



**HAL**  
open science

## La topographie du paysage sonore - Un outil descriptif et prédictif des ambiances sonores

Mohammed Boubezari, J. Luis Bento Coelho

### ► To cite this version:

Mohammed Boubezari, J. Luis Bento Coelho. La topographie du paysage sonore - Un outil descriptif et prédictif des ambiances sonores. *Ambiances in action / Ambiances en acte(s) - International Congress on Ambiances*, Montreal 2012, Sep 2012, Montreal, Canada. pp.247-252. halshs-00745954

**HAL Id: halshs-00745954**

**<https://shs.hal.science/halshs-00745954>**

Submitted on 26 Oct 2012

**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.

# La topographie du paysage sonore

## *Un outil descriptif et prédictif des ambiances sonores*

Mohammed BOUBEZARI, J. Luis BENTO COELHO

CAPS-IST, Instituto Superior Técnico, Lisbon, Portugal  
boubezari@gmail.com - bcoelho@ist.utl.pt

**Abstract.** *The soundscape representation seems to encircle a real challenge as on the one hand, noise maps enable a very limited reading and management of the urban sound environment quality, and on the other hand, its reduction to the graphic element endangers the soundscape illustration: after all, the meaning of the signal represented. Yet mapping while representing a ratio/rapport to and from reality is a necessity, due to its main feature – or its vocation – allowing a quick reading of an existing or potential sound situation. In fact, the ultimate challenge is to grant significance to the represented signal as close as it is perceived in situ. The present paper describes a new methodology developed at CAPS-IST<sup>1</sup>, during the descriptive phase and, thanks to computer graphics tools, in the predictive phase.*

**Keywords:** *soundscape, qualitative mapping, users perception, predictability*

## De la difficulté de (se) représenter une topologie sonore

La représentation graphique du paysage sonore est en soi un véritable défi lorsque l'on sait que d'une part les cartes de bruit sont très limitées quant au diagnostic ou à la gestion de la qualité de l'environnement sonore urbain, et que d'autre part la réduction au support graphique court le risque de perdre ce qui fait paysage sonore : le sens du signal représenté. Pourtant la cartographie en tant que ratio/rapport à la réalité est une nécessité, car elle présente cette qualité – qui est sa vocation – de permettre une lecture rapide d'une situation actuelle ou potentielle.

Relever ce défi, c'est donner du sens au signal représenté de la manière la plus proche qu'il est perçu *in situ*. Pour cela un nouveau type de cartes sonores qualitatives, présenté dans cet article, a été développé dans le cadre du projet eyeHear financé par la FCT, qui consiste en la représentation des limites topologiques des sources ou groupe de sources sonores identifiées *in situ* et mesurées en tenant compte des limites d'audibilité de chacune. Ainsi la valeur physique et sémantique du signal est reportée sur chaque point où elle apparaît sur la carte. La superposition des topologies sonores (Boubezari, 2004) sur le même support permet une lecture rapide du paysage sonore. Elle permet aussi de savoir, à chaque point de la carte, la hiérarchie des plans audibles, du plus audible jusqu'au bruit de fond, tels qu'ils se présentent à la perception des usagers.

Cartographier le paysage sonore<sup>2</sup>, ou plus précisément l'espace sonore d'une ambiance, c'est d'abord reporter sur le plan les sources sonores séparément, au lieu d'une seule grandeur physique, bruit de leur somme acoustique exprimé en décibels. Il s'agit donc de procéder à une représentation qualitative de l'espace sonore.

---

1. Centro de Análise e de Processamento de Sinais, Instituto Superior Técnico, Lisbonne.

2. Le paysage sonore est entendu ici au sens large qui correspondrait à l'espace sonore où se produit une ambiance et où les aspects contemplatifs n'en font pas son exclusivité.

Plusieurs tentatives intéressantes, plus ou moins réussies, d'une telle représentation sont connues. On peut citer à titre d'exemple le SIG-chaOS, développé par Olivier Balaÿ (1999) et dont le grand avantage est de prendre en compte la dimension temporelle dans laquelle tous les sons représentés apparaissent, changent ou disparaissent. L'écoute de bandes sonores localisées est possible afin de rendre compte de la situation sonore pour l'utilisateur de ce SIG. Plus récemment encore, après l'Angleterre, la ville de Montréal<sup>3</sup> s'est dotée d'une carte sonore urbaine où, pour ne rien perdre de la substance sonore des paysages qui la composent, ces derniers sont donnés à l'écoute et souvent accompagnés de photographies du lieu. Elle a l'avantage d'être participative, car elle est continuellement alimentée en ligne par tout utilisateur. En Hollande, Dirkjan Krijnders (2012) travaille actuellement sur un SIG plus fourni en informations et où le paysage sonore est annoté, plutôt que graphiquement représenté. De nombreuses autres tentatives de ce genre d'annotations qui reportent les impressions des usagers sur la carte existent.

Dans tous ces types de cartographies, le temps de « lecture » du paysage sonore est trop lent pour pouvoir en donner une « image » rapide, qui pourtant est le propre de toute cartographie efficace. Ce temps durerait au total la somme de toutes les durées des fragments présentés. Ces cartes ne montrent pas une composante du paysage sonore dans la globalité de la carte, comme le fait déjà la carte de bruit pour le trafic automobile par exemple.

Il est pourtant facile d'imaginer une représentation séparée pour chaque composante qualitative du paysage sonore ; les activités humaines, les cloches, les oiseaux dans les arbres, les cris d'enfants, etc., bref toutes les topologies<sup>4</sup> sonores (Boubezari 2001 ; Boubezari & Bento Coelho, 2004 et 2005) qui composent la richesse d'un paysage sonore avant même que l'on préjuge de sa qualité, de la gêne ou du confort qui s'y produisent ou de la beauté consensuelle de sa composition.

Dans toutes ces cartographies du paysage sonore, une difficulté semble rester insurmontable, celle de représenter les topologies sonores séparément, telles qu'elles se propagent, se masquent les unes les autres et sont audibles ou inaudibles dans l'étendue de l'espace représenté. La limite de l'audibilité étant un gage et une prémisse à la perception de ces topologies sonores.

Serait-ce dû à la difficulté de « se représenter » qu'une topologie sonore, composante du paysage, c'est toujours un signal occupant une portion de l'espace dans lequel il se propage, se donne à l'écoute et produit un sens, et non un objet émetteur d'un signal sonore ? Serait-ce la prédominance de la modalité visuo-tactile qui, gouvernant la représentation cartographique d'objets visibles et potentiellement tangibles (Boubezari, 2001), rendrait difficilement représentables des topologies uniquement audibles ?

## La méthode descriptive

Ces questions ont été le point de départ d'une réflexion et d'une implémentation d'une nouvelle méthode de représentation qualitative de l'espace sonore dont le but est d'isoler les sons ou groupe de sons porteurs d'un sens pour un sujet percevant, d'en repérer leurs limites topologiques *in situ* et de les rapporter sur une carte séparément. Cette méthode descriptive se base sur les hypothèses méthodologiques suivantes :

### *Le sujet mesurant*

Le sujet percevant est replacé au centre d'un protocole de mesurage topographique adapté au paysage sonore. En effet aucun instrument ou logiciel pouvant reconnaître une forme

---

3. [www.montrealsoundmap.com](http://www.montrealsoundmap.com)

4. La topologie sonore est définie dans ce travail comme étant l'étendue spatiale où un son ou groupe de sons signifiant(s) se produit(sent) dans laquelle et jusqu'à ses abords le sujet est dit en contact ; c'est l'aire d'audibilité de ce(s) son(s) en dehors de laquelle il est hors contact sonore.

sonore *in situ*, en tenant compte du bruit de fond qui la masque partiellement, n'existe. Certains logiciels de reconnaissance de forme nécessitent une étude préalable du bruit de fond, mais étant donné un paysage sonore complexe, seule l'oreille humaine reste capable de telles capacités perceptives, intimement liées au langage.

### *Le langage configurant la mesure*

Dans cette approche, le langage définit les composantes du paysage sonore en les désignant, en donnant du sens à un signal sonore, source ou groupe de sources sonores pertinentes pour le sujet percevant. Ainsi les enfants jouant dehors, les cris d'enfants ou le cri de « ma » fille dehors avec les enfants sont trois topologies sonores différentes que seul le langage peut préfigurer en amont dans ce protocole de mesurage et assurer une décomposition du paysage sonore conformément à la manière dont il est perçu. Certaines topologies bien présentes physiquement seront omises, et d'autres à peine audibles seront survalorisées.

Ainsi chaque topologie sonore porte un nom, et par conséquent un sens, la composition des topologies désignées représente le paysage sonore tel qu'il est perçu. Le langage doit donc précéder la mesure.

### *Du bruit blanc pour mesurer les sons*

La troisième hypothèse méthodologique considère que l'on peut utiliser un bruit blanc étalon pour mesurer les topologies sonores ainsi désignées par le langage.

En effet le décibel, prédominant dans les mesures acoustiques, a ceci de particulier : il ne se réfère pas à une grandeur familière et ne se rapporte pas au corps humain comme ça a toujours été le cas avec le pouce, le pied, le baril ou la bougie, etc.

Dans cette approche, mesurer a consisté à comparer un bruit blanc et un son désigné. Le masquage du second par le premier, sous le contrôle d'un sujet mesurant/écoutant, désigne la valeur de ce dernier. C'est d'abord grâce à l'effet cocktail que peut se faire la décomposition du paysage sonore, la perception attentive faisant office d'instrument ; ensuite il a été vérifié qu'il est nécessaire de masquer totalement la fréquence ayant le plus haut niveau acoustique. Dans les tests effectués en laboratoire, il a été démontré qu'il suffisait d'un dépassement d'à peine 3 dB de cette fréquence représentative au dessus du bruit blanc masquant pour que le son soit identifié en écoute attentive (cf. figure 4). La figure de synecdoque, effet sonore répertorié par J.-F. Augoyard et H. Torgue (1995) se vérifie même à l'échelle du signal.

### *Le cas de la Praça do Rossio*

Le test *in situ* de cette méthode descriptive a été fait sur la *Praça do Rossio* à Lisbonne (figure 1). Sur la base de 60 fragments sonores prélevés à équidistance de 10 mètres et analysés un par un en laboratoire. Pour chacun, 3 sources sonores ont été identifiées : le bruit du trafic, l'eau de la fontaine, une musique de Noël diffusée par des haut-parleurs.

Chaque fragment sonore a été analysé respectivement trois fois pour les trois sources. Un bruit blanc masquant a été ajouté progressivement jusqu'à masquer le son en question. Une fois complètement masqué, la valeur du bruit blanc indique la mesure à l'endroit du fragment. L'ensemble de ces valeurs topographiées a permis le traçage de courbes d'isophonie par la même technique qu'en topographie classique.



Figure 1. Praça do Rossio à Lisbonne (à gauche), les topologies sonores de la fontaine (au milieu) et de la musique diffusée (à droite)

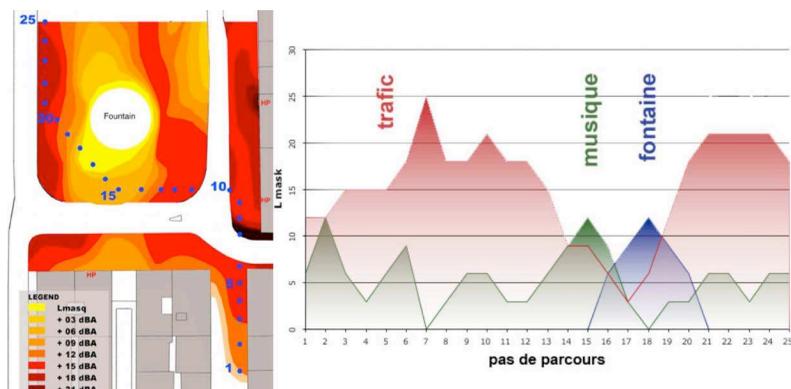


Figure 2. Topologies sonores du trafic automobile et composition du paysage sonore d'un parcours potentiel de 25 pas

Le croisement des trois couches de calques permet d'établir la composition du paysage sonore à chaque point d'un parcours selon le plan acoustique le plus audible (le trafic au point 7, la musique en 15 et la fontaine en 18) jusqu'à celui complètement masqué (musique aux points 7 et 18). En croisant cette représentation du paysage sonore avec les données discursives d'un parcours commenté, l'analyse ne peut être que plus fine.

## La méthode prédictive

Grâce aux logiciels de cartographie de bruit, les calques de la carte sonore séparant chaque source ont pu être élaborés avec plus de rapidité et en minimisant les coûts. La technique consiste alors à identifier *in situ* les sources qui composent le paysage sonore, de les mesurer et d'en produire une cartographie calculée pour chacune. Ensuite il faut procéder à l'élimination des courbes de niveau représentant des zones de non-audibilité en comparant les sons représentés deux par deux. Ainsi on a pu distinguer deux groupes de sons qui interviennent dans la composition d'un paysage sonore : d'une part les bruits masquants et continus, comme le trafic ou les fontaines, qui peuvent se masquer mutuellement selon la proximité, comme le cas des canards, qui peuvent se masquer mutuellement selon la proximité, d'autre part des sons événementiels, qui peuvent être masqués par les premiers (par exemple le cas des canards, sur la figure 5, selon qu'ils sont proches ou loin du trafic, et dont la fréquence représentative à masquer a été calculée à 1.493 Hz, voir figure 4), mais qui ne se masquent pas entre eux du fait de leur courte émergence.

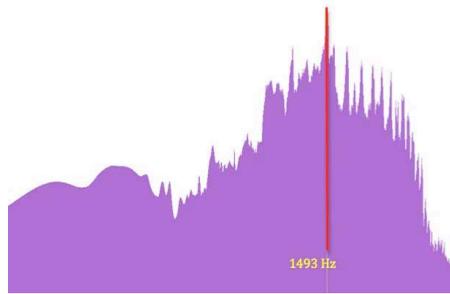


Figure 4. Fréquence représentative du cri de canard (1.493 Hz)

Le test a été fait d'abord sur la place Príncipe Real à Lisbonne sur quatre topologies sonores (Boubezari, Carnuccio, Alarcão & Bento Coelho, 2011) en mesurant chaque source y compris le trafic automobile. Ensuite, pour rendre la méthode encore plus opérationnelle, celle-ci a été testée avec succès dans un jardin plus complexe avec sept sources dont 5 sont représentées ci-dessous en figure 5.

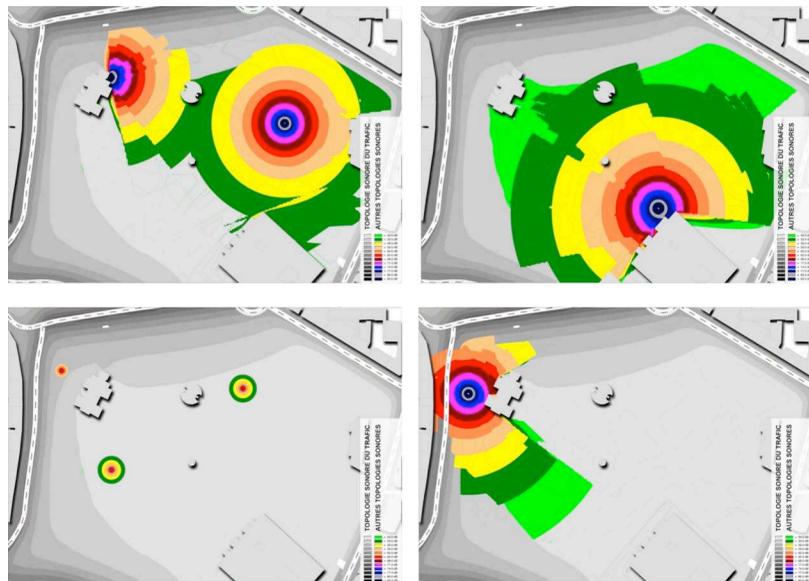


Figure 5. Jardim d'Estrela à Lisbonne ; (de gauche à droite et de haut en bas) topologies sonores des enfants, des musiciens, des canards et d'un groupe de joueurs de cartes. Le trafic est représenté en fond de carte.

## Conclusion

Il a été montré que la topographie du paysage sonore est possible. Elle permet de lire rapidement ce qui compose un paysage sonore dans les limites topographiques de son audibilité. Elle peut être descriptive d'une situation existante, ou prédictive d'une situation projetée, comme dans un projet d'aménagement urbain.

## Remerciements

Ce travail a été élaboré grâce à une subvention de la FCT Fondation pour la Science et la Technologie (*eyeHear*, Cartes sonores qualitatives pour la visualisation des paysages sonores urbains, PTDC/AMB/73207/2006).

## Références

- Augoyard J.-F. & Torgue H. (1995), *À l'écoute de l'environnement : Répertoire des effets sonores*, éd Parenthèses, Marseille
- Balař O. (1999), SIG ChAOS, *La représentation de l'environnement sonore à l'aide d'un système d'information géographique* (collaboration CRESSON-LISI-Laboratoire d'Ingénierie des systèmes d'information), 2 volumes et un CD-Rom, Contrat de Plan État / Région Rhône-Alpes / Agence des Villes, Lyon-Grenoble
- Boubezari M. (2001, 2007), *Méthode exploratoire sur les pratiques intuitives de maîtrise du confort acoustique*, PHD in architecture, CRESSON, Grenoble ; *O espaço Sonoro e as suas topologias*, ed. Parque EXPO, Lisboa
- Boubezari M. (2001), *Dispositif Portatif de mesure des courbes d'isophonie d'une source de bruit par effet de masque acoustique et son procédé d'utilisation*. Brevet n° 01 14250 du 03 nov. 2001, INPI, Grenoble
- Boubezari M., Carnuccio E., Alarcão D. & Bento Coelho J. L. (2011), *Predictive Soundscape Mapping*, in Proceedings of Forum Acusticum 2011, Aalborg, Danemark
- Boubezari M., Carnuccio E. & Bento Coelho J. L. (2011), *Soundscape Mapping, A Predictive Approach*, in *Proceedings of ICSV18 International Congress on Sound and Vibration*, 10-14 july, Rio de Janeiro
- Boubezari M. & Bento Coelho J. L. (2004), *Sound topologies as a spatial description of the soundscape*, in Proceedings of (CFA- DAGA), Société Française d'Acoustique, Strasbourg
- Boubezari M. & Bento Coelho J. L. (2005), *A method for the assessment of sounds as perceived separately from their background*, in Proceedings of TecniAcustica, 36° Congreso Nacional de Acústica y Encuentro Ibérico de Acústica, Terrassa, Barcelona
- Krijnders J.D. (2012), *Annotating soundscapes*, présenté à COST 0804 Workshop, 26-27 avril, Nantes (<http://soundscape-cost.org>)

## Auteurs

Mohammed Boubezari est chercheur au laboratoire CAPS-IST et architecte chef de projet à Parque EXPO

[boubezari@gmail.com](mailto:boubezari@gmail.com)).

Le professeur José Luis Bento Coelho est directeur du laboratoire CAPS-IST

[bcoelho@ist.utl.pt](mailto:bcoelho@ist.utl.pt)).

Les deux auteurs sont les représentants portugais auprès du groupe de réflexion *COST ACTION TD0804, Soundscape of European Cities and Landscapes*.