



HAL
open science

Nantes soundscape revisited

Alain Al Léobon, Philippe Woloszyn

► **To cite this version:**

| Alain Al Léobon, Philippe Woloszyn. Nantes soundscape revisited. 2022. halshs-03759221

HAL Id: halshs-03759221

<https://shs.hal.science/halshs-03759221>

Preprint submitted on 23 Aug 2022

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.



NANTES SOUNDSCAPE REVISITED

Projet initié dans le cadre de la participation à l'ATLAS SOCIAL NANTAIS de l'UMR ESO
Implémentation dans le logiciel SACSSO de nouveaux outils de mesure d'analyse et de
représentation des ambiances et signatures sonores urbaines.

Une promenade sonore actualisée dans le centre historique nantais (1992 – 2022)



ALAIN LEOBON – PHILIPPE WOLOSZYN

CNRS UMR ESO ESPACES & SOCIÉTÉS – UMR PASSAGES

SOMMAIRE

PREALABLE : les acteurs du projet, leurs liens, leur histoire.....	1
ALAIN LEOBON.....	1
PHILIPPE WOLOSZYN	1
PROJET SOUNDSCAPE 2022 : 30 ans après, les promenades sonores nantaises revisitées.	2
Introduction - objectif.....	2
Bases méthodologiques : rappel du modèle S.A.C.S.SO.	2
S.A.C.S.SO. : un outil d'aide à la décision pour les collectivités locales.....	2
Le modèle S.A.C.S.SO : une approche qualitative des ambiances sonores	3
La composition de l'environnement sonore urbain.....	3
Phonographier la ville pour réaliser ses cartes d'ambiance sonore.....	5
Des promenades sonores à l'élaboration des cartes d'ambiance et de bruyance	5
Les cartes d'ambiance sonore réalisées pour le cœur historique nantais	7
Une approche complémentaire aux cartes de bruit routier	7
Protocole de mesure appliqué pour élaborer les cartes de bruyance	8
L'étalonnage	8
Le traitement des mesures.....	8
L'intérêt de la méthode	8
Apports immédiats d'une approche qualitative de l'environnement sonore urbain	11
La cohérence sensorielle des espaces publics.....	11
L'intelligibilité des ambiances sonores.....	11
De bons indicateurs de la qualité acoustique d'un centre-ville.....	11
Caractère opérationnel de cette recherche amenant à l'évolution du progiciel S.A.C.S.SO.....	12
REFONTE DU PROGICIEL S.A.C.S.SO.....	13
Principe	13
Présentation des diverses fonctionnalités	13
Gestion des sources :	13
Gestion des objets sonores (sonatomes)	13
Gestion des séquences	13
Gestion des rapports	14
Espace de partage	14
Mesure de l'entropie : richesse et intelligibilité des séquences sonores.....	16
L'approche de Shannon	16
Approche du niveau d'entropie maximal $E(x)$ par le comportement univarié des événements sonores au cours de la séquence (Loi de Zipf).....	16
Comparaison des deux méthodes d'évaluation du niveau d'information du paysage sonore - Entropie vs Loi de Zipf.....	17
Les promenades sonores revisitées – Projet 2022.....	19
Présentation des P.A.S. relatifs aux promenades sonores effectuées en 1992.....	21
La promenade sonore dite « Gralins »	21
La promenade sonore dite « Bouffay ».....	22
La promenade sonore dite « Feydeau ».....	23
Bibliographie des auteurs en relation avec la thématique <i>paysage sonore</i>	24
ALAIN LEOBON.....	24
Thèse, mémoires.....	24
Revue nationale sans comité de lecture	24
Chapitre d'ouvrage	24
Rapports de recherche sur contrat	25
Notes internes	25
Autres manifestations sans actes (séminaires, entretiens etc.).....	25
Valorisation scientifique – communication grand-public	26
PHILIPPE WOLOSZYN	26
Article dans une revue.....	26
Communication dans un congrès	26
Chapitre d'ouvrage	27
Direction d'ouvrage.....	27

PREALABLE : les acteurs du projet, leurs liens, leur histoire.

Nous rappelons ici le CV d'Alain Léobon et de Philippe Woloszyn, dont les chemins se sont croisés dans leur parcours professionnel, alors qu'ils firent partie de l'école de Strasbourg dirigée par Abraham Moles¹.

ALAIN LEOBON

Chargé de recherche à l'UMR Espaces et Société du CNRS, la première partie de sa carrière l'a conduit à travailler sur les « aménités urbaines » lues au travers de leurs « paysages sonores ». Cette approche descriptive de l'environnement sonore urbain fut initiée dans le cadre de mes travaux de recherche avec Abraham MOLES entre 1980 et 1986, prolongée au Laboratoire de Mécanique physique de l'URA 879 du C.N.R.S. puis au CARTA (l'UMR N° 6590 – ESO), et enfin enseigné dans le cadre de la formation pluridisciplinaire du C.E.A.A - D.E.S.S. « Acoustique Architecturale et Urbaine » (Université Paris 6 - École d'Architecture Paris La Défense. Ses travaux de recherches, associant des architectes, urbanistes et sociologues, l'ont conduit à développer des méthodes et d'outils permettant de décrire l'environnement sonore urbain, d'en caractériser les ambiances, puis de les cartographier [modèle "S.A.C.S.SO.² »]. Alliant analyse structurale et l'approche phénoménologique, ses travaux ont porté sur le cœur historique de la ville de Nantes, permettant d'objectiver l'impact sonore des aménagements urbains et de l'animation nocturne de certains quartiers, amenant à des conflits de voisinage. Parfaitement complémentaire aux outils traditionnels utilisés pour diagnostiquer le bruit urbain, ce modèle semble répondre aux demandes des collectivités locales et territoriales cherchant à prendre en compte l'impact sonore d'opérations de modification du plan de circulation ou d'aménagement urbain. La bonne correspondance entre ces données objectives et la perception des usagers et habitants ouvre des perspectives sur l'utilisation de cet outil dans la gestion de l'animation urbaine (établissements recevant du public) et de la qualité de vie sonore des villes.

Son travail, initié par des contrats avec le ministère de l'Environnement, s'est poursuivi plus modestement dans un partenariat avec la Ville de Nantes (encadrement / stage d'étudiants de maîtrise) et se sont inscrits dans la thématique « Sociétés- Environnement – Patrimoine » de l'U.M.R. ESO. Par exemple, en collaboration avec Philippe Woloszyn, dans le cadre d'un rapprochement avec l'UMR Ambiance (CERMA), des campagnes de mesure menées en 1999 et 2000 lors de l'opération « En ville sans ma voiture » ont permis d'évaluer l'impact acoustique de cette modification ponctuelle du plan de circulation du cours des 50 Otages sur le paysage sonore. En 2001, une collaboration scientifique avec l'équipe du Professeur J.C.Müller, de l'Institut de géographie de l'Université de la Ruhr (Bochum), a permis d'évaluer l'impact sonore environnemental du redéploiement des zones piétonnières aux abords de l'île Feydeau, alors que la cartographie des plaintes et mains courantes (relatives au bruit dans le centre historique nantais), initiée en 1999, fut menée à son terme pour mieux corréliser les cartes d'ambiance sonore du centre historique nantais à celle de la gêne exprimée par les résidents. Dans cette continuité, un diagnostic acoustique et une analyse psychoperceptive des plaintes liées à l'activité musicale de l'Établissement nantais LGBT le Plein Sud furent réalisées amenant à des recommandations. Nous rappelons en annexe les principales publications des auteurs sur les terrains strasbourgeois et nantais. Ayant changé de thématique de recherche au tout début des années 2000, ce n'est qu'en 2022 qu'il reprend cet axe de recherche pour le valoriser.

PHILIPPE WOLOSZYN

Lauréat de la médaille de bronze de la section 39 du CNRS en 2003, Philippe Woloszyn est entré au CNRS en 1999 en tant que membre de l'UMR 1563 AAU. En 2003, il a été médaillé de bronze de la section 39 du CNRS. En 2007, il rejoint l'UMR 6590 ESO puis le réseau international Intelligence Territoriale INTI en 2007, et anime l'axe vulnérabilité/résilience du GdRI éponyme de ce réseau. Depuis 2017, il mène ses recherches au sein de l'UMR 5319 PASSAGES. En associant architecture, morphologie mathématique, acoustique, perception sonore et modélisation systémique, il étudie l'univers urbain à partir des ambiances sonores, de leur perception et du développement durable des territoires. En faisant appel à la réalité virtuelle, il construit notamment des modèles psychophysiques de perception. Plusieurs responsabilités collectives (création et animation d'un atelier sur les questions émergentes "Intelligence territoriale", responsabilité scientifique et organisation du séminaire international IC-SO "Intelligence Collective - Sud-Ouest...), investissement dans les programmes de recherches (projet MARGINOV Créativités et innovations socio-spatiales dans les territoires en marge ; projet SMARTFRENCH Le logement collectif du second XXe siècle, au prisme de l'énergie ; Design sonore du métro marseillais...).

Son expertise scientifique est reconnue au niveau national et international (Colloque International d'Intelligence Territoriale, Algérie ; Colloque International Collective Intelligence and Innovative Territories, Italie ; Reviewer occasionnel pour différentes revues : Environmental and Water Sciences, public Health and Territorial Intelligence Journal, Revue Canadienne des Sciences de l'Environnement...). Il participe également à l'enseignement (Master 2 « Audit Urbain », Université de Rennes 2 ; Formation paysagiste DEP L1-L3 « Architecture, paysage sonore », Ecole d'Architecture et de Paysage de Bordeaux...) et à la formation par la recherche (trois codirections de thèses, participation à trois jurys de thèses).

Son projet de recherche pour les cinq années à venir vise à proposer à terme des politiques d'actions durables de gestion environnementale des trajectoires territoriales. Il repose sur une prospective, espace, temps, ambiances sonores dans les territoires et sur la modélisation des interactions Homme-Environnement (sonore et toutes les dimensions d'ambiances afférentes), deux aspects qui participent à son projet d'HDR en cours.

¹ Chercheur transdisciplinaire du XXe siècle, ingénieur, philosophe, théoricien de la science et de l'art, Abraham Moles a peu à peu porté son attention aux phénomènes de la vie sociale. Il a attiré à son Institut au sein de l'université de Strasbourg (Institut de psychologie sociale des communications) de nombreux chercheurs étrangers qui allaient ainsi diffuser son œuvre dans leurs pays. La multiplicité des champs couverts, des théories proposées, fait de son œuvre une référence incontournable pour tous ceux qui cherchent à dépasser l'émiettement des connaissances et à entreprendre une réflexion rigoureuse et fondamentale adaptant leurs connaissances scientifiques au monde de la psychologie et de l'art.

² Système d'Analyse et de Composition de Séquences SONores).

PROJET SOUNDSCAPE 2022 : 30 ans après, les promenades sonores nantaises revisitées.

Introduction - objectif

Ce projet de recherche est initié par Alain Léobon, dans la cadre de sa participation à l'ATLAS SOCIAL NANTAIS de l'UMR ESO à laquelle il appartient. En collaboration avec Philippe Woloszyn, nous cherchons à implanter, dans une version renouvelée du logiciel SACSSO, de nouveaux outils de mesure, d'analyse et de représentation des ambiances et signatures sonores urbaines.

Le terrain reste la Ville de Nantes dont nous à revisitons le paysage sonore par une mise en perspective des données collectées en 1992 puis en 2022, en nous appuyant sur une promenade suivant un axe principal de son centre historique ayant subi d'importants réaménagements. Nous partons de l'existant méthodologique le plus abouti, élaboré en 1999 pour évaluer l'impact d'opération « en ville sans ma voiture », en nous appuyant sur le modèle S.A.C.S.SO., associé à des mesures de niveau, auquel Philippe Woloszyn associe une mesure de l'entropie et de l'intelligibilité sonore. Nous rappellerons les méthodologies fondatrices de l'étude, notamment celle se référant à l'analyse multisources et à la cartographie des ambiances sonores urbaines développées dans les années 1990 que nous revisitons aujourd'hui.

Bases méthodologiques : rappel du modèle S.A.C.S.SO.

S.A.C.S.SO. : un outil d'aide à la décision pour les collectivités locales

L'approche environnementale des phénomènes sonores des villes porte les travaux de recherche vers des notions plus qualitatives où les paramètres acoustiques ne sont plus les seuls éléments pris en compte. Cette évolution tient compte d'une demande sociale de *qualité de vie* grandissante et, en conséquence, de nouveaux besoins des collectivités locales et territoriales en matière d'outil de gestion et de protocole d'analyse de l'espace sonore urbain.

Dans le domaine de la modélisation des phénomènes sonores, on a vu se développer ~~ces dernières années~~ des logiciels de prévision du bruit relativement sophistiqués qui n'ont pas forcément conduit à une meilleure prédiction de la propagation des sons dans un tissu urbain complexe ni de leurs impacts sur les habitants (si ce n'est dans le cas des axes très circulés et périphériques). En effet, les approches qualitatives et multisources sont souvent évincées ou réduites à des analyses qui ne peuvent être mises en relation avec le discours des usagers, puisqu'elles n'intègrent ni le sens ni l'identité des messages sonores potentiellement perceptibles. Par ailleurs, de nombreuses études sur la gêne exprimée, trop souvent dissociées de toute mesure et représentation objective, ont mis en évidence l'effet de nombreux facteurs tant individuels que sociaux ou culturels, sans pouvoir mener à une prédiction de cette gêne.

Les exigences transdisciplinaires de ce champ de recherche sont donc évidentes et bien illustrées par les préoccupations des gestionnaires de nos cités qui doivent trouver des solutions techniques entre l'incidence d'une politique d'aménagement urbain (ex. piétonnisation de certains axes) comme de gestion de l'animation urbaine. Le sentiment de gêne ou d'inconfort, exprimé par les résidents, souligne trop souvent l'absence de prise en compte et de maîtrise de l'environnement sonore *dans le cadre des opérations de planification urbaine en général* et dans la gestion de l'animation des zones attractives en particulier. Seule une gestion de l'environnement sonore, moins sectorisé, plus transversale, interservices et attentive permettrait aux collectivités locales ou territoriales d'anticiper un risque de détérioration du climat social et d'une certaine qualité d'écoute qu'il conviendrait de mieux définir.

Cette approche, bien comprise par la ville de Nantes, en fait une cité de référence et un terrain où les recherches en matière de confort et de qualité de vie sonore furent avant-gardistes dans les années 90, recherches soutenues par une action incitative du ministère de l'Environnement. Nos travaux, rappelés dans cette première partie du projet, s'inscrivent dans cette action.

Concrètement, souhaitant proposer aux techniciens et gestionnaires des villes des outils d'aide à la décision, notre Laboratoire s'est donc engagé dans *la construction d'un protocole d'analyse permettant de qualifier et de cartographier les ambiances sonores urbaines*³ (Léobon.A., 1995-1997) puis a décliné une série de *validations des champs d'application de ce modèle en mettant ces résultats objectifs en relation avec le vécu perceptif des habitants et des usagers* (Léobon.A., 1998-1999).

³ A.Léobon- *Identité sonore et qualité de vie en centre-ville : le Quartier Graslin à Nantes*, Contrat SRETIE (subvention DRAEI N° 91.109) du Ministère de l'Environnement, Mai 1994. - Léobon, A., (1997) *Qualification et représentation cartographique des ambiances sonores du centre historique nantais*, rapport de recherche financé par le Ministère de l'Environnement SRETIE (subvention DRAEI N° 91.109), Février 1997. - LEOBON Alain, *Analyse des conduites d'écoute, de la perception et des représentations des ambiances sonores du centre-ville de Nantes*, rapport de recherche financé par le ministère de l'Environnement (SRETIE – DRAEI) – en collaboration avec IDEA recherche - Ville de Nantes, Juin 1998

Le modèle S.A.C.S.SO : une approche qualitative des ambiances sonores

L'objectif de notre travail était de fournir une description sonore qualitative de l'ensemble des quartiers *du cœur historique nantais* qui puisse être mise aisément en rapport avec son usage, son aménagement et *son vécu* par les résidents et usagers. En choisissant un terrain expérimental dont l'environnement sonore était suffisamment diversifié pour échapper à la prédominance du bruit routier, nous évitions de tomber dans le discours convenu de la « lutte contre le bruit » tout en favorisant une prise en compte de la qualité de vie en ville.

De façon pratique, cette étude a permis le développement *d'un modèle d'analyse acoustique qualitatif* adapté aux environnements sonores multisources soustraits à l'hégémonie du trafic automobile. Ce modèle, nommé S.A.C.S.SO. (Système d'Analyse de la Composition de Séquences Sonores), est à l'origine de la réalisation d'un logiciel dont le rôle est de faciliter le traitement des relevés sonores. Il a permis à notre équipe de proposer *une méthode de représentation cartographique des ambiances sonores urbaines* qui a trouvé tout son sens dans cette hypothèse : déterminer une représentation synthétique de l'usage fonctionnel d'un centre-ville en relation directe avec son identité sonore, permettant en fait de construire *une carte des aménités sonores urbaines*, sorte de carte du « bien-être sonore dans la ville ».

La composition de l'environnement sonore urbain

Habituellement, parler de bruit se réduit à s'exprimer en termes de niveau (c'est-à-dire de décibels), éventuellement en termes de spectre ou d'émergence des signaux. Ces critères physiques, qui peuvent être mis en relation avec la gêne dans le cas du trafic routier ou de l'émergence de certains types de bruits de voisinage, sont relativement insatisfaisants comme éléments descripteurs lorsqu'il s'agit de rendre compte de la vie sonore des centres urbains animés qui sont souvent piétonniers et d'un usage complexe rendant multiples les sources acoustiques.

Élaborer une description des phénomènes sonores urbains plus adaptée à la réalité perceptive du quotidien, c'était nous éloigner d'emblée d'une approche traditionnellement quantitative et aborder l'environnement sonore comme l'indicateur d'une certaine qualité de vie plutôt que comme la mesure d'une nuisance inévitable. Nous reviendrons toutefois sur la nécessité de la complémentarité des deux démarches.

Nous préférons donc au mot bruit celui de « sons de notre environnement », entendus comme *éléments sensoriels de notre perception du paysage urbain*. Les sons quotidiens de notre environnement rendent compte de la vie de nos quartiers, de leur animation, de leurs activités et nous servent à tout instant de repères spatiaux et temporels. Nommées « sonatomes » ("atomes sonores", en référence au vocabulaire utilisé par A. Moles), ces événements sonores peuvent être répartis suivant six sources sonores qualitatives. Les sources, ordonnées ci-dessous suivant un degré croissant d'humanité et d'interpellation, sont les suivantes :

- Source Bruit de Fond (BdF) : elle quantifie indirectement les notions de calme et de faux silence ;
- Source Activité Mécanique (notée A.U par le Logiciel S.A.C.S.SO) : elle a trait aux bruits de moteur, de circulation automobile, aux bruits de transport en général et aux bruits de travaux;
- Source Activité Humaine (AH) : elle englobe les bruits liés aux activités quotidiennes des individus, aux actes qui ne relèvent pas de la simple fonction de passage, aux loisirs, etc. ;
- Source Bruits d'animaux et de la nature (BdN) : peu nombreux en ville, ils caractérisent généralement les espaces paysagers ;
- Source Présence Humaine (PH) : elle est relative aux indices sonores de passage humain ;
- Source Langage et Communication (L) : elle rend compte des messages très interpellants tels que les signaux, les animations musicales, les conversations intelligibles, etc.

La figure 1 présente la liste des mots clefs, classés par source, relative à l'ensemble des sonatomes relevés dans les divers quartiers. Un mot-clef regroupe un certain nombre de sonatomes et de sonoscènes (agencement de sonatomes) désignés ainsi commodément par le même terme dans la liste de saisie des mots clefs du Logiciel S.A.C.S.SO. Leurs nuances, figures sonores et les variations de leur forme peuvent être parfois nombreuses. Nous dénombrons en site urbain près de 80 mots-clefs et environ 250 sonatomes et sonoscènes distincts. Si les sonatomes semblent nombreux et diversifiés, nous avons constaté que leur chance d'apparaître n'est pas la même. *Trois types de sonatomes forment la trame des ambiances sonores urbaines* : ceux qui désignent les bruits de moteur, les pas et les voix des passants. A eux seuls, ils constituent les deux tiers des bruits présents en ville. *Ils créent le « background » de l'environnement sonore urbain*.

Cette pauvreté *apparente* des espaces sonores urbains cache pourtant d'autres bruits, moins fréquents, *plus discrets, mais nombreux* qui rendent compte de la vie des quartiers. Ces autres sonatomes, émergeant plus ou moins distinctement de ce *background*, portent souvent une dimension microévénementielle que le psychologue de l'espace tentera d'évaluer.

LA COMPOSITION DE L'ENVIRONNEMENT SONORE URBAIN

LES BRUITS SOULIGNENT LA VIE

Les bruits soulignent la vie et jouent un rôle important dans notre perception des espaces urbains.

Si les bruits peuvent se définir comme « les sons que l'on ne veut pas entendre », nous oublions souvent qu'ils rendent compte de la vie d'un quartier, de son animation, de ses activités et qu'ils nous servent à tout instant de repères spatiaux et temporels.

DÉCRIRE, RÉPERTORIER ET QUALIFIER LES BRUITS

Les bruits sont nombreux, diversifiés mais leur chance d'apparaître n'est pas égale.

Si nous pouvons dénombrer plus de soixante-dix type différents d'événements sonores, trois d'entre eux seulement forment la trame des ambiances urbaines : les bruits de moteur, les pas et les voix des passants.

A eux seuls, ils constituent deux tiers des bruits présents dans notre paysage.

Cette pauvreté apparente des espaces sonores urbains cache pourtant d'autres événements, nombreux, moins fréquents et plus discrets qui rendent compte de la vie d'un quartier.

L'illustration présente la liste des bruits répertoriés en ville classés par source et suivant leur fréquence d'apparition.

LE CLASSEMENT PAR SOURCE DES ÉVÉNEMENTS SONORES

Les événements sonores peuvent être classés suivant six sources sonores de référence :

- la source **BRUIT DE FOND** qui mesure les moments de silence ou de faux silence (bruit résiduel) ;
- la source **ACTIVITÉ MÉCANIQUE** relative aux flux sonores « mécaniques » (voitures, bus, motos, travaux, etc.) ;
- la source **PRÉSENCE HUMAINE** liée aux indices de présence et de passage des piétons (pas, voix, etc.) ;
- la source **ACTIVITÉ HUMAINE** rendant compte de la « vie » d'un espace (qu'il s'agisse d'activité commerciale, de loisir, d'animation, de bruits de voisinage, etc.) ;
- la source **LANGAGE ET COMMUNICATION** signant les messages hautement interpellants (voix intelligibles, signalétiques, musique, etc.) ;
- la source **BRUITS DE LA NATURE** (oiseaux, vent, bruit d'eau, etc.)

C.M.R.S. UMR 6530 - ESPACES & SOCIÉTÉS - N° 6530 - PRES. UMAM - Auteurs : Alain Lebon & Philippe Woloszyn. Chargés de recherches : http://www.Paysage-sonore.net - Alain.lebon@mac.com - 06 07 30 50 60



LES BRUITS REPERTORIABLES EN VILLE (GRASLIN)



Source P.H. : PRÉSENCE HUMAINE	
Pas	12,93 %
Voix	10,81 %
De nombreux pas	4,16 %
Murmure	1,82 %
Des passants	1,79 %
Rires	0,85 %
Cris d'enfants	0,83 %
Sifflements	0,55 %
Les enfants jouent	0,53 %
Toussotements	0,48 %
Cris	0,31 %
Bébé	0,09 %

Source B.d.F. : BRUITS DE FOND	
Calme	6,37 %
Période plus calme	2,71 %
Bruit de fond	2,12 %
BdF urbain	1,25 %
BdF humain	0,96 %
Très calme	0,79 %

Source L. : COMMUNICATION ET LANGAGE	
Voix intelligible	1,93 %
Musique	0,81 %
Tintement	0,63 %
Sifflet	0,04 %
Cloches	0,02 %
Sirène	0,02 %

Source A.H. : ACTIVITÉ HUMAINE	
Impact	2,73 %
Couinement	0,70 %
Porte	0,68 %
Rumeur	0,66 %
Bruits de vaisselle	0,55 %
Poussette	0,39 %
Regard d'égout	0,35 %
Cliquetis	0,33 %
Extracteur d'air	0,33 %
Cabine téléphonique	0,22 %
Caisson	0,20 %
Raclement	0,20 %
Froissement	0,18 %
Sonnerie	0,15 %
Clefs	0,13 %
Manège	0,11 %
Escalier mécanique	0,09 %
Jouet	0,09 %
Grincement	0,07 %
Balayeuse	0,07 %
Téléphone	0,04 %
Activité d'une poissonnerie	0,04 %
Terrasse	0,04 %
Volets	0,04 %
Friterie	0,02 %
Horodateur	0,02 %

Liste des items sonores répertoriés dans le quartier Graslin, classés par source suivant leur fréquence d'apparition.

Source A.M. : ACTIVITÉ MÉCANIQUE (CIRCULATION)	
Voitures	15,36 %
Moteur	5,08 %
Circulation	4,33 %
Moto	3,22 %
Portière	1,66 %
Freins	1,31 %
Camion	1,09 %
Bus	0,79 %
Klaxon	0,79 %
Démarreur	0,61 %
Tramway	0,50 %
Travaux	0,37 %
Crissements	0,35 %
Pneumatiques	0,33 %
Marteau	0,28 %
Perceuse	0,15 %
Avion	0,11 %
Amortisseurs	0,04 %
Éboueurs	0,04 %
Embrayage	0,02 %
Vélo	0,02 %

Source B.d.N. : BRUITS DE LA NATURE	
Oiseaux	0,90 %
Fontaine	0,70 %
Aboiements	0,48 %
Vent	0,18 %
Battements d'aile	0,40 %
Roucoulement de pigeons	0,20 %
Miaulement	0,10 %

Phonographier la ville pour réaliser ses cartes d'ambiance sonore

Notre premier souci fut de rendre compte de la diversité des ambiances sonores auxquelles nous étions attentifs en cheminant dans les divers quartiers du cœur de la ville de Nantes. Nous allons donc commencer par présenter un mode d'exploration particulier : *la promenade sonore*.

En cristallisant des fragments pertinents du réel sur support d'enregistrement, elle permet au chercheur *d'échapper à la domination du visuel* ainsi qu'à la tentation de la quête spontanée du « sens » des messages sonores.

Phonographier⁴, c'est mettre en boîte des fragments de l'environnement sonore, réaliser des prises de son optimales de séquences sonores choisies, rendant compte des ambiances sonores des divers quartiers.

La méthode des promenades sonores simule le parcours d'un usager du quartier, quelque peu pointilleux et fort curieux puisqu'il sillonne de façon assidue le dédale urbain muni d'un enregistreur lui permettant d'enregistrer ~~sur bande magnétique~~ les fragments de conscience sonore du paysage qu'il traverse.

Basée sur des points d'arrêts successifs de quelques minutes, elle permet bien de concilier l'idée de balade à l'intérieur d'une topologie fixe avec celle de regard sonore : je me présente au coin d'une rue et j'écoute ce qui s'y passe.

Le choix du matériel de prise de son est important : il s'agit d'un enregistreur numérique compact et discret accompagné de microphones permettant une localisation très performante des sons dans l'espace lors d'une écoute au casque (micros de type « tête artificielle »). Ce choix ne s'est pas fait par hasard, mais suite à des tests rigoureux à une époque où le numérique restait très onéreux et réservé à des spécialistes.

Plusieurs séries de promenades sonores (de moins de deux heures), jalonnées par une trentaine de points fixes d'enregistrement (nommés P.A.S., Points d'Arrêt Significatifs), permettent donc de recueillir des séquences sonores de courte durée⁵ bien représentatives des diverses ambiances des quartiers que l'on se propose d'étudier.

Répétées plusieurs fois dans la journée⁶, ces promenades (au nombre de six pour le centre-ville nantais : promenades dites « Graslin », « Bouffay », « Feydeau », « Cathédrale », « Cinquante Otages », « Bretagne ») permettent de phonographier l'évolution de l'environnement sonore de l'espace public. *Elles tentent de schématiser au mieux les diverses ambiances qu'un piéton pourrait rencontrer.*

Des promenades sonores à l'élaboration des cartes d'ambiance et de bruyance

Les séquences sonores de trois minutes phonographiées durant les promenades sonores sont dépouillées suivant une analyse de contenu fondée sur la reconnaissance de leurs sonatomes et sonoscènes.

Toute séquence, dépouillée par une écoute au casque, se présente sous forme d'une liste de bruits composée d'objets sonores⁷ (nommés *sonatomes*) conformément à l'hypothèse structuraliste qui précise que tout phénomène peut être décomposé en une série d'éléments simples, énonçables et répertoriés, assemblés suivant certaines règles et dont l'ensemble constitue une structure. L'illustration ci-contre en propose un exemple.

Ces bruits étant classés suivant les six sources sonores précédemment citées, toute séquence peut être décrite suivant l'importance relative de chacune d'elles. Ainsi pour chaque P.A.S. des promenades, les Profils d'équilibre sonore (histogrammes de ces 6 sources) peuvent être établis et comparés. Leur typologie, accompagnée d'une méthode de représentation originale dite du « Triangle d'équilibre sonore » (basée sur la réduction du nombre de sources significatives), permet d'assigner une couleur à l'espace correspondant (voir Figure 2).

Il est à noter que pour chaque lieu phonographié nous pouvons calculer son niveau de bruyance basé sur une analyse acoustique quantitative des niveaux sonores (Leq), effectuée sur 15 minutes. Cette approche quantitative traite à la fois des niveaux sonores et de l'analyse de la répartition statistique de ces niveaux (courbe semi-gaussienne). Le Triangle d'équilibre sonore est divisé en neuf zones auxquelles furent attribuées dix couleurs.

Ces dix couleurs semblent suffisantes pour rendre compte de la diversité des ambiances d'un centre urbain relativement complexe.

⁴Ce terme fut largement répandu par Abraham Moles, dès 1979 (Intervention remarquée au Festival du son). Il le reprit ensuite dans un chapitre de son ouvrage « L'Image, Communication fonctionnelle », Casterman, 1980.

⁵Nous avons validé expérimentalement que trois minutes à cinq minutes d'enregistrement par P.A.S. étaient amplement nécessaires, mais suffisantes pour caractériser son ambiance.

⁶En général, les promenades sonores sont renouvelées trois fois par jour (le matin, l'après-midi, le soir).

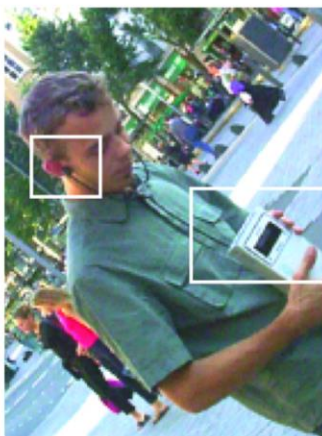
⁷SCHAEFFER P, Traité des objets musicaux, Paris : Seuil, 1966

Phonographier la ville pour réaliser sa carte sonore

Les promenades sonores

Le recueil des données acoustiques est effectué sous forme de « parcours sonores » jalonnés de points fixes d'enregistrement de trois minutes chacun. Pour le cœur historique nantais, 120 Points d'Arrêt Significatifs (PAS) furent nécessaires pour « cerner » son paysage sonore.

Les promenades sont répétées un même jour le matin, l'après-midi et le soir pour obtenir un échantillon représentatif de l'atmosphère sonore du site. Le preneur de son reste le plus discret possible, utilisant un enregistreur numérique compact et des micros stéréo-phoniques se présentant sous l'apparence d'un casque de baladeur.



L'analyse des séquences

Après avoir « phonographié » le quartier, le preneur de son écoute les séquences et liste les événements sonores qui apparaissent chronologiquement ou se superposent.

Pour chaque point de la promenade, il est alors possible de représenter sous forme d'histogramme le rapport d'importance des six sources auxquelles sont associés les événements sonores. Cet histogramme s'appelle profil d'équilibre sonore.

La couleur du lieu

Une méthode de représentation dite du **TRIANGLE D'ÉQUILIBRE SONORE**, basée sur la réduction du nombre de source, permet de déterminer la couleur de l'ambiance du lieu phonographié.

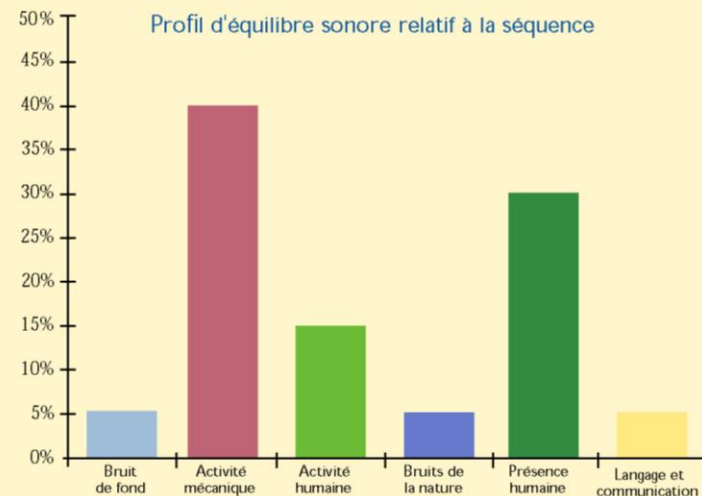
L'atmosphère sonore d'un PAS de la promenade est désignée par un point dans le triangle, ce dernier étant plus ou moins proche du sommet de la ou des sources dominantes.

Le triangle d'équilibre sonore est divisé en neuf zones présentant un équilibre relatif des sources. Dans un but de représentation cartographique, à ces neuf zones furent attribuées dix couleurs allant du rouge (ambiance très circulée), au bleu (ambiance très humaine ou calme), en passant par le jaune (ambiance très animée).

Les cartes d'ambiance sonore du centre historique nantais sont accompagnées de cartes de bruyance permettant d'estimer les niveaux de bruit des divers espaces phonographiés. Elles sont utiles pour évaluer l'impact d'opérations d'aménagement, celui du plan de circulation et de l'implantation d'activités de loisir.

Liste des événements sonores présents dans la séquence enregistrée un matin en un point de la promenade.

- Voix des enfants de l'école
- Bruit de fond urbain
- Tintement de la clochette du tramway
- Le tramway démarre
- Le tramway passe
- Tintements : quatre coups
- Le tramway s'éloigne
- Tintement du tramway
- Moteur de voiture
- Le tramway toujours...
- Bruit de moteurs
- Période plus calme
- Cris et voix des enfants de l'école
- Plusieurs voitures démarrent au feu
- Flux de voiture
- Voix de passants
- Flux de voiture
- Un camion passe
- Les moteurs tournent
- Circulation
- Couinement
- Une mobylette approche
- Piaillements de moineaux
- Mobylette
- La mobylette s'éloigne
- Voix
- Mobylette
- Roulement d'une poussette
- Roulement d'une poussette, toujours...
- Période plus calme
- Une voiture approche
- Moteurs au ralenti
- Des pas, tout près
- Voix de passants
- Des pas, toujours
- Voix et pas de passants
- Période plus calme
- Bruit de fond urbain
- Cris et voix des enfants de l'école au loin
- Murmure indistinct
- Des voitures
- Des pas au loin
- Chant des oiseaux.



Commentaire

Le profil d'équilibre sonore montre que toutes les sources sont bien sollicitées. L'ambiance sonore est de ce fait plutôt riche et diversifiée. L'espace sonore a une fonction de passage mixte entre piétons et véhicules puisque les sources activité urbaine et présence humaine dominent de façon équilibrée. Le lieu est un assez animé à cette heure.

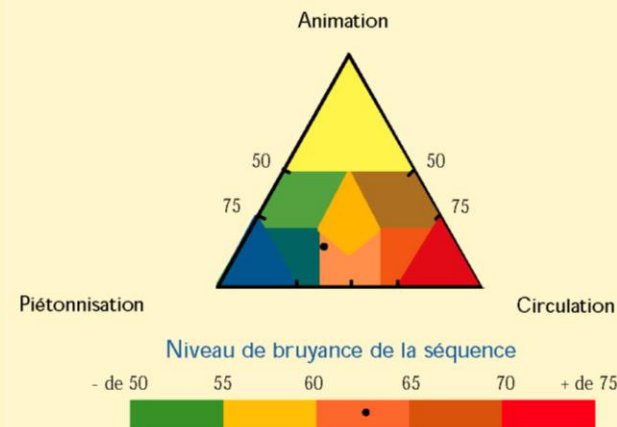
Commentaire

L'ambiance sonore est mixte « piétonne et circulée », le point se situant dans la zone de couleur saumon.

Les événements sonores sont relativement diversifiés. Leur intelligibilité est bonne. Un microscénario remarquable : le passage du tramway qui s'approche, s'arrête au feu rouge, redémarre et s'éloigne. Les voitures passent par flux. On notera la présence de nombreux piétons et la discrète signature acoustique des voix des enfants de l'école voisine qui jouent dans la cour.

Le niveau de bruit de la séquence est exprimé en Leq par acquisition des données numériques sur une chaîne sonométrique. Ici, le niveau sonore est moyen (63 dB).

Triangle d'équilibre sonore relatif à la séquence



Les couleurs sont les suivantes :

- Bleu : Ambiance sonore piétonne, paysagère ou résidentielle ;
- Violet : Ambiance sonore paysagère sur bruit de fond circulé ;
- Vert : Ambiance sonore mixte à dominante humaine ;
- Vert clair : Ambiance sonore mixte à dominante humaine relativement animée ;
- Saumon : Ambiance sonore mixte piétonne et circulée sans signature sonore d'activité ;
- Jaune clair : Ambiance sonore mixte piétonne et circulée relativement animée ;
- Jaune : Ambiance sonore très animée ;
- Orange : Ambiance sonore de type mixte à dominante circulée ;
- Ocre : Ambiance sonore de type mixte à dominante circulée avec animation ;
- Rouge : Ambiance sonore dominée par la circulation automobile.

Les cartes d'ambiance sonore réalisées pour le cœur historique nantais

Deux cartes, présentant les diverses ambiances sonores du cœur historique nantais durant les saisons plutôt estivales en journée et le soir, furent réalisées. Celle du soir est présentée ci-après. Les P.A.S. des diverses promenades sonores sont désignés par de petits symboles Δ . (Figure3). Une vision très globale et rapide des deux cartes d'ambiance souligne *une relative diversité des couleurs sonores à l'intérieur du circuit cœur* ainsi que pour les quartiers Préfecture, Cathédrale et Château (les autres quartiers sont dominés par la circulation automobile). *À l'intérieur de cet ensemble, un plus fort « patchwork » de couleurs se circonscrit dans la partie sud du cœur* du fait d'une politique forte d'aménagement piétonnier (quartiers Graslin, Royale, Commerce, Bouffay, Decré et Château). Cependant, l'impact de la circulation automobile est tout de suite prédominante dans les axes forts, quels qu'ils soient, et semble inévitablement se diffuser dans les rues avoisinantes créant, de fait, une dominante Rouge-Orangé sur presque deux tiers de la carte (ambiance sonore « mécanique » dont le niveau sonore n'est pas pour autant très élevé). Nous allons voir que, pour ce qui est du bruit routier, l'analyse des niveaux de bruit, produite pour chacune des séquences phonographiées, permet d'annexer à nos cartes d'ambiance celle des niveaux de bruyance⁸, habituellement réalisées par les services municipaux.

Une approche complémentaire aux cartes de bruit routier

Les cartes de bruit traditionnelles s'attachent à évaluer l'exposition d'un individu à une source de bruit linéaire durant une longue période (de huit à vingt-quatre heures). Elles ne se situent donc pas dans la même logique que celle de nos travaux qui abordent la perception sous un angle plus « dynamique » : l'individu qui parcourt le centre-ville et en « ressent » spontanément ses ambiances. Les cartes de niveau de bruit sont essentiellement opérationnelles dans les *secteurs à faible taux de piétonnisation*, et ne permettent pas une approche fine de la composition sonore des centres urbains dont la complexité structurelle de la composition nécessite une approche spécifique à la nature des sources sonores émises. Ces cartes de niveau s'avèrent des auxiliaires précieux pour l'aide à la décision en matière d'aménagement de zone fortement circulées, mais n'en demeurent pas moins incapables de discriminer les sources entrant dans la composition des ambiances sonores, *dont la richesse*, notamment en centre-ville, *est la première qualité sensible de notre vécu urbain*. Les P.A.S. dont le niveau de bruit est moyen ou faible peuvent aussi bien être relatifs à des ambiances sonores mécaniques de faible densité qu'à des ambiances sonores mixtes ou piétonnes de densité moyenne, voire forte. C'est pourquoi la discrimination qualitative des sources sonores par la méthodologie S.A.C.S.SO nous semble une approche totalement complémentaire et indispensable à celle de la cartographie du bruit, puisqu'elle apporte un supplément d'information sur la nature des sources qui sont à l'origine du niveau de bruit global.

Il est cependant possible, à partir des promenades sonores traitées par **S.A.C.S.SO.**, de proposer *une carte de niveau de bruyance* du centre-ville. Elles furent réalisées pour les périodes diurnes et nocturnes en suivant une méthodologie, exposée dans les paragraphes suivants : nous vous présentons ci-contre la carte des niveaux de bruyance *en soirée* (Figure 4). Les cartes de bruyance du cœur historique nantais illustrent bien la pauvreté des informations sur les sources sonores mises en cause. Les seules discriminations pertinentes qu'apporte l'analyse du Leq ("Niveau équivalent") portent sur les zones à circulation dense (rue de Strasbourg, place Graslin, Rue Crébillon, Rue de l'Hôtel de Ville, etc.), sur les aires paysagères ou sur les secteurs résidentiels protégés de la circulation automobile (Cours Cambronne, square Élisabeth Mercœur, alentours du Château, P.A.S. N° C09, C08, Br13, Br14, Br15 des quartiers Cathédrale et Bretagne). On note cependant que, les soirs d'été, l'animation des espaces piétonniers (place du Bouffay, place du Commerce, rue Scribe, Îlot « Grétry-Rameau-Suffren ») les porte à des niveaux de bruit parfois proches de voies circulées (Leq Moyen voire Fort).

La cartographie des ambiances sonores apporte donc des données supplémentaires à celle des cartes de bruit traditionnelles puisqu'elle donne un complément d'information sur la nature des sources qui sont à l'origine du niveau de bruit global.

⁸ Les niveaux de bruyance sont une interpolation des mesures de niveau de bruit effectuées sur le terrain. Ces mesures intègrent la participation de l'ensemble des sources sonores (tant mécaniques que piétonnes). Elles ne sont donc pas le résultat de calculs issus d'un comptage routier.

Protocole de mesure appliqué pour élaborer les cartes de bruyance

Des cartes de niveau de bruyance, complémentaire à la cartographie des ambiances sonores, peuvent être élaborées sur la base des séquences enregistrées lors des promenades sonores. Un Leq 1sec. est réalisé sur les séquences des périodes « matin, après-midi et soirée », relatives à chaque P.A.S. et dont la durée est de 3mn. Le mode d'acquisition permettant de mesurer le Leq de chaque séquence à partir de sa lecture sur le l'enregistreur D.A.T. utilise le système de traitement de données acoustiques 01dB - dB Seuil. Ce système permet d'effectuer des mesures directement à partir de l'enregistreur, mais un étalonnage de 01dB est préalablement nécessaire.

L'étalonnage

Les enregistrements des promenades sont tous effectués avec un même niveau d'entrée du microphone (niveau 6 en l'occurrence) pour le D.A.T. SONY TCD-D7. Les séquences sont donc comparables.

L'opération d'étalonnage consiste à :

- Placer le microphone 01dB et les micros de la tête artificielle à 1m d'une source de bruit rose calibré (source Aclan GDB 85),
- Mesurer parallèlement avec la chaîne 01dB le niveau acoustique du bruit émis par la source et enregistrer celui-ci sur le D.A.T. en réglant le potentiomètre au même niveau (6) que celui des conditions expérimentales in situ. Nous appellerons A le niveau réel émis par la source et mesuré par le sonomètre 01 dB
- Mesurer ensuite sur le sonomètre 01 dB, après y avoir branché le D.A.T., le signal enregistré. Nous appellerons B le niveau à la sortie « Line Out » du D.A.T.

La correction d'amplification qu'il faudra introduire au préalable de l'acquisition de toute séquence sonore au sortir du D.A.T. sera de (A-B) soit de 29dB pour le TCD-D7 SONY. Toutes les mesures exprimées dans ce rapport sont donc obtenues par lecture des données acoustiques enregistrées sur le D.A.T. La chaîne 01dB est initialisée avec des dynamiques d'entrées différentes suivant le niveau de bruit moyen pour éviter les saturations ou les sous-charges en mode acquisition.

Le traitement des mesures

Pour chaque P.A.S., on obtient donc des valeurs en Leq relatives aux trois promenades. Le Leq jour est considéré comme la moyenne des Leq matin et après-midi. Le Leq « global » représente la moyenne des Leq des trois séquences. Ces valeurs sont ensuite triées par ordre croissant. Le classement permet une visualisation graphique des P.A.S. classés en Leq croissant (abscisse : N° du P.A.S. - ordonnée :sa valeur Leq). Les Figures N°15 et 16 présentent ces résultats pour la période « Leq jour et Leq soir » en été. Les valeurs de Leq sont alors discriminées par traitement statistique des droites de régression associées, dont les pentes déterminent les six classes de niveau retenues pour l'étude des ambiances : ambiance silencieuse, Leq très faible, faible, moyen, fort, ambiance bruyante.

On a pu constater que tous les traitements relatifs aux diverses promenades sonores permettent de dégager, systématiquement, des classes de 5 dB(A). Les graphiques ont dû cependant être recalés pour être cohérents vis-à-vis des normes cartographiques en vigueur. Ainsi, pour chaque P.A.S. de la promenade sonore, une « classe de Leq » est attribuée. Une couleur (normalisée) étant, par la suite, assignée à chaque classe, on peut réaliser une cartographie de niveau de bruyance parallèle à celle des ambiances sonores. On soulignera que l'intérêt de la méthode est de travailler sur la base des mêmes échantillons temporels, caractère indispensable pour bien caractériser les corrélations « bruit-ambiances ».

L'intérêt de la méthode

L'avantage de la méthode est, tout d'abord, de permettre un relevé du bruit urbain sans manipulation supplémentaire (exploitation d'un sonomètre), donc en gardant la discrétion nécessaire au relevé des ambiances sonores. La notion de bruyance, aspect subjectif de la sensation de gêne, est complétée par l'analyse du % de Bruit résiduel calculé par S.A.C.S.SO (voir tableaux récapitulatifs). Ce pourcentage mesure indirectement la densité sonore des ambiances (il lui est inversement proportionnel). Il nous est donné directement par S.A.C.S.SO qui cumule le Bruit de Fond et les Bruits de la Nature.

Le rapport entre le niveau sonore d'une séquence et la densité de ses sonotomes par unité de temps permet bien de juger de l'aspect subjectif de la bruyance d'un lieu : un espace dense en événements sonores, mais d'un niveau continu équivalant Leq « moyen » peut être ressenti comme bruyant. Le rapport entre l'énergie sonore estimée et le Bruit Résiduel (BR) est donc un des facteurs incontournables de la sensation de bruyance.

L'exemple le plus parlant est celui des espaces paysagers qui se situent en majorité autour du château des Ducs de Bretagne (P.A.S. B17, B18, B19), mais également un peu plus loin (rue Prémion P.A.S. B20 et place Elder P.A.S. B21) : la forte corrélation entre une densité très faible des sonotomes (BR de 20% en moyenne) et un Leq des plus bas de jour comme de nuit ne laisse aucun doute quant au calme olympien de cet endroit, lieu de promenade dominicale particulièrement apprécié des nantais.

Cartographie des ambiances sonores du cœur historique nantais les soirs d'été



CARTOGRAPHIE DES NIVEAUX DE BRUYANCE DU CŒUR HISTORIQUE NANTAIS L'ÉTÉ, LE SOIR

C.N.R.S. - Ville de Nantes - 1995



Apports immédiats d'une approche qualitative de l'environnement sonore urbain

La cohérence sensorielle des espaces publics...

La qualité sonore d'un espace urbain peut s'évaluer par sa capacité à nous restituer une image sonore fidèle à son usage. Il s'agit d'une mesure partielle du caractère « Hi-Fi / Low-Fi » (M. Schafer), voire de la plus moins bonne « phonicité » (A. Moles) de ses ambiances. Nous avons pu constater, pour les quartiers Graslin, Commerce, Royale, Hôtel de Ville, Decré, Bouffay, Château, Cathédrale et Préfecture une assez bonne relation entre leur cartographie sonore et les statuts et les usages de leurs voies. Cependant, les quartiers moins aménagés tels que Calvaire, Bretagne, Talensac, Médiathèque, Gloriette, Feydeau ainsi que les Cours laissent entendre un univers sonore très pauvre et peu « sensé ».

S'il est lié aux confrontations des données sensorielles (sonores et visuelles) de l'espace, ce critère de « congruence » et de haute « phonicité » tient compte, aussi, d'une qualité particulièrement importante : *l'intelligibilité de ses ambiances.*

L'intelligibilité des ambiances sonores...

L'intelligibilité d'un message sonore est liée à la facilité de reconnaissance de chacun des sonotomes qui la composent. En ce sens, la lisibilité d'une ambiance sonore dépend bien de notre capacité de reconnaître plus ou moins facilement toutes ses composantes. Deux facteurs essentiels interviennent : la composition multisources (richesse sonore) de l'espace étudié et son caractère acoustique propre.

Du point de vue de la composition multisources, on remarquera que la bonne ou très bonne intelligibilité d'un endroit est très souvent liée à la diversité des sources sonores présentes, à une faible densité événementielle, ainsi qu'à l'émergence des signaux de type Présence Humaine.

L'acoustique propre au lieu étudié (liée à ses formes architecturales) a également une importance primordiale puisque c'est elle qui permet aux sources sonores de se manifester, et d'être plus ou moins facilement énumérées (influence du Taux de Réverbération).

De même, l'intelligibilité est liée à la notion de quantité d'information qui définit les marques sonores (« SoundMarks » selon R.M. Schafer) comme des sources d'entropie qu'un marcheur sonore peut rencontrer. Ces marques sont définies comme les **événements urbains les plus consciemment émergents au sein de la ligne d'univers du marcheur, pour une trajectoire urbaine donnée**. Cet indice d'ordre proche constitue un indicateur du rapport forme-fond de la séquence paysagère sonore, et, ce faisant, constitue une approche des notions d'intelligibilité et de richesse du paysage sonore. Une approche fiable peut en être donnée par le calcul du niveau d'entropie global de la séquence concernée.

De bons indicateurs de la qualité acoustique d'un centre-ville

Ainsi, la prise en compte de l'ensemble des facteurs, permettant de qualifier l'environnement sonore du centre-ville de Nantes, a permis globalement d'établir *une phénoménologie des ambiances sonores de ses rues en relation directe avec leurs usages et leurs formes architecturales.*

Cette « pratique d'un centre urbain », que nous suggèrent ses ambiances sonores, peut-être confrontée avec un relatif succès à ce que nous laisse supposer le paysage visuel (voie piétonne, semi-piétonne, espace résidentiel, place publique, zone attractive, fonctions commerciales, etc.).

La cartographie des ambiances sonores, dans sa manière d'être en congruence avec ce que nous révèlent nos autres sens, est donc un bon indicateur de la qualité acoustique d'un centre urbain. Nous pouvons penser que, dans certaines villes, l'hégémonie des bruits de transport rend totalement caduque toute lecture sonore de leur vie quotidienne et que la cartographie de leurs ambiances oscillerait entre quatre couleurs : le saumon, le violet, l'orange et le rouge vif.

Si le centre-ville nantais semble susceptible de transmettre à nos oreilles attentives *une image sonore assez proche de sa vérité* (rappelons que pour le psychologue : *esse est percipi* « les choses n'existent que dans la mesure où elles sont perçues »), ce type d'analyse nous a pourtant permis d'objectiver certains « phénomènes acoustiques » qui soulignent à nos yeux l'absence de maîtrise de l'environnement sonore par l'urbaniste. À titre d'illustration nous avons pu relever l'existence :

- De rues visuellement piétonnes, mais acoustiquement hybrides : piétonnes et circulées ;
- De ruptures sonores brutales entre zones piétonnes du fait de la traversée d'axes fortement circulés ;
- D'ambiances sonores sans niveau de bruit excessif, mais très denses ou ponctuées de signaux sonores fortement interpellant se trouvant être la source de conflits entre habitants et usagers ;
- D'une prédominance de l'impact sonore des voies 50 sur les espaces limitrophes ;
- D'une grande pauvreté des ambiances propres aux quartiers circulés ou faiblement piétonniers.

Nous avons aussi constaté une certaine rareté des signatures sonores originales (microévénements) pouvant servir de repères spatio-temporels au promeneur (uniformité sonore). On citera cependant : le carillon de l'église Sainte-Croix, le passage de la calèche de la Dame Blanche, les boulistes sur les cours en été, les skate-boards (Place de Bretagne, accès nord de la médiathèque), les musiciens de rues (Quartier Bouffay, Douves du château), quelques fontaines, et les tintements du Tramway.

Caractère opérationnel de cette recherche amenant à l'évolution du progiciel S.A.C.S.SO

Nous avons réalisé en 1998 et 1999 trois études connexes validant avec quelques limites le caractère opérationnel du modèle S.A.C.S.SO en terme :

- De mesure de l'impact d'opération ponctuelle visant à diminuer le trafic routier : opération « En Ville sans ma Voiture » ;
- D'intégration des mesures sonores environnementales dans le traitement de l'impact d'établissements recevant du public suivant les recommandations du nouveau décret sur le Bruit du 15 décembre 1998 ;
- La cartographie des plaintes et mains courantes liées au bruit permet de mieux circonscrire les sites où l'animation est suffisamment prégnante pour mériter une attention particulière ou une attitude préventive évitant la cristallisation de conflits.

Nos travaux peuvent ainsi prétendre répondre à plusieurs attentes:-

- Produire une réflexion fondamentale sur l'adéquation entre les signatures acoustiques présentes dans un quartier et l'usage effectif de l'espace urbain ;
- Développer un outil méthodologique permettant de décrire au mieux la variation spatiale et temporelle de la vie sonore d'un centre-ville où les sources acoustiques sont multiples, diversifiées et où la circulation automobile n'a plus l'hégémonie ;
- Fournir à la Ville de Nantes, partenaire dans cette recherche, un indicateur objectif lui permettant de mieux cerner les situations complexes, liées à des conflits d'usage, où le « bruit » semble désigné comme le fondement de la gêne et de l'insatisfaction globale ;
- Analyser ultérieurement les relations entre cet « état des lieux sonore » et le plaisir ou la gêne ressentis et exprimés par les résidents et usagers du centre-ville à travers des entretiens, des enquêtes ou l'analyse des plaintes émises par les riverains ;
- Mettre en corrélation les bases de l'analyse qualitative avec le contenu informationnel des paysages sonores analysés pour avancer sur les notions d'intelligibilité et de richesse de l'environnement sonore du quotidien nantais ;
- Fournir un argumentaire, adapté aux conduites d'actions de sensibilisation et d'information des habitants, où la prise en compte des bruits urbains s'exprime de façon « positive », a contrario des études menées jusqu'alors et se positionnant systématiquement en termes de « lutte contre le bruit ».

Pour ce faire, l'outil méthodologique S.A.C.S.SO, tel que développé dans les années 90, imposait d'être revu et programmé dans une interface innovante, le rendant disponible en ligne et repoussant les limites qu'il présentait. À savoir.

- La minimisation du taux d'incertitude lié à l'opérateur à qui est confié le décryptage des séquences sonores ;
- Le traitement des ambiances complexes où certains objets sonores peuvent se rattacher à plusieurs sources ;
- La prise en compte d'une pondération dans l'incrémentation des sources suivant la durée des événements sonores, leur simultanéité ou leur niveau de bruit ;
- L'approche des notions de diversité, d'originalité, d'intelligibilité et de richesse des séquences sonores basée sur le calcul de leur entropie (quantité d'information).

Nous avons donc dressé en 2022 un cahier des charges du logiciel S.A.C.S.SO pour qu'il réponde à ces besoins et produit en juillet 2022 une nouvelle version en ligne du progiciel sur laquelle s'appuie le travail que nous proposons pages 19 et suivantes.

Il s'agit, 30 ans plus tard, de revisiter sur un nombre limité de PAS (Figure 5), l'évolution des ambiances et du paysage sonore du cœur historique nantais, démontrant l'impact favorable des aménagements conduits par la ville de Nantes sur l'axe Graslin – place Royale - Château et l'aménagement de la place Neptune, des cours Franklin Roosevelt et de la place du Commerce.

REFONTE DU PROGICIEL S.A.C.S.SO

Le progiciel est disponible sous la forme d'une application web à cette adresse : <https://sacso.paysage-sonore.net>

Principe

La nouvelle version du logiciel S.A.C.S.SO a été conçue sous la forme d'une application web. Ainsi, il est possible pour un utilisateur d'y accéder depuis n'importe quel terminal disposant d'une connexion à internet.

De par ce fait, il est également possible de concéder l'accès au logiciel uniquement à certains utilisateurs par le biais d'un système de gestion de comptes sur l'interface proposée.

Développé en tant que module sur mesure, sur un back-office personnalisé de dernière génération, le logiciel est par essence doté d'une très grande capacité d'évolution. Ainsi, il est parfaitement possible de travailler à la réalisation de nouvelles fonctionnalités, de nouvelles pages, d'une ergonomie plus précise et bien plus encore, sans perdre le travail et les données préexistantes.

Présentation des diverses fonctionnalités

En termes de fonctionnalités (qui pour rappel concernent le logiciel recréé dans son itération de base), voici une liste de ce que le logiciel peut faire :

Gestion des sources :

Cette section confère à l'utilisateur la capacité de gérer chacune des sources sonores (autrement dit, ajouter, modifier, (dés)activer et supprimer chacune d'elles).

Pour chaque source, les éléments suivants peuvent être renseignés :

- La dénomination ;
- L'acronyme ;
- Le code couleur (en hexadécimal) ;
- L'affiliation au triangle d'équilibre sonore.

Gestion des objets sonores (sonatomes)

Cette section confère à l'utilisateur la capacité de gérer chacun des objets (autrement dit, ajouter, modifier, (dés)activer et supprimer chacun d'eux) affiliés aux sources.

Pour chaque objet, les éléments suivants peuvent être renseignés :

- La dénomination
- L'affiliation à la source sonore

Notons que plusieurs objets peuvent être ajoutés simultanément via une même requête.

Gestion des séquences

Dans le cas de la création d'une nouvelle séquence, l'utilisateur est invité à importer un fichier audio et à indiquer la dénomination de la séquence, la date de la phonographie (par défaut la date présente sur fichier importé) ainsi que le lieu où a été réalisée la capture. Une prévisualisation de la séquence s'affiche alors après un bref délai, permettant ainsi à l'utilisateur d'attester de la conformité de l'import. Dans le cas le cas où l'import est conforme, l'utilisateur peut valider l'importation, ou, le cas échéant, importer un autre fichier.

L'édition de la séquence sonore se fait par le biais d'une bande défilante dans laquelle se situe la source audio, représentée par son onde sonore. Dans cette zone, on y trouve le curseur d'édition, la tête de lecture ainsi que les événements sonores représentés par deux familles d'éléments, à savoir, les marqueurs et les régions.

Les marqueurs (visibles dans la partie basse) sont les objets représentés sous la forme d'évènements simples, placés à un time code précis. Leur nom est affiché à côté de ceux-ci et ils sont colorés en fonction du code couleur de la source qui est affilié à l'objet.

Les régions (visibles dans la partie haute) sont les objets représentés sous la forme d'évènements persistants sur la durée et donc affichés sous la forme de bandes horizontales plus ou moins longues suivant la durée de l'évènement en question. Leur nom est également affiché en dessous de ceux-ci et ils sont colorés en fonction du code couleur de la source qui est affilié à l'objet.

Sous la zone d'édition de la séquence sonore se situent les blocs des différentes sources (chacune avec la couleur de fond qui lui est associée) et dans lesquels se trouvent les objets affiliés. Lorsque l'utilisateur clique sur un des objets, celui-ci est immédiatement importé dans la zone d'édition de la séquence sonore sous la forme d'un marqueur. Après quoi, il est possible de manipuler cet élément directement dans la zone d'édition de la séquence sonore en cliquant dessus ou en le faisant glisser à l'endroit souhaité. Il peut également être converti en région depuis la fenêtre des paramètres.

Toutes les manipulations sont enregistrées en temps réel. Il n'est donc pas possible de perdre son travail sur une séquence même en cas de fermeture inopportune du navigateur. Sur la page d'index des séquences, chaque séquence est présentée dans une liste et peut être réouverte (en vue d'être à nouveau modifiée) mais également être supprimé.

Gestion des rapports

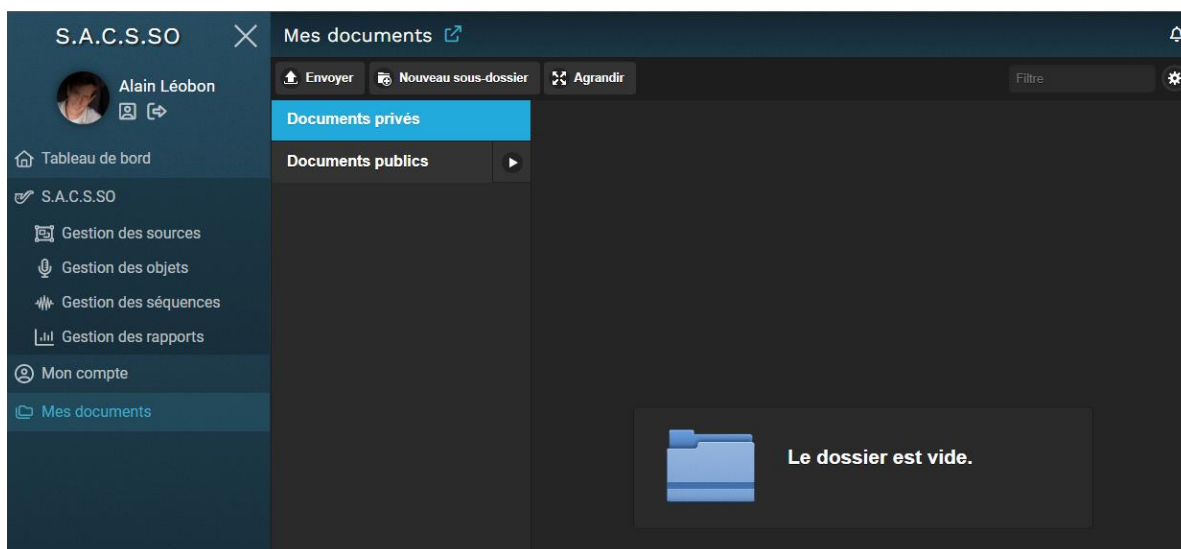
Une fois que l'édition d'une séquence est terminée, il est possible d'en obtenir la synthèse via un onglet spécifique. Les résultats des séquences sont exportés sous la forme d'un document PDF dans lequel divers résultats et analyses sont présentés :

- Les informations de base relatives à la séquence, soit, la date de la phonographie, le nom du responsable, le lieu de la capture ainsi qu'un éventuel commentaire concernant la séquence.
- La LISTE INDICATIVE DES ÉVÈNEMENTS SONORES (L.I.E.S.) représentant la perception des évènements dans l'ordre chronologique durant l'entièreté de la séquence.
- Le PROFIL D'ÉQUILIBRE SONORE représentant le pourcentage de chacune des sources par rapport à la somme de la totalité des évènements présents dans la même séquence.
- L'HISTOGRAMME ÉVÈNEMENTIEL représentant la présence des sources sous la forme de dégradés de couleurs déterminés par un facteur de dilution appliqué sur l'ensemble de la séquence.
- Le TRIANGLE D'ÉQUILIBRE SONORE permettant de déterminer la couleur de l'ambiance du lieu phonographié, désigné par un point dans un triangle contenant neuf zones représentant un équilibre relatif des sources.

Sur la page d'index des rapports, chaque rapport est présenté dans une liste et peut être consulté, téléchargé et également être supprimé.

Espace de partage

Chaque intervenant dans l'application peut télécharger des documents en mode public ou privé, qu'il s'agisse de base de données sonore ou de fichier de travail.



Il est à notre qu'une connexion à haut débit est nécessaire pour garantir une exécution fluide de l'application. Ce mode de programmation a un grand avantage, celui du partage quel que soit le système ou le terminal de l'opérateur. Puisque c'est le navigateur qui opère, les dernières versions de Google Chrome, Edge, Firefox ou Safari doivent être installées.

L'application peut être enregistrée sur le bureau de l'ordinateur ou d'une tablette comme le serait une application mobile.

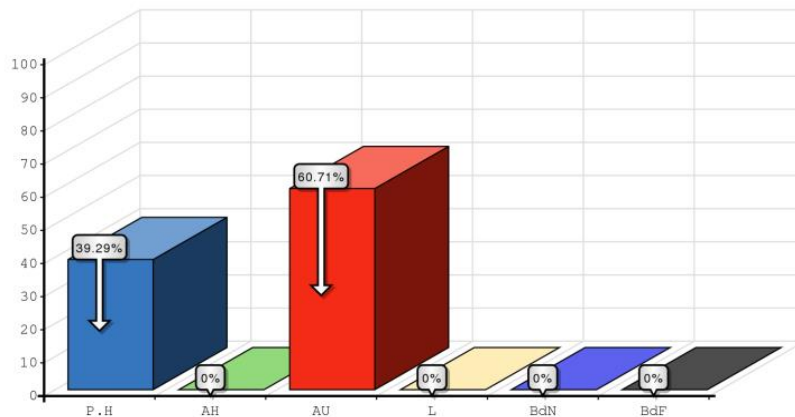


LISTE INDICATIVE DES ÉVÉNEMENTS SONORES (L.I.E.S.)

P.H. : Voix » AU : Circulation » AU : claquement de portière » AU : Circulation (x6) » AU : Démarrage » AU : Moteur (x8) » AU : Embrayage »
 AU : Moteur (x3) » P.H. : Pas » AU : Moteur » P.H. : Pas (x2) » AU : Circulation » P.H. : Pas » AU : Circulation » P.H. : Pas »
 AU : Circulation » P.H. : Pas » AU : Circulation (x8) » P.H. : Voix » AU : Circulation » P.H. : Voix (x14)

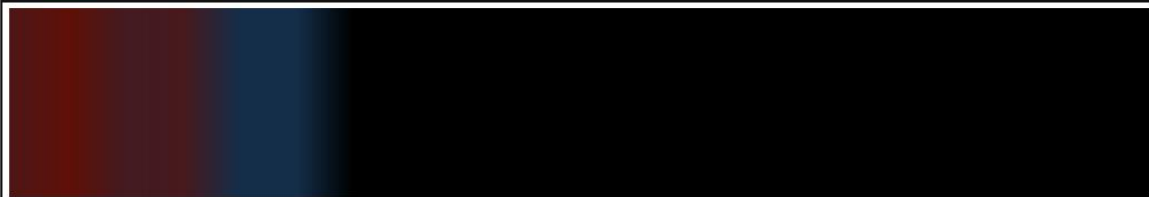
* La Liste Indicative des Événements Sonores (L.I.E.S.) représente la perception des événements dans l'ordre chronologique durant l'entièreté de la séquence.

PROFIL D'ÉQUILIBRE SONORE *



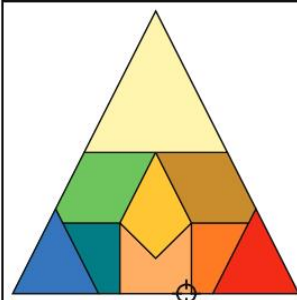
* Le profil d'équilibre sonore de la séquence représente le pourcentage de chacune des sources par rapport à la somme de la totalité des événements présents dans cette même séquence.

HISTOGRAMME ÉVÉNEMENTIEL *



* L'histogramme événementiel de la séquence représente la présence des sources sous la forme de dégradés de couleurs déterminé par un facteur de dilution appliqué sur l'ensemble de la séquence.

TRIANGLE D'ÉQUILIBRE SONORE *



* Le triangle d'équilibre sonore ...

Mesure de l'entropie : richesse et intelligibilité des séquences sonores

Le dimensionnement informationnel du paysage sonore sera considéré à travers les sources sonores urbaines, la formulation d'indicateurs psychophysiques spatiaux, les repères sonores (*Soundmarks*). Murray Schäfer introduit le mot « *Soundmarks* » comme une dérivation du mot « *Landmark* », pour identifier les sons qui signent le rôle éminent des sons pour caractériser un lieu [6]. En ce sens, **les marques sonores décrivent des événements sonores qui acquièrent un statut informationnel spécifique**, principalement dénotatif, ce qui en fait de puissants révélateurs identitaires.

La mise à l'échelle de l'ordre informationnel dédié correspond à des indices d'ordre proche, qui peuvent être évalués par la notion d'entropie. Par conséquent, les marques sonores sont définies comme des sources d'entropie qu'un marcheur sonore peut rencontrer, définis comme les **événements urbains les plus consciemment émergents au sein de sa ligne d'univers, pour une trajectoire urbaine donnée**. Cet indice d'ordre proche constitue un indicateur du rapport forme-fond de la séquence paysagère sonore.

Pour le piéton qui déambule dans l'espace urbain, le phénomène ambiant imbriqué dans le paysage urbain pourrait être considéré comme un marqueur de l'ensemble du phénomène distribué autour d'une ligne d'univers empruntée par le marcheur. **Le principe fondamental de la ligne d'univers considère la structure temporelle de la perception**, affirmant qu'un observateur identifie le début et la fin d'un événement perçu. Cette hypothèse stipule que l'observateur code son segment de temps correspondant, ou ligne d'univers, comme un attribut causal de l'événement perçu [10,11]. Dans notre cas, pour un sujet donné et dans une période d'observation donnée, **la connaissance de la structure informationnelle du paysage sonore est pertinente pour l'évaluation de la richesse et de l'intelligibilité de celui-ci**.

L'approche de Shannon

Parmi diverses variables, l'entropie est la quantité thermodynamique la plus simple à appliquer aux systèmes non physiques, car elle est considérée comme une mesure du désordre du système dans les ensembles de données informationnelles⁹. Contrairement à l'entropie thermodynamique, **l'entropie statistique appliquée ici aux séquences sonores qualifie la distribution de probabilité informationnelle des événements-sources dans un paysage sonore**. Elle qualifie également l'impossibilité de prédire l'organisation d'une séquence sonore, ce qui constitue une mesure de son originalité.

Cet indicateur correspond au calcul d'entropie de Shannon [14] comme :

$$H = \sum_{x \in X} p(x) \log \frac{1}{p(x)}$$

qui décrit la quantité d'incertitude par l'information dont on ne dispose pas sur l'état occupé par la source concernée. La probabilité $p(x)$ est basée sur des mesures des fréquences d'occurrence des événements sonores dans une séquence donnée (P.A.S.). Issue des statistiques d'observation à partir des expressions des marcheurs sonores [17], elle est en fait calculée à partir de la fréquence d'occurrence de l'événement x dans le paysage sonore enregistré au cours de la séquence.

Approche du niveau d'entropie maximal $E(x)$ par le comportement univarié des événements sonores au cours de la séquence (Loi de Zipf)

Si la quantité d'information, mesurée par le niveau d'entropie H , est une mesure de l'originalité de la séquence à partir de l'incertitude de l'occurrence des événements composant le paysage sonore, la quantité associée $E(x)$ (*entropie maximale* associée à l'événement x) nous donne la valeur d'extension du marqueur sonore (*Soundmark*) correspondant, compte tenu de sa capacité à atteindre l'auditeur (valeur d'émergence de la source) lors de la promenade sonore urbaine (le "Soundmark" (événement sonore à entropie maximale) s'opposant au "Keynote" (bruit de fond à entropie nulle) [19]).

Cette notion d'*entropie maximale* nous sera utile pour définir notamment les *sonoscènes* entrant dans la composition des séquences sonores analysées. Cette quantité permet d'étudier le comportement de l'information en tenant compte des n

⁹ Le défi des travaux lancés par Shannon et Jaynes [14,15] était d'étendre le concept d'entropie et d'appliquer sa mesure dans autant de contextes différents que possible. Par conséquent, la théorie de l'information de Shannon [14] avec E.T. Le principe de Jaynes d'entropie maximale [15] fournit un critère constructif pour établir des distributions de probabilité sur la base de connaissances partielles. Ce critère conduit à un modèle d'inférence statistique appelé estimation d'entropie maximale.

événements sonores constituant la séquence, en tenant compte du rapport entre niveau sonore élémentaire (L_{eq}) et fréquence d'apparition dans la séquence (p): c'est ce qui constitue la Loi de Zipf de la séquence sonore.

$$E(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n -\log p(x_i) = \text{Max}\{H_1, \dots, H_n\}$$

La caractérisation d'une **source sonore** donnée dans le labyrinthe urbain est donc ici indexée par deux indicateurs : **le niveau de pression acoustique vs la fréquence d'occurrence de ce dernier**. Le niveau sonore équivalent est formulé en termes de niveau de bruit stable équivalent qui, dans une période de temps donnée, contiendrait la même énergie sonore que le bruit variant dans le temps au cours de la même période de temps [16] :

$$L_{eq} = 10 \times \log \left(\frac{1}{T} \sum_i 10^{L_{eqi}/10} \times \Delta T_i \right)$$

Pour la séquence sonore analysée, la loi de Zipf porte sur le nombre d'occurrences d'une source sonore, comprise comme un événement acoustique émergent. **Dans un paysage sonore donné, la relation entre le niveau d'émergence physique (Leq élémentaire) de l'événement et leur fréquence d'occurrence fournit alors une loi de puissance (dite loi de Zipf) de type rang-ordre**, exprimé par la pente de régression de ces deux valeurs :

$$\log(f_x) = C - s \times \log(k)$$

Pour chacune des séquences analysées (pour chaque point de captation), X (?) soundmarks ont été définis. Dans tous les lieux correspondants, des enregistrements sonores ont été réalisés et une description multi-sources de l'ensemble de la séquence sous la forme d'une **liste d'items est donnée**. Dans cette liste, les fréquences d'occurrence des événements marquants de la séquence (sonoscènes) sont alors tracés en fonction de leur émergence quantitative pour réaliser une analyse rang - ordre de type Zipf sur l'ensemble de la séquence sonore.

On obtient ainsi un ensemble de positions spatiales ponctuelles (P.A.S.) associés à des indicateurs ambiants comme le Leq agrégé à la fréquence (pente rang-ordre du classement de Zipf), couplé à une évaluation locale de l'entropie-source. La forte densité de points analysés permettra une discrétisation fine pour l'évaluation de la quantité d'information (entropie) et de sa structure d'intelligibilité (calcul de sa hiérarchie dynamique par la pente de régression de sa loi de Zipf) pour chacune des séquences (promenades sonores).

Comparaison des deux méthodes d'évaluation du niveau d'information du paysage sonore - Entropie vs Loi de Zipf

Pour des raisons de faisabilité, nous appliquerons la méthode la plus fiable - ou, à défaut, la plus simple - pour évaluer la structure informationnelle du paysage analysé.

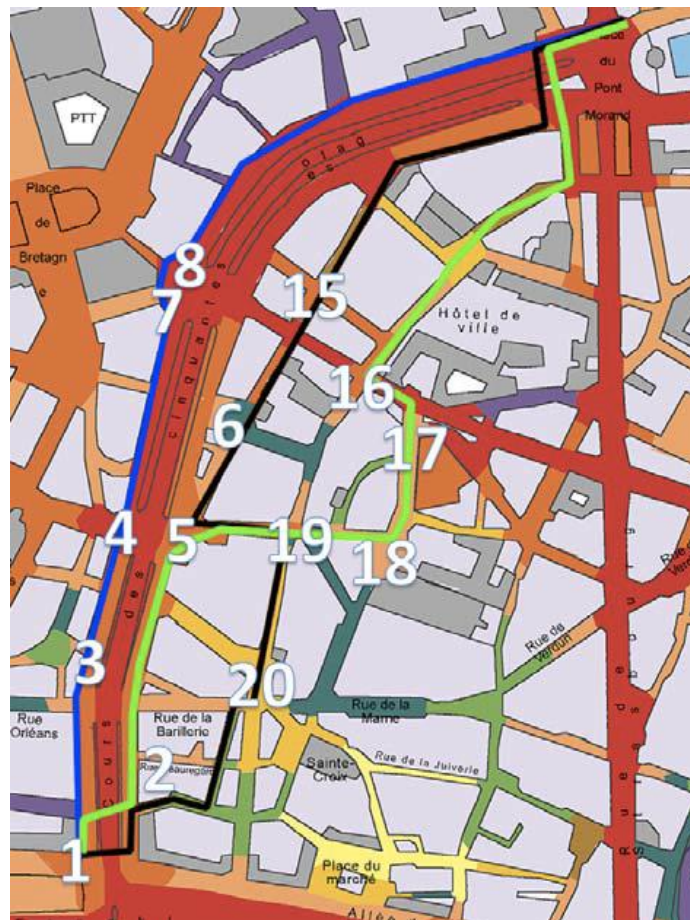
En effet, si l'entropie constitue également une approche de l'intelligibilité paysagère dans le sens du niveau de prise de connaissance antérieure du lieu (re-connaissance), ainsi qu'un élément révélateur de sa richesse, cette dernière étant comprise comme la capacité du paysage à "surprendre" l'auditeur par l'émergence plus ou moins prononcée d'éléments nouveaux à l'écoute, la loi de Zipf aboutit au même résultat, mais par le traitement élémentaire des événements sonores.

Nous allons donc vérifier que ces deux approches correspondent bien à une évaluation de la richesse de l'environnement sonore, sur la base d'une étude menée sur le même site historique de la ville de Nantes, sur la base des études menées par (Léobon-Woloszyn & alii, 1994¹⁰) le long du Cours des Cinquante Otages à Nantes. Ces résultats sont issus d'une publication effectuée il y a 12 ans (2010) sur une approche comparative entre la quantification informationnelle et l'analyse qualitative SACSSO des paysages sonores urbains de Strasbourg et de Nantes¹¹.

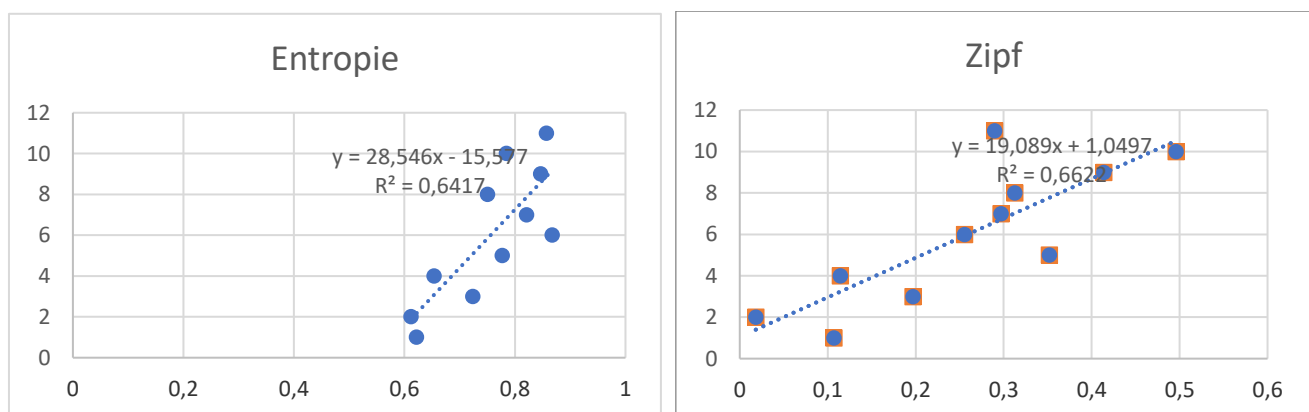
¹⁰ A. Léobon, P. Woloszyn, M. Demais and E. Pasquier, A-V. Blain, "Identité Sonore et Qualité de vie en Centre-Ville (Quartier Graslin, Nantes)," Rapport de Recherche SRETIE, Ministère de l'Environnement, pp. 124, 1994.

¹¹ Philippe Woloszyn, Thomas Leduc. Urban Soundmarks Psychophysical Geodimensioning: Towards Ambient Pointers Geosystemic computation. Journal of Service Science and Management, Scientific Research Publishing (SCIRP), 2010, 3 (4), pp.429-439. (10.4236/jssm.2010.34049). (hal-01345710)

Les ambiances sonores du centre-ville de Nantes les soirs d'été [48], incluant 3 parcours sonores et les positions ponctuelles d'enregistrement.



Après avoir effectué les deux types de calcul - Entropie globale (Shannon) et entropie maximale **Zipf** - sur les points d'analyse du site nantais, nous avons comparé les deux indicateurs à la richesse - comprise ici comme la composition multisource - des séquences sonores constitutives du parcours.



Dans les deux cas, nous constatons que le coefficient de corrélation est comparable : positif et significatif ($R^2 > 0,5$), ce qui signifie que chacune des méthodes est également apte à discriminer le caractère multisource de la promenade sonore. Cependant, au vu de la pente de régression, de loin supérieure pour la méthode de l'entropie-Shannon, nous pouvons déduire que cette dernière est plus apte à discriminer finement le caractère multisource d'une séquence sonore.

C'est donc la méthode d'entropie globale - le calcul de Shannon - que l'on utilisera pour corroborer la méthode d'analyse SACSSO pour le dimensionnement de la richesse des paysages sonores nantais. Nous utiliserons la méthode de Zipf uniquement dans les cas particuliers de présence de sonoscènes dans les séquences paysagères analysées, du fait de la spécificité de la prise en compte des qualités informationnelles élémentaires des événements sonores.

Les promenades sonores revisitées – Projet 2022

Repartir de l'existant – tant au niveau des séquences capturées au format numérique sur cassette DAT en 1992 que celle que nous allons phonographier aujourd'hui en utilisant le même micro d'enregistrement, c'est-à-dire la tête artificielle de Sennheiser permettant d'obtenir une capture sonore en 3D (homophonique). Le matériel d'enregistrement sera numérique avec des préamplificateurs professionnels au regard de ses entrées.

Cette section est en cours de rédaction et doit être revue avec la ville de Nantes, et plus particulièrement, la Direction Générale Territoire, Proximité, Déchets et Sécurité, Direction de la Réglementation et Gestion de l'Espace Public, Pôle Protection des Populations.

Trente ans plus tard ...
Les promenades sonores nantaises revisitées
(1992 - 2002)

Cartographie des ambiances sonores
du coeur historique nantais les jours d'été

○ 17 PAS communs 1992-2022 ○ 13 PAS communs optionnels



Présentation des P.A.S. relatifs aux promenades sonores effectuées en 1992

Les nouveaux PAS de 2022 suivront ceux de l'année 1992.

Celle de la promenade allant du cours Cambronne au Château composé de 17 PAS communs entre 1992 et 2022 soit les points Point G6 - G7 - G9 - G10 - G13 - G15 suivis des PAS B01 - B02 - B03 - B04 - B05 - B24 - B23 - B22 - B21 - B18 - B20.

- 1) À cette série se rajoutera 13 autres PAS optionnels partant des abords du château, suivant les plans d'eau, le cours Franklin Roosevelt, la place du marché Bouffay, pour rejoindre la Place du Commerce puis remonter via le passage Pommeray vers le point G11 (GRS). Il s'agit des PAS B17 - B16 - F11 - F10 - B11 - F09 - F08 - F07 - F05 - G19 - G20 - G14 - G11.

On note pour les promenades du RAPPORT passé qu'il y a plus de points que sur les cassettes ! je dois vérifier quels compléments ont été rajoutés. Il nous faudra refaire les LIES avec le logiciel.

La promenade sonore dite « Gralins »

P.A.S	ADRESSE	STATUT DES ESPACES
Point G1	16, rue de l'Héronnière	Voie 50
Point G2	Quai de la Fosse, sortie médiathèque, sous l'arche	Aire piétonne circulée
Point G3	Rue de Fourcroy, face N°9	Aire piétonne peu circulée
Point G4	Rue Mal De Lattre de Tassigny, face r. de l'Héronnière	Voie 50
Point G5	Rue Mal De Lattre de Tassigny, quai de la Fosse	Voie 50
Point G6	Rue Piron, face N°2	Voie 50
Point G7	Cours Cambronne	Espace paysager
Point G8	Rue Régnard, face N°1	Aire piétonne
Point G9	Théâtre Gralins, marches	Circuit coeur
Point G10	Rue Crébillon, face N°20, angle rue Grétry	Voie 30
Point G11	Angle rue Rameau, rue Suffren, face N°1 rue Grétry	Voie 30
Point G12	Rue J.J.Rousseau, face N°5, angle rue Santeuil	Circuit coeur
Point G13	Rue Crébillon, angle rue Santeuil, face au pass.Pommeraye	Voie 30
Point G14	Passage Pommeraye	Aire piétonne
Point G15	Rue Crébillon, angle rue de Guérande	Voie 30
Point G16	Rue de la Fosse, face N°20, angle rue Salières	Voie 30
Point G17	Place de la Bourse face N° 5 devant parking	Aire piétonne circulée
Point G18	Place du Commerce angle rue Thurot	Aire piétonne
Point G19	Place du Commerce N°2 face café de la Bourse, fleuriste	Aire piétonne
Point G20	Place du Commerce rue de Gorges N°4	Aire piétonne
Point G21	Place Royale angle rue de Gorges	Voie 30
Point G22	Rue St Julien angle rue Vauban	Voie 30
Point G23	Place du Bon Pasteur face N°4	Aire piétonne
Point G24	Rue Contrescarpe face N°6, angle rue Rubens	Aire piétonne
Point G25	Rue Boileau face N°3, rue Rubens face N°13	Voie 30
Point G26	Rue Boileau N°12, angle rue Chapeau Rouge	Voie 30
Point G27	Rue du Chapeau Rouge face N°1	Voie 30
Point G28	Rue de la Fontaine face N°6	Voie 30
Point G29	Rue Lekain face N°7	Aire piétonne
Point G30	Rue Scribe face rue Lekain	Aire piétonne

Point G31	Rue Scribe face N°16	Aire piétonne
Point G32	Rue Scribe N°8 face Tacoma	Aire piétonne
Point G33	Angle rue Racine-rue Scribe	Voie 50
Point G34	Angle rue Franklin-rue Scribe	Circuit coeur
Point G35	Angle rue du Calvaire-rue Franklin	Circuit coeur
Point G36	Angle rue de Budapest-rue Lafayette	Voie 30
Point G37	Angle rue Paré-rue du Calvaire	Voie 30
Point G38	Angle rue de Feltre-rue Cacault	Voie 30
Point G39	Place Fournier	Voie 30
Point G40	Angle rue du Bois Tortu-rue Basse Casserie	Aire piétonne peu circulée
Point G41	Rue d'Orléans	Voie 30
Point G42	Rue Sainte Catherine	Aire piétonne peu circulée
Point G43	Fontaine rue La Pérouse	Aire piétonne

La promenade sonore dite « Bouffay »

P.A.S	ADRESSE	STATUT DES ESPACES
Point B1	Place Royale, à l'angle de la rue d'Orléans	Voie 30
Point B2	Rue d'Orléans, au niveau du passage d'Orléans	Voie 30
Point B3	A l'angle de la rue d'Orléans et de l'allée d'Orléans	Aire piétonne circulée
Point B4	A l'angle de la rue Barillerie et de l'allée Penthivère	Aire piétonne circulée
Point B5	Place du Change, au début de la rue des Halles	Aire piétonne peu circulée
Point B6	Rue de la Paix, en face de la rue Beaugard	Aire piétonne circulée
Point B7	Place Ste Croix, face à la porte de l'église Ste Croix	Voie 30
Point B8	Rue du Bouffay, à l'intersection avec la rue Belle image	Voie 30
Point B9	Rue du Vieil Hôpital, à l'angle de la rue de la Bletterie	Voie 30
Point B10	A l'angle de l'allée Jean Bart et de l'allée Flesselles	Aire piétonne peu circulée
Point B11	Place du marché Bouffay, au niveau de la rue des Echevins	Aire piétonne peu circulée
Point B12	Rue des Petites Ecuries, rue des Echevins, rue Lambert	Aire piétonne
Point B13	Rue des Petites Ecuries, rue de la Juiverie, rue de l'Emery	Aire piétonne
Point B14	Place des Jacobins, au niveau de la rue de l'Emery	Voie 30
Point B15	A l'angle de la rue Dubois et de la rue Lambert	Voie 30
Point B16	Place Neptune, au niveau de la rue des Etats	Voie 30
Point B17	Douves du chateau des Ducs de Bretagne	Espace paysager
Point B18	Place Duchesse Anne, vers la rue Prémion	Espace paysager
Point B19	Douves du chateau, du côté de la rue Prémion	Espace paysager
Point B20	Rue Prémion, du côté du chateau	Voie 30
Point B21	Place Elder, côté rue des Etats	Voie 30
Point B22	A l'angle de la rue du Chateau et de la rue de Strasbourg	Circuit coeur
Point B23	Place du Pilon, à l'embouchure de la rue de la Marne	Aire piétonne circulée
Point B24	Rue de la Marne, au niveau du passage Bouchard	Aire piétonne circulée
Point B25	A l'angle de la rue de Verdun et de la rue de Strasbourg	Circuit coeur
Point B26	Rue de Verdun, à l'angle de la rue des Carmélites	Voie 50
Point B27	A l'angle de la rue Rodier et de l'impasse St. Laurent	Voie 30
Point B28	Sur le Cours St.Pierre, près du monument aux morts (1870-1871)	Espace paysager

Point B29	Place de l'Oratoire, à l'angle de la rue Clémenceau	Voie 50
-----------	---	---------

La promenade sonore dite « Feydeau »

P.A.S	ADRESSE	STATUT DES ESPACES
Point F1	Place du marché-parking	Aire de parking
Point F2	Allée de l'île Gloriette	Voie 50
Point F3	Square J.B. Daviais	Espace paysager
Point F4	Angle rue Duguesclin - rue Kervégan	Voie 50
Point F5	Arrêt du tram "Commerce"	Aire piétonne
Point F6	Rue Kervégan	Voie 50
Point F7	Angle cours F.Roosevelt - cours O.de Clisson	Circuit coeur
Point F8	Cours F.Roosevelt (bas de la rue de la Paix)	Circuit coeur
Point F9	Place du marché Bouffay	Aire piétonne
Point F10	Square Neptune	Espace paysager
Point F11	Square Elisa Mercoeur	Espace paysager
Point F12	Allée Turenne	Voie 50
Point F13	Angle rue Kervégan - rue Bon Secours	Voie 50
Point F14	Square Chassaignac	Espace paysager

Bibliographie des auteurs en relation avec la thématique *paysage sonore*

ALAIN LEOBON

Thèse, mémoires

LEOBON - *Analyse psycho-acoustique du paysage sonore urbain*, Thèse de doctorat en sciences de l'information et de la communication, Directeur de Thèse Abraham MOLES, Université Louis Pasteur, Strasbourg, 1986.

Reuves nationales avec comité de lecture

Reuves nationales sans comité de lecture

Léobon, A., (1995), *Nantes met l'oreille près du cœur*, revue Synergie Environnement, Automne 1995. p43-48.

Léobon, A., (1999), *Les bruits de la Ville* Le Courrier du C.N.R.S. N° 81, thème : La Ville. p135-137

Léobon, A., (1999), *Journée En Ville sans ma voiture : Impact sur les ambiances sonores*, Revue générale des routes, Janvier 1999 p.66-70.

Léobon, A., (1999). *Impact sur les ambiances sonores de la journée « En ville sans ma voiture », à Nantes*, Espaces géographiques et société, travaux et documents, Octobre 1999, p.31-37.

Léobon, A. (1999), *Analyse multisources et cartographie de l'environnement sonore*, Travaux du Carta 1999, p 29-40, Mai 2000.

Léobon, A., (2002), *Population homosexuelle et processus d'intégration : de l'interstitiel au communautaire*, Espaces Géographiques et Société, travaux et documents de l'U.M.R. 6590, n° 17, mars 2002, p. 23-32

Chapitre d'ouvrage

Léobon, A. (1996) *Les ambiances sonores urbaines*, Communication, Espace et Société – Actualité et perspective des théories d'Abraham Moles, Ouvrage sous la Direction de Michel Mathien,, p141 à 154, Janvier 1996.

Communications Internationales

Léobon, A., (1984), *Paysage sonore urbain*, 4e Congrès FASE, Sandefjord (Norvège), (21-24 Août 1984).

Léobon, A., (1993), *The cartography of a town center soundscape*, Actes du Colloque NOISE and MAN' 93, intervention et poster acceptés par Comité de Sélection, Nice, Juillet 1993.

Léobon, A., (1994), *La qualification des ambiances sonores urbaines, un domaine privilégié des sciences de l'imprécis*, Colloque "Communication, espace et Société" organisé par l'Association internationale de micropsychologie et de psychologie sociale des communications en hommage à Abraham Moles au Conseil de l'Europe, Strasbourg, les 7 et 8 avril 1994.

Communications nationales avec actes

Léobon, A., (1987), *Habiller le paysage sonore urbain*, 4ème Congrès des Arts de la Rue, Bordeaux 21-22 Juin 1987, Comptes-rendus p. 279.

Léobon, A., (1988), *Psycho-acoustique urbaine*, Colloque Charles Cros "L'homme et son environnement sonore", Poitiers, 21/22 Octobre 1988, Actes p. 50-57.

Léobon, A., (1988), *Approche psycho-acoustique d'un environnement sonore urbain*, Colloque L'Espace et le Bruit organisé par la Société Française de Psychologie, Paris, 23 Mars 1988.

Léobon, A., (1989), *Milieu urbain et Espace sonore*, Colloque Urbanités sonores organisé par la RATP et son service d'Etude Générale et Développement, Paris, 15 Mars 1989.

Léobon, A., (1991), *Analyse sensorielle d'un environnement sonore urbain*, Colloque L'Acoustique et la Ville, organisé à l'Ecole d'Architecture Paris-la-Défense, pp. 30-34, 7 Fév. 1991.

Léobon, A., (1993), *Réalisation d'une cartographie des ambiances sonores urbaines*, Colloque Quel paysage sonore demain ? organisé par l'ACIRENE et l'ECOMUSEE, Le Creusot, 9-10 Juin 1993

Léobon, A., (1994), *La cartographie des ambiances sonores urbaines : une démarche cognitive de l'usage de l'espace public*, Colloque Nantes Ecopolis, secondes rencontres sur l'écologie urbaine, les 22 et 23 novembre 1994, Nantes. p35 à 47

Léobon, A., (1995), *Intervention dans le cadre de l'atelier recherche*, Assises nationales de la qualité de l'environnement sonore organisée par le Ministère de l'environnement les 10,11 et 12 Octobre 1995 à Strasbourg.

Léobon, A., (1996), *Promenades sonores, phonographie et cartographie de l'environnement sonore urbain : un outil méthodologique*, Journées d'études « Environnement sonore : Mémoire & Langage » organisé par l'ACIRENE et l'ECOMUSEE du Creusot-Montceau, Le Creusot, les 10 et 11 Octobre 1996.

Léobon, A., (1994) *La qualification des ambiances sonores urbaines, domaine privilégié des sciences de l'imprécis*, in Communication, Espace et Société, actualité et perspective des théories d'Abraham Moles, Strasbourg, les 7 et 8 avril 1994, p141 à 154.

Rapports de recherche sur contrat

- Léobon, A., (1983) - Paysage sonore urbain : Strasbourg, la Grand'rue, Contrat financé par le Plan Construction et Habitat, Juin 1983.
- Léobon, A., (1993) Analyse qualitative des ambiances acoustiques de cinq collèges parisiens contrat de recherche (rapport R32) dirigé par A. MOCH "Habiter l'Ecole : Confort, Santé et Architecture", Juin 1993.
- Léobon, A., (1994) Identité sonore et qualité de vie en centre-ville (Quartier Graslin, Nantes), Contrat SRETIE (subvention DRAEI N° 91.109) du Ministère de l'Environnement, Mai 1994.
- Léobon, A., (1994) – Blin, A-V, Merlet Pasquier, E., La guerre des Bruits dans le Triangle des bars Rapport de recherche financé par le SRETIE (subvention DRAEI N° 91.109) du Ministère de l'Environnement, Mai 1994.
- Léobon, A., (1995) Qualification et cartographie des ambiances sonores du centre historique nantais , Rapport de recherche financé par la Ville de Nantes, Juillet 1995.
- Léobon, A., (1997) Qualification et représentation cartographique des ambiances sonores du centre historique nantais, rapport de recherche financé par le Ministère de l'Environnement SRETIE (subvention DRAEI N° 91.109), Février 1997.
- Léobon, A., (1997) « Projet de Recherche en Acoustique urbaine : Le Modèle S.A.C.S.SO : Elaboration d'un modèle prévisionnel de la composition, de la qualification sensorielle et du vécu sensible des ambiances sonores urbaine ». Rapport de Projet réalisé pour le Pir.Villes : Appel d'offre « Ville sensible ». Janvier 1997.
- Léobon, A., Woloszyn, P., (1998), Journée En Ville sans ma voiture : Impact sur les ambiances sonores, Rapport de recherche, Décembre 1998.
- Léobon, A., Woloszyn, P., (1998), Diagnostic acoustique et analyse psycho-perceptive des plaintes liées à l'activité musicale de l'Établissement Le Plein Sud, à Nantes - recommandations, mise en œuvre de solutions techniques, Rapport de recherche, Juillet 1999.
- Léobon, A., (1999) Analyse des conduites d'écoute, de la perception et des représentations des ambiances sonores du centre-ville de Nantes, rapport de recherche financé par le Ministère de l'environnement (SRETIE – DRAEI), Décembre 1999.
- Léobon, A., (2001) « Cartographie des plaintes et mains courantes » relatives au bruit dans le centre historique nantais, rapport de recherche, septembre 2001.

Notes internes

- Léobon, A., (1993) Un stéthoscope pour analyser le coeur des villes, CNRS INFO, Mai 1993.
- Léobon, A., Moch, A., (1993) A. MOCH - *Les approches actuelles de l'Environnement Sonore Urbain*, Bilan critique commandée par le P.I.R. Villes du C.N.R.S., Novembre 1993.
- Léobon, A., (1994) *Inventaire des travaux de recherche sur le paysage sonore*, Bilan effectué pour le compte de la Commission "Architecture, Urbanistique et Société" du CNRS, Juin 1985.
- Léobon, A., (1994) *Environnement sonore urbain*, CNRS-INFO : Résumé des travaux d'Alain Léobon sur le thème Environnement sonore urbain dans un dossier "Le bruit en question", Mars 1988.

Autres manifestations sans actes (séminaires, entretiens etc.)

- Léobon, A., (1987) Micropsychologie et Environnement Sonore Urbain, Journée Internationale de Micro-Psychologie, Strasbourg, 29 Juin 1987.
- Léobon, A., (1988) Evolution de la Télématique en France, Séminaire organisé à l'Université Louis Pasteur, Strasbourg, 7 Janvier 1988.
- Léobon, A., (1992) A l'écoute du Centre-Ville, Interview du quotidien Ouest-France, 8 Décembre 1992.
- Léobon, A., (1994) La ville sur écoute, Interview du quotidien "Presse Océan", Novembre 1992.
- Léobon, A., (1993) Nantes teste une cartographie des ambiances sonores, Interview du mensuel Le Moniteur de Villes, Février 1993.
- Léobon, A., (1993) Exposition " Nantes sur Ecoute ", Nantes, 26-31 Mai 1993.
- Léobon, A., (1993) City planners put noise on the map, interview de Tara Patel pour « The New Scientist », England, Mai 1993.
- Léobon, A., (1993) Ambiances sonores du Quartier Graslin, Nantes, Disque compact dans le cadre de l'exposition "Nantes sur Ecoute", 26-31 Mai 1993.
- Léobon, A., (1994) Nantes travaille sa qualité sonore, Dossier Environnement et urbanisme : « concevoir une politique du bruit dans la Ville » in Le courrier des Maires, Février 1994.
- Léobon, A., (1994) Comment le son peut-il se mettre en carte Le Bruit dans la Ville - Interview de la Revue « Décision environnement ». Hors série Pollutec - Octobre 1994.
- Léobon, A., (1994) La symphonie urbaine Le journal du C.N.R.S. - Interview ayant conduit à la rédaction d'un article de Jean-Michel Atzel sur les travaux d'Alain Léobon en partenariat avec la Ville de Nantes.
- Léobon, A., (1995) Participation à l'animation d'un stage en écologie urbaine dédié à la formation des personnels de l'Éducation Nationale.les 10,11 et 12 Janvier 1995. Titre de l'intervention « Ecouter la Ville : une approche autodidactique de l'espace urbain ».

Léobon, A., (1996) De la qualification à la Gestion de l'espace sonore urbain, Table ronde organisée au CARTA, 20 Février 1996 - Angers.

Léobon, A., (1996) La Connaissance de l'Environnement sonore urbain, Séminaire de recherche du groupe « Patrimoine, Environnement & Paysage » CARTA-UMR 6915 , 22 Janvier 1996.

Léobon, A., (1997) Les concepts d'Environnement, d'Ambiance et de Paysage sonores urbains, Séminaire dans en Licence d'Aménagement à l'Université d'Angers CARTA, 11 Février 1997.

Valorisation scientifique – communication grand-public

Léobon, A., (1993) - Interviews télévisées sur travail de recherche :

Flash d'actualités de France Info, 8 Mai 1993. Flash AFP "Nantes placée sur écoute", 26 Mai 1993.

Flash M6 dans le cadre des "6 minutes" 28 Mai 1993. Rediffusé France Inter le 2 Juin 1993.

Reportage TF1 Journal de 13 h., 8 Juin 1993.

Léobon, A., (1993) Réalisation d'un reportage par La Cité des Sciences de La Villette sur la démarche globale des travaux d'Alain Léobon sur la Ville de Nantes. Titre du reportage : « Les sons de la Ville ».

Léobon, A., (1994) Réalisation d'un court-métrage pour TV5 Europe par La Cité des Sciences de La Villette sur la méthode des promenades sonores et de la cartographie des ambiances sonores. Série « Sciences sans parole », titre : « Les sons de la Ville ». Mars 1994.

Création du domaine : <https://paysage-sonore.net> sur lequel Sacsso 2022 a été redéveloppé.

PHILIPPE WOLOSZYN

Article dans une revue

Kahina Ikni, Samira Debache-Benzagouta, Philippe Woloszyn. La chronotopie du paysage sonore urbain des places publiques : le cas de la place 1er novembre 1954 à Béjaïa (Algérie). *Cybergeog* : Revue européenne de géographie / *European journal of geography*, UMR 8504 Géographie-cités, 2020, (10.4000/cybergeog.34704). (hal-02613336)

Philippe Woloszyn. Les "zones calmes" à l'épreuve des usages de la ville : vers une requalification des métiers de l'urbanisme ? L'expérience rennaise. *CAMBO* : Cahiers de la Métropole BOrdelaise , Bordeaux: Éd. Le Festin, 2019, pp.19-20. (halshs-02182922)

Philippe Woloszyn. Cognitive Aspects of Soundscape Acknowledgment Using a Virtual Reality (VR) Tool. *American Journal of Psychology and Behavioral Sciences*, Open Science, 2018, 5, pp.23 - 33. (halshs-01888713)

Philippe Woloszyn, Bruno Suner. HAUP. Une modalité non verbale de composition du paysage sonore pour une nouvelle médiation des territoires. *La Lettre de l'InSHS*, Institut des Sciences Humaines et Sociales – CNRS 2016, pp.23-26. (hal-01535828)

Philippe Woloszyn. PirVE AMBIOFLUX. Caractérisation paysagère d'un écoquartier des années 70 par l'évaluation géotopique de ses ambiances sonores. *Echo Bruit*, le magazine de l'actualité de l'environnement sonore, 2012. (hal-01546815)

Philippe Woloszyn, Thomas Leduc. Urban Soundmarks Psychophysical Geodimensioning: Towards Ambient Pointers Geosystemic computation. *Journal of Service Science and Management*, Scientific Research Publishing (SCIRP), 2010, 3 (4), pp.429-439. (10.4236/jssm.2010.34049). (hal-01345710)

Judicaël Picaut, Catherine Sémidor, Aline Barlet, Françoise Chartier, Pascal Butzbach, et al.. Effets de la réflexion diffuse des façades sur la propagation acoustique et sur la représentation de l'environnement sonore en milieu urbain. *Acoustique et Techniques*, 2005, 4ièmes Assises de l'environnement sonore, pp. 17-26. (hal-01536200)

H Hossam Eldien, Philippe Woloszyn. The acoustical influence of balcony depth and parapet form: Experiments and simulations. *Applied Acoustics*, Elsevier, 2005, 66 (5), pp.533. (10.1016/j.apacoust.2004.09.004). (hal-01555283)

Hany Hossam Eldien, Philippe Woloszyn. Prediction of the sound field into high-rise building facades due to its balcony ceiling form. *Applied Acoustics*, Elsevier, 2004, 65, pp.431. (10.1016/j.apacoust.2003.11.002). (hal-01555290)

Philippe Woloszyn. Fractal modeling of diffusive urban configurations. *Journal of the Acoustical Society of America*, Acoustical Society of America, 1999, 105 (1281 (1999)), (10.1121/1.4777350). (hal-01541215)

Communication dans un congrès

Philippe Woloszyn, Bruno Suner. HAUP : L'hyperambiotopie urbaine participative. Une interface de composition du paysage sonore pour une nouvelle médiation des territoires. *Ambiances, tomorrow*. Proceedings of 3rd International Congress on Ambiances. Septembre 2016, Volos, Grèce, Sep 2016, Volos, Grèce. p. 547 - 552. (hal-01414019)

Thomas Leduc, Philippe Woloszyn. Un outil pour la résilience des paysages sonores "low-fi" des centres-villes, application à la qualification multi-sources de la commune de Bruz (35).. International Seminar "Towards sustainable territorial intelligence: the scales of the resilience. 2nd Great-West Meeting of Territorial Intelligence", May 2014, Roscoff, France. (halshs-01025074)

Woloszyn, Thomas Leduc, Pascal Joanne. Urban Soundmarks Psychophysical Geodimensioning: Towards Ambient Pointers Geosystemic computation. *Euronoise* 2009, Oct 2009, Edinburgh, United Kingdom. (hal-00486905)

Judicaël Picaut, Isabelle Schmich, Jérôme Defrance, Philippe Woloszyn, Aline Barlet, et al.. EFFECTS OF DIFFUSE REFLECTION BY BUILDING FAÇADES ON THE SOUND PROPAGATION AND SOUNDSCAPES IN URBAN AREAS. Euronoise 2006, May 2006, Tampere, Finland. (hal-01541123)

H Hossam Eldien, Philippe Woloszyn. Acoustical Effect Evaluation of Balconies' Ceiling Form in Protecting Buildings Facades Against Traffic Noise.. Building for the Future: The 16th CIB World Building Congress 2004, May 2004, Toronto, Canada. (10.13140/2.1.4715.2161). (hal-01555296)

Chapitre d'ouvrage

Philippe Woloszyn. Chapitre 5 Temporalité et spatialité de la co-présence ambiante du vécu paysager. Mons Alain. Présence/absence, les battements du contemporain, Presses Universitaires de Bordeaux, 2022, 979-10-300-0774-9. (hal-03681185)

Philippe Woloszyn. Le design des sons de l'urbain : De la qualification paysagère au projet d'ambiance. Frank Pecquet; Paul Dupouey. Design sonore. Applications, méthodologie et études de cas, DUNOD, pp.39-48, 2021, Hors collection, 978-2-10-081068-0. (hal-03472328)

Thomas Leduc, Philippe Woloszyn. Pour une approche du paysage sonore par analogie au visuel - si le son donne à voir, le champ de vision donne-t-il à entendre ?. Claire Guiu; Guillaume Faburel; Marie-Madeleine Mervant-Roux; Henry Torgue; Philippe Woloszyn. Soundspaces - Espaces, expériences et politiques du sonore, Presses Universitaires de Rennes, pp.241-250, 2015, 978-2-7535-3460-5. (hal-01347179)

Philippe Woloszyn, Frédéric Luckel. Le sonore, l'iconique et l'ambiantal : vers une connaissance paysagère partagée pour le projet urbain : L'exemple d'une recherche prospective : AMBIOFLUX URBAINS . Claire GUIU, Guillaume FABUREL, Marie-Madeleine MERVANTROUX, Henry TORGUE, Philippe WOLOSZYN. Soundspaces Espaces, expériences et politiques du sonore, Presses Universitaires de Rennes, 2014. (hal-01546480)

Philippe Woloszyn. Les hyperpaysages urbains: une approche géographique, sociolinguistique et communicationnelle de l'espace sonore urbain. Thierry Bulot, Isabelle Boyer et Marie-Madeleine Bertucci. Diasporisations sociolinguistiques et précarités, L'Harmattan, pp. 163-182, 2014, Espaces discursifs, 978-2-343-03633-5. (hal-01536121)

Philippe Woloszyn. Du paysage sonore aux sonotopes. : Territorialisation du sonore et construction identitaire d'un quartier d'habitat social.. Pecqueux, Anthony. Les bruits de la ville, 1 (90), Seuil, pp.53-62, 2012. (hal-01546990)

Philippe Woloszyn. Acoustic diffraction patterns from regular to fractal structures: application to the Sierpinski carpet. Jacques Lévy-Véhel and Evelyne Lutton. Fractals in Engineering. New Trends in Theory and Applications, Springer Verlag, pp.97, 2005, 1-84628-047-8. (10.1007/1-84628-048-6_7). (hal-01555279)

Philippe Woloszyn. Fractal scattering indicators for urban sound diffusion. Miroslav M. Novak. Thinking in Patterns. Fractals and Related Phenomena in Nature, World Scientific, pp.221, 2004, 981-238-822-2. (10.1142/9789812702746_0018). (hal-01552973)

Hany Hossam Eldien, Philippe Woloszyn. Balcony form; An approach to reduce sound pressure level into the building façade. D. Almorza. Modelling and Experimental Measurements in Acoustics III, Wit press, pp.249-358, 2003. (hal-01555295)

Philippe Woloszyn. Squaring the Circle: Diffusion Volume and Acoustic Behaviour of a Fractal Structure. Miroslav M. Novak. Paradigms of Complexity. Fractals and Structures in the Sciences, pp.299, 2000, 981-02-4292-1. (hal-01552932)

Direction d'ouvrage

Claire Guiu, Guillaume Faburel, Marie-Madeleine Mervant-Roux, Henry Torgue, Philippe Woloszyn. Soundspaces : Espaces, expériences et politiques du sonore. France. Presses universitaires de Rennes, pp.417, 2014, Collection "Géographie sociale", 978-2-7535-3460-5. ([hal-01535908](https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01535908))