



HAL
open science

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

Nicolas Rémy, Grégoire Chelkoff, Théo Marchal, Jean-Luc Bardyn, Noha
Gamal Said, Hengameh Pirhosseinloo-Amini

► **To cite this version:**

Nicolas Rémy, Grégoire Chelkoff, Théo Marchal, Jean-Luc Bardyn, Noha Gamal Said, et al.. Esquis'Sons ! Outils d'aide à la conception d'environnements sonores durables. *Ambiances, tomorrow. Proceedings of 3rd International Congress on Ambiances*. Septembre 2016, Volos, Greece, Sep 2016, Volos, Grèce. p. 529 - 534. hal-01404371

HAL Id: hal-01404371

<https://hal.science/hal-01404371>

Submitted on 12 Dec 2016

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

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

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

Nicolas REMY¹, Grégoire CHELKOFF¹, Théo MARCHAL¹, Jean-Luc BARDYN¹, Noha GAMAL¹, Hengameh PIRHOSSEINLOO¹.

1. UMR CNRS AAU - Equipe CRESSON/ENSA Grenoble - Univ. Grenoble Alpes, France, nicolas.remy@grenoble.archi.fr, gregoire.chelkoff@grenoble.archi.fr, theo.marchal@gmail.com, jlbardyn@sfr.fr, nohagamal_12@yahoo.com, hp.amini@gmail.com.

Abstract. *The present project explores in 6 sustainable neighbourhoods in Europe (Germany, Spain, France and Sweden) the sound qualities of intermediate spaces located on the facades of building like balconies, loggias, terraces and circulations. A cross analysis, synthesised in a catalogue, 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. A parametric tool in order to sketch the sound qualities of future projects has been built by linking a 3D spatial model and a real time 3D virtual sound environment composition in which users can hear the impact of architectural choices made during the design process.*

Keywords: *sound qualities, balconies, architectural design, parametric*

Ecoquartiers et environnement sonore

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 pour protéger ses espaces du bruit des infrastructures de transports : mise à distance des infrastructures par rapport aux bâtiments sensibles, enterrément 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, centres 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 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, 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 XIXe 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 corbuséennes 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 » intéressantes 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.

Notre travail 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 :

- premier outil, il s'agit 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 de façade et de composition urbaines.

Catalogue raisonné de situations de références

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

Comme nous l'avons évoqué plus haut, 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.

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).

Outils d'Esquisse Sonore

Esquis'Sons ! se positionne comme un outil de mise en son du projet architectural, il vise une « représentation sonore » du projet en cours de conception. L'idée générale est de proposer un outil d'esquisse ou de maquette sonore qui assume le degré de précision qu'elle implique. Comme dans le domaine spatial et visuel où le stade de l'esquisse est un passage obligé permettant d'approcher petit à petit l'objet visé, l'esquisse sonore peut être relativement 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 ainsi d'accompagner par l'écoute les concepteurs dans leurs choix, de rendre compte de certains phénomènes et effets et de les valider ou non. 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, et ne sont ainsi pas définies dans les détails. Elles sont élaborées rapidement, et souvent en série, pour tester à différentes échelles des hypothèses sur le bâtiment, ses espaces et ses abords mais aussi 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 et de façon pédagogique le conduire à s'intéresser à l'environnement sonore produit. Pour que cet outil puisse fonctionner, c'est-à-dire pour qu'il soit réapproprié par des équipes de concepteurs, il doit pouvoir être manipulé et ainsi mobiliser des outils et des concepts liés à la composition architecturale, et non pas uniquement à des entrées acoustiques et sonores. Comme une esquisse visuelle, l'outil d'initiation que nous visons permet d'entendre un mixage de sources sonores de référence qui tient compte des caractéristiques morphologiques, sociales et esthétiques du projet telles qu'elles sont formulées à ce stade de définition. On peut ainsi le qualifier d'outil (permettant l'étude et la conception), mais également d'objet de représentation (permettant d'informer, ou d'indiquer le projet « définitif »). Enfin, si l'on considère l'esquisse architecturale comme une première ébauche, on peut y réfléchir comme un calque sur lequel viennent se superposer de nouvelles esquisses, devenant petit à petit le projet final.

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

- 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 -
 - L'interface de communication entre les deux logiciels est le module Grasshopper3d
- Le principe d'interactivité entre les deux logiciels, qui 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). L'idée principale de faire communiquer ces deux « suites logicielles » provient du fait qu'elles utilisent toutes 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. 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 ensuite au concepteur de valider des choix et/ou de chercher d'autres alternatives. La posture de l'esquisse comme outil polyvalent plus pertinente ici que celle de la simulation/validation permet un « premier » acte de représentation, mais aussi de conception sonore de l'espace à travers une initiation permettant d'éprouver les paramètres de modification et certaines relations entre espace, usages et sons.

Discussion

Notre proposition initie donc des outils qui, sur de l'existant ou du neuf, permettent d'orienter les qualités sonores d'un quartier vers une évolution soutenable dans la mesure où 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. Notre outil n'est pas un outil de modélisation ou de simulation, car ses résultats doivent être corrélés à des mesures acoustiques *in situ* par exemple. L'outil d'Esquisse sonore, dans la mesure où il vise principalement à évoquer une situation sonore, échappe à la question de la stricte fidélité du modèle et de la réalité d'un point de vue métrologique. Les scripts proposés dans l'outil sont une traduction mais aussi une simplification mathématique et géométrique de phénomènes acoustiques parfois complexes. La cohérence du résultat sonore se valide à l'écoute par le « réalisme » des productions sonores ainsi générées. 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.

À ce stade du développement, que ce soit d'un point de vue de chercheur, d'architecte ou d'étudiant architecte, nous pensons que l'outil est à même d'initier une réflexion du concepteur sur l'édifice par la production de ces saynètes sonores et scénarii spatiaux. Pour nous, le fragment sonore de la scène ne doit pas être considéré uniquement comme une image pour un rendu de concours (image photo-réaliste par exemple). Au-delà de ça, ce qui 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 certaines dimensions de son projet. On pourrait dire alors que le son esquisse l'architecture : de manière prospective et dans le cadre de développements futurs, on peut imaginer que par habitude le concepteur décide aussi de composer sa bande-son à l'oreille, et à une position précise qui le satisfait, qu'il puisse visualiser des valeurs et des indications sur son projet (distance minimale d'une activité, largeur de rue, hauteur de bâtiment, coexistence d'activités, couleur sonore des sources, etc.).

Acknowledgments

Ce travail a bénéficié d'un financement de l'ADEME dans le cadre de l'appel à projets de recherche "Urbanisme Durable et environnement sonore : outils, guides, solutions techniques ou matériaux".

References

- Vogiatzis K. and Remy N. (2014), From environmental noise abatement to soundscape creation through strategic noise mapping in medium urban agglomerations in South Europe, *Science of the total environment journal*, Editor Elsevier, 482-483, 420-431
- Chelkoff G. (2003), *Prototypes sonores architecturaux*, CRESSON: Grenoble
- Veron J., *L'Urbanisation du monde*. Paris : La Découverte, 2006
- 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

Authors

Hengameh Amini, Jean-Luc Bardyn, Grégoire Chelkoff, Noha Gamal, Théo Marchal et Nicolas Rémy are permanent or associated researchers or PhD Students at CRESSON. They bring to the project the following competences: architecture, acoustics, sound engineering, ethnology, urban planning.