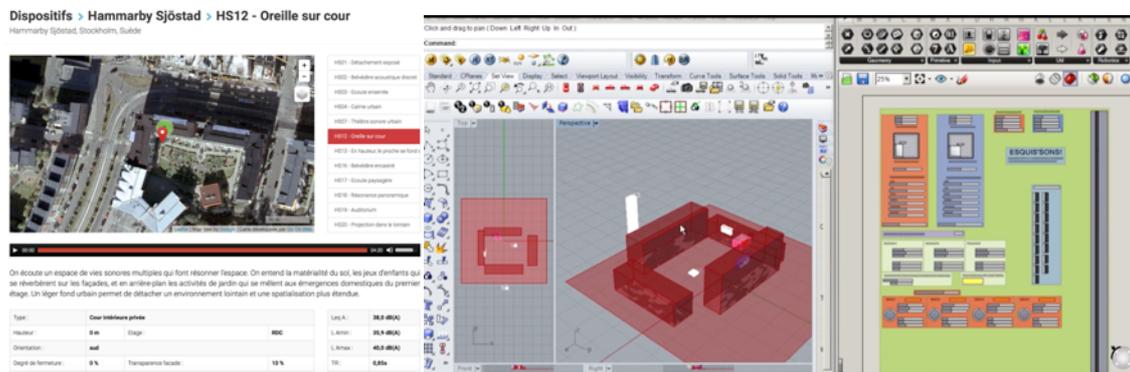




# Esquis'sons !

Outils d'aide à la conception d'environnements sonores durables



Rapport final

Convention n°1317C0002



Date : **20 Novembre 2015**

Recherche réalisée pour le compte de l'ADEME par le laboratoire CRESSON de l'École Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble (UMR 1563 CNRS et MCC et ECN)



Coordination Technique : Mme. Solène Marry et Mme Sophie Hoornaert, Ingénieurs coordination recherche - Service Organisations Urbaines – ADEME (Sophia Antipolis)

#### L'ADEME en bref

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) est un établissement public sous la tutelle conjointe du ministère de l'Écologie, du Développement et de l'Aménagement durables, et du ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche. Elle participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable. L'agence met ses capacités d'expertise et de conseil à la disposition des entreprises, des collectivités locales, des pouvoirs publics et du grand public, et les aide à financer des projets dans cinq domaines (la gestion des déchets, la préservation des sols, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, la qualité de l'air et la lutte contre le bruit) et à progresser dans leurs démarches de développement durable.

[www.ademe.fr](http://www.ademe.fr)

#### Copyright

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ces ayants droit ou ayant cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (art. L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (art. 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par le caractère critique, pédagogique ou d'information de l'œuvre à laquelle sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.



### **EQUIPE ESQUIS'SONS**

La recherche a été réalisée par Hengameh Amini, Jean-Luc Bardyn, Grégoire Chelkoff, Noha Gamal, Théo Marchal et Nicolas Rémy, chercheurs permanents, associé(e)s, et doctorants du CRESSON (UMR CNRS – ENSAG).

L'ensemble des membres de l'équipe a participé à toutes les tâches de la recherche. Nous pouvons cependant préciser que

- Hengameh Amini, Noha Gamal, Jean-luc Bardyn et Théo Marchal étaient responsables de un ou plusieurs terrains d'études.
- Théo Marchal a développé l'outil Esquis'sons

Nicolas Rémy et Grégoire Chelkoff ont assuré la coordination scientifique du travail.

### **COLLABORATEURS / REMERCIEMENTS**

Nous remercions particulièrement Françoise Acquier (documentaliste CRESSON) et juL (graphiste, CRESSON) pour leur aide dans la saisie de notre important corpus de terrain dans la base documentaire du laboratoire ainsi que dans le système de cartes sonores développé par le laboratoire, cartophonies.fr

Merci enfin à Jérémie Banchillon, développeur du site [www.esquissons.fr](http://www.esquissons.fr) de la société go-on-web qui a su traduire harmonieusement et efficacement nos intentions en langage html.

Merci à tous les personnes qui ont bien voulu nous laisser accéder à leurs balcons, terrasses, loggias ou coursives qu'il se trouvent à Grenoble, Boulogne-Billancourt, Stockholm, Tübingen ou Sarriguren.

Merci à nos personnes relais sur les terrains d'études qui nous ont permis d'accéder aux informations du quartier et surtout de lier un premier contact avec des riverains.

## SOMMAIRE

Résumé .....	7
Abstract .....	7
<b>1. Rappel de la proposition .....</b>	<b>8</b>
1.1. Environnements sonores durables.....	8
1.2 Vers une ville dense.....	9
1.3. Proposition de recherche.....	10
<b>2. Le catalogue multimédia raisonné .....</b>	<b>12</b>
2.1 Les espaces intermédiaires comme objet d'étude .....	12
2.2. L'hypothèse de la coupe urbaine.....	12
2.3 Choix de terrains d'études.....	14
2.3.1 Caserne de Bonne, Grenoble, France (CB).....	15
2.3.2 L'EcoCiudad de Sarriguren, Aire métropolitaine de Pamplona, Espagne (EC).....	19
2.3.3 Französisch Viertel, Tübingen, Allemagne (FV).....	26
2.3.4 Hammarby Sjöstad, Stockholm, Suède (HS).....	36
2.3.5 Trapèze de l'Île-Seguin, Boulogne-Billancourt, Hauts-de-Seine, France (TIS).....	43
2.3.6 Vigny-Musset, Grenoble, France (VM).....	50
2.3.7 Remarques générales sur les terrains sélectionnés.....	64
2.4 Méthodologie in situ .....	65
2.4.1 Temporalités et spécificités des terrains d'étude.....	65
2.4.2 Relevés in situ.....	65
2.5. Analyse du corpus de terrain .....	67
2.5.1 Méthode des Ecoutes Collectives Partagées.....	68
2.5.2 Analyse des réponses impulsionnelles .....	69
2.6. Synthèse des résultats : .....	70
2.6. Diffusion des résultats.....	73
2.6.1 le catalogue raisonné de situations remarquables.....	74
2.6.2. Site internet Esquis'Sons !.....	74
a- Catalogues multimédia en ligne .....	75
b- Formulaire de versement dans la base .....	79
c- Interface de tri et de recherche.....	81
d- remarques générales sur les catalogues .....	85
<b>3. Outils d'esquisse sonore .....</b>	<b>86</b>
3.1. Rappel de la proposition .....	86
3.2 Réflexions et positionnement théorique.....	87
3.2.1 Définitions.....	87
3.2.2 De l'esquisse d'architecture au modèle numérique.....	88
3.3. Esquis'Sons ! nouveau cahier des charges.....	89
3.3.1 Esquis'Sons ! : l'outil - description .....	90

<i>a. Contexte spatial</i> .....	91
<i>b. Construction de la scène sonore</i> .....	93
<i>3.3.2 Principes d'écriture des scripts Esquis'Sons !</i> .....	95
<i>a- Logique et Calculs</i> .....	95
3.4 Processus de validation de l'outil.....	99
3.4.1 <i>historique de la construction et de la validation des étapes</i> .....	100
3.4.2 <i>De la validation à la diffusion et aux retours d'expériences</i> .....	102
3.5 Conclusions sur les outils d'esquisse sonore .....	103
<b>4. Conclusions générales.....</b>	<b>104</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>106</b>

## Résumé

Esquis'sons ! Outils d'aide à la conception d'environnements sonores durables

Ce présent projet étudie dans 6 quartiers durables en Europe (Allemagne, Espagne, France et Suède) les qualités sonores des espaces intermédiaires situés en façade de bâtiments que sont les balcons, les loggias, les terrasses et les circulations. Une analyse croisée de la forme physique, de l'environnement sonore et du ressenti des usagers permet de faire émerger les conditions minimales d'existence de situations sonores remarquables. L'ensemble de ce travail est compilé dans un répertoire qui est le premier outil d'aide à la conception sonore de ce type d'espace pour les architectes. Ce répertoire est consultable en format papier en annexe de ce rapport et en ligne sur le portail Esquis'Sons ([esquissons.fr](http://esquissons.fr)). La recherche articule à cette analyse un outil d'esquisse sonore qui intègre les principaux résultats de la phase de terrain dans une interface paramétrique utilisant les logiciels Rhinoceros, Max MSP et le plug-in Grasshopper. Grâce à cette application (en libre téléchargement sur le site), il est possible de « sonoriser » un environnement virtuel 3D et d'entendre les conséquences de choix architecturaux. Le module d'auralisation est informé par les caractéristiques géométriques du modèle spatial et inversement. Autrement dit, cette application permet d'esquisser un espace en l'écoutant.

## Abstract

Esquis'sons ! Tools to design sustainable sound environments

The present project explores in 6 sustainable neighbourhoods in Europe (Germany, Spain, France and Sweden) the sound qualities of intermediate spaces located on the building facades like balconies, loggias, terraces and circulations. A cross analysis of the physical dimensions of the built space, of the sound environment and of the user's perceptions allows to describe the minimum conditions of existence of these remarkable sound situations. All of this work is compiled in a directory that is the first tool for sound design of such type of spaces. This directory is available in paper format in the Appendix of this report and online on the portal Esquis'Sons ([esquissons.fr](http://esquissons.fr)). Thanks to this application (free download on the website), it is possible to make a 3D virtual environment sounds and to hear the impact of architectural choices made by designers. The auralization module is informed by the geometric characteristics of the spatial pattern and vice versa. In other words, this application lets you sketch a space by listening

# 1. Rappel de la proposition

## 1.1. Environnements sonores durables

Aujourd'hui les seuls outils qui permettent d'aborder les questions d'environnement sonore à l'échelle d'une agglomération sont ceux déployés par les États membres de l'Union européenne lors de la réalisation des cartes stratégiques de bruit et l'écriture des plans d'actions associée (Directive 2002/49/EC).

Ces outils ont l'avantage d'utiliser la cartographie et de représenter sur un territoire les critères quantitatifs (comme le  $L_{den}$  et le  $L_{night}$ ) et d'assurer ainsi une reproductibilité des études et de proposer une base commune européenne sur laquelle il est possible d'effectuer des comparaisons entre différents quartiers, différentes villes dans un même pays ou dans différentes villes dans différents pays.

Il faut préciser que ces cartes tiennent compte de la topographie du site, des formes urbaines en trois dimensions, des revêtements des sols et du trafic routier, ferroviaire et aéroportuaire, ainsi que des bruits industriels. Même si un groupe de travail européen s'attache aujourd'hui à introduire le bruit des deux-roues dans ces cartes, il est important de rappeler qu'elles ne simulent qu'un ensemble de sources limité et que toutes les sources sonores liées aux activités humaines (loisirs, travail, voisinages) comme les sources naturelles ne sont pas prises en compte. C'est une évidence, mais ces cartes ne peuvent pas tenir compte de l'ensemble des sources qui constituent la richesse du monde sonore dans lequel nous évoluons, et notamment celles qui sont liées à la production sonore des usagers.

Il est intéressant de noter qu'en complément de ces cartes, les commanditaires doivent aussi préciser, dans chaque agglomération, les zones de silence et/ou de qualité sonore qu'il faudrait particulièrement protéger vis-à-vis du bruit. Ces cartes stratégiques sont accompagnées de plans d'actions dont l'objectif est de réduire le nombre de riverains exposés à des niveaux sonores trop élevés, mais aussi de protéger ces dites zones calmes. Or cette notion de calme gêne les aménageurs de l'espace, car on se rend compte que sa définition ne peut se réduire au choix d'une valeur limite du  $L_{den}$  ou  $L_{night}$ , et qu'il y a des divergences culturelles très fortes autour de l'acceptation de cette notion entre les pays membres.

On constate alors, malgré l'introduction des cartes de bruit stratégiques et le choix d'un seul indicateur quantifiable, qu'un certain nombre d'équipes de recherches, mais aussi des praticiens (aménageurs de l'espace, acousticiens, architectes) se sont interrogés sur les qualités des environnements sonores qu'ils allaient produire. La grande majorité d'entre elles introduisent des dimensions qualitatives dans leur analyse (en introduisant la notion de soundscape) et tentent de comprendre les raisons pour lesquelles une catégorie de personnes apprécie ou non les qualités sonores de leur environnement. Elles permettent par ailleurs de définir, à l'appui d'enquêtes fouillées, mais aussi d'analyses précises de l'environnement sonore, les horizons d'attentes pour ce type de zones urbaines (résidentielles pour la majorité).

Un rapide regard sur les résultats de ces études réalisées dans différents pays européens montrent que les horizons d'attentes sont finalement très similaires (cf. les publications de Gourlot et Manola pour la Suède, Geisler pour l'Allemagne, Vogiatzis et Remy pour la Grèce). Au risque d'être un peu caricatural, les résidents souhaitent un environnement sonore où les sources liées aux transports, les sons d'origine mécanique, les sons liés aux activités humaines et les sons de la nature s'équilibrent « harmonieusement » et « dynamiquement » au cours de la journée et de l'année. Et il est étonnant de voir que cet avis traverse les territoires et les cultures du Nord au Sud de l'Europe.

Une première explication serait d'imaginer qu'il y a un partage commun des représentations et des attentes dans le logement à un niveau européen. Dans ces études, nous avons eu accès aux attentes et aux envies d'un citoyen européen en 2013. Pourquoi pas ? Une deuxième explication serait dire que les méthodologies employées ne sont pas assez précises et ne permettent pas de mettre à jour les différences culturelles et spatiales de chaque cas d'étude. Or la lecture attentive des recherches que nous avons sélectionnées montrent tout au contraire comment, *in situ*, la perception ordinaire de l'environnement se nourrit des spécificités spatiales, sociales et symboliques des quartiers étudiés.

Il s'agit plutôt pour nous d'une généralisation un peu rapide des résultats dès lors qu'on veut les transmettre sous forme de recommandations et/ou de guide, c'est-à-dire lorsqu'on veut communiquer les résultats pour qu'ils puissent être utilisés dans d'autres contextes et qu'ils sont, par définition, débarrassés des spécificités du terrain d'où ils émergent. En voulant faire profiter les autres futurs terrains d'aménagement de la ville, ces travaux alimentent une boîte à outils générale finalement réduite.

Autrement dit, nous pensons que la présentation de ce type de résultats dans une logique de projet ne favorise pas l'émergence de solutions innovantes en termes d'aménagements. Cela pose des questions,

notamment sur une certaine uniformité des environnements sonores des nouveaux quartiers et le danger que cela représente pour leur durabilité : un quartier neutre, sans émergence, sans événement, bien équilibré, qui ne déplaît à personne mais qui ne plaît à personne. Or comment l'environnement sonore peut-il participer à l'unicité d'un quartier ?

Notre proposition doit tenir compte de ce fait et proposer des outils qui, sur de l'existant ou du neuf, permettent d'orienter les qualités sonores d'un quartier vers une évolution soutenable, car elles participent au confort des usagers. Mais nous devons faire en sorte que ces qualités sonores favorisent aussi l'émergence de situations remarquables, uniques, particulières, pour assurer son attractivité et sa durabilité au cours des années.

## 1.2 Vers une ville dense

Une recherche croisée sur l'aménagement sonore des écoquartiers sur plusieurs pays montre une relative récurrence des démarches mises en œuvre à l'échelle d'un quartier :

- protection du quartier vis-à-vis des grandes infrastructures de transports par plusieurs logiques ;
- mise à distance des infrastructures de transport par rapport aux bâtiments sensibles (même si peu efficace en terme de déperditions des niveaux sonores) ;
- enterrement des voies de circulation et/ou des parkings ;
- protection de bâtiments sensibles par des buttes, des écrans et/ou des bâtiments à usages non sensibles (parking, centre commerciaux, bureaux, etc.) ;
- organisation des bâtiments entre résidences et commerces pour minimiser les déplacements et les éventuels conflits sonores entre activités ;
- introduction à l'intérieur des quartiers de modes de déplacement doux (bus urbains, pistes cyclables, trottoirs larges) ;
- aménagement urbain et mobilier urbain favorisant l'assise, le repos, le jeu : placettes, petits parcs, aires de jeux, etc. ;
- introduction massive d'éléments naturels dans les projets d'aménagement, avec une présence forte du végétal, un traitement plus naturel des sols urbains (sols en bois, en terre battue stabilisée, etc.).

Ce survol rapide des projets d'écoquartier montre que tous ces principes d'aménagements sont connus et maîtrisés, même si souvent ce ne sont pas des éléments affichés en tant que tels. Ils constituent la boîte à outils minimum partagée par une communauté d'acteurs en France et en Europe (architectes, ingénieurs bruit, ingénieurs transports). La stratégie générale est la suivante : on fait baisser le bruit de fond lié, dans la grande majorité des cas, au bruit des infrastructures de transports et/ou industrielles, par la protection en périphérie du quartier ; et plus on entre dans l'épaisseur du quartier, plus on essaie de favoriser l'existence de situations sonores à l'échelle plus humaine (sons liés aux activités humaines, sons des commerces, de voisinage, de la nature).

Par ailleurs on peut constater que l'ensemble des démarches écologiques (Concerto, HQE, écoquartiers) produisent aussi une typologie architecturale particulière qu'il convient d'analyser en tant que telle. En effet les logiques durables qui poussent à réduire l'empreinte écologique de nos activités sur terre favorisent de nouvelles formes de densification urbaine afin de limiter l'étalement urbain :

- élévation plus importante des bâtiments ;
- mise en place de programmes mixtes proposant des bâtiments comprenant habitations, bureaux, commerces, services publics ;
- retour à des morphologies plus « rugueuses » ou continues : « îlots résidentialisés » ou, selon les auteurs, « îlots ouverts » (C. de Portzamparc) ;
- introduction du végétal, y compris en surface verticale ;
- requalification des espaces d'accès ;
- limitation des accès motorisés ;
- création d'espaces de prolongement des habitations (terrasses, patios, etc.).

Face à l'étalement urbain et à l'explosion démographique, la frontière entre ville et campagne disparaît, et nous devons faire face à une « urbanisation du monde » (Véron, 2006). L'habitat dense permet en partie de répondre au problème d'étalement urbain, mais il lance néanmoins quelques défis en posant la question de la qualité de vie qu'il propose à travers le lien social, la notion d'intimité, ou encore son lien avec le contexte environnant. L'habitat dense propose une expérience de perception privilégiée des phénomènes de l'environnement (habitat en hauteur et position en surplomb, programmes mixtes, proximité et collectif). Il propose ainsi un positionnement particulier où le rapport aux événements sensibles se transforme et agit à son tour comme un élément fort et marquant de l'espace territorial, qu'il s'agisse de perception visuelle, météorologique ou sonore. L'habitat culminant par exemple agit le plus souvent sur la morphologie du terrain dans lequel il s'inscrit, que ce soit en tant que masque, protection, ou même repère dans le territoire.

Ce dernier point est important. Les résidents pourraient alors accepter plus facilement la densité, mettant de côté l'idéal de la maison individuelle avec jardin, et accepteraient d'autant plus facilement le collectif si l'habitation proposait des prolongements sur l'extérieur offrant des potentialités d'usages intéressantes : balcons profonds, larges terrasses couvertes, patios, cours intérieures, jardins partagés. Ce sont des espaces privatifs pour recevoir famille et amis, pour profiter de l'extérieur, jardiner, se détendre, fumer, s'amuser, etc. Quel que soit leur usage, ces espaces intermédiaires sont souvent fortement investis comme une pièce du logement, alors qu'ils sont à l'articulation entre l'espace privé et l'espace public. Ce sont des espaces qui négocient leur intimité avec l'espace public dans le temps grâce à la présence de dispositifs architecturaux et les pratiques usagères. On sait par ailleurs que les expositions de voisinage et la nécessité de ne pas être trop exposé en public au niveau sonore (Chelkoff G. *et al.*, 1988, 1985), afin de préserver précisément une certaine « distance » et un anonymat entre les différents usagers, posent une question délicate en matière d'équilibre entre les sources sonores dans les espaces accessibles au public comme dans les accès et prolongements du logement.

On voit donc apparaître un nouveau langage architectural dans ces quartiers qu'il serait intéressant d'étudier, car ils constituent des espaces filtrants situés à l'articulation entre les espaces privés d'un logement ou d'un bureau et les espaces publics, et, que d'un point de vue sonore, ils sont autant configurés par les qualités sonores de la rue qu'eux-mêmes configurent les qualités sonores de cette rue. C'est donc dans cette réciprocity d'échanges qu'on considérera ces espaces d'interface sensible pour l'habitant, sans aucun doute porteurs d'une meilleure acceptabilité de la situation urbaine de la densité. En gros, comment créer des dehors rattachés à l'appartement dotés de qualités à la fois spatiales, climatiques et sonores ? Notons au passage que l'invention des balcons et leur emploi assez systématique dans les immeubles de ville se sont développés à partir du XIX<sup>e</sup> siècle et que, depuis, leur accroissement en surface n'a cessé d'augmenter grâce aux solutions constructives et au regard des attentes habitantes. Ainsi, entre les loggias double hauteur corbusiennes et les profondes terrasses, se présente tout un univers propre à fabriquer des enveloppes plus « épaisses », dotées d'une modénature moins lisse et aptes à recevoir des plantations et végétaux, ainsi que des pratiques festives ou de séjour à caractère plus climatique (ensoleillement, ombrage).

En ce sens cette typologie d'espaces permet de basculer d'une réflexion durable de l'échelle de la morphologie et de l'aménagement d'un quartier, à une échelle architecturale qui est celle du corps humain en mouvement (Chelkoff G. *et al.* 2003), échelle à laquelle les perceptions et les représentations de l'environnement se construisent dans les actes ordinaires de la vie quotidienne (Augoyard J.-F.).

En conclusion de ce bilan rapide, nous faisons le constat que, malgré les réelles avancées en termes de connaissances et d'expériences sur les questions d'environnement sonore, les travaux actuels ont encore du mal à faire des propositions concrètes pour aider les aménageurs à créer des environnements sonores qu'on dirait « à usages variables », c'est-à-dire permettant une certaine labilité d'usage, voire ouvrant des potentialités, des choix ou des « affordances sonores » intéressant différentes catégories d'usages. En ce sens, on définirait ainsi un environnement sonore soutenable : précisément parce qu'il ne se ferme pas à un type unique d'usage et qu'il permet de trouver différentes qualités.

Autrement dit, beaucoup d'outils d'analyses existent, mais peu d'outils de conception existent qui permettent non pas de simuler, mais d'**esquisser** l'environnement sonore possible d'un projet.

### 1.3. Proposition de recherche

Notre proposition vise à combler cette lacune en présentant une série d'outils méthodologiques pour accompagner le concepteur dans son activité de projet : deux types d'outils dont l'objectif n'est pas seulement l'analyse de l'existant, mais bien la production de nouveaux espaces.

Cette proposition de recherche s'articule sur trois des quatre champs de recherche proposés par l'appel à projet, à savoir :

- sur la caractérisation, la quantification et la qualification des ambiances sonores,
- sur les outils de dialogue entre le monde du son et l'aménagement urbain,
- et sur la gestion de la façade d'un bâtiment d'habitation.

Cette proposition est transversale à ces 3 champs, car nous défendons l'idée générale d'une proposition qui, à travers l'étude des dispositifs architecturaux de référence et remarquables, permet de produire deux types d'outils entre le concepteur et son projet :

- premier outil, il s'agirait de constituer et de renforcer une culture sonore des aménageurs par la création d'un **catalogue de situations remarquables** montrant les variables spatiales et sonores qui sont en jeu à l'échelle urbaine et architecturale ;
- proposer un **outil d'esquisse sonore** pour assister et accompagner l'aménageur dans ses différentes hypothèses de travail en termes de compositions urbaines.

Autrement dit, cette recherche fait l'hypothèse des interfaces sonores comme des outils de dialogue entre les différents acteurs d'un projet, et elles seront construites pour s'adapter aux logiques de projet, à savoir :

- accompagner les concepteurs par la présentation de références architecturales à écouter et analysées de façon à ce qu'elles puissent être réinterprétées dans d'autres contextes ; cela consiste à présenter ces références avec des éléments architectoniques, en précisant dans l'analyse les conditions minimales d'existence des phénomènes observés ;
- proposer un outil simple d'usage d'esquisses sonores, ce qui permettrait au concepteur de tester des hypothèses sur son projet ; il s'agirait de proposer des points d'écoute sur un projet en conception et de faire entendre, avec le même niveau de précision que ce que l'esquisse architecturale permet de prévoir, les différents scénarios sonores que le concepteur pourrait vouloir tester. Cette phase inclut aussi tout un travail de formulation des questionnements architecturaux qui, au niveau de l'esquisse, influent sur les qualités sonores : qualités formelles, matérielles et fonctionnelles des vides urbains – qui porteront les effets sur les propagations des sons, sur l'organisation et la répartition des activités, sur les dimensions esthétiques du projet pouvant influencer les qualités d'écoutes par les futurs usagers.

Dans le détail, ces deux outils correspondent aux 2 phases principales de travail.

## 2. Le catalogue multimédia raisonné

Le premier outil est donc un catalogue multimédia de situations remarquables et ré-interprétables dans de nouveaux projets d'aménagement.

Depuis sa fondation, le laboratoire CRESSON a travaillé sur la perception des phénomènes sonores dans l'espace urbain, offrant différents modèles d'intelligibilité du monde sonore à l'échelle de l'habitat, mais aussi à l'échelle d'un quartier ou d'une ville (Augoyard J.-F., 1985 ; Chelkoff G. *et al.*, 1988 ; Amphoux P. *et al.*, 1997). Une caractéristique fondamentale de ces travaux est de ne pas réduire la richesse du monde sonore à la seule problématique du bruit et des nuisances, mais en considérant que les phénomènes sonores prennent forme dans l'espace et dans le rapport à l'autre.

Cette position implique de prendre en compte non seulement les paramètres physiques du signal, mais aussi les aspects physiologiques de la perception et les aspects culturels liés aux interactions sociales. Par exemple l'étude des qualités sonores d'un espace public ne se réfère pas seulement à l'étude des paramètres physiques des phénomènes sonores dans l'espace, mais aussi à l'étude de leurs interactions avec les pratiques et les représentations sociales de l'espace. En d'autres termes, l'étude des qualités sonores d'un espace public engage une analyse transversale des données acoustiques, de l'espace et des pratiques.

Ce type d'approche (pluridisciplinaire) a été testé dans de nombreux contextes de recherches et il a montré sa rigueur et sa capacité à s'adapter à différentes échelles de l'espace construit. Ces approches utilisent par ailleurs des méthodologies spécifiques à l'*in situ* (Thibaud J.-P. et Grosjean M.) et sont très précises pour décrire les interactions que l'on peut observer entre les formes construites, les qualités sonores et les pratiques usagères.

### 2.1 Les espaces intermédiaires comme objet d'étude

Comme nous l'avons évoqué dans la problématique, ce travail fait l'hypothèse de travailler plus précisément sur les dispositifs spatiaux qui sont à l'interface entre l'espace privé d'un logement ou d'une activité privée et l'espace public de la rue : balcons, terrasses, loggias, circulations couvertes, espaces intermédiaires assurant l'articulation entre le privé et le public, etc.

Les raisons pour lesquelles nous nous focalisons sur cette typologie d'espaces sont les suivantes :

- Nous pensons que ce type d'espace constitue un nouveau vocabulaire de l'architecture, notamment telle qu'elle s'est développée dans les écoquartiers. Il serait alors intéressant d'évaluer leurs potentiels d'un point de vue sonore dans différents contextes urbains et climatiques. En effet ce qu'on va vivre sur une terrasse dépend bien sûr des habitants, mais aussi des potentiels de l'espace construit (dimensions, matériaux, intimité, publicité) et des qualités sonores de la rue sur laquelle donne ce balcon. Réciproquement la rue « se charge » aussi des éléments sonores qui sont produits sur les balcons et qu'elle autorise d'une certaine manière.
- D'un point de vue opératoire, ces espaces permettent de changer d'échelle dans le projet et de basculer d'une échelle du quartier ou de l'agglomération à celle de la rue et du bâtiment, donc à une échelle architecturale.
- C'est bien à l'échelle architecturale qu'il faut se poser la question de la qualité de l'environnement sonore, car c'est bien à l'échelle du corps en mouvement qu'il prend sens pour les usagers d'un quartier.
- Cela influe énormément aussi sur les qualités sonores des espaces à l'intérieur du bâtiment (même si cela ne fera pas l'objet la présente recherche).

### 2.2. L'hypothèse de la coupe urbaine.

La Directive européenne sur le bruit de l'environnement (2002/49/EC) est depuis quelques années l'outil d'évaluation des qualités de l'environnement sonore ; et, à l'échelle d'une ville, la représentation des résultats sous forme de cartes est devenue la représentation par défaut de cette problématique. Les systèmes d'informations géographiques se sont démocratisés eux-aussi, et c'est à nouveau la carte (en vue aérienne) qui s'impose dans bon nombre d'études urbaines, quel que soit le sujet.

Par contre, dès lors que l'on travaille à l'échelle architecturale, ce sont des outils incomplets, car ils ne permettent pas de représenter :

- la topographie du lieu,
- la hauteur des bâtiments,
- l'échelle relative des éléments qui composent le paysage.

Dans le cadre de cette recherche, nous faisons l'hypothèse méthodologique de la coupe comme outil d'aide à la conception architecturale et sonore d'un quartier. En effet dans la coupe, les espaces entre les bâtiments prennent alors sens, et bien souvent c'est la coupe qu'il pourrait être intéressant de coupler avec un outil d'esquisse sonore. Dans une coupe on peut montrer de façon plus détaillée :

- les morphologies urbaines et leur comportement vis-à-vis de la propagation des bruits de transports ;
- la répartition des usages dans un bâtiment ;
- les vides urbains, leurs usages, leurs matériaux, et donc évoquer comment ils pourraient sonner et faire sonner la rue ;
- visualiser les interactions sonores entre les espaces publics et les espaces privés ouverts des façades des bâtiments.

À titre d'exemple, voici deux coupes urbaines que nous avons réalisées et étudiées dans un des quartiers de nos terrains d'études, la Caserne de Bonne à Grenoble :

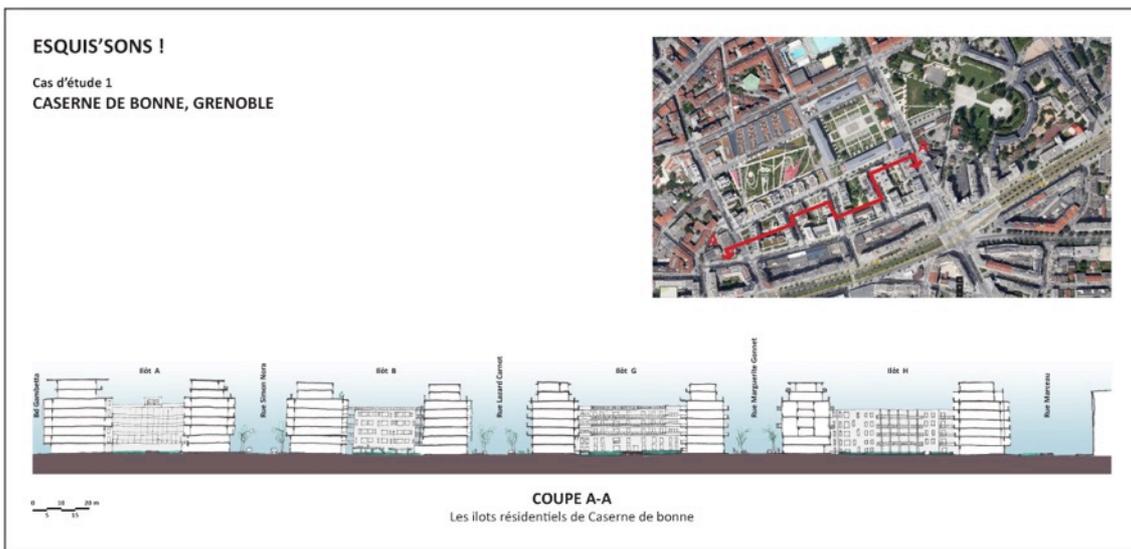
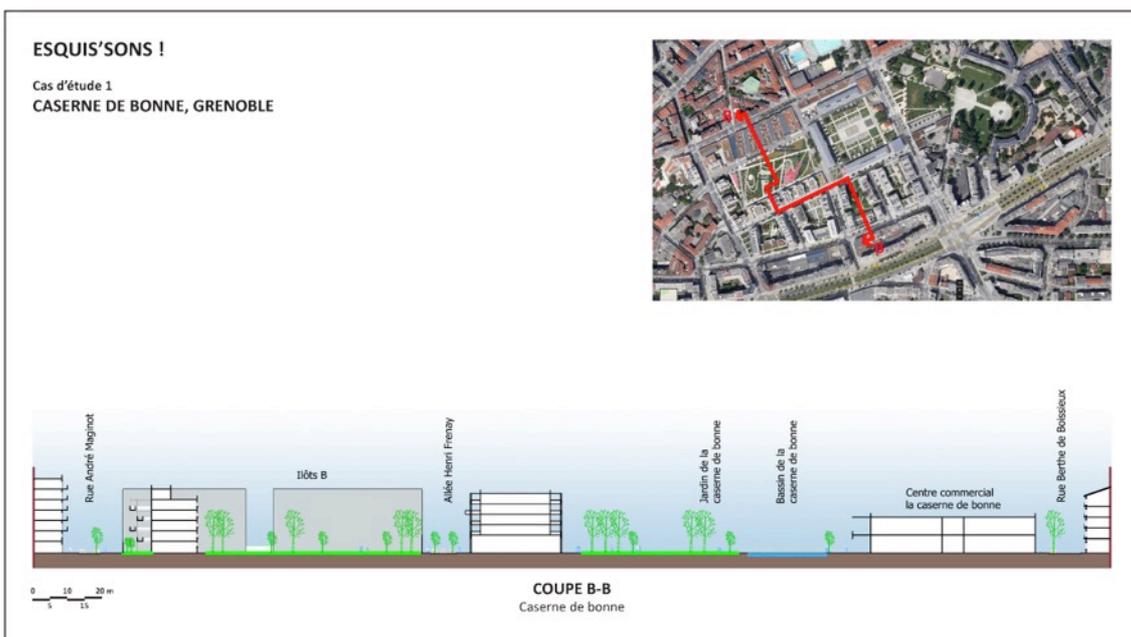


Figure 1: Coupe A-A sur les îlots résidentiels de la Caserne de Bonne, Grenoble, France

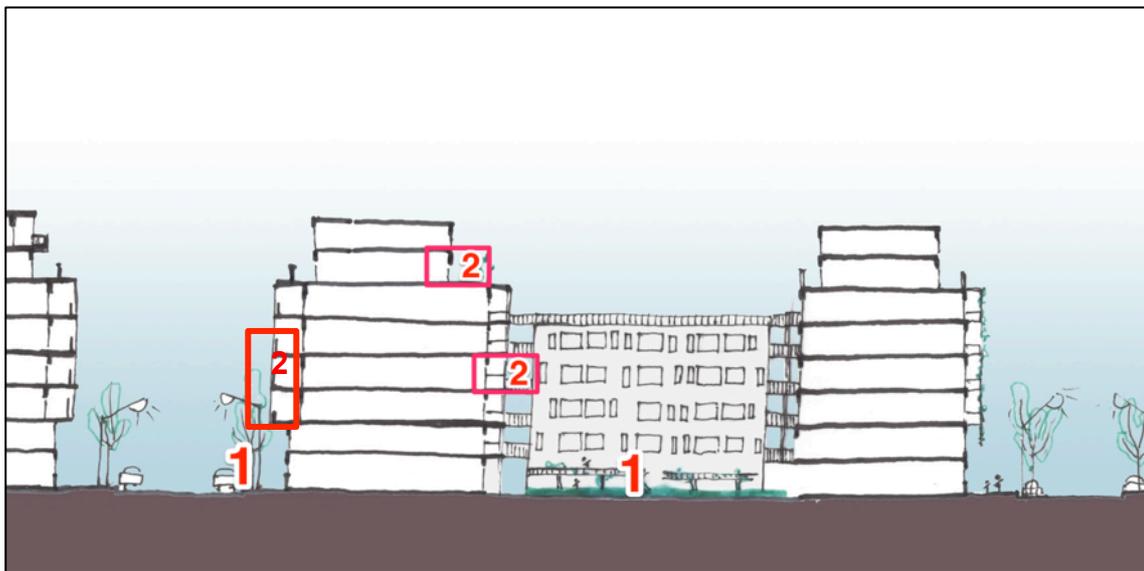


**Figure 2:** Coupe B-B sur le quartier de la caserne de Bonne, Grenoble, France

Ainsi, dans cette logique, nous avons cherché à renseigner ces coupes urbaines en choisissant différents points d'écoute et d'analyse. Ces points d'écoute sont situés sur les façades des bâtiments, sur des **Balcons**, des **Loggias**, des **Terrasses** et des **Circulations**, que nous nommons génériquement **BLTC**. Ils sont à différentes hauteurs (au rez-de-chaussée, en étage et en toiture si elle est praticable). Ces points ont été choisis pour qu'ils puissent exprimer les différentes interactions en jeu *in situ*, à savoir :

- interactions entre la matérialité et la forme des BLTC, les usages présents et ses sonorités ;
- interactions du BLTC dans la composition de la façade (BLTC alignés, recouverts en partie ou en totalité, BLTC aléatoires, en porte-à-faux, encastrés, etc. ;
- interactions du BLTC avec son environnement proche : la rue, le cœur d'îlot et les façades voisines ;
- interaction du BLTC avec son environnement plus éloigné : situation du BLTC dans le quartier (en îlot, dans un immeuble en barre, en L, etc.), dans la ville avec la présence ou non d'activités sonores à proximité (boulevard, rues, activités commerciales, services de transports publics, espaces publics, aires de jeux, écoles, rocade, autoroute, trafic ferroviaire, trafic maritime, etc).

À titre d'illustration, le schéma suivant présente le principe du choix des points d'écoute et d'analyse :

**Figure 3:** Principe du choix des points d'écoute et d'analyse

Nous avons aussi positionné nos points d'écoute et d'analyse dans l'espace public au regard de ses qualités (à proximité et à distance d'une infrastructure routière, proche d'activités ludiques d'un parc ou jardin, à l'entrée d'un îlot, etc.). L'objet est d'analyser, comme les BLTC, les potentiels des formes urbaines à créer des environnements sonores de qualité.

## 2.3 Choix de terrains d'études

Nous souhaitons travailler sur un panel de terrains assez large qui soit capable de faire émerger des formes architecturales remarquables, innovantes, et ainsi de faire valoir aussi une évolution morphologique de cette typologie d'espaces. Par ailleurs, nous souhaitons porter un regard international sur cette typologie, car il est évident qu'un dispositif similaire d'un point de vue formel (balcon large donnant sur un espace vert) ne sera pas investi de la même façon s'il est construit en Suède, en France ou en Espagne. Le même objet architectural sonnera certainement différemment selon le climat et les cultures du pays.

Ainsi nous avons essayé de répartir nos terrains autour d'un axe Nord-Sud en Europe afin de traverser les cultures et les climats. Pour des raisons pratiques, nous avons choisi des terrains proches de la localisation des membres du Réseau Ambiances ([www.ambiances.net](http://www.ambiances.net)) pour pouvoir bénéficier d'une assistance locale lors du travail de terrain (facilitation pour l'obtention de documents d'urbanisme, de plans, et aide à la réalisation des entretiens dans la langue maternelle des habitants).

Nous avons choisi 6 terrains-quartiers dans 4 pays différents au total selon un axe Nord-Sud européen. Les pays sélectionnés sont la **France**, la **Suède**, l'**Allemagne** et l'**Espagne**. Nous avons évalué qu'il était raisonnable de travailler sur 6 quartiers différents. Ils sont présentés en détail dans les pages suivantes.

Finalement ces 6 terrains répondaient tous aux critères suivants qui nous sont apparus comme fondamentaux et permettant une analyse croisée.

- Les terrains devaient être suffisamment récents pour proposer une typologie architecturale de BLTC intéressante en termes de formes, de matérialités, de composition de façades.
- Ces BLTC devaient appartenir à des formes urbaines classiques et novatrices, notamment en termes de gestion de l'environnement, de bruit, de mixité ou de programme.
- Le fait qu'il soit labélisé écoquartier n'était pas un critère rédhibitoire mais il nous a aidé à sélectionner les terrains.
- Il fallait que le terrain ait été livré depuis quelques années déjà pour que les usages puissent avoir eu le temps de s'installer, pour qu'un esprit de quartier puisse exister.
- Nous avons évité par ailleurs d'aller sur des terrains « stars » ou très connus, car les résidents sont souvent fatigués de répondre aux questions des enquêteurs, et cela aurait certainement posé des problèmes pour accéder aux logements.

### 2.3.1 Caserne de Bonne, Grenoble, France (CB)

La ZAC de Bonne est située au centre-ville de Grenoble (département de l'Isère, Région Rhône-Alpes) Sur l'ancienne friche de la caserne militaire de Bonne, est présentée ci-dessous :

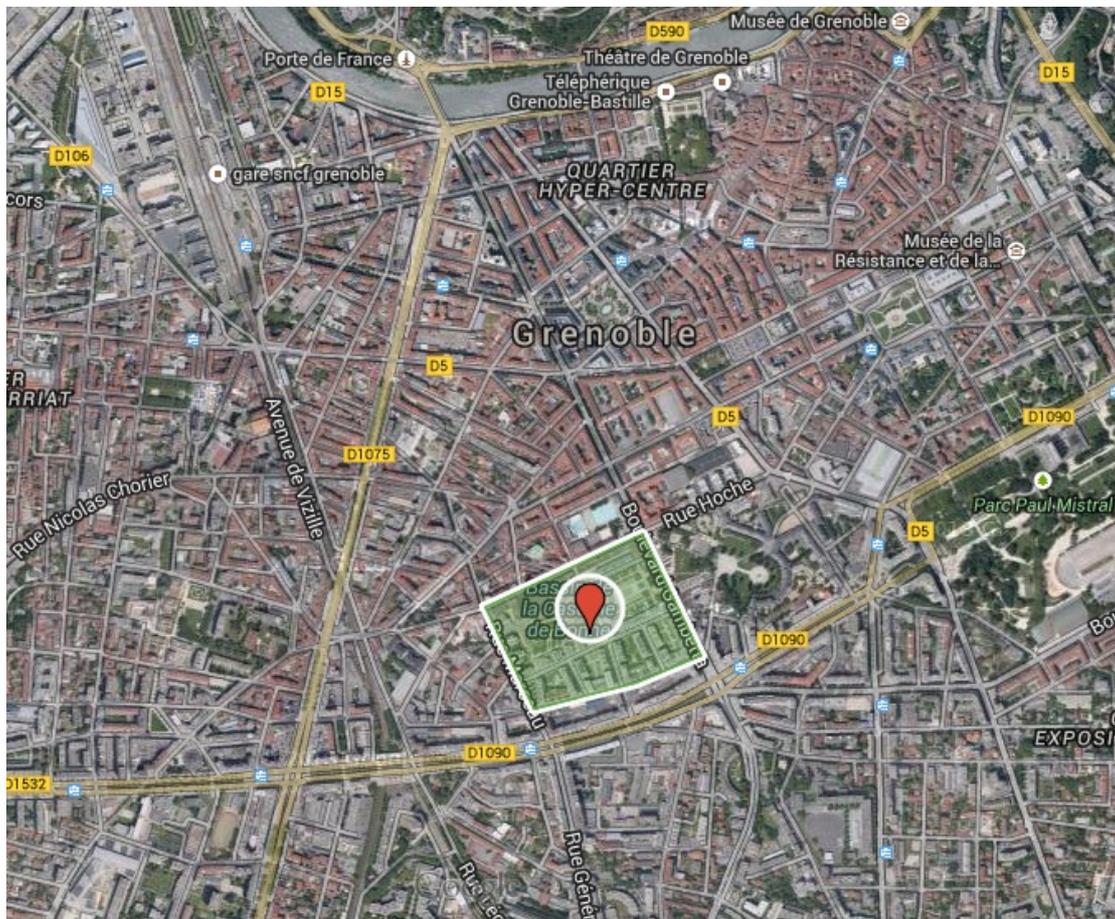


Figure 4 : vue satellite du quartier de la Caserne de Bonne, Grenoble, France

La transformation du site militaire de la Caserne de Bonne en écoquartier a démarré en 2001 par une longue série de concertations. Le programme a été peaufiné par l'urbaniste Christian Devillers, puis la Ville de Grenoble a confié à la SAGES le suivi de la phase opérationnelle avec AKTIS ARCHITECTURE comme architecte en chef. Les premiers habitants ont emménagé en juin 2008.

D'une superficie de 8.5 ha, le quartier de la Caserne de Bonne est composé de logements, de surfaces commerciales, de bureaux, d'un hôtel, d'une résidence pour étudiants, d'un parc urbain et d'une école.

### Programme :

- surface : 8.5 ha
- 850 logements (35% locatif social)
- 15.000 m<sup>2</sup> de commerces
- 6.000 m<sup>2</sup> de bureaux
- un cinéma Art et Essai (Le Méliès, 3 salles)
- un hôtel 4 étoiles, 1 résidence hôtelière (Apparthôtel)
- une résidence pour étudiants (CROUS et société Lamy)
- un parc urbain de 5 hectares et de jardin en cœur d'îlot
- une école de 15 classes extensible à 17.

Il est bordé par le boulevard Gambetta à l'est, par les rues Berthe-de-Boissieux au nord, Marceau à l'ouest et André-Maginot au sud. Le quartier est desservi par plusieurs ruelles : d'ouest en est, l'allée Henri-Frenay, du nord au sud par la rue Lazare-Carnot, avec seulement sur la partie sud du quartier les rues Marguerite-Gonnet et Simon-Nora. Une ligne de tramway et trois lignes de bus irriguent l'ensemble du quartier. Le cœur du quartier est donc plus ou moins réservé aux piétons et aux cyclistes.

Les nouveaux logements sont situés au sud du quartier. Les façades ouest et sud se chargent de balcons, de loggias, de terrasses, de bow-windows et de larges surfaces vitrées. L'urbanisme est en forme d'îlots (A, B, G, H, J et N). Trois immeubles par îlot se partagent un jardin central végétalisé. Les bâtiments sur l'ancienne cour d'honneur ont été réhabilités en logements.

Un grand parc linéaire traverse le quartier d'est en ouest : l'agrandissement du parc Hoche existant, l'aménagement de l'ancienne cour d'honneur de la caserne devenue esplanade Général Alain-Le-Ray, et le nouveau Jardin des Vallons. Sur le Jardin des Vallons, il y a un bassin de récupération des eaux pluviales et un parc urbain accueillant les jeux d'enfants et des espaces de détente.

La présence du centre culturel, du centre commercial ainsi que du jardin public attire le public non résident dans le quartier.



Figure 5 : plan-masse du quartier de la caserne de Bonne par AKTIS



**Figure 6 : photo de logements, ZAC de Bonne**

Ce quartier a été l'occasion de faire travailler plusieurs agences d'architecture, qui ont produit une série de bâtiments neufs de logements.

En résumé, nous avons sélectionné ce terrain pour les raisons suivantes :

- label Écoquartier et financement d'une partie par programme concerto,
- il propose un urbanisme « classique » en îlots avec des espaces dégagés,
- des logements neufs variés aux niveaux des façades, présentant une typologie de balcons, de terrasse et de loggias intéressante,
- programme mixte (activités, logement, espaces publics),
- mieux partager les espaces publics, limitation de la place de la voiture à l'intérieur du quartier.

Ce terrain a été étudié entre juin et septembre 2014. Nous avons repéré environ 8 dispositifs en façade et 20 points d'écoute dans l'espace public, comme le montre la carte ci-dessous :



Figure 7 : photo aérienne de la ZAC de Bonne et position des points d'écoute

### 2.3.2 L'EcoCiudad de Sarriguren, Aire métropolitaine de Pamplona, Espagne (EC)

Sarriguren est une localité de 13.000 habitants dans l'agglomération de Pamplona (360.000 habitants), capitale de la Communauté foral de Navarre, au nord de l'Espagne, au sud du Pays basque, au pied des Pyrénées.

L'EcoCiudad se situe à environ 4 km à l'est du centre-ville, dont elle est séparée par une importante rocade autoroutière (Ronda Este). Elle est implantée à 460 m d'altitude sur un plateau de terres à blé, dans une région de transition climatique entre climat méditerranéen et atlantique. Quelques journées par an peuvent atteindre les -15 et les +40°C. Les pluies sont très faibles en été et sont souvent accompagnées de violents orages. La montagne n'est pas loin.



Figure 8 : vue aérienne du centre de Pamplona et de l'EcoCiudad de Sarriguren (source : Google Maps)

Le projet pilote d'EcoCiudad (architecture et éco-urbanisme) est à mettre à l'initiative du Gouvernement de Navarre, par l'intermédiaire de la Société publique Nasursa (Navarraise du Sol résidentiel SA). En 1998 un concours d'idées est lancé par la Navarre en collaboration avec la Communauté de Communes, il est remporté par l'équipe d'urbanistes madrilènes Taller de Ideas (Atelier d'idées), avec la Fondation Metròpoli comme conseil. L'objectif était de favoriser un nouveau développement urbain à la périphérie de Pamplona avec 5.457 logements à prix limité et 120 logements à prix libre, accompagnés par des services urbains complémentaires. Le projet innovait en mettant en avant la qualité de l'espace urbain et la préoccupation bioclimatique pour l'ensemble de l'opération. L'EcoCiudad se développerait autour du village original qu'on intégrerait à la proposition et dont on respecterait les caractéristiques.

Les travaux démarrent en octobre 2006, une grande partie des logements est livrée dès octobre 2007, et en 2010 on dénombre 10.000 habitants. Ce quartier a fait travailler plusieurs agences d'architecture, notamment celles d'Alfonso Vegara, d'Ignacio Alcalde, d'Angel de Diego, d'Angel Ibañez, de Blanca Díez. En 2008 l'EcoCiudad a obtenu le Prix européen d'Urbanisme dans la catégorie Environnement / Développement durable. Elle s'étend sur 63 ha et offre environ 62.000 m<sup>2</sup> de surface commerciale.

L'EcoCiudad répond aux principes de l'écourbanisme bioclimatique. De nombreux systèmes passifs ont été mis en place pour gérer le vent, le froid et la chaleur.

Un « Sistema verde y azul » (« système vert et bleu ») a été mis en place entre le paysage et l'urbanisation : paysages agricoles, couloirs écologiques, système de parcs et jardins, « trame douce » (« malla verde », maillage vert : chemins, sentiers, pistes cyclables), etc. Le Parc de Sarriguren, au cœur du quartier, s'étend sur plus de 8 hectares.

Les bâtiments résidentiels prévus sont de plusieurs types. Certains phases ont souffert de la violente crise de l'immobilier espagnol et n'ont pas été construites, mais tout ce qui a été entrepris a pu être achevé.

- *El Pueblo*, le Village moderne, entoure le vieux village, en fait quelques bâtiments de ferme et une chapelle sauvés de la destruction et laissés à l'abandon derrière des barrières. On attend un projet

de valorisation pour ce point fédérateur. Le quartier domine une zone aménagée autour d'un petit lac proche des installations sportives. Nous y avons étudié quelques dispositifs dans une opération qui surplombe ce lac qui offre des triplex avec terrasse au sommet (EC07) sur des locaux commerciaux actuellement vides.

- *Las Puertas*, les Portes, sont destinées à faire marqueurs dans le paysage urbain local. Les deux qui sont réalisées ne proposent pas à notre avis de solution intéressante quant aux dispositifs BLTC et au sonore.
- *Los Condominios*, les Copropriétés, sont le type de construction prédominant à Sarriguren : des îlots avec un espace commun central public ou privé, avec des jardins et des terrasses en rez-de-jardin et en dernier étage. La plupart tendent à être complètement fermés (U + barre légèrement en retrait), d'autres se veulent ouverts (2 bâtiment parallèles mais distants, ou U avec barreaux très espacés), mais toujours sur une trame orthogonale. Les voiries qui les séparent sont quasiment toutes piétonnes, sauf sur les trois grandes artères innervantes et les voies de contournement du quartier.

L'essentiel des dispositifs que nous avons étudiés sont localisés dans des Condominios.

- *Los Miradores del parque*, les Belvédères du parc, sont des petites tours de 6 étages qui n'ont jamais été réalisées. Mais leur implantation reste prévue et désirée, elles animeraient et structureraient peut-être un parc urbain central aux dimensions très généreuses.
- *Las Viviendas-jardines*, les Pavillons-jardins, ont été construits en quantité plus modeste que prévu à cause de la crise. Ils paraissent ne pas vraiment appartenir au quartier, même si ils ont bénéficié de techniques de construction durable et de solutions énergétiques intéressantes.

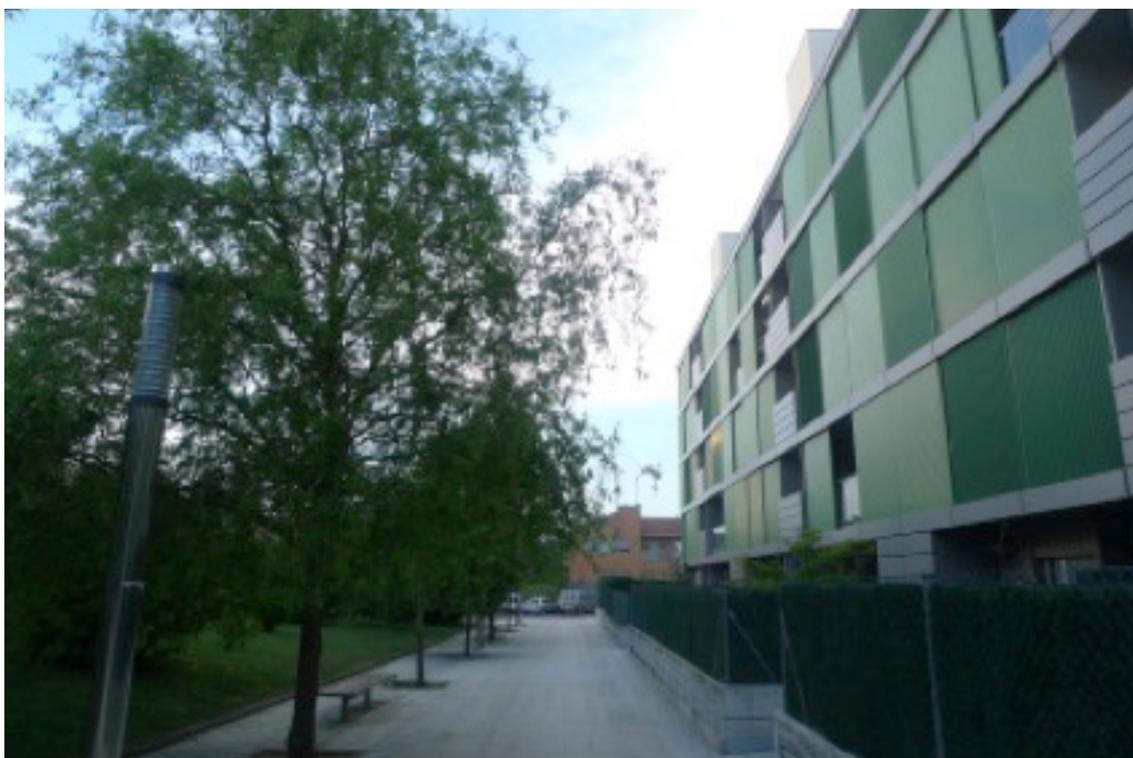
Une réflexion est menée à propos des déplacements durables. Sarriguren a participé à l'expérience Pro.Motion en 2007 et en 2010.



Figure 9 : projet de l'EcoCiudad (source : Vegara–Ontiveros–urban-e)



**Figure 10 :** *Condominio* qui donne sur le lac dans le secteur « El Pueblo ». Photo : © JLBardyn&TMarchal



**Figure 11 :** *Condominio* sur place arborée (110 logements, Maite Apezteguía Elso / CF Holding).

© JLBardyn&TMarchal

Les opérations s'étant réalisées en deux phases principales, il n'est pas étonnant de retrouver des principes appliqués lors de la phase 1 dans les bâtiments construits lors de la phase 2. D'autre part certains principes généraux ou techniques ont été appliqués à grande échelle dans Sarriguren, en tout cas à plusieurs reprises avec des déclinaisons parfois subtiles : la dimension des balcons-loggias, les volets roulants, etc..



**Figure 12 : Condominio. Photo : © JLBardyn&TMarchal**



**Figure 13 : Condominio. Photo : © JLBardyn&TMarchal**



**Figure 14 : Condominio. Photo : © JLBardyn&TMarchal**



**Figure 15 : Condominio. Photo : © JLBardyn&TMarchal**

Nous avons retenu ce terrain pour les raisons suivantes :

- Nous souhaitions avoir une référence au sud de l'Europe, où les usages de l'espace privatif et public sont plus intenses qu'au nord. Cela se remarque aussi sur les balcons, terrasses et coursives, et au niveau sonore. À titre anecdotique, nous avons retrouvé un usage inattendu des balcons et loggias couvertes ou semicouvertes, qu'on retrouve un peu partout en Espagne : on y place les lave-linge et les sèche-linge, parfois dans un petit local séparé du reste du balcon qui fait protection acoustique. En fermant fenêtres et porte-fenêtres intérieures, ces machines sont donc doublement protégées... au détriment de l'espace public, où le passant dans le condominio entend vidanges et essorages de toutes provenances.
- Il s'agit d'un des rares écoquartiers espagnols aboutis et bénéficiant déjà d'une « histoire ». Récemment en Espagne nombre de projets et d'opérations engagées ont été suspendus ou livrés inachevés – suite à la crise locale de l'immobilier. L'EcoCiudad l'a échappé belle, seulement 2-3 îlots sont actuellement en friche, la construction des petites tours a été remise à plus tard, l'aménagement du village aussi. Aux prix actuels, les commerces peinent à trouver preneur et font beaucoup de turn over, mais ils se diversifient aussi. On nous a confirmé que tous les logements étaient occupés.
- Il bénéficie, avec d'autres opérations, d'un statut paradigmatique en Europe, avec notamment le Prix européen d'Urbanisme en 2008.
- Son échelle est celle de l'architecte, mais celle aussi de l'urbaniste et d'une écoville : on est dans un programme mixte, avec du logement, des activités, des espaces publics...
- Les bâtiments présentent une grande variété de balcons, terrasses, loggias et coursives.
- On est face à plusieurs types morphologiques : des îlots plus ou moins ouverts dégagant des espaces intérieurs, des tours détachées, des barres. Autant le Französisches Viertel de Tübingen présentait un patchwork hétéroclite, presque baroque, de propositions de logements, d'opérations et de dispositifs BLTC, autant Sarriguren offre une trame régulière, avec des jeux de figures et de motifs (en miroir, couleurs différentes, variante légère...). On s'était imposé dès le départ des échelles et des parcellaires différents : pour le Quartier français sur la caserne partiellement rénovée, on se glissait dans des îlots aux formes assez variées et on avait eu une bonne expérience de la réhabilitation de la ville moyenâgeuse ; sur les terres à blé de Sarriguren, le geste pouvait être démiurgique : au moins comme Cerdà l'avait fait à Barcelone.
- On restera très surpris que les balcons et loggias de Tübingen soient presque tous ouverts, alors qu'à Sarriguren ils sont presque tous fermés. Les concepteurs de Sarriguren voulaient exploiter au maximum le solaire pour limiter les coûts énergétiques, ils y ont sacrifié les plaisants usages de la demi-saison, en réduisant presque les dispositifs à de simples « panneaux solaires ». Tout le monde apprécie son balcon bien sûr, au minimum pour sa fonction d'annexe, mais quelques dizaines de centimètres de surface au sol et quelques m<sup>2</sup> de vitrage amovibles en plus en feraient des espaces connectés sur le logement, la cuisine, les loisirs, la détente. Il y avait du regret dans les voix des personnes qui nous ont permis d'observer leur logement.

Les rues et les espaces publics de Sarriguren sont très vivants dès que les enfants et adolescents sortent des établissements scolaires locaux. Une rue piétonne concentre l'essentiel des commerces, supermarchés, cafés et restaurants, la rue des Bardenas reales, parallèle et comme répondant « humainement » à la grande avenida du Reino de Navarra, très roulante.

De nombreuses fêtes laïques, politiques et religieuses rythment la vie de Sarriguren, avec une forte participation des habitants. Pendant notre séjour, 3 fêtes ont eu lieu, et une semaine de fêtes commençait, puis ce serait le moment d'aller fêter les Sanfermines (3e fête au Monde impliquant le plus de spectateurs) à Pamplona la capitale voisine, début juillet, dont le tonnerre festif est perçu jusqu'ici en fonction des vents. C'est dire que toutes ces ambiances festives éminemment sonores sont perçues bien au delà de nos balcons, à plusieurs kilomètres. En doublon quelquefois des cloches religieuses, ces ambiances contribuent au marquage des paroisses, des communes, des territoires. Les balcons seront souvent vides, puisque la fête est en bas ou dans le village d'à-côté.

Pendant notre séjour et comme partout en Europe, la température était exceptionnellement élevée dans la journée et rendait difficile l'usage des espaces publics découverts et problématique celui des balcons et loggias exposés au sud et à l'ouest quand ils étaient dotés de vitrages : malgré la possibilité de les ouvrir partiellement, l'ouverture parfois chiche ne suffisait pas à ventiler et c'est l'effet de serre qui l'emportait, rendant ces balcons impraticables, sinon pour les tâches assignées initialement de lessive et de séchage.

Ce terrain a observé et étudié fin mai et début juin 2015.

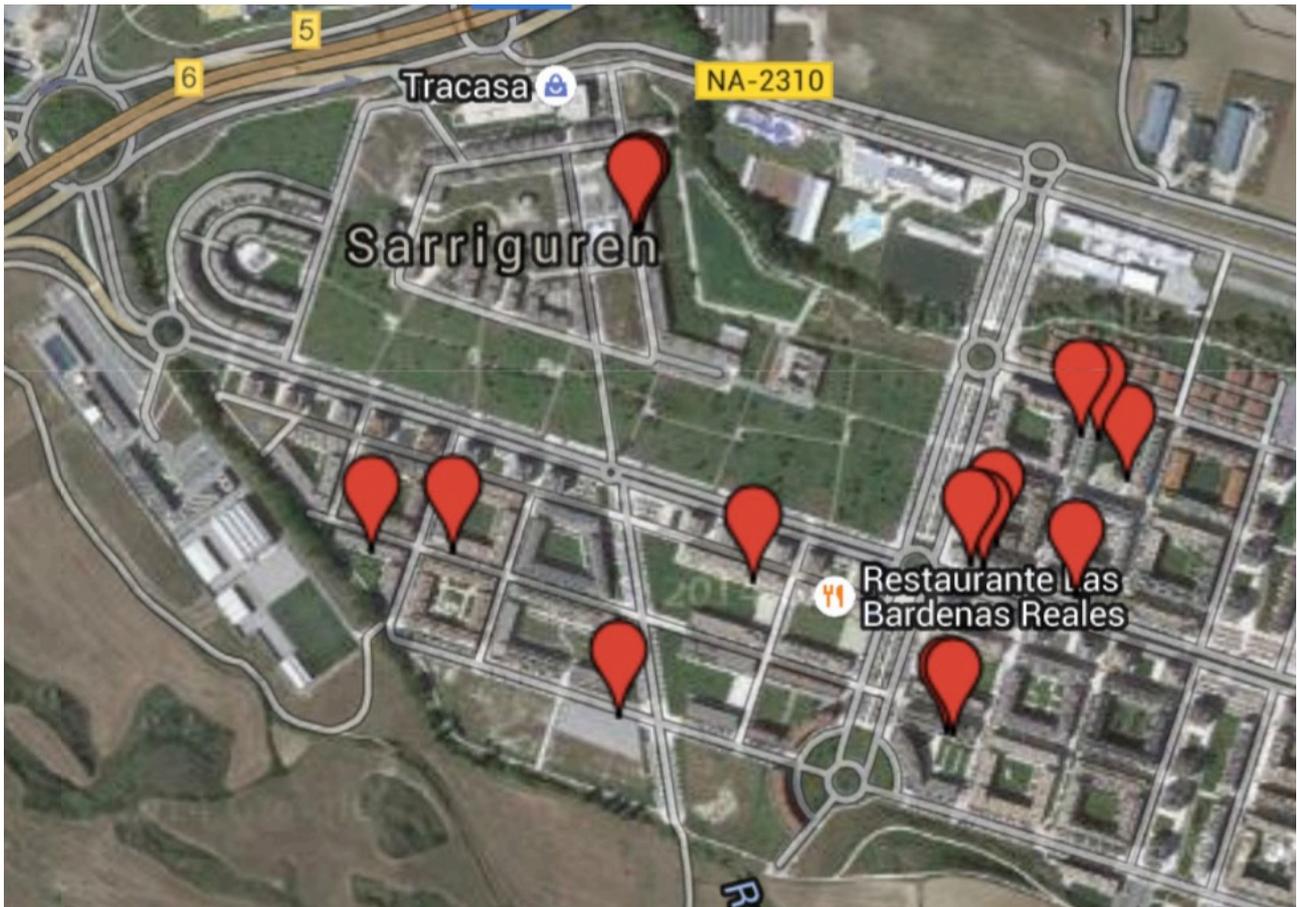


Figure 16 : Vue aérienne de l'EcoCiudad en gros plan, Sarriguren, Espagne (source : Google Maps)

### Références sur le terrain

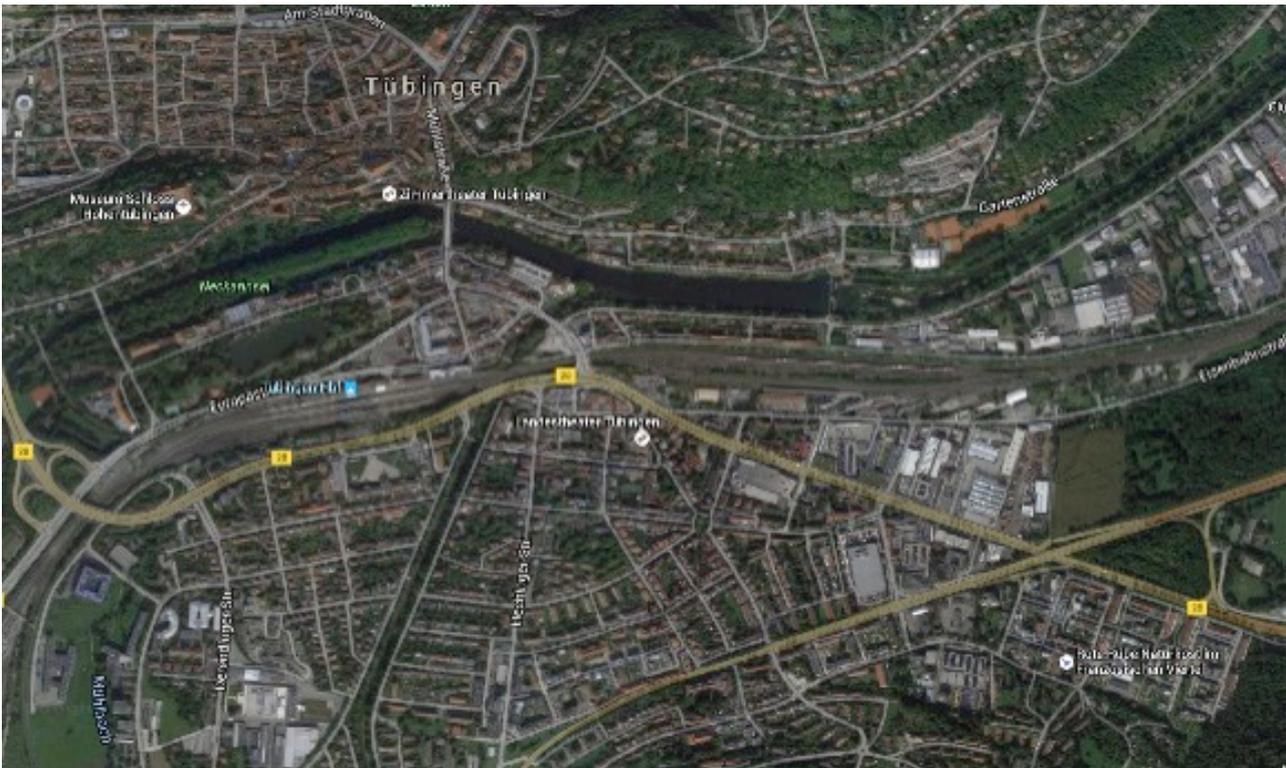
- Article La EcoCiudad de Sarriguren, Vegara A., Ontiveros E., urban-e, DUYOT Departamento de urbanística y ordenación del territorio, ETS de Arquitectura, Madrid, 2010 : [urban-e.aq.upm.es/articulos/ver/la-ecociudad-de-sarriguren\\_1/completo](http://urban-e.aq.upm.es/articulos/ver/la-ecociudad-de-sarriguren_1/completo)
- Sarriguren/Urbanismo, article Wikipedia : [es.wikipedia.org/wiki/Sarriguren#Urbanismo](http://es.wikipedia.org/wiki/Sarriguren#Urbanismo)
- [valledeegues.com/es/inicio](http://valledeegues.com/es/inicio)
- [vivirensarriguren.com](http://vivirensarriguren.com)



**Figure 17 : Vue sur Sarriguren depuis le chemin de Badostáin. Photo : © JLBardyn&TMarchal**

### 2.3.3 Französisch Viertel, Tübingen, Allemagne (FV)

Bénéficiant d'un climat océanique avec été tempéré au bord du Neckar, à 330m d'altitude, la ville de Tübingen est située dans le Land du Baden-Württemberg, au sud-ouest de l'Allemagne, entre le nord de la Forêt-Noire (Schwarzwald) et le Jura souabe (Schwäbische Alb), à une trentaine de kilomètres de Stuttgart. C'est une grande ville universitaire, 26.000 de ses 85.000 habitants sont des étudiants. Maires et Conseils municipaux Verts (die Grünen) se succèdent à la Mairie depuis 2006. En 2008, avec Boris Palmer, la Ville a lancé la campagne « Tübingen macht blau » (« rend bleu » ou « fait l'école buissonnière ») pour la protection du climat. Elle a obtenu en 2012 l'Energy Efficiency Visionary Award pour ses résultats dans le domaine des énergies renouvelables et de la consommation énergétique.



**Figure 18 : Vue aérienne de Tübingen, avec le centre historique en haut à gauche et le Französisches Viertel en bas à droite (source : Google Maps)**

Quand les casernes sont laissées par la garnison française en 1990, c'est l'occasion pour la Mairie de tenter de recoudre le sud de la ville (jenseits, l'« autre côté », l'« au-delà ») avec le centre ancien, dont il est séparé par le Neckar, les voies ferrées et deux routes importantes (la B27 et la B28). Un nouveau quartier sera créé, la Südstadt, la Ville Sud. La maîtrise d'ouvrage sera à la charge de la Ville dans une Städtische Entwicklungsmaßnahme (Procédure de développement urbain), et on confie la création du cahier des charges au Stadtсанierungsamt (Service de rénovation urbaine), dirigé par Andreas Feldtkeller, l'architecte et urbaniste qui a dirigé de 1972 à 1998 une rénovation du centre historique considérée comme réussie.



**Figure 19 : Vue aérienne de la caserne Hindenburg vers l'est (© Grohe)**

Le concours Stadt der kurzen Wege (La Ville des courts chemins, 1992) est gagné par l'agence LEHEN drei de Stuttgart. Quand le cahier des charges a été fixé et jusqu'à aujourd'hui, plusieurs objectifs ont toujours été considérés comme fondateurs et garants de la durabilité du Quartier : le désenclaver, en finir avec les cités monofonctionnelles, faire construire les logements par les habitants eux-mêmes autour des bâtiments existants rénovés (démarche participative, autopromotion, autoconstruction), sur des parcelles de petite dimension rappelant le tissu urbain ancien (ce qui donne un aspect unique à ce Quartier et celui voisin de Loretto dans la Südstadt), en favorisant des usages mixtes habitat / travail / offres culturelles et sociales, en proposant une grande diversité de logements et de modes d'accès (crèches, garderies, salles d'animation, bibliothèque, cinéma...). Les bâtiments réhabilités de la caserne auront de nouveaux usages sociaux ou culturels.

D'une superficie de 19 ha environ, ce quartier comporte 2.600 logements pour 6.500 habitants et a créé 2.500 emplois depuis l'origine.

### **Qualités socio-sonores du quartier**

Le Französisches Viertel offre plusieurs originalités qui se manifestent au niveau sonore.

Toute l'agglomération de Tübingen est touchée par les avions de ligne passant par l'important aéroport de Stuttgart à 25km environ, leur présence est assez incessante.

Le stationnement et la circulation des véhicules particuliers sont défavorisés. La vignette Verte (Umweltplakette) est nécessaire pour les véhicules « propres » qui veulent entrer dans le Quartier, les places de stationnement libre en surface dans les rues sont très rares, sauf au nord derrière le mur antibruit le long de la Reutlinger Straße ou sur le parking plus loin au nord-est, soit dans l'un des parkings souterrains du quartier (toutes les opérations n'ont pas de parking), soit encore dans le nouveau garage automatique, où on favorise le stationnement de longue durée. La circulation est limitée à quelques places dans quelques rues, dont l'Aixer Straße qui coupe et articule le quartier ; les autres voies sont quasi piétonnes, et d'ailleurs on leur a donné des noms qui les déclassent officiellement : Weg (chemin), Allee, Bei den Pferdeställen (aux Écuries)... L'usage de la bicyclette est très développé.

Si la quasi-éradication de la voiture de la surface (rues et allées centrales), voulue dès le départ, est respectée, le Quartier longe néanmoins au nord un croisement de voies rapides et fait face à une patte d'oie avec des feux de circulation au pied d'une côté où l'on fait rugir son moteur, derrière un mur antibruit bas et partiel, qui s'interrompt par tronçons sans explication acoustique valable. Les casernements allongés au nord protègent un peu, mais plusieurs larges allées nord sud à travers tout le Quartier apportent très loin ces sons routiers.

De 5:00 à 24:00, deux lignes de bus traversent le Quartier et une troisième le contourne au sud. Les dessertes sont fréquentes, mais les bus eux-mêmes sont thermiques, très bruyants, en parfait décalage avec l'ambiance et l'ambition sonore locale.

Le Quartier est très végétalisé, tant au bord des artères nouvelles (jeunes arbres, mais aussi grands arbres conservés des cours de la caserne) qu'au cœur des îlots, souvent luxuriants et très attractifs, avec des jeux d'eau ou une fontaine, des bancs, des salles de réunion. De nombreux oiseaux se sont installés là ou dans les grands bois voisins.

Des terrasses élevées ou des locaux collectifs dans les cours ont été créés par la volonté des habitants de chaque Baugruppe (Groupe de construction), et on peut y entendre souvent des moments festifs pour l'îlot, constitué de plusieurs Baugruppen. Ces jardins intérieurs sont accessibles au visiteur, mais il doit se plier à un règlement de bonne conduite affiché bien en vue.



**Figure 20 : Règlement affiché dans un jardin (© JLBardyn)**

Les habitants nous ont signalé que sons, cris et jeux des enfants étaient moins fréquents qu'au départ, les jeunes adultes ayant passé leur enfance ici quittant parfois le Quartier. On craint qu'il ne vieillisse rapidement, et les quotas sont spécialement surveillés actuellement.

L'Aixer Straße est l'artère centrale qui traverse presque tout le quartier d'ouest en est. Étroite en son extrémité à l'ouest, elle s'élargit au niveau des anciennes écuries réhabilitées en une véritable allée urbaine, puis débouche sur le centre du quartier occupé par des espaces verts et deux grandes halles de sport :

- l'une juste couverte, l'ancienne halle aux tanks de la caserne, la Panzerhalle, attire à l'abri tous les jeux et manifestations locales. Elle est le véritable haut-parleur local. Quand nous avons séjourné à Tübingen fin juin 2014, on y avait organisé la première Tribute-Battle Tübingen, une journée de battles de hip-hop, break dance, etc. Quelques jours plus tôt c'était le marché des artisans d'art... Le plus souvent il est le terrain d'entraînement au basket ou au handball.
- l'autre, la Ballspielhalle est totalement fermée.

Certains logements en pied d'immeuble débordent largement dans ces rues quasi piétonnes, comme on pourrait le trouver en zone méditerranéenne : des plantes poussent quasiment dans la rue, des plantes grimpantes sont menées à l'horizontale loin du pied sur des sortes de pergolas, du mobilier de terrasse y séjourne une grande partie de l'année, les pratiques qui s'y déroulent peuvent être enthousiastes.

À la différence des terrains français, on n'entendra guère de sons d'animaux domestiques, rares chez les Allemands de la région en tout cas. Pourtant quelques animaux anecdotiques sont cités par tous au Quartier Français et font la fierté locale : les paons qui vivent dans le Wagenburg Kuntabunt, ce quartier où se sont installés dans des roulottes les héritiers des années hippies alternatives. Ces paons déambulent parfois dans la partie sud du quartier en poussant leur cri particulier. Les deux vaches des habitants du Wagenburg contribuent à tondre l'herbe autour du ruisseau local, le Blaulach (« rire bleu ») et débordent quelquefois du secteur qui leur est alloué derrière la clôture électrique. Apparaissent quelquefois aussi quelques moutons. Des liens existent avec le Quartier, où les habitants de Kuntabunt viennent remplir leurs réservoirs d'eau et s'approvisionner.



**Figure 21 : Règlement Plan du quartier – Association des commerçants FGV**

Les bâtiments anciens de la caserne de qualité (en dur) ont été préservés et rénovés, et on a bâti le neuf en fonction d'eux, notamment dans le secteur des anciennes écuries (Bei den Pferdeställen) et là où s'étendaient les Exercierplätze.

**Bâtiments et îlots remarquables observés**

Quelques îlots et opérations ont été spécialement remarquables, cités et monographiés, comme le Projekt 14 dans l'Aixer Straße ou le Block 25 à l'extrémité nord-est du Quartier, devant la Platz des unbekannten Deserteurs (place du Déserteur inconnu) et sur les rues Mirabeau et Mistral.

Notre problématique et les opportunités du moment et sur place nous ont permis d'approcher surtout 5 îlots très emblématiques d'ouest en est.

- L'îlot 9 (1 loggia sur l'extérieur de l'îlot à R+2) : FV01. Nous n'avons pas étudié l'intérieur de l'îlot, le seul balcon monographié ici donnant entièrement sur l'extérieur, l'Aixer Str. et Bei den Pferdeställen.
-



**Figure 22 : Règlement Vue sur l'Aixer Str. depuis l'îlot 13 (© JLBardyn)**

– L'îlot 13 (1 balcon sur l'extérieur à R+3, les terrasses et balcons de deux logements traversants à R+3 et R+5, et 1 terrasse commune à R+5) : FV02 à FV05B.



**Figure 23 : Règlement Cœur de l'îlot 13 (© JLBardyn)**

Cet îlot a été livré en 2005. Il résulte de la structuration des propriétaires en 7 Baugruppen (groupes de construction) regroupés en une Baugemeinschaft (communauté de construction), avec les paysagistes Ulrich Schwille, Andrea Marion Egner et Christine Herter. La plus connue des constructions est l'immeuble Prisma, au n°28, conçu pour les familles nombreuses avec les architectes Rosy Noenen et Lothar Albus. Les 2 opérations monographiées sont les deux opérations qui encadrent Prisma, au 26 et au 30. Plusieurs entreprises y ont élu domicile en rez-de-chaussée (thérapeutes, artistes, éclairagiste, réparation de motocyclettes).

Depuis l'espace intérieur de l'îlot, qui a une forme de U très étanche, on a une sensation d'extrême variété de façades, de balcons, dans une ambiance végétale très dense. Certains rez-de-chaussée sont habités et bénéficient d'un jardinet, puis du cœur du jardin. Il n'y a pas de fontaine, mais beaucoup de jeux d'enfants.

– L'îlot 14 (1 balcon sur l'intérieur de l'îlot à R+1/R+2) : FV06.



**Figure 24 : Cœur de l'îlot 14 (© JLBardyn)**

L'îlot ou Projekt 14 correspond à l'opération historique du Quartier, la première conçue par une Baugemeinschaft (coopérative d'habitants), et la première habitée, en 1998. Elle comporte 30 logements. L'architecte Andreas Stahl a aidé les 30 propriétaires à concevoir un bâtiment avec des logements tous différents, sans béton, en brique, avec des sols en bois et des murs chauffants.

Dans l'intérieur de l'îlot, on est en remblai par rapport au niveau de l'Aixer Straße, ce remblai rattrape le niveau de l'Eisenhut Straße au sud. L'échange de sons entre la rue et le jardin est donc important dans ce U très ouvert sur les côtés. À la différence d'autres îlots, on a l'impression d'une unité de formes extérieures (ce qui n'est pas le cas à l'intérieur des logements). Le jardin paraît entièrement occupé par la végétation, avec des grands arbres, des arbres fruitiers... Une fontaine fonctionne l'été selon un cycle programmé. De nombreux jeux sont offerts aux enfants, qui usent du lieu jusque tard le soir.

Côté rue principale, plusieurs commerces se sont implantés jusqu'à constituer le centre commercial du Quartier : boulangerie, épicerie bio/AMAP, coiffeur, atelier pour construire soi-même des meubles, entreprise de fabrication de dynamos de vélo, salle-église œcuménique, la Kirche

– L'îlot 28 (2 balcons filants sur l'extérieur de l'îlot à R+2 et R+4, 1 coursive sur l'intérieur à R+4, et une terrasse commune à R+5) : FV07 à FV11.

L'îlot est constitué de deux parties. Celle que nous avons pu étudier (n°66) est un bâtiment rectangulaire orienté nord-sud. Les façades ouest et sud sont quasi entièrement dotées de balcons filants. Une grande terrasse sommitale, d'où la vue sur le quartier est imprenable, reçoit une grande salle commune. L'immeuble est doté d'un parking souterrain.

L'autre partie de l'îlot, détachée, est constituée par 4 petits bâtiments accolés, tous très différents, qui forment un L. La séparation entre les deux parties est large et ne constitue pas un écran aux sons bien réels malgré la distance de la circulation sur la voie rapide.

Quelques thérapeutes sont domiciliés dans ces bâtiments.



**Figure 25 : Cœur de l'îlot 28 (© JLBardyn)**

– L'îlot 25 (2 terrasses sur l'intérieur de l'îlot à R+5, dont l'une accède aussi aussi vers l'extérieur, et une terrasse commune à R+6) : FV12 à FV14.

L'îlot comporte 6 bâtiments tous différents et répartis en 2 U emboîtés autour de deux jardins, l'un très investi par des passages, des jeux, des pergolas, une fontaine, l'autre étant gazonné et plus isolé. Les sons de la Platz des unbekanntes Deserteurs et de la rue Landkutschersweg, avec ses nombreux bus urbains, s'aventurent facilement à l'intérieur de l'îlot. Mais on a affaire à un îlot refermé et les sons intérieurs se propagent aussi.

L'opération que nous avons pu observer est celle de la Baugemeinschaft Mobile, avec les architectes Heinrich Ruoff + Roland Wied.

Quelques commerces de vêtements et d'objets du monde et quelques sociétés de services occupent les rez-de-chaussée côté rue.



**Figure 26 : Cœur de l'îlot 25 (© JLBardyn)**



Figure 27 : Extérieur de l'îlot 14 / Place du Déserteur Inconnu (© JLBardyn)



Figure 28 : Extérieur de l'îlot 14 / Place du Déserteur Inconnu (© JLBardyn)

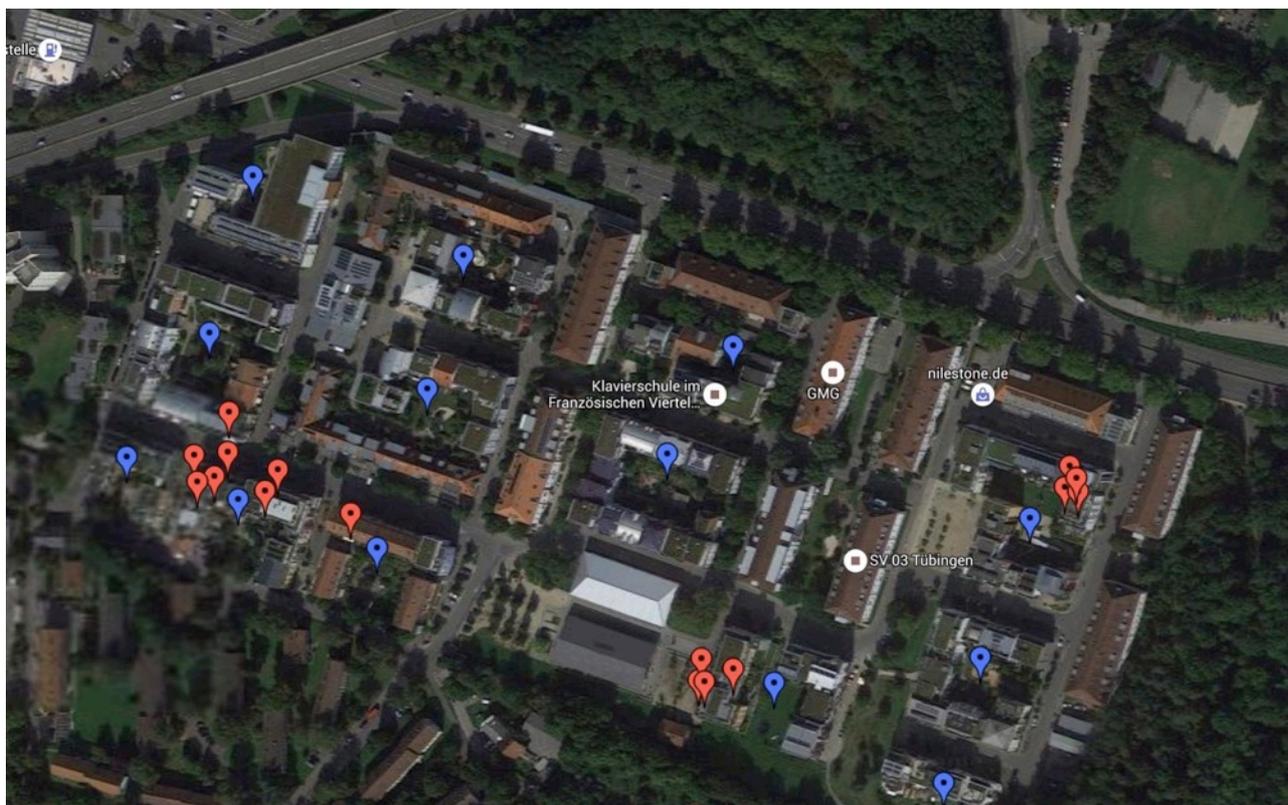
En résumé, le Französisches Viertel nous a intéressé pour les raisons suivantes :

- Il est un terrain exemplaire reconnu comme tel, ses initiateurs et réalisateurs ont obtenu de nombreuses récompenses.
- Son urbanisme en petits îlots très différenciés, divisés en parcelles minuscules censées rappeler le cadastre urbain moyenâgeux, chacune donnant lieu de petites opérations indépendantes et originales qui ont fait l'objet d'expériences d'autopromotion par l'intermédiaire des Baugruppen (sur 90% des opérations).
- On se trouve face à un « vrai catalogue » de propositions de balcons, terrasses et loggias. On observera néanmoins qu'à la différence de Sarriguren, aucun des dispositifs que nous avons pu observer n'était doté d'un dispositif réglable permettant la fermeture et la protection, tous étaient plus ou moins exposés aux éléments.
- Les nouveaux îlots étaient intercalés parmi les anciennes casernes rénovées.
- On y a observé la mixité entre l'habiter et le travailler, et l'enthousiasme communicatif des habitants par rapport à leur quartier et son histoire.
- La limitation de la place de la voiture dans le quartier (stationnement et circulation) est assez radicale, nous en avons été victime à plusieurs reprises (contraventions...).
- On peut rapporter de nombreuses anecdotes : l'unique lieu de culte œcuménique, où on appelle à la réunion en agitant une cloche accrochée au milieu de la rue ; l'écoute vénérée du cri du paon provenant du Wagenburg au sud du Quartier, quand on est dans les rues ; le vacarme cataclysmique causé par les bus

thermiques urbains d'un autre âge, au milieu des nombreuses bicyclettes locales avec remorque, qui font la loi ; le marchand avec sa camionnette qui vend fruits et légumes de son jardin et vante sa marchandise...

- La Panzerhalle fonctionne comme une place publique couverte ouverte toute l'année à tous les événements et toutes les pratiques.
- Le basket est roi ici. L'équipe locale de bon niveau, les Walter Tigers, fait des émules chez les adolescents et dispose de sa halle fermée, la Ballspielhalle.

Ce terrain a été étudié du 20 au 30 juin 2014. 16 dispositifs dans 5 îlots ont été observés et font l'objet d'une monographie, comme le montre la carte ci-dessous.



**Figure 29 : Vue aérienne du Französisches Viertel, avec les repères rouges pour les dispositifs étudiés et les repères bleus des cœurs d'îlots (source : Google Maps)**

Liens utiles

- [tuebingen.de](http://tuebingen.de)
- [tuebingen-info.de](http://tuebingen-info.de)
- [tuepedia.de](http://tuepedia.de)

### 2.3.4 Hammarby Sjöstad , Stockholm, Suède (HS)

Hammarby Sjöstad est un quartier situé à Stockholm en suède, la plus grande ville de Scandinavie, située à une limite entre la zone continentale humide d'eau douce avec le lac Mälars et la zone marine d'eau salée avec la mer Baltique. Le quartier d'Hammarby Sjöstad se situe au sud-est de Stockholm sur une ancienne friche industrielle. En raison de la haute latitude nord de la ville, la lumière du jour à Hammarby peut s'étendre de dix-huit heures au solstice d'été jusqu'à six heures en hiver. Pour autant, les étés y sont chauds et agréables avec des températures avoisinants les 20°C en moyenne chaude et 10° C en moyenne basse. L'hiver y est plus dur avec des températures d'en moyenne -5°C et pouvant descendre fréquemment en dessous de quinze degrés. Il neige en moyenne à Stockholm de décembre à mars.

Plus précisément, le quartier d'Hammarby Sjöstad est présenté ci-dessous :

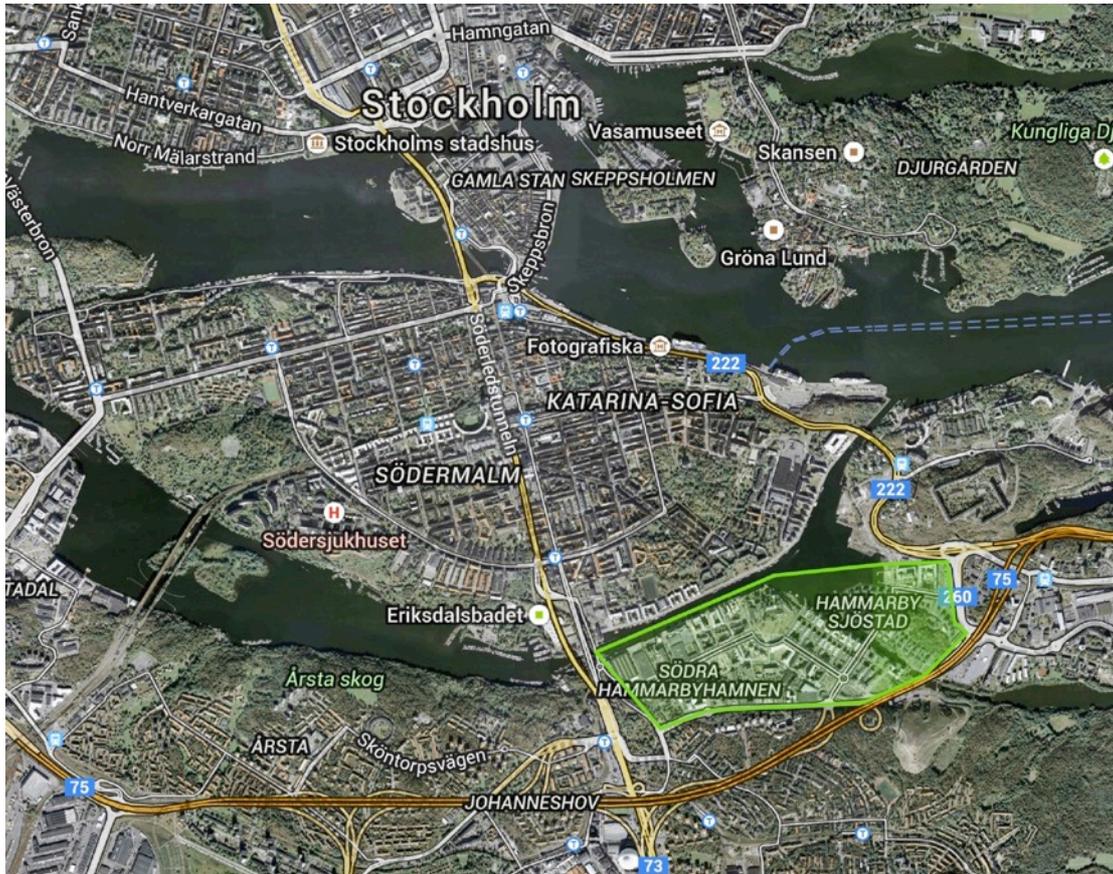


Figure 30 : vue satellite du quartier de Hammarby Sjöstad, Stockholm, Suède (source : Google Map)

L'idée d'un quartier écoresponsable pour agrandir Stockholm est apparue dans les années 90 où il a alors été question de mettre l'accent sur l'eau d'où il tire son nom, le lac « Hammarby », en convertissant une ancienne zone industrielle et friche portuaire. Le quartier a été pensé et projeté sur le long terme dans le cadre de la candidature par la ville de Stockholm pour les Jeux olympiques de 2004. La municipalité a alors souhaité mettre en place un quartier aux exigences environnementales exemplaires, planifié dans le temps, et c'est de cette façon que le projet a pu être mené à bien, malgré la non-tenue des jeux à Stockholm.

L'objectif principal du projet s'articule autour d'une réflexion environnementale autour de l'architecture, de l'urbanisme, de l'environnement de la circulation afin de réduire de moitié l'impact environnemental total en comparaison avec une telle programmation urbaine conventionnelle. Aujourd'hui presque terminé, le quartier est l'un des sujets de recherche et d'investigation les plus réputés dans le monde pour les urbanistes et les architectes en terme d'« urbanisme durable ».

Le quartier d'Hammarby Sjöstad agit comme un nouveau quartier de Stockholm à proprement parler et propose ainsi près de 10000 logements sur deux cents hectares pour une population projetée de 25000 habitants. Il se constitue autour d'une allée centrale qui se constitue des principaux commerces de proximité et restaurants ainsi que des transports en commun (trams et bus) qui permettent de desservir le quartier.

L'ensemble du quartier est capable de recycler ses ordures grâce à sa propre station d'épuration et de traitement des déchets qui permet de produire localement de l'énergie sous forme recyclée ou de chaleur consommée ensuite par le quartier.

Ainsi, un ensemble de volontés initiales ont été intégrées dès le départ dans le programme du quartier pour valoriser la qualité environnementale, mais aussi la qualité de vie proposée à travers ce projet : des nouvelles lignes de transports (bus au biogaz, tram et ferry gratuit), un système d'évacuation souterrain des déchets, un réseau de panneaux solaires sur les bâtiments, la connexion pour les habitants au chauffage urbain et la présence d'un dispositif de Balcon, terrasse ou loggia minimum par logement. Mais également une réflexion sur les espaces verts selon un plan de paysage cherchant à connecter le quartier à la faune locale ou encore avec la réserve naturelle toute proche



Figure 31 : photo aérienne d'Hammarby Sjöstad depuis Stockholm (source : intechopen.org)

Le quartier se caractérise sur le plan sonore par son positionnement dans la ville de Stockholm qui peut littéralement être considérée comme une ville sur l'eau (Stockholm est construite sur 14 îles). En effet, bordé par le lac Hammarby et séparé de la mer baltique par une écluse, Hammarby Sjöstad se définit en partie à travers cette forte présence d'un champ lexical sonore marin et aquatique notamment par le biais des embarcations, mais aussi de la faune aviaire omniprésente.

En bordure sud du quartier, une voie rapide agit comme une frontière avec une réserve naturelle. Celle-ci a été rabaissée de deux mètres en moyenne de façon à réduire la pollution sonore. Cette mesure forme une situation sonore particulièrement homogène d'un quartier sans émergences urbaines « semi-lointaines » fortes. Enfin, la proximité avec un des aéroports de Stockholm implique un poids conséquent sur l'environnement sonore du quartier qui se trouve rythmé par la circulation aérienne.

Un soin particulier a été apporté au quartier d'Hammarby Sjöstad pour réduire les nuisances sanitaires et de confort que peut amener la circulation automobile. Le fort accent mis sur les transports en commun, mais aussi la planification des voies de circulations sous la forme d'impasses, la mise à disposition de voitures en système de partage et enfin la forte présence d'espaces verts ont permis un abaissement considérable des déplacements motorisés quotidiens remplacés par des modes de transport doux par les habitants en comparaison aux tissus traditionnels. Ainsi l'environnement sonore du quartier se configure autour d'une rumeur urbaine lointaine et homogène plutôt qu'autour des émergences de circulations semi-proches.



Figure 32 : plan directeur, Hammarby Sjöstad (source : [urbangreenbluegrids.com](http://urbangreenbluegrids.com))

Ce quartier a été pensé et dessiné par différents architectes qui ont pu travailler séparément sur des bâtiments ou encore des séries de bâtiments en suivant un cahier des charges strict amenant à une uniformisation logistique et technique. Le cahier des charges stipulait également certaines contraintes cosmétiques comme la couleur ou le choix des matériaux engendrant une cohérence, mais aussi une certaine homogénéité à chacune des échelles.

En résumé, le quartier d'Hammarby Sjöstad a été sélectionné comme terrain d'investigation pour les raisons suivantes :

- Un exemple historique, mais aussi technique de quartier « soutenable » en Europe
- Une pensée du projet planifié et cohérent en terme de qualité des espaces de vie.
- Un urbanisme contemporain en îlots ouverts semi-publics, mais aussi une composition autour des espaces verts et dégagés
- Un programme mixte qui articule activités professionnelles, logements, espaces publics et commerces
- Une forte présence des dispositifs de balcon/terrasse ou loggia dans un environnement climatique particulier
- Une recherche de limitation de la place de la voiture à l'intérieur du quartier et de confort sensible.

Ce terrain a été étudié durant le mois de juin 2014. Nous avons repéré environ 10 dispositifs en façades et 20 points d'écoute dans l'espace public, comme le montre la carte ci-dessous

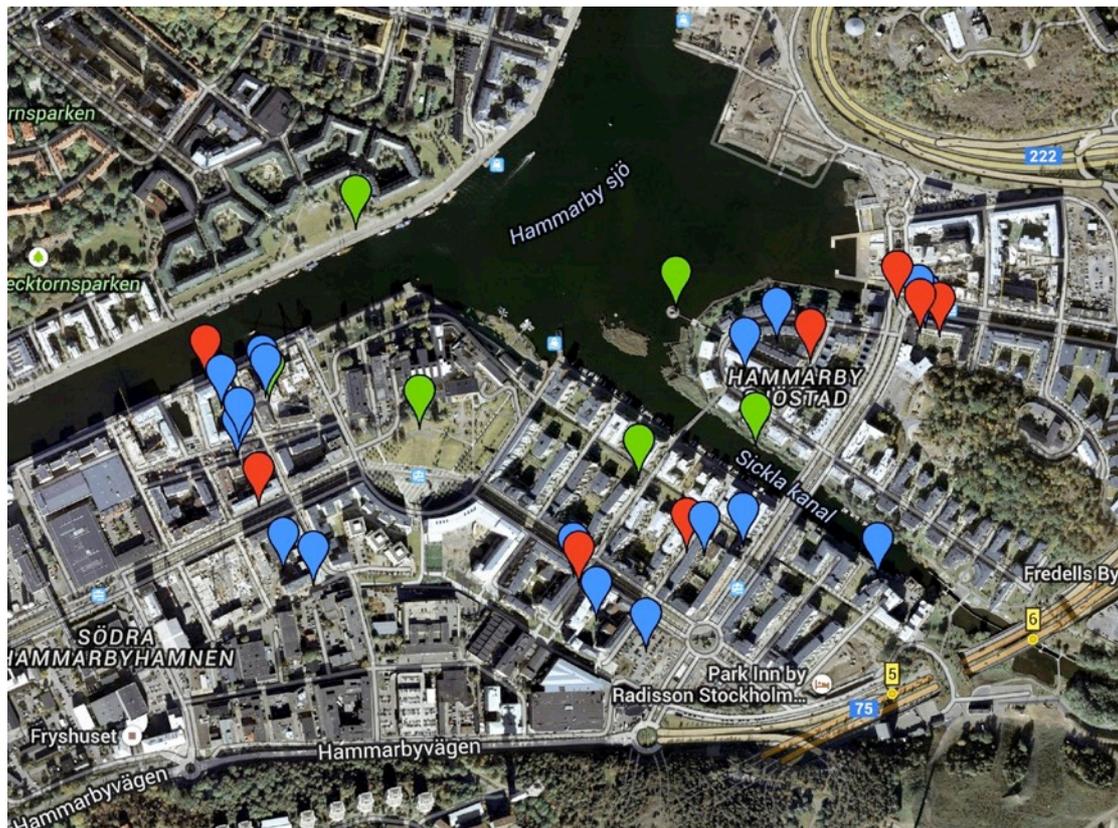


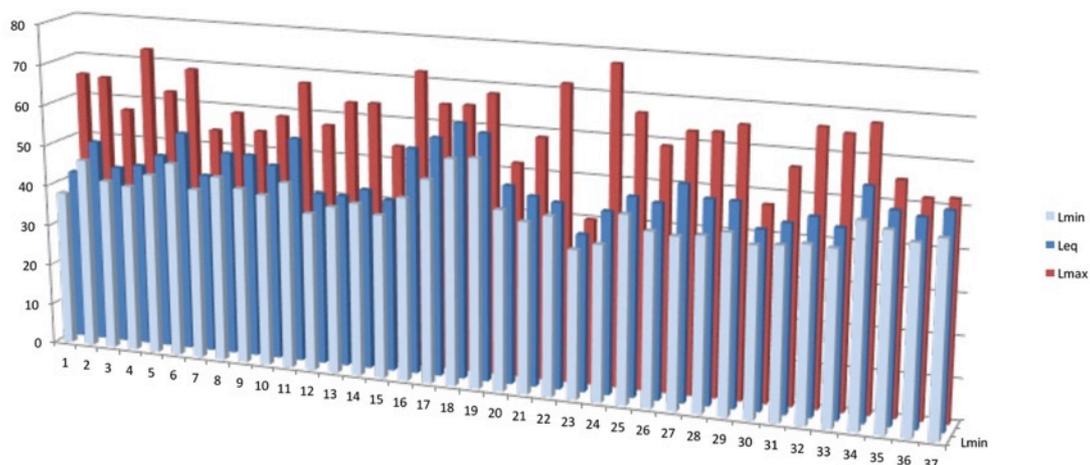
Figure 33 : Carte d'investigation, Hammarby Sjöstad (outil et fond de plan : mapengine.google.com)

**Les spécificités concernant la recherche.**

Le statut exemplaire dont dispose le quartier en matière de réalisation architecturale et urbaine soutenable nous a conduits à investiguer plus en profondeur ses spécificités ambiantales. Hammarby Sjöstad constitue en effet un exemple mondial sur le plan des quartiers « soutenables » et éco quartiers principalement du à son époque de conception et aux résultats qui en résultent. Il s'agissait donc pour nous de questionner cette réalisation considérée comme exemplaire à travers le prisme des ambiances sonores de manière à comprendre les liens et impacts potentiels entre ces deux considérations.

*Les ambiances sonores d'Hammarby Sjöstad*

La réalisation suédoise comporte plusieurs ambitions ayant un impact direct sur les ambiances sonores du quartier, on constate ainsi immédiatement, à travers la perception *in situ*, mais aussi en consultant les mesures effectuées durant notre étude le « calme » que propose cet espace urbain et qui est directement lié au faible niveau de circulation automobile et aux aménagements associés.



**Figure 34 : tableau des Leq, Lmin et Lmax relevés à Hammarby Sjöstad en 37 points**

En effet, Hammarby Sjöstad propose une organisation des rues carrossables particulière qui propose une voie de circulation centrale à partir de laquelle se fabriquent des « chemins ». Ainsi les rues sont presque toutes des culs-de-sac où l'on se rend plutôt que d'y passer ce qui a pour effet une diminution forte des flux de véhicules, mais aussi des vitesses pratiquées.

Une mise en place de transports en commun liés aux usages des habitants permet une réduction de l'usage des véhicules personnels qui serait inférieur à 50 % des déplacements quotidiens. Ainsi on retrouve sur l'axe principal une ligne de tramway desservant le centre-ville, mais aussi des bus nocturnes de manière à conserver un lien avec le centre-ville ancien en dehors des heures de bureau. La présence de ferrys gratuits reliant les différentes rives dynamise la vie de quartier, mais fluidifie également la circulation en créant des axes transversaux.

Enfin, la disposition des ilots s'articule avec cette volonté de réduire les flux, mais aussi les sources sonores motorisées en tournant le dos aux axes majeurs et en privilégiant les cœurs d'îlot publics piétons.

Toutes ces démarches nous ont poussées à investiguer de plus près ces espaces, qu'ils soient publics ou privés sur le plan sonore ; et l'on a ainsi pu constater que la faible présence d'axes routiers, couplée à une organisation des transports en commun, et à une pensée de l'espace et des formes urbaines associées conduisent vers un vécu des ambiances sonores plus calme et agréable.

Dans le cadre de notre enquête sur le terrain, nous avons abordé le quartier à travers ses différentes spécificités en articulant une écoute des espaces publiques et des espaces type balcons, terrasses et loggias.

### **Les espaces publics remarquables.**

Une des spécificité d'Hammarby Sjöstad, c'est sa position à l'articulation entre eau douce et eau salée qui fabrique un paysage sonore marin très présent, notamment au sein des espaces publics. Il s'agit aussi de différencier deux typologies d'espaces publics, les espaces « ouverts » et les espaces « fermés ». En effet, à Hammarby Sjöstad la quasi-totalité des cœurs d'îlot est accessible au public ce qui fabrique toute une articulation d'espaces sonores accessibles et « semi-privés ». Dans ces circonstances, nous avons choisi de présenter ici une série d'espaces publics représentant la diversité sonore du quartier à mettre en articulation avec les fiches dispositifs réalisées spécifiquement autour des BLTC

#### *Le Parc Urbain*

**Figure 35 : photo du site et plan de localisation**

On est ici en présence d'un léger fond très discret et très doux auquel s'additionne un deuxième fond de type bourdonnement aigu, continu et très lointain. Il s'efface légèrement de temps en temps de par sa distance et réapparaît lorsque l'environnement proche est plus calme. Clappements, brefs piaillements très aigus, sons sableux, minéraux et secs. Certains sont très proches, d'autres plus lointains, d'autres encore marquent une continuité et un mouvement. L'espace semble protégé des nuisances sonores lointaines tout en étant relativement ouvert et aéré. C'est espace public, semi-parc faisant office d'articulation interîlot, combine les différentes catégories sonores du quartier en mobilisant une écoute de la faune maritime, du drone urbain, mais aussi d'un certain calme paradoxalement à sa position centrale. On est plongé dans un paysage que l'on peut qualifier d' « agréable ».

#### *L'amphithéâtre*



**Figure 36 :photo du site et plan de localisation**

C'est en quelque sorte le nœud du quartier, sorte de centre névralgique où tout s'articule, logement, école, commerce, transports en commun, location de voiture, ferry, parc, tout est là. On écoute un espace très ouvert dont on ne peut gommer la forte présence aérienne de l'aéroport tout proche. Sur le plan sonore, c'est espace projeté comme une sorte de « place du village » s'avère sonner de façon plutôt froide et austère et l'on aurait tendance à privilégier le confort de l'intérieur. Ici on s'expose, on passe on agit, et l'ambiance sonore en résulte.

*Ponton*



**Figure 37 :photo du site et plan de localisation**

Au cœur de la promenade piétonne qui longe la rive, ce point d'écoute nous plonge dans l'espace sonore maritime d'Hammarby. La circulation automobile disparaît et seuls les quelques ferrys au loin fond trembler le calme végétal et animal qui règne. Cet espace public est l'illustration du « parc sonore » urbain à travers le calme qu'il procure et l'utilisation « ressourçante » qui en est faite par les habitants.

*Théâtre sonore*



**Figure 38 :photo du site et plan de localisation**

En bout de promenade, on écoute une connexion particulière entre parc et ville qui viennent chacun résonner dans ce théâtre habité. En effet, on est à la jonction entre une voie carrossable, une promenade piétonne et une autoroute urbaine un peu plus à distance. Chaque calque sonore se superpose avec une force relative et cet espace de transition fonctionne de manière assez fluide.

Les cœurs d'îlot nous ont semblé importants dans l'approche d'investigation sonore du quartier, car ils combinent espace public urbain et espace privé. Les BLTC sur les façades agissent ainsi à la manière d'un sas entre le logement et la rue et l'on peut écouter ainsi les différents usages et paysages sonores.

#### *Terrasse Communautaire*

Il s'agit ici en réalité d'un espace semi-privé réservé aux résidents. On n'y entend quasiment aucun fond sonore urbain puissant si ce n'est un très léger bourdonnement lointain. La tranquillité de cette séquence n'est troublée que par quelques événements sonores discontinus type piaillage, sifflement. L'espace sonore semble très ouvert et ne résonne pas, on a l'impression de surplomber alors que l'on est en bas.

#### **Revue typologique du bâti**

On a pu constater, lors de l'appréhension physique du site, une diversité d'opérations bâties qui proposent diverses approches de l'espace sonore urbain. Ainsi nous avons catégorisé le quartier d'hamarby en trois catégories relatives aux ambiances sonores :

Les zones dynamiques et protégées qui constituent les frontières aux secteurs d'activités et de circulation, les zones habitantes où l'habitation et les modes doux dominent et cohabitent, et enfin les espaces ouverts et publics qui fabriquent soit une articulation des deux secteurs précités, soit une respiration reliée à un extérieur sonore du quartier.



zones dynamiques et protégées



zones habitantes



zones des espaces ouverts et publics

### Zones accessibles durant la semaine d'étude

Via les différents dispositifs étudiés, nous avons pu appréhender les ambiances sonores du quartier dans ces trois typologies d'espaces sonores et urbains. Malgré les difficultés à connecter les BLTC entre eux et ainsi à pouvoir effectuer en une semaine un recueil exhaustif des ambiances sonores au balcon, on propose dans les fiches de dispositifs de découvrir trois dispositifs en zone dynamique, ainsi qu'une dizaine en zone habitante. Les espaces ouverts et publics ayant été cités plus haut et détachés des fiches dispositifs axées sur les balcons/terrasses et loggias.

### Conclusion

L'ensemble de ces observations, couplées aux fiches descriptives détaillées des dispositifs nous permettent de décrire les caractéristiques sonores du quartier comme fortement liées aux environnements projetés. On peut ainsi établir une relation directe entre espace, forme urbaine et ambiance sonore, et, malgré certains espaces moins bien traités, constater un soin apporté à la qualité de cette dernière qui s'accorde au soin apporté aux espaces architecturaux et urbains.

### 2.3.5 Trapèze de l'Île-Seguïn, Boulogne-Billancourt, Hauts-de-Seine, France (TIS)

Sur d'anciens terrains des usines Renault à Boulogne-Billancourt (deuxième ville d'Île-de-France après Paris et pivot du pôle économique du Sud-Ouest de la capitale), ce quartier comporte plusieurs secteurs : l'Île Seguin, le Trapèze et le quartier du Pont-de-Sèvres. Le quartier du Trapèze, qui a été précisément l'objet de notre relevé, est présenté ci-dessous :



Figure 39 : vue satellite du quartier du Trapèze, Boulogne-Billancourt (92100)

Depuis les années 1990, après la décision de fermer les usines de Billancourt et durant le processus de nettoyage, puis de désamiantage du site, de nombreux projets ambitieux pour sa réhabilitation ont été proposés. Les ambitions de rénovation pour le quartier du Pont-de-Sèvres ont pu se concrétiser grâce à la signature en 2008 de la convention ANRU, qui a permis de réunir des financements importants de la part d'un grand nombre de partenaires institutionnels. La SAEM Val-de-Seine est l'aménageur de ce projet.

- **Maîtrise d'ouvrage** : Ville de Boulogne-Billancourt
- **Équipe de maîtrise d'œuvre** : de nombreux architectes, parmi lesquels Patrick Chavannes (Trapèze), Jean Nouvel (Île-Seguïn) et Christian Devillers (Pont-de-Sèvres) dans le rôle d'architectes de coordination

**Promoteur / Constructeur** : nombreux promoteurs répartis sur les lots

D'une superficie de 74 ha, le quartier du Trapèze est composé de logements, de surfaces commerciales, de bureaux, d'une résidence pour étudiants, de parcs urbains et d'écoles.

#### Programme : 2008-2018

- 74 ha
- 850.000 m<sup>2</sup> dont 382.300 m<sup>2</sup> de logements et de résidences (1/3 de logements sociaux).
- 281.000 m<sup>2</sup> de bureaux, 186.000 m<sup>2</sup> d'activités, équipements collectifs et commerces.

Le nouveau quartier devrait compter 12.000 habitants et plus de 10 000 emplois

Il est bordé au sud par la D1 et le quai Georges-Gorse (circulation très intense), au nord par la rue Yves-Cermen, à l'est par le cours Émile-Zola, et à l'ouest par la rue du Vieux-pont de Sèvres. Le quartier est desservi par plusieurs ruelles : d'ouest en est, la rue Marcel-Bontemps et l'avenue Pierre-Lefauchaux, et du nord au sud transversalement par l'allée Robert-Doisneau.



Figure 40 : plan-masse



Figure 41 : photos de logements dans le quartier du Trapèze

Plusieurs agences d'architecture ont travaillé dans ce quartier. La variété des réponses réalisées par les différents architectes est renforcée par une très large palette de matériaux.

En résumé, nous avons sélectionné ce terrain pour les raisons suivantes :

- label écoquartier,
- nouveau quartier développant une urbanisation basée sur la mixité avec un équilibre entre habitations, bureaux et espaces verts,
- logements neufs variés aux niveaux des façades (présentant une typologie de balcons, terrasses, loggias, double peau intéressantes),
- programme mixte (activités, logement, espaces publics)
- partager mieux les espaces publics, limitation de la place de la voiture à l'intérieur du quartier.

Ce terrain a été étudié au mois de septembre 2014. Nous avons repéré environ 7 dispositifs en façade et 28 dispositifs dans l'espace public, comme le montre la carte ci-dessous.

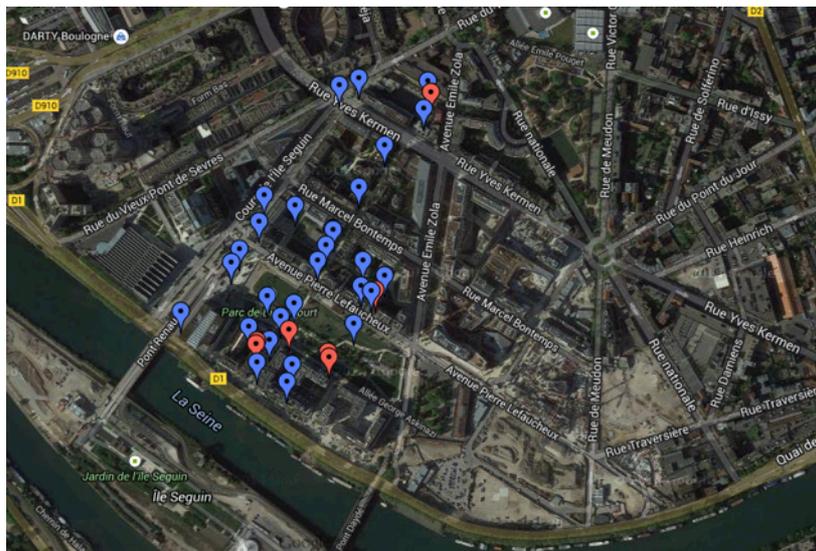


Figure 42 : visualisation des points d'écoute sur Google Map

Le parc, espace central, divise le quartier en deux. Il s'agit d'une allée piétonne traversant le quartier et le parc selon les axes nord/est - sud/ouest ; allée Robert Doisneau. Au milieu de l'allée, l'espace sonore est protégé de la circulation à la fois par l'abaissement du niveau du parc par rapport au quartier (le parc est un creux), et par les bâtiments enveloppant le parc, surtout dans la partie sud. Le parc apparaît comme un espace tampon (entre les deux parties du quartier) proposant une ambiance particulière. Le passage de l'allée dans le parc constitue l'expérience d'« un jardin traversé » que l'on réalise chaque jour : on la traverse pour rentrer chez soi ou aller en ville.

L'ambiance paisible du parc s'impose par le rythme de la marche, lent comme si l'on se promène. Le revêtement au sol de l'allée, avec des grands carreaux en béton, aide à entendre le corps est en mouvement (on entend les pas, les talons). De plus, l'espace sonore se configure dans le temps : le retour des enfants de l'école le midi et en fin d'après midi. Ils s'installent au parc avec leurs familles souvent sous des formes des pique-niques entre voisins. La sonorité se manifeste par les cris et les rires des enfants, leurs pas, la discussion de leurs parents.

Plus haut, le cours de l'île Seguin. Il s'agit d'un espace public devant l'entrée d'un siège administratif (Texas Instruments France et Beafour Ipsen Pharma) et donnant sur le parc. La circulation enveloppe l'espace sonore avec un effet surexposition visuelle sur le parc, le sol est couvert par des chapes en béton et une partie aménagée est en sol stabilisé.

Utilisé comme « Esplanade de rencontre », cet espace est très fréquenté par les employés des entreprises environnantes. L'espace est davantage fabriqué par le son de la parole et des pas. Cette situation sonore a lieu dans des temporalités clés dans l'utilisation de l'esplanade (les employés sortent ici pour manger au parc). Entre midi et deux, on assiste à un concert de conversations dans l'espace public. On entend des pas, des paroles qui s'approchent et qui s'éloignent. Le muraille encerclant le parc est utilisé pour s'asseoir et manger tout en permettant la discussion. Il y a une ambivalence entre les sons proches et humains et le son limitrophe de la circulation et des travaux. Les chants des oiseaux et le vent apparaissent de temps en temps à l'écoute.

Traversant l'avenue Pierre Lefauchaux, au rez-de chaussée, il y a des terrasses des cafés-restaurants qui servent aux employés du site. Les terrasses des restaurants sont des endroits de rencontres et de discussions qui donnent de l'intensité aux ambiances sonores du site. Le trottoir est dominé par une ambiance vocale sur table (le son des assiettes et verres) qui se mêle avec une ambiance de motricité, de passage piétons et de circulation. La parole du public des terrasses crée des micromilieus sonores enveloppés dans le trafic de l'avenue.

Nous entrons le quartier par l'allée Robert Doisneau, qui monte jusqu'au l'allée El Quafi Boughera. Il s'agit d'une allée piétonne centrale limitée par des bâtiments résidentiels. L'école maternelle placé au milieu de l'allée fait un pôle d'attraction. Donnant l'image d'une « Fourmilière Résidentielle Linéaire », l'allée est très fréquentée dans les moments d'aller et de sortie de l'école. Ambiance de passage configurée par une motricité linéaire. Des pas pressés configurant l'écoute, l'espace sonore est marqué par beaucoup de va et viens, par des voix issues des discussions parents-enfants, les cartables trainés sur le revêtement du sol. L'espace sonore est protégé de la circulation et de la rumeur urbaine. La particularité de cette ambiance se trouve dans son caractère résidentiel et en même temps animé aux certains moments de la journée.

Rentrant dans une cour végétalisée et aménagée par des chemins en sol stabilisé. La cour est un espace fermé ayant une ambiance intérieure où les bâtiments entourant l'espace fait une coupure sonore. La cour est un univers replié sur soi-même et qui sonne de sa propre vie. Fond sonore calme mais animé par les enfants qui jouent et les discussions entre voisines. Le sol configure l'espace sonore avec la motricité des enfants. Avec un effet de réverbération, la cour reçoit les sons venants des appartements et balcons à l'entour. Davantage une « cour de sociabilité », selon le déroulement de la journée des activités tournent en créant des zones sonores distinctes: horizontale dans la cour ou verticale sur la façade.

Les images suivantes viennent illustrer cette description de l'environnement sonore du quartier,





### 2.3.6 Vigny-Musset, Grenoble, France (VM)

La ZAC Vigny-Musset est une opération de grande envergure engagée par la municipalité de Grenoble au sud de la ville dans les années 1990. L'équipe GKP/AKTIS urbanistes avec TER paysagistes a été retenue en 1992 à l'issue d'un concours international d'urbanisme. La ZAC se trouve parmi les quartiers sud de Grenoble, entre la Villeneuve et le Village olympique. Il est desservi par une ligne de tramway et plusieurs lignes de bus. Le projet Vigny-Musset s'articule autour d'un axe nord-sud existant, l'avenue Marie-Reynouard. L'objectif était de relier ce quartier à la ville par les espaces publics et des équipements structurants, de tisser des liens est-ouest avec les quartiers environnants.

Plus précisément, le quartier Vigny-Musset est présenté ci-dessous :



**Figure 43** : vue satellite du quartier Vigny-Musset, Grenoble, France (source : googlemap)

La ZAC Vigny-Musset était lancée sur une idée-clé : « reconstruire la ville sur ville ! », sur d'anciennes friches industrielles. La ZAC encerclée par deux quartiers en dégradation : la Villeneuve et le Village olympique, ce qui exige de créer une identité du quartier pour attirer les habitants dans les quartiers sud de la ville : un quartier environnemental avec des bâtiments HQE.

La forme spatiale est celle des îlots résidentiels fermés autour des jardins dits « bijoux », comme les appelle Loizos Savva, directeur d'AKTIS ARCHITECTURE, pour répondre à un objectif majeur de lisibilité et de reconnaissance des espaces. Cette forme crée une distinction nette entre les espaces publics et les espaces privés. Les gabarits d'immeubles (R+4+2) avec rez-de-chaussée surélevé d'un mètre, quatre étages courants et deux étages en retrait de deux mètres sur toutes les façades pour diminuer l'impact des immeubles, et un parking souterrain. L'aménagement des halls d'entrée traversant crée des continuités visuelles entre la rue et le cœur de l'îlot. Ce quartier a été pensé et dessiné par différents architectes qui ont pu travailler séparément sur des bâtiments, ou encore sur des séries de bâtiments, en suivant strictement le cahier des charges pour obtenir une uniformisation logistique et technique.



**Figure 44** : Plan directeur, Vigny-Musset (source : AKTIS ARCHITECTURE)

Les commerces se trouvent au rez-de-chaussée sur certains boulevards et allées comme l'avenue Marie-Raynaud, avenue La-Bruyère et allée des Deux mondes. Le centre du quartier s'est construit autour d'un parc public dans la partie sud-est. En termes de paysage, il s'agit de percevoir un paysage urbain original, comme la promenade verte appelée allée des Romantiques largement plantée (comme une forêt linéaire). Le quartier profite d'une ambiance lumineuse et végétale comme dans une ville dans le jardin.

Programme :

- 1900 logements (20% locatif social)
- 40 logements étudiants
- 120 logements pour les personnes âgées ou handicapées
- 12 000 m<sup>2</sup> de locaux universitaire
- 30 000 m<sup>2</sup> de bureaux
- 5 500 m<sup>2</sup> de commerces
- Un groupe scolaire et un équipement public



**Figure 45: photo aérienne de Vigny-Musset depuis Grenoble (source : aktis-architecture.com)**

En résumé, le quartier Vigny-Musset été sélectionné comme terrain d'investigation pour les raisons suivantes :

- Le projet-référence pour penser et produire les écoquartiers à Grenoble. C'est un vrai laboratoire, et en même temps un quartier évolutif où l'on a appris des leçons du passé pour penser les nouvelles constructions dans le même quartier ou bien dans d'autres secteurs de la ville (comme la Caserne de Bonne).
- Il présente une forte présence des dispositifs de type balcon, terrasse ou loggia dans un environnement climatique particulier qui est celui de la ville de Grenoble.
- Il est le témoin d'une volonté de réduire la place de la voiture à l'intérieur du quartier et pour apporter un confort sonore et sensible en général.
- Il présente une forme urbaine et des îlots cohérents en termes de qualité des espaces de vie.
- Un urbanisme contemporain en îlots fermés et semi-ouverts, mais aussi une composition autour des espaces verts et dégagés.
- Un programme mixte qui articule activités professionnelles, logements, espaces publics et commerces.

Ce terrain a été étudié durant les mois de mai et juin 2014. Nous avons repéré 11 dispositifs en façade et environs 20 points d'écoute dans l'espace public, comme le montre la carte ci-dessous :\$

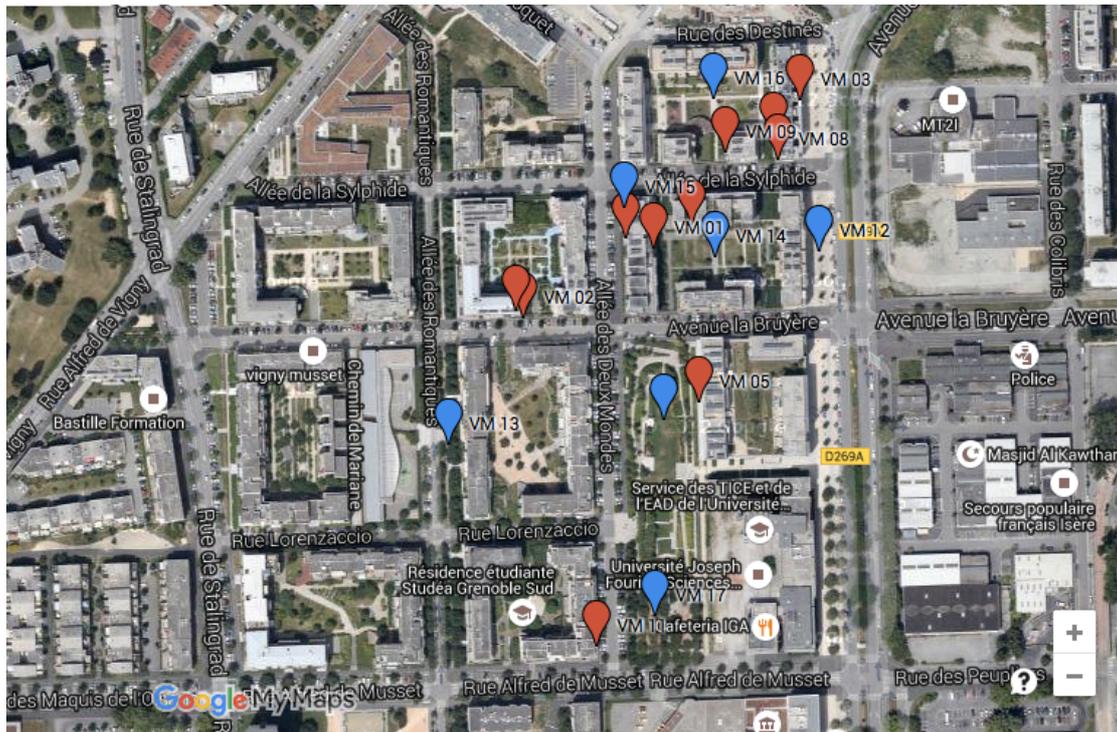


Figure 46 : Carte d’investigation, Vigny-Musset (outil et fond de plan : mapengine.google.com)

### Une vision architecturale : les bâtiments choisis

Une construction d’un immeuble de 39 logements en R+6 avec deux niveaux de parking en sous-sol. La conception de ce projet a été faite par AKTIS. Le bâtiment est orienté nord et sud avec des logements traversant. Les pièces orientées au nord sur la rue de la Sylphide possèdent des ouvertures de dimensions réduites. Au sud, par contre, les logements sont largement vitrés sur un cours intérieure pour bénéficier des apports solaires en hiver tout en bénéficiant des protections des balcons l’été par des brise-soleils en bois non traités.





Le projet se situe dans le ZAC Vigny-Musset, le long de l'allée de la Sylphide. Il s'agit de deux plots de logements à R+6, comportant 32 logements locatifs et 49 garages répartis en deux niveaux de sous-sol. La conception de ce projet a été faite par AKTIS. Les matériaux sont choisis en raison de leur pérennité, de leur faible coût d'entretien et leur faible impact sur l'environnement; bois non traité de type bambou ou châtaignier pour les remplissages des garde corps. Parement de façade ne nécessitant pas d'entretien et pérenne. Une structure métallique inoxydable est mise en place pour supporter et guider les plantes grimpantes. Habillant l'intégralité de la façade, cette structure agit comme un double peau, écartée de 80 cm de la façade, et d'où ressortent les balcons.



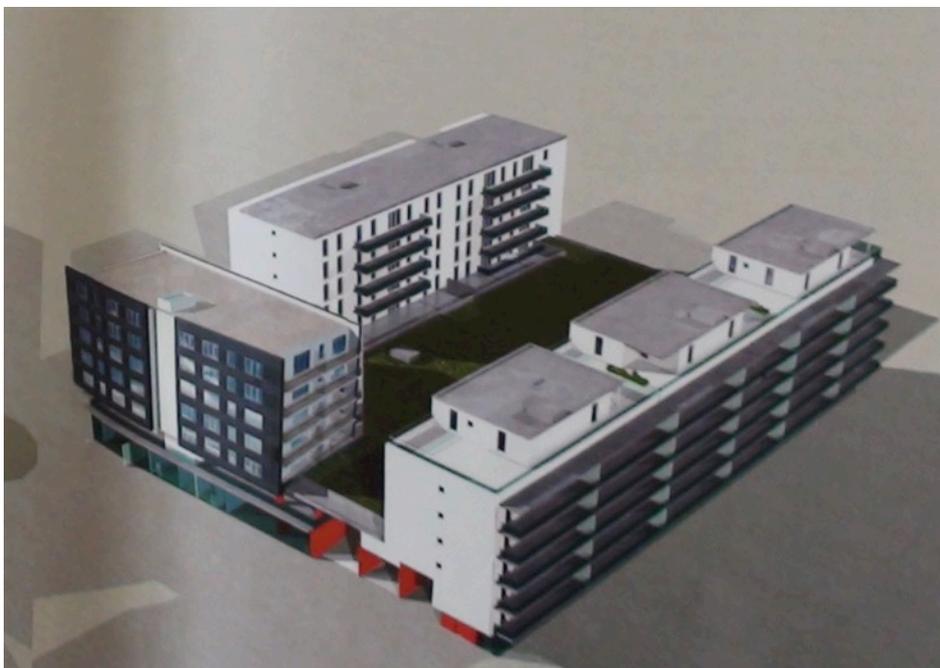


Une construction d'un immeuble de 56 logements en R+7 avec un niveau de parking en sous-sol. La desserte est assurée par une voie échelle : il s'agit de la rue Marie Reynoard. Présence de surfaces commerciales au rez-de-chaussée. L'auteur du projet est Herault-ARNOD Architectes qui a pensé de faire des appartements distribués par une large passerelle extérieure côté rue. L'entrée au logement s'effectue par un balcon privatif. Entre la passerelle et le corps principal du bâtiment sont disposés des volumes comprenant les stockages et les salles de bains, ils alternent avec des vides toute hauteur. Les ascenseurs et les coursives sont suffisamment larges pour circuler les vélos et constituent une promenade panoramique avec vues sur la chaîne de Belledonne. Les choix concernant les matériaux de structure vont vers le béton armé et la brique. Les revêtements de façades se composent bardage métallique.



Un ensemble immobilier de 102 logements sur les avenue Marie Reynoard et La Bruyère conçu par AKTIS. Le projet comprenant 3 bâtiments en R+6 avec 6 montées. L'ensemble des accès parkings et livraisons est situé sur l'avenue La Bruyère. Un sous-sol, Rez-de-chaussée et un premier étage commun sur la totalité de la surface de projet comprennent des surfaces commerciales et parking au sous-sol pour les habitants et parking du magasin au 1er étage sauf côté parc. A partir du deuxième étages, 3 immeubles de logements sont posés sur la dalle recouvert les stationnements en créant un cœur d'ilot planté et ensoleillé. L'architecte joue fortement sur l'opposition du socle commercial qui présente de grandes façades vitrées et les bâtiments d'habitation d'échelle et de façades différentes. Sur la côté jardin à l'ouest, un hall longitudinal relie trois montées d'escaliers de l'immeuble de logements en front de jardin public. Sur la façade côté jardin public, un système de panneaux coulissants en verre dépoli sur toute la longueur de chaque balcon a été utilisé afin

d'animer la façade et permet à la fois la création d'espaces tampons protégés, en assurant intimité et protection solaire à l'ouest pour les habitants



Une construction conçue par GKP Architecture de 55 logements en R+6 et un parking en sous-sol. L'orientation nord-sud de ce bâtiment a largement conduit la démarche architecturale du projet. La façade sud donne sur le cœur de l'îlot. C'est sur cette façade qu'est distribuée la quasi-totalité des séjours, eux-mêmes augmentés de larges loggias. Ces loggias ont, par leur profondeur, un rôle important de protection du soleil du sud pendant l'été, ce qui permet d'ouvrir largement cette façade. Elle se présente comme une grille très régulière résolvant en même temps que les problèmes solaires, le problème de l'échelle du bâtiment sur le cœur de l'îlot. Les chambres sont distribuées sur la façade nord avec des fenêtres plus petites. Cette façade est découpée en quatre volumes en saillie séparés par les cages d'escalier. Les matériaux de façade sont le béton pour les loggias, des panneaux de fibre de couleur gris en protection de l'isolant.



Ce projet comprend un immeuble de 31 logements conçu par AGORA. Le bâtiment est en R+6 avec 2 niveaux de parking enterrés, RDC surélevé et en retrait, 4 niveaux d'étage courant, retrait sur les derniers niveaux en ménageant de grandes terrasses associées aux duplex. Le corps principal est un volume central dur dont les 2 façades, sur cœur d'îlot et sur rue. Il y avait une volonté de créer un bâtiment compact à forte inertie, permettant d'obtenir des logements traversants prolongés sur l'extérieur par larges terrasses ayant des brise-soleils en panneaux coulissants en alu laqué. La même matériel a été utilisée pour les brise-soleils devant les fenêtres de la façade est. La structure est en béton armé avec une isolation par l'extérieur.



### A l'écoute du quartier :

Nous sommes à l'entrée principale du quartier à l'avenue Marie Raynouard (VM12). Ce dernier est de 50 m de largeur dont un large trottoir de 20 m de large. Ambiance bruyante issue de plusieurs sources de mobilités juxtaposées de tous types: piétons, vélos, poussettes, voitures qui partagent l'espace. Le parcourant est immergé dans un « métabolisme linéaire » : celui qui gare sa voiture, les vélos qui passent à côté, les piétons qui discutent en déplacement. L'avenue est davantage un lieu de passage où le corps et les regards se trouvent dans un état mobil.

Certaines activités fonctionnent comme point de rencontre comme le supermarché, le restaurant, le café qui participe au caractère microcosme des scènes sonores incluses dans le contexte sonore et urbain. Un effet d'inclusion se produit le long de l'avenue à la fois par la forme construite (couverture de la terrasse du restaurant) et la forme sociale (rencontre), comme s'il y a une ambiance dans l'ambiance. Bref, un effet d'emboîtement par l'ambiance vocale quand la terrasse du restaurant est ouverte qui cadre un territoire sonore particulier. Ces dernières ajoutent un dynamisme sono-temporel selon leurs ouvertures/fermetures. Dans ces espaces, le corps est immobile toute en gardant la mobilité du regard qui caractérisent les personnes installées et qui disposent le paysage et se co-observent.

Nous entrons le quartier par une rue résidentielle de 22m de large. Le calme domine l'espace avec des petites émergences vocal à l'entour. Nous sommes immergé dans l'ambiance micro-locale : des gens qui traversent le trottoir, la circulation, le fait de garer sa voiture. Puis, il arrive à nos oreilles des sons venant d'un des balcons. Il s'agit de manger sur terrasse en famille. Cet événement attire l'écoute et le regard des piétons qui lèvent la tête pour chercher la source sonore.

Un événement qui est mis en partage par le son et par le visuel (VM15). Le plan sonore se joue avec le visuel ; les volets ouverts expriment un geste de partage de ce moment intime de joie et une volonté de s'exposer. Le paysage sonore de la rue change avec ce type d'évènement où il reçoit l'intimité d'une manière sonore et visuel. Ces événements évoque chez le parcourant de la rue une sensation de sécurité lié à la présence de l'autrui « d'accompagnement » surtout pendant la nuit.

En se baladant, nos pas nous amène à une allée plantée où la présence végétale est intensifiée (VM13). Allée de 25m de largeur, une voie de voiture et un chemin planté de piéton. Promenade plantée avec des arbres alignés sur les côtés. Les feuilles d'arbres des deux côtés se rencontrent formant un toit végétal enveloppant le baladeur.

L'intensité de bruissement des feuilles d'arbres ce qui constitue le phénomène sonore le plus présent à l'écoute. Il enveloppe des petites émergences sonores corporelles (comme les pas) ou vocales (conversation). Souvent la parole arrive à l'écoute d'en haut - des balcons entourant - comme un chuchotement. Sans être capable de voir les gens au balcon, on a l'impression que les arbres sont habités. La combinaison des effets sono-visuels par la verdure, les chants des oiseaux crée une ambiance

«romantique», douce et agréable. Cette promenade est assez fréquentée l'après-midi. Avec ce rythme calme et à cause de la proximité corporelle quand on parcourt l'allée, les regards se croisent, un bonjour est échangé entre les passants.

L'école maternelle placée sur l'allée crée un rythme sonore et temporel avec l'arrivée et la sortie des élèves. Une ambiance dense substitue le calme où la sonorité devient d'avantage vocale avec la rencontre des enfants et des familles. L'entrée de l'école devient un lieu de rencontre des parents et des enfants où le corps est plus immobile, en situation debout ou assise. L'intensité de l'ambiance s'enfouie petit à petit et le calme prédomine.

Entrant dans une cour intérieure de 70m x 30m (VM14). Le sol de pelouse entouré par des plantes. Le changement de niveau dans la cour est fait d'une manière très douce qui donne enfin l'impression d'un tapis vert. La cour traversée par des chemins en gravier et une voie en bois. Le type d'aménagement de la cour en forme «lisse» c'est-à-dire pelouse sans obstacles verticaux, provoque l'utilisation de la cour comme un terrain de foot joué presque tous les jours.

Espace sonore interiorisé par une configuration urbaine close. La rumeur urbaine au fond est reculée. Dans l'arrière fond grave de voitures rappellent l'organisation urbaine. La configuration urbaine mise en scène un partage de l'intimité. Sonorité davantage résidentielle issue des cris des enfants dans la cour, qui sont au premier plan sonore, avec une réverbération sur les voix, puis autre événement comme manger chez soi, faire la fête, discussion haut / bas entre les parents et les enfants.

Le revêtement du sol en bois ou en gravier configure l'espace sonore quand les enfants se présentent dans la cour. Les moments de calme donnent un aspect intimiste avec la présence des chants des oiseaux.

À la tombée de nuit, le son se joue avec la lumière. L'on sait qui est réveillé, qui est au balcon. De loin et derrière les vitrages on voit des silhouettes mobiles, ce qui donne une continuation d'une sensation d'accompagnement important.

Nous sortons de la cour pour aller au parc de Vigny Musset (VM18). Espace vert de 140m x 45m où la pelouse couvre le sol comme un tapis vert avec des limites bien cadrées par des arbres et des arbustes. Le parc est traversé par quelques chemins de piéton en béton désactivé.

Ambiance calme et naturelle dominée par des chants des oiseaux, bruissement des feuilles d'arbres, l'eau qui coule. Ce paysage sonore est protégé de la voix de circulation de voiture. La protection sonore est renforcée par un isolement visuel. La surélévation de la partie nord du parc donne une vue panoramique toute en orientant le regard vers l'espace vert.

Cet arrière fond calme mise en scène une sonorité vocale issue de rencontre. Les enfants se présentent à l'écoute par leurs pas, cris, rouler leurs vélos, jouer au ballon. La temporalité journalière ou saisonnière jouent un rôle important dans le changement de l'ambiance car le parc accueille certains événements, des fêtes à l'échelle du quartier où l'ambiance devient assez animée et dense par les voix et la musique.

À l'échelle du quartier, le parc joue un espace tampon sonore entre l'éducation et la résidence avec une ambiance de détente. Il est un espace vert ayant un critère social, utilisé comme le centre social où l'espace public du quartier où l'on rencontre pour discuter, entre hommes, femmes ou en famille. Il accueille les événements des quartiers les fêtes, où les habitants du quartier sont censés à se rencontrer. Il joue un rôle important dans la création de sentiment de voisinage. La partie nord est surélevée du niveau de la rue ce qui amène les jeunes, au soir, à se regrouper dans un endroit où l'on voit sans vraiment être vu. Ils prennent souvent un sandwich des restaurants à côté et les mangent dans le jardin.

Avançant plus au sud, il y a une aire de jeux pour les enfants et devant un espace pour s'asseoir, jouer au foot (VM17). C'est un espace Carré de 45m x 45m, divisé en deux par une grille métallique de 1,00 m d'hauteur pour les petits enfants. Le sol en sable et en dalle amortissant caoutchouc. Grands arbres dispersés sur l'aire de jeux. En terme sonore, nous sommes plongés dans une proximité sonore. Les cris des enfants, leurs mouvements corporels sur le sol se trouvent au premier plan sonore. Ambiance de motricité configurée par le revêtement du sol en sable évoquant une sonorité particulière par les pas, les vélos, les petites voitures, etc.

L'espace se présente à l'oreille comme un espace de sociabilité où la parole parent-enfant, entre enfants, entre parents configure l'ambiance. La voix de circulation est bien reculée en arrière fond. Sur un deuxième plan d'écoute arrivent la circulation de loin qui pénètre l'espace sonore de temps en temps. Cette ambiance est bien emboîtée par une organisation spatiale et par l'effet de masque créée par les sons proches.

L'espace suit une temporalité journalière: les petits enfants avec les nounous les matinées ou bien les personnes âgées dans l'espace ouvert, puis les enfants plus grands après l'école. Ce rythme journalière rendre l'espace un endroit social pour la rencontre en familles.

L'ambiance sonore à l'échelle du quartier, il a sa propre sonorité, et il est déconnecté par le son à son entourage. On n'entend la ville de Grenoble sauf si l'on monte dans les derniers étages, ou bien si le balcon donne sur les boulevards limitrophes. À l'intérieur du quartier, l'image de la « ville dans le jardin » se reflète sur l'ambiance sonore, qui reste calme malgré l'émergence de la circulation assez présente dans les enregistrements sonores. La forme en îlot donne une présence importante des voix des enfants, comme phénomène sonore le plus important composant le paysage sonore du quartier. Ils jouent en toute sécurité dans la cour, dans le jardin, sur les balcons, etc. Bref les enfants sont là dans les espaces.

Puis arrive la sociabilité et les voix humaines, qui donnent l'image d'un espace type villageois, des connexions haut-bas, dans le jardin comme vrai espace central du quartier, autour du commerce. A l'écoute, il ressemble au centre du village mais en terme spatial, l'espace est vaste et inclus dans le vert. Dans cet espace, la voix humaine est assez présente sur les façades : discuter, manger, faire la fête, repas familiaux, etc. Il faut signaler que la forme urbaine en îlot provoque une réverbération particulière sur les sources sonores ; elles sont parfois filtrées (atténuées), et parfois amplifiées, traduisant des situations d'habitat très exposées.

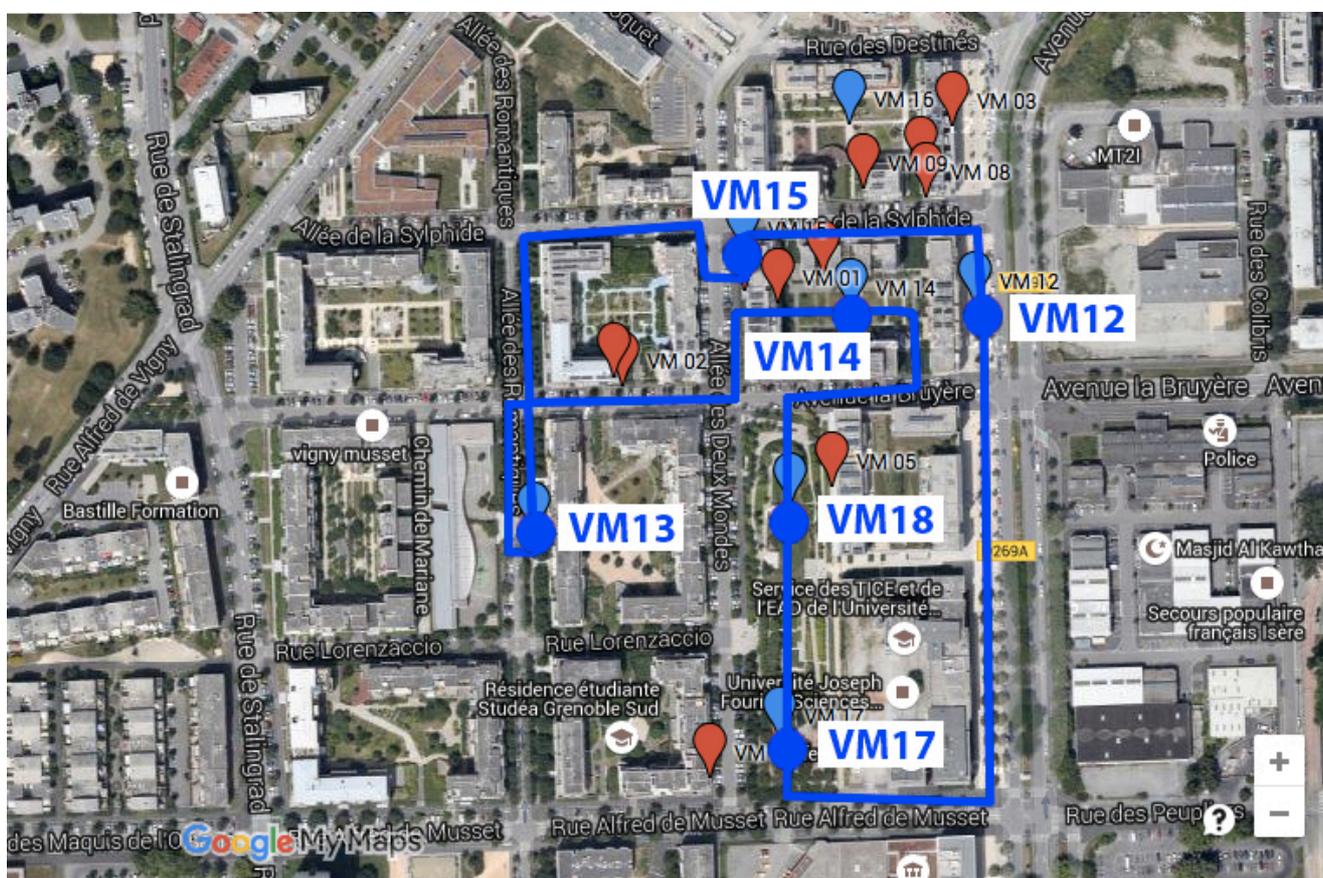
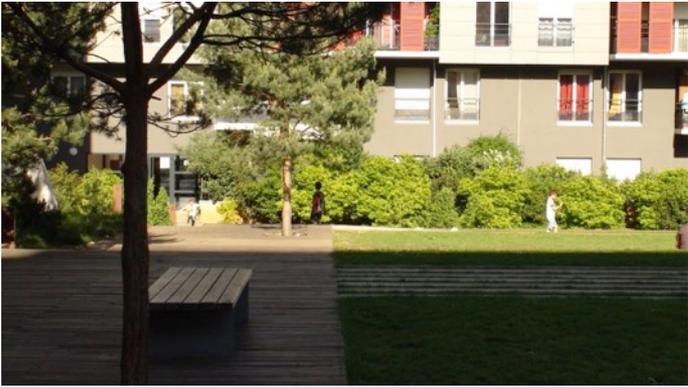


Figure 47 : Parcours sonore au quartier Vigny-Musset qui traverse les points d'écoute en bleu





## Références du terrain

[http://www.ville-amenagement-durable.org/operations/files/fiche\\_zac\\_vigny\\_musset.pdf](http://www.ville-amenagement-durable.org/operations/files/fiche_zac_vigny_musset.pdf)

[http://www.ville-amenagement-durable.org/operations/files/fiche\\_zac\\_vigny\\_musset.pdf](http://www.ville-amenagement-durable.org/operations/files/fiche_zac_vigny_musset.pdf)

[http://infos.grenoble.fr/plu/Sommaire/E/E\\_7\\_5.pdf](http://infos.grenoble.fr/plu/Sommaire/E/E_7_5.pdf)

<https://www.youtube.com/watch?v=WnvgEp7Zzz4>

### 2.3.7 Remarques générales sur les terrains sélectionnés.

En guise de conclusion sur la présentation des terrains, nous pouvons dresser le tableau comparatif suivants. Les quartiers de tout évidence n'ont pas la même échelle.

**Tableau 1** : tableau comparatif des terrains d'étude

Nom des terrains	Dates et Durée de l'opération	Superficie (ha)	Population (nbre)	Logements (nbre)	Surface commerciale (m2)
<b>CB</b>	2005-2014	8,5	-	850	15 000
<b>EC</b>	2006	63	13 000	5 577	62 000
<b>FV</b>	(1935) 1996-2007/ 2016	9,8	2 500	20 000	150 entreprises / 700 emplois
<b>HS</b>	1994 – 2010/16	200	20 000	10 000	200 000
<b>TIS</b>	2012 – 2018	74	15 000 – 18 000	5 000	27 000
<b>VM</b>	1995 -2014	22	15 000 à 18 000	1 900	5 500

Ce tableau montre bien la contemporanéité de nos terrains d'étude qui, même s'ils ont été construits pour certains il y a presque cent ans, ont été rénovés récemment. Les tailles sont variables entre 8 et 200 ha, et en conséquence la population accueillie peut varier d'un facteur 10 (entre 2 000 et 20 000). Le programme est aussi en conséquence variable et propose toujours des logements, des commerces et des services.

Ces terrains nous permettent aussi d'aborder sur plusieurs aspects la question de la durabilité. En effet ce sont des propositions réalisées il y a quelques années et nos observations sur les questions sonores, (mais les entretiens vont au-delà de ça) montrent bien comme la question de la densité est importante. Si ces espaces intermédiaires sont une réponse architecturale à cette question, qu'en est-il de leur partage sensible et social avec les espaces privés et publics ?

## 2.4 Méthodologie *in situ*

### 2.4.1 Temporalités et spécificités des terrains d'étude

5 terrains sur les 6 sélectionnés ont fait l'objet d'investigations entre mai et septembre 2014. Le 6<sup>ième</sup> terrain ainsi que certains retours sur des terrains de 2014 a été réalisé au début de l'été 2015 entre le 1<sup>er</sup> Juin et le 30 Juillet 2015. En effet, comme nous le précisons dans nos intentions, notre ambition était d'étudier ces dispositifs lorsqu'ils sont exemplaires et remarquables. En conséquence, ces espaces étant plus investis le printemps et l'été, nous avons concentré nos efforts pour les étudier pendant ces périodes. L'objet de notre travail n'était pas d'évaluer les qualités sonores de tous les dispositifs à chaque période de l'année (été, automne, hiver et printemps) et de la journée (matin, après-midi et soirée), mais bien d'être présents sur les sites quand ils sont en pleine activité, c'est-à-dire :

- à la fin du printemps et pendant l'été,
- quand ils sont encore occupés (en dehors des grandes pauses estivales liées aux congés),
- aux heures de la journée quand ils sont les plus occupés. Pour les balcons, loggias et terrasses, toute la journée en fonction des rythmes d'usages, à la sortie des écoles, les week-ends, etc.

Concrètement, avant le déplacement *in situ*, nous avons échangé avec nos correspondants et avec des personnes-relais sur les sites pour déterminer avec eux la meilleure période pour venir observer nos terrains. Chaque site avait aussi sa spécificité, ses rythmes, et les enquêteurs ont adapté leur temps de visite en fonction de ces éléments.

Pour tous les terrains, nous souhaitons les observer dans leur mode courant de fonctionnement, mais nous sommes restés aussi attentifs à des situations exceptionnelles : Fête de l'Été, Fête de la Musique, fêtes de quartier, matches de foot de l'équipe nationale lors du Mondial 2014, etc. Ces événements, même s'ils ne sont pas représentatifs du comportement ordinaire du quartier, sont intéressants à étudier, car la densité et l'intensité des phénomènes sonores souvent associés à ces événements permettent peut-être de révéler certains traits caractéristiques du quartier : transparence sonore du quartier aux sons lointains, présence de groupes sociaux animant les espaces publics, usages intensifs des équipements publics, sociabilité particulière, etc.

Dans le détail, on peut préciser que :

- En Suède, à Hammerby, le travail de terrain a eu lieu bien avant les vacances scolaires de juillet et autour du 21 juin, qui est aussi le solstice d'été. Notre ambition était donc d'être présents aux moments où les Suédois fêtent le passage du printemps à l'été : Fête de l'eau et Fête européenne de la musique, fêtes de quartiers, etc.
- En Allemagne, dans le Quartier français, le travail de terrain a eu lieu pendant la coupe du Monde (phase de qualifications pour le tableau final – hasard de calendrier et du succès de l'Allemagne).
- Pour les 2 terrains grenoblois (Vigny-Musset et Caserne de Bonne), leur proximité nous a permis d'étaler nos enquêtes et relevés sur plus d'un mois afin de saisir au plus près leurs différentes expressions sonores.
- à Boulogne-Billancourt, le Trapèze de l'Île-Seguin a été étudié à la rentrée scolaire de septembre 2014, alors que les beaux jours étaient encore présents. Un retour sur le terrain a eu lieu en Juin 2015.
- L'Ecociudad de Sarriguren en Espagne, a été visité à la fin du printemps peu de temps avant le début des festivités de Pampelune (ville voisine) dans la région.

### 2.4.2 Relevés *in situ*

Les relevés *in situ* se sont déroulés selon les mêmes principes méthodologiques. Ils ont d'abord été testés sur le terrain de Vigny-Musset à Grenoble, puis mis en œuvre sur les autres. Plus précisément, les terrains ont été investis selon le calendrier suivant :

**Tableau 2** : dates des déplacements *in situ* sur les terrains d'étude

n°	Nom	Dates
01	Caserne de Bonne, Grenoble, France	15 juillet - 5 août 2014 Retour Juillet 2015

<b>02</b>	EcoCiudad, Sarriguren, Espagne	Juin 2015
<b>03</b>	Französisches Viertel, Tübingen, Allemagne	20 - 30 juin 2014
<b>04</b>	Hammerby, Stockholm, Suède	20 - 30 juin 2014
<b>05</b>	Trapèze de l'Île-Seguïn, Boulogne-Billancourt, France	10 - 19 septembre 2014 Retour Juillet 2015
<b>06</b>	Vigny-Musset, Grenoble, France	15 mai - 30 juin 2014 Retour Juillet 2015

La présente méthode a été appliquée sur tous les terrains et se déroule en 2 temps principaux : un temps de repérage et de pré-analyse, et un temps de production.

### **Temps 1 - Repérages et pré-analyse**

Il est évident qu'un travail de terrain se prépare tout d'abord *in vitro*, par l'étude de différents supports d'informations sur les terrains :

- présentation des terrains dans des ouvrages, sur internet,
- acquisition des documents d'urbanisme, des plans,
- visites *in situ* (si le terrain est proche) à différents moments de la journée et de la semaine,
- prévisualisation des terrains sur internet via Google Earth, Google Maps, StreetView, les services cartographiques de Bing, etc.,
- consultation d'archives photographiques (en ligne), dans des revues, etc.

Cette phase accomplie, les chercheurs ont alors procédé à une phase de repérage *in situ*. Il s'agit tout simplement de parcourir le quartier, de l'écouter, de l'observer et de noter ce dont on est témoin et qui intéresse notre recherche. Concrètement, il s'agissait donc de :

- marcher sur les terrains et écouter / regarder / observer / noter ;
- parcourir les terrains à différents moments de la journée / soirée / nuit : comprendre les rythmes des lieux, les usages récurrents, observer / écouter / noter ;
- repérer les formes urbaines et les balcons, loggias, terrasses et coursives remarquables, puis construire petit-à-petit les coupes d'études ;
- réaliser quelques premiers enregistrements de repérage, dans les espaces publics en particulier ;
- prévoir un carnet de note pour préciser pour chaque fragment la date, l'heure, sa position GPS, un descriptif rapide (par exemple : « Grenoble, mercredi 17 avril, beau temps, sans vent, ambiance de quartier tranquille, voix de voisinage par intermittence, présence forte du chant des oiseaux, émergence du passage d'un vendeur de poissons, retour de l'ambiance de quartier, fin. ») ;
- avoir un plan sous la main pour noter les lieux de prises de son et de relevés ;
- commencer à prendre des rendez-vous avec des habitants pour les futurs relevés à domicile.

Cette première phase de parcours de découverte a duré plusieurs jours. L'idée est de se laisser surprendre par le terrain, mais aussi de confirmer sa compréhension du site en le pratiquant. C'est pour cette raison que les enquêteurs logeaient sur place (dans les quartiers d'étude) pour mieux s'imprégner des ambiances ordinaires des sites : ils louaient des chambres chez l'habitant.

Avoir un magnétophone à la ceinture n'est pas quelque chose de discret et de courant dans l'espace public. Il se peut que des habitants du quartier curieux de nos activités viennent alors nous demander ce que nous faisons. Ce fut l'occasion de faire un entretien avec eux dans l'instant et/ou de prendre rendez-vous pour la seconde phase dans leurs logements ou leur local d'activités.

Grâce à ces premières visites, les chercheurs ont repéré les dispositifs pouvant avoir un intérêt pour notre recherche. Ce premier travail a permis au chercheur de dessiner les coupes d'études sur les quartiers. Ce principe méthodologique a été appliqué à tous les terrains. Cependant, parfois le chercheur étudiait des sections de coupes pour pouvoir mettre en valeur certains dispositifs.

La deuxième phase pouvait alors commencer, avec pour objectif de renseigner ces coupes du point de vue de leurs qualités sonores.

## Temps 2 - Production

L'objectif est à la fois de décrire ce qui se passe sur un terrain d'étude, mais aussi de donner les conditions minimales d'existence de ces phénomènes observés pour qu'ils puissent être réinterprétés par d'autres architectes et sur d'autres terrains. L'expérience sur ce type de démarche a montré à de nombreuses reprises que le chercheur n'observe qu'une situation où toutes les interactions entre les dimensions physiques, sensibles et sociales des ambiances ont déjà eu lieu. En conséquence, le travail d'observation et de relevés doit conserver cette « triple focale » pour pouvoir démêler les liens de l'ordinaire. Autrement dit, nos protocoles se répartissaient ainsi :

- Relevé des **dimensions physiques** des ambiances sonores, avec à la fois le relevé des formes, des volumes et de la matérialité des dispositifs étudiés (relevés architecturaux des BLTC et des formes urbaines), mais aussi avec une série de mesures acoustiques : mesures de Leq, Lmin, Lmax et enregistrement de la réponse impulsionnel du BLTC lorsque cela avait un sens<sup>1</sup>.
- Relevé des **dimensions sensibles** des ambiances sonores, avec principalement des prises de sons *in situ* réalisées avec un matériel professionnel d'enregistrement. Ces prises étaient réalisées à « l'intérieur » des BLTC (balcons, terrasses, loggias et circulations). Elles duraient environ 10', ce qui est confortable pour capter correctement la scène sonore et produire pour la suite du travail un fragment sonore de 2 à 3' propre à l'écoute (sans défauts). En fonction du BLTC, plusieurs prises de son ont été réalisées en fonction de l'usage observé : debout accoudé au garde-corps contemplant le paysage et le cœur d'îlot, ou bien assis autour d'une table, ou encore allongé sur une chaise longue et « protégé » des sons de l'environnement par le garde-corps. La position du micro était choisie avec l'habitant pour correspondre à un usage réel et répété du dispositif. En ce sens, l'ouvrant donnant sur l'appartement était laissé tel qu'il est le plus souvent utilisé (entre ouvert, fermé et complètement fermé).
- Relevé des **dimensions sociales** des ambiances sonores, avec des entretiens avec les habitants des quartiers, des habitants des logements auxquels nous avons eu accès et avec de simples usagers de l'espace public. Ces entretiens étaient complétés par des observations systématiques sur l'aménagement de ces espaces : aménagements observés *in situ*, styles, ressemblances, dissemblances avec les voisins, contraintes et règlements de l'immeuble, etc.).

Plus précisément, le matériel utilisé pour tous les terrains était le suivant :

**Tableau 3** : description du matériel utilisés pour les relevés *in situ*

Prise de sons	Mesures acoustiques	Divers
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microphones : couple ORTF Schoeps avec capsules MK4 cardioïdes</li> <li>• 2 bonnettes W20 ou 2 mini-cages W20RI Schoeps</li> <li>• Enregistreurs TASCAM DR-680 ou ZOOM H4</li> <li>• Pieds de micro et/ou perchettes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sonomètres ACLAN ou 01dB - acoem, microphone de classe 2</li> <li>• iPhone avec SoundMeter (FaberAcoustics)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Appareil photo digital (résolution 8MP minimum)</li> <li>• Télémètre laser</li> <li>• Carnets, crayons, etc.</li> </ul>

## 2.5. Analyse du corpus de terrain

L'objectif est à la fois de décrire ce qui se passe sur un terrain d'étude, mais aussi de donner les conditions minimales d'existence des phénomènes pour qu'ils puissent être réinterprétés par d'autres architectes et sur d'autres terrains. Pour cela nous avons analysé et présenté nos terrains d'étude selon les catégories conceptuelles développées par Grégoire Chelkoff (2001), à savoir :

- le registre des **formes et des propriétés physiques**, qui rassemble les données issues de l'analyse architecturale et celles résultant des facteurs acoustiques mesurables ;

<sup>1</sup> Enregistrement d'un son impulsionnel puissant réalisé avec un claquoir en bois : 2 planches légèrement creusées à leur centre pour émettre plus de graves articulées par une charnière.

- celui des **phénomènes sensibles (formants)** qui structurent, marquent ou composent l'expérience sensible des ambiances à un moment et en un lieu déterminés ;
- celui des **pratiques publiques (formalités)** : ce dernier registre vise à décrire comment cette forme construite et les formants sensibles présents *in situ* interagissent avec les pratiques ordinaires, les comportements, les attitudes, etc.

Une des difficultés de ce travail réside justement dans le démêlage des liens entre les différentes dimensions des phénomènes observés et leur pondération relative en fonction du dispositif étudié. Ce sont des phénomènes dynamiques qu'il faut saisir dans le temps et l'espace et qui requièrent une méthodologie similaire. Parfois les dimensions spatiales d'un dispositif sont très déterminantes, parfois moins, et ce sont plus de dimensions plus symboliques et sociales qui sont en jeu.

### 2.5.1 Méthode des Ecoutes Collectives Partagées

Au cours de notre travail d'analyse, il nous est apparu fondamental que chaque situation observée et analysée puisse être partagée par l'ensemble de l'équipe de chercheurs de ce projet. L'idée principale derrière cette méthodologie est d'assurer la transmission de résultats à l'ensemble de l'équipe **et surtout à tout utilisateur potentiel de cette recherche.**

Il était important pour nous de ne pas négliger cette étape car le « matériau » que nous manipulons est un matériau fondamentalement qualitatif (qualités sonores observées, pratiques habitantes, effets, ... ) dans le sens où la subjectivité des enquêteurs peut être très importante. C'est pour cette raison que chaque dispositif repéré par un enquêteur de terrain a été présenté et « défendu » auprès des autres chercheurs lors de réunions de travail en commun ou des **séances d'écoutes collectives partagées** :

- Concrètement chaque chercheur responsable d'un terrain proposait à l'écoute une série de fragments sonores quelques jours avant le jour de la réunion à l'ensemble des autres chercheurs de l'équipe (écoutants).
- Les autres membres de l'équipe (écoutants) écoutaient les fragments seuls (la plupart du temps au casque) et notaient leurs caractéristiques, ce qu'ils contenaient (ou pas) **et ils notaient surtout ce que les fragments représentaient et exprimaient.**

Il faut noter qu'à ce stade, à part le preneur de son, les autres membres de l'équipe n'avaient aucune idée où avait pu être faite la prise de son. Bien sûr, on savait que le son était un son de France, d'Espagne ou d'un autre des 6 terrains car il était proposé par un preneur de son responsable d'un terrain, mais on ne connaissait ni la localisation exacte dans le quartier, ni l'étage et ni la temporalité de la prise de son.

Le jour de la réunion, le responsable du terrain animait les débats autour des sons qu'il avait partagés afin de récolter les perceptions communes représentatives des fragments proposés à l'écoute.

- Un tour de parole était organisé alors et chaque écoutant devait dire ce que le fragment évoquait et comment il traduisait les qualités sonores de la situation étudiée. Chaque personne écoutante suivait alors les mêmes principes de « description » des fragments : faire des hypothèses sur la localisation du preneur de son (RdC ? hauteur d'étage ? fermeture ou ouverture de l'îlot, échelle), sur la cohérence de la scène sonore écouté (plans sonores clairs à l'écoute ou non, l'appartement donnant sur le BLTC, l'îlot, le quartier, la ville) et sur sa narrativité : scène ordinaire, présence d'usagers du BLTC, voisin, activités dans l'îlot, rumeur urbaine et/ou sources lointaines...
- Chaque membre de l'équipe s'exprimait à la suite des uns et des autres et précisait si son écoute correspondait ou non à la description précédente.
- Un effet de récurrence apparaissait relativement vite dans les commentaires et ce sont sur ces éléments que le « responsable » du terrain orientait le travail de recueil des commentaires.
- Le tour de parole au cours des réunions changeait à chaque fragment étudié.
- A cette occasion les écoutants faisaient des remarques aussi au preneur de son sur la qualité du fragment, sa durée, son montage, etc..

Ainsi, la discussion démarrait entre l'ensemble des chercheurs qui ne connaissaient pas l'origine du son sur justement ce que le fragment représente et exprime d'une situation en façade d'un immeuble. Parfois, on prenait le temps de le ré-écouter pour vérifier des commentaires divergents des écoutants. Ce tour de discussion permettait de mettre à jour un sens commun auquel l'ensemble de l'équipe se ralliait. Il a été souvent enregistré et transcrit par les responsables de terrains pour faciliter le dialogue et ne pas l'alourdir avec des prises des notes.

- Enfin le responsable de terrain expliquait le dispositif et l'origine de la prise de son : localisation dans le quartier, dans l'îlot, en façade, en hauteur, ce que contient ou non le fragment, etc.
- A cette occasion, parfois, le groupe des écoutants surpris de la position exacte du preneur de son et la discussion continuait et il était alors nécessaire de visualiser une série de documents graphiques tels que photos, plans, google maps, google street views pour continuer la discussion et ainsi comprendre les divergences entre ce que le son disait et ce qu'il ne disait pas.

A ce stade, nous pouvons dire que nous avons remarqué qu'il a été très important que l'équipe d'Esquis'sons soit pluridisciplinaire : acousticien, architecte, preneur de sons car c'est la vision / l'écoute large des phénomènes qui permettait de mettre à jour les caractéristiques des BLTC.

- Enfin l'ensemble de l'équipe décidait ou non de sélectionner le dispositif dans le catalogue raisonné. Parfois ces qualités n'étaient pas suffisamment remarquables et le dispositif n'était pas retenu pour le catalogue.

Cette méthode, dite **méthode des écoutes collectives partagées (ECP)**, a occupé une grande partie de nos réunions de travail à partir de novembre 2014. Un peu laborieuse, elle demande du temps, mais assure, par récurrence, la qualité des résultats.

### 2.5.2 Analyse des réponses impulsionnelles

Les réponses impulsionnelles ont été enregistrées in situ et réalisées à l'occasion de l'étude générale des dispositifs. Il est évident que cette mesure est un peu délicate dans la mesure où les enquêteurs ne se trouvaient pas dans un local clos. En ce sens, le sens même de la mesure peut être discutée dans la mesure où il est délicat d'adapter un critère de l'acoustique des salles à un espace à non fermé. Cependant, dans beaucoup de cas, la couverture par le balcon de l'étage supérieure ainsi que la fermeture des parois latérales (pour des raisons d'intimité) faisait que le volume était presque clos et que surtout, à l'écoute des fragments sonore, on entendait clairement une légère réverbération sur les sons produits à l'intérieur du BLTC.

Il nous est apparu donc intéressant d'essayer de mesurer cette « réverbération », ces premières réflexions qui souvent, dans les fragments colorent les sources à proximité du micro.

Concrètement nous avons utilisé un claquoir en bois constitué de planchettes en bois (pin) articulée avec une charnière et présentant des poignées extérieures. Ces poignées permettent de se saisir du claquoir et de claquer violemment les 2 planchettes entre elles (essayer de produire un pic de Dirac). Une des 2 planchettes est légèrement creusée afin de créer une cavité d'air au moment de la frappe et ainsi générer plus de fréquences graves.



**Figure 48** : vue d'un des claquoirs utilisés pour la recherche

Le fichier audio (format .wav) est ensuite importé sous la suite logicielle 01dB – et traité avec le logiciel dBati32. Une campagne de mesure est constituée avec tous les enregistrements pour chaque BLTC et un traitement similaire est lancé sur les fichiers audio à savoir :

- détermination du temps de décroissance TR sur 60 dB à partir de la réponse impulsionnelle
- détermination du Early Decay Time à partir de la réponse impulsionnelle (EDT)
- calcul des critères de l'acoustique des salles Speech Transmission Index (STI) et du RApid Speed Transmission Index (RASTI) à partir de la réponse impulsionnelle

Ces valeurs sont calculées et stockées dans chaque campagne de mesure et ensuite moyennées dans le cas de mesures multiples dans le même lieu. La moyenne de ces critères participe à l'élaboration de la fiche de synthèse du dispositif étudiés.

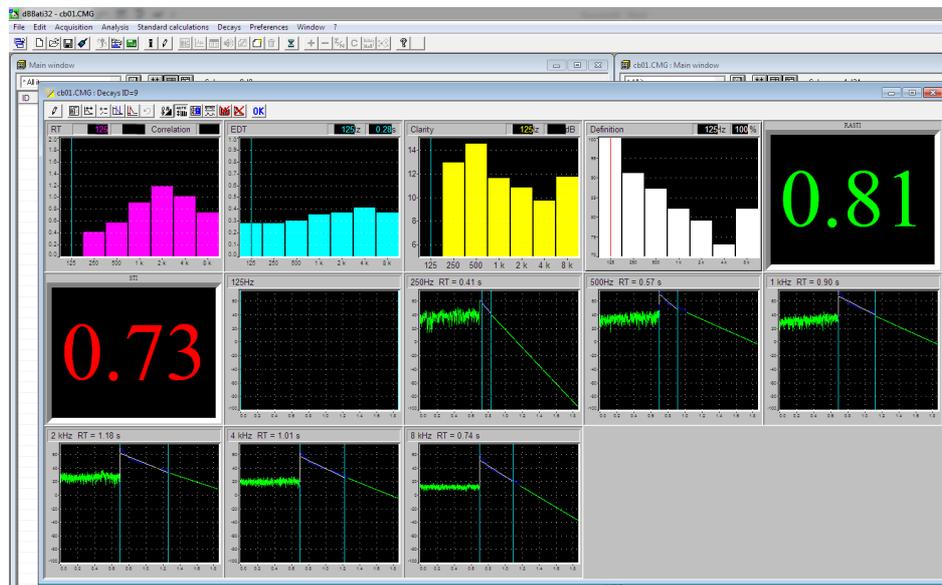


Figure 49 : copie d'écran de l'analyse acoustique d'une réponse impulsionnelle du balcon HS04

Beaucoup de mesures ont été réalisées mais peu se sont trouvées vraiment exploitables car bien souvent le signal impulsif n'était pas assez dynamique et qu'il ne faisait pas suffisamment sonner le micro lieu étudiés. Parfois l'espace n'est pas assez clos et l'énergie acoustique de l'impulsion s'échappe trop vite. Il n'empêche que ce critère nous est apparu intéressant et que nous proposerons une application dans le cadre de l'outil Esquis'Sons !

Classiquement, le STI ou le RASTI sont des critères qu'on utilise pour décrire l'intelligibilité de la parole dans un espace clos. Le critère est sans unité et varie entre 0 et 1. Il est donc nul et donc très mauvais pour des valeurs comprises en 0 et 0,6. Il est de bonne, voire de très bonne qualité si le STI > à 0,80 – 0,90. Il est parfait pour des valeurs = 1.

Nous présentons dans les fiches de synthèse le RASTI qui est la moyenne arithmétique des valeurs du STI pour les octaves 500Hz, 1k Hz et 2k Hz car cela correspond aux octaves de la parole (personnes qui discutent à un balcon, radio ou poste de télévision allumé... )

## 2.6. Synthèse des résultats

Nous avons choisi de présenter les résultats selon une fiche synthétique qui rassemble les informations nécessaires et suffisantes à la compréhension des qualités sonores relevées sur chaque BLTC sélectionnés.

À titre d'exemple, nous présentons ci-dessous une fiche extraite du quartier d'Hammerby à Stockholm en Suède.

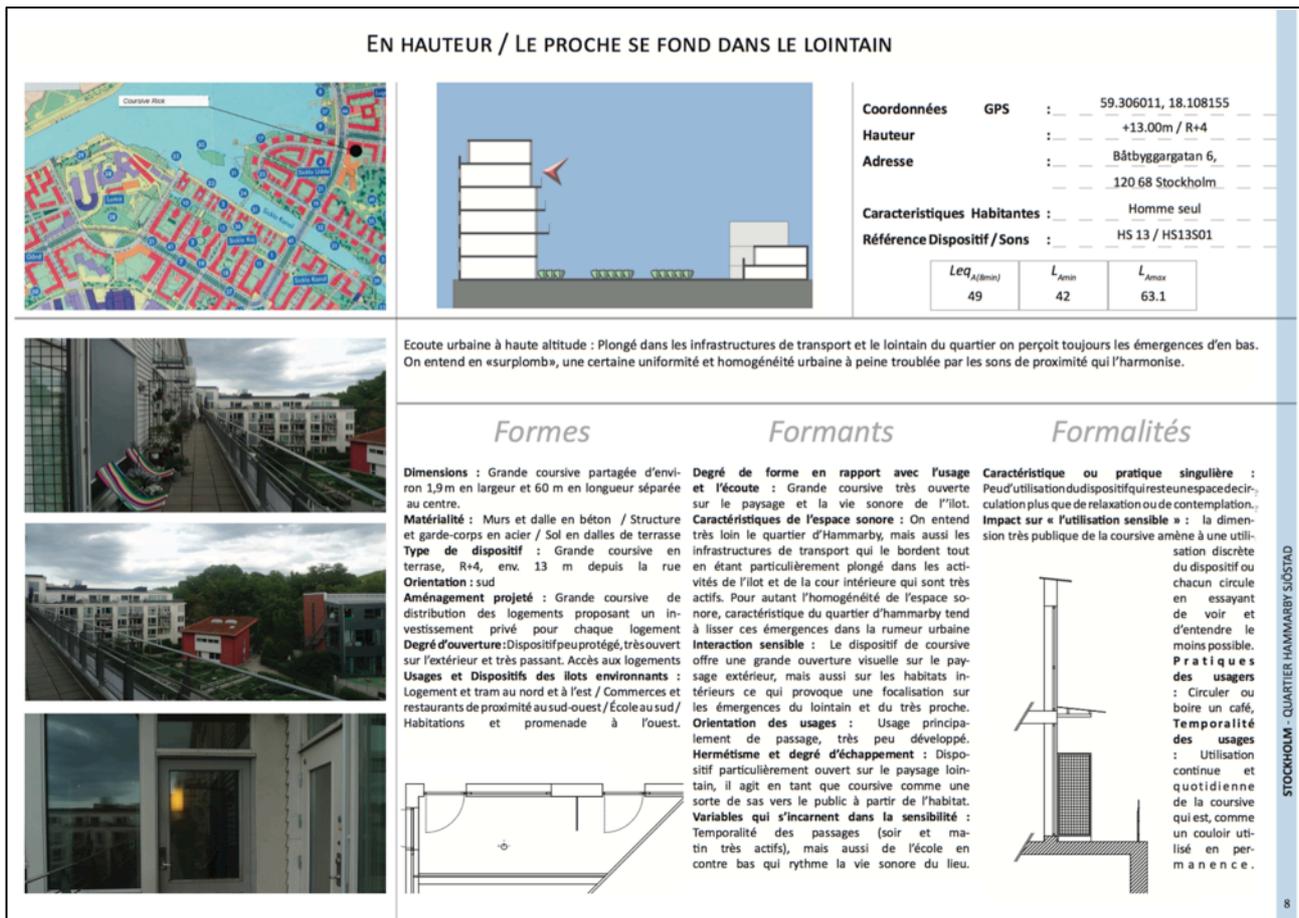


Figure 50 : exemple d'analyse d'un BLTC – extrait du Répertoire raisonné

La fiche vise à rassembler les éléments précédents. Ainsi sur la partie supérieure sont indiqués :

- le nom du dispositif,
- ses coordonnées GPS et son azimut,
- l'adresse postale,
- les caractéristiques habitantes (soit le type d'appartement ou du local et/ou le descriptif des occupants), par exemple « T3 – Homme seul ».
- la référence donnée à ce dispositif et le ou les prises de sons associées ; la référence reprend les deux premières lettres du terrain suivies d'un numéro. Par exemple HS13, correspond donc au point 13 du terrain en Suède à Hammarby Sjöstad (HS)

Puis sont présentés les résultats des mesures acoustiques (niveaux sonores) quand elles sont disponibles. Un guide d'écoute (petit texte narratif) explique succinctement le contenu du fragment sonore associé et vise à accompagner l'écoute du fragment sélectionné.

Sur la partie gauche et en bas, ce sont les pièces graphiques qui aident le lecteur à comprendre la localisation et la forme du dispositif avec :

- en haut à gauche le plan-masse du quartier et le point / bâtiment étudié.
- une série de 3/4 photos : le dispositif dans la façade, le dispositif en gros plan et une photo depuis le dispositif,
- enfin, des géométriques (plans et coupes) sont présentés sur la partie basse de la fiche.

Au centre, on retrouve les catégories présentées dans le paragraphe précédent, à savoir le descriptif des formes, des formants et des formalités.

Dans le détail, nous avons souhaité utiliser les mêmes catégories descriptives, à savoir :

Pour ce qui concerne le registre des formes

**Tableau 4** : Champ descriptif du registre de la forme

<b>Registre de la forme</b>	
<b>Dimensions</b>	Sont précisés les dimensions physiques de l'espace : Longueur x largeur x hauteur sous plafond.
<b>Matérialité</b>	Description des matériaux utilisés dans le dispositif étudiés (sol, façades, parois, ...)
<b>Type de dispositif</b>	Balcon, loggia, Terrasse, coursive, espace public ou combinaison de ces catégories. Par exemple, un espace extérieur caractérisé par l'addition d'un balcon et d'une loggia.
<b>Aménagement projeté</b>	Description des aménagements prévus éventuels par la conception
<b>Degré d'ouverture</b>	Description de l'ouverture du dispositif sur l'extérieur et éventuellement des systèmes de gestion de cette ouverture (fenêtres, brise-soleil, etc.)
<b>Usages et dispositifs des ilots environnants</b>	Descriptif du contexte urbain proche et lointain du dispositif étudié. Insertion dans un ilot fermé, insertion dans un ilot ouvert, présence d'activités sonores à proximités ou plus loin mais qui sont audibles dans le dispositif (cour d'école, boulevards, etc.)

De la même manière, sont renseignés les champs descriptifs du registre des formants :

**Tableau 5** : Champ descriptif du registre des formants

<b>Registre des formants</b>	
<b>Degré de forme en rapport avec l'usage et l'écoute</b>	Description de ce qui dans la forme, oriente déjà l'écoute et les attitudes : le moule dans lequel un auditeur / producteur de son se trouve.
<b>Caractéristiques espace sonore</b>	Description des caractéristiques de l'espace sonore tel qu'il a été observé et commenté par les usagers. Il complète le guide d'écoute en décrivant de point non audible dans le fragment sonore représentatif.
<b>Interaction Sensible</b>	Description des autres sollicitations sensorielles susceptible de former l'écoute (point de vue, exposition visuelle, exposition au vent, ensoleillement, ... )
<b>Orientation des usages</b>	Description comme le dispositif dans son ensemble oriente la perception, l'action et la disposition des résidents.
<b>Hermétisme et degré d'échappement</b>	Description de dimensions sensibles du dispositif dans sa capacité à former une écoute plus ou moins ouverte sur l'extérieur ou sur l'intérieur du logement.
<b>Variables qui s'incarnent dans la sensibilité</b>	Description du contexte local dans lequel s'effectue l'écoute et la production sonore dans le dispositif : passages réguliers d'avions, de bateau, présence de groupes scolaires, aire de jeux, etc.

Enfin le troisième registre, celui des formalités a été décrit ainsi :

**Tableau 6** : Champ descriptif du registre des formalités

<b>Registre des formalités</b>	
<b>Caractéristique ou pratique singulière</b>	Description de la fonctionnalité générale du dispositif (observés dans le dispositif étudié et dans les dispositifs similaires) et description de certains pratiques singulières pour lequel le

	dispositif a été choisi.
<b>Impact sur l'utilisation sensible</b>	Impact de la fonctionnalité du dispositif sur l'écoute et sur la production sonore.
<b>Pratiques des usagers</b>	Synthèse des différences pratiques du dispositif observées et décrites par les occupants.
<b>Temporalité des usages</b>	Description de la temporalité des usages du dispositif : année, mois, jour de semaine, week-end, saisons, heures de la journées, conditions climatiques

## 2.6. Diffusion des résultats

Les terrains nous ont fourni plus d'une centaine de points d'écoute, dont plus de la moitié ont fait l'objet d'une analyse détaillée : en effet notre répertoire fait état de **68 dispositifs** de type Balcon, Loggias, Terrasses ou Coursives (BLTC) et quelques espaces publics (placette, jardin, ..). Les autres point d'écoute, le plus souvent dans l'espace public, ont servis à l'analyse comparative des écoutes dans les dispositifs ainsi qu'à l'étude générale de l'environnement sonore du quartier.

La répartition des dispositifs entre les terrains est la suivante :

**Tableau 7** : Répartition des BLTC par terrain

Terrains	Nbre de dispositifs sélectionnés pour le répertoire
• Caserne de Bonne	12
• Ecociudad	14
• Französisches Viertel	16
• Hammarby Sjöstad	09
• Trapèze de l'île Seguin	06
• Vigny-Musset	11
<b>TOTAL</b>	<b>68</b>

Le nombre de dispositif est important et démontre la richesse des dispositifs sonores observés. 68 situations remarquables sont à même de faire référence en proposant une écoute qualitative en façade de bâtiments influençant ainsi la production de nouveaux bâtiments.

Des fragments de 2 à 3mn ont été montés pour illustrer et exprimer ces situations. Cela correspond donc à environ 170mn de fragments sonores à écouter et à découvrir (presque 3h).

Un seul fragment est associé à chaque fiche mais il est souvent le montage cut de plusieurs fragments.

Le nombre de dispositifs étudiés par terrain n'est pas identique en fonction des terrains. Plusieurs raisons peuvent être ici évoquées.

- Nous n'avons peu eu accès à certains dispositif repérés car les résidents étaient absents au moment des enquêtes et/ou ils ne souhaitaient pas être sollicités dans le cadre de cette recherche
- Certains dispositif avaient déjà été étudiés dans un autre terrain et ne se distinguaient pas particulièrement des autres (souvent le cas Boulogne-Billancourt)
- Certains dispositif n'est pas étudiable car un chantier se trouvait à proximité et que les enquêteurs, dans leur temps de présence, n'ont pas pu trouver un moment pour l'étudier : l'environnement sonore proche du dispositif était perturbé durablement.
- Parfois, l'analyse du dispositif n'a pas passé « l'épreuve des écoutes partagées » et ne s'est pas révélé aussi remarquable à l'oreille des autres membres de l'équipe.
- Même si les méthodes utilisées ont souvent été éprouvées par les chercheurs du CRESSON et les membre de l'équipe, il est évident que leur mise en œuvre ne peut pas toujours anticiper certains imprévus pourtant récurrents: mauvais temps, vent violent, annulation du rendez-vous par l'habitant,

travaux à l'intérieur du logement ou du logement d'à côté au moment des observations, problème technique lié à l'utilisation du matériel de prise de son, etc.

- Nous avons pu retourner 2 fois sur tous les terrains français (parfois plus pour les terrains grenoblois) mais cela n'a pas été possible pour les terrains à l'étranger.

Ces remarques et ces constats nous ont donc amenés à la conclusion que le travail de recueil de situations remarquables devait être réalisée en toute évidence sur les 6 terrains sélectionnés mais il nous est apparu essentiel que l'on puisse compléter ce travail dans l'avenir aussi avec :

- des dispositifs « ratés » ou « pas saisis » de ces quartiers qui pourraient être étudiés dans le cadre d'un travail différents (travaux d'étudiant par exemple, 2 thèses autour de Esquis'sons ! sont en cours en 2015).
- Un retour sur certains dispositifs dans quelques temps après des modifications importantes comme, la construction d'autres opérations au voisinage (comme à Boulogne-Billancourt) ou tout simplement dans quelques années lorsque le temps aura imprimé sa trace différemment.

et enfin,

- par des contributions volontaires d'autres équipes (d'architectes, de passionnés du son) pour mettre en valeur et diffuser leurs productions auprès d'une communauté. En effet, la structure des analyses est facilement transmissible et toute production architecturale (actuelle ou à venir) peut très bien être décrite par ce biais.

**En conséquence ce corpus de terrain, analysé, a été valorisé sous 2 formes principales. Sous la forme papier pour créer un catalogue de références consultables de façon indépendante (sans la lecture du rapport de recherche) et sous la forme d'un site web dynamique dédié intégrant des fonctionnalités favorisant la consultation, l'apprentissage, la comparaison et l'évolution de la base de données.**

### 2.6.1 le catalogue raisonné de situations remarquables

En complément à ce rapport, nous présentons donc l'ensemble des dispositifs qui ont été analysés et sélectionnés, et pour lesquels nous proposons une fiche de synthèse. L'analyse des dispositifs architecturaux selon la trilogie « formes, formants, formalités » a pour objectif de décrire les conditions minimales d'existence des phénomènes sonores afin qu'ils puissent être réinterprétés dans d'autres contextes. Ils constituent donc le catalogue raisonné (autrement dit, classé) en version papier.

Annexé au rapport final le répertoire peut être aussi téléchargé depuis le site internet de la recherche.

### 2.6.2. Site internet Esquis'Sons !

Nous avons créé un site internet dynamique (langage PHP) pour valoriser en ligne l'ensemble des dispositifs étudiés dans le cadre de la recherche.

Ainsi les 68 fiches contenu dans le catalogue papier sont aussi consultables en ligne sur le site internet que nous avons créé<sup>2</sup>. Le site est hébergé gratuitement sur les serveurs sécurisés du CNRS ce qui lui donne une certaine pérennité dans le temps. 3 noms de domaine ont été achetés faisant directement référence au mot clé de notre proposition 'esquissons' avec les extensions .fr, .com et .eu car notre ambition de diffuser ses contenus dans un cadre extranational.

Sur ce site, le répertoire est valorisé sous 2 formes :

- sous la forme d'un catalogue multimédia géolocalisé dans l'onglet « Dispositifs »
- sous la forme d'une interface de recherche et de tri sur le corpus ainsi constitué dans l'onglet « Analyse croisée »

<sup>2</sup> L'adresse du site est [www.esquissons.fr](http://www.esquissons.fr) ou [www.esquissons.com](http://www.esquissons.com) ou [www.esquissons.eu](http://www.esquissons.eu).

## a- Catalogues multimédia en ligne

Chaque dispositif du catalogue est présenté sur le site de la façon suivante. Un écran général accueille le visiteur sur l'ensemble des terrains étudiés et une fois sélectionnés, l'écran suivant apparaît :

**ESQUIS'SONS !** Connexion

ACCUEIL HOME    OUTILS TOOLS    TUTORIELS TUTORIALS    RECHERCHE RESEARCH    DISPOSITIFS DEVICES    ANALYSE CROISÉE CROSSTAB    FORUMS FORUMS

**Dispositifs > Caserne de Bonne (CB)**  
Grenoble, France

Caserne de Bonne est un quartier situé en plein centre-ville de Grenoble en France à l'emplacement de l'ancienne caserne militaire. Il fait partie des premiers écoquartiers situés en centre-ville en Europe. En 2009, la ZAC de Bonne reçoit le Grand Prix National Ecoquartier 2009, remis par le Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer.

**Dispositifs étudiés**

- CB01 - Recul aéré apaisant
- CB02 - Invisible à l'écoute
- CB03 - Projection protégée
- CB04 - Calme inattendu
- CB05 - Galerie sonore
- CB06 - Espace d'illusion sonore
- CB07 - Entre les deux
- CB08 - Entre les deux bis
- CB09 - Exposition théâtrale
- CB10 - Séquences sonores
- CB11 - Le Cocon sonore
- CB12 - Cour miroir

Ouvrir « esquissons.grenoble.cnrs.fr/bltc/recul-aere-apaisant.html » dans un nouvel onglet    Esquis'Sons © 2015

**Figure 51 : copie d'écran du site Esquis'Sons ! Onglet « Dispositif / Caserne de Bonne (CB) »**

Sur cette écran, la partie supérieure indique le nom du terrain (ici Caserne de Bonne) propose une carte centrée et à l'échelle adéquate pour afficher l'ensemble des marqueurs repérant les positions GPS de tous les dispositifs étudiés sur ce terrain. Par convention, le marqueur est bleu si le dispositif n'est pas sélectionné. Si plusieurs dispositifs sont trop proches l'un de l'autre et ne peuvent pas être distingués à

l'échelle d'affichage choisie, alors, le marqueur change de forme et devient circulaire et indique le nombre de dispositifs qu'il « contient ». Un simple zoom permet de changer d'échelle et faire apparaître l'ensemble des dispositifs « contenu » dans le marqueur circulaire.

Dans la partie inférieure l'ensemble des dispositifs étudiés est visualisé sous la forme de vignette (tiles) rangées par ordre numérique, en lignes et colonnes. La vignette présente une photo du dispositif vue de l'intérieur ainsi que le titre donné dans l'analyse à ce dispositif ainsi qu'un rappel du code associé au dispositif, comme dans l'exemple ci-dessous : CB01, Recul aéré apaisant.



**Figure 52 : copie d'écran du site Esquis'Sons ! Onglet « Dispositif / Caserne de Bonne (CB) / Dispositif étudiés »**

Le passage sur la vignette avec la souris permet de révéler la coupe sur l'ilot et la position du dispositif étudié dans ce contexte construit. On est déjà dans une première lecture des résultats de la recherche qui passe d'un dispositif existant, situé, pratiqué, habité à une forme de généralisation et ce grâce au dessin de la coupe urbaine sur l'ensemble de bloc urbain qui le contient.

Il est bien possible ensuite de cliquer sur l'un des dispositifs et d'afficher toutes les informations disponibles. Le visiteur a donc accès alors à la feuille détaillée du catalogue multimédia, à savoir :

ESQUIS'SONS !
Connexion

ACCUEIL  
HOME
OUTILS  
TOOLS
TUTORIELS  
TUTORIALS
RECHERCHE  
RESEARCH
DISPOSITIFS  
DEVICES
ANALYSE CROISÉE  
CROSSTAB
FORUMS  
FORUMS

**Dispositifs > Caserne de Bonne > CB01 - Recul aéré apaisant**

Caserne de Bonne, Grenoble, France



- CB01 - Recul aéré apaisant
- CB02 - Invisible à l'écoute
- CB03 - Projection protégée
- CB04 - Calme inattendu
- CB05 - Galerie sonore
- CB06 - Espace d'illusion sonore
- CB07 - Entre les deux
- CB08 - Entre les deux bis
- CB09 - Exposition théâtrale
- CB10 - Séquences sonores
- CB11 - Le Cocon sonore
- CB12 - Cour miroir

00:00 01:39

Le fond sonore présent et continu mais peu envahissant. Les sons proches résonnent un peu sous la double hauteur de la loggia. Il y a un effet de retrait apaisant quand on est au fond de la loggia tout en étant encore à l'extérieur.

Le fond sonore présent et continu mais peu envahissant. Les sons proches résonnent un peu sous la double hauteur de la loggia. Il y a un effet de retrait apaisant quand on est au fond de la loggia tout en étant encore à l'extérieur.

Type :	Balcon + loggia			Leq A :	55,0 dB(A)
Hauteur :	3 m	Etage :	R+1	L Amin :	35,5 dB(A)
Orientation :	sud-ouest			L Amax :	90,4 dB(A)
Degré de fermeture :	50 %	Transparence façade :	80 %	TR :	0,17s
Lien vers Cartophonies	<a href="http://www.cartophonies.fr/sound/8z/Recul-aéré-apaisant.html">http://www.cartophonies.fr/sound/8z/Recul-aéré-apaisant.html</a>			Rasti :	0,60

### Formes

**Dimensions :** Loggia

**Matérialité :** Murs et dalle en béton/Garde – corps une partie en acier et une partie en béton/Plancher en caillibottis bois et plafond en béton.

**Aménagement projeté :** Ce dispositif dans la partie loggia s'ouvre sur une pièce de vie et la partie balcon a un accès vers l'une des chambres au RDC. Orientation calme sur le cœur d'îlot végétalisé et sur une rue peu passante.

**Degré d'ouverture :** Dispositif peut être protégé par un store amovible qui descend dans la partie loggia de 2/3 de hauteur de plafond pour avoir plus d'intimité et aussi protéger le salon de la chaleur l'été.

**Usages et Dispositifs des îlots environnants :** Dispositif à proximité des grands axes comme l'avenue Gambetta au nord-est et le Boulevard Maréchal Foch au

### Formants

**Degré de forme en rapport avec l'usage et l'écoute :** La forme particulière de ce dispositif deux en un (balcon/loggia) donne la possibilité d'être à l'extérieur tout en préservant son intimité grâce à un recul acoustique apaisant.

**Caractéristiques de l'espace sonore :** Il y a une diversité des sources sonores en premier plan, les passants et les sons du voisinage et en deuxième plan la rumeur urbaine (jeux d'enfants dans le parc à coté et bruit de circulation issu des grands axes proches de ce dispositif).

**Interaction sensible :** Le coté loggia de ce dispositif provoque une certaine intimité sur le plan visuel et une certaine protection sur le plan sonore par une mise à distance de l'écoute de ces sources .

**Orientation des usages :** Usage très fréquent, espace de détente

### Formalités

**Impact sur l'utilisation sensible :** Ce dispositif communique directement avec la pièce de vie par les grandes baies vitrées ce qui crée une pièce supplémentaire qui prolonge l'appartement vers l'extérieur en cas de beau temps.

**Pratiques des usagers :** Prendre l'air, espace de détente, lire, manger et prendre un apéro, jardiner

**Temporalité des usages :** Utilisation fréquente si beau temps et ponctuelle en hiver.



Figure 53 : copie d'écran du site Esquis'Sons ! Onglet « Dispositif / Caserne de Bonne > CB01 Recul aéré apaisant »

Dans la partie supérieure la carte adapte automatique son échelle pour présenter au plus près le dispositif sur la vue satellite tout en gardant une bonne définition (en pixel) du fond de carte. Le marqueur a le code couleur rouge pour indiquer qu'il est actuellement « en lecture ». Si d'autres dispositifs sont à proximité, ils sont signalés comme d'habitude par un marqueur bleu. On peut les sélectionner directement sur la carte.

Un tableau à liste (menu contextuel) est créé à droite de la carte permettant de visualiser par titre les autres dispositifs du terrain sélectionnés.

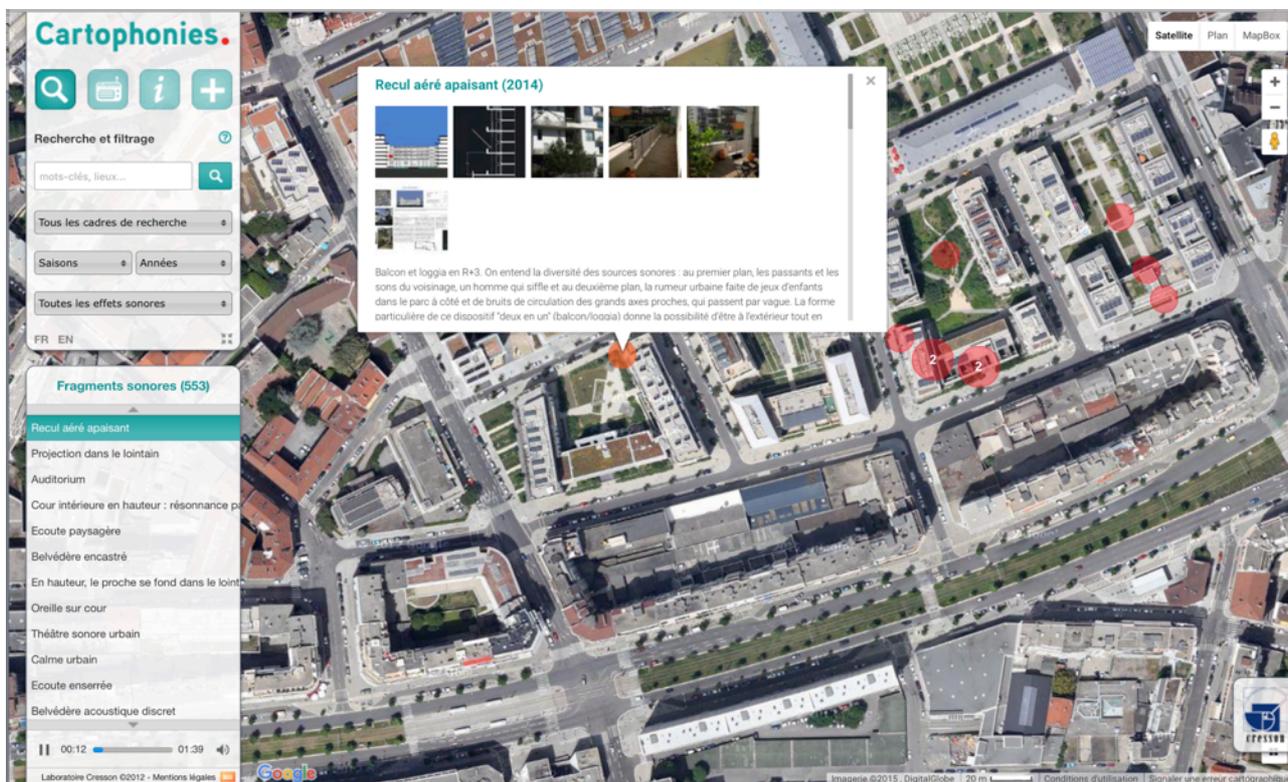
Bien évidemment, sous la carte, **on a le lecteur qui permet d'écouter le son du dispositif**. Graphiquement, il occupe l'ensemble de l'écran et sa durée est annoncée dans la partie à droite. On peut manipuler le curseur pour arrêter temporairement l'écoute, ré-écouter des passages, parcourir le fragment , etc. ) Un curseur de volume est à droite de la barre de défilement permet de régler l'intensité du niveau sonore.

Dans la partie inférieur de la page, on retrouve alors les catégories décrites dans l'analyse des situations remarquables (paragraphe 2.6) présenté dans une logique graphique visant à faciliter leur lecture à l'écran :

- les données les plus objectivables (dimensions, hauteur, adresses, mesures, ...) sont rassemblées dans un tableau dont la mise en forme est commune pour tous dispositifs. Si certaines données manquent, alors la case du tableau est vide
- dans la partie inférieur, on retrouve les 3 catégories d'analyse avec les champs descriptif associés et décrit précédemment (cf. les 3 tableaux formes, formants, formalités du paragraphe 2.6). Le choix d'une écriture en colonne est condition par la logique d'imbrication de ces catégories. Une lecture horizontale a pour vocation de ne pas mettre en avant un des 3 catégories mais plutôt d'essayer de montrer comment elle s'auto-construisent ensemble.
- Enfin sur la partie droite, on retrouve un ensemble de visuels présentés sous forme de vignettes. Un simple clic permet de lancer une visionneuse et de parcourir tous les visuels. Ces visuels contiennent tous pas défaut une série de photographies prises in situ – avec au moins celles qui sont utilisées dans la version papier du répertoire- ainsi que la coupe urbaine)

Il est important de noter que le catalogue multimédia a été en fait doublé au sein du système de cartographie développé par le CRESSON, [cartophonies.fr](http://cartophonies.fr)<sup>3</sup>

En effet, tous les dispositifs sont aussi écoutables et accessibles dans l'interface [cartophonies.fr](http://cartophonies.fr) via un lien qui apparaît dans le tableau descriptif. Un simple clic permet de lancer la lecture du fragment dans l'univers de [cartophonies.fr](http://cartophonies.fr).



**Figure 54 : copie d'écran du site [Cartophonies.fr](http://Cartophonies.fr) ! Visualisation et écoute du dispositif CB01 Recul aéré apaisant issu de Esquis'sons !»**

Comme pour tous les fragments de [cartophonies.fr](http://cartophonies.fr), tous les fragments sonores sont déclarés dans la base de données documentaire géré au Cresson et sont affectés d'une notice comme le montre la figure suivante :

<sup>3</sup> Chelkoff, Grégoire. 2012. « [Cartophonies](http://www.cartophonies.fr) [base de données internationale d'enregistrements sonores] ». In : [en ligne]. Disponible sur : < <http://www.cartophonies.fr/> > (consulté le 28 mars 2014).

🛒 Votre panier est vide.

🔍 **Recul aéré apaisant** / Nicolas Rémy / Grenoble : CRESSON (2014-07-28) / Prise de son in situ

👍 J'aime 0 🐦 Tweet 0 ➕

- 👤 ISBD
- 👤 Public

**in Esquis'sons !** / Nicolas Rémy / Grenoble : CRESSON (2014-2015) / Prise de son in situ

Recul aéré apaisant : Caserne de Bonne, Grenoble [Enregistrement sonore] / Nicolas Rémy, Responsable de l'équipe de recherche ; Hengameh Pirhoseeinloo, Preneur de son . - Grenoble : CRESSON, 2014-07-28 . - 1min 39s : 1 fichier numérique ; Wav.

**Mots-clés :** [Lieu]Europe:France:Rhône-Alpes:Isère:Grenoble  
[Lieu]Europe:France:Rhône-Alpes:Isère:Grenoble:De-Bonne-quartier (Grenoble)  
[Sujet]Balcon  
[Sujet]Habitat collectif  
[Sujet]Jeu d'enfant  
[Sujet]Loggia  
[Sujet]Musique de rue enregistrée (mot libre)  
[Sujet]Sifflement (mot libre)  
[Effet sonore]Echo  
[Effet sonore]Réverbération  
[Effet sonore]Vague

**Résumé :** Balcon et loggia en R+3. On entend la diversité des sources sonores : au premier plan, les passants et les sons du voisinage, un homme qui siffle et au deuxième plan, la rumeur urbaine faite de jeux d'enfants dans le parc à côté et de bruits de circulation des grands axes proches, qui passent par vague. La forme particulière de ce dispositif "deux en un" (balcon/loggia) donne la possibilité d'être à l'extérieur tout en préservant son intimité; grâce à un recul acoustique apaisant. Le fond sonore est présent et continu mais peu envahissant. Les sons proches résonnent un peu sous la double hauteur de la loggia.

**Note de contenu / Note sur les enregistrements sonores :** Matériel utilisé : pour la prise de son enregistreurs TASCAM DR-680 ou ZOOM H4 et Microphones couple ORTF Schoeps avec capsules MK4 cardioides, pour les mesures acoustiques Sonomètres ACLAN ou 01dB, de classe 2 ou iPhone avec SoundMeter (FaberAcoustics) ;  
Qualité du son : très bon ;  
Leq (8min) = 55 dB(A) ;  
Type de prise de son : statique ;  
Nature de l'enregistrement : prise de son in situ ;  
Genre de l'enregistrement : environnement sonore ;  
Licence Creative Commons : BY NC SA : Attribution, Pas d'Utilisation Commerciale et Partage dans les Mêmes Conditions. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/fr/> ;  
GPS latitude : 45.182295 ;  
GPS longitude : 5.723375

**Production Cresson :** Oui

**Nature enregistrement :** Prise de son in situ

**Genre de l'enregistrement :** Environnement sonore

**Format de consultation :** Mp3

**GPS Latitude :** 45.182295

**GPS Longitude :** 5.723375

**Licence :** Creative Commons : Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Partage dans les Mêmes Conditions

**URL citable de cette notice** [http://doc.cresson.grenoble.archi.fr/opac/index.php?lvl=notice\\_display&id=6459](http://doc.cresson.grenoble.archi.fr/opac/index.php?lvl=notice_display&id=6459)

Figure 55 : copie d'écran de la notice documentaire en lige de CB01 Recul aéré apaisant issu de Esquis'sons !»

Nous avons fait ce choix de développement pour valoriser le travail selon un triple entrée :

- à travers le site Esquis'Sons !
- sur le site de cartophonies.fr dans un contexte plus général permettant ainsi de rapprocher nos dispositifs étudiés avec d'autres recherches présentes dans le catalogue
- par une recherche « classique » dans un fond documentaire au même titre qu'un article ou un ouvrage.

**Cela favorise bien évidemment la circulation des données, leur référencement et leurs accès.**

### b- Formulaire de versement dans la base

Comme nous l'évoquions précédemment, le travail sur le terrain nous a montré l'intérêt de ne pas limiter le catalogue aux dispositifs sélectionnés. Il nous est apparu essentiel de pouvoir non seulement compléter notre catalogue mais aussi de l'ouvrir à d'autres équipes qui souhaiterait partager leurs références.

Dans cette logique, nous avons créé sur le site, un système pour déverser son dispositif dans le système. L'utilisateur doit créer un compte et il peut alors proposer un dispositif. Il doit alors rentrer l'ensemble des champs descriptifs que nous utilisons et sa proposition sera ensuite modérée ensuite par le modérateur du site.

Dans un premiers temps ces contributions seront toutes regroupées dans un même dossier, quelque soit leur localisation mais les principes d'affichage, de tri et sélection seront identiques avec ceux développés dans le cadre de la recherche.

Ci-dessous, voici les champs que l'utilisateurs doit remplir pour proposer son dispositif

### Proposer un dispositif

Utilisez le formulaire proposé ci-dessous pour proposer un dispositif

**Titre de votre dispositif \***

**MON COMPTE**

- Profil utilisateur
- Editer mon profil
- Mot de passe
- Déconnexion

**Nom du lieu \***

Saisissez le nom du terrain    Saisissez le nom de la ville    Saisissez le nom du pays

Ex : Caserne de Bonne    Ex : Grenoble    Ex : France

**Localisation du dispositif \***

Saisissez une adresse postale pour localiser votre dispositif

**Adresse URL du fichier MP3 à mettre en écoute \***

Saisissez l'adresse URL du MP3 à mettre en écoute. Votre MP3 doit être accessible en ligne par une URL pour être mis à disposition des visiteurs du site.

**DISPOSITIFS**

- Mes dispositifs
-

**Guide d'écoute**

Saisissez le guide d'écoute de l'aménagement sonore proposé

**Plan / Coupe du dispositif**

Saisissez une image représentant la coupe de votre dispositif, au format PNG ou JPG.

**Illustration principale du dispositif**

Saisissez une illustration principale pour votre dispositif, au format PNG ou JPG.

Figure 56 : copies d'écran du formulaire pour déposer un dispositif sur le site Esquis'Sons !

**Type de dispositif**

Selectionnez un type dans la liste

**Hauteur**

Hauteur en mètres

**Degré de fermeture**

Valeur en %

**Leq A**

Valeur en dB(A)

**Caractéristiques habitantes**

Dérivez les caractéristiques habitantes du dispositif

**Formes - Dimensions**

Dérivez la forme et les dimensions du dispositif

**Précisions sur le type de dispositif**

Donnez des précisions relative au type de dispositif étudié

**Etage**

Etage d'implantation du dispositif

**Orientation**

Orientation du dispositif

**Transparence de la façade**

Valeur en %

**Transparence du sol**

Valeur en %

**L Amin**

Valeur en dB(A)

**L Amax**

Valeur en dB(A)

**Matérialité**

**Aménagement projeté**

**Degré d'ouverture**

**Usages et Dispositifs des lots environnants**

**Degré de forme en rapport avec l'usage et l'écoute**

**Caractéristiques de l'espace sonore**

**Interaction sensible**

**Orientation des usages**

**Hémicycle et degré d'échappement**

**Caractéristique ou pratique singulière**

**Impact sur l'utilisation sensible**

**Pratiques des usagers**

**Temporalité des usages**

Figure 57 : copies d'écran du formulaire pour déposer un dispositif sur le site Esquis'Sons !

### c- Interface de tri et de recherche

Le deuxième outil que nous avons développé pour travailler sur les dispositifs étudiés dans le cadre de la recherche est un outil de tri et de recherche puissant sur pratiquement l'ensemble des champs descriptifs utilisés pour décrire les dispositifs.

Un exemple est présenté dans la copie d'écran suivante :

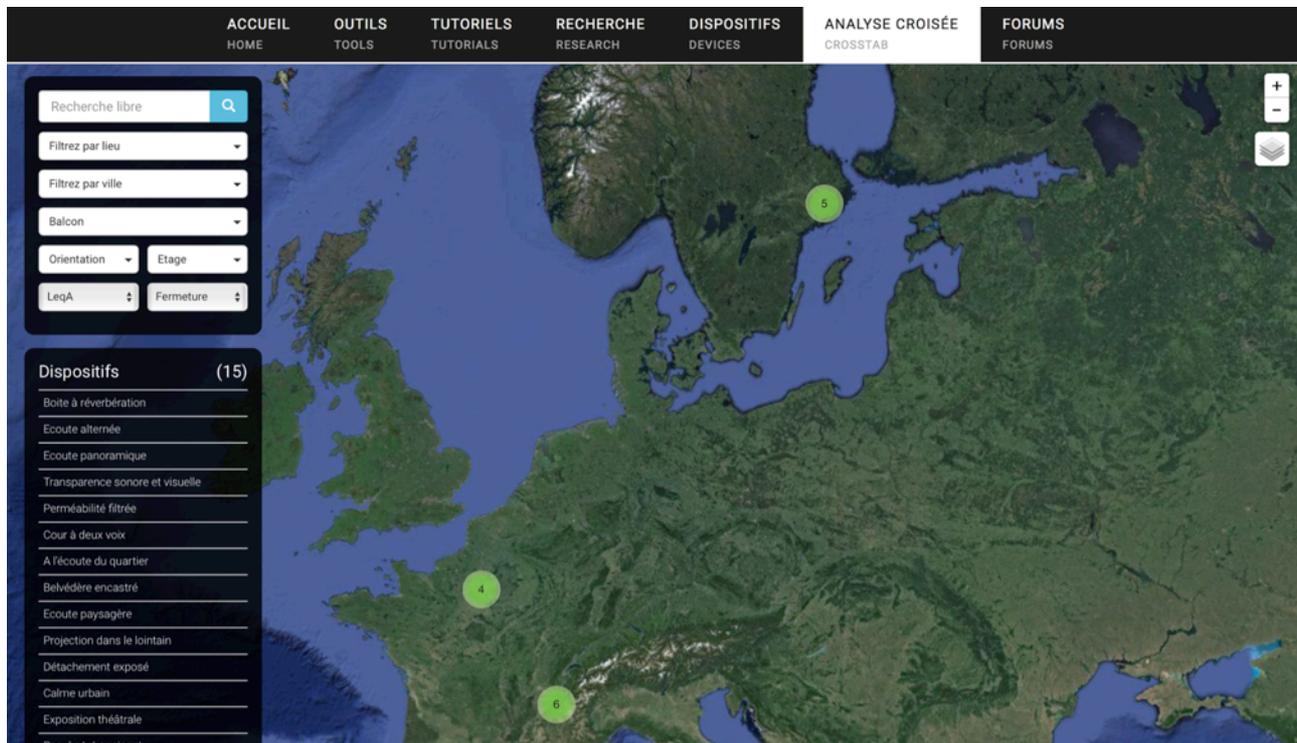


Figure 58 : copies de l'interface de Recherche et de tri dans la base de données des dispositifs Esquis'sons !

L'outil de tri et de recherche permet d'afficher les dispositifs concernés par les clés de tri sur un fond de carte entre tous les terrains concernés.

Quels sont les principes de cet outil ?

Notre travail de terrain nous a montré que nous travaillions au départ sur une catégorisation constructive relativement claire à savoir, les balcons, les loggias, les terrasses présentes en façade de bâtiment. En effet les dictionnaires de la construction utilisent cette classification (cf. CSTB) :

#### **Les balcons**

Un balcon est une plate-forme en saillie de la façade, limitée vers l'extérieur par un ouvrage vertical formant un garde-corps ; le balcon se trouve en console à partir de la façade. Le sol d'un balcon peut recevoir ou non un revêtement d'étanchéité. Le terme balcon couvre également ici celui de coursive\*. Un balcon peut être désolidarisé. Dans ce cas, il est posé sur deux poutres consoles sortant en saillie en continuité des poutres du bâtiment.

#### **Les loggias**

Une loggia est une plate-forme en retrait de la façade, fermée latéralement par deux voiles et limitée vers l'extérieur par un ouvrage vertical formant un garde-corps. Le sol d'une loggia peut recevoir ou non un revêtement d'étanchéité. Le sol d'une loggia peut également recevoir un revêtement de sol.

#### **Les terrasses**

On nommera « terrasse » une plateforme découverte à pente nulle ou faible (inférieure à 5 %). Elle se distingue du balcon par le fait qu'elle repose sur un corps de bâtiment ou qu'elle est maintenue par une structure (poteaux, poutres, etc.) liaisonnée ou non au bâtiment et limitée vers l'extérieur par un ouvrage

vertical formant garde-corps. La terrasse, dans ce cas désignée « toiture-terrasse », peut recevoir un revêtement d'étanchéité éventuellement associé à une isolation thermique.

En réalité, *in situ* la typologie n'est pas aussi simple, et ce pour plusieurs raisons :

- tout d'abord, d'un point constructif, certains dispositifs étudiés empruntent des éléments de définition à plusieurs dispositifs : « ils sont en partie fermés sur les côtés [...] balcon fermé ou loggia ouverte »... ;
- certains dispositifs courant sur une façade ou deux sont la somme de plusieurs dispositifs : un balcon filant devant les chambres accolé à une loggia donnant sur les pièces de vie ;
- d'un point de vue sensible, ils peuvent être construits d'une certaine façon, mais peuvent aussi sonner différemment : « C'est un balcon, mais on a le sentiment d'être dans une loggia. » ;
- d'un point de vue des usages, ils peuvent aussi être vécus et pratiqués différemment de ce pourquoi ils ont été construits, par exemple le balcon que l'habitant va fermer pour lui donner des allures de loggia.

Nous avons recensé 14 déclinaisons ou hybridations de ces dispositifs-références que sont les balcons, loggias, terrasses et circulations. Ce sont parfois des évolutions du vocabulaire de l'architecture, mais parfois aussi l'incarnation spatiale de choix réalisés par les habitants. Par ailleurs, selon les terrains, nous avons noté une réelle différence entre l'espace tel qu'il a été conçu et l'espace tel qu'il est vécu et ressenti au quotidien.

Il nous est apparu important de garder cette complexité car nos terrains nous ont montré que ce sont des dimensions constructives, sensible et symboliques qui participent pleinement aux qualités sonores de ces espaces.

**Concrètement, le tri est possible sur des catégories constructives « classiques » mais la réponse inclue aussi les dispositifs « hybrides » tels que décrits par les habitants. En ce sens, cela permet de montrer qu'on peut avoir un effet loggia sans avoir forcément une loggia d'un point de vue constructif.**

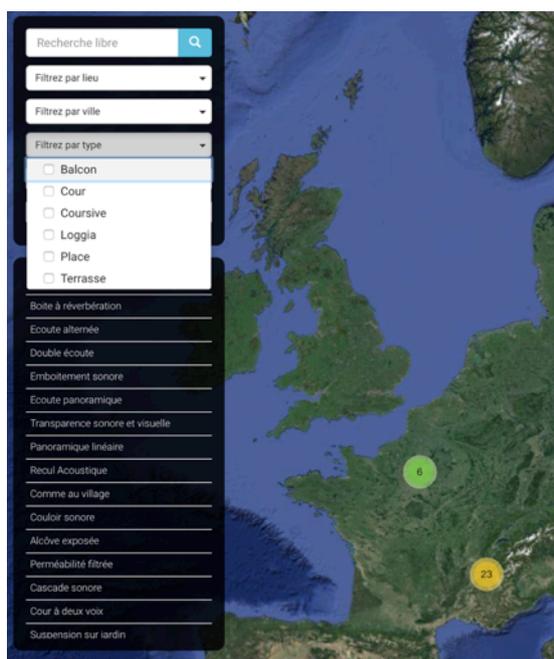


Figure 59 : Zoom sur l'interface de Recherche et de tri – choix du type de dispositif !

Ce choix a été rendu possible techniquement parce que le site contient sa propre base de données et qu'il est donc efficace et rapide d'effectuer une recherche en considérant dans l'instant 1 qu'aucun des dispositifs n'est trié et qu'il suffit de soustraire les fiches ne répondant pas aux critères sélectionnés.

Comme le montre la copie d'écran ci-dessous, les clés de tri sont les suivantes :



Figure 60 : Zoom sur l'interface de Recherche et de tri – visualisation de l'ensemble de clés de tri

On peut donc rechercher les dispositifs

- par terrain : Caserne de Bonne, Ecociudad, Französisches Viertel, Hammarby Sjöstad, Vigny-Musset, Trapèze de l'Île Seguin.
- par ville : Boulogne-Billancourt, Grenoble, Sarriguren, Stockholm, Tubingen,
- par type : balcon, cour, coursive, loggia, place, Terrasse
- orientation : nord, sud, est, ouest, nord-est, nord-ouest, sud-est, sud-ouest
- Etage : RdC, R+1, R+2, R+7
- LeqA : par classe de 5dB(A) comme les cartes de bruit de la directive Européenne 2002/49
- Fermeture : degré de fermeture du dispositif (cf. synthèse des résultats), de 0 à 100% par tranche de 10%

Enfin, et c'est peut-être une grande originalité de cette fonction de tri, **il est possible de faire une recherche libre sur l'ensemble des champs textuels présents dans le catalogue**. On peut donc rentrer directement le nom d'un dispositif que l'on cherche ou rentrer un mot clé (choix libre) et voir le nombre de fiches concernées.



Figure 61 : Zoom sur l'interface de Recherche et de tri – recherche libre sur le mot clé « recul »

Comme sur la présentation des dispositifs dans la rubrique spécifique la réponse affiche donc tous les dispositifs où le terme « recul » est présent (que ce soit dans le titre ou dans les champs textuels des fiches)

L'encarté noir en dessous de l'interface de tri affiche les résultats de la recherche et la carte s'affiche donc avec les marqueurs les dispositifs concernés (adoption automatique de l'échelle).

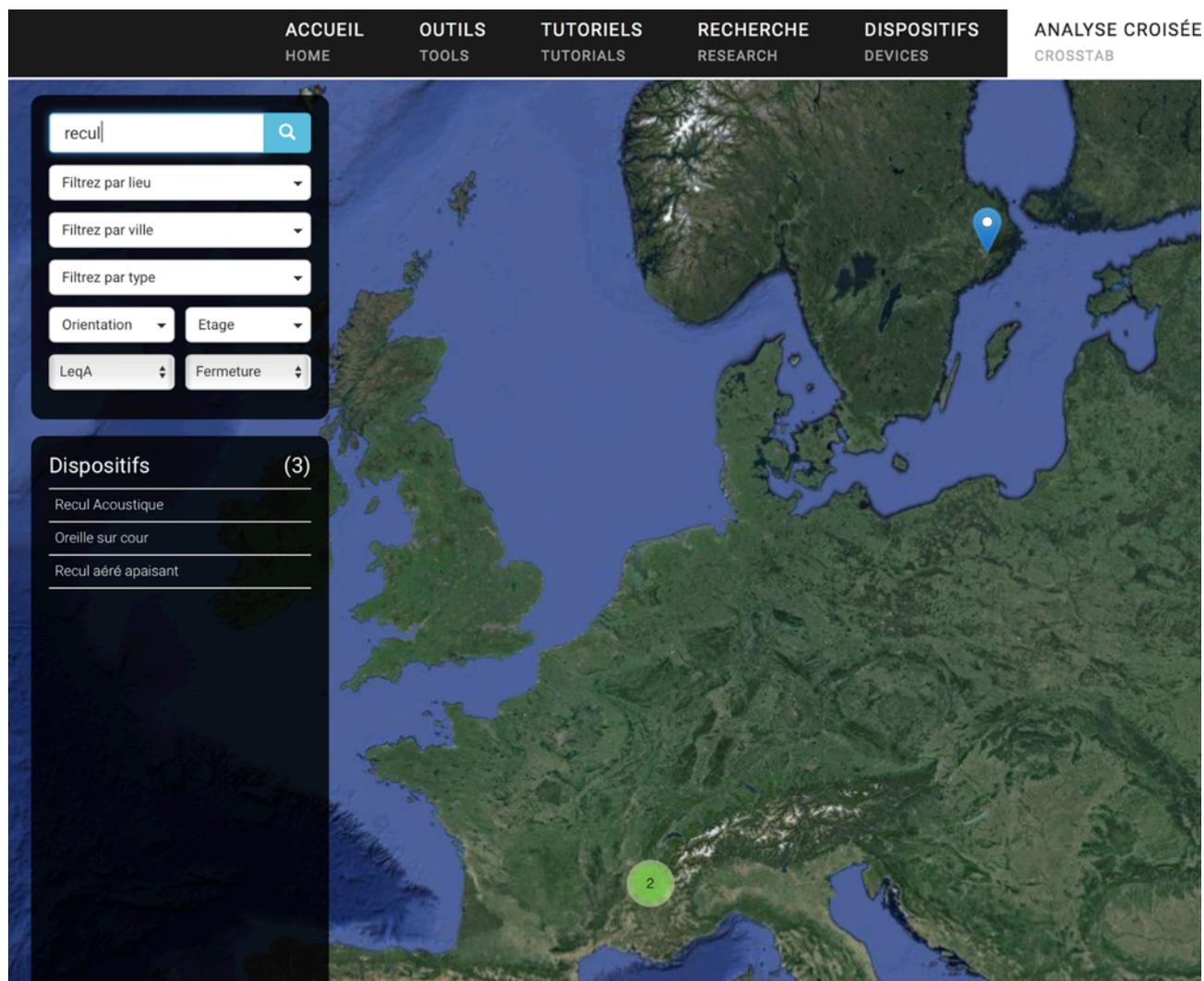


Figure 62 : Copie de l'écran de l'analyse croisée – recherche libre sur le mot clé « recul »

On peut alors écouter directement sur la carte le ou les fragments sonores et basculer autour d'un mot clé ou d'une clé de tri entre l'univers sonore de Grenoble, Boulogne-Billancourt, Stockholm, Tübingen ou Sarriguren.

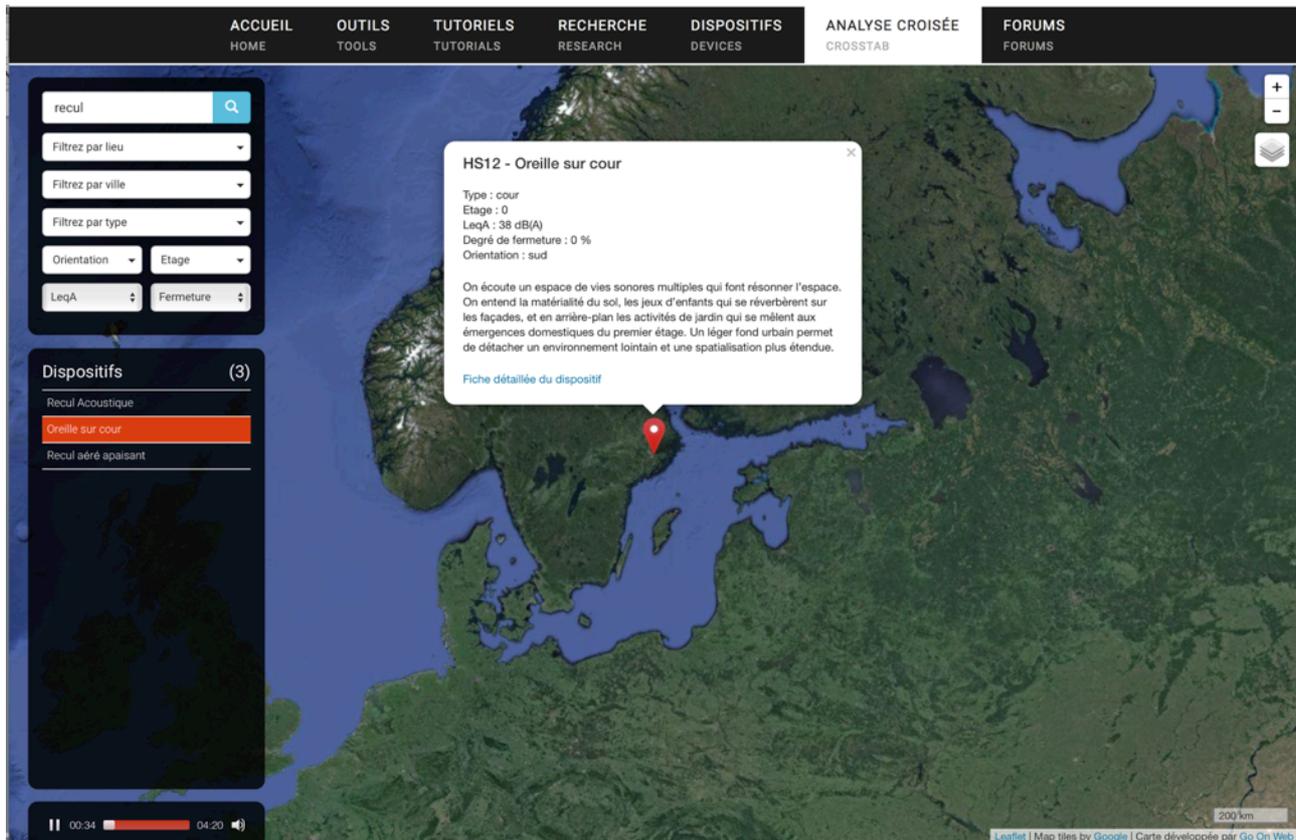


Figure 63 : Copie de l'écran de l'analyse croisée – recherche libre sur le mot clé « recul / écoute du fragment « oreille sur cour »

#### d- remarques générales sur les catalogues

Le site Esquis'sons ! est un site ouvert (avec modérateur) et en évolution constante. La méthodologie est elle aussi transmissible à d'autres équipes de recherche et/ou à des cabinets d'architecture qui souhaiteraient inclure leurs propres travaux dans cette base de données. Dans le cadre d'une pédagogie dans les Écoles d'architecture portée par les membres de l'équipe de cette proposition, ce catalogue pourrait être aussi alimenté régulièrement par des bons travaux d'étudiants.

En conclusion, ce premier outil d'aide à la conception est une interface qui veut agir sur la culture sonore des concepteurs en leur proposant d'écouter des dispositifs remarquables. Cet outil est aussi une articulation entre l'analyse de situations existantes et un projet. Ces références sont présentées de façon à ce qu'elles puissent être réinterprétées dans le projet d'un nouveau bâtiment ou d'un nouveau quartier.

### 3. Outils d'esquisse sonore

#### 3.1. Rappel de la proposition

L'idée générale est de proposer un outil d'esquisse ou de maquette sonore qui assume, comme une esquisse / maquette, le degré de précision qu'elle comporte. Il s'agirait de proposer un outil de mise en son du projet architectural qui serait une « représentation sonore » du projet en cours de conception. Comme dans le domaine du visuel, cette esquisse sonore serait certainement imprécise par rapport à la réalité construite ou à une simulation physique des sources et de leur propagation jusqu'à un point de réception. Elle permettrait en revanche, d'accompagner par l'écoute les concepteurs dans leurs choix.

En effet, dans le cadre d'un projet architectural et urbain, bien souvent le travail de recherche passe par la réalisation de maquettes en 3 dimensions (maquettes réelles ou virtuelles). Ces maquettes d'étude ne sont pas les maquettes qui servent à la communication du projet, mais elles sont souvent moins bien définies dans les détails. Elles sont élaborées rapidement pour tester à différentes échelles des hypothèses sur le bâtiment, mais aussi sur ses liens (position, orientation, morphologie) avec le tissu urbain dans lequel il s'insère.

Nous souhaitons positionner notre outil d'esquisse sonore à ce stade du projet, assez tôt dans le processus général, pour accompagner le concepteur à se positionner sur des hypothèses qu'il souhaite tester.

À notre avis, pour que cet outil puisse fonctionner, c'est-à-dire être réapproprié par des équipes de concepteurs, il doit pouvoir être manipulé par les outils et des concepts proches de la composition architecturale, et non pas uniquement par des entrées acoustiques et sonores.

Comme une esquisse visuelle, cet outil permettrait d'entendre un mixage de sources sonores de référence qui tiendrait compte des caractéristiques morphologiques, sociales et esthétiques du projet telles qu'elles sont formulées à ce stade de définition.

On travaillerait à partir d'une représentation en coupe de l'espace construit en projet, et l'outil d'esquisse sonore proposerait un mixage sonore sur cette coupe. Ce mixage intégrerait des résultats issus de la première phase du travail (travail de description quantitatif des dispositifs sonores). De plus le mixage tiendrait compte des modes de formulation des questionnements des hypothèses tels qu'ils peuvent être observés lors de la conception d'un projet.

Notre cahier des charges initiales était le suivant. Nous devons pouvoir tenir compte d'une façon ou d'une autre de ces paramètres:

a. *Paramètres prédictibles*

- caractéristiques morphologiques et physiques du cadre bâti
- distance et élévation du point d'écoute
- type de revêtement de sol urbain
- fonction de transfert d'un dispositif étudié dans la première phase (mesure de la réponse impulsionnelle dans la phase 1),

b. *Paramètres semi-prédictibles :*

- usages convoqués par le projet autour du point d'écoute,
- distance et élévation du point d'écoute vis-à-vis des principales sources de bruit du fond (transports),
- présence ou non de certains indices sonores : travail sur la composition sonore de la maquette,
- choix de la temporalité du fragment pour être le plus démonstratif,
- possibilité d'ancrer la maquette dans une région et une culture par le choix de sources spécifiques et identitaires du lieu d'étude et de la culture (introduction de dialogues dans la langue locale par ex.).

c. *Paramètres non-prédictibles, avec principalement un travail sur la composition sonore de la maquette sonore :*

- travail sur l'écriture sonore : écriture de petits scénarios vraisemblables (jeu d'apparition et de disparition de sources sonores potentiellement présentes sur le projet),
- jeu d'apparition/disparition d'éléments pour révéler l'espace sonore et l'espace construit.

Il s'agissait alors de fournir une interface sonore qui propose d'entendre le mixage de sources sonores et manipulables de manière simple par des curseurs. Ces curseurs seraient la traduction en terme de mixage de questions propres à la conception architecturale.

Ainsi l'idée est que le concepteur puisse tester une hypothèse en positionnant les curseurs de mixage sur des valeurs liées à son projet. Schématiquement l'interface de l'outil d'esquisse sonore était envisagée ainsi :

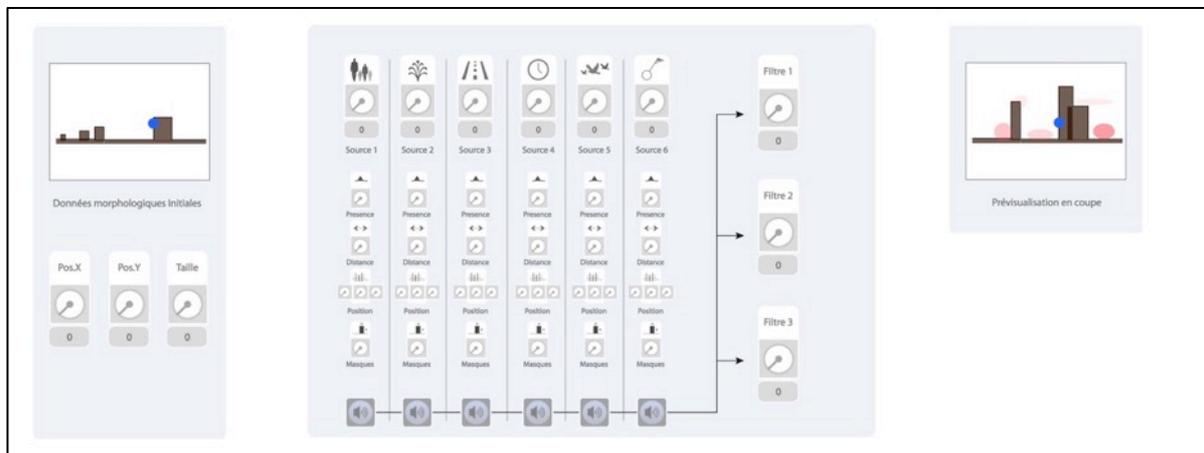


Figure 64 : principes schématiques de l'outil d'esquisse sonore

À l'inverse, on peut imaginer que par habitude le concepteur décide aussi de composer sa bande-son à l'oreille, et qu'à une position précise où il est satisfait il puisse aussi voir les valeurs des curseurs, et que cela puisse lui donner des indications sur son projet (distance minimale d'une activité, largeur de rue, hauteur de bâtiment, coexistence d'activités, couleur sonore des sources, etc.).

L'enjeu d'un tel outil est la simplicité de son interface et non experte pour pouvoir être manipulée par des concepteurs non spécialistes du son. Il doit offrir un bon équilibre entre son caractère générique, pour qu'il puisse être utilisé dans un grand nombre de contextes de projets, mais aussi être suffisamment précis ou fin en ce qui concerne la description des sources sonores.

## 3.2 Réflexions et positionnement théorique

### 3.2.1 Définitions

L'esquisse est l'initiateur du projet, elle est à la fois son essence et le projet lui-même. En effet le rapport entre projet et esquisse ne constitue pas qu'un rapport de causalité, mais bien celui d'une constitution, ou encore d'une évolution d'un même « effet » constitué d'une essence unique (cf. Spinoza).

En « évoluant », l'esquisse se fabrique alors autour d'éléments et d'événements qui la transforment, elle nécessite un certain nombre d'affections (plus ou moins agencées), de manière à devenir à la fois outil de conception par son aspect physique, mais également dans une dimension mentale, outil stimulant l'imaginaire. Ainsi, plus qu'une évolution, l'esquisse devient « révolution », en son sens tournant, et suscite l'acte de conception.

L'esquisse, dans son sens premier, intègre à la fois la notion d'outil préparatoire au travail de conception, mais également à celle d'égalisation du projet final dont l'essence (voir Spinoza) doit correspondre aux idées principales soutenues par l'esquisse. Il s'agit en effet d'un « premier » acte de représentation, mais aussi de conception.

On retrouve donc bien cette idée dès lors qu'on s'intéresse à la définition d'une esquisse : il s'agit d'une première étude d'une composition (picturale, sculpturale, architecturale) indiquant les grandes lignes du projet et servant de base à son exécution définitive.

Ainsi on note dans le terme esquisse à la fois son aspect que l'on pourrait qualifier d'outil (permettant ainsi l'étude et la conception), mais également d'objet de représentation (lui permettant d'informer ou d'indiquer le projet « définitif »). Enfin, si l'on considère l'esquisse architecturale comme une première ébauche, on peut également y réfléchir comme à un calque sur lequel viennent se superposer de nouvelles esquisses, devenant petit à petit le projet final.

### 3.2.2 De l'esquisse d'architecture au modèle numérique

L'enchaînement de ces esquisses, en particulier les nombreuses reprises sur tiers de calque, constituent une esquisse généralisée si on considère que le dossier des esquisses successives est l'esquisse véridique du projet.

Le second point qu'il semble important d'aborder ici concerne le média qui fera figure d'esquisse : quel est son rôle dans la constitution de cette dernière, à travers le degré d'abstraction qu'il propose, la liberté ou au contraire la rigueur dont il fait ? Ainsi la « nature du dialogue entre l'utilisateur et le système » joue un rôle primordial et il est à interroger ici. Comment l'outil interagit-il avec l'utilisateur, et de quelle manière propose-t-il ou non des solutions plus ou moins libres face aux données mises en avant par le concepteur ?

Le système de production de l'esquisse conditionne ainsi la dimension créative et imaginaire du dessinateur, et ainsi l'outil peut conditionner un certain nombre d'éléments qu'il s'agit pour le concepteur de contraindre via un ensemble de paramètres qu'il a, préalablement ou durant la formalisation de l'esquisse, décidés.

On retrouve cette question de l'interaction entre utilisateur et système, et donc de la part d'interprétation de l'esquisse assurée par le système, dans les différents travaux autour de l'esquisse numérique réalisés par l'ARIAM. Ainsi un certain nombre d'outils développés par l'ARIAM cherchent, selon l'objectif et le cadre de l'outil d'esquisse exploré, à travailler ses interactions homme/machine, et ainsi à comprendre la « nature du dialogue entre l'utilisateur et le système » selon qu'il doit laisser le système interpréter et modéliser une structure gothique à partir de tracés et relevés principaux : « *On remarquera que le dessin fourni au module d'analyse indique les positions des lignes et n'est pas un graphe topologique strict [...] La première étape de l'analyse consiste à créer, à partir de ce dessin, un graphe composé de nœuds, lignes et régions représentant la topologie de l'édifice. La seconde étape cherche à associer les éléments du graphe à une catégorie d'éléments de l'architecture gothique* », ou encore, si l'outil propose la résolution structurelle d'une forme complexe, selon un certain nombre de paramètres plus ou moins stricts amenés par l'utilisateur, « *au niveau de l'esquisse, on peut imaginer diverses approches : décrire les points d'ancrage et les tensions, ou dessiner une silhouette et s'aider du système pour déterminer les tensions de la structure qui s'en approche le plus* ». Cet outil a alors à la fois une utilité comme système de conception, mais aussi d'analyse et d'étude pour un modèle existant : « *Cette approche est particulièrement adaptée à des phases de conception où une forme esquissée est affinée et optimisée en fonction des résultats. Elle trouve aussi une application pour une évaluation d'une structure ou d'un élément de structure entrant dans une typologie traitée. La valeur didactique d'un tel outil est aussi importante compte tenu de l'interactivité de l'approche.* »

Enfin la piste d'une dimension interactive permettrait d'affiner les intentions de l'utilisateur transmises au système, et ce de façon à préciser le rôle de chacun, préalablement établi (solutions proposées par le système, niveau d'abstraction, etc.). Cette dimension interactive pourrait être développée via les nouvelles techniques et technologies connues et en développement aujourd'hui, comme la captation analogique transmise au système numérique, de manière à informer le système des différentes dimensions du dessin de l'utilisateur (« *Chaque trace graphique opérée par l'utilisateur est mémorisée avec ses paramètres (points, temporalité, pression, etc. L'interprétation du croquis est réalisée en temps réel grâce à un niveau de connaissance supplémentaire.* »), et ainsi à améliorer ce « dialogue entre utilisateur et système ».

### 3.3. Esquis'Sons ! nouveau cahier des charges

L'analyse des dispositifs étudiés notamment dans leur écoute comparée a permis de mettre à jour un certain nombre de questionnements / scénarios propre à la conception architecturale de ce type d'espace. Ces scénarios sonores renvoient par ailleurs à des gestes architecturaux et à des choix constructifs ou matériels qui auront un impact sur la qualité des sons écoutés et produits depuis les dispositifs étudiés. Ces gestes ou scénarios sont simples, mais ils sont en quelque sorte une formulation architecturale d'hypothèses faites à l'écoute. On peut résumer ces scénarios avec les questions suivantes. Quelles pourraient-être les conséquences à l'écoute si

- je ne suis plus sur un balcon, mais dans une loggia ?
- si, le type de dispositif change dans sa matérialité
- si le garde-corps mon balcon est plein ou évidé ?
- si mon dispositif est en double-hauteur ?
- si mon dispositif est suffisamment profond et permet une position en recul vis-à-vis du garde-corps ?
- si les autres balcons de mon immeuble sont occupés ou vides ?
- si mon balcon donne sur une rue circulante ou non ?
- si mon balcon donne sur un cœur d'îlot ou non ?
- si l'îlot est clos, semi-ouvert, fermé, végétalisé ou non,
- si le cœur d'îlot offre des assises et des aires de jeux pour les enfants, des sources sonores particulières ?
- si je monte ou si je descend d'un ou plusieurs étage ?
- à partir de quel étage entends-je la rumeur lointaine de la ville (cloches, trafic, sources lointaines)
- comment tenir compte de la réverbération « locale » ou à proximité du point d'écoute ?

Notre travail d'analyse de ces situations de référence nous a permis de compiler ce genre d'informations et interrogations. Ces éléments sont donc les objectifs du nouveau cahier des charges de notre outil d'esquisse sonore. Les points suivants permettent de répondre aux questions précédentes :

#### A l'échelle des points d'écoute

**Nous développons une solution où le « dispositif » est attaché au point d'écoute : un parallélépipède aux dimensions réglable accompagne tout point d'écoute déclaré**

- Ce volume est caractérisé par un degré de fermeture : pour cela, nous partons des principes suivants :
  - Le parallélépipède autour du point d'écoute peut épouser les dimensions du dispositif en façade.
  - La paroi du dispositif donnant sur l'appartement est caractérisé par un « slider ou curseur » pour régler la quantité des ouvrants et donc la possibilité d'entendre sur le balcon des sons provenant du logement à l'intérieur. Dans l'analyse, les dispositifs sont décrits par un pourcentage de transparence de la façade (compris théorique entre 0 et 100%). Dans l'outil Esquis'sons !, un curseur permet de régler ce paramètre.
  - Les 4 autres parois : couverture du dispositif par un le même dispositif à l'étage supérieur, la fermeture éventuelle des parois latérales ainsi que de la paroi donnant dans le vide (partielle pour un garde-corps plein ou totale pour une double peau) est exprimé par un pourcentage de fermeture calculé sur le rapport des surfaces pleines et vide.

**Dans l'outil Esquis'sons, ce point est géré par la mise en place de 6 curseurs généraux qui permettent de définir une « porosité » ou une transparence acoustique - curseurs qui varient de 0 à 100%.**

- Esquis'Sons ! propose une écoute comparée sur 2 points d'écoute. Un écoute stéréo de ces 2 points d'écoutes qui sont choisis par l'utilisateur. Cela permet de mettre à jour des différences qui sont des questionnement du concepteur (cf. introduction plus haut : épaisseur, ouverte, fermeture de l'îlot , hauteur du point d'écoute, Rez-de-jardin, étages, ouverture ou fermeture du dispositif.

- Il est possible d'affecter un coefficient d'absorption sur les dispositifs déclarés pour tenir compte de la qualité des matériaux qui constitue le dispositif. Le coefficient est général sur l'ensemble du dispositif et est compris entre 0 et 1. Il ne dit pas où se trouve l'absorption.

### A l'échelle de l'ilot

- déclarer de 1 à 4 bâtiments dont on peut régler la Longueur, la Largeur et la Hauteur
- bâtiments peuvent être pivotés aussi : on peut donc facilement régler l'ouverture ou la fermeture de l'ilot.
- Possibilité de déclarer 4 environnements sonores « cardinaux » autour de l'ilot selon au Nord, Est, Ouest et Sud (et leur « distance » par rapport à l'ilot)
- Possibilité d'affecter à ces environnements des pistes pré-enregistrées (neutres + loop)
- Possibilité d'importer sa prise de son
- déclaration de sources localisées : fontaines (différents types), aire de jeux, jeux de ballons, école (cour, rentrée ou sortie des classes), cafés terrasses, commerces, cloches, conversation espaces publics (langues), sons de pas sur différents sols, sons de la nature (oiseaux, vent dans les feuilles) sons électroacoustiques (radio, TV, musique), sonnerie de téléphone portables + voix, passage 2 roues, passage bus - tram – camion, passage bateau, etc.
- Possibilité d'introduire des éléments aléatoires dans les environnements sonores (passage d'une voiture, d'un 2 roues, chant d'oiseau, conversation piétonne)
- possibilité de définir un environnement sonore = rumeur urbaine + sons identitaires (cloches) ou autre (que l'on captera en fonction de l'ouverture de l'ilot et de la hauteur du pt d'écoute (environnement lointain).
- Définir une réverbération à l'échelle de l'ilot (pour faire la différence entre des ilot fermés aux surfaces minérales et des ilots ouverts et végétalisés)
- Possibilité d'introduire des sources localisées comme des fontaines, des oiseaux, une aire de jeux, une conversation dans un parc, une cloche, une conversation à l'intérieur du BLTC ou à l'intérieur de l'appartement.

L'ensemble du travail d'écriture de script consiste alors à partir des positions des sources et des 2 récepteurs, de calculer un certain **nombre de filtres** et **de mixages** à partir **uniquement** de données **géométriques** (distances) **calculables** sur **le modèle spatial en 3D** de Rhinocéros.

**La mise en œuvre d'un tel cahier des charges permet d'esquisser une réponse sonore aux questions précédemment listées. La manipulation facile de ces critères permet alors au concepteur de valider des choix et/ou de chercher d'autres alternatives.**

### 3.3.1 Esquis'Sons ! : l'outil - description

L'outil Esquis'sons est une application qui permet d'entendre en direct des choix réalisés sur un modèle numérique de conception architectural d'espaces de type balcon, loggia, terrasse ou coursive en façade d'un bâtiment appartenant à un ilot.

- Le logiciel de modélisation de l'espace est le logiciel **Rhinoceros** pour Mac ou pour Windows (<https://www.rhino3d.com>)
- Le logiciel de production des scènes sonore est **Max / MSP** (par Cycling '74 MAX - <https://cycling74.com/products/max/>)
- L'interface de communication entre les deux logiciels est le module **Grasshopper3d** : Algorithm modeling for Rhino (<http://www.grasshopper3d.com>)

Notre outil propose ainsi les éléments logiciels (applications) permettant cette communication. Cet outil fonctionne dans les systèmes d'exploitation qui autorisent l'usage couplé de Rhino et de Grasshopper (Windows ou émulation de Windows sur Mac<sup>4</sup>).

Le principe d'interactivité entre les deux logiciels, qui nous permettent l'un de générer des morphologies spatiales et l'autre des événements sonores, est géré par une communication du type User Datagram Protocol (pour sa simplicité et sa rapidité principalement).

<sup>4</sup> A ce jour Rhino existe pour Mac mais pas Grasshopper. L'application Esquis'Sons ! nécessite de faire tourner une émulation de Windows pour fonctionner (jusqu'à que Grasshopper soit écrit pour OSX)

L'idée principale de faire communiquer ces deux « suites logicielles » provient du fait qu'ils utilisent tous deux le principe des paramètres (variables et principalement numériques) comme information de base. Notre travail consiste alors à utiliser les informations de l'un vers l'autre **et vice-versa**.

Ainsi un utilisateur lambda utilisant Rhino pour son projet peut télécharger et installer gratuitement le module de Max/MSP (module compilé fourni par cette recherche) qu'il pourra faire dialoguer avec son modèle spatiale grâce au plug-in Grasshopper (téléchargement gratuit). Ainsi, à partir du moment où il renseignera un certain nombre de paramètres, il peut entendre en direct la version sonore de son esquisse numérique. Il produit en direct une scène sonore que nous considérons comme une esquisse sonore.

L'interface utilisateur de l'outil se présente ainsi :

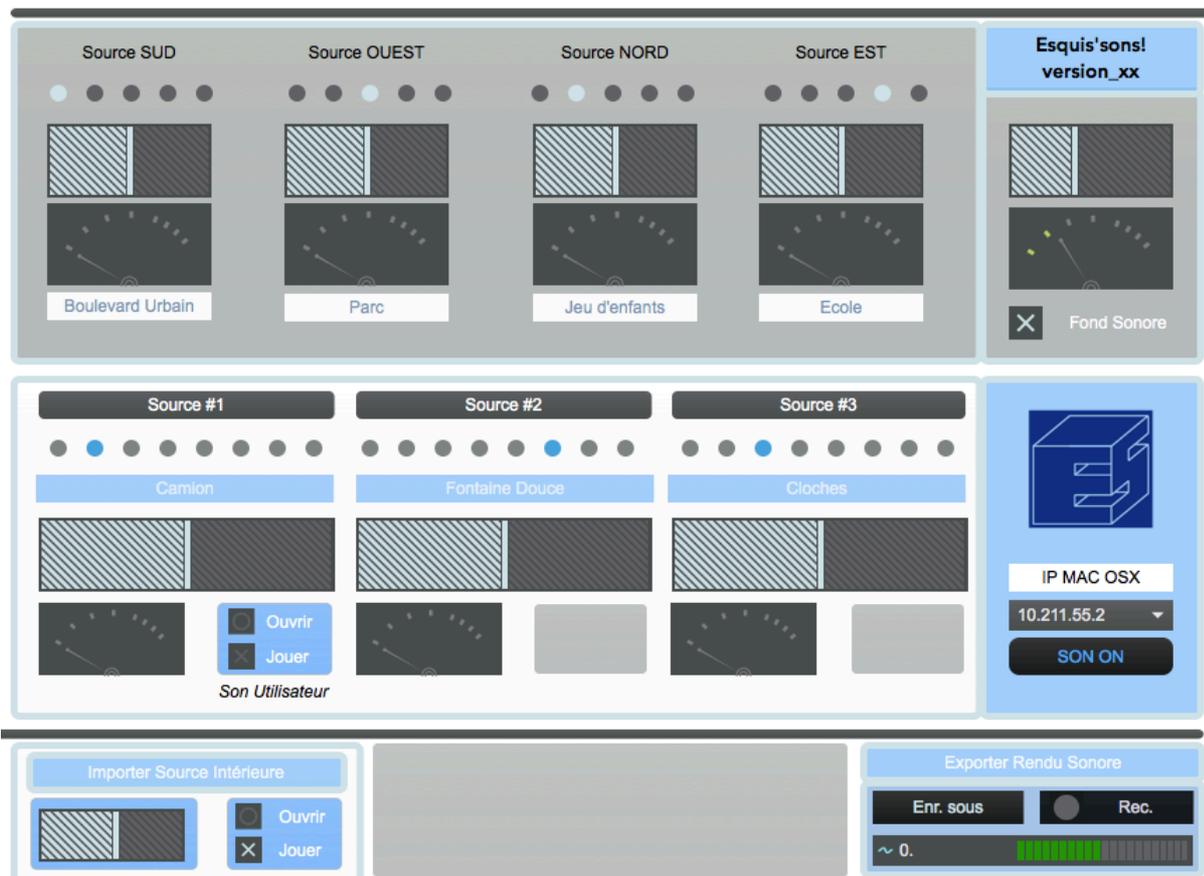


Figure 65 : interface utilisateur de l'outil Esquis'Sons ! © Esquis'sons !

L'utilisateur définit ainsi la scène sonore de cette façon. Tout d'abord, il construit un contexte spatial

### a. Contexte spatial

Dans un premier temps on génère ou l'on construit un « contexte » de morphologie urbaine à travers une organisation spatiale des sources et des points d'écoutes dans Rhinoceros3D via Grasshopper à travers des paramètres numériques qui restent tous en permanence modulables :

On dispose à la base de quatre « blocs » entièrement paramétrables par leurs tailles, positions et orientations qui forment la morphologie urbaine (n'importe quelle géométrie complexe peut également être utilisée pour alimenter la scène spatiale et sonore)

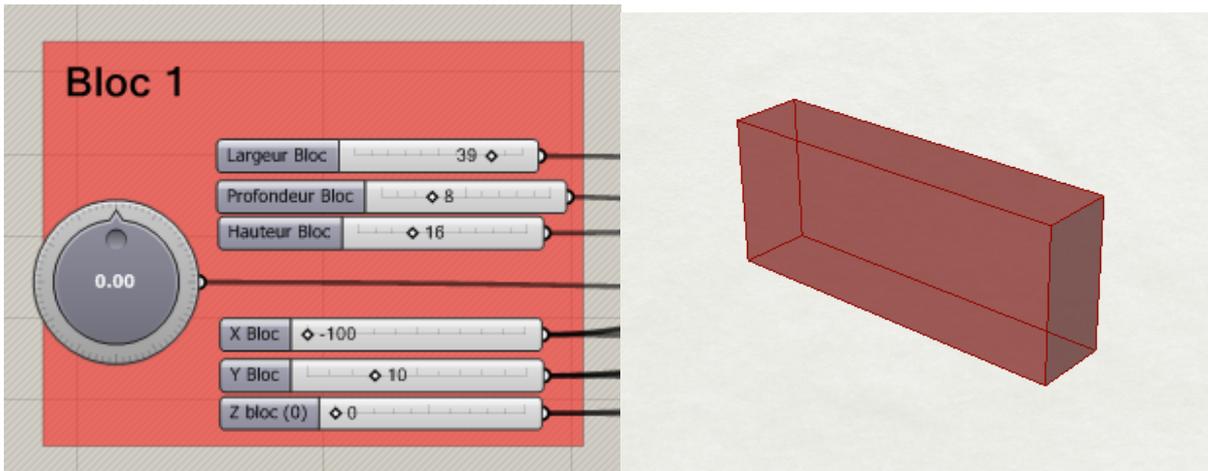


Figure 66 : Réglage de positions selon les coordonnées X,Y,Z / Réglage de volumétrie L,I,H / Rotation (°)  
© Esquis'Sons !

On positionne également un ou deux points d'écoute auxquels on définit des positions, des tailles ainsi que des orientations.

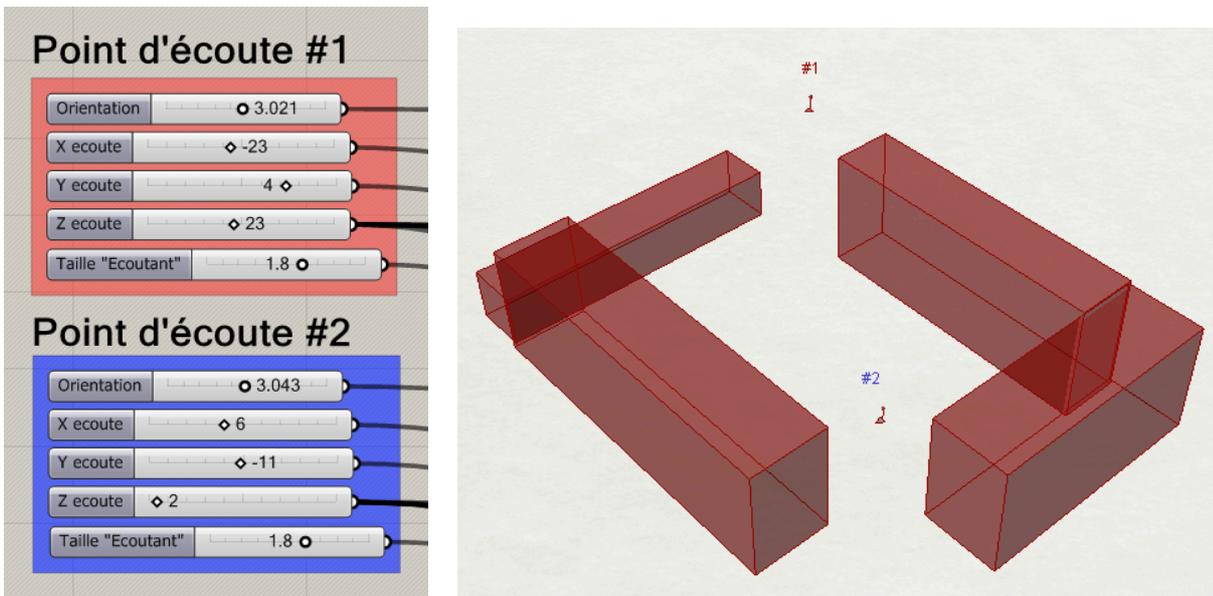


Figure 67 : Réglage des positions des points d'écoute selon les coordonnées X,Y,Z / Taille H / Rotation (rad)  
© Esquis'Sons !

Sur la base de ces deux points d'écoute modulables disponible, on décide alors d'une forme de BLTC liée à chacun d'entre eux, puis ensuite de la « porosité » acoustique de chaque face de ce BLTC ainsi que son « coefficient d'absorption » . Il est alors possible d'envisager un point d'écoute exempt de BLTC en gérant sa porosité sur zéro

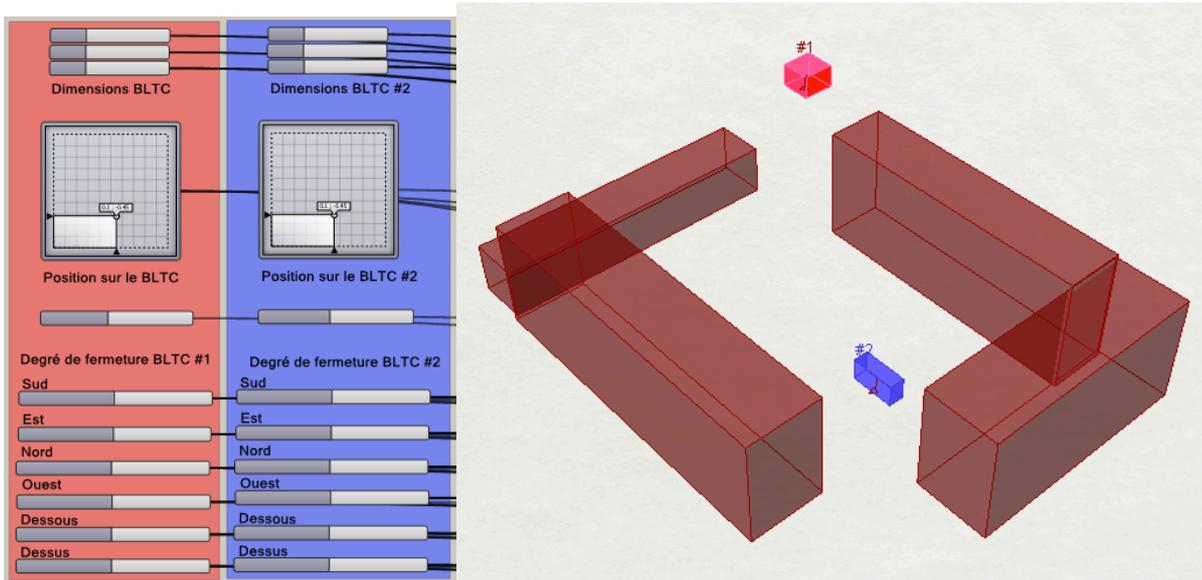


Figure 68 : Réglage de positions dans le BLTC X,Y,Z / Dimension L,I,H / Rotation (rad) / Degré de fermeture par face % © Esquis'sons !



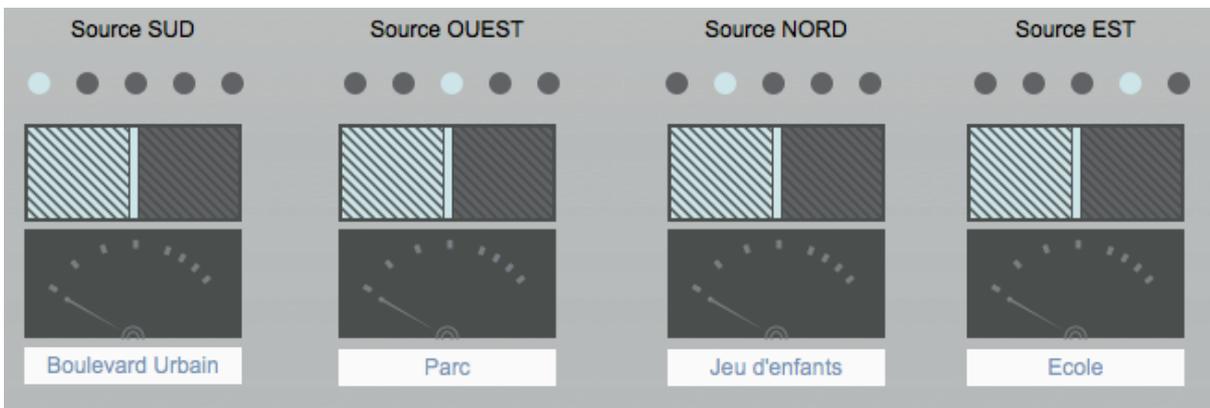
Figure 69 : Coefficient d'absorption du BLTC de 0 à 1 © Esquis'sons !

Puis dans un deuxième temps, il construit sa « scène sonore »

### b. Construction de la scène sonore

Dans un second temps, il s'agit de construire une scène sonore en définissant des sources au sein du logiciel Esquis'sons, mais aussi en les positionnant dans l'espace.

Ainsi, on peut d'abord définir quatre « environnements sonores » cardinaux qui constitueront de l'identité sonore urbaine de notre esquisse et auxquels on donnera une distance relative à la morphologie urbaine précédemment construite. L'interface pensée dans Max nous permet de sélectionner à l'intérieur d'une sélection de sources type, représentative des espaces sonores urbains.

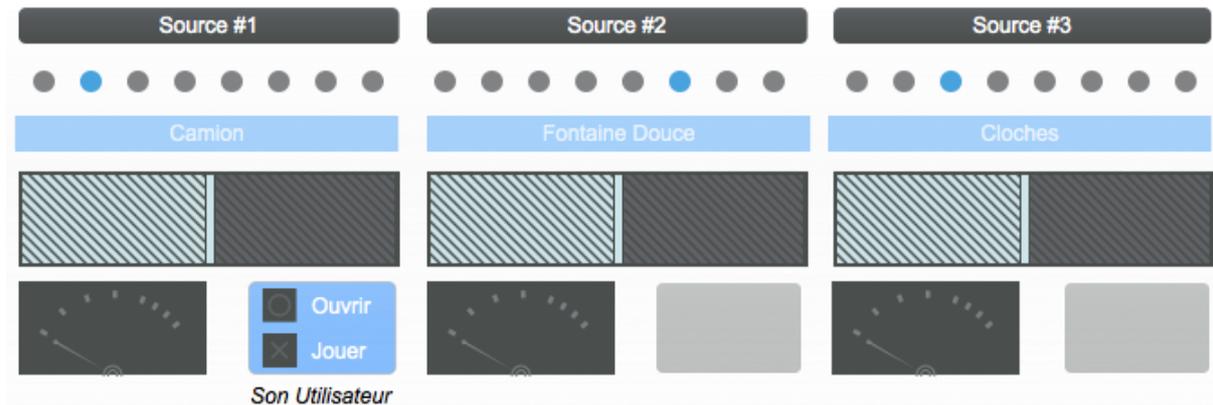


**Figure 70 : Déclaration des sources sonores cardinales dans le plugin Esquis'sons! © Esquis'sons !**



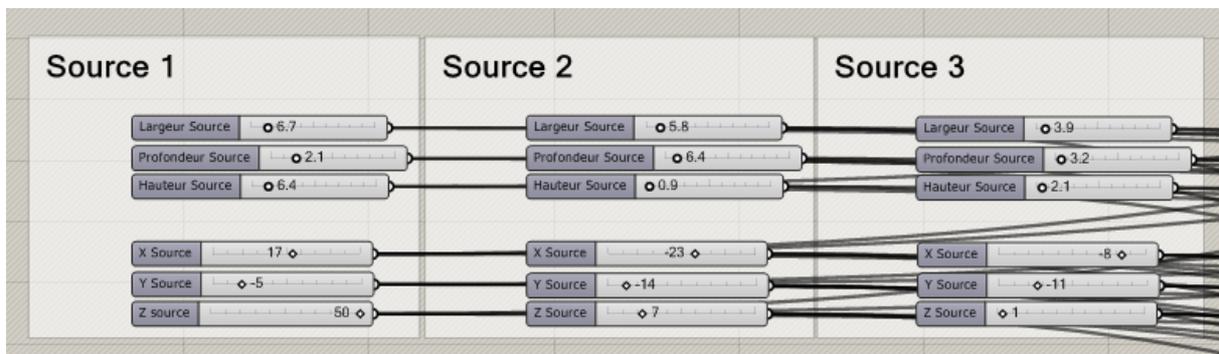
**Figure 71 : Définition des distances relatives aux sources sonores dans l'espace virtuel (mètres) © Esquis'sons !**

On définit ensuite de la même manière dans MaxMSP trois sources localisées qui elles sont paramétrables en positions, hauteurs et dimensions dans Grasshopper.



**Figure 72 : Déclaration des sources sonores localisées © Esquis'sons !**

On peut alors donner une dimension à ses sources



**Figure 73 : Définition des dimensions (L,I,H) et positions (X,Y,Z) des sources © Esquis'sons !**

Ainsi toute modification sur l'espace construit dans le modèle spatiale est audible en direct grace à l'application Esquis'sons !

### 3.3.2 Principes d'écriture des scripts Esquis'Sons !

#### a- Logique et Calculs

##### Interactions

Sur la base de cette définition d'un modèle spatial, entièrement paramétrable en temps réel, on extrait des données géométriques et numériques qui vont être communiquées entre Rhinoceros/Grasshopper et l'outil Esquis'sons.

##### Calculs

On récupère alors depuis Grasshopper 3D les distances des points d'écoutes aux sources (cardinales et localisées) de manière à moduler ces dernières :

L'inverse de la distance est utilisé pour informer le niveau de gain appliqué à chaque source de manière à réduire celui-ci proportionnellement à la distance. Cette inversion de la distance est également utilisée pour informer la fréquence de coupe d'un filtre passe-bas permettant alors de simuler une diminution de perception des aiguës liée à un éloignement. L'inverse de la distance que l'on multiplie par 100 nous donne une valeur de gain et on multiplie cet inverse par 500 pour obtenir la fréquence du cut-off.

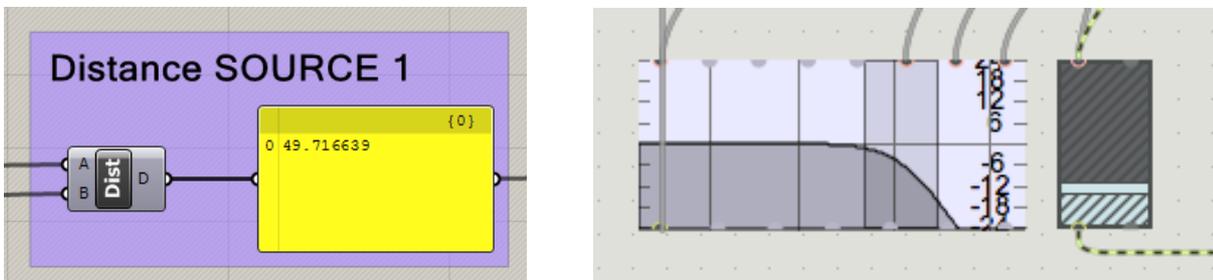


Figure 74 : Mesure des distances (gh) et information du gain et du passe-bas (Esq)© Esquis'sons !

Au moyen d'une double mesure des distances, on est capable de spatialiser les sources à gauche et à droite. On génère un triangle depuis l'écoutant duquel on extrait les deux extrémités (gauche et droite), puis on calcule la distance des deux points à la source, on soustrait alors une distance à l'autre que l'on divise ensuite par 2. C'est cette valeur qui nous permet de gérer le ratio des panoramiques. On envoie alors cette valeur à max qui lit un chiffre entre -1 et 1 pour appliquer un décalage plus ou moins fort dans les panoramiques.

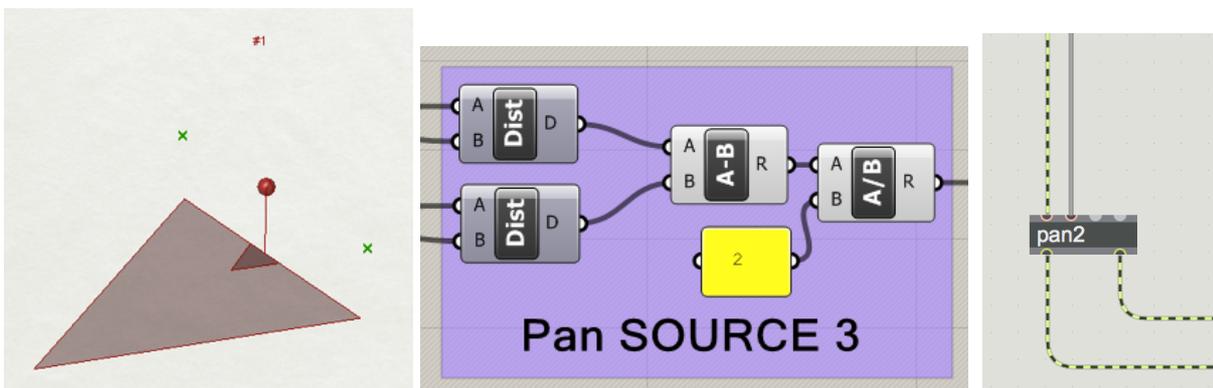


Figure 75 : Génération du triangle (gh), Différentiel des distances (gh), Application du panorama (esq) © Esquis'sons !

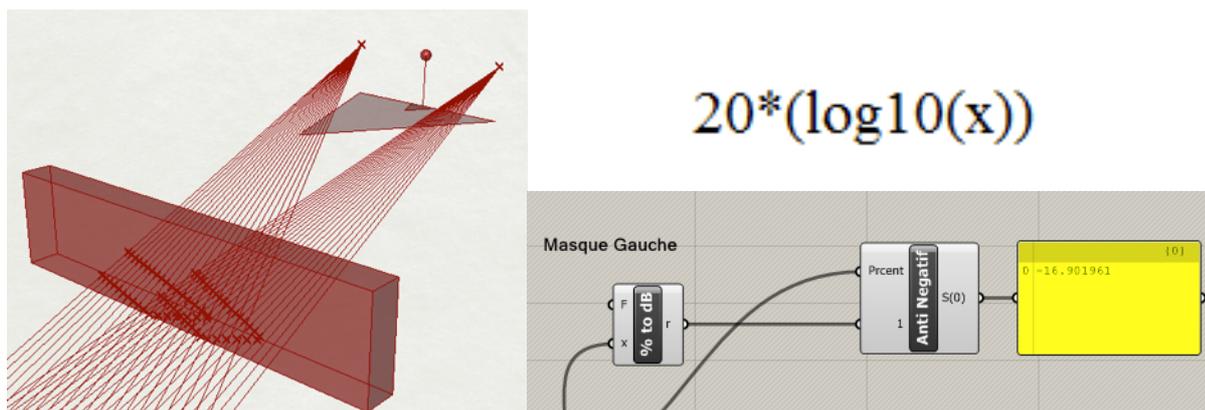
Pour chaque source on calcule également, au moyen d'une évaluation des intersections avec l'environnement, les masques potentiels et ainsi la diminution voire la disparition d'une source selon le point d'écoute.

Pour conserver les panoramas sonores auxquels peuvent s'appliquer les masques une série de ligne est tracée entre la source et les points à gauche et à droite de l'écouter. A partir de celles-ci, il s'agit d'extraire le nombre d'intersections avec les éléments environnants :

On divise alors ce nombre d'intersections par 2 (chaque ligne traversant complètement un objet 3D générant 2 points), duquel on fait le rapport sur le nombre total de lignes tracées.

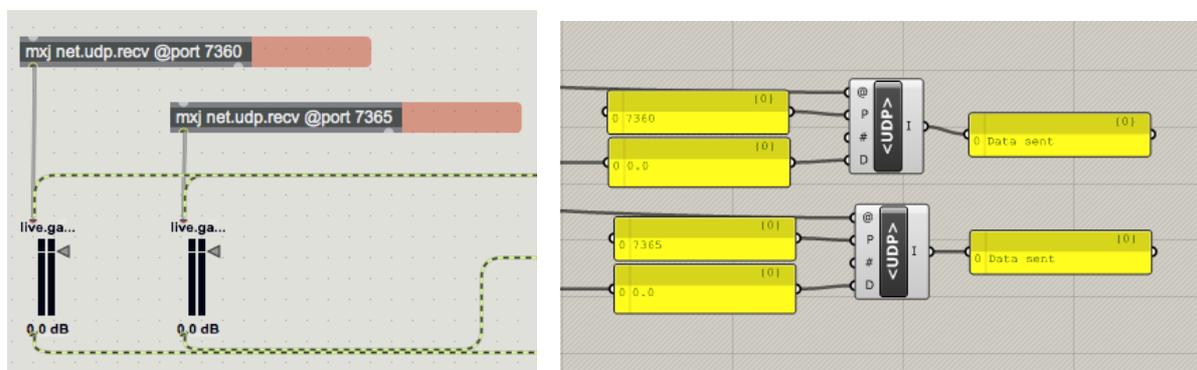
Plus il y a d'intersection, plus le rapport devient haut, on opère donc une soustraction sur 1 avec ce résultat (par exemple  $1 - 0.48 = 0.52$ ). Enfin, on multiplie ce résultat par 100, ce qui génère le pourcentage de son non masqué (ici 52).

Ce pourcentage est ensuite communiqué via le protocole udp au plugin esquis'sons qui gère un potentiomètre de volume paramétré de 0 à 100



**Figure 76 : Calcul des intersections et transformation du pour cent en décibels (gh) © Esquis'sons !**

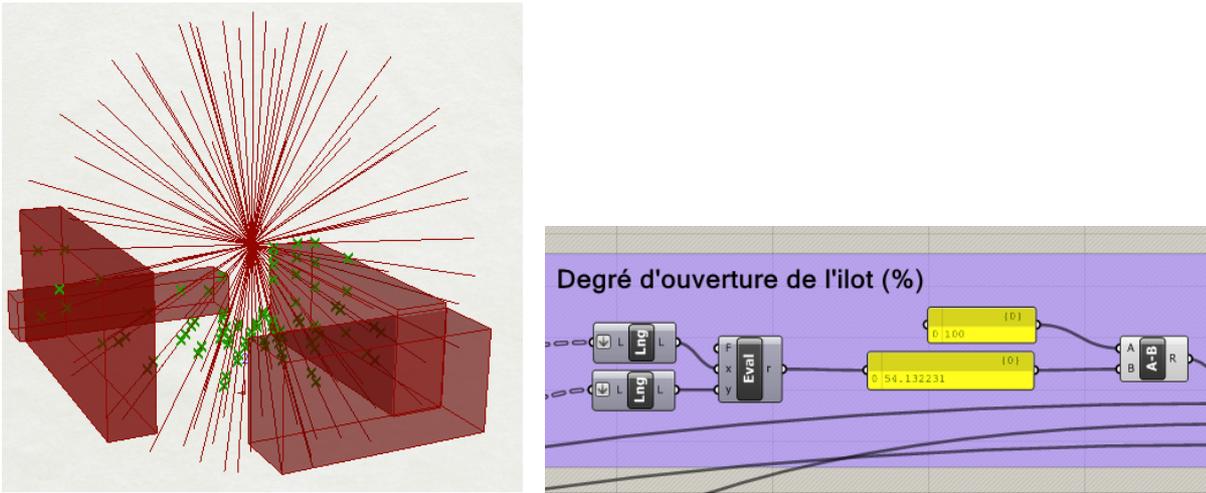
Cette donnée est alors ensuite transformée en décibels puis directement transmise à l'outil qui gère deux potentiomètres de volume, un pour le canal droit et un pour le canal gauche.



**Figure 77 : Transfert de Rhino/Grasshopper au plugin esquis'sons! puis contrôle des faders (dB) © Esquis'sons !**

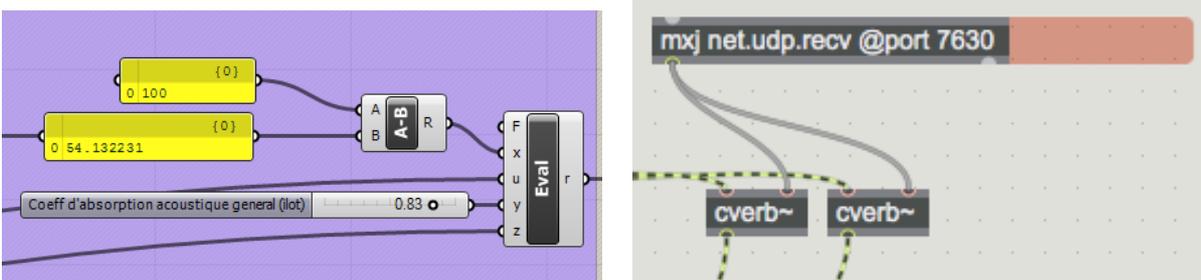
Après un travail sur les intensités sonores et les fréquences, l'outil d'esquisse applique différentes réverbérations relatives à des informations spatiales. Ainsi, pour les réverbération liées à l'îlot, un temps de réverbération est calculé sur la base d'un calcul de TR modifié pour prendre en compte l'ouverture plus ou moins importante de ce dernier.

Dans un premier temps il s'agit de calculer l'ouverture de l'îlot selon la position de l'écouter. Une série de rayons est projetée de manière sphérique de façon à pouvoir calculer les intersections avec l'environnement dans tous les axes de l'espace. De la même façon que pour les masques, on procède ensuite à un rapport des intersections sur les lignes projetées transformé ensuite en pourcentage. Cette méthode nous permet ainsi de calculer un degré d'ouverture dépendant de la position de l'écouter (la perception sonore d'un environnement bâti étant plus présente à sa base plutôt qu'à son sommet).



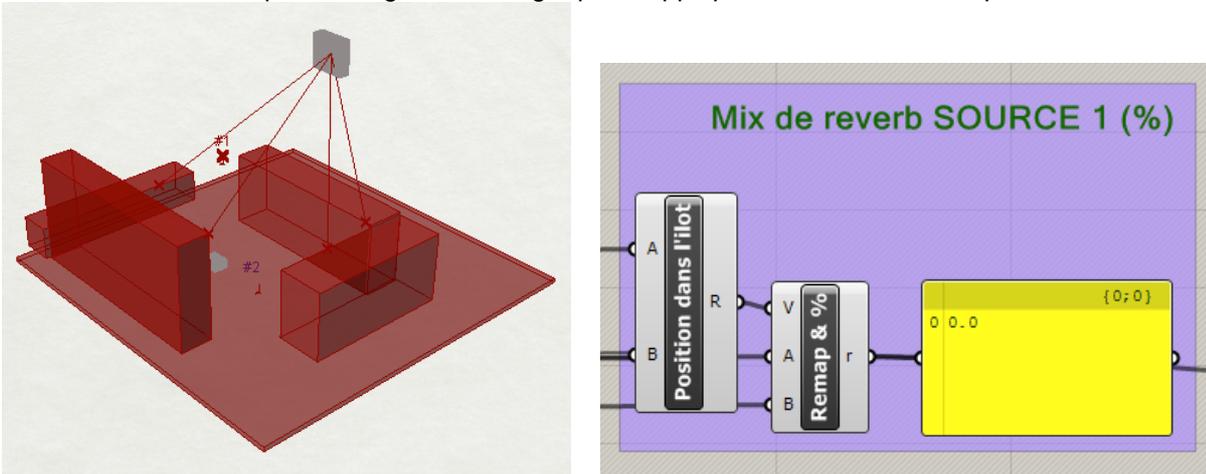
**Figure 78 : Évaluation des intersections avec l'environnement, projection de rayons sphérique (gh) (dB) © Esquis'sons !**

A partir de ce calcul, on va moduler le volume global de l'îlot (volume multiplié par le degré d'ouverture divisé par 100) qui va nous servir de base pour le calcul du temps de réverbération en articulation avec un coefficient d'absorption général multiplié aux surfaces des façades et du sol.



**Figure 79 : Calcul du temps de réverbération (gh) et application des réverbérations aux sources (esq) © Esquis'sons !**

A partir de ce calcul, cette réverbération propre à l'îlot dessiné est appliquée à chaque source selon sa position dans ce dernier. Pour ce faire on mesure la distance la plus courte du centre de chaque source à chaque volume pour ensuite les additionner, le résultat est ramené à des bornes allant de 0 à 100 (de manière paramétrique selon la taille de l'îlot) du plus au centre jusqu'au point le plus excentré, ce résultat est alors utilisé comme pourcentage de mixage pour appliquer la réverbération préalablement construite.



**Figure 80 : Mesures relatives au mixage de réverbération (gh) © Esquis'sons !**

L'outil calcule également les réverbérations relatives au BLTC et donc s'appliquant aux sources intérieures. Il s'agit ici de calculer dans grasshopper le volume du BLTC déterminé en amont, puis via la formule de calcul du temps de réverbération et un coefficient d'absorption de fabriquer une réverbération correspondante.

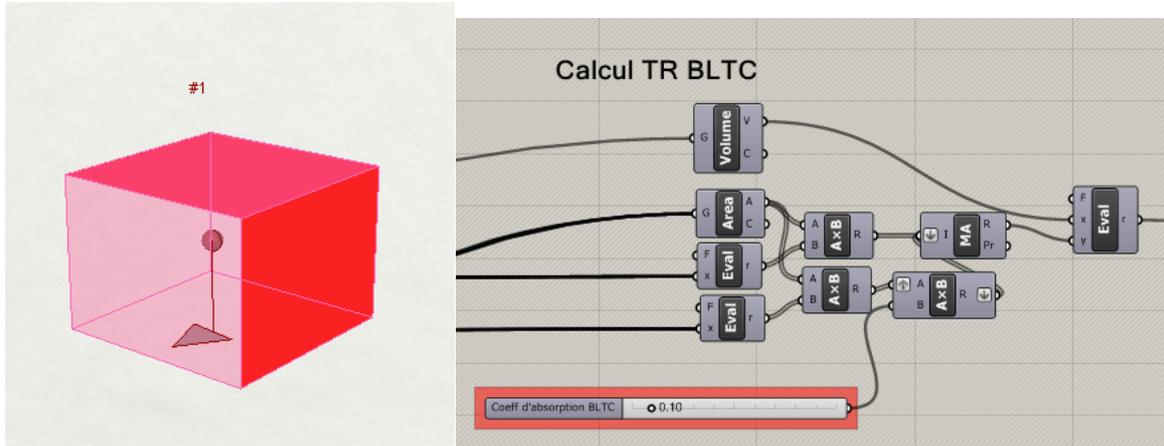


Figure 81 : Calcul du volume (m3), Calcul des surfaces (m2), Définition du coefficient d'absorption (0 à 1) © Esquis'sons !

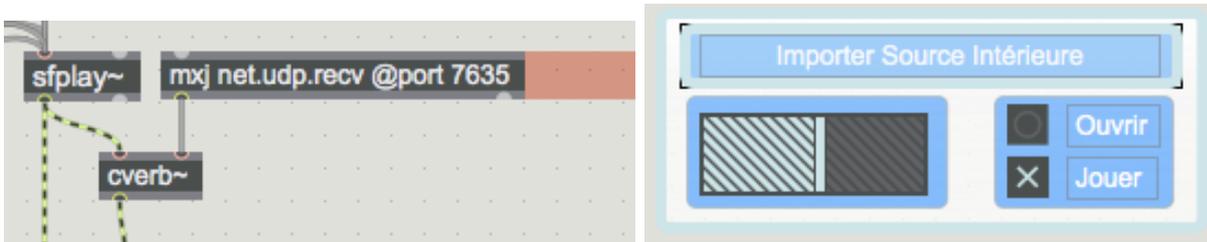


Figure 82 : Information de l'outil Esquissons avec le temps de réverbération interne au BLTC

Enfin nous proposons un filtrage des sources extérieures à travers une certaine porosité des faces du BLTC précédemment dessiné dans grasshopper 3D. Ainsi on mesure en quelle « quantité » chaque source traverse chaque face du bltc avec la méthode de projection de rayons.

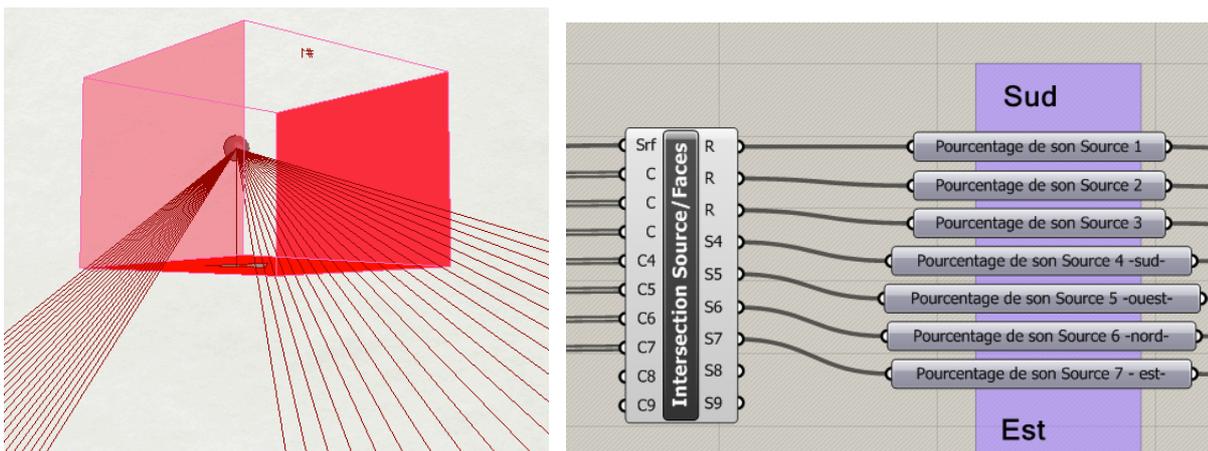
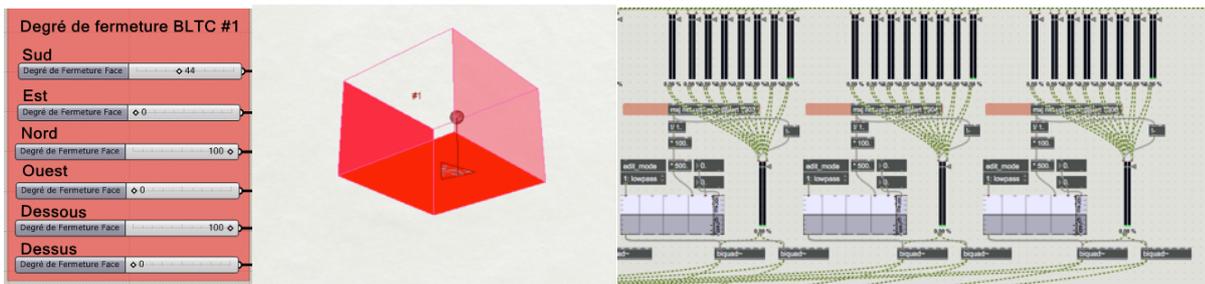


Figure 83 : Rapport d'intersection entre chaque face d'un BLTC et chaque source © Esquis'sons !

Il est ensuite appliqué - proportionnellement à la quantité traversant la face pour chaque source - directement dans l'outil d'esquisse, un filtrage correspondant au degré de porosité de la face définie précédemment.



**Figure 84 : Définition des degrés de porosités dans grasshopper, Applications des deux calculs précédent via des mixers dans l'outil d'esquisse sonore © Esquis'sons !**

### 3.4 Processus de validation de l'outil

Le processus de construction et de validation de l'outil Esquis'sons ! est un processus continu depuis les premiers essais réalisés il y a plus d'un an. Avec l'ouverture du site « Esquis'sons !<sup>5</sup> » nous souhaitons développer son usage et ouvrir son développement à une plus large communauté encore.

En effet, jusqu'en février 2015 (date à laquelle nous avons communiqué un bilan intermédiaire), nous avons alors deux hypothèses en cours.

- La première visait à développer l'interface entre Rhino – Grasshopper et Max, c'est celle que nous avons choisi.

et/ou

- La seconde visait à utiliser des technologies web récentes. Nous voulions aussi essayer de développer une version simple d'usage de l'outil d'esquisse sonore pour qu'il puisse être réapproprié par un large public qui n'a pas forcément des connaissances poussées en conception paramétrique, en acoustique en général et sur l'environnement sonore en particulier. Nous collaborions sur ce point avec la société grenobloise Go-On-Web, qui avait développé à ce jour différents tests d'intégration d'une interface 3D en version web permettant de spatialiser des sources sonores dans une scène. Elle utilise la Web Audio API et WebGL avec la librairie ThreeJS

Nous avons décidé de nous consacrer à la première hypothèse pour les raisons suivantes

- Il est essentiel que l'outil Esquis'sons ! serve en premier lieu aux concepteurs de l'espace construit (architectes, urbanistes, designers, designers sonores, etc.). Il nous est apparu essentiel de se ressaisir des outils contemporains du design s'inscrivant ainsi dans des pratiques partagées par une communauté
- La logique des outils paramétriques pour l'architecture est cohérente par rapport à nos ambitions dans la mesure où ce logiciel est à même de communiquer « justement » des paramètres à d'autres logiciels via un protocole simplifié d'écriture de scripts.
- L'entrée par le son dans un projet d'architecture est extrêmement rare, autant favoriser une entrée dans le sonore par des outils connus et maîtrisés par les concepteurs.
- Le module d'esquisse sonore vient donc se « plugger » à un squelette logiciel robuste et en ce sens renvoie encore à des pratiques contemporaines de la conception numérique de l'architecture. En effet grâce à l'interface de Grasshopper, de nombreux plug-in sont proposés notamment pour gérer l'environnement dans un projet (ladybug par exemple et bien d'autres)
- Enfin, les technologies API et WebGL auraient nécessité de tout réécrire dans ce langage les scripts développés dans Grasshopper. Comme nous le verrons plus loin, le développement a évolué régulièrement depuis Février 2015 et en ce sens nous n'avons pas la capacité de tout développer en parallèle.

<sup>5</sup> [www.esquissosons.fr](http://www.esquissosons.fr)

Nous avons eu la chance de confronter l'outil à différents publics (étudiants, enseignants et architectes) en France et à l'étranger dans la mesure où deux membres de l'équipe sont enseignants dans des écoles d'architecture : à Grenoble, à l'École Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble – ENSAG, au sein du master « Ambiances et Cultures Numériques » dans lequel Gregoire Chelkoff et Théo Marchal sont enseignants réguliers. Mais aussi au département d'architecture de l'école Polytechnique de l'Université de Thessalie à Volos, en Grèce où Nicolas Remy enseigne 2 cours optionnels d'acoustique (1 à chaque semestre).

En résumé on peut présenter le processus de construction et de validation que l'outil Esquis'sons ! ainsi :

### 3.4.1 historique de la construction et de la validation des étapes

Le lecteur notera qu'à partir de l'étape 4, l'outil est testé à un niveau pédagogie et avec la communauté de chercheurs, architectes rassemblés dans le cadre de ces enseignements.

#### 1. Première étape, le développement de l'outil, les bases de fonctionnement

- Création d'une articulation via un protocole de communication informatique entre MaxMSP et Grasshopper 3D
- Test de communication à travers un exercice de spatialisation basique

#### 2. Première étape, le développement de l'outil, les premiers tests d'effets sonores liés à un espace modélisé

- Pensée d'un processus de modélisation simple via l'outil grasshopper grâce à des sliders numériques
- Génération d'une scène à travers la modélisation d'un ilot, le positionnement d'un point d'écoute et d'une source, permettant de relever des données de mesures
- Communication avec Max et interprétation des mesures selon une manière intuitive pour simuler une préversion simplifiée de l'outil
- Atténuation du volume selon les distances et effets de masque liés à la présence de bâti sur la trajectoire des sources

#### 3. Troisième étape, fabrication de l'outil sur la base des tests logiciels et du travail de terrain

- Intégration d'une liberté de morphogénèse des ilots avec quatre volumes entièrement paramétrables et séparés.
- Possibilité de changer la taille de l'écouter tout en conservant la même hauteur (pour simuler une position assise ou allongée par exemple)
- Optimisation de la communication logicielle pour permettre une plus grande fluidité d'utilisation et une hybridation des plateformes (Mac/PC/Machines virtuelles).
- Qualification de différentes typologies de sources « adressables » par l'utilisateur : l'environnement sonore alentour et les sources localisées que l'on positionne dans et en dehors de l'ilot.
- Ajout d'un calcul du panorama sonore pour spatialiser les sources
- Ajout d'un filtre passe bas corrélé aux mesures de distances des sources

#### 4. Troisième étape, modification après les premiers tests de la version alpha 0.0 avec les chercheurs - architectes.

- Ajout d'un fond sonore urbain variable selon la hauteur de l'écouter
- Réflexion sur les réverbérations et intégration d'une réverbération d'ilot variable selon la position de l'écouter et sa hauteur.

#### 5. Cinquième étape, modification après les premières investigations sur l'outil avec les étudiants

- Intégration d'une possibilité d'informer le modèle avec des morphologies personnalisées et complexes
- Construction d'une interface plus accessible pour l'outil esquissons avec des sources présélectionnées et classées.
- Implantation d'un outil de calcul des adresses IPs pour automatiser les transferts de données.

#### 6. Sixième étape, amélioration de l'outil sur la base des tests logiciels et du travail de terrain

- Ajout du BLTC et des filtres associés selon le principe d'une boîte paramétrable toujours présente et contenant l'écouter.
- Amélioration du fond sonore pour lissé son évolution selon la hauteur de l'écouter.
- Suppression de la précédente logique de réverbération pour un système intégrant le degré d'ouverture de l'ilot
- Possibilité d'avoir deux points d'écouter.

#### 7. Septième étape, amélioration après les premiers tests de la version alpha 0.2 avec les chercheurs.

- Intégration d'une possibilité d'ajouter sa propre bande sonore à l'outil
- Combinaison des deux logiques de calcul de réverbération via une projection de rayon articulant le degré d'ouverture de l'ilot et le volume de celui ci
- Ajout de coefficients d'absorption pour les BLTC et les morphologies urbaines
- Intégration d'un volume manuel potentiel préalablement réglé au volume conseillé pour chaque source.
- Ajout d'un positionnement dans le BLTC
- Possibilité de passer d'un point d'écouter à un autre via un simple clic

#### 8. Huitième étape, amélioration après les utilisations pédagogiques.

- Ajout d'une possibilité d'exporter le rendu sonore associé à la scène construite
- Prioriser l'intégration d'une source personnelle pour l'environnement intérieur au BTLC
- Amélioration du rendu sonore et du réalisme de ce dernier en modifiant certaines règles de calcul de l'outil et en favorisant l'articulation des données.

Enfin, quelques prospectives immédiates et consécutives des étapes précédentes sont en cours de réflexion et de réalisation.

#### *Prospectives ou en cours à ce stade du processus de construction*

- Intégration d'un bouton dans grasshopper permettant l'ouverture d'esquisses
- Possibilité de choisir le type de fond sonore (rural/urbain/montagnard/maritime ..)
- Intégration de sources mobiles
- Possibilité d'importer des scènes préfabriquées

Notre outil n'est pas un outil de modélisation ou de simulation dans la mesure où ses résultats se doivent d'être corrélés à des mesures acoustiques *in situ* par exemple. Notre outil est un outil d'Esquisse sonore dans la mesure où il vise principalement à évoquer une situation sonore. Il échappe à la question de fidélité du modèle et de la réalisé d'un point de vue métrologique. Les scripts proposés dans l'outil sont une traduction- simplification mathématique et géométrique de phénomènes acoustiques parfois complexes. La cohérence du résultat sonore se valide à l'écouter par le « réalisme » des productions sonores ainsi générées. En ce sens, nous invitons le lecteur à consulter la vidéo « Esquis'sons ! entre le *in situ* et l'esquisse » dans laquelle nous reproduisons dans Esquis'Sons ! un dispositif étudié *in situ* (*HS03 > Hammarby, écoute resserrée*). La vidéo montre la construction de la scène reprenant les gabarits des immeubles, les environnements sonores cardinaux, les activités dans le coeur dans l'ilot et la démonstration bascule régulièrement entre la prise de son *in situ* et l'esquisse sonore. Les 2 fragments ne sont pas par évidence identiques mais ils sont très similaires dans ce qu'il propose à l'écouter : composition sonore de la scène, arrière-plan, événements, ambiances générale du site.

L'outil d'Esquisse sonore se trouve donc à l'interface entre la simulation rigoureuse et physique des phénomènes et le savoir-faire du bruiteur de son.

En ce sens, sur tout l'ensemble du processus de construction et de validation que nous avons mis en place, nous avons testé auprès d'autres utilisateurs :

- Premièrement, le réalisme des productions des scènes sonores
- Deuxièmement, les envies des concepteurs-utilisateurs d'Esquis'Sons ! quant aux options disponibles au moment où ils le testaient. Ces envies étaient pour nous comme autant de gestes architecturaux à intégrer dans l'outil.

- En ce sens, l'analyse minutieuse de notre terrain a été fondamentale pour écouter justement toutes ces nuances sonores lorsqu'on se trouve sur ces dispositifs, entre le public et le privé, suspendu en l'air et communiquant ainsi avec un morceau de ville.

A ce stade du développement, que ce soit, d'un point de vue de chercheur, ou d'architecte concepteur, nous pensons que l'outil est à même d'ouvrir une discussion entre le concepteur et son bâtiment par la production de ces scénettes sonores. Pour nous, le fragment sonore de la scène ne doit pas être considéré uniquement comme une image pour un rendu d'un concours (image photo-réaliste par exemple). Au-delà de ça, ce qui nous importe le plus, ce sont tous les réglages sur le son que le concepteur réalise car ils sont « des réponses sonores » à de vraies questions d'architecture. En réglant le son, le concepteur règle certains dimensions de son projet. On pourrait dire alors **que le son esquisse l'architecture.**

### 3.4.2 De la validation à la diffusion et aux retours d'expérience.

L'outil est suffisamment robuste et simple d'utilisation pour qu'il puisse être diffusé largement aujourd'hui. C'est pour cette raison que nous avons créé un site dédié à la recherche et que la moitié des rubriques concerne cet aspect :

- **outils** : dans cette rubrique, l'utilisateur peut télécharger la version compilée de l'application Esquis'sons ! Il peut aussi suivre les consignes d'installations de l'application.

Pour télécharger l'application, il faut déclarer un compte utilisateur ou rentrer a minima les renseignements suivants : Nom , Adresse email et Structure. Il n'y a aucun contrôle sur ces champs si ce n'est que le téléchargement ne démarre qu'à l'invitation d'un email valide reçu. Le lien de téléchargement est unique. Ce lien n'est actif qu'une seule fois. (le lien ne peut donc pas être échangé). L'objectif n'est pas de contrôler ou de limiter le téléchargement Esquis'Sons ! mais plutôt de se constituer une base de données des utilisateurs (dans l'administration du site).

Nous proposerons aussi le téléchargement de l'application non compilée (« application source») afin qu'elle puisse être modifiée ou améliorée par d'autres développeurs. En effet, dans ces logiques de création de ce type d'outils, beaucoup de développeurs pourraient être intéressés par le travail et pourraient nous proposer des améliorations, des ajouts. Une fois de plus le module de téléchargement permet à partir de l'email de la personne de constituer petit à petit une communauté d'utilisateurs (cf. section forum)

- **Tutoriels** : ici nous mettons à dispositions une série de liens vidéo spécialement créés pour les futurs utilisateurs d 'Esquis'sons ! Ces vidéos sont stockées sur Vimeo dans un compte qui pourra accueillir à terme d'autres vidéos envoyées par d'autres utilisateurs.
  - Vidéo « Guide d'Installation »,
  - Vidéo « Prise en main Morphogenèse - partie 1 »
  - Vidéo Morphogenèse partie 2
  - Vidéo « principe d'auralisation de la forme partie 2 »
  - Vidéo « Entre le in situ et l'Esquisse »
- Enfin nous ouvrons aussi un espace de **forum** pour assister les premiers utilisateurs dans leur prise en main de l'outil et éventuellement résoudre des problèmes qu'il rencontreraient dans leur premiers pas. Le forum est proposé sous la forme de question / thématique qui s'ouvrent, se ferment et qui se conservent et qui du coup, peuvent devenir un espace de type FAQ (Frequently Asked Questions) Nous espérons qu'il soit aussi un lieu de l'innovation et d'échanges constructifs autour de Esquis'Sons !

Pour finir, voici une liste d'action que nous mettons en place suite à la validation du rapport par les commanditaires.

Nous utiliserons les moyens de diffusion que notre documentaliste a mise en place au CRESSON pour diffuser le contenu de la recherche et l'ouverture du site dédié (<http://lcv.hypotheses.org>) et (<http://www.scoop.it/t/le-cresson-veille-et-recherche>)

Nous souhaitons déposer une série de publications scientifiques sur la recherche Esquis'sons ! et sur l'outil notamment au congrès internationaux de

- « **Complexity and Simplicity** », eCAADe16 Education and Research in Computer Aided Architectural Design in Europe, 22-24 Aout 2016 <http://www oulu.fi/architecture/2016ecaade>)
- « **Ambiances, demain** », Réseau International Ambiances, Université de Thessalie, Volos, Grèce, 21-24 Sept. 2016 (<http://ambiances2016.arch.uth.gr>)

Nous souhaitons proposer une synthèse de cette recherche à différents journaux scientifiques que ce soit dans le domaine de l'architecture, des ambiances (revue internationale sur les ambiances), en acoustique appliquée, etc.

Précisons que ce travail sera aussi prolongé par 2 travaux de thèse en cours au laboratoire CRESSON (Hengameh Amini, Ambiances sonores et habitat collectif, et Théo Marchal sur le paramétrique et sur des développements à Esquis'sons !).

Enfin, le CRESSON qui organise chaque année une école d'hiver sur l'environnement sonore (au moment de la semaine du Son en France et en Europe) va proposer une thématique cette année dans laquelle un workshop avec Esquis'sons ! sera organisé (Dir. Gregoire Chelfkoff). Cette formation a lieu pendant une semaine banalisée à l'école National d'architecture de Grenoble et rassemble aussi bien des étudiants que des professionnels – architectes, ingénieurs, artistes, designers (cf. les précédentes éditions à <https://ehas.hypotheses.org>)

Bien évidemment, nous participerons aussi aux différentes opérations de communication et de diffusion dans lesquelles l'ADEME nous impliquera.

L'ensemble de ces actions a pour objectif de passer d'un stade de validation de l'outil à une large diffusion pour rassembler des retours d'expérience et ainsi le faire évoluer.

### 3.5 Conclusions sur les outils d'esquisse sonore

Malgré les réels avancées en termes de connaissances et d'expériences sur les questions d'environnement sonore, les travaux actuels ont encore du mal à faire des propositions concrètes pour aider les aménageurs à créer des environnements sonores que l'on dirait à « usages variables », c'est à dire permettant une certaine labilité d'usage, voire ouvrant des potentialités. Autrement dit, beaucoup d'outils d'analyses existent mais peu d'outils de conception existent qui permettent non pas de simuler mais d'esquisser l'environnement sonore possible d'un projet.

Notre proposition vise à combler cette lacune en proposant une série d'outils méthodologiques pour accompagner le concepteur dans son activité de projet. Nous proposons 2 types d'outils dont l'objectif n'est pas seulement l'analyse de l'existant mais bien la production de nouveaux espaces.

Ces deux outils s'articule sur deux principes : (1) la caractérisation, et la qualification des ambiances sonores et (2) sur un outil de dialogue entre le monde du son, l'aménagement urbain et la conception architecturale (et la gestion de la façade d'un bâtiment d'habitation).

Notre proposition est transversale car nous défendons l'idée générale que notre proposition vise, à travers l'étude des dispositifs architecturaux de référence et remarquables permet en fait de produire deux types d'outils entre le concepteur et son projet :

- premier outil, il s'agirait de constituer et de renforcer une culture sonore des aménageurs par la **création d'un catalogue de situations remarquables** montrant les variables spatiales et sonores qui sont en jeu à l'échelle urbaine et architecturale. Ce catalogue de référence est fourni sur un support papier mais surtout consultable en ligne (écoute et analyse géolocalisées)
- proposer **un outil d'esquisse sonore** pour assister et accompagner l'aménageur dans ses différentes hypothèses de travail en termes de compositions urbaines et production des façades. Cet outil propose une interface entre un logiciel de conception paramétrique de l'espace en 3D (Rhino) et un logiciel de programmation visuelle pour les média (SON) du nom de Max/MSP. Ces 2 logiciels reconnus communiquent grace au plug-in Grasshopper. L'interface créée est intuitive et ne nécessite aucune connaissance particulière en acoustique ou en architecture.

Autrement dit, cette recherche montre que « ces interfaces sonores » sont des outils de dialogue entre les différents acteurs d'un projet et elles sont construites pour s'adapter aux logiques de projet à savoir :

- accompagnent les concepteurs par la présentation de références architecturales à écouter et analysées de façon à ce qu'elles puissent être réinterprétées dans d'autres contextes. Cela consiste à présenter ces références avec des éléments architectoniques en précisant dans l'analyse les conditions minimales d'existantes des phénomènes observés.

- proposer un outil simple d'usage d'esquisse sonore qui permet au concepteur de tester des hypothèses sur son projet. Il s'agit de proposer des points d'écoutes sur un projet en conception, et de faire entendre avec le même niveau de précision que ce que l'esquisse architecturale permet de pré-voir, les différents scénarios sonores que le concepteur pourrait vouloir tester.

## 4. Conclusions générales

Face à l'étalement urbain et à l'explosion démographique, la frontière entre ville et campagne disparaît et nous devons faire face à une « urbanisation du monde » (Véron, 2006<sup>6</sup>). L'habitat dense permet en partie de répondre au problème d'étalement urbain, mais lance néanmoins quelques défis en posant la question de la qualité de vie qu'il propose à travers le lien social, la notion d'intimité ou encore son lien avec le contexte environnant. L'habitat dense propose une expérience de perception privilégiée des phénomènes de l'environnement (habitat en hauteur et position en surplomb, programmes mixtes, proximité et collectif). Il propose ainsi un positionnement particulier, où le rapport aux événements sensibles se transforme et agit à son tour comme un élément fort et marquant de l'espace territorial qu'il s'agisse de perception visuelle, météorologique ou sonore. L'habitat culminant par exemple agit le plus souvent sur la morphologie du terrain dans lequel il s'inscrit, que ce soit en tant que masque, protection, ou même repère dans le territoire.

Ce dernier point est important. Les résidents pourraient alors accepter plus facilement la densité, mettant de côté l'idéal de la maison individuelle avec jardin, et accepteraient d'autant plus facilement le collectif si l'habitation proposait des prolongements sur l'extérieur offrant des potentialités d'usage intéressantes: balcons profonds, larges terrasses couvertes, patios, cours intérieures, jardins partagés. Ce sont des espaces privatifs, pour recevoir famille et amis, pour profiter de l'extérieur, jardiner, se détendre, fumer, s'amuser, etc. Quelque soit leur usage, ces espaces intermédiaires sont souvent fortement investis comme une pièce du logement alors qu'ils sont à l'articulation entre l'espace privé et l'espace public. Ce sont des espaces qui négocient leur intimité avec l'espace public dans le temps grâce à la présence de dispositifs architecturaux et les pratiques usagères<sup>7</sup>. On sait par ailleurs que les expositions de voisinage et la nécessité de ne pas être trop exposé en public au niveau sonore (Chelkoff et al., 1988<sup>8</sup>, 1985<sup>9</sup>), pour préserver précisément une certaine « distance » et un anonymat entre les différents usagers pose une question délicate en matière d'équilibre entre les sources sonores dans les espaces accessibles au public comme dans les accès et prolongements du logement.

On voit donc apparaître un nouveau langage architectural dans ces quartiers qu'il serait intéressant d'étudier car ils constituent des espaces filtrants situés à l'articulation entre les espaces privés d'un logement ou d'un bureau et les espaces publics et, que d'un point de vue sonore, ils sont autant configurés par les qualités sonores de la rue que eux-mêmes configurent les qualités sonores de la rue. C'est donc dans cette réciprocité d'échanges qu'on considèrera ces espaces d'interface sensible pour l'habitant et sans aucun doute porteurs d'une meilleure acceptabilité de la situation urbaine de la densité. En gros comment créer des dehors rattachés à l'appartement dotés de qualités à la fois spatiales, climatiques et sonores. Notons au passage que l'invention des balcons et leur emploi assez systématique dans les immeubles de ville s'est développées à partir du XIX<sup>ème</sup> siècle et que depuis leur accroissement en surface n'a cessé d'augmenter grâce aux solutions constructives et au regard des attentes habitantes. Ainsi entre les loggias double hauteur corbuséenne et les profondes terrasses se présente tout un univers propre à fabriquer des enveloppes plus « épaisses », dotées d'une modénature moins lisse et aptes à recevoir des plantations et végétaux, ainsi que des pratiques festives ou de séjour plus à caractère climatique (ensoleillement, ombrage).

En ce sens cette typologie d'espaces permet de basculer d'une réflexion durable de l'échelle de la morphologie et de l'aménagement d'un quartier, à une échelle architecturale qui est celle du corps humain

6 VERON, J. L'urbanisation du monde, Paris, La Découverte, 2006

7 Paris Magali, Les ambiances végétales et la conception de la façade d'habitat collectif : recherche exploratoire, Nantes (FRANCE) : Ecole polytechnique de l'université de Nantes : Grenoble : CRESSON, 2004. - 122 p.

Paris Magali et Anna Wiczorek, L'intimité au sein des espaces extérieurs de l'habitat individuel dense : Rêve ou réalité ? in Habitat pluriel / Sabri Bendimérad / Paris : Plan Urbanisme Construction Architecture - PUCA - 2010 / 39-56 p.

8 Chelkoff, G. et alii. Entendre les espaces publics, Cresson : Grenoble, 1988, 246 p.

9 Balay O. et Chelkoff G. La dimension sonore d'un quartier, Cresson : Grenoble, 1985, 80 p.

en mouvement (Chelkoff, et al. 2003<sup>10</sup>), échelle à laquelle les perceptions et les représentations de l'environnement se construisent dans les actes ordinaires de la vie quotidienne (Augoyard<sup>11</sup>).

Nous faisons alors le constat, que malgré les réels avancées en termes de connaissances et d'expériences sur les questions d'environnement sonore, les travaux actuels ont encore du mal à faire des propositions concrètes pour aider les aménageurs à **créer des environnements sonores que l'on dirait à « usages variables »**, c'est à dire permettant une certaine labilité d'usage, voire ouvrant des potentialités, des choix ou des « affordances sonores » intéressant différentes catégories d'usages.

Le travail Esquis'sons ! soutient donc fondamentalement cette hypothèse : un environnement sonore est soutenable et donc participe à la soutenabilité de son quartier parce qu'il ne se ferme pas à un type unique d'usage et qu'il permet créer différentes qualités. C'est donc par la multiplication et la recherche de références que la création peut s'orienter positivement sur cette voie.

Nous avons donc étudié, dans 6 quartiers durables en Europe (Allemagne, Espagne, France et Suède), les qualités sonores des espaces intermédiaires situés en façade de bâtiments que sont les balcons, les loggias, les terrasses et les circulations.

Une analyse croisée de la forme physique, de l'environnement sonore et du ressenti des usagers a permis de faire émerger dans ces terrains les conditions minimales d'existence de situations sonores remarquables. L'ensemble de ce travail est compilé dans **un répertoire** qui est le premier outil d'aide à la conception sonore de ce type d'espace pour les architectes. Ce répertoire est consultable en format papier et disponible en ligne sur le portail Esquis'Sons (**esquissons.fr**).

La recherche articule à cette analyse un outil d'esquisse sonore qui intègre les principaux résultats de la phase de terrain dans une interface paramétrique utilisant les logiciels Rhinoceros, Max MSP et le plug-in Grasshopper. Grâce à cette application (en libre téléchargement sur le site), il est possible de « sonoriser » un environnement virtuel 3D et d'entendre les conséquences de choix architecturaux. Le module d'auralisation est informé par les caractéristiques géométriques du modèle spatial et inversement. Autrement dit, cette application permet d'esquisser un espace en l'écouter

Notre proposition propose donc des outils qui, sur de l'existant ou de neuf, permettent d'orienter les qualités sonores d'un quartier vers une évolution soutenable car elles participent au confort des usagers. **Mais nous devons faire en sorte que ces qualités sonores favorisent aussi l'émergence de situations remarquables, uniques, particulières pour assurer son attractivité et sa durabilité au cours des années.**

---

10 Chelkoff G. et alii. Prototypes Sonores Architecturaux, Cresson : Grenoble, 2003, 197p.

11 Augoyard Jean-François, Les pratiques d'habiter à travers les phénomènes sonores – contribution à une critique de l'habitat. Grenoble: Cresson, 1978

## BIBLIOGRAPHIE

- Actes du colloque du CIDB sur le thème Quartier durable et Environnement sonore. Paris : avril 2012.
- AMPHOUX P., THIBAUD J.-P., CHELKOFF G., BARDYN J.-L. et LEROUX M., sur la notion de silence in Au Seuil de l'audible, Rapport de recherche n° 31. Grenoble : CRESSON, 1996, 276 p.
- AUGOYARD J.-F., Les Pratiques d'habiter à travers les phénomènes sonores – Contribution à une critique de l'habitat. Grenoble : CRESSON, 1978.
- BALAÏ O. et CHELKOFF G., La Dimension sonore d'un quartier. Grenoble : CRESSON, 1985, 80 p.
- J. BLAUERT. Spatial hearing : the psychophysics of human sound source localization. MIT Press, 1997
- Coleman PD. Failure to localize the source distance of an unfamiliar sound. J Acoust Soc Am 1962; 3: 345-6.
- CHELKOFF G., Formes, formants et formalités : Catégories d'analyse de l'environnement urbain in L'Espace urbain en méthodes. Marseille : Parenthèses, 2001, pp. 101-124.
- CHELKOFF G. et al., Entendre les espaces publics. Grenoble : CRESSON, 1988, 246 p.
- CHELKOFF G. et al., Prototypes Sonores Architecturaux. Grenoble : CRESSON, 2003, 197 p.
- CHUCRI A. KARDOUS<sup>B)</sup> AND PETER B. SHAW, Evaluation of smartphone sound measurement applications, C. A. Kardous and P. B. Shaw: JASA Express Letters [<http://dx.doi.org/10.1121/1.4865269>] Published Online 21 March 2014
- A. A. HANDZEL and P. S. KRISHNAPRASAD. Biomimetic sound-source localization. IEEE Sensors Journal, 2(6), 2002.
- W. M. HARTMANN. How we localize sound. Physics Today, 52 :24–29, November 1999.
- H.L. HAWKINS, T.A. MCMULLEN, A.N. POPPER, and R.R. FAY. Auditory Computation. Springer, 1996
- A. D. HORCHLER, R. E. REEVE, B. H. WEBB, AND R. D. QUINN. Robot phonotaxis in the wild : a biologically inspired approach to outdoor sound localization. Sound Localization, 11<sup>th</sup> International Conference on Advanced Robotics, ICAR '03, pages 1749–1756, 2003.
- LITTLE AD, MERSHON DH, COX PH. Spectral content as a cue to perceived auditory distance. Perception 1992 ; 21 : 405-16.
- PARIS M., Les Ambiances végétales et la conception de la façade d'habitat collectif, recherche exploratoire. Nantes : École polytechnique de l'Université de Nantes – Grenoble : CRESSON, 2004, 122 p.
- PARIS M. et WIECZOREK A., L'Intimité au sein des espaces extérieurs de l'habitat individuel dense : Rêve ou réalité ? in Habitat pluriel / BENDIMERAD S. Paris : PUCA, 2010, pp. 39-56.
- PELLIEUX L, SCHAEFFER E, HAMY H, LEGER A, SARAFIAN D, ROUMES C. Spatialisation sonore en ambiances réalistes, journées de l'Institut franco-allemand Saint Louis, mars 2000.
- THIBAUD J.-P. et GROSJEAN M., L'Espace urbain en méthodes. Marseille : Parenthèses, 2001.
- VERON J., L'Urbanisation du monde. Paris : La Découverte, 2006.
- T. VIGIER, G. MOREAU, D. SIRET AND L. LESCOP, A new concept of perceptual fidelity to augment virtual urban environments with microclimatic ambiances, Usage, Usability, and Utility of 3D City Models, 03002 (2012)
- VOGIATZIS K. and REMY N. (2013), Strategic Noise Mapping in Greece and Cyprus, from environmental noise abatement to soundscape rehabilitation In Echopolis Conference – SDmed, Athens, 29th Sept. 2013 – 03 Oct. 2013.
- VOGIATZIS K. and REMY N. (2013), From environmental noise abatement to soundscape creation through strategic noise mapping in medium urban agglomerations in South Europe, in STOTEN Journal, Science of the total environment journal, Editor Elsevier.