



**HAL**  
open science

## Perceptions altérées des ambiances sonores en milieu urbain. Caractérisation et corrections : apport des textures audio

Nicolas Tixier, Olfa Meziou, Jean-François Augoyard, Ricardo Atienza

### ► To cite this version:

Nicolas Tixier, Olfa Meziou, Jean-François Augoyard, Ricardo Atienza. Perceptions altérées des ambiances sonores en milieu urbain. Caractérisation et corrections : apport des textures audio. [Rapport de recherche] CMCU : Comité Mixte de Coopération Universitaire franco-tunisien ; CRESSON. 2010, pp.14. hal-00993818

**HAL Id: hal-00993818**

**<https://hal.science/hal-00993818v1>**

Submitted on 13 Sep 2016

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

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

**Perceptions altérées des ambiances sonores  
en milieu urbain**  
Caractérisation et corrections : apport des textures audio

# RAPPORT d'AVANCEMENT

Décembre 2010

[Projet de Recherche Interdisciplinaire proposé au CMCU 2010 n°10G0403]

**Auteurs** : Nicolas Tixier et Olfa Meziou

**Collaborateurs** : Jean-François Augoyard et Ricardo Atienza



## **SOMMAIRE**

- 1. Rappel des objectifs de la recherche**
- 2. Travaux effectués au cours de la première année**
  - 2.1 Projets de Fin d'année**
  - 2.2 Recherche de Master II**
  - 2.3 Thèse de doctorat**
- 3. Séminaire Franco-Tunisien**
- 4. Publications**

## 1. Rappel des objectifs de la recherche

Le développement des villes a été suivi par une profusion de productions sonores variées, perçues par les citoyens comme résultante, voire souvent comme fatalité de l'ensemble activités urbaines. Cette situation a conduit à la fois à des améliorations locales (qualité des messages sonores), mais bien plus souvent à des dégradations globales (nuisance, intelligibilité réduite, etc.) au niveau de la perception sonore ordinaire. L'étude des situations de difficultés auditives nécessite de regarder les citoyens selon trois catégories : les usagers ordinaires en situation critique, les déficients auditifs et les personnes âgées.

Envisagées ici du point de vue de l'utilisateur, les situations sonores urbaines telles que les situations d'attente, de cheminement, de traversée, ou encore d'échanges, nécessitent plus d'intelligibilité (sonore). A cet égard, la réception sonore n'est pas une action passive, mais bien un processus actif. Il convient alors de remédier aux situations de gênes et d'inconforts qui se multiplient de plus en plus en milieu urbain, surtout pour les déficients auditifs. Ces situations de gênes peuvent être observables dans plusieurs cas : le stress en situation d'attente, ou de danger (transports urbains, cohabitation piétons et véhicules), perte d'informations (annonces sonores dans les gares ou aéroports), difficulté de communications (guichets, interphones, etc.). Pour atténuer ces situations de gêne, de stress et de danger, trois pistes de solutions se dégagent et se situent sur trois niveaux d'intervention : celui de la source émettrice, du milieu de propagation et du récepteur.

Au final, et dans le but d'améliorer les conditions d'écoute en ville, les objectifs opérationnels de cette recherche sont les suivants :

- La correction embarquée (multi-égalisation en téléphonie DECT, prothèses auditives)
- Ajustement et modification de la diffusion des signaux sonores dans les espaces urbains (avertissement, information, transaction, alerte, etc.).
- Transformation et adaptation des dispositions et des dispositifs architecturaux et urbains (matériaux, dispositions spatiales, abat-son, façades réfléchissantes, effets sonores, etc.).

Une attention particulière est accordée pour la suite de cette recherche à la mobilisation des industriels du secteur de la sonorisation et de la téléphonie ainsi qu'aux compétences dans le secteur médical (prothésistes, ORL, etc.). Le recours aux différents professionnels impliqués dans la maîtrise du confort sonore est une motivation supplémentaire qui permettra une mise en œuvre concrète des acquis de cette recherche.

Pour atteindre ces objectifs, diverses compétences sont mobilisées. Le caractère novateur de cette recherche réside dans l'interpénétration des thématiques des travaux des équipes participantes. La constitution de ce groupe de travail, de quatre unités différentes de recherche et de disciplines diverses, assure une collaboration pluridisciplinaire et permet d'aborder la notion de textures audio par différentes approches. La présence de membres professeurs, maîtres-assistants, assistants, doctorants, professionnels acousticiens, à la fois du côté tunisien et français, ne peut que

consolider la collaboration entre les diverses équipes des deux pays et assure un cadre de travail et de recherche riche et prometteur aussi bien pour les enseignants, les chercheurs que les étudiants doctorants impliqués dans le projet.

## **2. Travaux effectués au cours de la première année**

### **2.1 Projets de Fin d'année**

2.1.1 Meriem Ben Abdallah, « *Etude de complexité sonore dans un espace architectural confiné* », PFA 2 année Telecom, U2S, ENIT, sous la direction de Meriem Jaidane, Raja Ghozi, Mohsen Ben hadj salem

#### **Résumé**

Ce sujet de recherche pluridisciplinaire est axé sur l'amélioration du sentiment de bien-être chez les personnes. Dans ce projet, on a d'abord détaillé l'intérêt de l'étude de la complexité sonore pour les architectes et les urbanistes. On a ensuite présenté des méthodes de caractérisation de la complexité d'une ambiance sonore qui sont la visualisation ainsi que l'étude de l'entropie statique et dynamique. Par la suite, on a appliqué ces outils aux enregistrements effectués au restaurant des étudiants du Campus et on a trouvé que la complexité de l'ambiance sonore augmentait avec le nombre de personnes. Ce résultat est étayé surtout par l'allure des courbes d'entropie dynamique. Dans le troisième chapitre, on a décrit deux méthodes d'évaluation du degré d'attention auditive, l'une objective qui est le test d'écoute, l'autre subjective qui est un questionnaire qu'on a appliqué dans le restaurant du Campus. Il serait intéressant, dans le futur, d'étudier de plus près le lien entre complexité sonore et attention auditive, en appliquant, notamment, le test d'écoute à différents profils de personnes (personne saine, personne âgée, personne souffrant d'un grave déficit d'attention auditive) pour pouvoir comparer l'influence de la complexité sonore de l'ambiance sonore sur chacune d'elle. On pourrait, aussi, refaire le questionnaire au restaurant universitaire pour une évaluation plus affinée du lien entre attention et complexité sonore. On poserait alors plus de questions, on opérerait pour des questions encore plus ciblées sur l'attention auditive et puis on étudierait de plus près l'effet de l'âge sur la perception auditive de l'ambiance du restaurant, notamment en comparant des résultats obtenus dans le restaurant des étudiants à ceux du restaurant des professeurs.

2.1.2 Manel Zidi, « *Mise en œuvre d'un protocole expérimental de détection et d'analyse de situations de stress sonore en milieu urbain* », PFA 2 année Telecom, U2S, ENIT, sous la direction de Meriem Jaidane, Raja Ghozi, Mohsen Ben hadj salem

## Résumé

Le présent travail est un projet exploratoire, qui s'inscrit dans le cadre d'une collaboration multidisciplinaires entre l'U2S<sup>1</sup> à l'ENIT<sup>2</sup> et l'ERA<sup>3</sup> à l'ENAU<sup>4</sup>, dans lequel on cherche à caractériser des ambiances sonores urbaines nuisibles à l'oreille.

En premier lieu, on a fait des enregistrements en milieu urbain. Puis on a essayé de caractériser les enregistrements recueillis en analysant leurs spectres, leurs entropies globales et leurs lois de probabilités. Ensuite, il a été possible de monter un protocole expérimental qui permet d'identifier les scènes de nuisance sonore via une mesure physiologique : l'activité cardiaque. Les données Audio-ECG récupérées du parcours urbains, ont été analysées. Les premiers résultats ont montré qu'il existe une relation entre la variation de l'activité cardiaque et la variation cumulative d'entropie. Mais les résultats doivent être complétés par d'autres mesures physiologiques indicatrices de situations de stress.

2.1.3 Aymen Belhadj Taher, Sofien Jeddi, « *La modification de la perception sonore en fonction de l'âge* », PFA 2 année Telecom, U2S, ENIT, sous la direction de Meriem Jaidane, Raja Ghozi, Mohsen Ben hadj salem

## Résumé

La perception des ambiances sonores urbaines, familières... se dégrade en fonction de l'âge. Les personnes âgées souffrant habituellement de déficience auditive, ceci peut représenter un réel handicap.

Dans le cadre de ce projet, nous nous intéressons à la modification de la perception des ambiances sonores et en particulier du seuil d'audition absolu en fonction de l'âge.

L'étude de la manière avec laquelle une personne perçoit une ambiance sonore, devient un outil de conception architecturale et/ou urbaine. D'où l'intérêt de disposer d'un système caractérisant la perception des ambiances sonores en fonction de l'âge.

Pour valoriser ce travail et sensibiliser les jeunes à la presbyacoustie, une maquette intitulée « J'entends comme ma grand-mère !! » a été conçue selon une approche d'ingénierie pédagogique pour la Cité des Sciences de Tunis. Cette maquette modélise le phénomène étudié et offre l'opportunité pour un jeune visiteur de la Cité de se mettre à la place d'une personne âgée et de percevoir comme elle, les ambiances sonores.

## 2.2 Recherches de Master II

2.2.1 Dhouha TOUIBI « *Exploration de situations sonores urbaines : caractérisation d'effets sonores au moyen des Textures audio, Place Bab Bhar Tunis* », Master Recherche, Option

---

<sup>1</sup> Unité Signaux et Systèmes

<sup>2</sup> Ecole Nationale d'Ingénieurs de Tunis

<sup>3</sup> Equipe de Recherche sur les Ambiances

<sup>4</sup> Ecole Nationale d'Architecture et d'Urbanisme de Tunis

## Résumé

Ce travail est mené dans le cadre d'un projet de collaboration ERA/U2S<sup>5</sup>, portant sur la caractérisation des ambiances sonores architecturales et urbaines au moyen des textures audio. Il vise à repérer dans l'espace urbain, l'équivalent de certains effets sonores tels que l'effet de coupure (chute soudaine de l'intensité sonore ou de l'enveloppe spectrale), de filtrage (absorption de certaines fréquences par les propriétés de l'espace de propagation), de mixage (interpénétration de sources sonores différentes et simultanées de niveau d'intensité proche), de masque (présence d'un son qui recouvre complètement ou partiellement un autre son), ou de crescendo (augmentation progressive de l'intensité d'un son) et d'en reformuler et enrichir les spécificités.

L'avantage de la méthode rastrogram, nous a permis de visualiser un signal sonore. L'image obtenue, peut être vu d'un coup d'œil, par contre écouter un signal sonore, dure dans le temps. En outre, l'auditeur doit se concentrer à mémoriser le son pour détecter ses structures fines et les petites variations transitoires dans les données. Par contre, au niveau de la visualisation, l'observateur peut voir les structures de données instantanément, avec les détails et sans avoir besoin de se concentrer et à mémoriser les sons.

Les résultats obtenus prouvent que la visualisation de données audio peut être utile dans l'exploration de données. Nous concluons également que la visualisation d'un son texturé est une image texturée. Le chemin inverse Image-Son, nous a permis de voir, la représentation auditive d'une image. Ce processus ne présente pas des résultats intéressants, mais il nous a permis de déduire que la sonorisation d'une image texturée, donne un son texturé.

L'analyse de la visualisation des textures audio par la méthode du rastrogram, nous a permis également d'analyser certains effets sonores repérés au sein de la place Beb Bhar. En effet, elle nous a permis de **visualiser** l'effet de masque et de filtrage. Pour l'effet de crescendo et de decrescendo, l'analyse des textures audio nous a permis aussi de **visualiser**, de **caractériser** ces effets qui s'accompagne toujours d'un effet de masque et de **comprendre** le processus de déroulement de ces effets. Par contre, pour certains effets qui relèvent de la perception subjective comme l'effet de rémanence, l'analyse des textures audio nous a rien apporté de nouveau.

Enfin, nous sommes conscients que bon nombre de ces techniques et de ces résultats pourraient être développées et exploré.

2.2.2 Mzah Yosra *"Synthesis and complexity analysis of dual visual-sound textures in urban settings: The case of confined public space"*, Master II Telecom, U2S, ENIT, Cresson, Sous la direction de Raja Ghozi, Mohsen Ben hadj salem, Nicolas Tixier

---

4 Unité de recherche Signaux et Systèmes du département TIC (Technologie de l'Information et des Télécommunications) de l'ENIT

## Résumé

La perception humaine de l'environnement urbain est marquée par son caractère multi-sensoriel, quand il s'agit en particulier, de la vision et de l'ouïe. Dans ce projet, on s'intéresse à une classe d'images et de sons texturés générés par une source physique, tel que par exemple un corps humain (marche de groupe, applaudissement, bruit de foule...). Pour ces types de signaux, on cherche à vérifier l'affirmation qu'à un son texturé généré par un corps humain correspond une texture image et que la réciproque reste vraie.

Cette étude concerne en particulier, les espaces publics confinés et les espaces urbains comme par exemple les restaurants, les théâtres, les marchés...etc. On a commencé cette étude par la synthèse de textures audio-visuelles à base de motifs élémentaires, paramétrés par des variables aléatoires. L'analyse de complexité des ces textures synthétisées ainsi que de scènes audio-visuelles réelles, nous a permis de formuler des résultats préliminaires concernant la dualité audio-visuelle, en relation avec le nombre de sources (nombre de personnes par exemple). Cette analyse est basée sur l'évaluation de l'entropie (cumulative et globale), qui est une mesure permettant d'évaluer la prédictibilité et donc la complexité de l'information émise par les sources.

Comme application, on se propose d'utiliser les résultats déjà obtenus ainsi que les outils de traitement de signal pour caractériser et repérer les situations métaboliques par comparaison avec les textures audio-visuelles.

## 2.3 Thèse de doctorat en génie électrique

Intitulé de la thèse: « Analyse et paramétrage des textures audio pour une caractérisation perceptuelle des scènes sonores ». Par Olfa Fraj doctorante à U2S/ENIT, soutenance prévue pour décembre 2011.

### 2.3.1 Analyse de complexité des ambiances sonores

Dans un objectif de mieux appréhender le confort ressenti lors de l'écoute d'un son ou d'une ambiance sonore urbaine, une étude a été menée sur la complexité engendrée par les sons. Des mesures de complexités ont été donc établies en se basant sur l'entropie temporelle mesurée sur le signal d'une manière globale ou instantanée, et sur l'entropie fréquentielle calculée à partir de la densité spectrale du signal. Partant de ces mesures d'autres quantités ont été définies (variance cumulative dans le temps...). Les courbes exprimant ces quantités s'apparentent mieux à ce que nous projetons d'évaluer comme complexité perçue. Selon cette complexité évaluée nous avons pu en un premier temps classer les sons du moins complexe (les textures et les bruits) au plus complexe (les sons porteurs d'informations comme la parole). Les ambiances sonores sont alors étudiées en fonction de leur complexité à travers les textures audio 6, 7, 8.

### 2.3.2 Mesure de complexité des ambiances sonores comme perçue par des personnes âgées

---

<sup>6</sup> R.Ghozi, M.Belhaj Salem, O.Fraj, M.Jaidane « Parametric auditory complexity analysis of sound ambiances in confined public space : audio texture approach », to be submitted to *IEEE Affective Computing*, U2S/ERA, July 2010

<sup>7</sup> R.Ghozi, O.Fraj, M.Ben Hadj Salem, M.Jaidane, N.Tixier<sup>3</sup>, G.Hégron<sup>5</sup>, J-P.Péneau<sup>1,4</sup>, *Urban sound landscape complexity characterization via Audio-visual textures*, , SoundAct, Copenhagen, 23-25 Septembre 2010.

<sup>8</sup> F.Hussein, M.Ben Hadj Salem, R.Ghozi, O.Fraj, G.Hégron, P.Joanne<sup>4</sup>, M. Jaidane, J-P.Péneau, N.Tixier, *Complexity qualification of the sonic atmospheres as perceived by aged persons via audio textures*, SoundAct, Copenhagen, 23-25 Septembre 2010.



Un simulateur de perception auditive par les personnes âgées<sup>9</sup> a été développé au sein de U2S (encadrement équipe textures audio). En injectant à son entrée une ambiance sonore urbaine enregistrée, ce simulateur simule la perception par les personnes âgées de cette ambiance. L'ambiance obtenue en sortie est ensuite traitée par notre algorithme de mesure de complexité. Ceci nous a permis de mesurer la complexité des ambiances sonores comme perçues par des personnes âgées. Notons que ce simulateur n'est pas encore au stade opérationnel.

### 2.3.3 Segmentation des ambiances sonores urbaines

Dans un deuxième temps des travaux de segmentation des ambiances sonores se basant sur les mesures de complexité dynamiques ont été faits. Cette étude vient compléter et renforcer nos résultats obtenus par la segmentation<sup>10</sup> visuelle de scènes sonores que nous avons développées et mise en place auparavant.

### 2.3.4 Indicateur de mesure du caractère texturé d'une ambiance sonore

A la demande des architectes et urbanistes et afin de mieux définir et cerner la classe textures audio, nous avons développé un premier indicateur de mesure de 'texturedness' des sons. Cet indicateur se base sur des paramètres extraits des courbes de mesure de complexité dynamique obtenues dans le sens naturel de l'écoute du son et dans le sens inverse. Il exprime le degré de 'texturedness' d'un son sur une échelle de 0 (non texturé) à 5 (texturé). Une étude sur l'effet de divers paramètres sur la pertinence de cet indicateur est en cours.

### 2.3.5 Expression analytique de la complexité perceptuelle des ambiances sonores

Une étude autour de la complexité perceptuelle a été faite en se limitant à une classe spécifique de textures audio, qui est celle à motifs pseudo- répétés et qui représente la classe la plus présente dans les ambiances sonores urbaines. Nous avons pu dégager les paramètres qui- à priori - affectent le plus cette complexité (motif de base, la durée, l'isotropie, l'intensité, le temps d'observation...).

---

<sup>9</sup> A. Belhadjtaher et S. Jeddi, *Modification de la perception sonore en fonction de l'âge*, U2S- ENIT, (PFA avril 2010). Ce PFA est la suite d'un précédent PFA 2009 sur le même sujet.

<sup>10</sup> R.Ghozi, O.Fraj, M.Jaidane, '*Visually-based Audio Texture Segmentation for Unsupervised Audio Scene Analysis*', EUSIPCO'07, Pologne, 3-7 Septembre 2007.

### 3. Séminaire Franco-Tunisien

Séminaire CERMA / CRESSON / ERA / U2S

Dans le cadre du Programme Hubert Curien franco-tunisien UTIQUE / CMCU (n°10G0403)

## "Textures audio et ambiances sonores"

Mardi 16 novembre 2010

Laboratoire Cresson – Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble

#### Matinée

- 09:30 - 09:45 Accueil par Grégoire Chelkoff (ENSAG, Cresson)  
Présentation du séminaire par Nicolas Tixier (ENSAG, Cresson)
- 09:45 - 10:15 ASTUCE : Ambiances Sonores, Transports Urbains, Cœur de ville,  
Environnement par Henry Torgue (CNRS, Cresson)
- 10:15 - 10:30 *Echanges*
- 10:30 - 11:00 Présentation de l'ERA et des enjeux du rapprochement entre textures audio  
et ambiances sonores par Jean-Pierre Péneau (ENAU, ERA)
- 11:00 - 11:30 Présentation de U2S et "Few theoretical and perceptual aspects of Audio  
Textures" par Meriem Jeidane et Raja Ghozi (ENIT, U2S)
- 11:30 - 11:50 *Echanges*
- 11:50 - 12:15 "Entropy based complexity measures of sound signals" par Olfa Fraj  
(doctorante, ENIT, U2S)
- 12:15 - 12:35 "Construction et expérimentation d'un appareillage projectuel pour le  
traitement d'ambiances sonores urbaines adapté aux personnes âgées" par  
Faten Hussein (doctorante, ENAU, CERMA, IRSTV)
- 12:35 - 13:00 *Echanges*

#### Buffet (sur place)

- 14:30 - 15:00 Présentation des projets encadrés depuis 2008-09 "le signal sonore et les  
textures audio à travers 5 expérimentations" par Mohsen Ben Hadj Salem  
(ENAU, ERA)
- 15:00 - 15:20 "Parametric complexity analysis of dual visual and sound texture in urban  
settings : The case of human source in confined space" par Yosra Mzah  
(master, ENIT, U2S)

15:20 - 15:40 *Echanges – Clôture du séminaire*

Echanges animés par Gérard Hégron (IRSTV) et Nicolas Tixier (ENSAG, Cresson)

Le séminaire est suivi d'une réunion de travail des membres du projet CMCU (16:00 - 18:00)

## COMPTE RENDU

Mardi 16 novembre 2010

Laboratoire Cresson – Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble – Amphi du Parc

Présents : M. Ben hadj salem, JP.Péneau, M.Jaidane, Y.Mzah, F.Hussein, P.Joanne, G.Hégron, N.Tixier, G.Chelkoff, H.Torgue, JF.Augoyard, JL.Bardyn, O.Balay, M.Paris, M.Leroux, J.Delas, N.Said, P.Thiolliere, O.Germon, F.Acquier.

Ce séminaire a été organisé par le responsable du projet français (Nicolas Tixier, projet n°10G0403), en vue d'évaluer conjointement l'état d'avancement de la recherche « Perceptions altérées des ambiances sonores en milieu urbain / Caractérisation et corrections : apport des textures audio ». Sur le plan scientifique, le rapprochement entre des ingénieurs en télécommunications et des architectes-acousticiens a été le centre des débats qui ont suivi toutes les présentations.

Les présentations ont montré les richesses du projet mais aussi certaines limites. En effet, le signal sonore n'est pas abordé de la même façon par les ingénieurs et les architectes acousticiens. Certaines interventions<sup>11</sup> ont montré des convergences qu'il faudra étoffer avec des projets de master ou de thèse en co-tutelle pour 2011-2012. Des réunions plus ciblées ont été effectuées le lendemain du séminaire avec les dirigeants et responsables du laboratoire Cresson pour mettre en place une stratégie de co-encadrement.

Sur le plan théorique, la nécessité de mieux définir le concept de « texture audio » a été remarquée par les intervenants français. Les expérimentations<sup>12</sup> étaient clairement assimilées mais le cadre théorique manque de clarté, ce qui fera l'objet du programme du CMCU pour la deuxième année de la partie tunisienne.

Pour finir, il ressort de ce séminaire une envie commune de continuer sur la voie du rapprochement des cultures ing-télécom et archi-acousticien. Un séminaire semblable devra être organisée à l'ENAU au premier trimestre 2011 pour évoluer essentiellement dans le cadrage théorique du projet, vu que les cas étudiés et les expérimentations déjà effectuées ont tracé des pistes très claires pour la reprise de ce cadrage théorique.

---

<sup>11</sup> "Construction et expérimentation d'un appareillage projectuel pour le traitement d'ambiances sonores urbaines adapté aux personnes âgées" par Faten Hussein (doctorante, ENAU, CERMA,IRSTV), "Parametric complexity analysis of dual visual and sound texture in urban settings : The case of human source in confined space" par Yosra Mzah (master, ENIT, U2S)

<sup>12</sup> Présentation des projets encadrés depuis 2008-09 "le signal sonore et les textures audio à travers 5 expérimentations" par Mohsen Ben Hadj Salem (ENAU, ERA)

## Eléments de projets pour l'année 2011 :

1 - les deux soutenances de thèse de Olfa Fraj et Faten Hussein (décembre 2011)

2 - Articles scientifiques en cours de finalisation dont :

Papier en cours, soumission planifiée pour Janvier 2011 à la revue international: IEEE Transactions on Affective Computing

Parametric auditory complexity analysis of sound ambiances in confined public space: audio texture approach

Auteurs: R. Ghozi, M.Bel-haj Salem, O. Fraj, and M. Jaidane

Abstract— this work presents a study of perceptual auditory complexity of ambient sounds in a confined public space such as that of campus cafeteria, whose sound composition is represented as a mixture of audio textures. This analysis is made at different attendance levels (or at different hours). The long-term variations of the generated sound temporal and spectral entropy, that measures the informational content in both domains, are used to define the perceived complexity that characterize these confined public spaces. This study is supplemented with an architectural viewpoint through subjective rating which validates the proposed complexity measure the perceptual potential link between perceived auditory complexity and induced attention in such public spaces.

3 - Participation de Raja Ghozi et de Mériem Jaidane : FP7 Aging and well-being (publication à finaliser pour 2011), le 8 novembre 2010 à Hammamet, Tunisie

4 - L'apport du travail de Sana Hannachi (encadrement: M. jaidane et R. Ghozi), projet (INSERM) : Human auditory system modeling: the case of time delay produced by bone aging

Description du sujet et résultats attendus :

As the size of aging persons increases in developing nations, the health care for this age group becomes more and more important. Bone fragility and hearing deficiency are among the most common problems these age groups experience. In this project, we seek to study the effect of bone anomalies on audition capabilities in a group of Tunisians. In particular, we need to:

- understand the bone structures involved in the hearing process,
- understand the auditory assessment methods along the areal and bone pathways,
- survey the literature on studies linking bone density degradation and auditory alterations
- identify an experimental protocol for specific auditory and speech evaluations that will be carried on the group of Tunisians
- identify the needed equipment and human technical skills and resources needed to carry out various hearing tests
- data collection, analysis and correlation between performed auditory evaluations and bone degradation process at the level of ear/skull and other body parts of the body classically monitored for osteoporosis evolution.

5 – Le travail en cours de Sofien bacha: master TICv, option Perception et Communication Numérique, ENIT, soutenance prévue Janvier 2011

Titre du sujet: Etude préliminaire de la complexité de signaux dans le cadre de l'évaluation de la mémoire auditive chez les enfants

Equipe d'encadrement: R. Ghozi, M. Jadiane (U2S, ENIT), N. Khouja, Service Neuropédiatrie, Hôpital La Rabta, Tunisie

6 - Programme 2011 : Nomenclature et classification des textures audio et principe de croisement des méthodes sur un même terrain d'application (méthodes d'enquêtes, d'analyse architecturale, d'analyse acoustique, etc.), (Olfa Meziou, Hanen, Mohsen, J.P. Péneau, N. Tixier, M. Jaidane, et R. Ghozi)

7 - Matériel restant à acquérir : Audiogramme, casque binaural avec micros intégrés

8 - Projets de fin d'année (PFA) programmés cette année:

- Marwa Taleb et Zouhour Bahroun (2ème Telecom, ENIT): Analyse et perception des personnes âgées des signaux d'alarmes sonores en milieu urbain
- Sawsen Machta (2ème Telecom, ENIT): Mesure du stress sonore chez les personnes âgées et enfants autistes en milieu urbain via le capteur Q-sensor d'Affectiva (conductance de peau)
- Mohamed Aazzali(2ème Telecom, ENIT): Evaluation et analyse des performances de 4 débuteurs de parole de SPEEX en présence des sons texturés proposés
- Mohamed Gnichi et Ahmed Jbeli (2ème Génie Electrique, ENIT): Modélisation et Simulation des effets retards dans les boucles phonatoires et effet de vieillissement sur la perception de la parole

## 4. Publications (2010)

Deux communications avec articles dans le cadre du colloque : « Sound Studies/acts », Aarhus Denmark, Sept 23-25, 2010 (<http://soundacts.au.dk/en/soundacts>)

### **Urban sound landscape complexity characterization via Audio-visual textures**

R. Ghozi <sup>(1)</sup>, O. Fraj <sup>(1)</sup>, M. Ben Hadj Salem <sup>(2)</sup>, M. Jaidane <sup>(1)</sup>,  
N. Tixier <sup>(3)</sup>, G. Hégron <sup>(4)</sup>, and J. P. Péneau <sup>(5)</sup>

<sup>(1)</sup> Research unit on Systems and Signals, Department of Communications and Information Technology, National School of Engineering, Tunis, Tunisia

<sup>(2)</sup> Research Group on „Ambiances“, National School of Architecture and Urbanism of Tunis

<sup>(3)</sup> Centre de Recherche en Espace Sonore, Grenoble

<sup>(4)</sup> Institut de Recherche sur les Sciences et Techniques de la Ville, Nantes

<sup>(5)</sup> Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Nantes

Email: [u2s@enit.rnu.tn](mailto:u2s@enit.rnu.tn)

Upon hearing a sound, usually, we cannot escape the image associated with its source, and vice versa. More precisely, when we hear the sound of simple walking steps, we picture a moving person associated with that sound; similarly, when we hear multiple walking of humans passing through a public transit area such as a train station, we picture a spatial arrangement of a crowd moving around. In the context of interdisciplinary collaboration project\*, several signal processing tools and applicative aspects have been under study in order to better characterize various urban sound landscapes. In this work, we propose to study this sound-image duality, which links in a natural way a sound to its physical source. The characterization is based on a complexity analysis of the level of “texturedness” of the signal.

For that, we assess the level of sound-image complexity using the degree of homogeneity through the signal temporal entropy evolution. We track progressively the forward and backward entropy variations in the audio signals, and perform the same analysis for the associated image except, the scan is done from different angles. A relative difference among the resulting curves serves as in an indicator of the level of “texturedness” of the sound and image. We show that as the number of sound sources increases, the audio-visual scene becomes more textured and is characterized by lower complexity. This characterization extends to natural landscapes such as green spaces, as well as urban scenes with dominant human and mechanical sounds, such as traffic zones.

## Aging and altered sound perception in urban settings

F. Hussein<sup>(1,4)</sup>, M. Ben Hadj Salem<sup>(1)</sup>, R. Ghozi<sup>(2)</sup>,  
O. Fraj<sup>(2)</sup>, G.Hégron<sup>(3)</sup>, P.Joanne<sup>(4)</sup>  
M. Jaidane<sup>(2)</sup>, J-P.Péneau<sup>(1,4)</sup>, N.Tixier<sup>(5)</sup>

<sup>(1)</sup>Research group on ‘ambiances’, National School of Architecture and urbanism of Tunis,

<sup>(2)</sup> Research unit on Systems and Signals, Department of Communications and Information Technology, National School of Engineering, Tunis, Tunisia,

<sup>(3)</sup> Institut de Recherche sur les Sciences et Techniques de la Ville,

<sup>(4)</sup> Centre de recherche méthodologique d'architecture CERMA UMR CNRS 1563, Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Nantes,

<sup>(5)</sup> Centre de recherche sur l'espace sonore et l'environnement urbain CRESSON UMR CNRS 1563, Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble,

The elderly perception of the urban sonic atmospheres is affected by the impaired hearing due to age. The interaction of a person with his environment is based on his cognitive functions including auditory perception which plays a major role. Deterioration of hearing risks causing difficulties of interaction with the environment .It results in many situations of disabilities faced by older people with hearing problems evolving in town.

In the context of interdisciplinary collaboration project<sup>13,14</sup>, several analytical and practical aspects have been under study in order to better characterize urban sound landscape[1], and qualify various altered auditory perception, especially that of aging persons. In particular, we reconstruct the would-be perceived sound signal by a person, of a pre-specified gender and age, from a sound normally heard by an adult. For that, we rely on the normalized hearing threshold and the normalized frequency spectrum alterations due to age and gender.

In another aspect of the project, the integration of sonic atmospheres in the architectural design is only possible if the architect is able to represent them. Among our preoccupations in this project, we access to explore the ability of a new method, different from the icons usually used in common urban mapping sound, called “audio textures”. In the goal of measuring the informational content of urban sonic atmospheres and representing it on a sound map, this method, coupled with qualitative surveys and entropy-based complexity measures capable of capturing the level of auditory ‘attention’ potentially created by a given sound, tends to reflect in 2D the complexity of urban soundscapes perceived by the elderly in order to assess the possibility of their manipulation in the initial stages of an urban project in order to avoid the situations of disabilities and to provide an accessible city to seniors having hearing loss.

[1] R. Ghozi, and al., “Urban sound complexity characterization via audio textures”, submitted to the conference on Sound Studies, Denmark, Sept. 2010.

---

<sup>13</sup>Projet CMCU 2010 : « **Perceptions altérées des ambiances sonores en milieu urbain** : Caractérisation et corrections : apport des textures audio », Equipe de Recherche sur les Ambiances à l’Ecole National d’Architecture et d’Urbanism de Tunis (ERA-ENAU), Unité de Recherche Signaux et Systèmes, Ecole Nationale d’Ingénieurs de Tunis (U2S-ENIT), Institut de Recherche sur les Sciences et Techniques de la Ville(IRSTV), and Centre de Recherche des Espaces Sonores (CRESSON).

<sup>14</sup> Student team members of U2S : S. Jeddi, A. Achouri, M. Zidi, A. Ben Jemaa, and N. Hammouda.