

# JJCAAS 2005

Deuxièmes journées jeunes chercheurs en audition,  
acoustique musicale et signal audio.  
Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique, Marseille  
9-10-11 mars 2005

Introduction .....	7
Partenaires.....	8
Le comité organisateur .....	8
Programme des journées .....	9
Session 1.....	11
SEPARATION AVEUGLE DE SOURCES AUDIO BASEE SUR L'ALGORITHME EMD.....	11
Abdeldjalil Aissa El Bey	
<i>Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications, Paris</i>	
UN SYSTEME DE TATOUAGE AUDIO INFORME .....	11
Cléo Baras	
<i>Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications, Paris</i>	
QUALIFICATION PERCEPTIVE DES BRUITS D'IMPACT : APPLICATION AU CLAQUAGE DE PORTES AUTOMOBILES .....	12
Marie-Céline Bezat	
<i>Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique / PSA, Paris</i>	
LA RESTITUTION DU TIMBRE PAR DES ENCEINTES ACOUSTIQUES : EVALUATION PERCEPTIVE ET OBJECTIVE D'UN LARGE PANEL D'ENCEINTES DANS UNE NOUVELLE SALLE D'ECOUTE .....	13
Mathieu Lavandier	
<i>Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique, Marseille</i>	
INFLUENCE DES DISPERSIONS STRUCTURALES SUR LA PERCEPTION DU SON EMIS.....	13
Vincent Koehl	
<i>Laboratoire Vibrations Acoustique, Lyon</i>	
REGIMES D'OSCILLATION ET BIFURCATIONS DANS LES INSTRUMENTS DE MUSIQUE AUTO- OSCILLANTS .....	14
Aude Lizée	
<i>Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique, Marseille</i>	
COGNITIVE PRIMING IN MELODY PERCEPTION : HOW GOOD OF AN EXPERT ARE YOU ? ....	14
Frédéric Marmel	
<i>Laboratoire de Neurosciences et Systèmes Sensoriels, Lyon</i>	

<b>Session 2.....</b>	<b>17</b>
ANALYSE RYTHMIQUE DES SIGNAUX MUSICAUX ACOUSTIQUES.....	17
Miguel Alonso	
<i>Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications, Paris</i>	
COMPARAISON PERCEPTIVE DE TRANSITOIRES DE PLAQUES MESURES ET SYNTHETISES .	17
Florence Demirdjian	
<i>Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique, Marseille</i>	
VIBRATIONS SYMPATHIQUES D'UN RESEAU DE CORDES : MODELE ET PREMIERS RESULTATS EXPERIMENTAUX.....	18
Jean-Loïc Le Carrou	
<i>Laboratoire d'Acoustique de l'Université du Maine, Le Mans</i>	
REPRESENTATIONS PARCIMONIEUSES STRUCTUREES : APPLICATION A L'INDEXATION AUDIO.....	19
Pierre Leveau	
<i>Laboratoire d'Acoustique Musicale / Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications, Paris</i>	
INFLUENCE DE LA FORME ET DU MATERIAU DANS LA REPRODUCTION SONORE PAR UN HAUT-PARLEUR.....	19
Nicolas Quaegebeur	
<i>Ecole Nationale Supérieure de Techniques Avancées, Paris</i>	
SUIVRE UN MESSAGE VERBAL SANS ATTENTION .....	20
Marie Rivenez	
<i>Laboratoire de Psychologie Expérimentale, Paris</i>	
DESIGN DES AMBIANCES SONORES DANS LES GARES .....	21
Julien Tardieu	
<i>Institut de Recherche et Coordination Acoustique Musique / SNCF, Paris</i>	
<b>Session 3.....</b>	<b>23</b>
AUDITION SPATIALE ET TECHNIQUES BINAURALES : RECHERCHE D'ADAPTATION INDIVIDUELLE DU RENDU SONORE.....	23
Alan Blum	
<i>Laboratoire d'Informatique pour la Mécanique et les Sciences de l'Ingénieur, Orsay</i>	
DEFINITION DES REGLES PERCEPTIVES ET ERGONOMIQUES D'UTILISATION DU SON 3D DANS LES SERVICES TELECOMS .....	24
Antoine Gonot	
<i>France Telecom R&amp;D, Lannion / Laboratoire d'Informatique pour la Mécanique et les Sciences de l'Ingénieur</i>	
ETUDE COUPLEE VIBROACOUSTIQUE ET PERCEPTION DU BRUIT RAYONNE A L'INTERIEUR D'UNE RAME DE TRAIN .....	24
Emmanuelle Guibert	
<i>Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique, Marseille</i>	
SEGREGATION DE SEQUENCES DE VOYELLES CHEZ LES NORMO-ENTENDANTS ET LES MALENTENDANTS.....	26
Étienne Gaudrain	
<i>Laboratoire de Neurosciences et Systèmes Sensoriels, Lyon</i>	

APPRENTISSAGE DE DICTIONNAIRE POUR LA DESCRIPTION ET LA SEPARATION DE SIGNAUX SONORES.....	26
Sylvain Lesage <i>Institut de Recherche en Informatique et Systèmes Aléatoires, Rennes</i>	
MODELISATION DE L'EFFET DE LA CHARGE DES CORDES SUR LES TABLES D'HARMONIE : SYSTEME SIMPLE EN DYNAMIQUE NON-LINEAIRE.....	27
Adrien Mamou-Mani <i>Laboratoire de Modélisation en Mécanique / Laboratoire d'Acoustique Musicale, Paris</i>	
<b>Session 4.....</b>	<b>29</b>
IMPLANTS COCHLEAIRES ET MUSIQUE .....	29
Idrick Akhoun <i>Laboratoire de Neurosciences et Systèmes Sensoriels, Lyon / Cochlear co</i>	
DE LA PHYSIQUE AU TIMBRE : APPLICATIONS AU CONTROLE INSTRUMENTAL ET A L'INTERPRETATION MUSICALE.....	29
Mathieu Barthet <i>Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique, Marseille</i>	
EVALUATION CONTINUE D'UNE SEQUENCE DE SONS ARTIFICIELS .....	30
Emilie Geissner <i>Laboratoire Vibrations-Acoustique, Lyon</i>	
ESTIMATION DES PROPRIETES SPATIALES D'UN CHAMP SONORE PAR UN RESEAU DE MICROPHONES ET APPLICATIONS A LA SPATIALISATION DE SCENES SONORES. ....	31
Simoné Fontana <i>Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications, Paris</i>	
LA RECONSTRUCTION COGNITIVE DE LA PAROLE INVERSEE : ETUDE DE L'INTELLIGIBILITE COMME INDICE D'UNE CAPACITE COGNITIVE HUMAINE.....	31
Claire Grataloup <i>Laboratoire Dynamique du Langage, Lyon</i>	
DESIGN DES SONS ELECTRONIQUES DE L'HABITACLE AUTOMOBILE .....	32
Clara Suied <i>Institut de Recherche et Coordination Acoustique Musique / Renault, Paris</i>	
LE DEVELOPPEMENT DU SYSTEME DE MESURE DE L'EMISSION OTOACOUSTIQUE .....	32
Raghida Traboulsi <i>Laboratoire de Biophysique Sensorielle, Clermont-Ferrand</i>	
<b>Session 5.....</b>	<b>35</b>
PREVENTION PAR CONTROLE ACTIF MULTI-REFERENCES DES TROUBLES AUDITIFS CHEZ LES OPERATEURS DE CENTRALES D'APPEL TELEPHONIQUE .....	35
Aurélie Boudier <i>Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique, Marseille</i>	
ERGONOMIE DES SYSTEMES D'ALARME EN BLOC OPERATOIRE .....	35
Léonore Bourgeon <i>Institut de Médecine Aérospatiale du Service de Santé des Armées, Paris</i>	
ANALYSE DE CERTAINS PROBLEMES LIES A L'UTILISATION DE LA WAVE FIELD SYNTHESIS DANS DES SITUATIONS DE CONCERT.....	36
Terence Caulkins <i>Institut de Recherche et Coordination Acoustique Musique, Paris</i>	

CONTROLE D'UN MODELE DE CORDE FROTTEE A PARTIR DES PARAMETRES DU GESTE ...	36
Matthias Demoucron <i>Institut de Recherche et Coordination Acoustique Musique / Laboratoire d'Acoustique Musicale, Paris</i>	
INFLUENCE DE LA FONCTION TONALE D'UNE NOTE DANS UNE TACHE DE DETECTION D'IRREGULARITE TEMPORELLE.....	37
Géraldine Lebrun-Guillaud <i>Laboratoire de Neurosciences et Systèmes Sensoriels, Lyon</i>	
ANALYSE GESTUELLE DE COUPS D'ARCHET SUR UN VIOLON AUGMENTE .....	37
Nicolas Rasamimanana <i>Institut de Recherche et Coordination Acoustique Musique, Paris</i>	
BRUIT ET VOIX : DE L'ADAPTATION AU FORÇAGE VOCAL.....	38
Maëva Garnier <i>Laboratoire d'Acoustique Musicale, Paris</i>	
<b>Session 6.....</b>	<b>39</b>
NOUVELLE METHODE DE DECOMPOSITION GRANULAIRE APPLIQUEE A LA SYNTHESE MICROSONORE .....	39
Charles Bascou <i>Gmem, Centre National de Création Musicale, Marseille</i>	
ETUDE DES CORRELATS NEUROPHYSIOLOGIQUES CORTICAUX DE LA PERCEPTION DE FLUX SONORES CONCURRENTS PAR ENREGISTREMENTS INTRACEREBRAUX CHEZ L'HOMME ...	40
Aurélie Bidet-Caulet <i>Laboratoire Processus Mentaux et Activation Cérébrale, Lyon</i>	
ANNOTATION TEMPS-REEL DE NOTES DANS LES SIGNAUX MUSICAUX.....	40
Paul Brossier <i>Queen Mary College, University of London</i>	
EFFETS DE DEGRADATIONS TEMPORELLES D'INDICES ACOUSTIQUES SUR LA PERCEPTION DE LA PAROLE .....	41
Caroline Jacquier <i>Laboratoire Dynamique Du Langage, Lyon</i>	
UNE EXPERIENCE DE CONTROLE ACTIF DU BRUIT SUR UN VOLUME SPHERIQUE .....	41
Nicolas Epain <i>Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique, Marseille</i>	
NOUVEAUX MODES DE STIMULATION DANS LES IMPLANTS COCHLEAIRES .....	42
Olivier Macherey <i>Lab. Experimental ORL, KU Leuven, Belgium</i>	
MESURES ET MODELISATION DU BRUIT ISSU DU SOUFFLE DU MUSICIEN PRESENT DANS LES INSTRUMENTS AUTO-OSCILLANTS A ANCHE SIMPLE .....	42
Jonathan Terroir <i>Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique, Marseille</i>	
<b>Session 7.....</b>	<b>45</b>
REHAUSSEMENT DE LA PAROLE PERTURBE PAR DES BRUITS CONVOLUTIFS ET ADDITIFS	45
William Bobillet <i>Laboratoire d'Automatique Productique et Signal, Bordeaux</i>	

SYNTHESE BINAURALE : MIEUX COMPRENDRE L'ITD .....	45
Sylvain Busson	
<i>France Telecom R&amp;D, Lannion / Institut de Recherche et Coordination Acoustique Musique</i>	
LA CLARINETTE ET LE CLARINETTISTE : INFLUENCE DU CONDUIT VOCAL SUR LA PRODUCTION DU SON.....	46
Claudia Fritz	
<i>Institut de Recherche et Coordination Acoustique Musique, Paris</i>	
ETUDE PAR TOMOGRAPHIE PAR EMISSION DE POSITONS (TEP) DES INTERACTIONS VISUO- AUDITIVES CHEZ L'IMPLANTE COCHLEAIRE .....	47
Sébastien Lagleyre	
<i>Centre de Recherche Cerveau et Cognition, Toulouse</i>	
ETUDE THEORIQUE ET "IN-VITRO" DES INTERACTIONS FLUIDE-PAROIS DANS LE CONDUIT VOCAL. MODELISATION MECANIQUE ET AEROACOUSTIQUE DE LA PAROLE.....	47
Nicolas Ruty	
<i>Institut de la Communication Parlée, Grenoble</i>	
APPORTS D'UNE REPARTITION CO-AXIALE DES HAUT-PARLEURS D'UNE SOURCE AUDIO HI- FI.....	48
Hmaied Shaiek	
<i>Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications de Bretagne / Cabasse, Brest</i>	
INFLUENCE DES CONDITIONS DE MONTAGE D'UN VITRAGE DANS SON CHASSIS SUR LA PERCEPTION DES SONS ENVIRONNEMENTAUX TRANSMIS.....	49
Arnaud Trollé	
<i>Laboratoire des Sciences de l'Habitat / Laboratoire Vibrations Acoustique, Lyon</i>	
<b>Session 8.....</b>	<b>51</b>
MODELES PHYSIQUES DE ANCHE DOUBLE ET SYNTHESE SONORE .....	51
André Almeida	
<i>Institut de Recherche et Coordination Acoustique Musique, Paris</i>	
UTILISATION DE LA PHASE POUR L'AMELIORATION DE LA LOCALISATION TEMPORELLE ET FREQUENTIELLE DE L'ANALYSE SPECTROGRAPHIQUE .....	51
Valentin Emiya	
<i>Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications / Laboratoire PHASE, Paris</i>	
LA PERCEPTION DE LA VOIX CHUCHOTEE CHEZ DES SUJETS PORTEURS D'IMPLANTS COCHLEAIRES .....	52
Géraldine Vercherand	
<i>Atelier de Recherche sur la Parole, Paris</i>	
VERS UNE TYPOLOGIE PERCEPTIVE DES BRUITS INDUSTRIELS.....	52
Guillaume Le Nost	
<i>EDF R&amp;D / Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat, Lyon</i>	
RESTITUTION D'UN CHAMP PRIMAIRE POUR UNE APPLICATION EN CONTROLE ACTIF .....	53
Maxime Keller	
<i>Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique, Marseille</i>	



# Introduction

Les deuxièmes **Journées Jeunes Chercheurs en Audition, Acoustique musicale et Signal audio** se tiennent les **9, 10 et 11 mars 2005** au Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique (LMA) à Marseille. Cette nouvelle édition s'inscrit dans la continuité des précédentes JJCAAS qui se sont déroulées à Paris en octobre 2003, et des journées jeunes chercheurs ayant eu lieu dans ces domaines de l'acoustique depuis 1997 (JJC en audition et en acoustique musicale). Les thèmes suivants sont abordés lors de ces journées (liste non exhaustive) :

- Psychoacoustique fondamentale
- Physiologie et neurologie de l'audition
- Psychologie cognitive de l'audition
- Psychoacoustique appliquée
- Qualité et design sonores
- Acoustique environnementale
- Traitement du signal audio
- Analyse des signaux musicaux
- Acoustique instrumentale
- Informatique musicale
- Synthèse sonore
- Acoustique des salles
- Reproduction de champs sonores
- Transducteurs électroacoustiques
- Prothèses auditives
- Sciences de la communication parlée

L'objectif des journées jeunes chercheurs est de faciliter les échanges entre des doctorants travaillant dans des domaines disciplinaires présentant des intérêts communs, dans le but de favoriser les collaborations scientifiques. Les JJCAAS 2005 donneront aussi l'occasion aux jeunes chercheurs de valoriser leurs travaux de recherche en les présentant oralement à leurs pairs.

Afin que ces journées soient ouvertes à tous les doctorants sur une base égalitaire, indépendante de leur laboratoire d'origine, les frais de déplacements, repas et logement sont pris en charge grâce au soutien financier de nos partenaires.

## Partenaires

L'initiative des JJCAAS 2005 est soutenue financièrement et matériellement par :

- Le groupe spécialisé d'acoustique musicale de la SFA
- Le groupe audition de la SFA
- La section Grand Sud-est de la SFA
- Le groupement de recherche ISIS (Information, Signal, Image et viSion)
- Le groupement de recherche "Bruit des transports"
- L'Association Francophone de la Communication Parlée
- L'école doctorale 353, "Physique, modélisation et sciences pour l'ingénieur"
- Le Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique

## Le comité organisateur

Les JJCAAS 2005 sont organisées et coordonnées par

Mathieu Lavandier (doctorant LMA)

Florence Demirdjian (doctorant LMA)

Nicolas Epain (doctorant LMA)

Michèle Jammy (chargée de communication LMA)

Pour tout renseignement complémentaire sur ces journées, vous pouvez consulter le site : <http://www.lma.cnrs-mrs.fr/~jjcaas2005/>

# Programme des journées

Le programme reprend l'organisation générale des précédentes JJCAAS, à savoir une alternance de courtes présentations orales durant lesquelles les sujets sont introduits, et de sessions poster pendant lesquelles ils sont développés. Une différence cependant dans l'organisation des sessions : celles-ci ne sont pas organisées par thème de recherche mais contiennent au contraire des présentations le plus variées possible, dans l'optique de favoriser l'interdisciplinarité.

## Mercredi 9 mars

10h **Accueil** des participants et **visite du LMA**  
12h30 Repas  
13h30 **Présentation des journées et des partenaires**  
14h **Session 1**  
16h Pause  
16h30 **Session 2**  
18h30 Buffet

## Jeudi 10 mars

8h Accueil  
8h30 **Session 3**  
10h30 Pause  
11h **Session 4**  
13h Repas  
14h **Session 5**  
16h Pause  
16h30 **Session 6**  
19h Restaurant Le Femina

## Vendredi 11 mars

8h Accueil  
8h30 **Session 7**  
10h30 Pause  
11h **Session 8**  
13h Buffet  
14h **Balade dans les Calanques**



# Session 1

## **SEPARATION AVEUGLE DE SOURCES AUDIO BASEE SUR L'ALGORITHME EMD**

Abdeldjalil Aissa El Bey

*Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications, Paris*

Dans le cadre de la séparation aveugle de sources, on cherche par ce travail à effectuer la séparation de mélanges instantanés de sources audio en utilisant une méthode basée sur l'algorithme de Décomposition Modale Empirique (ou EMD, pour Empirical Mode Decomposition). Cette approche nous permet en particulier de traiter le cas sous déterminé (c-à-d le cas où l'on a moins de capteurs que de sources). L'approche EMD se base sur le fait que les signaux audio (et particulièrement les signaux musicaux) peuvent être bien modélisés localement par une somme de signaux périodiques. Ces signaux seront ainsi décomposés en utilisant l'algorithme EMD et recombinaés suivant leurs directions spatiales avec un algorithme de classification de type k-means, qui permettra de recombinaer les composantes de chaque source. Ces opérations sont effectuées respectivement sur le signal issu de chaque capteur ce qui permet d'avoir plusieurs estimations de la même source, ce qui nous amène à faire une sélection de la meilleure estimée suivant plusieurs critères (énergie, dispersion). Nous illustrerons notre travail en donnant les résultats obtenus par cette nouvelle méthode ainsi que ses performances.

## **UN SYSTEME DE TATOUAGE AUDIO INFORME**

Cléo Baras

*Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications, Paris*

Initiées pour un contexte de copyright, les techniques de tatouage audio offrent la possibilité d'ajouter à tout signal numérique une information supplémentaire aux multiples applications. Dans notre contexte, celui du broadcasting audio, cette information peut traduire un label, une description du contenu, les paroles d'une chanson, etc... Le système de tatouage mis en oeuvre vise donc un débit d'insertion le plus élevé

possible avec une fiabilité de transmission de l'information la meilleure possible. Il peut être vu comme une chaîne de communication aux propriétés très particulières : le signal utile, le tatouage, doit être de puissance relativement faible par rapport au bruit, le signal audio, pour être inaudible, mais suffisamment robuste pour résister aux "perturbations" classiques subits par le signal audio (compression, conversions analogique/numérique, etc...). En outre, le bruit offre l'avantage d'être connu lors de l'étape d'insertion du tatouage et donc être exploité pour choisir une technique d'insertion adaptée, dite informée, garantissant inaudibilité et fiabilité de transmission. Nous présentons deux systèmes de tatouage audio, l'un non informé et l'autre informé, car exploitant une copie locale du récepteur à l'émetteur pour choisir un tatouage adapté. Les performances des deux systèmes, en terme de débit et de fiabilité, sont évaluées face à différentes perturbations, et sont comparées, pour mettre en évidence le gain apporté par les techniques informées sur celles non informées.

## **QUALIFICATION PERCEPTIVE DES BRUITS D'IMPACT : APPLICATION AU CLAQUAGE DE PORTES AUTOMOBILES**

Marie-Céline Bezat

*Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique / PSA, Paris*

L'objectif de la thèse est la recherche d'un modèle prédictif sur l'estimation de la qualité perçue et sur la nature des propriétés perceptives saillantes pour les bruits d'impacts. D'une part, on s'appliquera à observer les usages des sujets pour aborder la perception des bruits d'impacts dans leur contexte. D'autre part, on cherchera à qualifier les sons par des propriétés perceptives, liées à la source ("bruit de serrure" dans le cas de claquage de portes) et à la nature du son ("hauteur", "intensité"), qui seront à relier à des notions plus complexes, comme la qualité perçue. Cette approche est nécessaire à la recherche de critères objectifs, qui sont à chercher avec des outils signaux appropriés aux sons d'impacts. L'étude vise à modifier les signaux acoustiques par synthèse ou par reconstruction de signaux pour éprouver les modèles perceptifs et valider les critères par propriétés. Le paramétrage des signaux ainsi réalisé permettra de proposer un modèle prédictif sur la qualité perçue. Compte tenu de la nature complexe des données, on s'appliquera à optimiser le modèle par l'utilisation d'outils d'Analyse de Données adaptés.

## **LA RESTITUTION DU TIMBRE PAR DES ENCEINTES ACOUSTIQUES : EVALUATION PERCEPTIVE ET OBJECTIVE D'UN LARGE PANEL D'ENCEINTES DANS UNE NOUVELLE SALLE D'ECOUTE**

Mathieu Lavandier

*Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique, Marseille*

Ce travail de recherche consiste à déterminer un outil de mesure permettant de différencier les enceintes acoustiques de façon plus pertinente vis à vis de notre perception de la reproduction sonore. Un protocole expérimental compatible avec les mesures physiques et perceptives a été élaboré puis validé lors d'une première série de tests psychoacoustiques. Une deuxième campagne de mesures nous a permis de vérifier et de compléter les résultats obtenus précédemment. Les enceintes utilisées lors de la première expérience ont été mesurées dans une nouvelle salle d'écoute, et de nouvelles enceintes ont été introduites afin d'obtenir un panel de modèles beaucoup plus vaste et varié. Les mesures perceptives et objectives évaluant les différences entre les enceintes ont été comparées afin d'effectuer le lien entre ces deux approches. Nous avons cherché à définir une approche objective la plus indépendante possible du signal utilisé lors des mesures. Le poids relatif de l'enceinte et de l'interaction enceinte-salle a également été considéré.

## **INFLUENCE DES DISPERSIONS STRUCTURALES SUR LA PERCEPTION DU SON EMIS**

Vincent Koehl

*Laboratoire Vibrations Acoustique, Lyon*

Du fait des dispersions affectant sa structure, un objet industriel peut voir ses performances vibro-acoustiques soumises à de fortes variations. Ces dispersions affectent également la perception du son émis par cet objet. Afin d'identifier les caractéristiques structurales influençant la perception, des tests sont menés sur des sons synthétisés à partir d'un modèle physique soumis à des dispersions structurales classiques. Lors du premier test, la sensation de dissimilarité entre les sons proposés est mesurée par des distances sur une échelle continue. Au cours de la seconde tâche, l'auditeur regroupe les sons en classes d'équivalence qu'il détermine librement. Il s'agit alors de déterminer les paramètres guidant le choix des auditeurs lors de chacune de ces deux tâches et la manière dont les dispersions sont perçues. Il s'avère que si le niveau est le principal facteur de détermination de la première expérience, il n'en va pas de même pour l'expérience de classification. Les stimuli sont dans un premier temps regroupés en fonction de leur hauteur tonale, puis en fonction de leur niveau. Il n'est cependant pas rare de voir des sons de niveau sonore très

différents classés ensemble. La réponse des auditeurs est fortement liée à la tâche demandée et au contexte du test.

## **REGIMES D'OSCILLATION ET BIFURCATIONS DANS LES INSTRUMENTS DE MUSIQUE AUTO-OSCILLANTS**

Aude Lizée

*Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique, Marseille*

Le comportement dynamique des instruments de musique auto-oscillants présente plusieurs types de régimes d'oscillation : le régime périodique, couramment utilisé en musique, mais aussi des régimes sous-harmoniques, quasi-périodiques, intermittents ou même chaotiques. La comparaison des plages de stabilité de ces diverses solutions ainsi que des valeurs des paramètres de contrôle aux bifurcations du modèle physique avec celles de l'instrument réel constitue une méthode originale pour valider le modèle. Dans le cadre de la synthèse sonore par modèle physique, la cartographie résultante du comportement du modèle permet un apprentissage simplifié du jeu. Il est également intéressant, dans une perspective d'aide à la facture instrumentale, d'envisager de pouvoir remonter aux critères de fabrication qui favorisent tel ou tel comportement. Les approches envisagées sont conjointement analytique, numérique (équilibre harmonique, méthodes asymptotiques numériques) et expérimentale, et pour différents instruments (prolongement du travail effectué en DEA sur les instruments à anche, extension aux cuivres, et éventuellement aux cordes frottées).

## **COGNITIVE PRIMING IN MELODY PERCEPTION : HOW GOOD OF AN EXPERT ARE YOU ?**

Frédéric Marmel

*Laboratoire de Neurosciences et Systèmes Sensoriels, Lyon*

Les recherches dans le domaine de la cognition musicale ont montré que les auditeurs, même non musiciens, possèdent des connaissances implicites sur le système musical tonal. Ces connaissances implicites se traduisent par le développement inconscient et automatique d'attentes tonales. Ces attentes peuvent se traduire expérimentalement par des effets d'amorçage. Le paradigme d'amorçage a mis en évidence l'influence des connaissances musicales implicites des auditeurs sur le traitement d'un accord : un accord est traité plus facilement (ie. plus correctement et plus rapidement) lorsqu'il est musicalement relié au contexte (Tillmann, Bharucha & Bigand, 2000). Toutefois, il n'existe pas de démonstration expérimentale d'un éventuel effet d'amorçage mélodique. L'intérêt

d'étudier cet amorçage est double : 1) adapter le paradigme d'amorçage à l'étude des mélodies fournirait un outil puissant pour l'étude des mélodies (tâche implicite à jugements objectifs) et 2) étant donné qu'une mélodie - monophonique - contient moins d'informations tonales qu'une séquence d'accords - polyphonique - observer un amorçage indiquerait que les auditeurs, même non musiciens, possèdent une grande expertise musicale, bien qu'implicite.



## Session 2

### **ANALYSE RYTHMIQUE DES SIGNAUX MUSICAUX ACOUSTIQUES**

Miguel Alonso

*Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications, Paris*

L'analyse automatique des signaux musicaux est un domaine de recherche en plein essor. Dans ce domaine, l'un des sujets qui a beaucoup attiré l'attention est l'extraction de l'information rythmique (par exemple tatum, beat et mesure) à partir de la forme d'onde du signal. Il existe de nombreuses applications pour cette tâche : transcription musicale, effets spéciaux, opérations de copier-coller dans l'édition musicale, systèmes de recherche d'information musicale (music information retrieval). Dans ce travail, nous proposons une nouvelle méthode d'estimation et de suivi du beat musical. Elle est basée sur la décomposition du signal en une partie déterministe, contenant les sons harmoniques, et une partie stochastique, contenant le signal résiduel. Ceci est fait à l'aide de techniques de projection sur sous-espaces. L'estimation du beat est ensuite effectuée sur la partie résiduelle. Ce signal est temporellement segmenté en événements discrets en utilisant une technique appelée flux énergétique spectral. Puis, la périodicité de ces événements est estimée et suivie à travers le temps parmi un algorithme de programmation dynamique. Cette approche nous permet d'atteindre un taux de reconnaissance supérieur à 90% et a été testée sur une base de données contenant 489 morceaux appartenant à plusieurs genres musicaux.

### **COMPARAISON PERCEPTIVE DE TRANSITOIRES DE PLAQUES MESURES ET SYNTHETISES**

Florence Demirdjian

*Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique, Marseille*

Ce sujet s'inscrit dans le domaine de la psychomécanique, discipline composée d'études vibroacoustiques et psychoacoustiques. Le travail porte sur la perception de sons rayonnés par des plaques excitées par un marteau à choc. Le but est d'estimer la validité perceptive de la synthèse

de signaux sonores établie par la méthode des modes de résonance. Des mesures vibroacoustiques (pression, accélération sur la plaque, excitation) et audio-numériques ont été effectuées en chambre sourde. L'analyse physique des signaux enregistrés nous a permis de synthétiser les sons de plaques respectifs. La première étape de l'étude consiste à identifier les différences existant entre les deux types de signaux. Des solutions pour réduire les différences sont proposées dans la seconde étape. La dernière est une validation perceptive de ces solutions.

## **VIBRATIONS SYMPATHIQUES D'UN RESEAU DE CORDES : MODELE ET PREMIERS RESULTATS EXPERIMENTAUX**

Jean-Loïc Le Carrou

*Laboratoire d'Acoustique de l'Université du Maine, Le Mans*

La plupart des instruments à cordes sont composés de plusieurs cordes connectées à un corps vibrant permettant d'amplifier le son rayonné. Pour certains accords particuliers des cordes, des vibrations par sympathie peuvent apparaître: si une corde est excitée, d'autres le sont aussi par couplage solidien via le corps de l'instrument. Afin d'étudier ce phénomène, nous avons développé un modèle analytique d'instrument à cordes générique. Le corps de l'instrument est modélisé par une poutre encastrée à ses extrémités, auquel des cordes ont été attachées. Le formalisme du vecteur d'état et la méthode des matrices de transfert ont été utilisés pour décrire la propagation des ondes de flexion et de compression dans chaque sous-structure (cordes et poutre). A partir des conditions de couplage entre les sous-structures, les modes de l'assemblage peuvent être déterminés et classés selon 4 types: modes de type poutre, de type corde, de type poutre-corde, de type corde-corde. Ces derniers sont responsables des vibrations sympathiques. L'analyse théorique du schéma modal d'un système constitué de deux cordes est confirmée par les résultats d'une analyse modale expérimentale. La réponse temporelle du système à un pincement est simulée à l'aide d'une superposition modale. La synthèse sonore obtenue met en évidence un phénomène de battement caractéristique des vibrations par sympathie.

## **REPRESENTATIONS PARCIMONIEUSES STRUCTUREES : APPLICATION A L'INDEXATION AUDIO**

Pierre Leveau

*Laboratoire d'Acoustique Musicale / Ecole Nationale Supérieure des  
Télécommunications, Paris*

Les représentations du signal utilisées dans les tâches d'indexation audio sont en général de simples transformations orthogonales (STFT, MDCT, etc...). Bien que certaines structures apparaissent sur leurs visualisations (transitoires percussifs, partiels visibles sur un spectrogramme), elles ne sont pas extraites dans la majorité des algorithmes d'extraction de paramètres haut-niveau tels que les notes (transcription automatique, détection de tempo), ou dans la séparation de sources. Or de telles structures sont pertinentes d'un point de vue perceptif ou signal (sinusoïdes ou ondelettes), également quand on s'intéresse à la production des sons par les instruments de musique. Notre objectif est donc d'obtenir une représentation orientée objet du signal, montrant ces structures, qui serait intermédiaire entre le signal audio et une représentation plus haut-niveau de type MIDI, par exemple. Une telle représentation aura l'avantage de simplifier le substrat des diverses extractions d'information (automatique ou non), et permettra d'effectuer très facilement des traitements audio de type pitch-shifting de certaines notes dans un flux audio continu, time stretching différencié sur transitoires et parties harmoniques, etc... Pour extraire ces structures intermédiaires, de nombreux algorithmes ont été développés. Nous avons choisi de nous baser sur des méthodes dérivant du Matching Pursuit, procédure itérative permettant de décomposer un signal selon ses composantes significatives, choisies parmi un dictionnaire redondant d'atomes (par exemple ondelettes + sinusoïdes), puis structurées en fonction d'hypothèses spécifiques au signal musical (suivi de partiels, corrélation entre les coefficients d'ondelettes selon les échelles...).

## **INFLUENCE DE LA FORME ET DU MATERIAU DANS LA REPRODUCTION SONORE PAR UN HAUT-PARLEUR**

Nicolas Quaegebeur

*Ecole Nationale Supérieure de Techniques Avancées, Paris*

La modélisation la plus utilisée en électroacoustique repose sur la théorie de Thiele & Small qui n'est valable que dans un domaine d'amplitudes et de fréquences donné. En effet, cette analyse se limite au régime linéaire et suppose un déplacement uniforme de la membrane. Afin d'étendre la bande passante d'étude, il est intéressant d'observer le comportement de la membrane au delà de la limite de fonctionnement piston plan par une

analyse expérimentale et numérique des modes de la membrane. Une modélisation plus fine incluant les propriétés mécaniques et les paramètres de forme de la membrane permet de prédire le comportement vibratoire de la membrane dans une gamme de fréquence bornée par le nombre de modes à considérer. Ensuite, par résolution de l'intégrale de Rayleigh, on aboutit à une modélisation du champ de pression sonore pour un haut-parleur dans un écran infini. Cette modélisation est confrontée à des mesures expérimentales de directivité. On aboutit à la conclusion que les modes de la structure ont une influence en régime linéaire et non-linéaire. Cela se traduit au niveau spectral par une élévation du niveau sonore et des harmoniques au passage par les fréquences propres de la structure et au niveau spatial par une modification du diagramme de directivité.

## **SUIVRE UN MESSAGE VERBAL SANS ATTENTION**

Marie Rivenez

*Laboratoire de Psychologie Expérimentale, Paris*

De nombreuses recherches montrent que la capacité à sélectionner et suivre un message verbal, parmi d'autres messages, est largement améliorée lorsque le message à suivre a une localisation, une hauteur tonale ou un timbre différents de celui des autres messages. Dans cette étude, nous cherchons à savoir s'il est possible de suivre un message dans le temps sans y porter notre attention et si les indices de ségrégations peuvent aider les auditeurs. Nous avons développé un paradigme dans lequel les sujets devaient détecter un mot cible, appartenant à une certaine catégorie, présenté rapidement dans une liste de mots, dans l'oreille focalisée. Dans l'oreille non focalisée, des séries de phrases étaient présentées, certaines contenant une amorce de répétition, présentée juste avant la cible. L'effet d'amorçage trouvé devait témoigner de la capacité des auditeurs à suivre le message non sélectionné. Nous avons manipulé les relations de hauteur tonale (en changeant la fréquence fondamentale, F0) et de timbre (en changeant la longueur de tractus vocal, TV) entre les deux messages. Les résultats montrent un effet d'amorçage significatif uniquement lorsqu'au moins un indice de ségrégation est présent (F0 ou TV). Nous avons tenté de généraliser cette conclusion à une situation à multiples locuteurs en ajoutant un autre message dans l'oreille focalisée (les trois messages avaient tous une F0 et un TV différents). Nous n'avons pas trouvé d'effet d'amorçage, ce qui suggère que les auditeurs sont capables de suivre un message non sélectionné mais que cette aptitude est sensible aux propriétés perceptives ainsi qu'au nombre de messages co-occurents.

## **DESIGN DES AMBIANCES SONORES DANS LES GARES**

Julien Tardieu

*Institut de Recherche et Coordination Acoustique Musique / SNCF, Paris*

Depuis de nombreuses années la SNCF travaille sur le confort acoustique des usagers dans les gares en développant des solutions pour améliorer l'intelligibilité des annonces diffusées par la sonorisation. Aujourd'hui, l'enjeu est l'amélioration de l'usage des gares c'est-à-dire de l'interaction entre les usagers et la gare. L'objectif de la thèse est d'améliorer l'usage d'une gare par son ambiance sonore. De cet objectif découlent plusieurs sous questions : qu'est-ce que l'ambiance sonore d'une gare ? comment améliorer l'usage d'une gare ? comment le faire avec l'ambiance sonore ? Pour répondre à ces questions, le travail se divisera en 5 grandes parties.

- 1- Etude des gares existantes afin de définir l'ambiance sonore des espaces qui composent une gare et la façon dont les gens les perçoivent.
- 2- Analyse des trajets voyageurs pour identifier les obstacles rencontrés par les usagers lors de leurs parcours.
- 3- Ecriture du cahier des charges pour le designer sonore.
- 4- Proposition de solutions répondant au cahier des charges.
- 5- Validation perceptive et ergonomique de ces solutions.

Le poster présentera les différentes étapes de la méthodologie mise en œuvre ainsi que les premiers résultats obtenus.



## Session 3

### **AUDITION SPATIALE ET TECHNIQUES BINAURALES : RECHERCHE D'ADAPTATION INDIVIDUELLE DU RENDU SONORE**

Alan Blum

*Laboratoire d'Informatique pour la Mécanique et les Sciences de l'Ingénieur, Orsay*

Les techniques de spatialisation sonore binaurales s'attachent à reproduire, aux oreilles de l'auditeur, les indices acoustiques exploités par le système auditif pour la localisation sonore, indices réunis dans les fonctions de transfert acoustiques connues sous l'acronyme HRTF (Head Related Transfer Function). L'un des enjeux de ces techniques est l'individualisation des HRTF : celles-ci sont dépendantes de notre morphologie (diffraction des ondes sonores sur la tête, le torse, les oreilles) et leur mesure est une opération très coûteuse. L'objectif est de valider un modèle paramétrique du pavillon de l'oreille pour le calcul numérique des indices acoustiques par la méthode des éléments de frontière (BEM, pour Boundary Element Method, en anglais). Ce modèle doit servir à relier les données de type "morphologique" et "signal". Grâce à cet outil, nous espérons pouvoir identifier des paramètres pertinents, en termes perceptifs, pour la localisation auditive. En guise de préambule à cette étude, nous présenterons nos précédents travaux sur l'audition binaurale, notamment avec une expérience en situation réelle et sur une large audience, menée en collaboration avec Antoine Gonot, en thèse à France Telecom R&D Lannion, et proposée durant une performance de l'association OmniHead ([www.omnihead.com](http://www.omnihead.com)) utilisant l'enregistrement binaural.

## **DEFINITION DES REGLES PERCEPTIVES ET ERGONOMIQUES D'UTILISATION DU SON 3D DANS LES SERVICES TELECOMS**

Antoine Gonot

*France Telecom R&D, Lannion / Laboratoire d'Informatique pour la Mécanique et les Sciences de l'Ingénieur*

Les technologies de spatialisation sonore sont intégrées ou, pour certaines, prêtes à l'être, sur différents supports : ordinateurs grand public, ordinateur de poche, téléphones mobiles et home cinéma. Dans de tels contextes, utilisateurs, auditeurs ou spectateurs se doivent d'analyser une scène complexe constituée de quantités d'«objets» de nature diverse. La communication Homme Machine peut être le fruit d'interactions multimodales, notamment sonores et visuelles, et la mobilité, sans cesse accrue, des dispositifs d'accès à l'information complexifie toujours plus la cohabitation des espaces virtuels et réels. Nous pouvons, par exemple, nous interroger sur le devenir de la perception des sons émis dans un espace 3D lorsque ceux-ci sont associés à une image 2D, ou bien encore lorsque celle-ci est perturbée par différents types de stimulations externes de l'environnement réel. Nous espérons alors mettre en valeur certaines règles ergonomiques, notamment en terme d'utilisabilité des interfaces, applicables particulièrement aux domaines du jeu vidéo et des icônes sonores pour les mobiles. En guise de préambule à nos futurs travaux de recherches, nous présenterons une expérience de réalité mixte\* auditive menée, en collaboration avec Alan Blum, en thèse au LIMSI-CNRS, créant une illusion sonore durant un spectacle, au moyen d'enregistrements en binaural.

(\*) Le terme générique "réalité mixte" fait référence à une sous-classe des technologies de Réalité Virtuelle qui implique la fusion des mondes réels et virtuels.

## **ETUDE COUPLEE VIBROACOUSTIQUE ET PERCEPTION DU BRUIT RAYONNE A L'INTERIEUR D'UNE RAME DE TRAIN**

Emmanuelle Guibert

*Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique, Marseille*

Cette étude est menée au LMA (Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique), sous la direction de Dominique Habault et de la Direction de la Recherche et de la Technologie de la SNCF. Elle a pour objectif de comprendre, de mesurer et de hiérarchiser l'influence sur la perception auditive des paramètres physiques du rayonnement acoustique basses-fréquences à l'intérieur d'une voiture de TGV (Train à Grande Vitesse). Les principaux éléments à prendre en compte sont les sources sonores, les propriétés mécaniques et acoustiques de la structure vibrante, la

transmission par les parois, le rôle des matériaux absorbants ou non, les types de structures géométriques de la voiture et le ressenti d'auditeurs placés à l'intérieur. Le travail comprendra des simulations numériques, des campagnes de tests in situ, en chambre anéchoïque ainsi que des tests psychoacoustiques. Tous ces renseignements pourront alors être utiles pour simplifier et maîtriser entièrement un outil numérique de modélisation adapté. Ce travail touche donc le domaine plus général de l'acoustique des habitacles, de sa modélisation à son contrôle ainsi que la réduction du bruit intérieur de véhicules.

## **SEGREGATION DE SEQUENCES DE VOYELLES CHEZ LES NORMO-ENTENDANTS ET LES MALENTENDANTS**

Étienne Gaudrain

*Laboratoire de Neurosciences et Systèmes Sensoriels, Lyon*

Les mécanismes impliqués dans la séparation perceptive d'un locuteur parmi d'autres sont encore largement méconnus. En outre, plusieurs études ont montré que les malentendants présentaient des difficultés particulières dans ce genre de situations. Selon une approche psychoacoustique, la séparation perceptive consiste en des mécanismes de ségrégation en flux auditifs qui sont simultanés ou séquentiels. Les études portant sur ces derniers chez les malentendants indiquent que la perte auditive s'associe à un déficit d'aptitude à la ségrégation de flux. Ceci pourrait permettre d'expliquer les difficultés vécues par ces personnes en environnement bruyant. Cependant, les conclusions de ces études qui mettaient en oeuvre des sons purs ou des sons complexes, sont difficiles à généraliser au cas de la parole. La présente étude vise à étudier les performances de ségrégation séquentielle de parole chez les normo-entendants et les malentendants. Les expériences effectuées ont consisté en la présentation répétitive de séquences composées de six voyelles artificielles alternativement prononcées par deux locuteurs. Une mesure objective de l'état de ségrégation a été obtenue en demandant aux sujets de répéter les six voyelles dans le bon ordre, tâche impossible lorsque deux flux auditifs sont perçus. Les résultats seront discutés selon l'âge et la perte auditive des sujets.

## **APPRENTISSAGE DE DICTIONNAIRE POUR LA DESCRIPTION ET LA SEPARATION DE SIGNAUX SONORES**

Sylvain Lesage

*Institut de Recherche en Informatique et Systèmes Aléatoires, Rennes*

En traitement du signal, afin d'extraire les informations concernant la fréquence d'un signal, on utilise classiquement la transformée de Fourier. En découpant le signal en trames recouvrantes, et en effectuant la transformée de Fourier discrète de ces trames, on obtient le spectrogramme qui représente l'évolution du contenu spectral au cours du temps. La transformée de Fourier d'une trame peut être vue comme une combinaison linéaire de cosinus purs. Le "Sparse Coding" (décomposition parcimonieuse) vise à adapter la transformation, en cherchant les "bouts de signaux" (atomes) les plus fréquents dans le signal. Le signal est alors la superposition de seulement quelques atomes, qui ont un sens physique réel. Le nombre d'atomes sous-jacents au signal n'ayant pas de raison d'être limité à la dimension d'une trame, une extension consiste à estimer

un ensemble d'atomes plus grand que la dimension, que l'on appelle dictionnaire redondant. La transformation n'est alors plus unique, et on choisit la décomposition la plus parcimonieuse (qui active le moins d'atomes). On présentera ici l'intérêt d'un tel formalisme pour l'analyse de signaux, le codage, et son adaptation pour la séparation de sources sonores.

## **MODELISATION DE L'EFFET DE LA CHARGE DES CORDES SUR LES TABLES D'HARMONIE : SYSTEME SIMPLE EN DYNAMIQUE NON-LINEAIRE**

Adrien Mamou-Mani

*Laboratoire de Modélisation en Mécanique / Laboratoire d'Acoustique Musicale, Paris*

Un des savoir-faire des facteurs d'instruments à cordes liés aux tables d'harmonie est la "mise en charge". Cette étape, que l'on retrouve aussi bien dans la fabrication d'instruments tels que des violons et des pianos, a des effets encore mal évalués, tant d'un point de vue mécanique qu'acoustique. Le travail entrepris tente de modéliser ces effets. Une première étape porte sur l'étude d'un système à un degré de liberté constitué de deux barres. Des calculs antérieurs ont établi le comportement de ce système dans diverses géométries. Le présent travail prolonge ces résultats par la prise en compte d'une précontrainte dans les barres (due à une charge statique). La précontrainte modifie sensiblement à la fois la résonance non-linéaire et la richesse spectrale des réponses vibratoires. Cette étude montre que la fabrication des tables d'harmonie induit des non-linéarités géométriques intéressantes quant à la production sonore.



# Session 4

## **IMPLANTS COCHLEAIRES ET MUSIQUE**

Idrick Akhoun

*Laboratoire de Neurosciences et Systèmes Sensoriels, Lyon / Cochlear co*

L'objectif est d'étudier l'encodage neuronal cochléaire au moyen des Potentiels évoqués électriques précoces en réponse à des signaux de parole, puis de musique. Cette réponse se traduit par un message nerveux formé par un train de potentiels évoqués auditifs précoces (PEAP). Les PEAP sont recueillis par électroencéphalogramme sur un dispositif présent à l'hôpital Édouard Herriot (Lyon 3<sup>ème</sup>). Ces stimuli seront de différents types. Dans un premier temps, nous allons commencer par approfondir la méthode de recueil des PEAP en reproduisant l'étude menée par Kraus. [Kraus, 2004] Dans son travail, elle a utilisé des signaux de parole en guise de stimuli. Il s'agissait de phonèmes simples de type [da]ou [ta] ou de voyelles longues de type [aaa.]. Cette étape instrumentale nous semble fondamentale. Elle sera associée à la structure acoustique des signaux concernés. Ensuite, nous envisagerons des stimuli musicaux (sons brefs provenant d'un instrument de musique). Les premières expérimentations seront menées sur des personnes normo-entendantes, puis sur des patients implantés. Par la suite, il sera intéressant de voir comment introduire des résultats dans les stratégies de codage de l'implant pré-existantes pour restituer le plus d'information possible sur la hauteur des sons.

## **DE LA PHYSIQUE AU TIMBRE : APPLICATIONS AU CONTROLE INSTRUMENTAL ET A L'INTERPRETATION MUSICALE**

Mathieu Barthet

*Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique, Marseille*

La synthèse d'instruments de musique par modèle physique, adaptée au contrôle gestuel et au temps réel, représente un nouveau moyen d'établir des relations entre la physique de l'instrument et la perception des sons engendrés. Les enjeux visés dans ce projet sont d'abord de mieux

caractériser l'influence des paramètres physiques de contrôle d'un instrument de musique sur son timbre, puis de relier le contrôle instrumental à l'interprétation musicale. Cette étude s'appuie sur les modèles de synthèse d'instruments auto-oscillants développés au LMA, notamment celui de la clarinette. Nous procéderons dans un premier temps au calibrage de ce modèle dans le but d'établir une adéquation entre l'instrument virtuel et l'instrument réel. En faisant varier deux paramètres de contrôle spécifiques à la clarinette (la pince et la pression) pour une hauteur donnée, nous mettrons en évidence des modifications fines de son timbre. L'analyse des signaux permettra d'identifier et de caractériser les phénomènes physiques impliqués dans ces changements de timbre. Nous envisageons par la suite d'appliquer les résultats trouvés à l'interprétation musicale et à la relation instrument/rendu émotionnel (approche perceptive et cognitive).

## **EVALUATION CONTINUE D'UNE SEQUENCE DE SONS ARTIFICIELS**

Emilie Geissner

*Laboratoire Vibrations-Acoustique, Lyon*

En préambule à l'étude perceptive du bruit d'un véhicule de livraison à usage urbain, des travaux préliminaires ont été menés afin d'estimer la précision de la méthode d'évaluation continue. Pour cela, de longues séquences sonores de synthèse sont créées. Elles sont composées d'une part, d'un substrat (bruit de base fluctuant aléatoirement en basse fréquence) et, d'autre part, de brefs événements présentés dans un ordre aléatoire. Douze événements ont été construits à partir de trois sons choisis pour leur caractère désagréable, modulés par quatre types d'enveloppe temporelle. Les séquences ainsi réalisées ont été soumises à des auditeurs dont la tâche fut de relier en permanence la gêne ressentie à la position d'un curseur coulissant sur une échelle graduée. Les trois sons de base ont également été évalués par une méthode classique de comparaison par paires, permettant d'avoir une référence sur la gêne induite. L'analyse statistique des réponses des trente auditeurs a permis de mettre en évidence les limites de la méthode quant à l'évaluation de la gêne d'événements longs. Cependant, les niveaux de gêne observés pour ces trois sons étant similaires à ceux obtenus avec la comparaison par paires, cette méthode est appropriée pour l'évaluation de la gêne de longues séquences sonores.

## **ESTIMATION DES PROPRIETES SPATIALES D'UN CHAMP SONORE PAR UN RESEAU DE MICROPHONES ET APPLICATIONS A LA SPATIALISATION DE SCENES SONORES.**

Simoné Fontana

*Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications, Paris*

Une étape importante dans la mise au point d'un système de spatialisation est le choix d'une représentation du champ sonore. Une représentation qui ne distingue pas explicitement la contribution du champ direct et du champ réfléchi par les parois ne permet pas de contrôler directement les paramètres du champ sonore liés à la salle. Une nouvelle technique de représentation qui tient compte des propriétés de la source et de la salle sera étudiée : elle est basée sur une extension large bande de méthodes de traitement des réseaux de microphones pour l'estimation d'angle et retard telles que Joint Angle Delay Estimation (JADE) et Projection Approximation Subspace Tracking (PAST). Cette méthodologie se propose d'effectuer, outre l'enregistrement du contenu de la scène sonore, une estimation adaptative de la répartition spatio-temporelle du champ dans la salle par l'estimation conjointe de l'angle d'arrivée et du délai de chaque trajet. Cette estimation pourrait fournir une représentation qui met en évidence les trajets de propagation privilégiés, selon un modèle en sources images. Cette représentation pourra ensuite être utilisée pour un encodage spatial du champ sonore (compressé ou non selon des critères psychoacoustiques), pour une restitution réaliste sur réseau d'enceintes.

## **LA RECONSTRUCTION COGNITIVE DE LA PAROLE INVERSEE : ETUDE DE L'INTELLIGIBILITE COMME INDICE D'UNE CAPACITE COGNITIVE HUMAINE**

Claire Grataloup

*Laboratoire Dynamique du Langage, Lyon*

Cette étude avait pour but d'explorer le rôle des connaissances de bas et de hauts niveaux dans la reconstruction de la parole inversée en français chez des sujets normo entendants. L'expérience 1 montre une perte d'intelligibilité lorsque la dégradation de signaux de parole (mots et non-mots) augmente. Les mots font appel aux connaissances lexicales (hauts niveaux) alors que la reconstruction des non-mots se base essentiellement sur les mécanismes sensoriels (bas niveaux). La reconstruction des non-mots présente une extrême variabilité interindividuelle, qui corrèle avec la fonctionnalité du Système Efférent Olivo-Cochléaire Médian (SEOCM) des sujets (Expérience 2). Une étude électrophysiologique (Expérience 3) vient compléter ces données. A chaque présentation d'un signal de parole inversé, nous observons une MMN (dont l'amplitude ne dépend pas du

niveau de dégradation) et une onde négative frontale plus tardive (N600) qui apparaît seulement pour les niveaux de dégradation les plus forts. L'ensemble de l'étude met en évidence une importante variabilité interindividuelle pour la reconstruction de la parole inversée. Au niveau perceptif (non-mots), le SEOCM est responsable de cette variabilité ; alors qu'à un niveau plus intégré (mots) des stratégies lexicales semblent pouvoir compenser la faiblesse auditive. L'onde N600 des enregistrements de PE auditifs correspondrait aux efforts de restauration post-lexicale.

## **DESIGN DES SONS ELECTRONIQUES DE L'HABITACLE AUTOMOBILE**

Clara Suied

*Institut de Recherche et Coordination Acoustique Musique / Renault, Paris*

Les interfaces hommes machines (IHM), qu'elles soient visuelles ou sonores, sont de plus en plus nombreuses, notamment dans le secteur automobile, et il devient donc indispensable de les étudier. Cette étude concerne plus particulièrement les IHM sonores. Il s'agit tout d'abord de comprendre quelle est la «fonction» de ces IHM sonores: définir le message à passer, classifier et hiérarchiser ces différentes fonctions. Puis, une étude bibliographique est menée, dans le but de définir ce que peut être une méthodologie a priori de design sonore d'IHM. Le cadre général adopté pour cette étude est la sémiotique ; autrement dit, la science des signes, ou plus exactement, la «science des processus de signification», qui permet d'aboutir à une taxinomie des signes. Pour compléter cette bibliographie, s'ajoutent à cette étude sémiotique premiers travaux de sonification issus de la communauté d'ICAD (International Community for Auditory Display). Une fois ce cadre théorique posé, l'espace des sons possibles est encore vaste ; il est réduit grâce à certaines hypothèses psycho cognitives. Ces hypothèses concernent le lien qui existe entre les paramètres acoustiques des sons et le message qu'ils doivent véhiculer. Plusieurs expériences menées permettent de tester les différentes hypothèses (sémiotique et psycho cognitives).

## **LE DEVELOPPEMENT DU SYSTEME DE MESURE DE L'EMISSION OTOACOUSTIQUE**

Raghida Traboulsi

*Laboratoire de Biophysique Sensorielle, Clermont-Ferrand*

Les otoémissions acoustiques sont des sons (spontanés ou en réponse à une stimulation acoustique) de faibles intensités émis par la cochlée. Il est possible de les enregistrer, ainsi que leur produit de distorsion (DPOAE), au niveau du conduit auditif externe. Il existe une relation entre la

pression intracrânienne (PIC) et la pression intra-cochléaire. Tout changement du signal de DPOAE sera le reflet d'un changement de PIC. L'objectif du développement d'un système de mesure des DPOAE est de simplifier, d'automatiser la mesure non invasive de la PIC tout en évitant les risques des méthodes couramment utilisées en neurologie. Nous avons tout d'abord réalisé un sous-programme permettant la synchronisation, l'acquisition des données, le contrôle du module externe puis le traitement du signal acquis. Des méthodes de traitement de signaux ont ensuite été appliquées : représentations des signaux de DPOAE par la transformée de Fourier à fenêtre glissante, méthodes bilinéaires telles que la distribution de Wigner-Ville, le pseudo Wigner-Ville, le Choi-Williams, ainsi que des méthodes linéaires (filtre AR, filtre de Kalman). Finalement, l'application de nouvelles méthodes de traitements de signaux sur le signal de DPOAE permettra d'améliorer la résolution, le rapport signal-bruit ainsi que l'extraction de nouveaux paramètres pouvant servir au diagnostic.



## Session 5

### **PREVENTION PAR CONTROLE ACTIF MULTI-REFERENCES DES TROUBLES AUDITIFS CHEZ LES OPERATEURS DE CENTRALES D'APPEL TELEPHONIQUE**

Aurélie Boudier

*Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique, Marseille*

Le bruit d'ambiance dans les centrales d'appel téléphonique pousse les opérateurs à monter le niveau de leurs écouteurs au-delà des limites raisonnables pour l'oreille. Une atténuation significative de ce bruit de fond par contrôle actif semble possible car les opérateurs portent un casque avec un haut-parleur près de l'oreille. Toutefois sur un plateau d'appel, les sources de bruit (i.e. principalement les conversations des autres opérateurs) sont nombreuses, instationnaires et peu prédictibles, ce qui rend difficile pour un contrôle large bande l'identification du bruit incident et le calcul des signaux de commande pour l'annuler. Un dispositif imaginable consiste à entourer un opérateur de plusieurs microphones de référence pour détecter les bruits incidents ; avec ce dispositif et dans ce contexte des centrales d'appel, le sujet proposé est l'étude, la mise en oeuvre et l'évaluation des performances d'algorithmes adaptatifs multi-références pour traiter un contrôle actif du bruit large bande en provenance de sources multiples.

### **ERGONOMIE DES SYSTEMES D'ALARME EN BLOC OPERATOIRE**

Léonore Bourgeon

*Institut de Médecine Aéronautique du Service de Santé des Armées, Paris*

La multiplication des alarmes auditives en salle d'opération ont engendré de nombreux problèmes concernant leur utilisation et notamment l'ambiance sonore contraignante qu'elles engendrent : fréquence élevée et grande variété de signaux sonores, caractère strident des sons, difficulté d'identification de la nature du signal. Des observations ont été réalisées dans trois hôpitaux lors de 16 interventions chirurgicales, afin de mettre en évidence des stratégies de gestion des alarmes et de décrire le

panorama des signaux sonores en salle d'opération. Trois stratégies ont été mises en évidence caractérisées par : la recherche d'une ambiance sonore calme, un besoin d'informations auditives continues concernant l'état du patient et enfin une faible confiance accordée aux systèmes d'alarmes. Les panoramas des signaux sonores qui en découlent sont différents, mais également d'un hôpital à l'autre. Ainsi, l'hôpital A connaît une part élevée d'un signal particulier à son matériel, redondant à une information visuelle. Ce résultat montre la tendance des concepteurs à toujours augmenter le nombre de signaux, sans toutefois les adapter aux besoins réels des opérateurs. Aussi, il semble nécessaire de proposer des informations auditives continues adaptées aux besoins des opérateurs, qui entraîneraient une réduction des alarmes auditives, respectant ainsi les différentes stratégies observées.

## **ANALYSE DE CERTAINS PROBLEMES LIES A L'UTILISATION DE LA WAVE FIELD SYNTHESIS DANS DES SITUATIONS DE CONCERT**

Terence Caulkins

*Institut de Recherche et Coordination Acoustique Musique, Paris*

La Wave Field Synthesis (WFS) constitue un moyen de reproduire des champs sonores tridimensionnels sur une zone étendue. Au-delà de l'étude des moyens de reproduction audio conventionnels, la recherche menée actuellement à l'IRCAM vise à augmenter le réalisme dans des applications où des musiciens réels vont interagir sur scène avec des sources virtuelles reproduites par WFS. L'enjeu dans une telle situation est de créer des sources virtuelles se comportant de manière la plus proche possible des sources réelles, de manière à obtenir un équilibre naturel entre sources réelles et virtuelles. Le but du travail présenté est de montrer les différences physiques entre des vraies sources sonores et des sources WFS restituées dans le même environnement, considérant successivement les aspects liés au son direct et les aspects liés à l'interaction avec la salle d'écoute. Des méthodes pour prendre en compte et compenser ces différences seront proposées.

## **CONTROLE D'UN MODELE DE CORDE FROTTEE A PARTIR DES PARAMETRES DU GESTE**

Matthias Demoucron

*Institut de Recherche et Coordination Acoustique Musique / Laboratoire d'Acoustique Musicale, Paris*

Le contrôle des modules physiques de corde frottée se fait en général par la donnée de paramètres au point de contact entre la mèche de l'archet et

la corde (vitesse relative, position, force normale), paramètres dont la mesure directe est peu aisée dans la réalité (ou lors du jeu instrumental). On s'intéresse donc à la possibilité de contrôler un tel modèle à partir de certaines mesures relatives au geste de l'instrumentiste. En particulier, la force normale au point de contact joue un rôle primordial dans ces modèles en déterminant la forme de la caractéristique de friction (force tangentielle) entre la mèche et la corde. En nous interrogeant sur les moyens de mesure indirecte de cette force, nous serons amenés à tenter de décrire de quelle manière elle est reliée aux forces appliquées par l'instrumentiste et aux propriétés de l'archet.

## **INFLUENCE DE LA FONCTION TONALE D'UNE NOTE DANS UNE TACHE DE DETECTION D'IRREGULARITE TEMPORELLE**

Géraldine Lebrun-Guillaud

*Laboratoire de Neurosciences et Systèmes Sensoriels, Lyon*

La perception de la musique nécessite le traitement de deux dimensions : la hauteur (relation harmonique entre les notes) et le temps (rythme et métrique). Le but de cette étude est de savoir si la dimension de hauteur influence le traitement de la dimension temporelle. Une tâche de détection d'irrégularité temporelle a été utilisée. Les deux dimensions ont été manipulées dans des séquences de 3 accords suivis de 3 notes. La fonction tonale des 3 notes variait suivant les séquences : elles étaient soit des notes importantes dans le contexte instauré par les 3 accords soit des notes moins importantes. Les séquences étaient jouées régulièrement, seul le moment d'apparition de l'avant-dernière note était manipulé : elle était jouée soit en respectant les intervalles réguliers de la séquence, soit trop tôt (-40 ms), soit trop tard (+40 ms). Les sujets devaient focaliser sur la dimension temporelle et détecter l'irrégularité temporelle d'apparition de l'avant-dernière note, et ignoraient que la dimension de hauteur était manipulée. Si les deux dimensions sont traitées en interaction et non indépendamment, la manipulation de la hauteur devrait implicitement influencer la détection de l'irrégularité temporelle. Les résultats sont en cours d'analyse.

## **ANALYSE GESTUELLE DE COUPS D'ARCHET SUR UN VIOLON AUGMENTE**

Nicolas Rasamimanana

*Institut de Recherche et Coordination Acoustique Musique, Paris*

Nous nous intéressons à la richesse expressive des instruments acoustiques traditionnels, en particulier du point de vue gestuel. Un

"violon augmenté" donnant accès à plusieurs grandeurs physiques a été réalisé : des capteurs sont placés de manière non intrusive sur un archet en fibre de carbone et mesurent l'accélération selon trois dimensions, la position selon deux dimensions. Un tel dispositif permet à la fois d'étudier les techniques de jeu de l'instrument et de les exploiter pour contrôler des processus électroniques. Des enregistrements de violonistes professionnel et amateur ont permis de constituer une base de données gestuelles. L'analyse de ces paramètres montre l'existence de caractéristiques fixes au niveau du maniement de l'archet. Nous présentons l'étude de trois modes de jeu standards du violon, détaché, martelé et spiccato, qui nous a menés à l'élaboration d'un espace bidimensionnel dans lequel ces types de coups d'archet et leurs variations selon la nuance et le tempo peuvent être représentés de manière cohérente.

## **BRUIT ET VOIX : DE L'ADAPTATION AU FORÇAGE VOCAL**

Maëva Garnier

*Laboratoire d'Acoustique Musicale, Paris*

De nombreuses recherches ont porté leur attention sur le bruit et les nuisances sonores, aussi bien du point de vue de leurs mesures acoustiques que de celui de leur évaluation subjective. La plupart de ces recherches s'attachent soit aux descriptions physiques des phénomènes sonores caractérisant les signaux de l'environnement, soit aux effets perçus par des individus isolés dont on recueille les jugements vis à vis des nuisances ressenties. Dans cette étude, nous nous intéressons aux situations de communication, représentant une grande part des situations d'exposition au bruit, notamment en milieu urbain. Notre projet se propose d'étudier la régulation des productions vocales à travers, en particulier, l'analyse acoustique de l'adaptation vocale du locuteur (Effet Lombard, Modifications spectrales de la parole, etc), mais aussi à travers l'analyse des adaptations intonatives, articulatoires et posturales du locuteur. Nous faisons l'hypothèse que selon le type d'environnement, selon l'activité que nous effectuons, selon le type de l'interaction verbale ou encore selon le contexte d'élocution, nous n'allons pas parler de la même façon. Le bruit est envisagé en tant que contexte contraignant des mécanismes d'asservissement et sera donc envisagé à la fois dans ses propriétés physiques que dans les significations que les personnes lui accordent. Sur un autre plan interindividuel, nous espérons pouvoir mettre en évidence différentes « stratégies » d'adaptation des locuteurs à ces diverses situations de communication. Certaines adaptations vocales peuvent en effet conduire à des gestes vocaux inefficaces, voire dangereux pour la santé vocale du locuteur. Nous espérons à l'issue de cette étude acquérir une meilleure compréhension des mécanismes de forçage de la voix, afin de proposer des solutions aux personnes souffrant de ce problème.

## Session 6

### **NOUVELLE METHODE DE DECOMPOSITION GRANULAIRE APPLIQUEE A LA SYNTHESE MICROSONORE**

Charles Bascou

*Gmem, Centre National de Création Musicale, Marseille*

Les stratégies de contrôle de la synthèse granulaire existantes, bien que parfois assez sophistiquées, induisent le plupart du temps une manipulation empirique du matériau sonore. Notre démarche est de se baser sur l'étude préliminaire de sons naturels, afin d'en dégager des lois applicables en synthèse, autrement dit d'élaborer un outil d'analyse/synthèse granulaire. Notre méthode a été imaginée être appliquée à des sons ayant une structure granulaire cohérente, ie. pouvant être représentés comme l'accumulation de grains sonores plus ou moins complexes (par exemple, la pluie vue comme une superposition de sons de gouttes d'eau). La phase d'analyse sous-tend ainsi une décomposition du son naturel en grains sonores élémentaires. Dans cette optique, nous avons étudié l'algorithme "Matching Pursuit" de décomposition sonore sur un dictionnaire de fonctions paramétriques simples. Nous l'avons étendu au domaine spectral pour réaliser une décomposition du son d'après un dictionnaire de fonctions arbitraires, pas nécessairement déterministes. Nous avons notamment évalué les enjeux de la construction d'un dictionnaire adaptatif associé au son analysé. S'en suit une représentation par des lois statistiques de la variabilité paramétrique des grains détectés. Ces lois permettent de contrôler le moteur de synthèse granulaire, ouvrant ainsi la voie à de nombreux traitements sonores, après avoir dégagé des paramètres haut-niveau en relation avec les phénomènes physiques effecteurs du son analysé.

## **ETUDE DES CORRELATS NEUROPHYSIOLOGIQUES CORTICAUX DE LA PERCEPTION DE FLUX SONORES CONCURRENTS PAR ENREGISTREMENTS INTRACEREBRAUX CHEZ L'HOMME**

Aurélie Bidet-Caulet

*Laboratoire Processus Mentaux et Activation Cérébrale, Lyon*

Nous sommes confrontés en permanence à des scènes auditives complexes résultant de l'activité simultanée de plusieurs sources sonores. Nous sommes capables de distinguer chacune de ces sources et de suivre leur émission indépendamment car notre système auditif groupe ou dissocie diverses composantes acoustiques au cours du temps, permettant ainsi la ségrégation de flux sonores concurrents. Cette étude vise à caractériser les mécanismes neuronaux impliqués dans la perception implicite d'un ou de deux flux sonores simultanés, par des enregistrements électrophysiologiques intracérébraux lors de l'évaluation fonctionnelle pré-chirurgicale de patients présentant une épilepsie pharmaco-résistante. Nous avons utilisé l'asynchronie de début pour induire la perception d'un ou deux flux sonores simultanés, chaque flux étant de plus modulé en amplitude à des fréquences différentes (21 ou 29 Hz). Ces flux étaient présentés aux patients au cours d'une tâche de détection de sons brefs distracteurs. Nous avons analysé les réponses électrophysiologiques évoquées transitoires et soutenues, et oscillatoires gamma induites dans différentes aires corticales auditives (gyrus de Heschl, planum temporale et polaire). Nous avons trouvé des activités induites et évoquées focales pour les deux types de perception. Elles augmentent lorsque nous groupons implicitement les éléments acoustiques pour ne percevoir qu'un seul flux sonore.

## **ANNOTATION TEMPS-REEL DE NOTES DANS LES SIGNAUX MUSICAUX**

Paul Brossier

*Queen Mary College, University of London*

Nous présentons un nouveau système pour l'estimation rapide des attributs d'une note musicale à partir d'une source monophonique, sans connaissance du signal a priori. L'annotation se base sur une segmentation temporelle puis sur l'estimation de la fréquence fondamentale. Le système est destiné à l'identification robuste de notes dans des signaux audio variés et complexes, et développé sous la forme d'une librairie de fonctions écrite en C. Une méthode pour l'évaluation des performances est présentée. La portabilité et l'intégration de ces fonctions dans d'autres environnements logiciels sont aussi discutées.

## **EFFETS DE DEGRADATIONS TEMPORELLES D'INDICES ACOUSTIQUES SUR LA PERCEPTION DE LA PAROLE**

Caroline Jacquier

*Laboratoire Dynamique Du Langage, Lyon*

De nombreuses études ont démontré la puissance de la transition formantique comme indice acoustique dans la compréhension de la parole. Selon Tallal (1980), le déficit de traitement phonologique chez les dyslexiques serait le reflet d'un déficit de traitement et d'intégration de l'information linguistique lors de changements acoustiques rapides et brefs telles que les transitions formantiques. Dans une étude de Serniclaes et al. (2001), lors de l'écoute d'un continuum [ba]-[da], les lecteurs normaux présentent une plus grande variabilité dans leurs performances de discrimination que les dyslexiques. On peut alors se demander si des variabilités importantes dans la capacité à traiter ces informations brèves se retrouvent parmi des sujets sans trouble du langage spécifié, et si ces variabilités corrélerent d'une part avec les capacités auditives et d'autre part avec un niveau de lecture. L'expérience présentée porte sur la compression temporelle de la transition formantique dans des non-mots bisyllabiques CVCV construits à partir de quatre occlusives : non voisées /pt/ et voisées /bd/ et de deux voyelles : /i/ et /a/. Nous mettrons en évidence une hétérogénéité des capacités de perception entre les individus sains et montrons comment ces capacités sont liées aux évaluations des processus auditifs et aux performances en lecture.

## **UNE EXPERIENCE DE CONTROLE ACTIF DU BRUIT SUR UN VOLUME SPHERIQUE**

Nicolas Epain

*Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique, Marseille*

Dans les années 90, une technique a été proposée pour réaliser le contrôle actif du bruit sur tout un volume. Cette technique, appelée Boundary Pressure Control (ou contrôle de la pression surfacique), consiste à chercher à annuler la pression mesurée par des microphones disposés le long de la surface délimitant le volume d'intérêt. Le principal problème lié à l'utilisation de cette technique est que théoriquement, elle ne peut fonctionner à certaines fréquences dépendant du volume considéré. De manière à quantifier les performances d'un dispositif utilisant la technique BPC, notamment à ces fréquences problématiques, on a réalisé une expérience de contrôle actif du bruit sur un volume sphérique. La sphère était maillée par une trentaine de microphones de minimisation, au niveau desquels 30 sources acoustiques commandées par deux contrôleurs COMPARS étaient chargées de faire le silence. Le poster illustrera les

résultats obtenus dans plusieurs configurations et leurs implications dans le cadre d'une utilisation de cette technique en reproduction de champs sonores 3D.

## **NOUVEAUX MODES DE STIMULATION DANS LES IMPLANTS COCHLEAIRES**

Olivier Macherey

*Lab. Experimental ORL, KU Leuven, Belgium*

Les implants cochléaires actuels stimulent le nerf auditif par l'intermédiaire de pulses biphasiques modulés en amplitude (phase positive immédiatement suivie d'une phase négative). Des études neurophysiologiques ont montré qu'une stimulation purement monophasique (unique phase positive ou négative) serait plus efficace : réduction des niveaux seuils (pouvant résulter en une plus longue durée de vie des batteries) et plus grande sélectivité (pouvant résulter en une augmentation de canaux de stimulation "indépendants" à l'intérieur de la cochlée). Cependant, la stimulation monophasique est impossible dans les implants cochléaires pour des raisons sanitaires : les pulses utilisés doivent être balancés en charge pour ne pas détériorer les fibres nerveuses. Cette étude s'intéresse à des pulses susceptibles d'offrir les mêmes avantages qu'une stimulation monophasique tout en étant balancés en charge. 4 porteurs de l'implant cochléaire Clarion ont pris part à cette expérience. Des résultats de niveaux seuils, niveaux maximum de stimulation ainsi que des patterns d'excitation seront présentés pour plusieurs formes de pulses notamment pseudo-monophasique (consistant en une seconde phase de moindre amplitude et de durée plus élevée que la première). Ces résultats montrent des différences importantes entre les conditions et suggèrent des alternatives pour le design de nouvelles stratégies de codage dans les implants cochléaires.

## **MESURES ET MODELISATION DU BRUIT ISSU DU SOUFFLE DU MUSICIEN PRESENT DANS LES INSTRUMENTS AUTO-OSCILLANTS A ANCHE SIMPLE**

Jonathan Terroir

*Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique, Marseille*

Dans les instruments à vent, le bruit issu du souffle de l'instrumentiste est une composante importante du son. Dans le cadre de la synthèse, sa prise en compte contribue grandement au réalisme du son obtenu en sortie du modèle. Deux questions se posent alors : 1. Que cherche-t-on à modéliser ? 2. Comment, au vu du modèle que nous avons, prendre en

compte et modéliser cette composante ? L'absence de modèle simple permettant d'obtenir une simulation des phénomènes entrant en jeu lors de la génération du bruit de souffle nous conduit alors, pour répondre à ces questions, à effectuer des mesures expérimentales, nous permettant d'observer les caractéristiques du son réel. Cette même absence de modèle nous force à reproduire le comportement général du modèle par introduction d'un bruit filtré passe-bande dépendant des valeurs prises par les paramètres de contrôle, modèle extrêmement simplifié du bruit de souffle du musicien.



## Session 7

### **REHAUSSEMENT DE LA PAROLE PERTURBE PAR DES BRUITS CONVOLUTIFS ET ADDITIFS**

William Bobillet

*Laboratoire d'Automatique Productique et Signal, Bordeaux*

L'objet de notre étude est de rehausser un signal de parole capté par deux microphones, en prenant en compte l'acoustique de la salle dans laquelle se trouve le locuteur. Pour cela, nous supposons que le signal capté par chaque microphone résulte d'un filtrage à Réponse Impulsionnelle Finie (RIF) du signal source et qu'il est perturbé par un bruit additif. Notre approche opère en deux étapes. Dans un premier temps, on estime les variances des bruits additifs et les réponses impulsionnelles des filtres en tirant profit des propriétés de la matrice d'autocorrélation des sorties des filtres RIF (notamment, les informations contenues dans son noyau). Puis, le signal source est estimé au sens des moindres carrés ou du minimum de variance. Il est à noter que, dans le cas de bruits additifs blancs, cette méthode ne nécessite pas de détecteur d'activité vocale pour estimer les variances. Le travail est mené en collaboration avec l'équipe du Professeur Guidorzi du département d'électronique, informatique et systémique de l'Université de Bologne (Italie).

### **SYNTHESE BINAURALE : MIEUX COMPRENDRE L'ITD**

Sylvain Busson

*France Telecom R&D, Lannion / Institut de Recherche et Coordination Acoustique Musique*

La synthèse binaurale est la technique de spatialisation sonore la plus proche de l'écoute naturelle. Elle est basée sur le filtrage des sons par des filtres reproduisant le codage acoustique induit par le corps de l'auditeur et décrit par les HRTF (Head Related Transfer Function). Dans le traitement, on distingue couramment les informations temporelles, correspondant aux différences interaurales de temps ou ITD (Interaural Time Difference), des informations fréquentielles. La présente étude se

focalise sur l'ITD, reconnu comme le premier indice de localisation, notamment pour la latéralisation des sources sonores. Le premier point concerne l'estimation de l'ITD à partir des HRTF. Il existe différentes méthodes d'estimation. On montrera que leurs résultats convergent pour les positions frontales, mais qu'ils diffèrent sensiblement pour les positions latérales. Le second point étudié porte sur l'individualisation de l'ITD. Après avoir analysé les différences individuelles, notamment les variations sur les cônes de confusion, on présentera un modèle analytique de calcul de l'ITD. Finalement, l'étude sera replacée dans le contexte perceptif avec deux tests psycho-acoustiques: l'un visant à évaluer le seuil de tolérance des auditeurs sur la valeur de l'ITD, le second test cherchant à déterminer les valeurs d'ITD permettant d'obtenir une latéralisation cohérente avec une écoute naturelle.

## **LA CLARINETTE ET LE CLARINETTISTE : INFLUENCE DU CONDUIT VOCAL SUR LA PRODUCTION DU SON**

Claudia Fritz

*Institut de Recherche et Coordination Acoustique Musique, Paris*

Dans le modèle classique de la clarinette, seul le résonateur du corps de l'instrument est couplé non-linéairement au système excitateur qu'est l'anche. Dans notre étude, un autre résonateur est pris en compte, le conduit vocal du musicien, en série avec la clarinette. Une série de mesures de l'impédance du conduit vocal, sur une vingtaine de clarinettistes australiens, a permis de constituer une base de données pour les simulations numériques et de tirer quelques conclusions qualitatives (grande variabilité entre les musiciens, stabilité de l'impédance sur l'ensemble du registre en mode de jeu normal, importantes variations pour des "effets spéciaux"). L'étude théorique analytique et numérique des effets de deux configurations de conduit vocal très différentes (correspondant aux sons "i" et "ah") dans la production du son a permis de montrer la complexité du problème. Les simulations sont mises en regard avec l'étude expérimentale réalisée sur une bouche artificielle avec conduit vocal. Celle-ci a permis d'évaluer expérimentalement les effets des deux configurations "i" et "ah". Ces effets dépendent souvent de la configuration du conduit vocal, mais ne sont pas toujours corrélés à la théorie ni à l'opinion des clarinettistes.

## **ETUDE PAR TOMOGRAPHIE PAR EMISSION DE POSITONS (TEP) DES INTERACTIONS VISUO-AUDITIVES CHEZ L'IMPLANTE COCHLEAIRE**

Sébastien Lagleyre

*Centre de Recherche Cerveau et Cognition, Toulouse*

Nous proposons d'évaluer en imagerie TEP les modifications sous jacentes des circuits neuronaux impliqués dans la récupération fonctionnelle de sujets sourds équipés unilatéralement d'implant cochléaire, notamment les interactions entre les aires visuelles et auditives. Objectif principal : analyse descriptive en TEP des aires cérébrales stimulées chez le sujet sourd puis implanté cochléaire en se focalisant sur les aires visuelles, auditives, linguales et associatives. Objectif secondaire : établir les corrélations au cours du temps entre les modifications des aires cérébrales et la discrimination. Résultats attendus : Activation progressive des aires auditives, associatives et du langage, et modification de l'activation des aires visuelles et associatives proportionnelle à la réactivation auditive. Phases de réalisation : Etude pilote sur 1 an, ouverte, longitudinale, non randomisée, sans bénéfice individuel direct sur vingt patients adultes ayant une surdité neurosensorielle bilatérale acquise, implantés cochléaires. Deux examens TEP seront faits en post-implantation en corrélation avec l'amélioration de la compréhension vocale.

## **ETUDE THEORIQUE ET "IN-VITRO" DES INTERACTIONS FLUIDE-PAROIS DANS LE CONDUIT VOCAL. MODELISATION MECANIQUE ET AEROACOUSTIQUE DE LA PAROLE**

Nicolas Ruty

*Institut de la Communication Parlée, Grenoble*

Les cordes vocales ainsi que les articulateurs mous de la parole (la langue et les lèvres), sont soumis non seulement à l'action des forces musculaires et aux contraintes apportées par les autres articulateurs, mais aussi aux forces de pression de l'air circulant dans le conduit vocal. Ces interactions fluide-parois peuvent être cruciales lors de production des sons voisés. L'intérêt d'étudier ces phénomènes est donc évident. Plusieurs aspects de la phonation sont étudiés. Le premier aspect est l'étude des pressions de seuils d'oscillation, c'est à dire les pressions subglottiques nécessaires à la mise en auto-oscillation des cordes vocales. Une telle étude nécessite la mise en oeuvre d'un banc expérimental visant à reproduire les comportements observés "in-vivo". Ainsi, nous disposons d'une maquette déformable de cordes vocales, qui couplée à un réservoir de pression (modélisant les poumons) et à différents types de résonateurs acoustiques permet d'obtenir, dans différentes configurations, des oscillations auto-entretenues. Des modèles mécaniques de cordes vocales sont ensuite

établis. Ces modèles, à faibles degrés de liberté, sont un bon compromis entre réalisme et temps de calcul. Ils sont ensuite couplés à des équations d'écoulement fluides et des équations de propagation acoustique. Une analyse linéaire de stabilité permet alors d'obtenir les pressions de seuil d'oscillation et les fréquences fondamentales des oscillations. Les résultats théorique et expérimentaux sont alors comparés. L'influence de paramètres tels que le couplage acoustique, les pertes de charge dû à l'inertie ou à la viscosité de l'écoulement, est alors étudiée. Le second aspect est plus orienté vers la dynamique des mouvements des cordes vocales lors de leurs auto-oscillations. Ainsi, grâce au banc expérimental auquel vient s'ajouter un système de visualisation, les mouvements de la source glottique sont analysés. On peut ainsi connaître l'influence de phénomènes tels que la collision des cordes vocales sur le signal acoustique de parole. On sait notamment que cette collision entraîne l'apparition de hautes fréquences qui semblent être déterminante pour ce qui concerne la retranscription du caractère naturel de la voix en synthèse de parole. Les applications de ces travaux sont multiples tant dans le domaine des pathologies que dans celui de la synthèse de différents types de voix (voix chantées, voix d'homme, femme ou enfants).

## **APPORTS D'UNE REPARTITION CO-AXIALE DES HAUT-PARLEURS D'UNE SOURCE AUDIO HI-FI**

Hmaied Shaiek

*Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications de Bretagne /  
Cabasse, Brest*

Du fait qu'il n'existe aucun haut-parleur capable de reproduire l'intégralité du signal audio [20-20000Hz], ce dernier est généralement restitué via 2, 3 voir 4 transducteurs. Souvent, les voies complémentaires d'une source audio présentent une répartition quasi-plane qui les met à des distances différentes d'un observateur M quelconque du local d'écoute. Les signaux qui se superposent en ce point ne sont donc pas en phase. Classiquement, on pénalise par des retards les voies qui sont en avance de phase. Ces solutions sont locales et se voient leurs performances se dégrader dès que le point M, cible de la correction, change de position. La solution que nous proposons ici, est l'utilisation d'une source dont les haut-parleurs sont co-axiaux et quasi-plans. Cette solution originale, essaye dans la pratique d'approcher une source acoustique de référence dont la réponse impulsionnelle en espace libre est complètement optimisée (sinus cardinal). Si de plus, les différents haut-parleurs sont omnidirectionnels. La compensation des retards axiaux permet au système de restituer des signaux en phase, en tout point M de l'espace 3D. On étudie enfin les performances d'une source co-axiale trois voies : TC22 (Cabasse), et les améliorations possibles à l'aide des techniques de filtrage numérique.

## **INFLUENCE DES CONDITIONS DE MONTAGE D'UN VITRAGE DANS SON CHASSIS SUR LA PERCEPTION DES SONS ENVIRONNEMENTAUX TRANSMIS**

Arnaud Trollé

*Laboratoire des Sciences de l'Habitat / Laboratoire Vibrations Acoustique, Lyon*

Des études récentes ont montré le rôle important de la perception auditive dans l'appréciation des performances acoustiques d'une structure. Notamment, l'évaluation subjective des sons transmis par des éléments d'enveloppe du bâtiment permet de proposer des modifications structurales plus à même d'améliorer le confort acoustique dans les lieux de vie. Cette communication traite de l'influence des conditions de montage d'un vitrage dans son châssis sur la perception de sons environnementaux transmis. Le vitrage, point faible de la façade, agit comme un filtre vis-à-vis des nuisances extérieures. L'objectif est d'étudier si, parmi des filtres présentant des performances acoustiques équivalentes, certaines conditions de montage peuvent être plus adaptées d'un point de vue qualitatif à une situation sonore donnée. L'enregistrement binaural d'un bruit environnemental (bruit d'avion, bruit de trafic urbain) est convolué à la réponse impulsionnelle des différents filtres, les stimuli ainsi créés sont soumis à un test de perception. Pour chaque source de bruit environnemental, les différents vitrages sont donc qualitativement évalués. Au cours de la communication, il sera présenté les résultats issus de l'analyse physique couplée à l'analyse des jugements de dissimilarité et de préférence exprimés par les auditeurs.



## Session 8

### **MODELES PHYSIQUES DE ANCHE DOUBLE ET SYNTHESE SONORE**

André Almeida

*Institut de Recherche et Coordination Acoustique Musique, Paris*

Les instruments à anche double, tels que les hautbois et les bassons, ou d'autres exemplaires provenant de la musique traditionnelle ou ancienne, présentent toujours des difficultés en terme de sa modélisation physique. L'un des plus grands inconnus dans cet instrument est représenté par son excitateur, l'anche double. Le principe de fonctionnement de ce type d'excitateur est pourtant très proche de l'anche simple du clarinette (par exemple) dont le comportement peut être simulé avec des modèles très simples de mécanique et d'écoulement. Nous avons mené un travail expérimental assez étendu pour essayer de combler une méconnaissance de l'anche double qui reste évidente dans la littérature. Des observations et des mesures sur l'écoulement, et sur le comportement dynamique de l'anche permettent de se faire une idée plus précise du fonctionnement de l'anche. En appliquant ces résultats à un modèle physique, nous proposons un nouveau synthétiseur par modèle physique de hautbois et de basson.

### **UTILISATION DE LA PHASE POUR L'AMELIORATION DE LA LOCALISATION TEMPORELLE ET FREQUENTIELLE DE L'ANALYSE SPECTROGRAPHIQUE**

Valentin Emiya

*Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications / Laboratoire PHASE, Paris*

La transformée de Fourier à court terme est connue pour être une représentation redondante, très utilisée en analyse du signal audio parce qu'elle localise l'information en temps et en fréquence. Toute l'information est conservée mais sa représentation trouve toutefois ses limites dans le compromis temps-fréquence issu de la relation d'Heisenberg. On s'intéresse à des signaux à composantes localement sinusoïdales et

séparées, analysées par la TFCT sous-échantillonnée. L'énergie est re-localisée avec précision selon les dimensions fréquentielle et temporelle grâce à l'utilisation de la fréquence instantanée et du retard de groupe, issus de la phase de la TFCT. Le point de vue théorique et algorithmique ainsi que des exemples sonores seront présentés de manière à situer cette problématique dans le cadre d'analyses spectrographiques. On détaillera le rôle de la longueur de la fenêtre d'analyse choisie et l'apport des données issues de la phase pour améliorer la localisation.

## **LA PERCEPTION DE LA VOIX CHUCHOTÉE CHEZ DES SUJETS PORTEURS D'IMPLANTS COCHLEAIRES**

Géraldine Vercherand

*Atelier de Recherche sur la Parole, Paris*

Cette recherche a pour but de parvenir à ce que des personnes sourdes ou malentendantes, parviennent à entendre et comprendre. Car il ne s'agit pas seulement de percevoir des sons, encore faut-il être en mesure de les interpréter. Différents systèmes ont été développés pour palier aux déficits auditifs. Au nombre d'entre eux se trouvent les implants cochléaires qui s'adressent à des patients atteints de surdités profondes. Ces implants, par un traitement complexe, transforment les signaux acoustiques en impulsions électriques. Le dispositif est lourd et ambitieux car il doit remplacer un maillon de la chaîne auditive (l'oreille interne) qui ne fonctionne plus. La transmission du signal est une étape très importante, mais, les impulsions électriques ne sont pas du même ordre que les ondes acoustiques, le traitement de l'information n'est alors plus le même et le comportement des patients par rapport à cela singulier. On a pu remarquer que les sujets implantés comprenaient mieux la voix chuchotée que la voix normale. C'est sur cette observation singulière que se base ce travail. Qu'est-ce que la voix chuchotée a que la voix normale n'a pas et qui permet une meilleure compréhension par des sujets implantés?

## **VERS UNE TYPOLOGIE PERCEPTIVE DES BRUITS INDUSTRIELS**

Guillaume Le Nost

*EDF R&D / Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat, Lyon*

Les installations industrielles sont une source de bruit importante, ce qui peut gêner la population habitant aux alentours, en particulier quand les installations fonctionnent 24h/24 comme c'est le cas pour les sites de production d'électricité d'EDF. Afin d'étudier l'impact environnemental du bruit de sources industrielles permanentes, une première étape consiste à

établir par un test d'écoute une typologie de ces sources de bruit telles qu'elles sont réellement perçues. Pour synthétiser les stimuli de ce test, il a été choisi d'enregistrer les sources de bruit à proximité de celles-ci (afin de bien isoler les sources) et de simuler par filtrage une situation d'écoute à plusieurs centaines de mètres du point d'enregistrement. Une bibliothèque sonore a été constituée, contenant 70 bruits industriels enregistrés en stéréo à proximité des sources de bruit. Elle regroupe des familles de sources industrielles permanentes selon une typologie déterminée auparavant par étude bibliographique. Un logiciel de propagation acoustique est ensuite utilisé pour déterminer des filtres que l'on applique aux enregistrements audio afin de constituer les stimuli pour le test d'écoute. Le protocole d'enregistrement, le processus de création des stimuli, et le premier test de catégorisation libre seront détaillés dans le poster.

## **RESTITUTION D'UN CHAMP PRIMAIRE POUR UNE APPLICATION EN CONTROLE ACTIF**

Maxime Keller

*Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique, Marseille*

Dans le cadre de ma thèse portant sur le contrôle actif du bruit interne des hélicoptères nous avons recours à une maquette pour valider le dispositif de contrôle. Cette maquette permet d'une part de valider les principes physiques, de tester des stratégies de contrôle, et de mener des tests d'acoustique perceptive pour valider l'efficacité du contrôle. L'exposé décrira rapidement le principe du contrôle actif prévu pour l'hélicoptère, la maquette, ainsi que le principe utilisé pour reproduire le champ acoustique primaire (c'est à dire le bruit présent sans contrôle actif) le plus proche possible du bruit réel enregistré dans un hélicoptère.