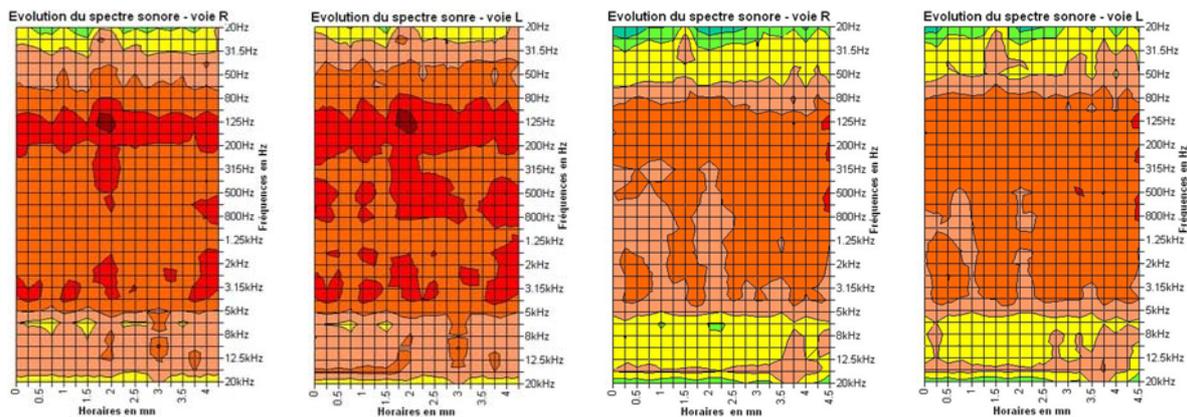


La photo sur le point P2



La photo sur le point P3

Les résultats obtenus sur ces deux points correspondent aux images acoustiques enregistrées ci-dessous :



Images acoustiques enregistrées sur le point P2

Les images acoustiques enregistrées sur le point P3

Figure V.34 : Les images acoustiques issues des enregistrements du point fixe n°8 points P2 et P3

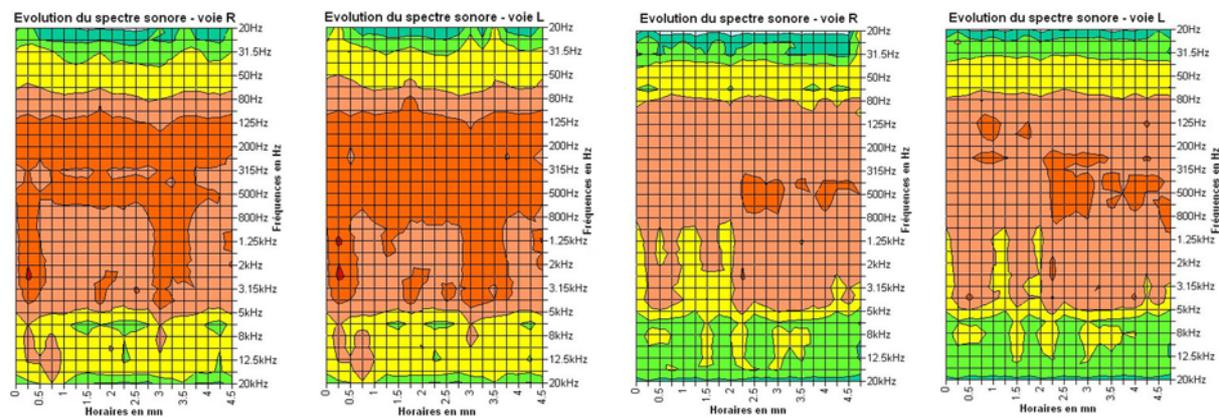


La photo sur le point P4



La photo sur le point P5

Les résultats obtenus sur ces deux points correspondent aux images acoustiques enregistrées ci-dessous :



Les images acoustiques enregistrées sur le point P4

Les images acoustiques enregistrées sur le point P5

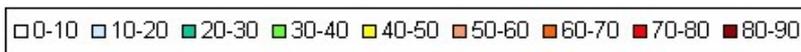


Figure V.35 : Les images acoustiques issues des enregistrements du point fixe n°8 points P4 et P5

Comme pour les enregistrements précédents, à partir de ces résultats, on constate une nette différence entre les ambiances acoustiques aux différents points. Il y a une diminution importante du niveau sonore depuis le point P1 (70-80 dB) jusqu'au point P5 (50-60 dB). Il y a une différence de l'ordre de 20 dB.

Comme pour les enregistrements précédents, nous observons à la fois l'effet de distance et l'effet dû à la morphologie du couloir. En effet, la diminution du niveau sonore que l'on peut observer est beaucoup plus importante que celle due uniquement à la distance et cette diminution n'est pas homogène en fréquence. On peut donc en conclure que la forme du couloir a un effet sur la perception sonore.

V.2.3.4 : Promenade sonore aller-retour n°7, réalisée dans le couloir, au rez-de-chaussée de la maison 26, rue Hang Can, enregistrement le 27/08/2005

- Le samedi matin à 11h30
- Le temps : beau, beaucoup de vent, chaud : environ 30°C
- Densité moyenne de circulation et de personnes dans la rue

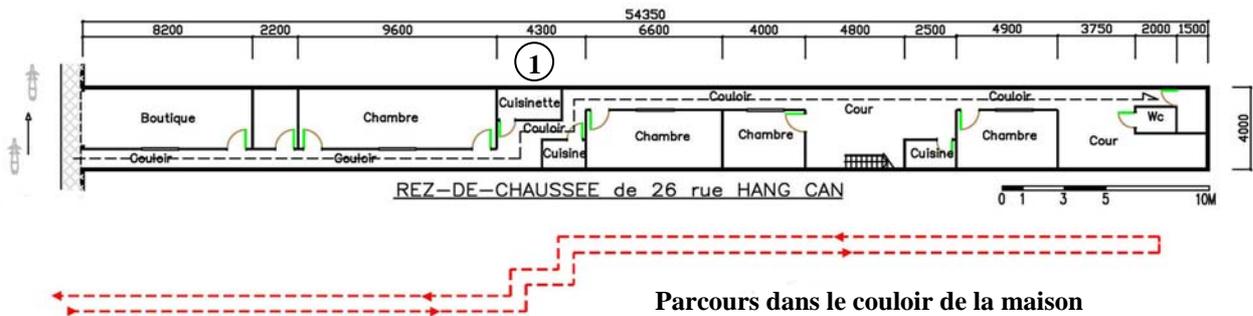


Figure V.36 : La promenade sonore aller-retour n°7, réalisée le 27/08/2005

Le couloir se trouve sur la partie droite de la maison. Sa largeur va de 0,8 à 1,0 m. La maison a une profondeur d'environ 54 m et le couloir est sur toute la profondeur. Malgré un changement de direction vers la gauche au milieu du couloir (point 1 sur la figure V.36), la lumière pénètre dans le couloir par deux cours intérieures.

Le parcours débute à l'entrée du couloir et se prolonge jusqu'au fond de la maison et puis retourne jusqu'à la rue.

Les résultats obtenus sur ce parcours correspondent aux images acoustiques ci-dessous :



Les photos du couloir

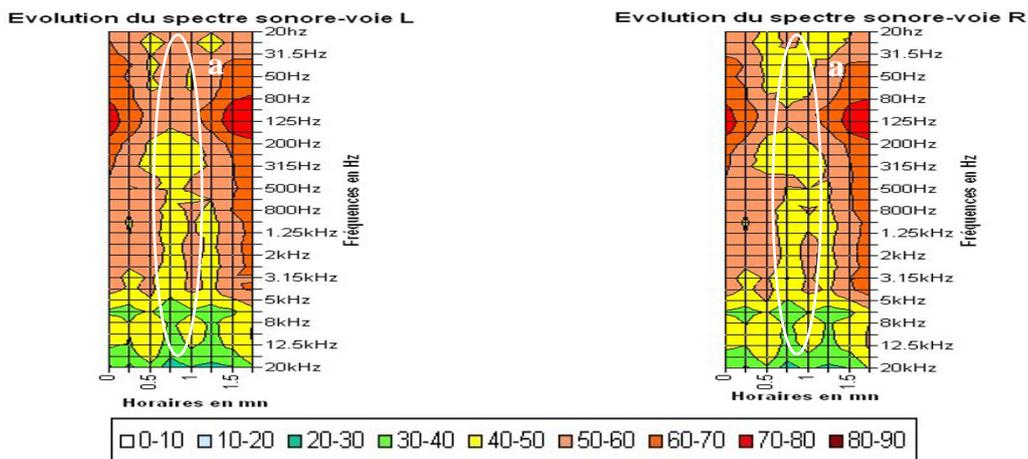


Figure V.37 : Les images acoustiques issues des enregistrements de la promenade sonore n°7

Sur ces enregistrements, on constate que les résultats sont similaires à ceux obtenus lors des enregistrements en points fixes. Le niveau sonore diminue fortement depuis l'entrée vers le fond du couloir. Il y a environ une différence de 20 dB (de 70-80 dB on passe à 50-60 dB). Cependant, le niveau sonore général n'est que de 40-50 dB. Sur la figure V.37, on remarque la zone "a" qui correspond au fond du couloir, c'est la période où le niveau sonore est le moins élevé.

A partir de ces enregistrements, on peut apprécier l'effet de la distance à la source et le filtrage dû à la forme du couloir, étant donné que cette variation n'est pas homogène en fréquence. La forme du couloir influence clairement la perception sonore.

V.2.3.5 : Promenade sonore aller-retour n°8, réalisée dans le couloir, au rez-de-chaussée de la maison 34, rue Hang Can le 27/08/2005

- Le samedi matin à 11h35
- Le temps : beau, beaucoup de vent, chaud : environ 30°C
- Densité moyenne de circulation et de personnes dans la rue

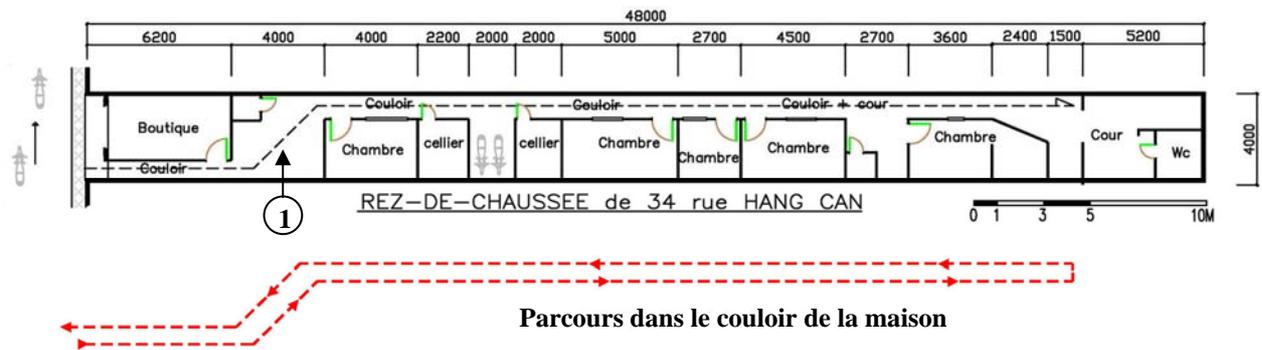


Figure V.38 : La promenade sonore aller-retour n°8, réalisée le 27/08/2005

Le couloir se trouve sur la partie droite de la maison. Sa largeur va de 0,8 à 1,0 m. La maison a une profondeur d'environ 48 m et le couloir est sur toute la profondeur. Malgré un changement de direction vers la gauche à environ 6 m de l'entrée (point 1 sur la figure V.38), la lumière pénètre dans le couloir par deux cours intérieures.

Le parcours débute à l'entrée du couloir et se prolonge jusqu'au fond de la maison et puis retourne jusqu'à la rue.

Les résultats obtenus sur ce parcours correspondent aux images acoustiques ci-dessous :



La photo de façade et la figure de la cour intérieure du couloir

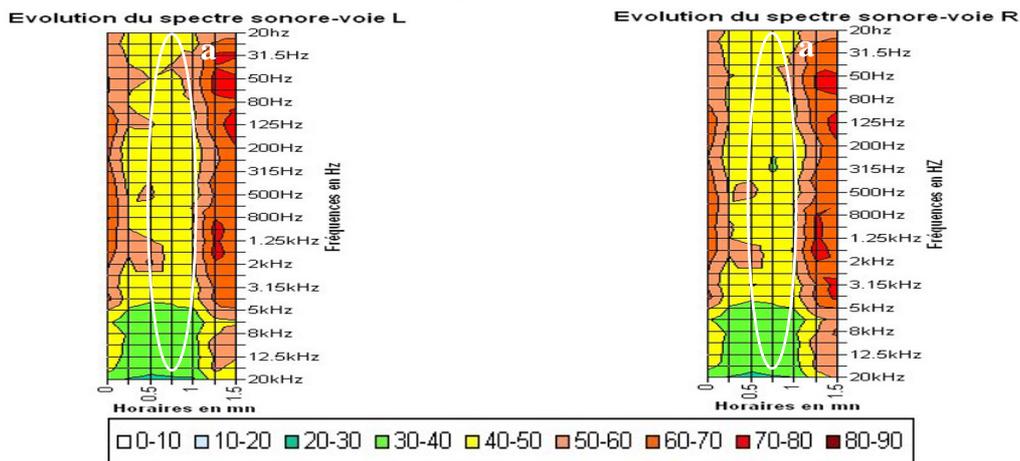


Figure V.39 : Les images acoustiques issues des enregistrements de la promenade sonore n°8

Comme pour l'enregistrement précédent, on constate que les résultats sont similaires à ceux obtenus lors des enregistrements en points fixes. Le niveau sonore diminue fortement depuis l'entrée vers le fond du couloir. Il y a environ une différence de 40 dB (de 80-90 dB on

passé à 40-50 dB). Sur la figure V.39, on remarque la zone "a" qui correspond au fond du couloir, c'est la période où le niveau sonore est le moins élevé.

Le niveau sonore général minimum traduit l'isolement dans le couloir par rapport à la rue. À partir de ces enregistrements, on peut apprécier l'effet de la distance à la source et le filtrage dû à la forme du couloir, étant donné que cette variation n'est pas homogène en fréquence. La forme du couloir influence clairement la perception sonore.

V.2.3.6 : Promenade sonore aller-retour n°9, réalisée dans le couloir, au rez-de-chaussée de la maison 46, rue Hang Bo, enregistrement le 27/08/2005

- Le samedi matin à 11h40
- Le temps : beau, beaucoup de vent, chaud : environ 30°C
- Densité moyenne de circulation et de personnes dans la rue



Figure V.40 : La promenade sonore aller-retour n°9, réalisée le 27/08/2005

Le couloir se trouve sur la partie droite de la maison. Sa largeur va de 1,0 à 1,2 m. La maison a une profondeur d'environ 68 m et le couloir est sur toute la profondeur. Il y a un changement de direction vers la gauche vers les deux tiers du couloir. Il y a une grande cour intérieure au bout du couloir.

Le parcours débute à l'entrée du couloir et se prolonge jusqu'au fond de la maison et puis retourne jusqu'à la rue.

Les résultats obtenus sur ce parcours correspondent aux images acoustiques ci-dessous :



Les photos du couloir

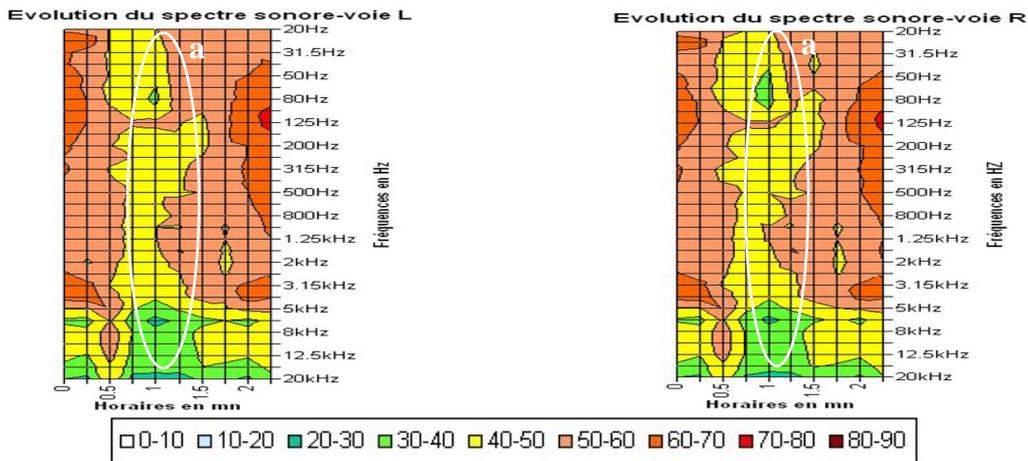


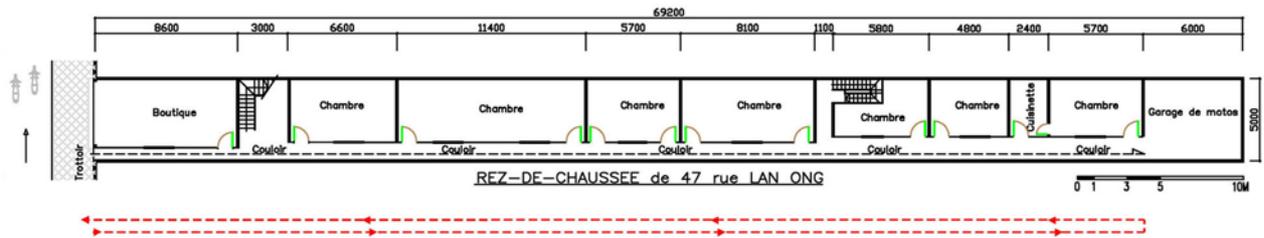
Figure V.41 : Les images acoustiques issues des enregistrements de la promenade sonore n°9

Comme pour les enregistrements précédents, on constate que les résultats sont similaires à ceux obtenus lors des enregistrements en points fixes. Le niveau sonore diminue fortement depuis l'entrée vers le fond du couloir. Sur la figure V.41, on remarque la zone "a" qui correspond au fond du couloir. Ici, on remarque que contrairement aux enregistrements précédents, le niveau sonore n'est pas le moins élevé à ce moment. Le spectre n'est pas homogène sur les places de fréquence à ce moment là. Cela peut s'expliquer par la présence du grand espace ouvert au bout du couloir et la proximité de la rue Hang Can (voir figure V.25).

Le niveau sonore général minimum traduit l'isolement dans le couloir par rapport à la rue. A partir de ces enregistrements, on peut apprécier l'effet de la distance à la source et le filtrage dû à la forme du couloir, étant donné que cette variation n'est pas homogène en fréquence. La forme du couloir influence clairement la perception sonore.

V.2.3.7 : Promenade sonore aller-retour n°10, réalisée dans le couloir, au rez-de-chaussée de la maison 47, rue Lan Ong, enregistrement le 27/08/2005

- Le samedi matin à 11h45
- Le temps : beau, beaucoup de vent, chaud : environ 30°C
- Densité moyenne de circulation et de personnes dans la rue



Parcours dans le couloir de la maison

Figure V.42 : La promenade sonore aller-retour n°10, réalisée le 27/08/2005

Le couloir se trouve sur la partie droite de la maison. Sa largeur va de 0,8 à 1,0 m. La maison a une profondeur d'environ 63 m et le couloir est sur toute la profondeur. La lumière pénètre dans le couloir par en plusieurs points au niveau des escaliers. Le parcours débute à l'entrée du couloir et se prolonge jusqu'au fond de la maison et puis retourne jusqu'à la rue.

Les résultats obtenus sur ce parcours correspondent aux images acoustiques ci-dessous :



Les photos du couloir

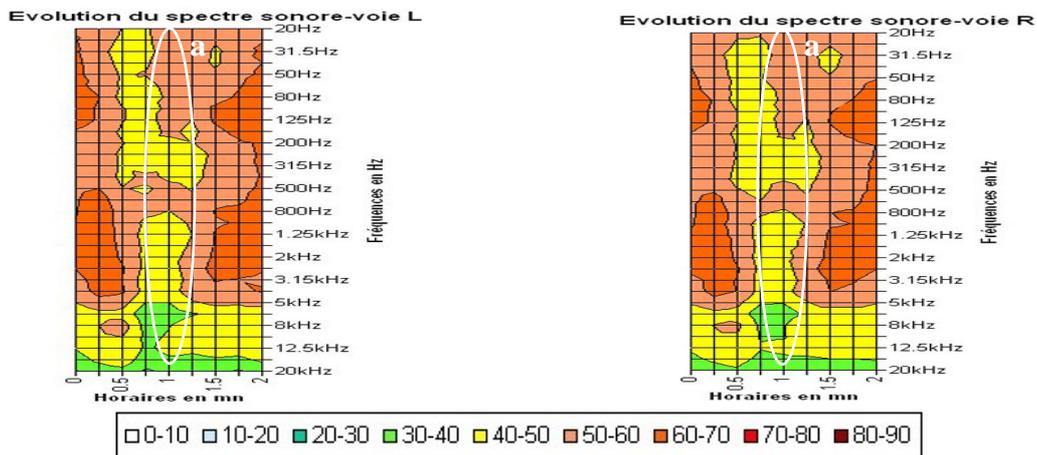


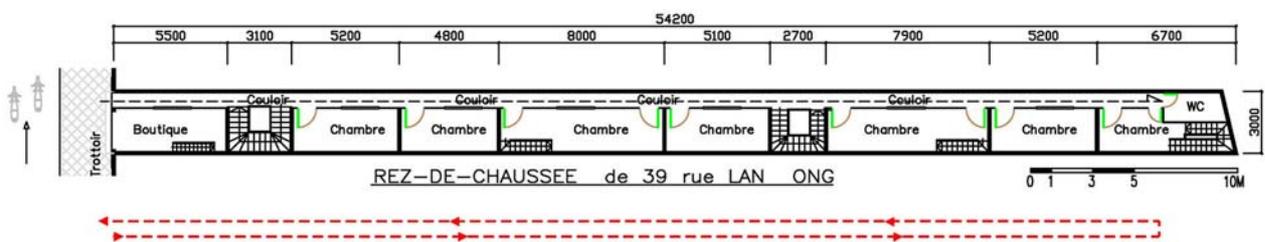
Figure V.43 : Les images acoustiques issues des enregistrements de la promenade sonore n°10

Contrairement aux enregistrements précédents, le couloir est linéaire, il ne tourne pas. Cependant, comme pour l'enregistrement précédent, on constate que les résultats sont similaires à ceux obtenus lors des enregistrements en points fixes. Le niveau sonore diminue fortement depuis l'entrée vers le fond du couloir. Sur la figure V.43, on remarque la zone "a" qui correspond au fond du couloir, c'est la période où le niveau sonore est le moins élevé.

L'image acoustique est identique pour les deux oreilles, ce qui traduit l'homogénéité du phénomène de diffusion et de propagation du son dans le couloir comme montre la forme géométrique du couloir.

V.2.3.8 : Promenade sonore aller-retour n°11, réalisée dans le couloir, au rez-de-chaussée de la maison 39, rue Lan Ong, enregistrement le 27/08/2005

- Le samedi matin à 11h50
- Le temps : beau, beaucoup de vent, chaud : environ 30°C
- Densité moyenne de circulation et de personne dans la rue



Parcours dans le couloir de la maison

Figure V.44 : La promenade sonore aller-retour n°11, réalisée le 27/08/2005

Le couloir se trouve sur la partie gauche de la maison. Sa largeur va de 0,7 à 0,9 m ce qui est plus étroit que lors des enregistrements précédents. La maison a une profondeur d'environ 51 m et le couloir est sur toute la profondeur. Il n'existe pas de cour intérieure dans ce couloir.

Le parcours débute à l'entrée du couloir et se prolonge jusqu'au fond de la maison et puis retourne jusqu'à la rue.

Les résultats obtenus sur ce parcours correspondent aux images acoustiques ci-dessous :



Les photos du couloir

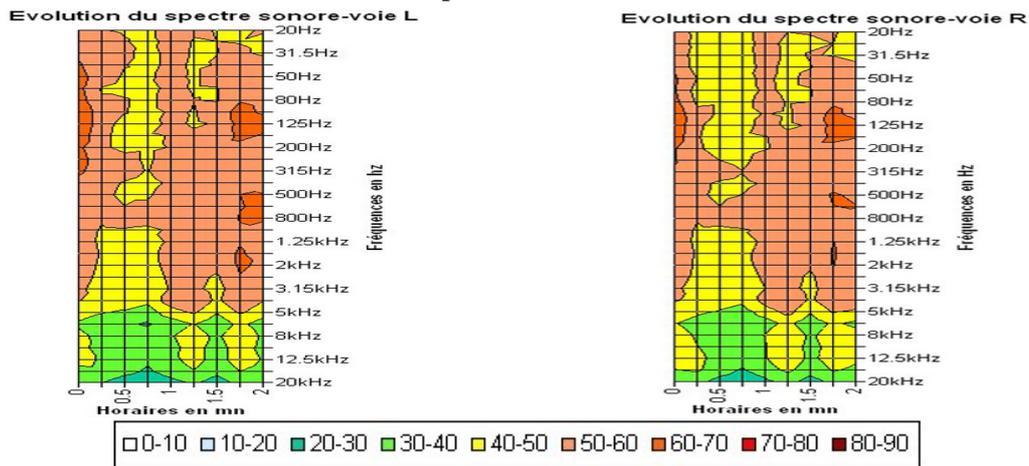


Figure V.45 : Les images acoustiques issues des enregistrements de la promenade sonore n°11

Sur ces images acoustiques, on remarque que la répartition du spectre sonore pour les deux oreilles n'est pas homogène. Comme pour les enregistrements précédents, on constate que le niveau sonore diminue entre l'espace sur la rue et l'espace dans le couloir. Cependant, contrairement aux enregistrements précédents, le niveau sonore a diminué très rapidement dès l'entrée. Ce qui indique une forme particulière par rapport aux autres couloirs. En effet, il s'agit d'un espace fermé et très étroit. Le son pénètre donc difficilement dans le couloir mais ensuite, la réflexion y est très importante. De plus, nous voyons sur les figures V.44 et V.45 que le couloir est un tube de constructeur sonore à la fois un champ diffus.

V.2.3.9 : Conclusion

Par l'étude de couloirs aux formes multiples dans cette partie, on démontre l'effet de la forme du couloir sur la propagation sonore et la perception sonore dans le couloir. Par les enregistrements sonores fixes et par les promenades sonores aller-retour, on observe la diminution d'environ 40dB entre le point sur le trottoir et le point au fond du couloir. Le niveau sonore diminue différemment suivant la forme et les particularités morphologiques du chaque couloir.

D'autre part, on constate que le couloir est un lieu qui concentre différents phénomènes acoustiques dus à sa forme particulière. Ainsi, le changement de parcours du couloir : droit ou avec bifurcation à droite ou à gauche (voir V.2.3.4 et V.2.3.5) crée des champs acoustiques différents et une bonne isolation sonore en milieu urbain.

V.3 : Enregistrements sonores réalisés dans l'îlot typique étudié à Bordeaux

Le matériel utilisé pour faire les enregistrements ainsi que la méthodologie d'enregistrement ont été présentés au chapitre II. Trois des particularités dominantes du quartier Saint-Michel à Bordeaux sont détaillées dans le chapitre IV. On retrouve ces particularités dans l'îlot étudié plus en détail. Dans cette partie, nous étudions les particularités communes au quartier de Hanoï et au quartier de Bordeaux.

L'îlot Saint-Michel a la même superficie et les mêmes activités urbaines que le quartier de Hanoï étudié précédemment. Cependant, ils ont aussi des différences. Contrairement au quartier de Hanoï qui est composé de maisons tubes, le quartier Saint-Michel à Bordeaux est constitué d'immeubles disposés sur de petites parcelles.

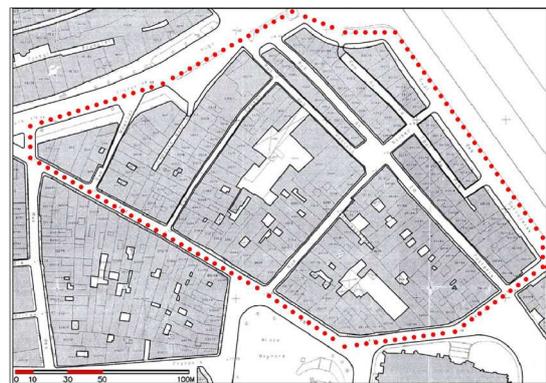
Les différents types d'enregistrement effectués sont :

- La promenade sonore en continue tout autour d'îlot étudié
- La promenade sonore aller-retour dans les rues étudiées
- La promenade sonore parallèle en simultané dans deux rues
- L'enregistrement sonore à différents points dans la rue

Ces enregistrements sonores sont réalisés dans des lieux qui correspondent aux caractéristiques étudiées. Ces enregistrements sonores sont réalisés dans les lieux correspondants aux particularités étudiées.

D'autre part, nous constatons que la source sonore principale est le bruit de la circulation en milieu urbain. La source sonore est continue et similaire tout le temps et partout à Hanoï, mais à Bordeaux, cette source sonore varie à chaque moment et se concentre souvent dans certaines rues à haute densité de circulation. C'est pourquoi, au cours du processus de la recherche, de nombreux enregistrements ont été réalisés sur un même lieu, à des moments différents.

Photo aérienne et plan de l'îlot étudié :



Cours Victor Hugo :	160 mètres de longueur
Rue des Faures :	325 mètres de longueur
Quai des Salinières :	195 mètres de longueur

Figure V.46 : L'îlot étudié à Bordeaux défini par le périmètre des rues l'entourent

V.3.1 : Caractérisation des particularités morphologiques du découpage important par les rues étroites en "U" dans l'îlot étudié

La perception sonore dépend de nombreux éléments et suivant de nombreux phénomènes : direct, réfléchi, diffus, diffringent. Le mode de propagation sonore est un élément qui influence directement le niveau sonore. Cela dépend de la direction des sources sonores dont on s'approche.

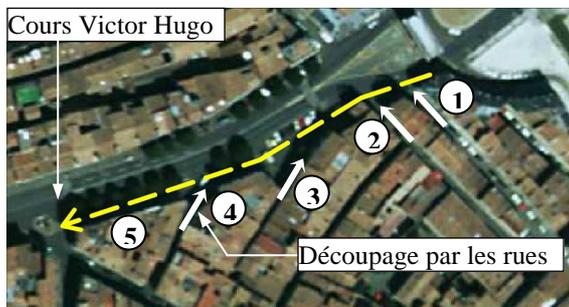
Afin de caractériser cet élément, cinq promenades en continue dont trois se déroulent dans le cours Victor Hugo (où la source sonore est fortement concentrée), et deux se déroulent dans la rue Maubec (où la source sonore est fortement concentrée dans de nombreuses directions).

Les résultats seront analysés afin d'apprécier les particularités morphologiques à chaque point.

Les promenades sonores se sont fait à partir de différents endroits et dans les deux sens afin d'avoir des éléments de comparaison sur la perception entre le côté gauche et le côté droit.

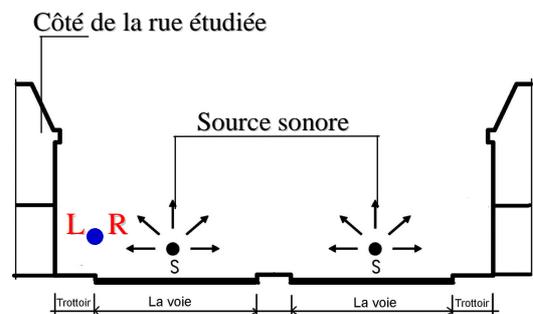
V.3.1.1 : Promenade sonore en continue n°12, réalisée dans le cours Victor Hugo, vers le Musée d'Aquitaine le 17/11/2004

- Le mercredi matin à 10h00
- Le temps : beau, un peu de vent, froid : environ 10°C
- Densité de circulation et de personnes dans la rue importante
- Parcours commencé au début de la place Bir-Hakeim vers le Musée d'Aquitaine



Place Bir-Hakeim → Musée d'Aquitaine

Parcours dans le cours Victor Hugo



La coupe transversale typique



Les photos du parcours

Figure V.47 : La promenade sonore n°12 réalisée le 17/11/2004

Pour cette promenade sonore, la source sonore (la circulation) se situe à la droite du promeneur et le côté de la rue étudié, à sa gauche. L'oreille droite reçoit le son direct et l'oreille gauche le son indirect.

Sur le plan, on constate que le cours Victor Hugo est un axe de circulation où la circulation est dense et où le niveau sonore est important.

Etudions les résultats obtenus à partir des images acoustiques suivantes :

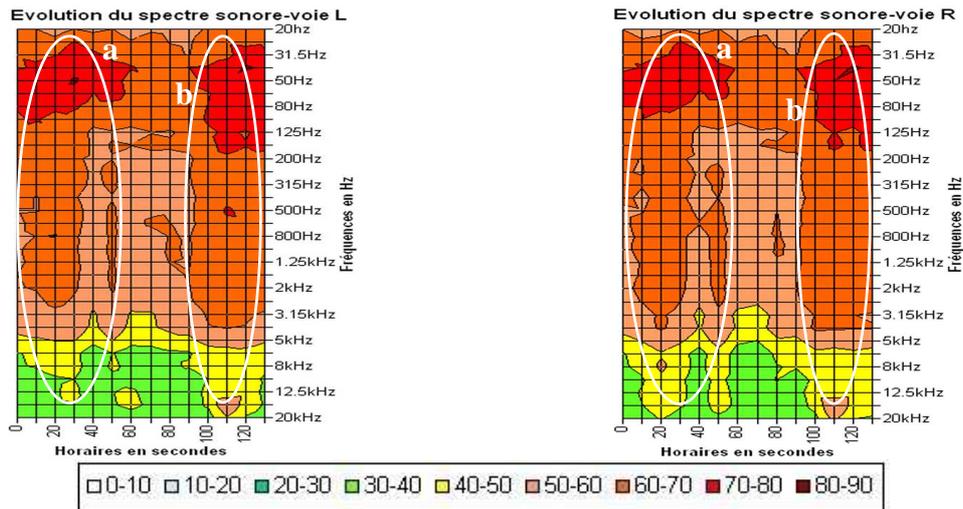


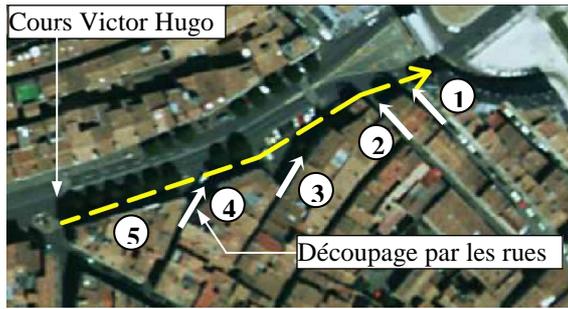
Figure V.48 : Les images acoustiques issues des enregistrements de la promenade sonore n°12

Sur ces images acoustiques, nous pouvons observer que le niveau de bruit est quasi similaire pour les deux oreilles. Cependant, on remarque la zone "a" (figure V.48) où le niveau de bruit sur l'oreille gauche (L) est moins important que le niveau sonore à l'oreille droite (R). Cela s'explique par la position des microphones lors de l'enregistrement en effet, l'oreille droite reçoit le son direct et l'oreille gauche ne reçoit pas beaucoup de réflexions sur la zone des points de 1 à 4 (voir figure V.47). Dans ce cas, le niveau sonore diminue à cause du découpage des rues transversales par rapport au cours Victor Hugo. Ce qui indique de nombreux espaces vides dans cette zone (sur le côté de la rue étudiée).

Par contre, on peut également percevoir l'effet de réflexion forte sur la zone "b" (figure V.48) en comparant les deux images acoustiques. Cela correspond à la zone 5 sur la figure V.47. Le niveau sonore reçu par l'oreille gauche est plus important que le niveau sonore reçu par l'oreille droite.

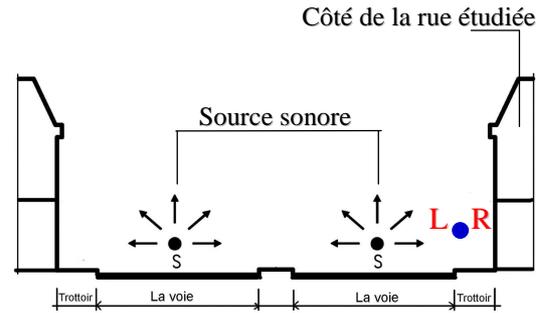
V.3.1.2 : Promenade sonore en continue n°13, réalisée dans le cours Victor Hugo, vers la place Bir-Hakeim le 22/10/2005

- Le samedi matin à 10h30
- Le temps : beau, beaucoup de vent, doux : environ 20°C
- Densité de circulation élevée et densité de personnes dans le Cours Victor Hugo élevée
- Parcours commencé au début de la rue des Faures vers la place Bir-Hakeim



Rue des Faures → Place Bir-Hakeim

Parcours dans le cours Victor Hugo



La coupe transversale typique



Les photos du parcours

Figure V.49 : La promenade sonore n°13 réalisée le 22/10/2005

Pour cette promenade sonore, la source sonore (la circulation) se situe à la gauche du promeneur et le côté de la rue étudié, à sa droite. L'oreille gauche reçoit le son direct et l'oreille droite le son indirect. Pour la promenade sonore n°12, les particularités urbaines et les caractéristiques morphologiques du côté étudié dans le cours Victor Hugo. La plupart des sources sonores présentes dans le Cours Victor Hugo ont pour origine la circulation : le bruit des moteurs et des pots d'échappements. En même temps, beaucoup de voix sont perceptibles dans ce secteur, surtout le week-end.

Le parcours de cette promenade sonore est identique à celui de la promenade sonore précédente mais il se déroule dans le sens opposé (figure V.49). Les points 1, 2, 3 et 4 sont des points particuliers marqués par le découpage des rues.

Etudions les résultats obtenus à partir des images acoustiques suivantes :

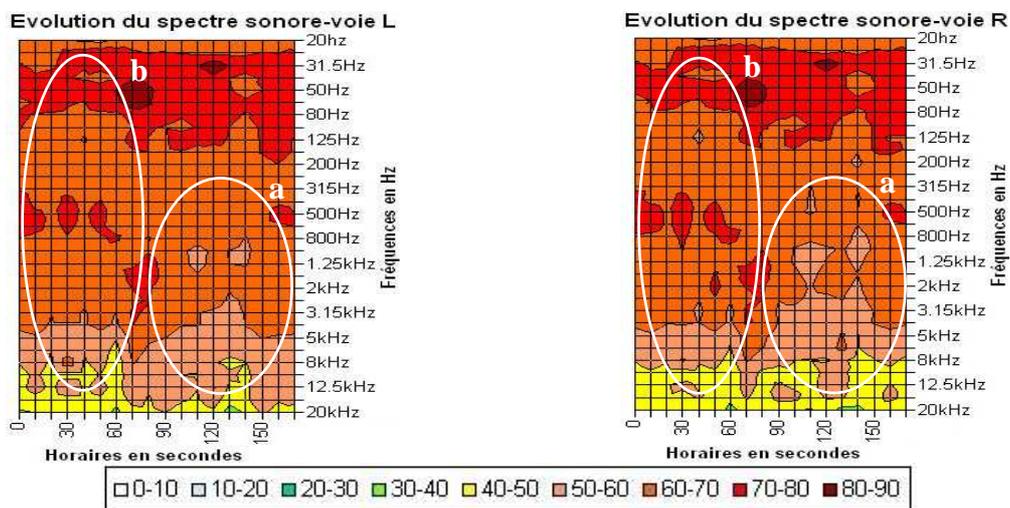


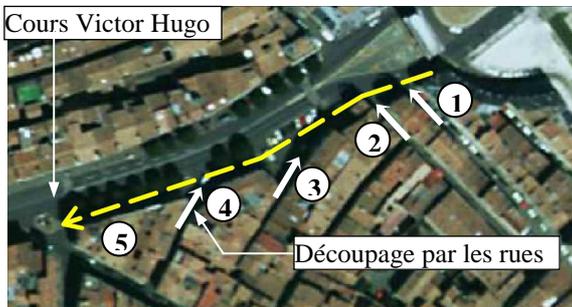
Figure V.50 : Les images acoustiques issues des enregistrements de la promenade sonore n°13

Sur ces images acoustiques, nous constatons que le niveau sonore est similaire pour les deux oreilles. On remarque particulièrement les pointes à 70-90 dB. Cela indique un haut niveau de bruit dans ce secteur. Sur la zone "b" (figure V.50), on remarque que cette zone correspond au point 5 (figure V.49) et traduit bien une forme en "U" de l'espace par l'aspect similaire pour les deux oreilles. L'oreille gauche donne vers la source sonore et l'oreille droite vers la façade. L'oreille droite reçoit donc le son réfléchi.

D'autre part, on observe la zone "a" qui correspond aux points 1, 2, 3 et 4 sur la figure V.49. A ce moment là, le niveau sonore diminue plus pour l'oreille droite que pour l'oreille gauche. Ce qui indique un changement dans le champ acoustique réfléchi. On peut en déduire qu'il y a une modification dans les façades de l'immeuble. En effet, à ces endroits, les façades des immeubles sont désordonnées. Cette caractéristique a donc une influence sur le champ acoustique du lieu.

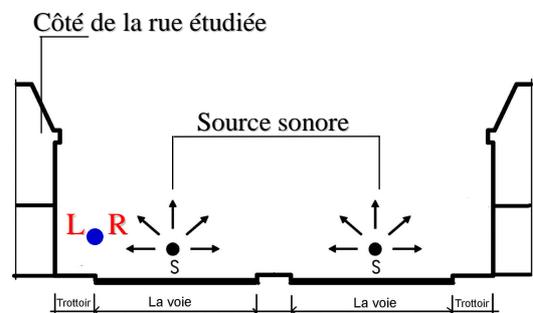
V.3.1.3 : Promenade sonore en continue n°14, réalisée dans le cours Victor Hugo, vers le Musée d'Aquitaine le 22/10/2005

- Le samedi matin à 10h40
- Le temps : beau, beaucoup de vent, doux : environ 20°C
- Densité de circulation élevée et densité de personnes dans le cours Victor Hugo élevée
- Parcours commencé sur la place Bir-Hakeim vers le Musée d'Aquitaine



Place Bir-Hakeim → Musée d'Aquitaine

Parcours dans le cours Victor Hugo



La coupe transversale typique



Les photos du parcours

Figure V.51 : La promenade sonore n°14 réalisée le 22/10/2005

Cette promenade sonore est réalisée dans les mêmes conditions que la promenade sonore n°12. Le seul changement est le moment où la promenade se déroule. La promenade sonore n°12 a été effectuée le 17/11/2004 et la n°14 le 22/10/2005. Cette deuxième promenade est

réalisée afin de comparer l'ambiance sonore à différents moments et ainsi obtenir des résultats plus fiables.

Pour cette promenade sonore, la source sonore (la circulation) se situe à la droite du promeneur et le côté de la rue étudié, à sa gauche. L'oreille droite reçoit le son direct et l'oreille gauche le son indirect.

Etudions les résultats obtenus à partir des images acoustiques suivantes :

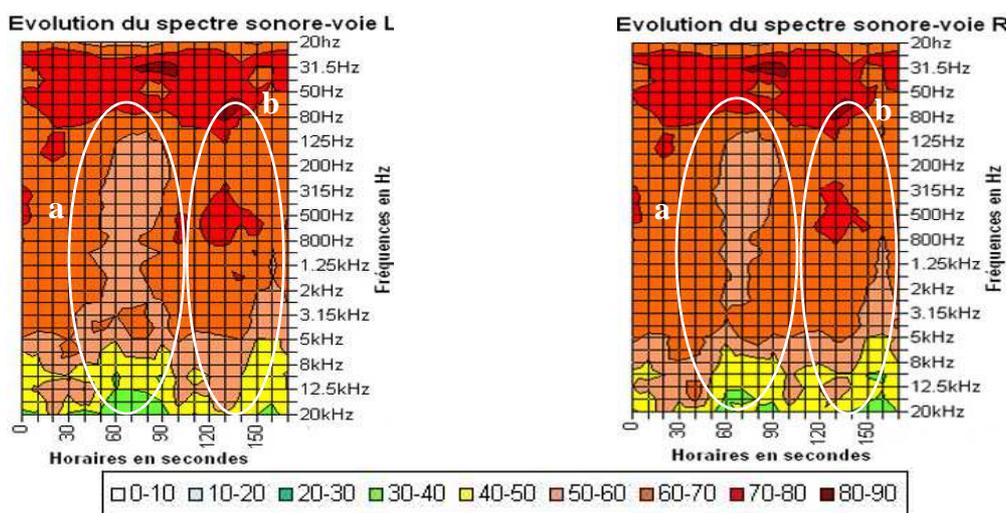


Figure V.52 : Les images acoustiques issues des enregistrements de la promenade sonore n°14

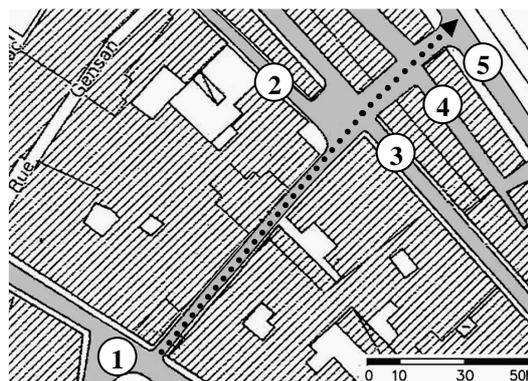
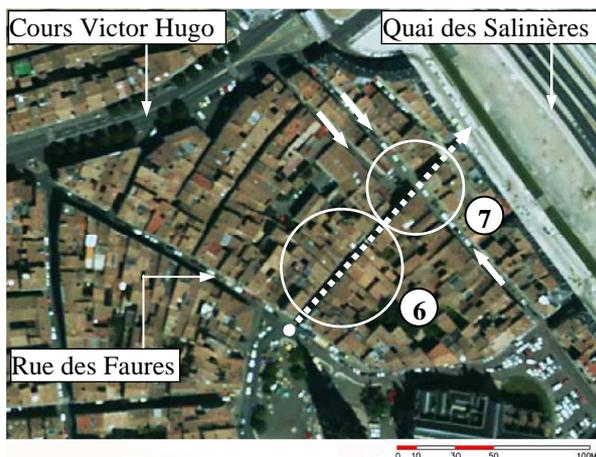
Sur ces images acoustiques, nous pouvons observer que sur l'ensemble des fréquences le niveau sonore est assez homogène. Pour les deux oreilles, sur les fréquences graves (entre 20 Hz et 80 Hz) le niveau sonore est entre 70 et 80 dB. Comme pour les promenades n°12 et n°13, on constate que la forme urbaine a une influence nette sur le champ acoustique.

Au niveau de la zone "a" (figure V.52), le niveau sonore est moins élevé pour l'oreille gauche que pour l'oreille droite. Cela s'explique en partie par le fait que l'oreille droite reçoit le son direct de la circulation. A cet endroit, la réflexion due à la façade est donc moins importante qu'avant et après. Ce qui met en évidence que l'aspect continu ou discontinu du bâti a une influence sur la perception sonore.

Au niveau de la zone "b" (figure V.52), le niveau sonore est presque similaire pour les deux oreilles, ce qui traduit un champ acoustique réfléchi et indique la structure en "U" de la rue à cet endroit.

V.3.1.4 : Promenade sonore en continue n°15, réalisée dans la rue Maubec vers le quai des Salinières le 22/10/2005

- Le samedi à 12h00
- Le temps : beau, beaucoup de vent, doux : environ 20°C
- Densité de circulation élevée sur le quai des Salinières et dans la rue des Faures et beaucoup de personnes dans la rue Maubec
- Parcours commencé rue des Faures vers le quai des Salinières



Le découpage par nombreuses rues



Les photos du parcours

Figure V.53 : La promenade sonore n°15 réalisée le 22/10/2005

Le parcours de cette promenade traverse une petite place et croise plusieurs rues : rue des Pontets, rue de la Fusterie et rue de la Tour du Pin. La distance entre les rues est faible. Le parcours suit le schéma ci-dessous :

Rue des Faures (1) → Rue des Pontets + Placette (2) → Rue des Fusteries (3) → Rue de la Tour de Pin (4) → Quai des Salinières (5)

La source sonore (la circulation) est importante dans la rue des Faures, sur le Quai des Salinières et dans le cours Victor Hugo. Elles seront donc perceptibles tout au long du parcours.

Etudions les résultats obtenus à partir des images acoustiques suivantes :

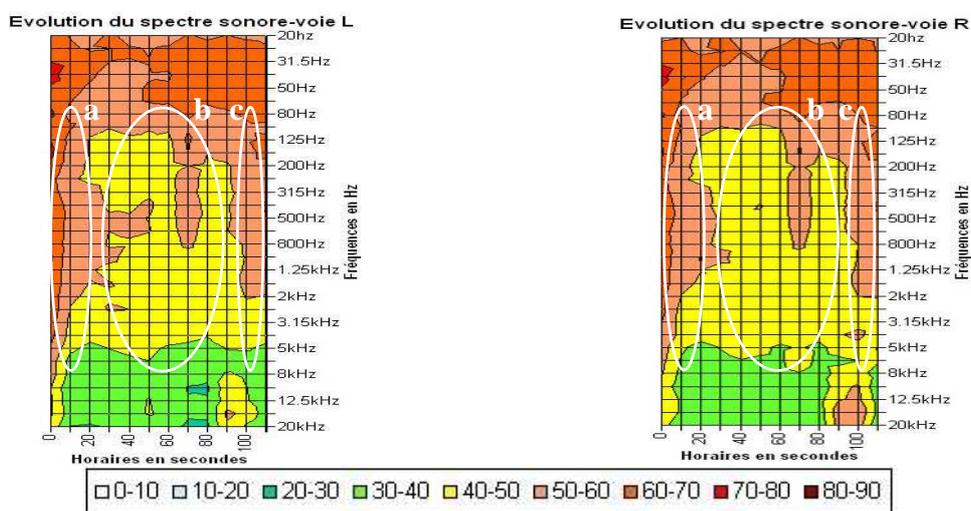


Figure V.54 : Les images acoustiques issues des enregistrements de la promenade sonore n°15

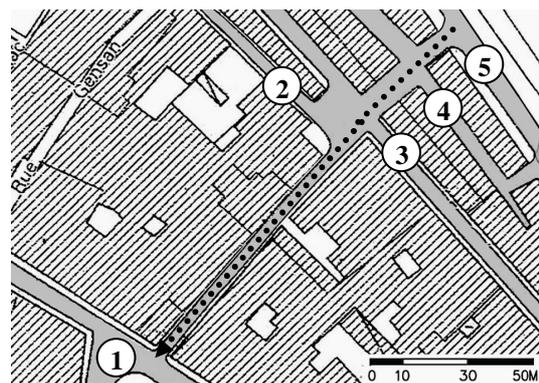
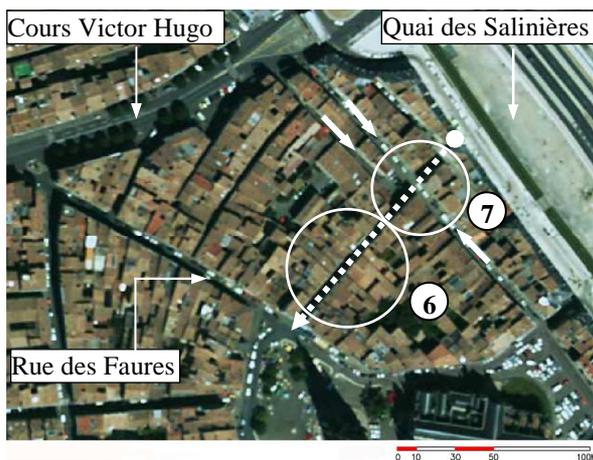
Sur les images acoustiques, nous observons que le niveau sonore est assez homogène pour les deux oreilles. La diminution sonore est forte sur la zone "b" où correspond la zone "7" (figure V.53). Les carrefours et la placette ont créé ici un espace ouvert. On observe ici à la fois l'effet de la distance à la source sonore principale et l'élargissement de l'espace au niveau de la placette et des carrefours.

Par contre, le champ acoustique réfléchi est bien traduit sur la zone "a". Il correspond une forme de rue en "U" (zone "6" sur la figure V.53). La majorité de bruits provient de la rue des Faures. Dans la zone "c", on entend le bruit du quai des Salinières. La perception sonore traduit nettement la particularité de son champ acoustique.

V.3.1.5 : Promenade sonore en continue n°16, réalisée dans la rue Maubec vers la rue des Faures le 22/10/2005

- Le samedi matin à 12h10
- Le temps : beau, beaucoup de vent, doux : environ 20°C
- Densité de circulation élevée et densité de personnes dans la rue des Faures et rue Maubec élevée
- Parcours commencé au quai des Salinières vers la rue des Faures

Comme lors de la promenade sonore n°15, le parcours se fait dans la rue Maubec. Le but est de vérifier et comparer les résultats obtenus en variant les conditions, les situations et les moments. Le parcours est dans la direction opposée à celui de la promenade n°15. La source sonore se concentre dans le cours Victor Hugo, sur le quai des Salinières et dans la rue des Faures. La rue Maubec est une rue piétonne qui relie le quai à la rue des Faures. Il n'y a donc pas de circulation automobile dans cette rue.



Le découpage par nombreuses rues



Les photos du parcours

Figure V.55 : La promenade sonore n°16 réalisée le 22/10/2005

Le parcours de cette promenade traverse une petite place et croise plusieurs rues : rue de la Tour du Pin, rue des Pontets et rue de la Fusterie. La distance entre les rues est faible. Le parcours suit le schéma ci-dessous :

Quai des Salinières (5) → Rue de la Tour de Pin (4) → Rue des Fusterie (3) → Rue des Pontets + placette (2) → Rue des Faures (1)

Etudions les résultats obtenus à partir des images acoustiques suivantes :

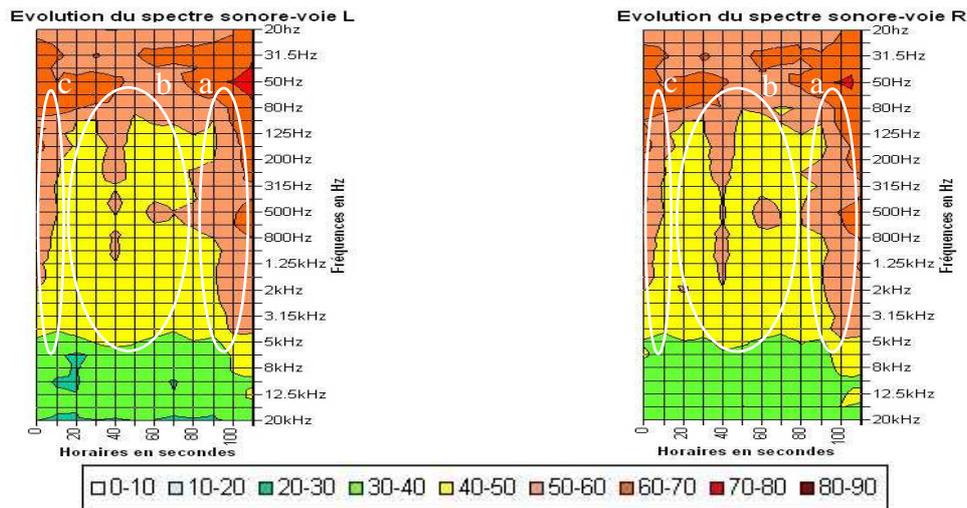


Figure V.56 : Les images acoustiques issues des enregistrements de la promenade sonore n°16

Sur ces images acoustiques, nous pouvons observer que sur l'ensemble des fréquences le niveau sonore est assez homogène, comme c'était déjà le cas lors de la promenade sonore n°15.

On repère les zones "a", "b" et "c" sur les images acoustiques qui correspondent aux lieux du parcours (zone "6" et "7" sur la figure V.55). Chacune traduit nettement la particularité de son champ acoustique. Sur la zone "b", on repère clairement une diminution du niveau sonore. On observe ici à la fois l'effet de la distance à la source sonore principale et l'élargissement de l'espace au niveau de la placette et des carrefours.

V.3.1.6 : Conclusion

Par les résultats obtenus, on constate clairement que le champ acoustique réfléchi correspond à la particularité morphologique des rues. On peut percevoir un changement de perception sonore entre les sites ayant des formes en "U" et ceux plus ouverts. Suivant la position du microphone, on trouve un niveau sonore identique pour les deux oreilles (zone "b" sur les figures V.48, V.50 et V.52), ou un niveau sonore différent pour les deux oreilles (zone "a" sur les figures V.54 et V.56). Ainsi on peut en conclure que le champ acoustique réfléchi n'est pas homogène dans les rues en "U".

Cependant, les analyses réalisées dans cette partie ne donnent pas des résultats exacts pour les façades qui réfléchissent faiblement les sons. L'importance de la source sonore est claire pour la perception sonore.

Pour les promenades n°12, n°13 et n°14, la source sonore est présente directement dans le Cours Victor Hugo.

On repère très nettement la diminution du niveau sonore entre les deux oreilles (zone "a" sur les figures V.48, V.50 et V.52). La perception sonore est donc plus faible à cause des façades qui réfléchissent faiblement les sons. Dans le cas étudié ici, ces endroits correspondent aux intersections avec d'autres rues : la façade est donc interrompue.

A d'autres moments, on repère une diminution identique pour les deux oreilles (zone "b" sur les figures V.54 et V.56) alors, l'influence de la source sonore est petite. En règle générale, on peut affirmer que le champ acoustique réfléchi dépend du facteur de réflexion de la façade ou la présence d'un espace vide comme aux carrefours.

V.3.2 : Caractérisation de la particularité morphologique des petites parcelles, étroites et un front de façade continu.

Dans la partie précédente (V.3.1), les particularités dues à un découpage important de l'îlot par des rues ont été présentées et dans le chapitre IV, ce sont les particularités morphologiques urbaines qui ont été étudiées.

Afin de caractériser cette particularité, cinq enregistrements sonores ont été réalisés dont trois promenades sonores dans la rue de la Tour du Pin et sur le quai des Salinières et deux enregistrements sonores fixes dans la rue Gensan et dans l'impasse Mauriac. Les résultats vont être étudiés pour définir la particularité morphologique à chaque point. Les promenades sonores ont été effectuées dans un seul sens et en parallèle (en même temps dans la rue de la Tour du Pin et sur le quai des Salinières). Ce qui permet de mieux définir la perception sonore lors des enregistrements.

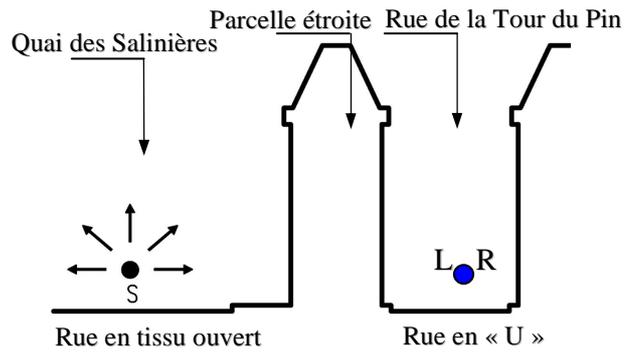
V.3.2.1 : Promenade sonore en continue n°17, réalisée dans la rue de la Tour du Pin vers l'église Sainte-Croix le 08/12/2004

- Le mercredi matin à 12h00
- Le temps : beau, un peu de vent, froid : environ 10°C
- Densité de circulation élevée sur le quai des Salinières et personne dans la rue de la Tour du Pin
- Parcours commencé à la place Bir-Hakeim vers l'église Sainte-Croix



Place Bir-Hakeim → L'église Sainte-Croix

Plan du parcours 17



La coupe transversale typique

L R Position du promeneur dans la Rue de la Tour du Pin



Les photos du parcours

Figure V.57 : La promenade sonore n°17 réalisée le 08/12/2004

Pour cette promenade, la source sonore (la circulation sur le quai des Salinières) se situe à la gauche du promeneur et le côté de la rue étudié, à sa droite. La rue de la Tour du Pin est très calme, la circulation est due aux automobilistes qui cherchent à se garer. Pendant toute cette promenade sonore, il n'y a pas eu de source sonore dans la rue. Sur le plan du parcours, les points 1, 2 et 3 marquent la place Bir-Hakeim, le carrefour avec la rue Maubec et avec le Quai des Salinières. La rue de la Tour du Pin a une forme en "U".

Etudions les résultats obtenus à partir des images acoustiques suivantes :

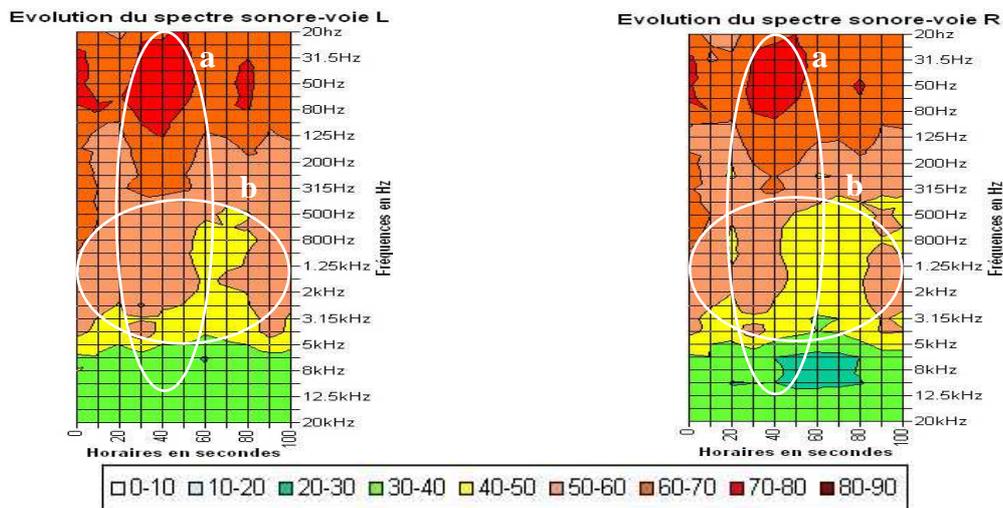


Figure V.58 : Les images acoustiques issues des enregistrements de la promenade sonore n°17

Sur les images acoustiques, nous observons bien le niveau sonore est similaire pour les deux oreilles. La rue de la Tour du Pin est parallèle au Quai des Salinières. Bien que ces deux rues soient séparées par des constructions, le bruit généré sur le quai est perceptible dans la rue de la Tour du Pin. La perception est donc celle du son réfléchi sauf à quelques moments (sur les points 1, 2 et 3 sur la figure V.57) où la perception est directe.

On repère les zones "a" et "b" sur les images acoustiques (figure V.58) où le niveau sonore est plus important pour l'oreille gauche que pour l'oreille droite qui donne vers le Quai des Salinières où est présent un niveau sonore élevé.

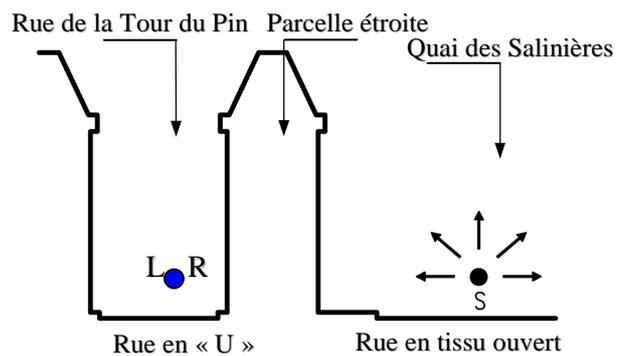
V.3.2.2 : Promenade sonore en continue n°18, réalisée dans la rue de la Tour du Pin vers la place Bir-Hakeim le 22/10/2005

- Le samedi matin à 11h00
- Le temps : beau, beaucoup de vent, doux : environ 20°C
- Densité de circulation élevée sur le quai des Salinières et personne dans la rue de la Tour du Pin
- Parcours commencé au point 3 vers la place Bir-Hakeim (voir figure V.59)



Point 3 → Place Bir-Hakeim

Plan du parcours 18



La coupe transversale typique

L R Position du promeneur dans la Rue de la Tour du Pin



Les photos du parcours

Figure V.59 : La promenade sonore n°18 réalisée le 22/10/2005

Dans la partie V.3.2.1, nous avons étudié les particularités générales de la rue de la Tour du Pin.

Pour cette promenade, la source sonore (la circulation sur le quai des Salinières) se situe à la droite du promeneur et le côté de la rue étudié, à sa gauche.

Etudions les résultats obtenus à partir des images acoustiques suivantes :

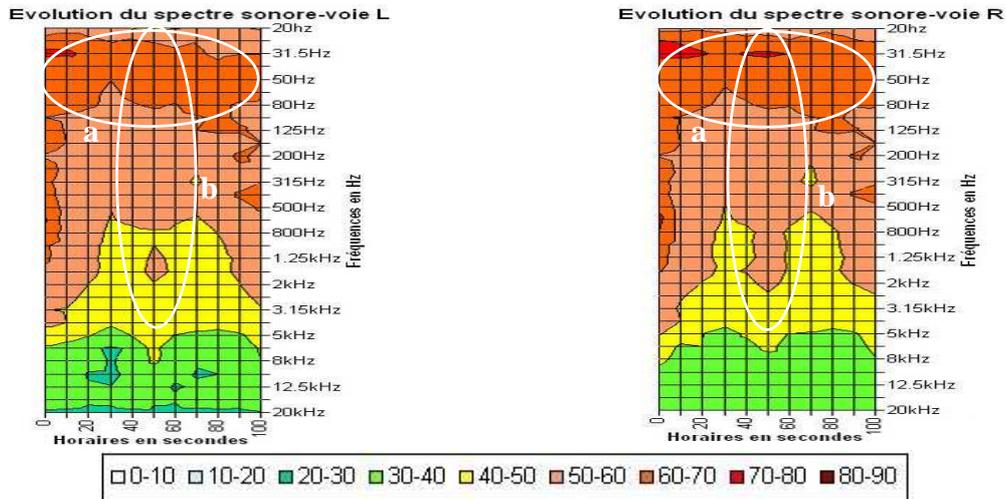


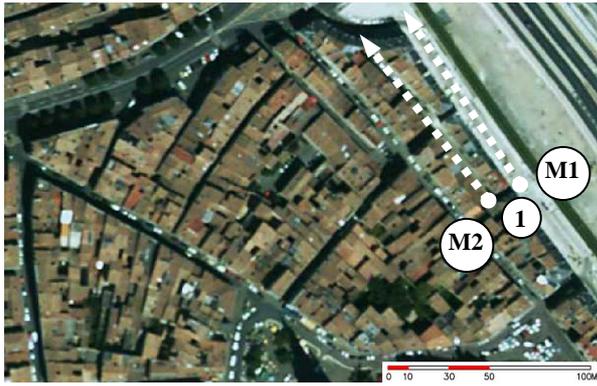
Figure V.60 : Les images acoustiques issues des enregistrements de la promenade sonore n°18

Sur les images acoustiques, on observe que le niveau sonore est similaire pour les deux oreilles. On remarque la zone "a" sur la figure V.60, dans la bande de fréquence qui va de 20 Hz à 80 Hz, le niveau sonore est de 60 – 70 dB. Cette zone est différente pour les deux oreilles, en correspondance avec l'orientation des microphones. C'est l'oreille droite qui reçoit le niveau sonore le plus élevé.

On remarque aussi la zone "b" sur la figure V.60 qui correspond au point 2. L'oreille droite reçoit directement le son de la source en provenance du quai. Le niveau sonore est donc plus important pour l'oreille droite que pour l'oreille gauche.

V.3.2.3 : Promenade sonore en continue et en parallèle n°19, réalisée sur le quai des Salinières et dans la rue de la Tour du Pin donne vers la place Bir-Hakeim le 22/10/2005

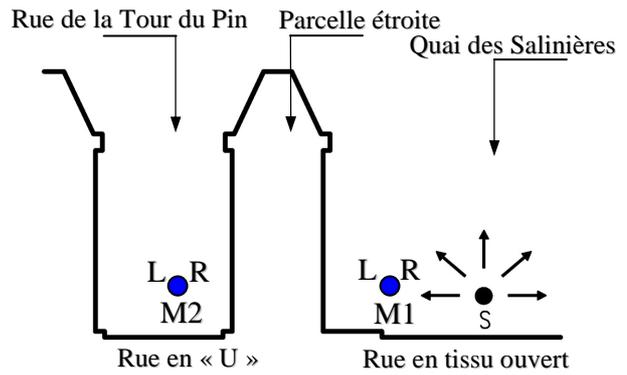
- Le samedi matin à 12h00
- Le temps : beau, beaucoup de vent, doux : environ 20°C
- Densité de circulation élevée sur le quai des Salinières et personne dans la rue de la Tour du Pin
- Parcours commencé au point 1 vers la place Bir-Hakeim (voir figure V.61)



Point 1 → Place Bir-Hakeim

L R

Position des promeneurs : le microphone M1 sur le Quai des Salinières et le microphone M2 dans la Rue de la Tour du Pin. Ces deux promenades sonores sont effectuées parallèlement en même temps.



La coupe transversale typique



Microphone M2



Microphone M1



Figure V.61 : La promenade sonore n°19 réalisée le 22/10/2005

Pour ces promenades, la source sonore (la circulation sur le quai des Salinières) se situe à la droite du promeneur et le côté de la rue étudié, à sa gauche. Les sources sonores sont situées sur le quai des Salinières et sur la place Bir-Hakeim. La rue de la Tour du Pin est très calme, la circulation est due aux automobilistes qui cherchent à se garer. Pendant toute cette promenade sonore, il n'y a pas eu de source sonore dans la rue. La rue de la Tour du Pin a une forme en "U" et le quai des Salinières une forme en "L".

Etudions les résultats obtenus à partir des images acoustiques suivantes qui correspondent à l'enregistrement M1 réalisé sur le quai des Salinières :

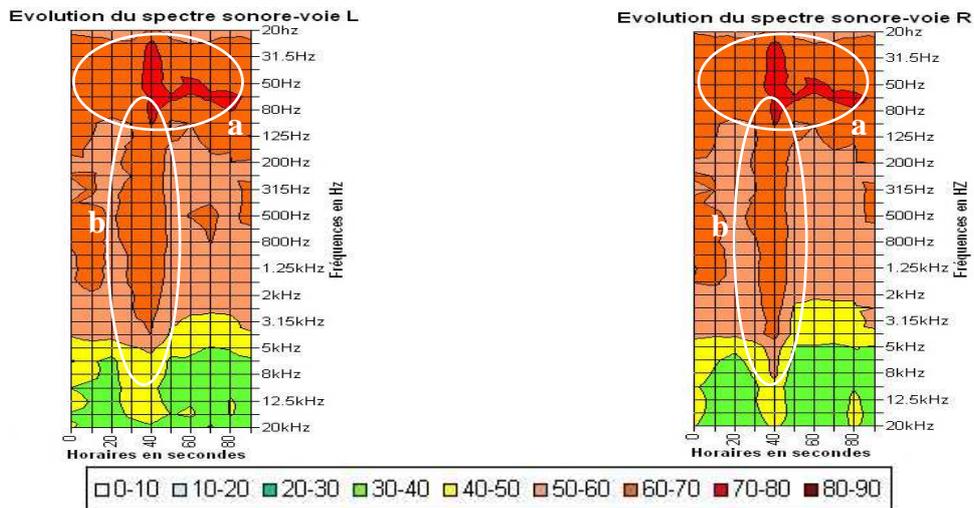


Figure V.62 : Les images acoustiques issues des enregistrements M1 réalisés sur le quai des Salinières de la promenade sonore n°19

Sur les images acoustiques, on observe que le niveau sonore est similaire pour les deux oreilles. Pour les basses fréquences (zone "a" sur la figure V.62), le niveau sonore est quasiment identique pour les deux oreilles. Dans la bande de fréquence qui va de 20 Hz à 4 kHz, le niveau sonore est de 50 – 60 dB. Ce qui indique un niveau de bruit continu dû à la réflexion de la façade.

On remarque aussi la zone "b" sur la figure V.62, qui correspond à un moment où le niveau sonore s'élève sur l'ensemble des fréquences mais pendant une période plus longue pour l'oreille gauche que pour l'oreille droite. Ce qui illustre la réflexion importante due à la façade des bâtiments qui bordent le quai des Salinières et traduit une rue en tissu ouvert (rue en "L", voir figure V.61).

Etudions les résultats obtenus à partir des images acoustiques suivantes qui correspondent à l'enregistrement M2 réalisé dans la rue de la Tour du Pin :

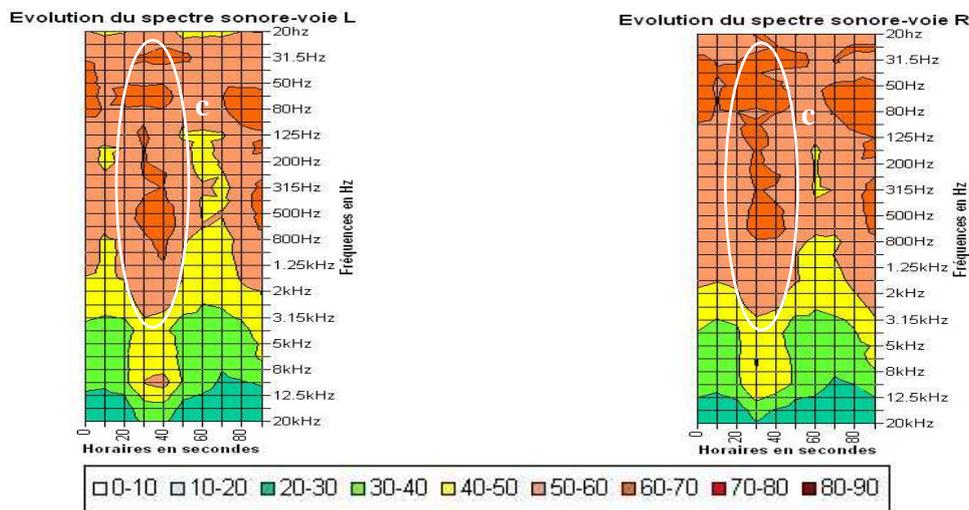


Figure V.63 : Les images acoustiques issues des enregistrements M2 réalisés dans la rue de la Tour du Pin de la promenade sonore n°19

Sur les images acoustiques, on observe que le niveau sonore varie suivant les moments et suivant les fréquences pour les deux oreilles. D'une manière générale, l'oreille droite perçoit un niveau sonore plus élevé que l'oreille gauche. La première explication est l'orientation des micros : l'oreille droite est orientée vers la source sonore. La seconde est la présence du champ diffus dû aux nombreuses réflexions sur les façades de la rue. D'une part, on observe la zone "c" (sur la figure V.63) qui correspond à la zone "b" (sur la figure V.62). Les différences entre ces deux zones sont dues à la parcelle située entre les deux promeneurs.

La comparaison entre les images acoustiques obtenues à partir des promenades M1 et M2 permet de mettre en évidence l'effet de champ diffus et réfléchi, dans le cas de la rue de la Tour du Pin et du quai des Salinières. Pour les deux parcours, on différencie nettement la perception sonore de chacun des oreilles. Ce qui correspond à l'orientation des micros et à la morphologie du site étudié.

V.3.2.4 : Enregistrement sonore fixe n°9, réalisé dans l'impasse Mauriac le 17/11/2004

- Le mercredi matin à 10h30
- Le temps : beau, un peu de vent, froid : environ 12°C
- Densité de circulation élevée dans le Cours Victor Hugo et personne dans l'impasse Mauriac



La position de l'impasse Mauriac

La position du microphone

L O R
 Points où sont placés les microphones P1 et P2 dans l'impasse Mauriac. L'oreille gauche et l'oreille droite sont positionnées comme indiqué sur la figure



Les photos de l'impasse Mauriac

Figure V.64 : L'enregistrement sonore fixe n°9 réalisé le 17/11/2004

Sur le plan (figure V.64) nous voyons que l'impasse Mauriac est particulière. Elle est perpendiculaire à la rue des Faures et en diagonale par rapport au Cours Victor Hugo. En même temps, elle est parallèle à la rue Mauriac ce qui crée quelques petites parcelles. Le but de ces enregistrements est de comparer la perception sonore entre les deux points P1 et P2, et de comparer cette perception avec celle au point P3 effectué dans la rue Gensan. Etudions les résultats obtenus à partir des images acoustiques suivantes qui correspondent à l'enregistrement au point P1:

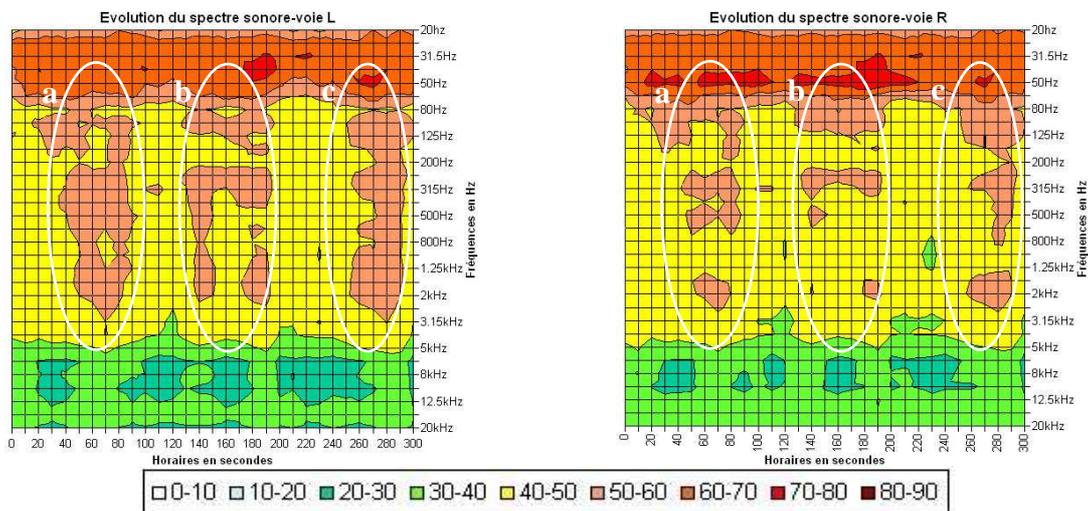


Figure V.65 : Les images acoustiques issues de l'enregistrement fixe n°9, au point P1

Sur les images acoustiques, on observe que le niveau sonore varie suivant les fréquences. Le niveau sonore perçu par chaque oreille est différent. On le remarque particulièrement sur les zones "a", "b" et "c" (figure V.65). Ces zones correspondent aux feux automobiles dans le Cours Victor Hugo. L'oreille gauche perçoit un niveau sonore plus important que l'oreille droite. Cela s'explique par le fait que l'oreille gauche est orientée vers le Cours Victor Hugo. L'effet de la source sonore directe est faible au fond de l'impasse. Le champ acoustique diffus est dû à la petite distance entre le point P1 et le Cours Victor Hugo. Ainsi, nous pouvons nous rendre compte que le niveau sonore dépend clairement du champ acoustique diffus et réfléchi.

Etudions les résultats obtenus à partir des images acoustiques suivantes qui correspondent à l'enregistrement au point P2 :

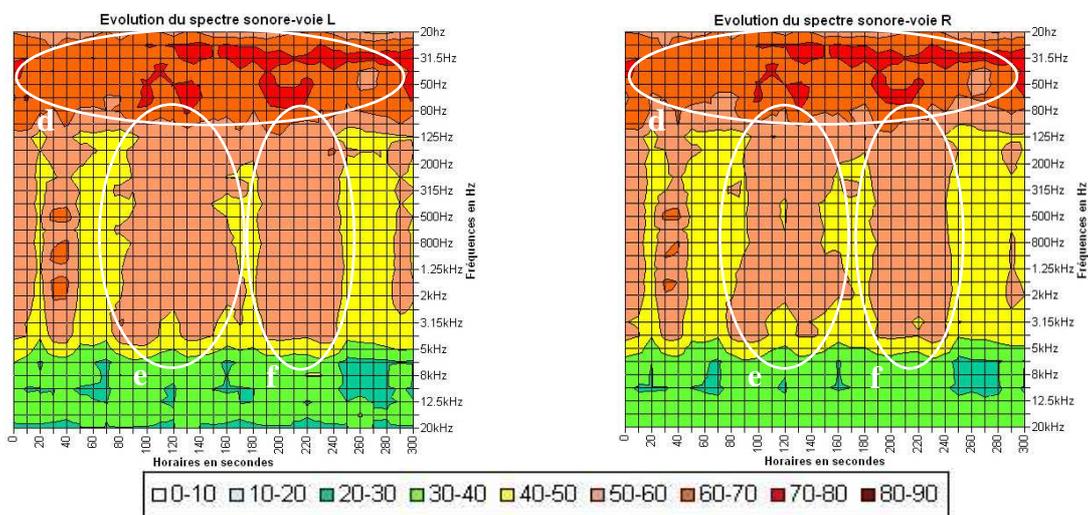


Figure V.66 : Les images acoustiques issues de l'enregistrement fixe n°9, au point P2

Sur les images acoustiques, on observe que l'effet direct de la source sonore est important à ce point P2. La distance entre le point P2 et le Cours Victor Hugo est moins importante qu'entre le Point P1 et le Cours Victor Hugo. Il est donc logique que le niveau sonore ait augmenté. On retrouve le même niveau sonore pour les deux oreilles (60 à 80 dB pour la zone "d" sur la figure V.66).

D'autre part, on observe que le spectre sonore n'est pas homogène. C'est dû en partie à l'irrégularité de la source sonore (rythmée par les feux) et en partie à l'effet du champ acoustique diffus et réfléchi sur ce point. Ainsi, on explique que pour les zones "e" et "f" le niveau sonore soit plus important pour l'oreille gauche que pour l'oreille droite.

On peut en conclure que la perception sonore faible dans le champ acoustique diffus et réfléchi est la conséquence de la distance du point de mesure à la source sonore. Dans ce cas, le niveau sonore ne diminue pas beaucoup et le spectre sonore n'est pas homogène, ce qui s'explique par la position du microphone et la forme de la parcelle.

V.3.2.5 : Enregistrement sonore fixe n°10, réalisé dans la Rue Gensan le 08/12/2004

- Le mercredi matin à 11h00
- Le temps : beau, un peu de vent, froid : environ 10°C
- Densité de circulation élevée dans le Cours Victor Hugo et personne dans la rue Gensan



La position de la rue Gensan



La position du microphone

L O R

Point où est placé le microphone P3 dans la rue Gensan. L'oreille gauche et l'oreille droite sont positionnées comme indiqué sur la figure



Les photos de la Rue Gensan

Figure V.67 : L'enregistrement sonore fixe n°10 réalisé le 08/12/2004

Dans la partie précédente, les enregistrements effectués dans l'impasse Mauriac ont été présentés. Ici, ces enregistrements vont être comparés à celui effectué dans la rue Gensan. Comparons les enregistrements P1 et P2.

Etudions les résultats obtenus à partir des images acoustiques suivantes qui correspondent à l'enregistrement au point P3:

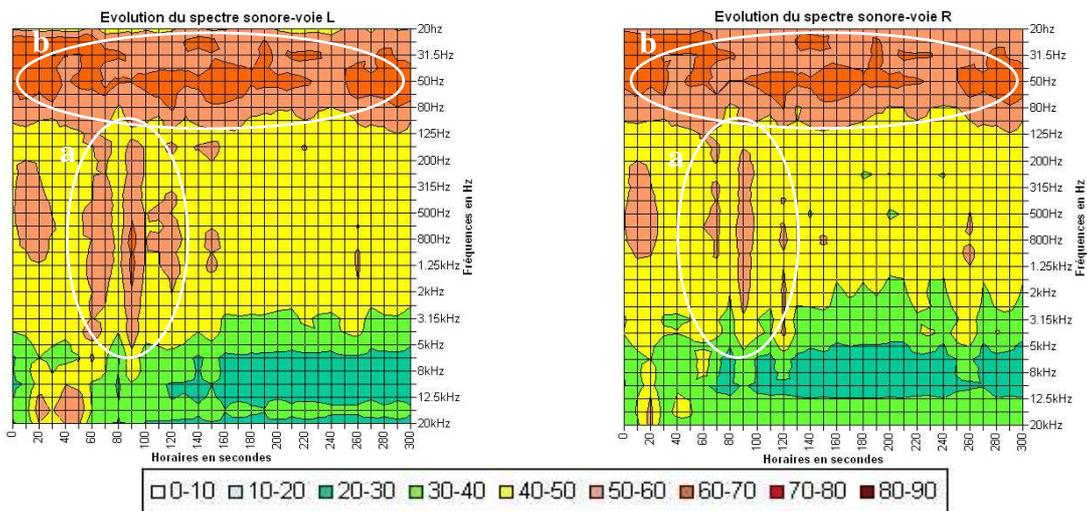


Figure V.68 : Les images acoustiques issues de l'enregistrement sonore fixe n°10, au point P3

Sur les images acoustiques, on observe que le niveau sonore est similaire pour les deux oreilles. Le spectre sonore est assez homogène par bande de fréquence, sauf à la zone "a" (figure V.68). Elle est due à l'ouverture et la fermeture de la porte au rez-de-chaussée sur ce point. Sur la plage de fréquence de 20 Hz à 100 Hz, le niveau sonore est de 50 à 70 dB (zone "b" sur la figure V.68). Il s'agit donc dans cette rue d'un champ acoustique diffus stable.

Les points P1 et P3 se trouvent à la même distance du Cours Victor Hugo. Cependant, le niveau de bruit y est différent. Autre différence, au point P1, les deux oreilles ne perçoivent pas le même niveau sonore alors qu'au point P3, les deux oreilles perçoivent le même niveau sonore. Ainsi on peut en déduire que le champ acoustique diffus et réfléchi n'est pas uniforme dans l'impasse Mauriac.

V.3.2.6 : Conclusion

Dans les deux secteurs qui ont été présentés dans cette partie, on trouve des particularités morphologiques spécifiques liées aux parcelles étroites. A travers les résultats obtenus à partir des enregistrements sonores, nous trouvons que les petites parcelles ont des effets sur la perception sonore et le champ acoustique d'un site. La réflexivité élevée des façades joue un rôle important sur le haut niveau sonore dans la rue. Cela amène un champ acoustique réfléchi non homogène à la fois dans la rue de la Tour du Pin et dans l'impasse Mauriac, ce qui se traduit par une perception sonore différente pour les deux oreilles. Par contre quand le champ acoustique diffus est homogène, comme dans la rue Gensan, la perception sonore est similaire pour les deux oreilles.

L'épaisseur de la parcelle a un impact important sur le champ acoustique d'un site, comme le montre la perception sonore différente pour les deux oreilles quand la parcelle est étroite (point P1, impasse Mauriac et promenade M2, rue de la Tour du Pin).

V.3.3 : Caractérisation des particularités morphologiques liées à la transition spatiale de l'espace fermé à l'espace ouvert

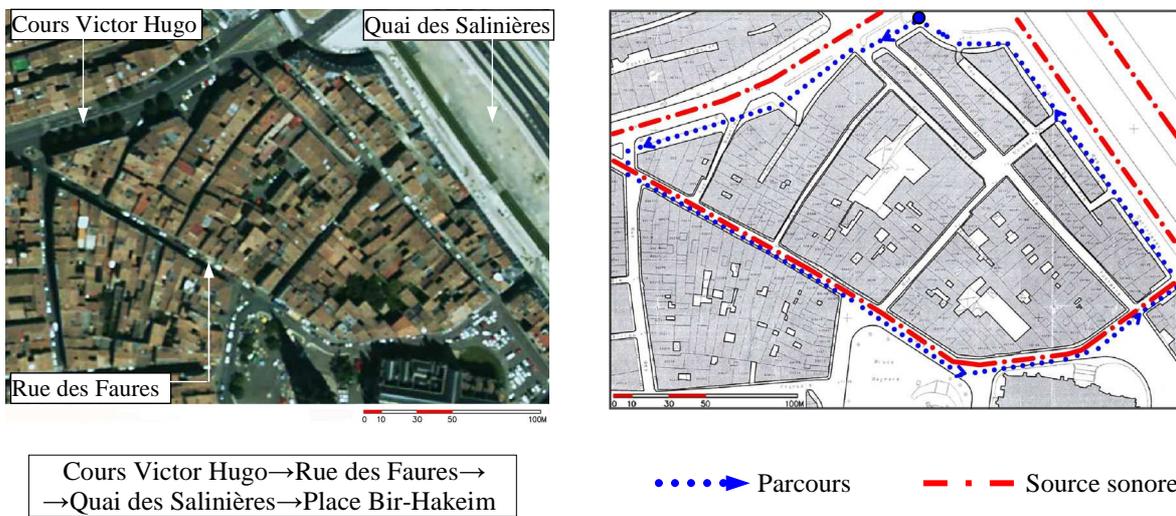
Du point de vue urbain, la transition spatiale entre l'espace fermé et l'espace ouvert, se traduit de façon très visible dans la forme urbaine. Du point de vue acoustique, cette transition spatiale a un rôle important dans la perception sonore. Cette transition a une influence importante sur la propagation sonore pour chaque espace. En effet, la première particularité morphologique a été analysée dans la partie V.3.1. Cependant, il ne s'agit que d'une partie de la propagation sonore. Ici, nous souhaitons caractériser la transition spatiale entre l'espace fermé et l'espace ouvert sur un rayon plus large. Le parcours et la durée des enregistrements seront plus long. La perception sonore traduit nettement les particularités morphologiques de chaque espace traversé dans les parcours.

Afin de caractériser ces particularités, cinq enregistrements sonores ont été réalisés. Une promenade sonore se déroule autour de l'îlot étudié, trois promenades sonores se déroulent dans la rue des Faures, suivant deux directions différentes, un enregistrement se déroule sur plusieurs points fixes dans la rue des Faures. Les résultats seront analysés du point de vue

des caractéristiques étudiées. Les promenades sonores traverseront plusieurs types d'espaces comme les rues en "U", en "L" et des espaces ouverts.

V.3.3.1 : Promenade sonore en continue n°20, réalisée autour d'îlot étudié le 22/10/2005

- Le samedi matin à 11h30
- Le temps : beau, beaucoup de vent, doux : environ 20°C
- Densité de circulation et de personnes élevée dans le Cours Victor Hugo, rue des Faures et sur le quai des Salinières.
- Parcours commence au début du Cours Victor Hugo, se poursuit rue des Faures, quai des Salinières et se termine place Bir-Hakeim



Parcours de la promenade sonore



Les photos du parcours

Figure V.69 : La promenade sonore n°20 réalisée le 22/10/2005

Dans ce parcours, la position de la source sonore est présente dans les rues comme ci-dessous :

- Dans le Cours Victor Hugo, la source sonore est à droite du promeneur
- Dans la Rue des Faures, la source sonore est à gauche du promeneur
- Dans le Quai des Salinières, la source sonore est à droite du promeneur

Etudions les résultats obtenus à partir des images acoustiques suivantes :

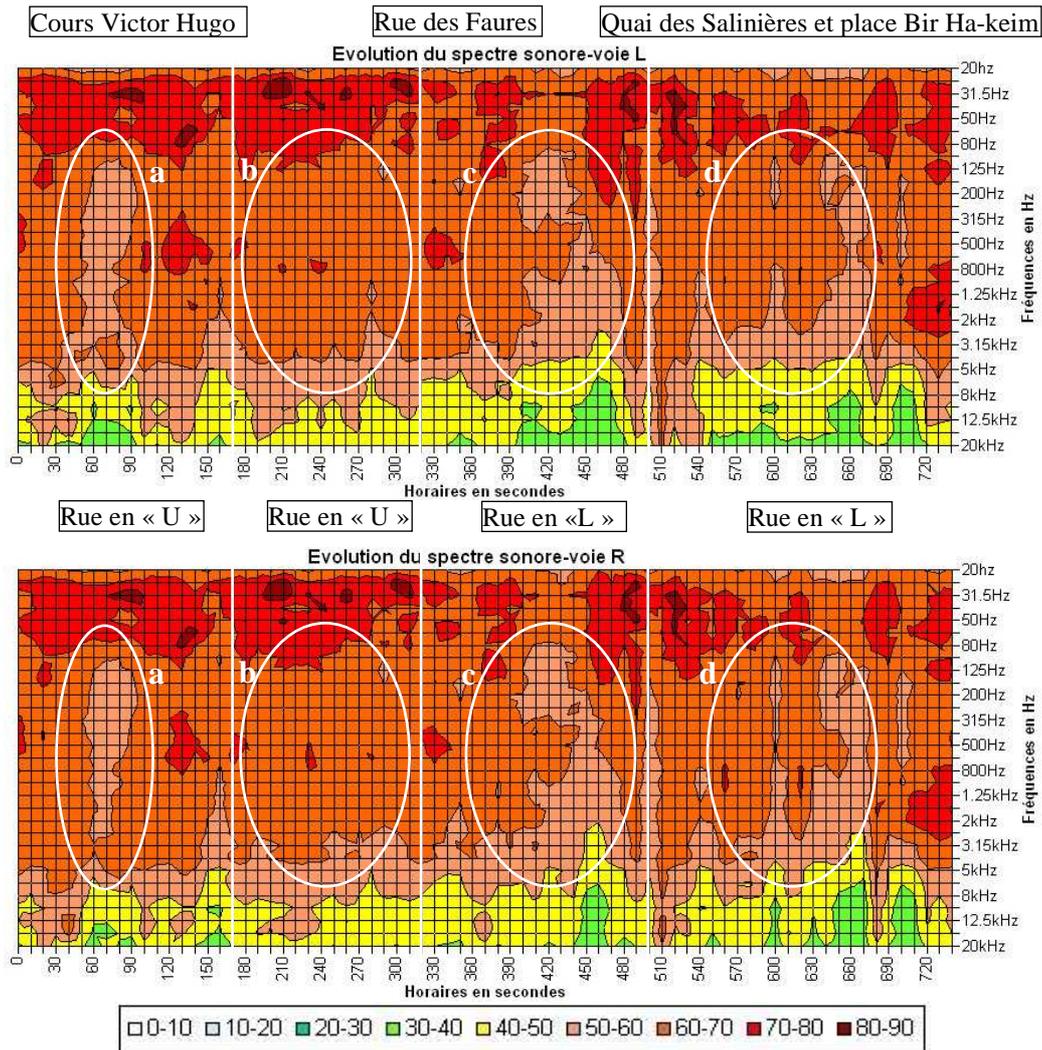


Figure V.70 : Les images acoustiques issues de la promenade sonore n°20

Sur les images acoustiques, on repère clairement la correspondance entre les niveaux sonores perçus sur les deux oreilles et la forme des espaces traversés. Dans le cours Victor Hugo, le spectre sonore est dense ce qui caractérise un espace en forme de "U". Le niveau sonore est équivalent pour les deux oreilles.

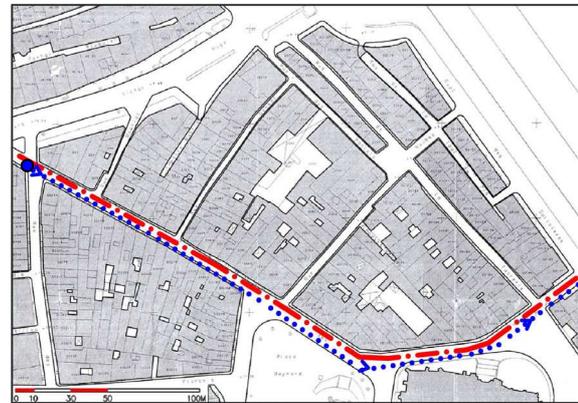
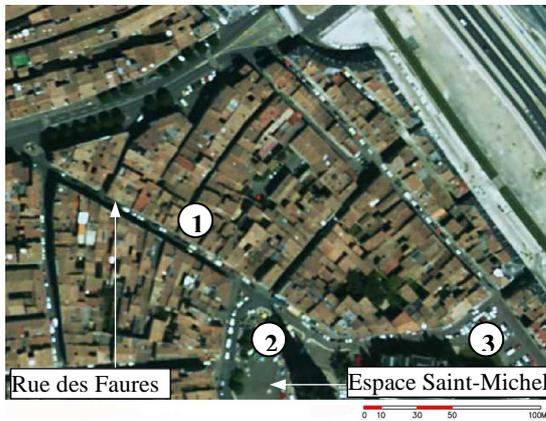
La zone "a" correspond à un changement par la présence de croisements de rues (cette particularité a été étudiée dans le paragraphe V.3.1.3).

Pour la rue des Faures, la zone "b" traduit nettement un champ acoustique diffus et réfléchi dans une rue en "U". Sur toutes les bandes de fréquences, le niveau sonore est similaire et assez homogène.

On remarque un changement, zone "c" qui correspond à une forme de rue ouverte. Le champ distinct est clairement traduit par la répartition spectrale hétérogène. De même, on trouve que le niveau sonore est similaire pour les deux oreilles lorsqu'on se trouve sur le quai des Salinières, ce qui met en évidence une forme de rue en "L". Le spectre sonore n'est pas complètement homogène, ce qui s'explique par l'importance de la réflexion sur les façades. Ainsi, le niveau sonore est plus élevé pour l'oreille gauche que pour l'oreille droite (zone "d").

V.3.3.2 : Promenade sonore en continue n°21, réalisée dans la rue des Faures vers le quais des Salinières le 17/11/2004

- Le mercredi matin à 10h10
- Le temps : beau, un peu de vent, froid : environ 12°C
- Densité de circulation et de personnes élevée dans la rue des Faures



Rue des Faures → Quai des Salinières

•••••➔ Parcours - - - - - Source sonore

Parcours de la promenade sonore



Les photos du parcours

Figure V.71 : La promenade sonore 21 réalisée dans la Rue des Faures au 17/11/2004

Le parcours de la promenade sonore commence au début de la rue des Faures (au cours Victor Hugo) qui a une forme de "U" (zone "1"), puis traverse la place Meynard (zone "2") puis la place Duburg (zone "3") et se poursuit vers le quai des Salinières. La source sonore principale est la circulation qui se trouve à la gauche du promeneur (voir figure V.71). Etudions les résultats obtenus à partir des images acoustiques suivantes :

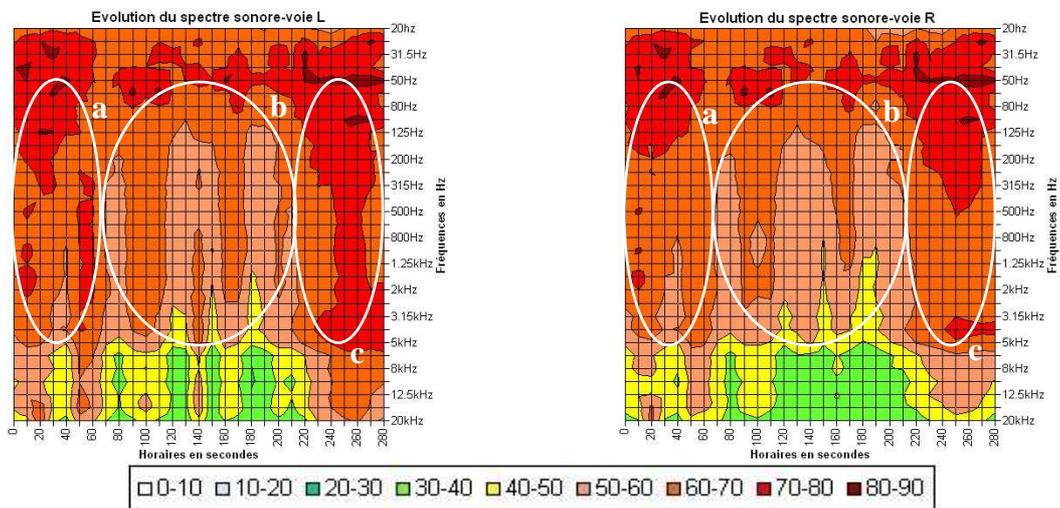


Figure V.72 : Les images acoustiques issues de la promenade sonore n°21

Sur les images acoustiques, on observe que la répartition spectrale n'est pas uniforme. Elle varie en fonction de l'importance du flux de voitures dans la rue. Le niveau sonore supérieur à 70 dB correspond au son des pots d'échappements d'une voiture, caractérisé par de l'énergie dans les basses fréquences. C'est pourquoi on entend un son très grave (de 20 Hz). En même temps, il crée un masque pour les autres sons. En effet, sur la plage de fréquence allant de 20 Hz à 5 kHz, le niveau sonore est de 50-60 dB. L'activité urbaine est constante et stable.

Dans la zone "a" de l'image acoustique, on constate une différence du niveau sonore entre les deux oreilles, ce qui correspond à un changement de la forme urbaine. De même sur la zone "b", on observe que l'oreille gauche donne vers la source sonore (la circulation) et l'oreille droite donne vers un espace ouvert. Ce qui explique que l'oreille gauche perçoit un niveau sonore plus important que l'oreille droite.

On repère la zone "c" où le niveau sonore est supérieur à 70 dB qui correspond au son d'un marteau piqueur sur le quai des Salinières.

V.3.3.3 : Promenade sonore en continue n°22, réalisée dans la rue des Faures vers le cours Victor Hugo le 17/11/2004

- Le mercredi matin à 10h30
- Le temps : beau, un peu de vent, froid : environ 12°C
- Densité de circulation et de personnes élevée dans la Rue des Faures

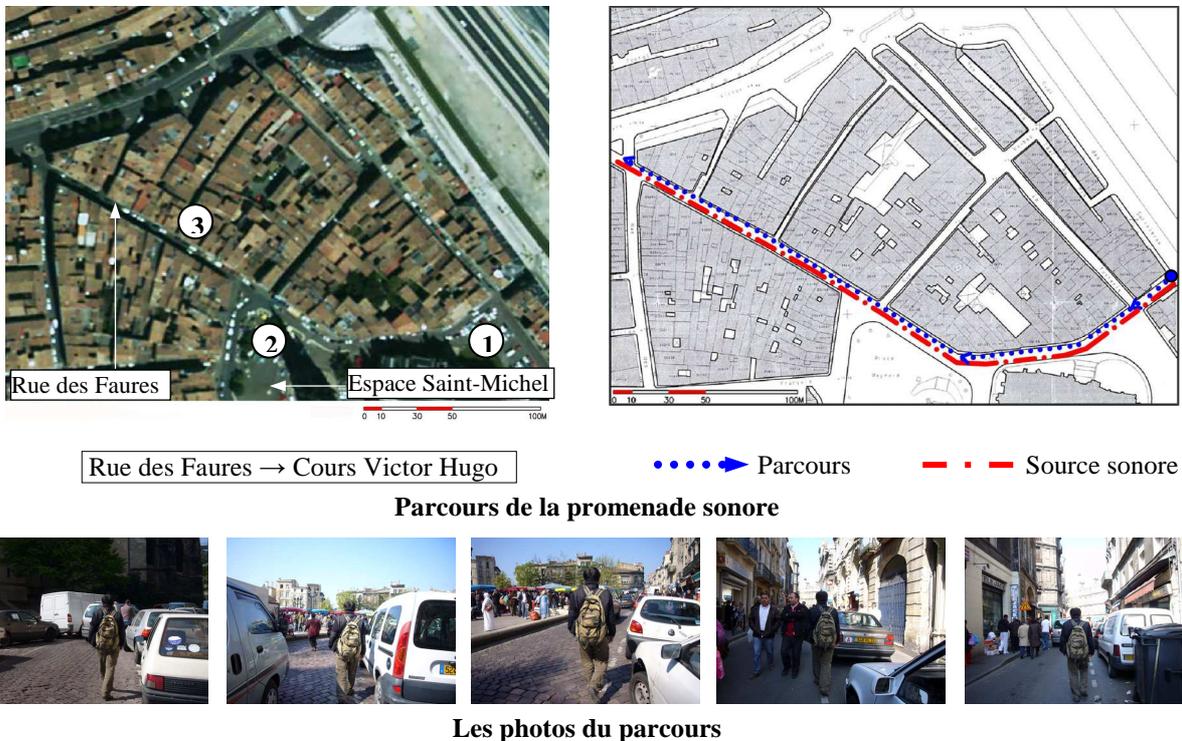


Figure V.73 : La promenade sonore n°22 réalisée le 17/11/2004

Le parcours de la promenade sonore commence au début de la rue des Faures (au quai des Salinières) puis traverse la place Duburg (zone "1"), puis la place Meynard (zone "2"), puis la zone "3" qui a une forme de "U" et se poursuit vers le cours Victor Hugo. La source sonore principale est la circulation qui se trouve à la gauche du promeneur (voir figure V.73).

Etudions les résultats obtenus à partir des images acoustiques suivantes :

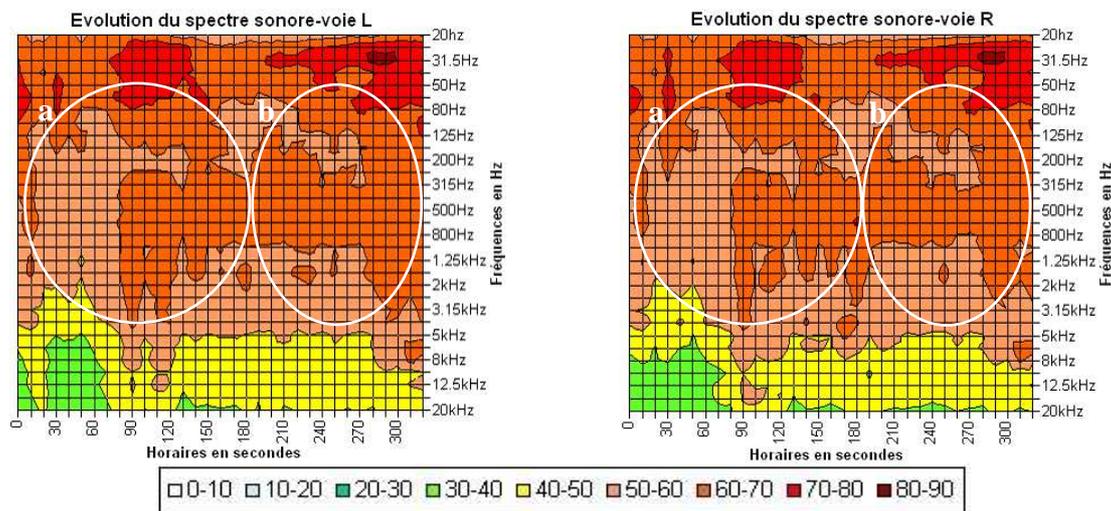


Figure V.74 : Les images acoustiques issues de la promenade sonore n°22

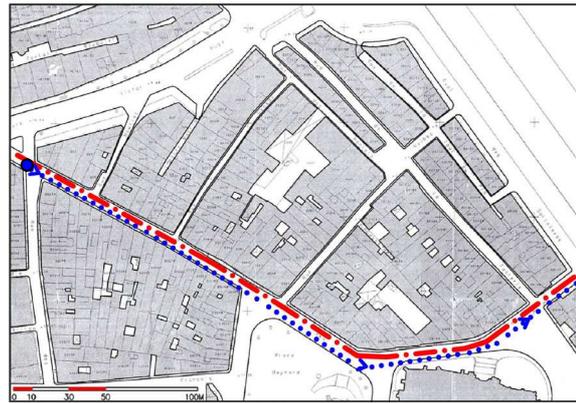
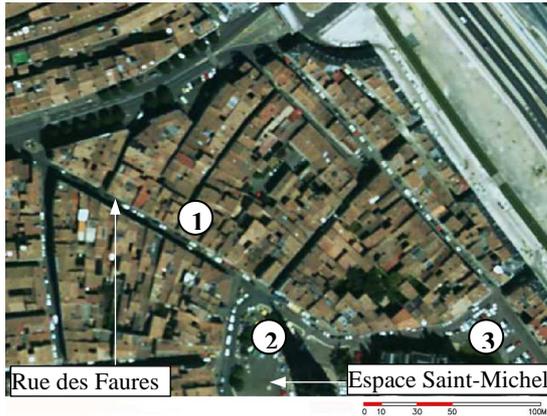
Sur les images acoustiques, on observe que le spectre sonore n'est pas uniforme. Sur toutes les bandes de fréquences, le niveau sonore est identique pour les deux oreilles. On retrouve ces caractéristiques tout au long de la rue des Faures et même dans l'espace ouvert (place Meynard et place Dubourg), ce qui indique nettement un champ réfléchi.

La position de la source sonore caractérise l'effet du champ acoustique pour la perception sonore. La zone "a" (figure V.74) correspond à l'espace ouvert de la place Duburg et la place Meynard. A ce moment, l'oreille gauche donne vers la source sonore et l'oreille droite est orienté vers la façade de l'immeuble. Le niveau sonore est identique pour les deux oreilles. Ainsi, l'oreille gauche ne reçoit pas de réflexion.

Au niveau de la zone "b" (figure V.74), le promeneur se trouve dans un espace en "U". Le niveau sonore est similaire pour les deux oreilles et le spectre sonore est assez homogène. Ce qui indique un champ diffus et réfléchi. Cependant, on peut observer que le niveau sonore est plus élevé pour l'oreille gauche que pour l'oreille droite, ce qui s'explique par la position de la source sonore par rapport au promeneur.

V.3.3.4 : Promenade sonore en continue n°23, réalisée dans la rue des Faures vers le quai des Salinières le 08/12/2004

- Le mercredi après-midi à 13h50
- Le temps : beau, un peu de vent, froid : environ 13°C
- Densité moyenne de circulation et beaucoup de personnes dans la rue des Faures



Rue des Faures → Quai des Salinières

●●●●▶ Parcours

- - - Source sonore

Parcours de la promenade sonore



Les photos du parcours

Figure V.75 : La promenade sonore n°23 réalisée le 08/12/2004

Comme pour la promenade sonore n°21, le parcours de la promenade sonore commence au début de la rue des Faures (au cours Victor Hugo) qui a une forme de "U" (zone "1"), puis traverse la place Meynard (zone "2") puis la place Duburg (zone "3") et se poursuit vers le quai des Salinières. La source sonore principale est la circulation qui se trouve à la gauche du promeneur (voir figure V.75).

Etudions les résultats obtenus à partir des images acoustiques suivantes :

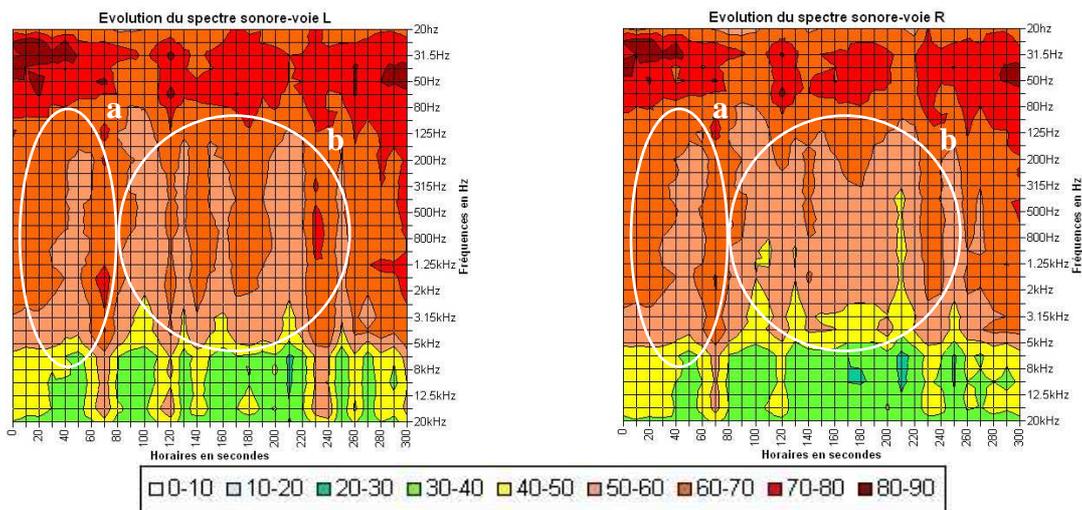


Figure V.76 : Les images acoustiques issues de la promenade sonore n°23

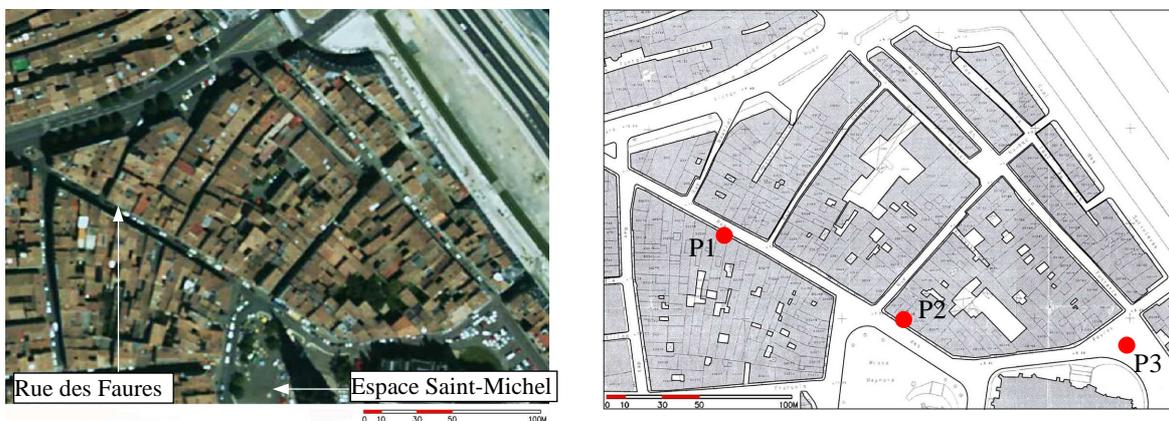
Sur les images acoustiques, on observe que le niveau sonore est entre 60 et 70 dB comme à Hanoï. Ici, la répartition spectrale est complètement différente, ce qui traduit des ambiances sonores très spécifiques bien que les activités soient similaires.

Nous retrouvons dans la zone "1" les caractéristiques de la rue en "U" et dans les zones "2" et "3" celles des espaces ouverts (place Meynard et place Dubourg). Le champ sonore y est bien différencié (figure V.75).

Le champ sonore est bien différencié sur les zones "a" et "b" de l'image acoustique. Dans la zone "a", le niveau sonore est identique sur les deux oreilles puisque le champ sonore est diffus dans une rue en "U". Au contraire, sur la zone "b" de l'image acoustique, le niveau sonore équivalent à l'oreille gauche est plus élevé que celui de l'oreille droite. Ce qui s'explique par la position de l'oreille gauche qui donne vers la source sonore (la circulation) et l'oreille droite vers l'espace ouvert (figure V.76). Celle-ci ne reçoit pas de son réfléchi. De plus, la source sonore sur la place Meynard est uniquement composée de voix humaines. Le niveau sonore équivalent est de 50-60 dB. Il est principalement dû aux effets du vent.

V.3.3.5 : Enregistrements sonores fixes n°11, réalisés dans la rue des Faures le 17/11/2004

- Le mercredi matin à 11h10
- Le temps : beau, un peu de vent, froid : environ 12°C
- Densité importante de circulation et beaucoup de personnes dans la rue des Faures



- Points où sont placées des microphones P1, P2 et P3

Figure V.77 : L'enregistrement sonore fixe 11 réalisé dans la Rue des Faures au 17/11/2004

Ces enregistrements sonores représentent des points spécifiques dans la rue des Faures. Parmi eux, le point P1 est situé sur le site clos (champ réfléchi), les points P2 et P3 sont situés en site ouvert (champ libre). Nous ne comparons pas ici les résultats entre points mais nous n'analysons que les caractéristiques de l'ambiance sonore sur ces sites, en particulier dans les sites ouverts (point P2 et P3).

Étudions les résultats obtenus à partir des images acoustiques suivantes :

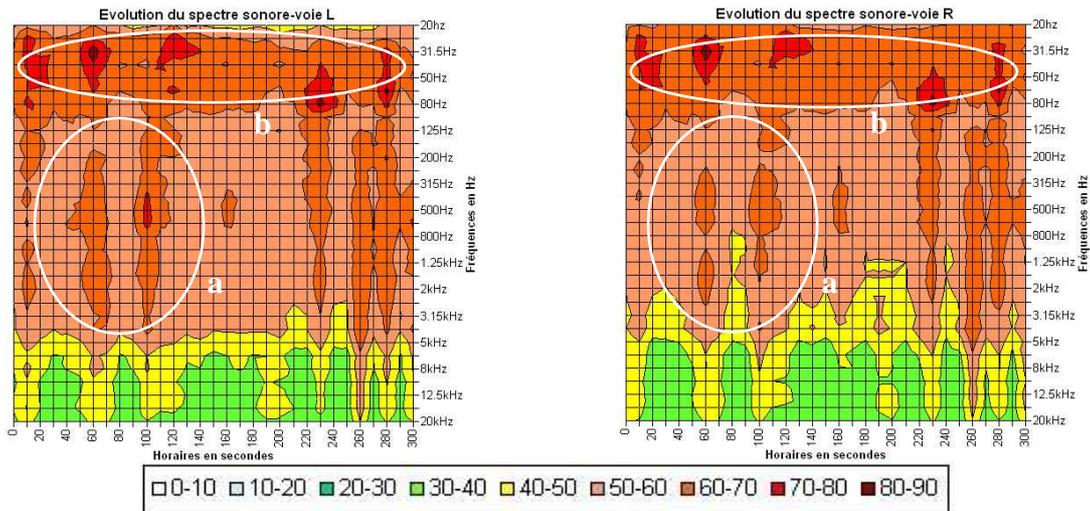


Figure V.78 : Les images acoustiques issues de l'enregistrement sonore fixe n°11, au point P1

Sur les images acoustiques issues de l'enregistrement sonore fixe (point P1), nous trouvons que le spectre sonore est assez différent. Ce qui est dû à la densité de circulation qui a diminué. La répartition spectrale est équivalente pour les deux oreilles, cependant le niveau sonore équivalent de la zone "a" est différent puisqu'il y a des bruits provenant du cours Victor Hugo. Au contraire le niveau sonore de 80-90dB est identique pour les deux oreilles (zone "b" sur la figure V.78)

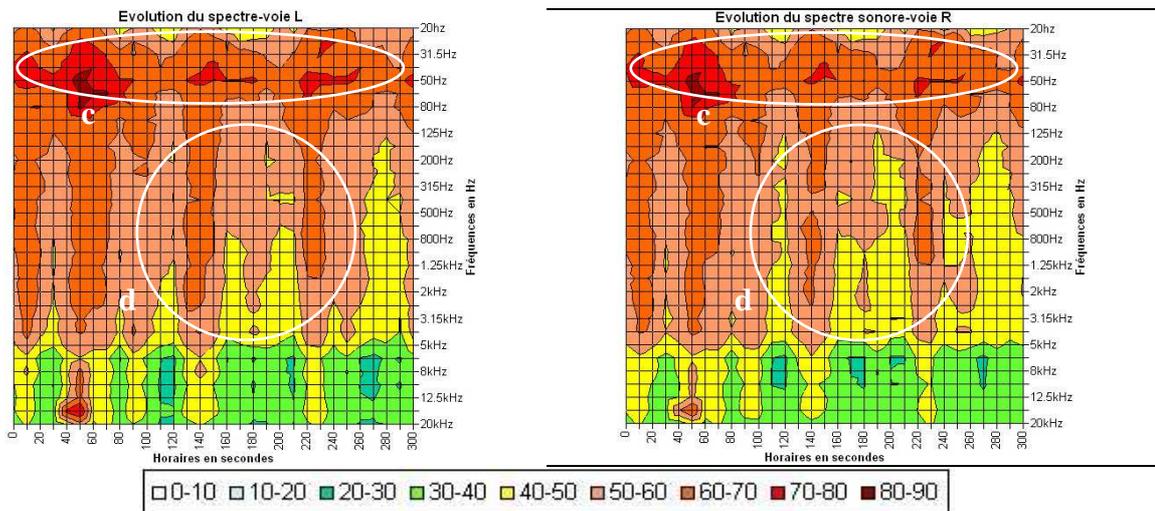


Figure V.79 : Les images acoustiques issues de l'enregistrement sonore fixe n°11, au point P2

Sur ces images acoustiques, la répartition spectrale est différente pour les deux oreilles. Le niveau sonore est similaire et sur la zone "c", le niveau sonore est identique. Cependant sur la plage de fréquence moyenne (zone "d"), le niveau de bruit est différent. La position du point P2 se situe dans un champ acoustique où normalement, la réflexion est équivalente pour les deux oreilles. Mais l'oreille gauche reçoit un niveau sonore plus important que l'oreille droite. Ceci peut s'expliquer par le fait que l'oreille gauche est orientée vers le flux de circulation. Ainsi, on peut en conclure que la perception sonore ne dépend pas seulement d'un champ distinct dans un espace ouvert.

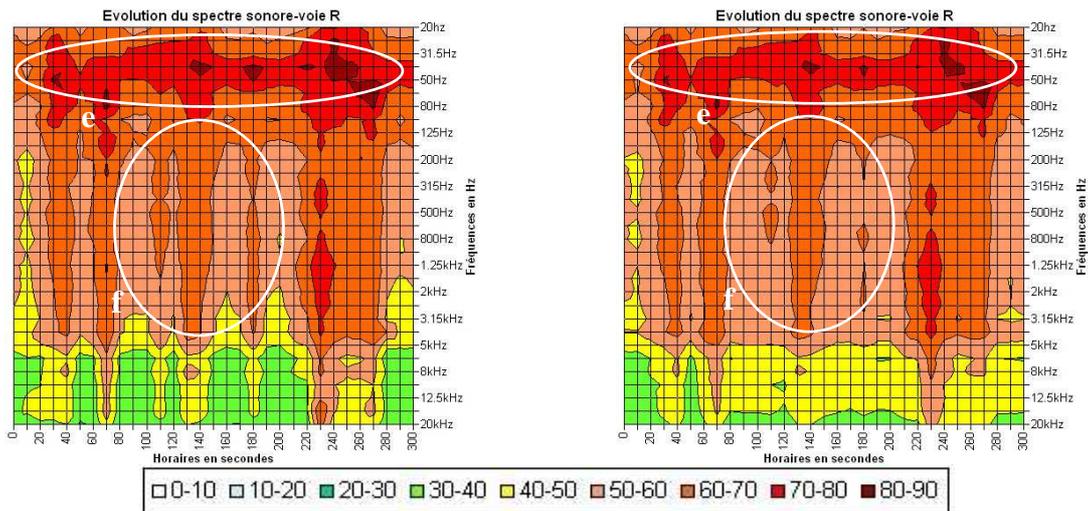


Figure V.80 : Les images acoustiques issues de l'enregistrement sonore fixe n°11, au point P3

Sur ces images acoustiques, nous trouvons que la répartition spectrale n'est pas uniforme entre les deux oreilles. Il y a une différence entre les images acoustiques de l'oreille gauche et celles de l'oreille droite. En effet, étant dans un espace ouvert (zone "f"), chaque oreille reçoit un niveau sonore différent. Cependant, (zone "e"), le niveau sonore est identique pour les deux oreilles à 80-90dB (Figure V.80).

Nous constatons également que pour les basses fréquences, le niveau sonore est identique sur tous les points fixes P1, P2 et P3. Ce qui exprime que l'intensité sonore de la source sonore est forte, en même temps cela montre que la structure spatiale fermée influence nettement la perception sonore et par rapport à un espace ouvert.

V.3.3.6 : Conclusion

A travers les enregistrements sonores réalisés dans cette partie, nous constatons que le niveau sonore est similaire pour tous les enregistrements. Le spectre sonore n'est pas complètement uniforme à cause de la particularité de chaque champ acoustique. Ceci dépend de la transition spatiale de la forme urbaine dans le parcours. Ainsi on peut dire que la perception sonore dépend de la forme urbaine. A chaque parcours, le spectre sonore est différent. Ce qui s'explique aussi par la position différente par rapport à la source sonore.

V.4 : Conclusion du chapitre V

A travers les résultats obtenus, nous trouvons tout d'abord le rôle important des ambiances sonores dans les ambiances urbaines. En suite, c'est la relation étroite entre les ambiances sonores et la forme urbaine qui est traduite de façon nette à travers les images acoustiques. Nous avons effectué nombreux enregistrements sonores différents dans les moments différents pour caractériser les particularités morphologiques proposées. Logiquement, les résultats obtenus correspondent pratiquement au but de la recherche. Ce qui caractérise le rôle de la forme urbaine dans l'établissement un champ acoustique en milieu urbain.

Afin d'avoir une vue générale sur les particularités des ambiances sonores et de la morphologie urbaine particulière à Hanoï et à Bordeaux, nous pouvons tirer quelques particularités, qui sont :

- L'influence des bruits de la circulation est très grande sur l'ambiance urbaine.
- Le niveau sonore équivalent est le même à Hanoï et à Bordeaux mais il diffère sur les plages de fréquence.

Nous pouvons résumer quelques particularités principales des niveaux sonores analysés sur quelques plages de fréquence principales :

- Pour Hanoï :

- La plage 80 Hz – 200 Hz / Niveau sonore : 70 - 80 dB
(correspondant au bruit du moteur et du pot d'échappement des voitures et des motocycles)
- La plage 2,5 KHz – 4 KHz / Niveau sonore : 70 – 80 dB
(correspondant au bruit du klaxon des voitures et des motocycles)
- La plage 31.5 Hz – 5 kHz / Niveau sonore : 60 – 70 dB
- La plage 20 Hz – 16 kHz / Niveau sonore : 50 – 60 dB

- Pour Bordeaux :

- La plage 25 Hz – 80 Hz / Niveau sonore : 70 - 80 dB
(correspondant au bruit du moteur, du pot d'échappement des voitures)
- La plage 315 Hz- 800 Hz / Niveau sonore : 70 – 80 dB
(correspondant au bruit du moteur des motos)
- La plage 20 Hz – 4 kHz / Niveau sonore : 60 – 70 dB
- La plage 20 Hz – 5 kHz / Niveau sonore : 50 – 60 dB

- La répartition spectrale est différente pour chaque champ sonore. Le champ sonore est diffus dans la rue en "U" à Hanoï, ce qui est du à la particularité des rez-de-chaussée. La rue forme un couloir. La répartition spectrale est uniforme dans la rue. La répartition n'est pas uniforme entre la rue et dans le rez-de-chaussée des bâtiments et dans les couloirs des bâtiments. Pour le champ sonore à Bordeaux, la répartition sonore est homogène dans la rue en "U" (champs diffus et réfléchis) et elle est hétérogène dans l'espace ouvert (champ distinct). De plus, le champ acoustique est souvent stable à Hanoï mais à Bordeaux, il change souvent à cause de la transition continue de l'espace fermé à l'espace ouvert.

Enfin, l'analyse de l'ambiance sonore sur chaque site (Hanoï et Bordeaux) permet une caractérisation des particularités dominantes de la morphologie urbaine. Elle nous aide à avoir un regard précis sur la morphologie urbaine particulière à travers l'ambiance sonore. Les caractéristiques physiques sonores caractérisent le champ acoustique dans chaque lieu. En même temps, il traduit la relation étroite entre la forme urbaine et l'environnement sonore. A partir de ces analyses, nous constatons que la valeur de l'espace urbain est toujours reliée de manière étroite à l'ambiance sonore du lieu.

Conclusions générales et perspectives

Depuis plusieurs années, la prise en compte des problèmes liés à la maîtrise de l'énergie et à la qualité environnementale a fait émerger des recherches sur les thèmes qui touchent à l'espace urbain et aux ambiances en milieu urbain. En particulier, après les aspects microclimatiques, des réflexions mettant en relation le paysage sonore et la conception architecturale et urbaine se sont développées. Ces recherches se sont attachées à une appréhension la plus globale possible suivant plusieurs points de vue : physique, architectural, urbain, sociologique, psychologique,...

Le travail de thèse que nous avons effectué au laboratoire de recherche GRECAU est orienté vers une approche à la fois quantitative et qualitative. Il veut permettre d'obtenir des résultats qui soient utiles et accessibles aux concepteurs d'espace. Dans notre étude, nous avons mis en évidence que d'une part les activités urbaines sont étroitement associées au paysage sonore qu'elles génèrent et d'autre part que ce même paysage sonore dépend des formes urbaines dans lesquelles se déroulent ces activités. Pour recueillir et analyser les données perçues qui permettent d'évaluer quantitativement et qualitativement ces paysages sonores urbains, il nous faut utiliser une méthodologie plus appropriée que les mesures acoustiques normalisées, faisant référence à la norme NF S31-130. De ce fait, notre étude a été l'occasion d'expérimenter une méthode originale basée sur l'enregistrement du paysage sonore suivi par l'analyse des résultats présentés sous une forme compréhensible par des acteurs de l'aménagement urbain.

L'espace urbain et les ambiances sonores sont des domaines vastes et multiformes. La morphologie urbaine est une interprétation possible du paysage urbain par l'analyse de la forme, de la structure ainsi que des valeurs architecturales de chaque ville. Nous nous intéressons ici à la relation physique existant entre espace urbain et ambiances sonores.

Dès le départ, nous avons orienté l'étude urbaine vers une approche physique de la question. Pour être traitée, cette problématique s'est appuyée sur des bases scientifiques ainsi que sur des démarches pratiques. Nous voulons rappeler ici les éléments qui créent les ambiances sonores urbaines : sources sonores – espace urbain – citadin. Cette chaîne explique le rôle du canal acoustique entre sources et vécu sonore dans le processus : émission → propagation sonore → perception.

Dans notre travail, on trouve trois phases d'études et d'analyses correspondant au contenu et à la procédure de recherche : approche de l'environnement sonore urbain, analyse de la

morphologie urbaine et étude de cas dans les secteurs étudiés sur une ville orientale Hanoï et occidentale Bordeaux.

Dans la première phase, nous avons présenté les caractéristiques physiques du son, abordé la particularité de la propagation sonore en plein air et décrit les formes urbaines qui ont des effets sur la perception sonore. Les secteurs d'étude ont été choisis, les ambiances urbaines ont été appréciées à travers les activités urbaines quotidiennes dans ces secteurs. Cette première étape a permis de déterminer les sources sonores existantes dans les secteurs étudiés, afin d'aboutir aux analyses plus détaillées des ambiances sonores exposées dans la phase suivante.

Dans la deuxième phase, nous avons présenté les éléments d'un paysage urbain et mis en évidence leur rôle dans le fonctionnement de la ville. Les éléments urbains de base sont décrits d'une manière détaillée, ainsi que la manière dont ils servent à analyser les secteurs étudiés à Hanoï et à Bordeaux. Sur la base des particularités morphologiques énumérées précédemment, nous avons proposé d'utiliser celles qui sont dominantes afin de caractériser dans la troisième phase les relations qui nous intéressent. Ces particularités sont représentatives des caractéristiques de chaque ville. Chacune donne une image spécifique du paysage urbain.

Dans la troisième phase, nous avons réalisé les enregistrements sonores dans les îlots typiques étudiés. A travers les images acoustiques dépouillées, nous avons caractérisé les particularités morphologiques proposées et les résultats obtenus montrent la pertinence de nos hypothèses de travail.

Nous tirons les résultats fondamentaux listés ci-dessous :

- ❖ Caractérisation des valeurs architecturales à travers les particularités morphologiques spécifiques de chaque secteur étudié à Hanoï et à Bordeaux.
- ❖ Caractérisation des particularités des ambiances urbaines et du paysage sonore urbain dans ces secteurs.
- ❖ Appréciation du niveau de bruit existant dans le vieux quartier de Hanoï et dans le quartier Saint-Michel à Bordeaux.
- ❖ Caractérisation des particularités dominantes de la morphologie urbaine à travers la forme urbaine propre à chaque site.
- ❖ Recherche de l'effet de la forme urbaine sur la propagation et perception sonore dans les sites spéciaux.
- ❖ Caractérisation de la relation entre morphologie urbaine et environnement sonore.

- ❖ Caractérisation du rôle de forme urbaine dans l'établissement d'un champ acoustique.

Les recherches sur l'espace urbain, les ambiances urbaines et plus particulièrement sur les ambiances sonores urbaines touchent de nombreux domaines. L'angle sous lequel nous avons traité le problème nous a permis d'obtenir les résultats escomptés. Cependant, d'autres types de recherches peuvent être envisagés de manière à approfondir ce domaine dans toute sa complexité. L'analyse des ambiances urbaines et des ambiances sonores urbaines peut être abordée sous divers points de vue : sociologique ou sensoriel ou fonctionnel..... L'objectif final vise toujours à une amélioration de l'environnement sonore urbain ainsi qu'à une politique de développement urbain durable. Pour nous le contexte qui semble le plus intéressant et très d'actualité est celui des centres villes anciens. Ainsi deux perspectives peuvent être envisagées dans la continuation de notre étude.

La première perspective est de développer des démarches qui permettent aux aménageurs d'intégrer la dimension sonore pour améliorer la qualité des centres urbains anciens. Dans un univers urbain en pleine mutation, les ambiances sonores ne cessent d'évoluer, entre intérêt et rejet, entre agréable et désagréable ce à quoi le citadin doit s'adapter. Le bruit urbain figure aujourd'hui parmi les nuisances prépondérantes dans les problèmes de pollution environnementale, et en particulier dans un tel contexte urbain.

Cependant, l'isolement vis-à-vis de bruits (extérieur ou intérieur) ou la réduction du niveau sonore n'est pas la garantie du confort acoustique. En effet, les ambiances sonores reflètent les traits des activités urbaines d'une culture. C'est pourquoi, de nombreuses recherches s'intéressent à la notion de confort sonore et au caractère subjectif lié à la perception sonore. Des connaissances restent donc à élaborer. Diverses voies sont toujours à explorer tant dans le domaine des ambiances urbaines que dans celui de l'étude de l'espace urbain.

La deuxième perspective est de continuer à caractériser les particularités urbaines à partir des études morphologiques, de proposer les politiques urbaines afin d'améliorer les conditions environnementales urbaines (en particulier à Hanoï). Nous pouvons renforcer la conservation des valeurs architecturales spécifiques dans chaque ville (Hanoï et Bordeaux) à partir des ambiances urbaines étudiées. Aujourd'hui, la prise en compte des ambiances sonores urbaines dans le processus d'aménagement urbain est une préoccupation majeure pour les urbanistes, les architectes ainsi que pour les acousticiens.

C'est par un projet global de maîtrise des flux sonores provenant du tissu urbain, de l'habitat ou des activités humaines que les bruits apparaîtront aux habitants comme un espace de

reconquête à leur profit, partie intégrante de la culture urbaine. En effet, si les physiciens cherchent à comprendre les phénomènes entrant en jeu dans la propagation acoustique, les architectes doivent pouvoir faire des choix en amont du processus de conception architecturale ou urbaine dans le but d'obtenir un environnement sonore agréable.

Le laboratoire GRECAU, où nous avons été accueillis pour effectuer ce travail de thèse, s'intéresse depuis longtemps et de façon approfondie à cette problématique. Il traite la dimension environnementale de la production architecturale et urbaine. Le caractère pluridisciplinaire de ces approches permet d'envisager de nouvelles méthodes de conception dans le domaine architectural et urbain. Nous espérons que notre travail participe à cette démarche prenant en compte les relations entre espace urbain et ambiances urbaines dans le processus de décision et de conception. A partir de l'étude des particularités de la morphologie urbaine, à l'heure nous nous inquiétons du problème de la pollution sonore en milieu urbain, les résultats obtenus nous laissent à penser que nous avons pu apporter notre contribution pour répondre à l'urgence du contrôle des ambiances sonores urbaines.

Bibliographie

- [ALLA04] ALLAIN. R., (2004), *Morphologie urbaine: géographie, aménagement et architecture de la ville*, Armand Colin, Paris, 254 p.
- [AMEU02] AIT-AMEUR. K., (2002), *Vers une méthode multicritère de caractérisation du microclimat dans les espaces publics urbains: validation d'un système d'indicateurs "morpho-climatiques" et d'un indicateur de confort*, Thèse de Doctorat, Université de Nantes, 288 p.
- [AMPH04] AMPHOUX. P., THIBAUD. J. P., CHELKOFF. G., (2004), *Ambiances en débat, À la croisée*, Bernin, 309 p.
- [AMPH97] AMPHOUX. P., (1997), *Paysage sonore urbain: introduction aux écoutes de la ville*, Institut de recherche sur l'environnement construit, Centre de recherche sur l'espace sonore et l'environnement urbain, Lausanne/ Grenoble, CD audio.
- [AMPH98] AMPHOUX. P., (1998), *La notion d'ambiance: une mutation de la pensée urbaine et de la pratique architecturale*, Plan urbanisme construction architecture, Paris la Défense, 167 p.
- [AUGO95] AUGOYARD. J-F., TORGUE. H., (1995), *A l'écoute de l'environnement: répertoire des effets sonores*, Editions Parenthèses, Marseille, 171p.
- [BAGN97] BAGNASCO. A., LE GALES. P., (1997), *Recherche: Villes en Europe*, La Découverte, Paris.
- [BALA03] BALAY. O., (2003), *L'espace sonore de la ville au XIXe siècle, À la croisée*, Lyon, 291 p.
- [BANZ70] BANZ. G., (1970), *Elements of the urban form*, Mc Graw-Hill, New-York, 198 p.
- [BAR81] BAR. P et al., (1981), *Bruit et Formes Urbaines : propagation du bruit routier dans les tissus urbains*, Centre d'Etude des Transports Urbains, 143 p.
- [BARR80] BARRIER. P., BORDE. J., CASSOU-MOUNAT. M., *Les villes françaises*, Masson, Paris, 255 p.
- [BEAU00] BEAUMONT. J., FLAHAUT. S., LOUWERE. C., SEMIDOR. C., (2000), *Qualification de l'identité sonore de tissus urbains*, le 4^{ème} Congrès Français d'Acoustique - CFA2000.
- [BENE83] BENEVOLO. L., (1983), *Histoire de la ville*, Parenthèses, Paris, 509 p.
- [BERE97] BERENGER. M., (1997), *Les revêtements routiers*, ECHO BRUIT, avril - mai 1997, N° 80-81, pp 34-35.
- [BERT84] BERTRAND. M-J., LITOWSKI .H., (1984), *Les places dans la ville : lecture d'un espace public*, Dunod, Paris, 93 p.
- [BICH06-a] BICHINDARITZ. F., (2006), *Enseigner le paysage: les enseignements du paysage dans les écoles d'architecture et les écoles de paysage, leurs débouchés actuels et futurs*, Direction de l'architecture et du patrimoine, Paris, Vol 1, 221 p.
- [BICH06-b] BICHINDARITZ. F., (2006), *Enseigner le paysage: les enseignements du paysage dans les écoles d'architecture et les écoles de paysage, leurs débouchés actuels et futurs*, Direction de l'architecture et du patrimoine, Paris, Vol 2, 339 p.

- [BOHI85] BOHINEUST. X., (1985), *Traitement des bruits d'impact: principes et solutions pratiques*, CATED, Paris, 92 p.
- [BORI77] BORIE. A., MICHELONI. P., PINON. P., (1977), *Formes urbaines et sites de méandres*, Comité de la recherche et du développement en architecture, Paris, 450 p.
- [BROC96] BROCARD. J, CHARLEMAGNE. F., COSCULLUELA. G., (1996-1997), *Analyse des places et programme d'aménagement: Espace Saint-Michel*, C.A.2205, Projet urbain: Ville et Architecture, Ecole d'Architecture et de Paysage de Bordeaux, 27 p.
- [BRUN95] BRUNEAU. M., (1995), *Asie du Sud-Est, Océanie*, Belin, Reclus, Paris, 479 p.
- [CALL06] CALLAIS. C., JEANMONOD. T., (2006), *Bordeaux*, Cité de l'architecture et du patrimoine, Institut français d'architecture, Paris, 72 p.
- [CAST97] CASTEX. J., DEPAULE. J-C., PANERAI. P., (1997), *Formes urbaines: de l'îlot à la barre*, Parenthèses, Marseille, 231 p.
- [CASTI06] CASTIGLIONI. F., CUSSET. F., GUYBRI. P., (2006), *La ville vietnamienne en transition*, Karthala, Paris, 313 p.
- [CAUL01] CAULE. P., (2001), *Réflexion diffuse en façade*, rapport de DEA, Université de Poitiers, 49 p.
- [CENT00] CENTRE D'ETUDES SUR LES RESEAUX, LES TRANSPORTS, L'URBANISME ET LES CONSTRUCTIONS PUBLIQUES., (2000), *La forme des villes: caractériser l'étalement urbain et réfléchir à de nouvelles modalités d'actions*, Séminaire de prospective urbaine organisé par le Certu, Lyon, 178 p.
- [CENT79] CENTRE D'ETUDES DES TRANSPORTS URBAINS, DIRECTION DE LA CONSTRUCTION, MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT ET DU CADRE DE VIE., (1979), *Moins de bruit dans la ville: prise en compte du bruit des transports terrestres dans l'urbanisme et la construction*, PLAQUETTE, Paris: Ministère de l'Environnement et du Cadre de vie, 36 p.
- [CHAM86] CHAMBON. G., CHOAY. F., (1986), *Reconnaissance esthétique du paysage urbain prémoderne: étude effectuée à partir des représentations urbaines de tradition vécutiste en France aux XVIIIe et XIXe siècle*, Mémoire DEA, Université de Paris VIII, Département d'urbanisme, 173 p.
- [CHOA65] CHOAY. F., (1965), *L'urbanisme, utopies et réalités: une anthologie*, Seuil, Paris, 447 p.
- [CHOA96] CHOAY. F., (1996), *La règle et le modèle: sur la théorie de l'architecture et de l'urbanisme*, Nouvelle édition revue et corrigée, Seuil, Paris, 381 p.
- [CLEM01] CLÉMENT. P et al., (2001), *Hanoï, le cycle des métamorphoses: formes architecturales et urbaines*, sous la direction de Pierre Clément et Nathalie Lancret, Editions Recherches/ Ipraus, Paris, 351 p.
- [COLE81] COLET. P., (1981), *Le bruit urbain: calcul des niveaux sonores*, RAPPORT, Institut universitaire technologique, Bordeaux, 51 p.
- [COMM99] COMMUNAUTÉ URBAINE DE BORDEAUX., (1999), *Bordeaux, cours Victor Hugo*, Communauté urbaine de Bordeaux, Bordeaux.
- [CONZ81] CONZEN. M. R. G., WHITEHAND. J. W. R (ed)., (1981), *The Urban Landscape: Historical development and management*, London Academic Press, VII-166 p.

- [DALE94] DALEBACK. B., KLEINER. M., SVENSSON. P., (1994), *A macroscopic view of diffus reflexion*, J.Audio Eng.Soc, vol 42, n° 10.
- [DAND99] DANDREL. L., (1999), *L'architecture sonore: programmer, concevoir : atelier de sociologie*, Plan urbanisme construction architecture, Paris, 109 p.
- [DAUB04] DAUBY. Y., (2004), *Paysages sonores partagés*, Diplôme de DEA, Université de Poitiers/ Ecole Supérieure de l'image, <http://kalerne.net>, 119 p.
- [DEFF73] DEFFONTAINES. J-P., (1973), *Analyse du paysage et étude régionale des systèmes de production*, Revue Économie Rurale, 98 : 3-13.
- [DEGR60] DEGRAVE.L., (1960), *Evaluation du vieux Bordeaux*, Edition de minuit, 6^{ème} édition, Paris.
- [DEVI82] DEVILLERS. C., (1982), *Rues couvertes : recherche sur les propriétés climatiques et thermiques, sociales, architecturales, urbaines et acoustiques des espaces collectifs couverts avec des matériaux à effet de serre*, RAPPORT, Secrétariat de la recherche architecturale, Paris, 401 p.
- [DOMI83] DOMINIQUE. P., (1983), *Le bruit urbain: contrôle des véhicules automobiles*, Travaux d'élèves, Institut universitaire technologique, Bordeaux, non page.
- [DUCL00] DUCLOS. V., (2000), *Quais de Bordeaux: mise au point et proposition de paysage urbain*, TPFÉ, Ecole d'architecture et de paysage de Bordeaux, 68 p.
- [DUMA00] DUMAS. J., (2000), *Bordeaux, ville paradoxale: Temps et espaces dans la construction imaginaire d'une métropole*, Maison des sciences de l'homme d'Aquitaine, 292 p.
- [DUMA98] DUMARÇAY. J., (1998), *L'architecture et ses modèles en Asie du Sud-Est*, Orient, Paris, 135 p.
- [GAUL00] GAULIN. D., (2000), *Caractérisation physique des sources sonores en milieu urbain*, Thèse de doctorat, l'Université du Maine, 203 p.
- [GAUT03] GAUTHIEZ. B., (2003), *Espace urbain: vocabulaire et morphologie*, Monum, Edition du patrimoine, Paris, 493 p.
- [GIRA01] GIRARD. P., CASSAGNES. M., (2001), *Khu Phô Cô*, Hanoï – le cycle des métamorphoses, Edition de Recherches/ Ipraus, Paris, pp 279-284.
- [GODE83] GODEFROID. P., (1983), *Etudes urbaines: une nouvelle sensibilité pour nos villes*, Ministère de l'Urbanisme et du Logement, Paris, 59 p.
- [GOLD85] GOLDBLUM. C., JINTAVOORN. K., CHULASAI. B., (1985), *Eléments de structuration de l'espace urbain en Asie du Sud-Est, architecture urbaine et formations spatiales: Compartiment chinois et chinatowns, maîtrises de la ville "moderne" en Asie du Sud - Est*, Ecole d'architecture Paris – Villemin, 148 p.
- [GUAS03] GUASTAVINO. C., (2003), *Etude sémantique et acoustique de la perception des basses fréquences dans l'environnement sonore urbaine*, Thèse de Doctorat, Université Paris VI, 245 p.
- [GÜLG74] GÜLGÖNEN. A., (1974), *Morphologie et typologie urbaine*, Institut d'études et de recherches architecturales et urbaines, Paris, 291 p.

- [JOLL81] JOLLY. T., GELIS. L., (1981), *Temps et forme urbaine*, Ecole d'architecture de Bordeaux, Travaux des élèves, Talence, 23 f.
- [JOUR01] JOURNÉE SPÉCIALISÉE « ACOUSTIQUE ARCHITECTURAL ET URBAIN », (2001), *La place des ambiances sonores dans l'aménagement urbain et péri-urbain*, G2AU, Ecole d'Architecture et de Paysage de Bordeaux, Bordeaux, 14 p.
- [KHAW01] KHAWATMI. A., (2001), *Le compartiment à Hanoi: structure/ usage/ temporalité*, Hanoi: le cycle des métamorphoses, Edition de Recherches/ Ipraus, Paris, pp 285-296.
- [KUTT73] KUTTRUFF. H., (1973), *Room acoustics*, Applied Sciences publishers, London, 298 p.
- [LABO88] LABORATOIRE DE GEOGRAPHIE URBAINE, UNIVERSITE DE PARIS X-NANTERRE., (1988), *Villes en Parallèle – Formes urbaines*, N° 12-13, novembre, 328 p.
- [LABO94] LABORDE. P., (1994), *Les espaces urbains dans le monde*, Nathan, Paris, 239 p.
- [LABU81] LABURTE. D., (1981), *Les villes pittoresques: étude sur l'architecture et l'urbanisme de la ville allemande de Metz entre 1870 et 1918*, RAPPORT, Centre d'études méthodologiques pour l'aménagement, Villers-lès-Nancy, 291 p.
- [LACA03] LACAN. M., MOUTON-BARRERE. M., PROST. D., (2003), *L'agglomération bordelaise, un espace en mutation*, a'urba, Centre régional de documentation pédagogique d'Aquitaine, 175 p.
- [LECA02] LE CALVE. C., BERNARD. P., MOSER. A., (2002), *Densités et formes urbaines dans l'agglomération bordelaise*, Agence d'urbanisme et de recherche Bordeaux Aquitaine, N°1, 152 p.
- [LEFL90] LE FLEM. P., ZORATTO. M., MARIETAN. P., (1990), *Acoustique et musique urbaine: étude de l'environnement sonore dans son rapport avec l'architecture, l'urbanisme et le paysage*, Ecole d'architecture de Paris-La-Villette, Paris, non page.
- [LEFO04] LEFORT. M., (2004), *Saint-Michel, un autre mode de ville*, TPFÉ, Ecole d'Architecture et de Paysage de Bordeaux, Bordeaux, 110 p.
- [LYNC99] LYNCH. K., (1999), *L'image de la Cité*, Dunod, Paris, 222 p.
- [MAIS73] MAISON DES SCIENCES DE L'HOMME D'AQUITAINE., (1973), *Croissance de l'espace urbain bordelais: actes du séminaire d'étude des espaces urbains bordelais*, Mouton, Paris, 105 p.
- [MANG06] MANGIN. F., (2006), *Le patrimoine indochinois: Hanoi et autres sites*, Editions Recherches/ Ipraus, Paris, 381 p.
- [MARI96] MARIE DE BORDEAUX., (1996), *Projet urbain pour la ville de Bordeaux*, 60 p.
- [MERL00] MERLIN. P., CHOAY. F., (2000), *Dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement*, Presses universitaires de France, Paris, 902 p.
- [MINI84] MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT., (1984), *Acoustique urbaine*, Ministère de l'Environnement, Paris, 48 p.

- [NGQT01] NGUYEN. Q. T., (2001), *Histoire de Hanoi: la ville en ses quartiers*, Hanoi : le cycle des métamorphoses, Edition de Recherches/ Ipraus, Paris, pp 17-27.
- [NGTA05] NGUYEN. T. A., (2005), *Morphologie urbaine traditionnelle et ambiances sonores dans l'ancien quartier de Hanoi*, Symposium BMB, Bordeaux, 5-7 Avril 2005.
- [NGTA06-a] NGUYEN. T. A., C. SEMIDOR., (2006), *Relationship between urban activities and soundscape: commercial areas in Bordeaux and Hanoi*, 23th PLEA, Geneva, Switzerland, 6-8 September 2006.
- [NGTA06-b] NGUYEN. T. A., (2006), *Comparison of soundscape on the ground floor of tube house in Hanoi and open urban space in Bordeaux*, 23th PLEA, Geneva, Switzerland, 6-8 September 2006.
- [NGTA06-c] NGUYEN. T. A., (2006), *Particularité de la propagation sonore en milieu urbain en fonction de la morphologie - Etude dans l'ancien quartier à Hanoi et le quartier Saint-Michel à Bordeaux*, Le 8^{ème} Congrès Français d'Acoustique-CFA2006, Tours, 24-27 Avril 2006.
- [PANE80] PANERAI. P., DEPAULE. J-C., DEMORGON.M., VEYRENCE.M., (1980), *Éléments d'analyse urbaine*, Archives d'architecture moderne, Bruxelles, 194 p.
- [PANE99] PANERAI. P., DEPAULE. J-C., DEMORGON. M., (1999), *Analyse urbaine*, Parenthèses, Marseille, 185 p.
- [PARE97] PARENTEAU.R., CHAMPAGNE.L., (1997), *La conservation des quartiers historiques en Indochine*, CONGRÈS 23-27 mai 1994, Hanoi, Vietnam, Karthala, Paris, 222 p.
- [PAUL05] PAULET. J. P., (2005), *Géographie urbaine*, 2^è édition, Armand Colin, Paris, 342 p.
- [PERR96] PERRAULT. D., (1996), *Bordeaux, un projet urbain global*, Moniteur des travaux publics et du bâtiment, Bordeaux, N° 4848.
- [PETU89] PETUAUD-LETANG. M., (1989), *Bordeaux 2005*, Vivisques, 258 p.
- [PHAM00] PHAM. D. N., (2000), *Acoustique architecturale - Bases théoriques et solutions pratiques*, Edition Scientifique et Technique, Hanoi, 378 p.
- [PICA00] PICAUT. J., (2000), *Contribution à l'étude de la réflexion du son par une façade : partie I, bibliographie et considérations qualitatives*, Rapport interne N°JP-00-03, LCPC de Nantes.
- [PICA04] PICAUT. J et al., (2004), *Effets de la réflexion diffuse des façades sur la propagation acoustique et sur la représentation de l'environnement sonore en milieu urbain*, Acoustique et Techniques, N° 39, pp 17-26.
- [PICA98] PICAUT. J., (1998), *Modélisation des champs diffus par une équation de diffusion: Application à l'acoustique des salles et à l'acoustique urbaine*, Thèse de doctorat de l'Université du Maine, 125 p.
- [PRED00] PREDIT., (2000), *A l'écoute d'une ville: Evaluation quantitative de la qualité du confort urbain vis-à-vis du bruit des transports*, Rapport intermédiaire, GRECO-ERAC.
- [RIMB73] RIMBERT. S., (1973), *Les paysages urbains*, Armand Colin, Paris, 240 p.
- [ROSN75] ROSNAY. J de., (1975), *Le macroscopie: vers une vision globale*, Paris, 346 p.

- [SALL05] SALLENAVE. C., RAGOT. G., GODIER. P., TAPIE. G., (2005), *Urbi & Bordeaux: décisions et représentations urbaines*, Bastingage, Bordeaux, 188 p.
- [SANT71] SANTOS. M., (1971), *Les villes du Tiers monde*, Editions M, Paris, 428 p.
- [SCHA79] SCHAFER. R. M., (1979), *Le paysage sonore*, Ed. J-C.Lattès, Paris, 388 p.
- [SCHO99] SCHOONBAERT. S., COUDROY DE LILLE. L., (1999), *La formation des boulevards bordelais (1782-1902): pistes de recherche sur la mise en place d'une infrastructure eu 19e siècle*, DEA, Institut d'urbanisme de Paris, Paris, 157 f.
- [SEMI04-a] SEMIDOR. C., (2004), *Listening to a town: the urban soundscape as an image of the city*, 147th ASA, NYC, 24-28 May 2004.
- [SEMI04-b] SEMIDOR. C., (2004), *Ambiance et confort des espaces dans la ville: un nouveau regard sur le patrimoine urbain*, 4^{ème} assise du Patrimoine du Grand-Ouest, Edition Confluence, Bordeaux.
- [SEMI05] SEMIDOR. C., (2005), *The soundscape as a component of urban comfort: the case of Place Paul Doumer*, 22nd PLEA, Béirut, Lebanon, 13-16 November 2005.
- [SEMI06] SEMIDOR. C., (2006), *Listening to a City with the Soundwalk Method*, EAA, Journal of European Acoustics Association, International Journal on Acoustics, Vol. 92, pp 959-964.
- [SEMI97] SEMIDOR. C., (1997), *A l'écoute d'une ville : signaux sonores de Bordeaux: aspect du confort urbain*, ERIAC, Ecole d'Architecture et de Paysage de Bordeaux, Bordeaux, 37 p.
- [SEMI99] SEMIDOR. C., (1999), *Relations entre architecture et qualité acoustique : contribution à la caractérisation acoustique d'un lieu d'écoute*, Thèse d'Etat ès Sciences Physiques, Université Paul Sabatier de Toulouse, 230 p.
- [SUZU05] SUZUKI. K., BROCHET. O., (2005), *Pôle multiculturel dans le quartier de la diversité à Saint-Michel*, TPFE, Ecole d'Architecture et de Paysage de Bordeaux, Talence, 64 f.
- [VENO06-a] VENOT. F., SEMIDOR. C., (2006), *In which way can skate-park activity change urban soundscape?*, Euronoise 2006, 30 May-1 June Tampere, Finland.
- [VENO06-b] VENOT. F., SEMIDOR. C., (2006), *The "soundwalk" as an operational component for urban design*, 23th PLEA, Geneva, Switzerland, 6-8 September 2006.
- [VILL06] VILLE DE BORDEAUX., (2006), *La charte des paysages de la ville de Bordeaux: construire le futur paysage bordelais*, 36 p.
- [WIEL02] WIEL. M., (2002), *Ville et automobile*, Descartes & Cie, Paris, 133 p.
- [YIFU06] YI-FU. T, (2006), *Espace et lieu: la perspective de l'expérience*, traduction de l'américaine par Céline Perez, 219 p.
- [ZWIC81] ZWICKER. E., FELDTKELLER. R., (1981), *Psychoacoustique: l'oreille, récepteur d'informatique*, Masson et C.N.E.T.-E.N.S.T, Paris, 234 p.
- [ZWIC99] ZWICKER. E., FASLT. H., (1999), *Psychoacoustics – Facts and Models*, Edison Springer, Berlin, 398 p.

Page Web de référence

<http://www.angelifarina.it/Aurora/mke2002.htm>
<http://cec.concordia.ca/econtact/Ecology/Lopez.html>
<http://fr.wikipedia.org/wiki/bordeaux>
<http://fr.wikipedia.org/wiki/Psychoacoustique#Amplitude>
[http://fr.wikipedia.org/wiki/Son_\(physique\)#Fr.C3.A9quence_et_hauteur](http://fr.wikipedia.org/wiki/Son_(physique)#Fr.C3.A9quence_et_hauteur)
<http://kalerne.free.fr/textes/yannick/pspartages/3contexte/31paysagesonore.html>
<http://www.bordeaux.fr/ebx/portals/ebx.portal>
http://www.bordeaux-tourisme.com/fr/decouvrir/saint_michel.html
http://www.diplomatie.gouv.fr/fr/pays-zones-geo_833/vietnam_555/presentation-du-v
<http://www.hanoi.gov.vn>
<http://www.ospot.fr>
http://www.provincia.fi.it/cedip/Seminari/Amphoux_fr.htm
<http://www.qhkt.hanoi.gov.vn>
<http://www.tourismhanoi.org.vn>
<http://www3.thanhvien.com.vn/xahoi/2005/11/3>
http://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9flexion_optique#Articles_connexes
http://fr.wikipedia.org/wiki/Vitesse_du_son
<http://www.urbanisme.equipement.gouv.fr/cdu/accueil/bibliographies/compourb/compourb.htm>

Annexes

Annexe 1 : La « roue » de l'acoustique d'après R.B.Lindsay

**Annexe 2 : Le Système d'Enregistrement Binaural SEB
(Binaural Microphone Sennheiser MKE 2002)**

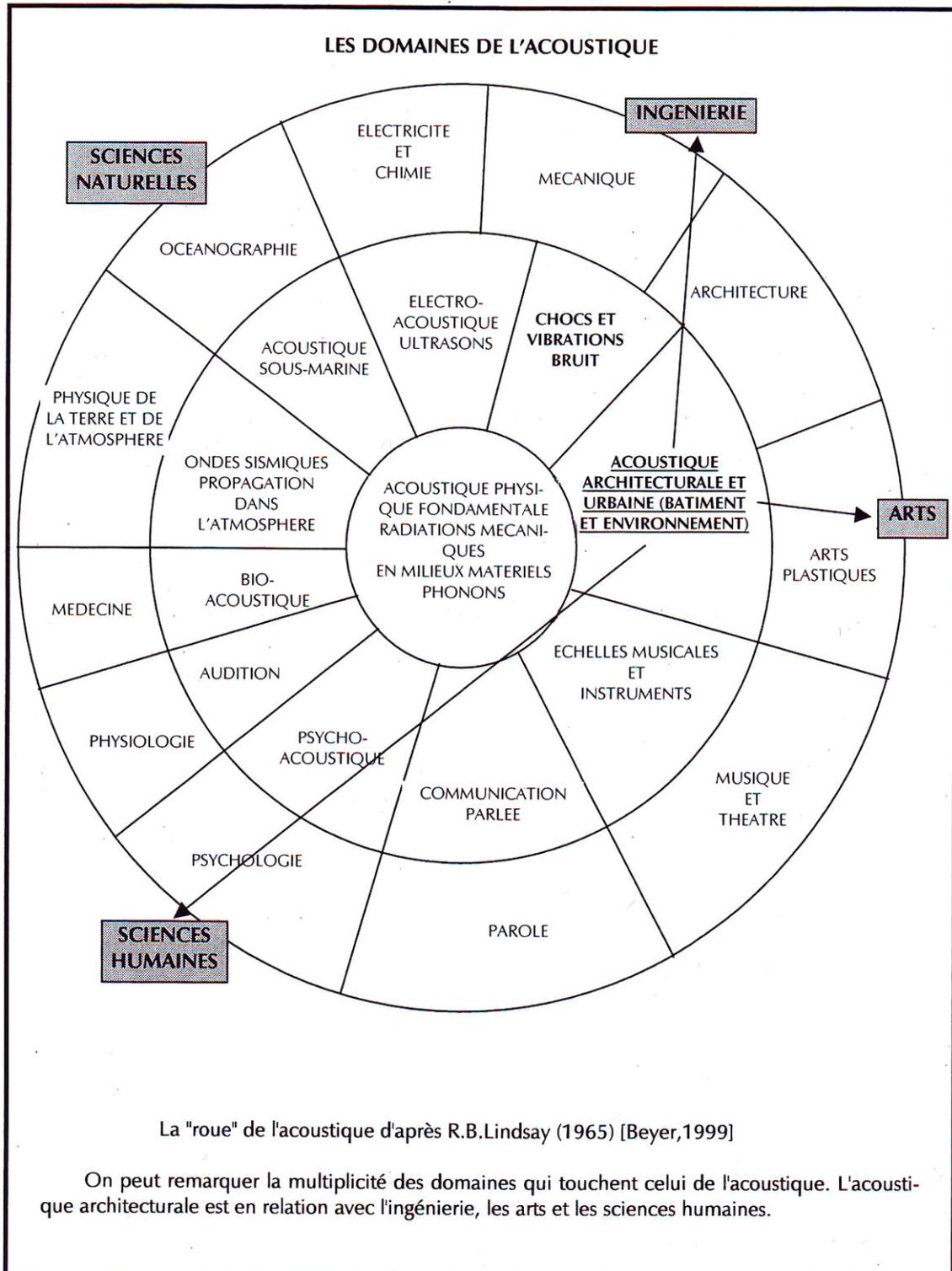
Annexe 3 : Le logiciel dBenv32 (01dB – Metravib)

Annexe 4 : Les rues dans le vieux quartier de Hanoi

Annexe 5 : Les rues dans le quartier Saint-Michel à Bordeaux

Annexe 1

LA « ROUE » DE L'ACOUSTIQUE D'APRES R.B.LYNDSSAY



Annexe 2

LE SYSTEME D'ENREGISTREMENT BINAURAL SEB (BINAURAL MICROPHONE SENNHEISER MKE 2002)



Binaural Microphone Sennheiser MKE 2002 set



This beautiful, inexpensive binaural dummy head is now out-of-production !

Comply with [Sennheiser](#) for this! Perhaps, if a lot of complains arrive, they shall put it in production again...

[Aurora Home Page](#)

LE LOGICIEL dBenv32



dBenv32

Logiciel de mesures
acoustiques et vibratoires



dBENV32 est un ensemble logiciel pour la mesure acoustique et vibratoire (logiciel **dBTRIG32**) ainsi que l'analyse d'un environnement (logiciel **dBTRAIT32**), quel que soit le domaine d'application.

Associé aux systèmes de mesure (**Jazz** ou **Symphonie**) **dBTRIG32** transforme votre ordinateur en centrale intelligente de surveillance acoustique et vibratoire.

Bien plus qu'un sonomètre intégrateur à mémoire Classe I, **dBTRIG32** permet de mémoriser le signal audio (magnétophone numérique) et d'analyser en temps réel le signal par filtrage numérique (1/1 ou 1/3 octaves) simultanément.

Cette possibilité permet de répondre aux nouvelles exigences de la norme NF S31-010 (intégration de l'analyse fréquentielle et du L90 comme descripteurs pertinents d'une nuisance).

L'option bi-voie offre à l'utilisateur n'importe quelle combinaison de microphones et d'accéléromètres avec les mêmes capacités de stockage pour des analyses fines.

Des fonctions avancées de déclenchement autorisent l'enregistrement d'un événement (signal audio, spectres, alarmes) selon une ou plusieurs conditions et pour des périodes de temps différentes.

Le logiciel de dépouillement **dBTRAIT32** contient la totalité des fonctionnalités habituelles tel que le tracé des évolutions temporelles, ou les calculs des niveaux globaux et des indices statistiques. Mais ses avantages commencent là où la sonométrie dédiée s'arrête : évolution temporelle des spectres et traitements statistiques, écoute d'enregistrements sonores et filtrages, identification et quantification des sources de bruits, comparaison avec la réglementation, etc.

Sans équivalent sur le marché, **dBENV32** est un outil de surveillance qui réagit aux perturbations de n'importe quel environnement sonore, aussi bien dans le domaine temporel que fréquentiel.



dBENV32 fonctions principales

A l'aide du logiciel dBENV32, un système de mesure 01dB conjugue les fonctions d'un sonomètre intégrateur à mémoire, d'un magnétophone numérique et d'un analyseur fréquentiel temps réel.

Les performances en font un outil parfaitement adapté aux besoins de la mesure dans l'environnement comme, par exemple, le traitement d'une plainte ou encore une étude d'impact.

- Surveillance acoustique et/ou vibratoire
- Dynamique maximum de 115 dB (option) pour des mesures de 20 dB à 135 dB sans changement de gamme (utilisation monovoie)
- Pondérations A,B,C,G, Lin
Pondérations vibratoires (ISO2631)
- Magnétophone numérique programmable
- Spectres temps réel en octaves et tiers d'octaves de 20 Hz (option 1Hz) à 20 kHz
- Codage des sources de bruit
- Calibrage manuel ou automatique à distance
- Multi-tâche avec applications externes (données météorologiques, accès et contrôle à distance par modem, etc...)
- Relance automatique du système en cas de coupure de courant
- Analyse jusqu'au 1/48ème d'octave
- Loudness et PNL en temps réel, EPNL
- Fonctions de déclenchement évoluées (audio, spectre, multispectre, sources sonores et alarmes) suivant de nombreuses conditions de seuil
- Analyses fréquentielles et temporelles

ÉLÉMENTS DU LOGICIEL

dBENV32 modules

dBENV32

Spectre 1/N d'octave :

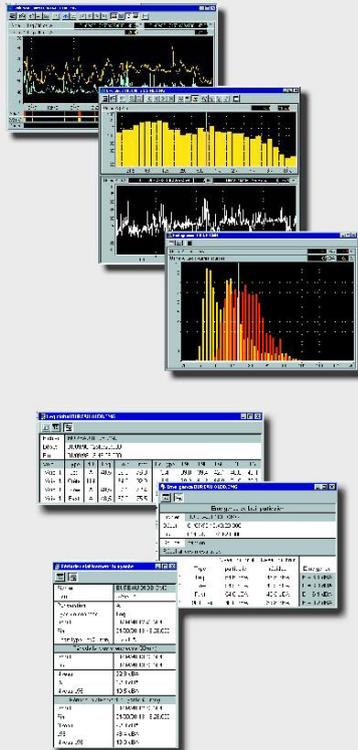
En plus de l'analyse fréquentielle 'traditionnelle' en bandes d'octaves et de tiers d'octaves, dBENV32 peut calculer en temps réel et par filtrage numérique le spectre ou le multispectre en bandes de 1/6, 1/8, 1/12, 1/16, 1/24 et 1/48ème d'octaves.

dBTRAIT32

Module de dépouillement automatique :

Lors des opérations de dépouillement, dBTRAIT32 permet à l'utilisateur de définir une liste de fonctions de traitement des données. Ces analyses, contenues dans un script, peuvent être appliquées de manière automatique à plusieurs campagnes de mesures.

Les résultats, tableaux et graphiques, sont imprimés directement ou exportés vers des logiciels de bureautique pour l'édition d'un rapport de mesure.



dBTRIG32

Module vibratoire :

Ce module optionnel de dBTRIG32 permet de calculer des niveaux globaux selon la norme ISO 2631 pour évaluer les vibrations du corps humain. L'analyse des signaux vibratoires de longue durée est ainsi possible grâce à une limite basse fréquence de l'analyse tiers d'octaves étendue à 1Hz et une fréquence d'échantillonnage pouvant être réglée en-deçà de 40 Hz, en fonction de la plateforme d'acquisition.

dBTRIG32

Module expert :

Le module expert de dBTRIG32 permet de définir n'importe quelle condition de déclenchement (en dB(A) ou par bande de fréquence) sur seuil (relatif ou absolu) pour enregistrer un signal audio, des événements spectraux ou bien encore générer des signaux d'alarmes.

dBTRIG32

Module psychoacoustique :

Ce module permet d'accéder à différents critères. Par exemple, les niveaux globaux utilisés sur le terrain par l'aéronautique pour évaluer la gêne occasionnée par les bruits d'avions (PNL, EPNL) sont calculés et affichés en temps réel par dBTRIG32 et stockés simultanément avec d'autres niveaux globaux.

Le critère Loudness selon la norme ISO 532B (Zwicker) est aussi calculé en temps réel.

dBENV32 matériel

dBENV32 est compatible avec les unités d'acquisition Symphonie et Jazz avec des spécifications similaires. Symphonie est approuvé comme sonomètre classe 1 selon les normes NFEN 60651 et NFEN 60804 par le LNE et le PTB. Le filtrage numérique est conforme aux spécifications de la classe 0 selon la norme NFEN 61260 pour les deux systèmes.



Spécifications techniques

dBTRIG32

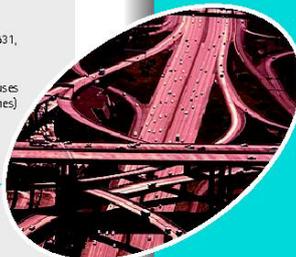
Systèmes de Mesure	
Plateforme	Symphonie, Jazz
Précision	Classe 1 selon NFEN60651 et NFEN60804 Approuvé au PTB et au LNE (Symphonie et dBTRIG)
Dynamique	Typiquement 20-140 dB sur 6 gammes de 70 dB
Protection	Réaction automatique de la mesure en cas de coupure secteur
Fonction Sonomètre	
Grandeurs	Leq court, Lp, Crête, Slow, Fast, Impulse
Base de temps	De 20 ms à 1s
Pondérations	A, B, C, G, Lin, Crête indépendante
Déclenchement	Manuel, horaire, périodes utilisateurs
Enregistrement du Signal	
Bande passante	Jusqu'à 20 kHz
Durée	De 1s à 80 min (20kHz) ou 60 jours (40Hz)
Nombre	Limité par la taille du disque dur
Déclenchement	Manuel, horaire, sur seuil avec délai négatif (pré-trigger)
Sur seuil	Par rapport à une grandeur acquise (global ou bande de fréquence) pour de nombreuses conditions
Analyse Fréquentielle	
Spectres	1/1 ou 1/3 octave de 20 Hz à 20 kHz par filtrage numérique (Classe Osdon NFEN61260)
Base de temps	Identique à la mesure des valeurs globales (20 ms à 1s)
Stockage	Continu ou sur seuil, spectres moyens sur événement
Stockage des Données	
Périodes	24 heures, une semaine ou périodes choisies
Mémorisation	Limitée par la taille du disque dur
exemple	120 Mo libre permettant de stocker 3 mois de Leq (125ms)
Calibrage	
Type	Manuel ou automatique
Automatique	En début ou fin de chaque mesure pour les capteurs à actuateur incorporé, vérification d'étalonnage
Options	
Bi-voie	Spécifications identiques pour chaque voie, avec réglages indépendants (sauf bande passante et base de temps), (2 voies -> 1 voie) de 115dB (20dB - 135dB)
Dynamique maxi	
Vibrations	Spectres 1/3 octave à partir de 1Hz, Pondérations ISO2631, bande passante audio de 40Hz (limite supérieure)
Psychoacoustique	Loudness (Zwicker ISO 532B), PNL, PNLT
Mode expert	Fonctions de déclenchement avancées pour de nombreuses conditions (signal audio, source de bruit, spectres, alarmes)
Autre	Interface DDE pour des applications externes

dBTRAIT32

Affichage	
Type	Evolution temporelle, spectres, multispectre d'une grandeur acquise sur des périodes utilisateurs
Base de temps	Paramétrable (recomposition de Leq courts)
Curseurs	2 curseurs avec zoom, Leq entre curseurs, etc
Graphiques	Jusqu'à 6 grandeurs, ajustement automatique de l'échelle Y
Identification des Sources	
Type	Manuel ou automatique (sur seuil ou temporel)
Codage	Liste d'apparition des sources, élimination de certaines sources
Audio	Codage par écoute du signal acoustique (son numérique)
Analyse Temporelle et Fréquentielle	
Type	Résultats sous forme de tableaux ou de graphes
Résultats	Leq global et indices statistiques par période choisie, pour des sources de bruit identifiées
Sources	Leq par source de bruit et durée d'apparition
Statistique	Histogrammes cumulés et non cumulés
Périodes	Calculs des périodes la plus et la moins bruyante
Règlementations	Emergences, tonalités marquées (NF 531-010), bruits de voisinage, installations classées, poste de travail (NFS31-084)
Spectres	1/1 et 1/3 octave, instantané, min., max., pondéré ou non, etc.
Rapports	Impression, exportation vers les logiciels de bureautique
Fonctions Avancées	
Temporel	Analyse détaillée des signaux sonores (Leq 1 ms minimum)
Décimation	Sous-échantillonnage des enregistrements audio
Options	
Script	Dépouillement automatique de fichiers de mesure
1/N octave	Analyse multispectre (N de 6 à 48) d'enregistrements audios (base de temps minimum 1 ms)
Réécoute du Signal Acoustique	
Type	Son numérique depuis le tracé de l'évolution temporelle
Plateforme	Symphonie, Jazz ou carte son du PC

Configuration PC

Configuration Minimale	
Pentium 75 et RAM de 16 Mo avec Windows 95/98	
(Windows NT4 + Service Pack 3 pour dBTRAIT32)	



dBenv32

les Plus

- Deux voies de mesure
- Approuvé classe 1 avec Symphonie
- Enregistrement audio
- Temps réel
- Multi-tâches
- Psycho-acoustique
- Système expert

Siège social Lyon
"Le Grandclément"
 111 rue du 1er mars - BP 1126
 F - 69613 Villeurbanne cedex
 Tél. 04 78 53 96 96
 Fax. 04 72 33 02 12

Agence Paris
 Tél. 01 56 56 83 01
 Fax. 01 48 28 51 14

Agence Toulouse
 Tél. 05 62 18 95 95
 Fax. 05 61 83 98 31

Web : <http://www.01db.com>
Mail : info@01db.com



Les caractéristiques présentées ne sont pas contractuelles et peuvent être modifiées sans préavis.

Rev : 17.09.99

Annexe 4

RUES DANS LE VIEUX QUARTIER DE HANOI

Ordre	Nom de rue	Ordre	Nom de rue
1	Rue Bat Dan	39	Rue Hang Hom
2	Rue Bat Su	40	Rue Hang Khoai
3	Rue Cha Ca	41	Rue Hang Luoc
4	Rue Cao Thang	42	Rue Hang Manh
5	Rue Cau Dong	43	Rue Hang Ma
6	Rue Cau Go	44	Rue Hang Mam
7	Rue Cua Dong	45	Rue Hang Muoi
8	Rue Cho Gao	46	Rue Hang Ngang
9	Rue Dao Duy Tu	47	Rue Hang Non
10	Rue Duong Thanh	48	Rue Hang Phen
11	Rue Dinh Liet	49	Rue Hang Quat
12	Rue Dong Xuan	50	Rue Hang Ruoi
13	Rue Dong Thai	51	Rue Hang Thiec
14	Rue Gam Cau	52	Rue Hang Thung
15	Rue Gia Ngu	53	Rue Hang Tre
16	Rue Ha Trung	54	Rue Hang Vai
17	Rue Hang Bac	55	Rue Lan Ong
18	Rue Hang Bo	56	Rue Lo Ren
19	Rue Hang Buom	57	Rue Luong Van Can
20	Rue Hang But	58	Rue Luong Ngoc Quyen
21	Rue Hang Bong	59	Rue Ma May
22	Rue Hang Be	60	Rue Ngo Gach
23	Rue Hang Ca	61	Rue Ngo Tram
24	Rue Hang Can	62	Rue Nha Hoa
25	Rue Hang Chai	63	Rue Nguyen Huu Huan
26	Rue Hang Chinh	64	Rue Nguyen Quang Bich
27	Rue Hang Chieu	65	Rue Nguyen Sieu
28	Rue Hang Cot	66	Rue Nguyen Thiep
29	Rue Hang Dao	67	Rue Nguyen Van To
30	Rue Hang Dau	68	Rue Nguyen Thien Thuat
31	Rue Hang Dieu	69	Rue O Quan Truong
32	Rue Hang Dong	70	Rue Phung Hung
33	Rue Hang Duong	71	Rue Tran Nhat Duat
34	Rue Hang Da	72	Rue Thanh Ha
35	Rue Hang Ga	73	Rue Ta Hien
36	Rue Hang Gai	74	Rue Thuoc Bac
37	Rue Hang Giấy	75	Rue To Tich
38	Rue Hang Giấy	76	Rue Yen Thai

Annexe 5

RUES DANS LE QUARTIER SAINT-MICHEL A BORDEAUX

Ordre	Nom	Ordre	Nom
1	Rue Causserouge	27	Rue des Pontets
2	Rue du Mirail	28	Rue de Fusterie
3	Rue Gratiolet	29	Rue de la Tour du Pin
4	Rue Bigot	30	Rue Capenteyre
5	Rue Sanche de Pomiers	31	Rue Saumenude
6	Rue Leyteire	32	Rue Traversanne
7	Rue St.François	33	Rue du Hamel
8	Rue Permentage	34	Rue de la Porte de la Monnaie
9	Rue Bragard	35	Rue Planterose
10	Rue Bergeret	36	Rue des Bouviers
11	Rue de Marengo	37	Rue des Fours
12	Rue Hugla	38	Rue des Vignes
13	Rue Dabadie	39	Rue Le Reynard
14	Rue Pilet	40	Rue Andronne
15	Rue Gabillon	41	Rue Narigean
16	Rue des Cordeliers	42	Rue Bayssac
17	Rue Ulysse Despaux	43	Rue Carbonneau
18	Rue des Menuts	44	Rue Camille Sauvageau
19	Rue Clare	45	Rue St.Benoit
20	Rue du Cloitre	46	Rue du Port
21	Rue Garpard Philippe	47	Rue du Portail
22	Rue des Faures	48	Impasse Mauriac
23	Rue Mauriac	49	Impasse Maubec
24	Rue Gensan	50	Quai de la Monnaie
25	Rue Maubec	51	Quai des Salinières
26	Rue du Moulin	52	Cours Victor Hugo