



Cluster Handicap,  
Vieillessement,  
Neurosciences

**GDR 2493**  
Bruit des Transports

Institut Fédératif des  
*Neurosciences*  
**LYON**



## Programme des Journées fondatrices Perception Sonore.

18-19 janvier 2007, INSA Lyon

**sfa** Société Française d'Acoustique



**CNRS**  
CENTRE NATIONAL  
DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE



**Organisateurs :**

- Le Groupe Perception Sonore de la Société Française d'Acoustique
- L'équipe Cognition Auditive et Psychoacoustique (CAP) de l'UMR 5020

## Programme des Journées fondatrices Perception Sonore

**Dates** : du 18 au 19 janvier 2007.

**Lieu** : INSA Lyon (La rotonde)

**Organisateurs** :

- Le Groupe Perception Sonore (GPS) de la Société Française d'Acoustique (SFA)
- L'équipe Cognition Auditive et Psychoacoustique (CAP) de l'UMR 5020

**Partenaires** : GDR 2493 « Bruit des transports »; Région Rhône-Alpes « Cluster Handicap, Vieillesse, Neurosciences »; Institut Fédératif des Neurosciences de Lyon; société GENESIS; Pôle Rhône-Alpes de Sciences Cognitives (PRASC).

**Comité organisateur** :

- Pour le GPS: N. Grimault, E. Parizet, P. Susini, G. Lemaitre, M. Lavandier, J. Tardieu, S. Meunier, M. Paquier
- Pour l'équipe CAP UMR 5020: N. Grimault, B. Tillmann, F. Perrin

**Contact** : [jps@olfac.univ-lyon1.fr](mailto:jps@olfac.univ-lyon1.fr)

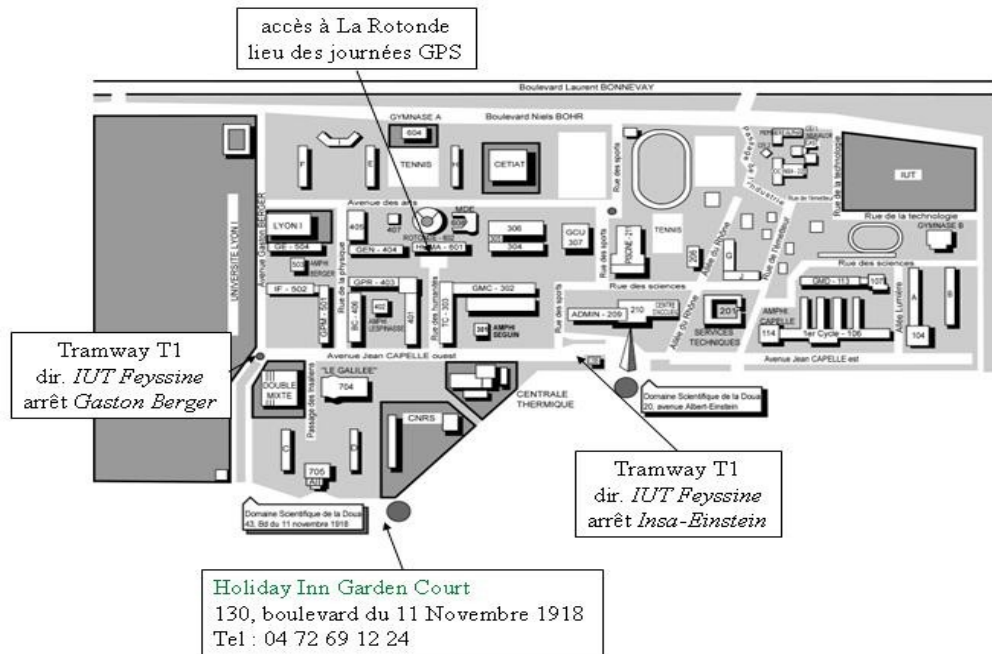
**Inscription gratuite par email à l'adresse** : [jps@olfac.univ-lyon1.fr](mailto:jps@olfac.univ-lyon1.fr)

Dans le but de fédérer les différents domaines scientifiques concernés par la perception sonore, nous serions heureux de vous voir participer, en tant qu'acteur d'un ou de plusieurs de ces domaines en France, aux journées fondatrices du Groupe Perception Sonore co-organisées avec l'équipe Cognition Auditive et Psychoacoustique (UMR 5020). Ces journées sont gratuites et ouvertes à tous. Nous vous invitons donc à vous inscrire dès maintenant en envoyant un email à l'adresse : [jps@olfac.univ-lyon1.fr](mailto:jps@olfac.univ-lyon1.fr).

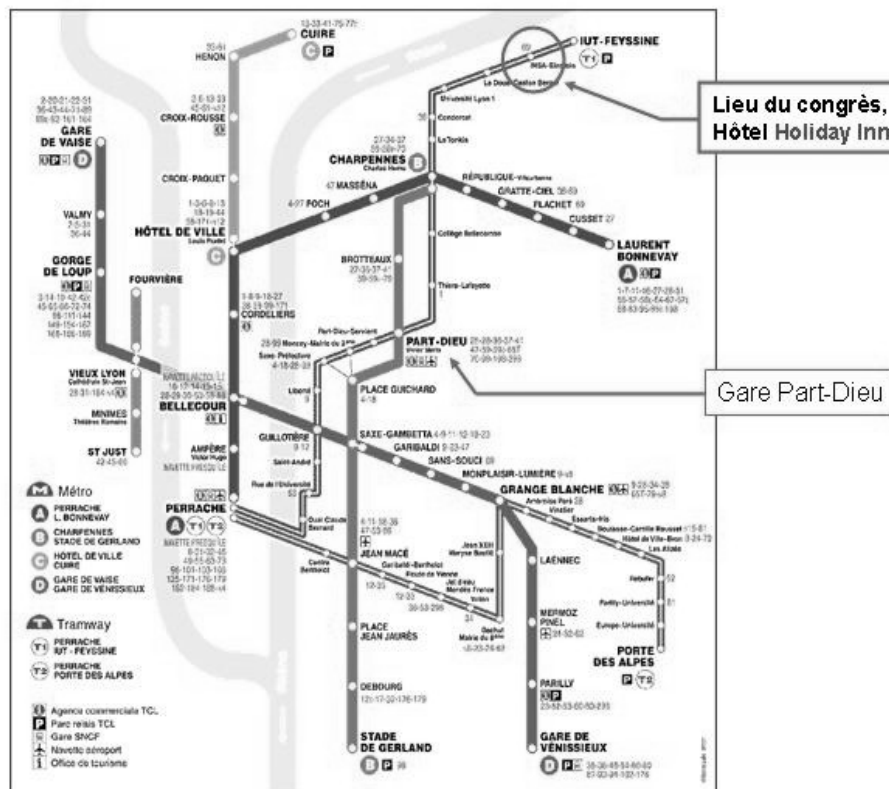
## Plans d'accès :

Les journées se dérouleront à la rotonde de l'INSA de Lyon. Tous les buffets et les pauses sont offerts aux participants et seront servis sur place pour favoriser les interactions entre tous les participants.

Plan du campus:



Plan des transports en communs:



## **Objectifs :**

Le nouveau groupe Perception Sonore de la Société Française d'Acoustique organise en partenariat avec la nouvelle équipe Cognition Auditive et Psychoacoustique de l'UMR 5020 des journées fondatrices du 18 au 19 janvier 2006 à Lyon. Ces journées ont entre autres pour objectif de redéfinir le périmètre scientifique élargi de ce groupe spécialisé issu de l'ancien groupe Audition. Les organisateurs s'appuieront pour cela sur le texte fondateur du groupe Perception Sonore. Ces journées ont l'ambition de fédérer les acteurs de la communauté scientifique française qui s'intéressent à la perception sonore et de donner ainsi une nouvelle dynamique à ce nouveau groupe scientifique. Ces journées se dérouleront ainsi autour des axes scientifiques suivants:

- La **psychologie** de la perception sonore: la psychoacoustique et la psychologie cognitive.
- La **physiologie** de la perception sonore corticale et sous-corticale (neurosciences, neurophysiologie, neuropsychologie)
- Les **applications** de la perception sonore: le design sonore, l'amélioration de la qualité sonore, les paysages sonores, les applications cliniques et le traitement de signal basé sur la perception. Le traitement du signal basé sur la perception inclut tous les travaux visant à simuler un rendu perceptif (spatialisation sonore, simulateurs, réalité virtuelle, ...) ainsi que tous les travaux utilisant des connaissances en psychoacoustique pour atteindre un objectif (modèles CASA, synthèse sonore, codage....)

Ces journées ont pour objectif de regrouper sur deux jours dans un même lieu les acteurs de communautés scientifiques différentes. Les organisateurs demanderont ainsi aux intervenants de participer aux deux journées. Ces journées regrouperont une dizaine d'orateurs invités qui présenteront leurs disciplines et donneront un aperçu de leurs travaux suivi d'une discussion. Dans chaque session, les présentations orales seront suivies par un ensemble de communications affichées sélectionnées par le comité organisateur. Aucun frais d'inscription ne sera demandé pour permettre une participation aussi large que possible. Toutefois, pour des raisons d'organisation, une procédure d'inscription (gratuite) par email est demandée. Tous les frais seront à la charge exclusive des participants à l'exception des pauses et des déjeuners (buffets) qui seront offerts et servis sur le lieu du congrès.

## Planning des sessions et programme détaillé :

### 18 Janvier 2007

- 9h-10h **accueil** (Un café et des viennoiseries seront proposés)
- 10h-12h30 **session 1**
- 10h00-10h15 Présentation de la psychoacoustique : Sophie Savel.
  - 10h15-10h30 Présentation des travaux de Sophie Savel
  - 10h30-10h40 Discussion
  - 10h40-10h55 Présentation de la psychologie cognitive : Amandine Penel
  - 10h55-11h10 Présentation des travaux de Amandine Penel
  - 11h10-11h20 Discussion
  - 11h20-11h30 Présentation orale des posters
  - 11h30-12h30 **Posters**
- 12h30-14h00 **cocktail dinatoire**
- 14h00-16h30 **session 2**
- 14h00-14h15 Présentation du traitement du signal basé sur la perception : Rozenn Nicol
  - 14h15-14h30 Présentation des travaux de Rozenn Nicol
  - 14h30-14h40 Discussion
  - 14h40-14h55 Présentation de la qualité sonore et du design sonore : Patrick Susini
  - 14h55-15h10 Présentation des travaux de Patrick Susini
  - 15h10-15h20 Discussion
  - 15h20-15h30 Présentation orale des posters
  - 15h30-17h00 **Posters** (Des boissons chaudes et fraîches seront servies)
- 17h30-18h30 **Réunion d'information du Groupe Perception Sonore**
- 19h00-22h00 **buffet dinatoire**

### 19 Janvier 2007

- 9h30-10h00 **accueil** (Un café et des viennoiseries seront proposés)
- 10h00-12h30 **session 3**
- 10h00-10h15 Présentation de la physiologie sous-corticale et corticale : Arnaud Norena
  - 10h15-10h30 Présentation des travaux de Arnaud Norena
  - 10h30-10h40 Discussion
  - 10h40-10h55 Présentation de la neurophysiologie et de la neuropsychologie : Bénédicte Poulin-Charronnat
  - 10h55-11h10 Présentation des travaux de Bénédicte Poulin-Charronnat
  - 11h10-11h20 Discussion
  - 11h20-11h30 Présentation orale des posters
  - 11h30-12h30 **Posters**
- 12h30-13h30 **cocktail dinatoire**
- 13h30-16h00 **session 4**
- 13h30-13h45 Présentation de la réhabilitation auditive : Stéphane Gallégo
  - 13h45-14h00 Présentation des travaux de Stephane Gallego
  - 14h00-14h10 Discussion
  - 14h10-14h25 Evaluation clinique des troubles cognitifs : Charlotte Jacquemot
  - 14h25-14h40 Présentation des travaux de Charlotte Jacquemot
  - 14h40-14h50 Discussion
  - 14h50-15h00 Présentation orale des posters
  - 15h00-16h00 **Posters** (Des boissons chaudes et fraîches seront servies)
- 16h00-17h00 **Cloture**
- 16h00-16h30 Petr Janata: Timbre and Semantics
  - 16h30-17h00 Discussion

# Programme scientifique

## Session 1 : Bases théoriques de la perception sonore I : Psychologie

### Psychoacoustique :

Sophie Savel (Chargé de recherche, Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique, Marseille)

### Exposé 1: La Psychoacoustique

Historiquement, la psychoacoustique est la science dédiée à l'établissement, par la mesure, des relations entre les paramètres physiques des sons et leur perception. De nombreux travaux se sont intéressés à la perception des attributs élémentaires des sons tels que l'intensité (sonie), la fréquence (hauteur), la durée (intégration temporelle)...L'établissement de ces lois s'est fait en empruntant les méthodologies de la psychologie expérimentale. A partir de ces travaux empiriques et d'une interaction avec la physiologie se sont établis une connaissance des mécanismes de base du système auditif et une modélisation de ceux-ci.

A l'heure actuelle, l'enrichissement des interactions avec l'électrophysiologie et les neurosciences, ainsi que le développement d'outils de production et d'analyse sonore, orientent les recherches vers une étude de la perception auditive dans toute sa complexité, dans un contexte où les paramètres physiques des sons ne sont plus étudiés isolément, et où l'enjeu n'est plus seulement fondamental. Par exemple, les recherches actuelles s'intéressent à la sonie de sons dont l'enveloppe temporelle est complexe, au masquage sonore dans les domaines à la fois fréquentiel et temporel, à la perception de la parole (chez les normo-entendants et les personnes atteintes de surdité), au timbre musical (au moyen de méthodes d'exploration appropriées), à l'analyse des scènes auditives (c'est-à-dire à la façon dont des sources simultanées ou non sont séparées ou regroupées)...Actuellement, les retombées des travaux psychoacoustiques se retrouvent aussi bien dans les domaines de la médecine (affinement des prothèses auditives), de l'industrie (détermination d'indicateurs de sonie), de l'audio-numérique (codeurs audios), de la réalité virtuelle.

Cet exposé présente un tour d'horizon de ces travaux passés et actuels.

### **Exposé 2: Localisation auditive : Evaluation de la perception de l'espace sonore et de ses variations individuelle. Application à l'écoute en 3 dimensions.**

L'espace sonore n'est pas directement codé par l'oreille. Le système auditif extrait des "indices" issus de la variation des propriétés acoustiques des sources sonores en fonction de leur position spatiale. Ces indices de localisation (nature et amplitude en fonction de la position et de la composition spectrale) sont connus grâce aux mesures physiques, et la résolution spatiale du système auditif humain au moyen de ces différents indices a été mesurée dans de nombreux travaux psychoacoustiques. Actuellement, les champs d'application de ces connaissances concernent la restitution sonore en 3 dimensions : pour simuler l'espace sonore subjectif, les outils de réalité virtuelle appliquent au signal un filtrage identique à celui que produiraient la tête et le torse de l'auditeur en situation réelle (HRTFs). La limite de ces environnements virtuels est qu'il est inconcevable de mesurer les HRTFs individuelles de chaque utilisateur potentiel, malgré la grande variation de ces HRTFs selon l'anatomie de l'individu. Cette limite pose donc le problème du manque de "réalisme" de la restitution sonore, puisque la non-individualisation des HRTFs impose à l'utilisateur d'écouter "avec les oreilles d'un autre". Les solutions envisagées pour contourner ce problème sont la détermination par calcul, ou encore l'utilisation par l'auditeur d'une base de données de HRTFs dans laquelle on lui demande de choisir ses HRTFs préférées. L'approche des travaux de notre laboratoire sur le sujet est de prendre le problème de manière inverse : plutôt que de tenter d'affiner l'outil sonore de manière à l'adapter au maximum aux caractéristiques individuelles de l'auditeur, nous proposons d'étudier de quelle manière on peut adapter les performances auditives de l'utilisateur aux limites et contraintes du système d'écoute. Ainsi, cet exposé présentera des mesures psychoacoustiques visant à évaluer : le degré de variation individuelle des performances de localisation auditive, les limites de ces performances en l'absence d'apprentissage, les caractéristiques du champs sonore à l'origine de ces limites, le niveau de gain de performance produit par un apprentissage explicite, et l'adaptation de ces performances à un environnement sonore incongru ou inhabituel. Ces recherches évaluent donc la plasticité existant dans la formation des cartes auditives individuelles.

**Session 1 (suite): Bases théoriques de la perception sonore I : Psychologie**

**Psychologie cognitive :**

Amandine Penel (Maître de conférence, Laboratoire de Psychologie Cognitive, Marseille)

**Exposé 1: Les problématiques de la psychologie cognitive de l'audition**

**Exposé 2: La perception temporelle en séquence**

**Session de posters 1** (voir programme ci-dessous)

## **Session 2 : Applications I**

### **Traitement du signal basé sur la perception :**

Rozenn Nicol (France Télécom, service Recherche et Développement, Lannion)

### **Exposé 1: Traitement du signal basé sur la perception: audio 3D, réalité virtuelle, compression audio**

Le traitement du signal exploite les résultats de la perception de deux façons. D'une part, la connaissance du fonctionnement du système auditif sert à définir des méthodes pour leurrer et lui donner l'illusion d'une scène sonore. C'est le domaine de la réalité (audio) virtuelle. D'autre part, la prise en compte des propriétés de la perception permet d'améliorer, optimiser, voire enrichir les traitements des signaux, notamment dans le domaine de la représentation et la compression des contenus audio. L'exposé illustre ces deux aspects.

Simuler une scène sonore suppose de reproduire l'ensemble des informations perçues par le système auditif en situation d'écoute naturelle. Ces informations sont de deux sortes: les informations relatives au positionnement des sources sonores et qui sont reproduites par les technologies de spatialisation sonore et les informations liées à l'environnement des sources et qui sont reproduites par les méthodes d'acoustique virtuelle. En pratique, la simulation d'une scène sonore combine spatialisation sonore et acoustique virtuelle.

Les principales familles de technologies audio 3D (stéréophonie, multicanal, technologie binaurale, WaveField Synthesis –WFS–, High Order Ambisonics –HOA–, Vector Base Amplitude/ Intensity Panning –VBAP, VBIP–) sont brièvement décrites en discutant leurs spécificités. Ces technologies sont plus ou moins matures. La technologie binaurale est toujours confrontée au problème de l'individualisation. La technologie HOA nécessite encore des travaux de recherche avant d'être finalisée. De plus, on voit l'émergence de nouveaux défis, par exemple autour du concept de format audio 3D ou le rendu des effets de distance

Une autre question soulevée est l'évaluation subjective des scènes sonores virtuelles. Les méthodologies utilisées sont présentées et discutées.

Enfin, il est montré comment les propriétés de la perception peuvent être utilisées dans les algorithmes de compression audio, autour de l'exemple du codage audio perceptuel et du codage audio spatial paramétrique. Le codage audio spatial apparaît aujourd'hui comme un enjeu fort du domaine de la compression.

### **Exposé 2: Son 3D binaural**

Le son 3D binaural regroupe les technologies de spatialisation basées sur l'encodage directionnel des sources sonores effectué par la morphologie de l'auditeur. Il comprend les techniques utilisant une prise de son naturelle (sur une tête artificielle par exemple) et les techniques de synthèse binaurale où la prise de son est simulée par des filtres reproduisant la fonction de transfert acoustique (Head Related Transfer Function, HRTF) entre la source et les oreilles de l'auditeur.

Les travaux menés à France Telecom sur le son 3D binaural concernent principalement la synthèse binaurale dont le principe est brièvement rappelé. Le principal axe de recherche porte sur l'individualisation des filtres binauraux, étant donné qu'ils dépendent fortement de la morphologie de l'auditeur. Une autre question essentielle, pour la modélisation des filtres binauraux et pour analyser les propriétés des HRTF, est la détermination d'une mesure de similarité adaptée aux HRTF. Le dernier aspect étudié est l'établissement d'une méthodologie d'évaluation de la qualité des HRTF, non seulement en termes de spatialisation mais surtout du point de vue de l'individualisation.

Trois études sont ensuite détaillées. La première étude concerne un modèle d'ITD (Interaural Time Difference) dont la spécificité est l'optimisation de la position des oreilles pour reproduire au mieux les variations de l'ITD sur les cônes de confusion. La seconde étude porte sur la résolution auditive en termes d'ITD. Une expérience psycho-acoustique destinée à mesurer le JND (Just Noticeable Difference) de l'ITD est décrite. Les résultats sont appliqués pour évaluer les performances des modèles d'ITD. La dernière étude présentée traite de l'individualisation des filtres binauraux. Les premiers travaux ont utilisé une modélisation BEM (Boundary Element Method). Une nouvelle approche basée sur l'apprentissage statistique est proposée. Les premiers résultats sont prometteurs.



## **Session 2 (suite): Applications I**

### **Qualité sonore et design sonore :**

Patrick Susini (Chargé de recherche, Institut de Recherche et Coordination Acoustique/Musique, Paris)

### **Exposé 1: De la qualité sonore au design sonore – situation et articulation avec la recherche française en perception sonore**

Depuis plus d'une quinzaine d'années, le besoin dans le monde de l'industrie - particulièrement celui de l'automobile en Allemagne puis en France - de créer et de contrôler des produits de qualité à tous les points de vue a favorisé de nouvelles problématiques de recherche à l'origine entre autres du domaine de recherche en Qualité Sonore. Un transfert des connaissances s'est effectué naturellement entre le domaine de la recherche fondamentale en psychoacoustique vers celui de la recherche appliquée en Qualité Sonore. L'émergence de la qualité sonore s'est alors effectuée; d'une part, sur la base de résultats issus du domaine de la psychoacoustique visant à produire des modèles rendant compte les étapes de traitement du système auditif périphérique afin de proposer des indicateurs représentatifs des percepts auditifs tel que la sonie, la rugosité, ... ; d'autre part, sur la base de méthodes expérimentales bien conçues issues du domaine de la psychophysique visant à explorer les jugements d'auditeurs en termes de préférence. Les relations entre jugements de préférences et percepts auditifs mesurés ont souvent été utilisées comme indicateurs traduisant la qualité sonore (cf. "The psychoacoustics of Sound-Quality Evaluation", Fastl, 1997). Cependant, les approches cognitives de la perception montrent que les informations extraites du stimulus sonore traitées par le système auditif ne sont pas les seules composantes de la qualité sonore telle que nous en faisons l'expérience au quotidien. En effet, un son active en mémoire l'ensemble des représentations de la source sonore qui conditionne le jugement du phénomène sonore. Le Qualité Sonore doit donc être vue comme un processus perceptif complet combinant une représentation de bas niveau (information extraite du stimulus) et une représentation de haut niveau (connaissances liées à une source dans un contexte d'usage), processus dont nous présenterons l'articulation avec la recherche fondamentale en perception sonore. D'autre part, un inventaire des laboratoires et équipes travaillant dans le domaine de la qualité sonore en France sera effectué en tentant de présenter les thématiques de chacun. Finalement, la Qualité Sonore constitue un champ global d'exploration ou d'analyse perceptive de notre environnement sonore, et permet d'élaborer des spécifications pour une modification ou une création sonore qui pourra être évaluée dans une phase de validation perceptive. L'ensemble de ces étapes, analyse, spécifications, création et validation constitue le nouveau champ de recherche du Design Sonore, prolongement logique de la Qualité Sonore. La présentation conclura en tentant de proposer une définition générale du Design Sonore.

### **Exposé 2: Thématiques de recherche en perception sonore appliquées au design sonore**

Intégrée dans les activités de l'IRCAM en 1999, l'équipe Design sonore est devenue en 2004 l'équipe Perception et Design Sonores. Cette nouvelle appellation tient compte des orientations de l'équipe allant de l'analyse perceptive des phénomènes sonores à la spécification acoustique ou fonctionnelle pour la création sonore. La démarche de l'équipe s'appuie sur une expertise en acoustique et en psychoacoustique, combinée aux théories de la psychologie cognitive. Lors de la présentation, trois approches seront présentées, issues respectivement des travaux de thèse de Guillaume Lemaitre, Julien Tardieu et Clara Suied, dont l'objectif en termes d'applications vise à produire un ensemble de connaissances pour élaborer des spécifications nécessaires à une phase de création sonore. La présentation se concentrera sur la partie applicative de ces travaux. Dans la première étude, l'hypothèse d'un modèle multidimensionnel a été adoptée afin d'étudier le timbre de sons de l'environnement provenant d'un même type de source sonore (véhicules, souffleries, klaxons ...). Nous présenterons l'approche et les résultats obtenus en termes de spécifications acoustiques représentatives de la typicité d'un son de Klaxon. Dans la deuxième étude, une approche ergonomique a été adoptée pour améliorer l'usage dans un lieu public. Nous présenterons les résultats de l'analyse de trajets témoins dans une gare qui ont donné lieu à des spécifications fonctionnelles pour la création d'une signalétique sonore visant à favoriser l'orientation des voyageurs lors d'un parcours présentant des problèmes. Les signaux créés ont été mis en place et testés in situ lors d'une phase de validation. Dans la dernière étude, la perception d'un message non-verbal est étudiée par une méthode objective adaptée à la signification du message étudié. Dans le cas d'un message d'urgence, le signal sonore est évalué par le biais d'une approche comportementale consistant à mesurer le temps de réaction simple dans un contexte d'attention partagée. Nous présenterons les résultats en termes de spécifications objectives sur les caractéristiques temporelles des signaux et nous comparerons aux résultats obtenus avec des sons d'animaux évoquant un danger.

### **Session de posters 2 (voir programme ci-dessous)**

## **Session 3 : Bases théorique de la perception sonore II : Physiologie**

### **La physiologie sous-corticale et corticale :**

Arnaud Norena (Chargé de recherche, Laboratoire de Neurobiologie Intégrative et Adaptative, Marseille)

#### **Exposé 1: Eléments de neurophysiologie auditive**

Le sens de l'audition présente des performances exceptionnelles, notamment dans le domaine temporel, en permettant par exemple de localiser des sons avec une précision de l'ordre de 10  $\mu$ s (comparaison des délais inter-auraux). Cette performance est en effet remarquable pour un système codant les informations sensorielles à partir de potentiels d'action de 1 ms, et de neurones considérés comme étant bruités (présence d'activité spontanée) et peu fiables (une stimulation n'entraîne pas toujours une réponse). Les informations temporelles des stimuli naturels pertinent pour l'espèce, tels que les vocalisations, sont également très importantes. Nous verrons comment le système auditif est organisé de manière à extraire les informations temporelles (lentes et rapides) du signal acoustique.

En outre, la cochlée réalise une décomposition spectrale des stimuli acoustiques. Cette décomposition est « spatiale », i.e. les sons de basses fréquences activent les zones apicales de la cochlée, tandis que les sons de hautes fréquences activent les zones basales. Cette organisation topographique, appelée dans ce cas tonotopique, est conservée tout au long des voies auditives centrale et suggère un traitement des informations spectrales en parallèle dans des « canaux » séparés. Or, les stimuli naturels (vocalisations) sont complexes (spectre large) et pour cette raison, ils sont décomposés dans des canaux séparés. En outre, certaines propriétés de la perception auditive (effets de démasquage de la modulation de bandes de bruit, groupement des composantes harmoniques) indiquent que le système auditif central intègre les informations sensorielles à travers les différents « canaux ». Nous verrons quelle est l'organisation du système auditif central qui permet de réaliser ce traitement spectral.

Enfin, l'organisation du système auditif central est plastique, ce qui lui permet d'adapter son traitement à l'environnement sensoriel. Nous verrons quelques exemples de cette plasticité.

#### **Exposé 2: Adaptation de l'organisation du cortex auditif à l'environnement sensoriel**

L'environnement sensoriel est inconnu a priori (à la naissance) et peut être changeant au cours du développement. Il est donc nécessaire que l'organisation des centres auditifs soit plastique ou malléable afin d'adapter le traitement des informations à l'environnement sensoriel. Je présenterai des travaux personnels qui mettent en évidence des remaniements centraux massifs lorsque l'environnement sensoriel est modifié.

Une perte auditive, résultant en une diminution du flux des entrées sensorielles vers les centres, revient à un appauvrissement du milieu sensoriel. Il est bien connu qu'une perte auditive induit une réorganisation de la carte tonotopique, i.e. les neurones initialement spécialisés à la bande de fréquence de la perte auditive deviennent sensibles à la fréquence de coupure de la perte auditive. En revanche, nous avons montré que si l'appauvrissement sensoriel lié à la perte auditive était compensé par une stimulation acoustique adéquate, la perte auditive n'était pas associée à une réorganisation de la carte tonotopique.

Par ailleurs, il a été montré qu'un enrichissement de l'environnement sensoriel avec un son pur de fréquence constante induisait une « sur-représentation » de la fréquence du son pur dans le cortex auditif primaire. Dans ce contexte, nous avons étudié les effets d'un enrichissement de l'environnement acoustique avec un stimulus plus complexe qu'un simple son pur sur l'organisation du cortex auditif primaire. L'environnement était enrichi (pendant plusieurs mois) avec un signal composé de sons purs de fréquences différentes (16 fréquences / octave, entre 5 kHz et 20 kHz), présentés de manière aléatoire et à un rythme assez rapide (96 Hz). Cet environnement acoustique enrichi induisait une déspecialisation massive des neurones aux fréquences stimulées (entre 5 kHz et 20 kHz) et une augmentation des réponses neuronales aux fréquences adjacentes à la bande de fréquences stimulée. La comparaison des activités multi-unitaires corticales et des potentiels de champs locaux (reflétant les entrées thalamiques) suggèrent que ces modifications pourraient résulter de mécanismes intra-corticaux.

## **Session 3 (suite): Bases théorique de la perception sonore II : Physiologie**

### **La neurophysiologie et neuropsychologie :**

Bénédicte Poulin-Charronnat (Chargé de recherche, Laboratoire d'Etude de l'Apprentissage et du Développement, Dijon)

#### **Exposé 1: Neurophysiologie et neuropsychologie**

La neurophysiologie et la neuropsychologie sont deux approches qui permettent de mettre en évidence les bases neurales des différentes fonctions cognitives étudiées, entre autres, en psychologie cognitive de l'audition (perception, attention, mémoire, apprentissage). La neurophysiologie est l'étude des fonctions du système nerveux, du niveau moléculaire au niveau le plus intégré des réseaux neuronaux. La neuropsychologie étudie les fonctions mentales supérieures dans leurs rapports avec les structures cérébrales par des observations menées auprès de patients présentant des lésions cérébrales. Ces deux approches, bien que différentes, s'intéressent à des problématiques semblables dans le domaine de l'audition. Ces problématiques sont principalement la mise en évidence des bases neurales des processus cognitifs impliqués dans le traitement des stimulations auditives, ainsi que l'étude de la spécificité fonctionnelle des réseaux neuraux, notamment dans le traitement des stimulations auditives verbales (langage) et non-verbales (musique, sons de l'environnement). Des cas de dissociations, observées en neuropsychologie, entre stimulations auditives verbales et non-verbales seront présentés, ainsi que des études neurophysiologiques suggérant des chevauchements entre les réseaux neuraux impliqués dans le traitement de ces deux types de stimulations.

#### **Exposé 2: Traitement de l'harmonie : une étude électrophysiologique**

Cette étude s'intéresse aux marqueurs neurophysiologiques, ici des potentiels évoqués, induits par une manipulation de fonction harmonique. Des séquences musicales de huit accords joués au piano sont présentées de manière passive (visionnage d'un film sans son avec sous-titre sans porter une attention explicite aux séquences d'accords) à des auditeurs musiciens et non-musiciens. La fonction harmonique du dernier accord de chaque séquence était manipulée : l'accord-cible était soit l'accord le plus attendu harmoniquement, soit un accord moins attendu. Les auditeurs n'étaient pas informés de la manipulation de la fonction harmonique et devaient simplement réagir lorsqu'un accord était joué par un autre timbre que celui de piano. Une composante négative précoce (MMN) est observée pour les changements de timbre, chez les musiciens et les non-musiciens, sans différence entre les deux. Une composante négative tardive (N5) plus large pour l'accord harmoniquement moins attendu comparé à l'accord attendu est observée de manière significative seulement chez les musiciens. Les marqueurs neurophysiologiques observés montrent que lors d'une écoute passive, les deux types d'auditeurs sont capables de percevoir un changement de timbre, alors que seuls les musiciens sont capables de percevoir la manipulation harmonique.

### **Session de posters 3 (voir programme ci-dessous)**

## **Session 4 : Applications II**

### **La réhabilitation auditive :**

Stéphane Gallégo (Hôpital Edouard Herriot, Lyon, France; Laboratoires Audition Jean Rouquet, Lyon, France)

Correspondance : Stéphane Gallégo, Audition Jean Rouquet, 10 rue de Brest, F-69002 Lyon, France

Email : sgallégo@hotmail.fr

### **Exposé 1: La réhabilitation auditive.**

La réhabilitation auditive dépend de la cause et de la sévérité de la surdité :

- Les surdités rattachées à des atteintes de l'oreille moyenne peuvent bénéficier de traitements médicaux ou chirurgicaux, par des prothèses ossiculaires, s'il est nécessaire de restaurer la fonction de la chaîne des osselets.

- Pour les surdités neurosensorielles, généralement liées à l'oreille interne, l'utilisation d'aides auditives est le plus couramment envisagée. Dans les cas pour lesquels l'amplification acoustique est insuffisante, du fait de la sévérité de la surdité, ou non utilisables, pour des raisons d'intolérance des aides auditives, il est possible de recourir à des systèmes implantées électro-mécaniques ou à des implants cochléaires.

Ces orientations thérapeutiques sont choisies après une évaluation multidisciplinaire du malentendant, qui permet de caractériser l'atteinte auditive et son retentissement. Dans tous les cas, la restauration d'une audition bilatérale est à privilégier, dans le but d'améliorer la compréhension globale, en particulier dans les situations bruyantes.

### **Exposé 2: Réhabilitation des patients ayant une (sub)cophose unilatérale**

Stéphane Gallégo (2,3), Lionel Collet (1,2), Eric Truy (2), Christian Dubreuil (1)

(1) Hôpital Lyon Sud, Lyon, France

(2) Hôpital Edouard Herriot, Lyon, France

(3) Laboratoires Audition Jean Rouquet, Lyon, France

Après avoir défini et décrit les éléments qui caractérisent les patients ayant une cophose ou une subcophose unilatérale, nous avons étudié les différents moyens d'évaluation audiologiques ainsi que les différents moyens de réhabilitation de cette pathologie. Cela a conduit à mettre en œuvre un test simple qui a été validé sur une population de 40 patients (sub)cophotiques. Des comparaisons de différents systèmes de réhabilitation ont été effectuées. L'utilisation d'une nouvelle technologie de systèmes cros et bicros wifi s'est révélée largement supérieure au système à ancrage osseux BAHA et meilleure qu'un appareillage sur l'oreille unique. L'étude a aussi montré qu'il était dans certains cas possible d'appareiller l'oreille subcophotique et/ou l'oreille unique ; les performances des patients sont améliorées. En réhabilitant la fonction auditive on réduit dans certains cas l'acouphène et on améliore l'équilibre d'une partie des patients.

**Mots clefs :** Cros, Bicros, surdité unilatérale, aide auditive, intelligibilité dans le bruit

## **Session 4 (suite): Applications II**

### **Evaluation clinique des troubles cognitifs :**

Charlotte Jacquemot (Laboratoire de Sciences Cognitives et Psycholinguistique, Paris)

### **Exposé 1: Approche théorique et applications cliniques des recherches sur le traitement des sons de la parole**

La perception des sons de la parole se fait de façon automatique et sans effort chez les adultes sains. En fait ceci n'est vrai que pour les sons de notre langue native. Dans la première partie de cet exposé, nous allons voir que testés avec des sons qui ne sont pas présents dans leur langue native, les adultes sains se révèlent sourds à certains contrastes. Nous étudierons les causes de cette « surdité », sa mise en place chez le jeune enfant et ce qu'il en est chez le sujet bilingue. Dans la deuxième partie, nous étudierons la surdité qui apparaît de manière pathologique chez certains sujets aphasiques aux sons de leur propre langue native et les types de rééducation qui peuvent être proposés. Nous verrons également comment la réponse cérébrale à certains sons peut être utilisée pour prédire l'évolution de certains états pathologiques comme les états de conscience altérée.

### **Exposé 2: Traitement des sons de la parole: apport de la neuroimagerie et de la neuropsychologie**

Les sons de la parole sont le support du sens. Le traitement des sons de la parole -traitement dit phonologique- est donc crucial pour le langage et les adultes n'ont pas de difficultés pour traiter les sons de leur langue native. Néanmoins, on observe des difficultés chez ces mêmes adultes pour traiter les sons des langues étrangères. Je présenterai tout d'abord une étude d'IRMf qui nous a permis de mettre en évidence les régions cérébrales responsables de nos difficultés à percevoir les sons des langues étrangères. Les résultats suggèrent que le planum temporale de l'hémisphère gauche est impliqué dans la perception des sons de la parole. Je présenterai ensuite une étude de neuropsychologie d'une patiente atteinte d'une aphasie de conduction spécifique aux pseudo-mots. Cette étude nous a permis de mieux comprendre le fonctionnement normal du traitement de la parole et d'étudier les connections entre les systèmes de perception et de production des sons de la parole. Les résultats suggèrent que les représentations phonologiques du système de perception et celles du système de production sont séparées mais connectées par deux liens dissociables, l'un de la perception vers la production et l'autre de la production vers la perception.

### **Session de posters 4 (voir programme ci-dessous)**

**Cloture des journées:**

Petr Janata (Center for Mind and Brain University of California, Davis)

The fact that we often use various adjectives, e.g. pure, rough, dark, flowing, to describe different timbres suggests that sounds and words activate a common semantic system which facilitates such comparisons. Perhaps the clearest example is for environmental sounds, where the sound that an object makes is a clear referent to that object. However, the semantic relationship between musical timbres and more abstract concepts is not well understood. I will describe some recent studies in my lab that try to look at such mappings. The basic approach is to ask subjects to rate the similarity between sound and word pairs, word and word pairs, or sound and sound pairs, using a library of 60 sounds and 60 words. We then perform factor analysis on the average similarity matrix in hopes of recovering the factor structure of the semantic space in which the items are compared. The results suggest that words and sounds are being compared along dimensions of valence and different forms of arousal, consistent with earlier studies of semantic and emotional structure. When considered in terms of acoustic attributes, groups of sounds do form clusters within the factor structure for some attributes, though individual acoustic dimensions are not aligned specifically with individual factors.

## **Programme des sessions de posters**

*Tous les posters seront repérés sur le lieu des journées avec la même numérotation que ci-dessous.*

### **Session 1 : Bases théoriques de la perception sonore I : Psychologie**

#### **1-1-Influence de la salle sur les mécanismes de ségrégation de la parole en milieu bruité**

Mathieu Lavandier et John F. Culling  
School of Psychology, Cardiff University, Royaume-Uni

La réverbération et les réflexions dans une salle influencent l'intelligibilité intrinsèque de la parole, mais aussi les mécanismes de ségrégation de la parole en milieu bruité. Certaines mesures prédisent les effets de la salle sur l'intelligibilité intrinsèque de la parole. Nous étudions ici l'influence de la pièce sur l'aptitude à séparer plusieurs voix concurrentes.

Les huit expériences présentées consistent à mesurer la différence de niveau entre une voix cible et une source concurrente, au seuil de 50% d'intelligibilité de la cible. La source concurrente est constituée d'une voix récitant deux phrases différentes de celle de la cible, ou d'un bruit de même spectre. Les tests d'intelligibilité sont réalisés au casque. Les stimuli sont obtenus en considérant un auditeur fixe (deux oreilles) et les deux sources dans une pièce virtuelle. Les conditions de réverbération peuvent être variées en modifiant le coefficient d'absorption des parois.

Le masquage exercé par la source concurrente est atténué lorsque celle-ci est spatialement séparée de la cible, mais cette atténuation est réduite par la réverbération. Dans une pièce, l'avantage de séparer spatialement les deux sources ne s'avère pas seulement dépendant de la séparation azimutale des sources, mais également de leur corrélation interaurale qui est plus ou moins détériorée par les réflexions dans la pièce. L'influence de cette variable a été évaluée en déplaçant les sources dans la salle, ou en manipulant les conditions de réverbération indépendamment pour chaque source.

L'intelligibilité de la cible se dégrade à mesure que la corrélation interaurale des deux sources diminue. L'influence de la corrélation interaurale de la source concurrente est en accord avec la théorie d'égalisation-annulation modélisant le masquage binaural, tandis que l'influence de celle de la cible semble liée à la dégradation intrinsèque de l'intelligibilité de la parole en milieu réverbérant. Des effets attentionnels ont également été constatés.

#### **1-2-Effet de lexicalité du signal concurrent dans la compréhension d'un signal de parole cible présenté en situation « cocktail party »**

Grataloup C  
Laboratoire Dynamique du Langage. UMR 5596 - CNRS & Université Lumière Lyon 2.

La perception du langage parlé est une tâche complexe, menée quotidiennement, et qui implique des fonctions cognitives de haut degré. La plupart du temps, l'écoute du signal de parole est endommagée par des artefacts qui perturbent sa compréhension : la présence de bruit ambiant en est l'exemple le plus courant. Une situation particulièrement complexe à traiter et pourtant fréquente se présente lorsque le signal que nous devons percevoir est « camouflé » à l'intérieur d'un flot de paroles provenant de différents locuteurs. Bien que le message cible soit très dégradé, notre système cognitif reste capable de le restaurer de façon suffisante à ce que nous le comprenions. Ce phénomène, décrit par Cherry en 1981 comme l'effet « cocktail party » a été étudié à plusieurs reprises (Bronkhorst, 2000 pour une revue) pour tenter d'identifier les processus cognitifs qui permettent d'isoler la voix qui nous intéresse parmi un brouhaha sonore composé de plusieurs autres voix. Les résultats montrent que la compréhension du message cible dépend à la fois du masquage informationnel et du masquage énergétique imposés par les voix concurrentes. Le masquage énergétique correspond à un recouvrement spectrotemporel même partiel du son cible et du son concurrent. Le masquage informationnel est dû à un recouvrement des informations colportées par les deux signaux. Afin d'approfondir l'hypothèse d'activation lexicale des mots du cocktail, nous avons réalisé une expérience où étaient testés: pour les cibles, le facteur type d'item (mot/pseudomot) avec pour les mots leur fréquence et leur nombre de voisins phonologiques; et pour le bruit, le nombre de voix et la fréquence des mots qui le constituent. Cette étude mesurait la reconstruction cognitive de signaux de parole (mots et pseudomots) détériorés par la présence de voix concurrentes (cocktail).

### **1-3-Dégradation de la qualité des voyelles retenues en mémoire à court terme: l'hypothèse de neutralisation.**

Karypidis C

LPP - UMR 7018, C.N.R.S. / Université de la Sorbonne Nouvelle-Paris III

D'après l'hypothèse de neutralisation émise par Cowan & Morse (1986), pendant une tâche de discrimination AB, il est possible que la trace auditive que la première voyelle laisse à la mémoire sensorielle se dégrade et se déplace vers une position neutre dans l'espace vocalique. Ce postulat a été mis à l'épreuve par Repp & Crowder (1990) qui ont suggéré que chaque voyelle aurait plutôt sa propre position neutre.

En nous basant sur le protocole de ces derniers, nous avons synthétisé dix voyelles prototypes (Calliope 1989) pour le français. Chaque exemplaire est entouré de quatre stimuli satellites (N1-N4) qui forment une croix dont un des deux axes pointe vers la voyelle neutre /□/ et dont chaque branche équivaut à 0.4 Bark. Après avoir regroupé les dix catégories phonémiques d'après leur trajectoire articulatoire (/i, e, ε/, /u, o, ɔ, a/, /y, ø, ə/), nous avons effectué un test de discrimination AB avec des auditeurs francophones afin de vérifier si chaque classe de voyelles a son propre point neutre (hypothèse de neutralisation) ou bien si les stimuli satellites sont attirés par les prototypes (hypothèse d'aimant perceptif (Kuhl 1991)). Dans chaque catégorie phonémique, chaque stimulus est apparié avec lui-même (P-P, N1-N1, etc.) et avec le prototype dans les deux ordres (P-N1, N1-P, etc.).

Les résultats démontrent que les deux hypothèses sont complémentaires. Ainsi, pour certaines voyelles, nous avons seulement un effet d'aimant, tandis que pour d'autres, nous avons un effet de neutralisation pour les satellites positionnés sur l'axe pointant vers le schwa combiné à un effet de prototype pour les stimuli sur l'axe perpendiculaire. Nous menons actuellement une tâche de discrimination où nous essayons de vérifier (en variant l'intervalle interstimulus) si les deux phénomènes sont liés au même type de mémoire (auditive/ phonologique).

Références

Calliope (1989), La parole et son traitement automatique (J. P. Tubach), Paris, Masson.

Cowan, N. & Morse, P. A. (1986), The use of auditory and phonetic memory in vowel discrimination, *Journal of the Acoustical Society of America*, 79, 500-507.

Kuhl, P. K. (1991), Human adults and human infants show a "perceptual magnet effect" for the prototypes of speech categories, monkeys do not, *Perception & Psychophysics*, 50, 93-107.

Repp, B. H. & Crowder, R. G. (1990), Stimulus order effects in vowel discrimination, *Journal of the Acoustical Society of America*, 88(5), 2080-2090.

### **1-4-Perception de signaux de parole naturelle lors d'une compression temporelle d'indices acoustiques**

Caroline Jacquier et Fanny Meunier

Laboratoire Dynamique du Langage (UMR 5596 – Université Lumière Lyon 2)

jacquier@isc.cnrs.fr, [fanny.meunier@univ-lyon2.fr](mailto:fanny.meunier@univ-lyon2.fr)

La perception de la parole est modulée par de nombreux facteurs lors de la transmission du signal acoustique d'un locuteur à un auditeur. Ces modulations peuvent altérer l'extraction et l'analyse d'indices acoustiques modifiant ainsi la perception de la parole. Des mécanismes cognitifs de restauration du signal de parole détériorée doivent être envisagés pour rendre compte de la capacité à comprendre le message transmis malgré son altération. De plus, il semblerait que ces capacités de perception et de compréhension de la parole dégradée soient propres à chacun. Nous nous sommes intéressés aux effets de la compression temporelle d'indices acoustiques sur la perception de la parole : le Délai d'Établissement du Voisement (DEV) et la Transition formantique du Formant 2 (TF2) qui permettent de discriminer les consonnes occlusives françaises selon leur degré de voisement et leur lieu d'articulation. Les participants normo-entendants et sans trouble du langage devaient identifier des non-mots de forme CVCV qu'ils avaient entendus. Dans une première expérience (Expérience 1) les deux indices étaient accélérés en même temps, dans les deux expériences suivantes l'un ou l'autre des indices était accéléré (Expérience 2 : DEV, Expérience 3 : TF2) et enfin dans la quatrième expérience, une compression linéaire a été appliquée au signal entier. Les principaux résultats ont montré une importante variabilité d'intelligibilité entre les sujets ainsi qu'un effet de l'accélération temporelle plus fort sur le DEV. De plus, la compression linéaire a montré l'existence d'autres indices acoustiques impliqués dans la perception et la restauration du signal de parole. Nous discuterons ces résultats et conclurons sur le rôle de la redondance des indices acoustiques dans la perception de la parole.



## **1-5-Ségrégation de séquences de voyelles accélérées avec ou sans simulation d'implant cochléaire**

Guillaume Detta-Colli(1), Etienne Gaudrain(1), Nicolas Grimault(1), Eric W. Healy(2), Jean-Christophe Béra(3)

1-Neurosciences et Systèmes sensoriels, CNRS UMR 5020, 69366 Lyon Cedex 07, France,

courriel : nicolas.grimault@olfac.univ-lyon1.fr

2-Speech Psychoacoustics Laboratory, Department of Communication Sciences and Disorders,

University of South Carolina, Columbia, 29208, USA

3-Inserm UMR 556, 69424 Lyon Cedex 03, France

De précédentes études ont montré qu'une réduction des indices spectraux pouvait entraîner un déficit pour la ségrégation séquentielle induite par une différence de hauteur. Ces résultats peuvent expliquer en partie les difficultés rencontrées par les malentendants (en particulier les implantés cochléaires) dans les situations de /cocktail party/. Cependant, si les malentendants perçoivent moins d'indices spectraux, ils disposent d'indices temporels en quantité semblable aux normo-entendants. Ces indices temporels, lorsqu'ils sont isolés, permettent la ségrégation séquentielle [Grimault, N., Bacon, S.P., Micheyl, C., 2002. JASA 111(3), p1340-1348]. Toutefois, dans les situations écologiques, même lorsque les indices spectraux sont très dégradés, les indices temporels ne sont pas isolés et les deux types d'indices sont en compétition. Lors d'une précédente étude [Gaudrain, E., Grimault, N., Healy, E.W., Béra, J.-C., 2006. JASA 119(5), p3238] sur la ségrégation séquentielle de séquences de voyelles dégradées à l'aide d'une simulation d'implant cochléaire, les indices temporels ont été mis en compétition avec des indices spectraux fortement dégradés. Les résultats montrent que dès que les indices spectraux sont dégradés, il n'y a plus de ségrégation sur la base de la hauteur. Ceci pourrait suggérer que les indices temporels ne peuvent être utilisés pour la ségrégation séquentielle de voyelles, même lorsque les indices spectraux sont fortement dégradés. Néanmoins, Grimault et al. (2002) avaient utilisé des stimuli de 100 ms tandis que les voyelles employées dans la précédente étude étaient de 167 ms. Or un tempo plus rapide amplifie les phénomènes de ségrégations. On peut donc penser qu'utiliser des voyelles dont la durée se rapprocherait de celle des stimuli employés par Grimault et al. (2002) pourrait permettre d'observer la ségrégation recherchée. Ceci mettrait alors en évidence l'importance des indices temporels pour la ségrégation de séquences de voyelles. Les résultats seront présentés et le bénéfice des indices temporels pour les implantés-cochléaires sera discuté.

## **1-6-Pour une étude des déterminants de l'acquisition des compétences perceptives et productives nécessaires à la maîtrise de nouvelles catégories phonologiques ; une approche exploratoire.**

V. Delvaux+\*#, K. Huet\*#, M. Piccaluga\*#, B. Harmegnies\*#

+FNRS, \*Laboratoire des Sciences de la Parole, Académie Wallonie-Bruxelles, #Université de Mons-Hainaut

Les apprenants de L2 sont confrontés à la nécessité de réorganiser leur maîtrise perceptuelle et productive des sons de parole qui, soit sont absents des productions en L1, soit y apparaissent dans d'autres catégories. Si ces apprentissages sont loin d'être aisés, ainsi qu'en témoignent les erreurs de prononciation et autres manifestations liées à l'accent étranger, certains locuteurs se montrent, à l'évidence, plus talentueux que d'autres. Par ailleurs, certaines méthodes didactiques développent des stratégies pédagogiques que d'autres ignorent. L'acquisition des mécanismes de gestion de la matière phonique en L2 subit donc l'influence de facteurs spécifiques, tant internes que externes à l'apprenant, dont on connaît encore assez mal les mécanismes.

Les travaux présentés s'inscrivent dans le cadre d'une recherche investiguant les facteurs susceptibles d'influer sur l'ampleur et la durabilité des modifications des systèmes gouvernant la perception et la production des sons de parole chez l'individu qui, se trouvant en pleine maîtrise d'une langue de base au moins (et de la variabilité naturelle qui y est liée), est confronté à des situations en L2 que cet acquis ne lui permet pas de traiter. Une première expérience perceptuelle vise à identifier les valeurs de paramètres acoustiques à conférer à des stimuli de manière telle qu'ils correspondent à une zone de typicalité maximale de /y/ et /u/ pour des francophones. Sur cette base, un phonème artificiel intermédiaire est construit (correspondant à un timbre proche de #). Ce phonème artificiel constitue, pour des sujets de la population étudiée, un objectif d'apprentissage dont les caractéristiques acoustiques sont parfaitement contrôlées par l'expérimentateur. Une seconde expérience, au départ d'un plan à ligne de base multiple, a dès lors pour but d'explorer le cheminement du sujet mis en présence de la nouvelle pseudo-catégorie phonémique, sous l'effet de diverses modalités de traitement.

## **1-7-La perception des voyelles nasales par des auditeurs belges francophones: une expérience de catégorisation 'libre'.**

Kathy Huet\*#, Véronique Delvaux\*##, Bernard Harmegnies\*#

\*Laboratoire des Sciences de la Parole, Académie Wallonie-Bruxelles, #Université de Mons-Hainaut, +FNRS.

La réalisation phonétique des voyelles nasales du français implique à la fois une nasalisation (plus de compacité) et une postériorisation (plus de gravité) par rapport aux orales correspondantes (Delvaux et al. 2002). La présence en production de la dimension de gravité permet d'expliquer qu'en perception les auditeurs parviennent à distinguer une voyelle phonologique nasale (compacte et grave) d'une voyelle phonologique orale qui est nasalisée sous l'influence du contexte (simplement compacte). Mais comment les auditeurs francophones traitent-ils perceptuellement les deux dimensions acoustiques (compacité ; gravité) impliquées dans le contraste phonologique de nasalité ? Combinent-ils l'information en provenant de deux sources indépendantes ou bien ces deux sources sont-elles automatiquement intégrées perceptuellement ? Certains travaux précédents (expériences de discrimination) plaident en faveur de la seconde hypothèse (Delvaux et al. 2004). Néanmoins, ces expériences n'ont permis d'investiguer que certaines parties de l'espace acoustique, car la tâche de discrimination exige de tester chaque paire de stimuli séparément, et le nombre de paires à tester est considérable (300 pour un espace de 25 stimuli). L'objectif de l'expérience de catégorisation libre présentée ici est d'aboutir à une vision globale de l'espace perceptuel des auditeurs correspondant au contraste phonologique oral/nasal en français. 18 sujets (6 par timbre : E/E) ; a/A) ; ç/ç) ont participé à l'expérience, qui consistait à regrouper les stimuli qui « se ressemblaient/allaient ensemble ». Sur base des regroupements effectués par les sujets, une distance perceptuelle entre les 25 stimuli pris 2 à 2 a été évaluée tenant compte de la distance qu'ils présentent dans l'espace acoustique compacité\*gravité. Enfin, à partir de ces distances, l'espace perceptuel a été reconstruit par une procédure de positionnement multidimensionnel (ALSCAL). Les résultats montrent une distorsion de l'espace perceptuel dans le sens d'une intégration de la gravité et de la compacité malgré la grande liberté impliquée par la tâche.

Delvaux, V., Metens, T., & Soquet, A. 2002. French nasal vowels : acoustic and articulatory properties. Proceedings of the 7th International Conference on Spoken Language Processing, Denver, 1, 53-56.

Delvaux, V., Demolin, D., Soquet, A., & Kingston, J. 2004. La perception des voyelles nasales du français. XXVèmes Journées d'étude sur la parole, Fès, 157-160.

## **1-8-Influence de la fonction tonale d'une note ou d'un accord sur la détection d'irrégularité temporelle**

Géraldine Lebrun-Guillaud & Barbara Tillmann

CNRS-UMR 5020 Université Claude Bernard Lyon 1

La perception de la musique nécessite le traitement de deux dimensions porteuses de forme: la hauteur (relation tonale entre les notes) et le temps (rythme et métrique). Mais comment sont-elles traitées : en interaction ou en indépendance ? Le but des deux études présentées ci-dessous était de savoir si le traitement de la dimension de hauteur interfère avec 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 (Étude 1) ou des séquences de 8 accords (Étude 2). Les séquences étaient jouées régulièrement, seul le moment d'apparition de l'avant-dernière note ou accord était manipulé : il était joué soit en respectant les intervalles réguliers de la séquence, soit trop tôt, soit trop tard. La fonction tonale des 3 notes ou de l'avant dernier accord de la séquence variait également suivant les séquences : elles étaient soit 1- des notes tonalement importantes dans le contexte instauré par les 3 accords ou des notes tonalement moins importantes, soit 2- un accord très important dans le contexte de 6 accords ou un accord moins important. Les sujets devaient focaliser sur la dimension temporelle et détecter l'irrégularité temporelle d'apparition de l'avant-dernière note ou accord, et ignoraient que la dimension de hauteur était manipulée. Les résultats ont montré que lorsque les notes ou les accords étaient tonalement stables dans la tonalité du contexte, les auditeurs étaient plus sensibles (mesuré par d') pour détecter l'irrégularité temporelle des séquences que lorsque les notes ou les accords étaient tonalement moins ou instables. La dimension de hauteur, à ignorer, interfère donc avec la dimension temporelle à juger.

## **1-9-La perception musicale requiert-elle des processus de traitement syntaxique ?**

Charles Delbé, Bénédicte Poulin-Charronnat et Emmanuel Bigand (LEAD-CNRS UMR 5022, Université de Bourgogne, France)

Le rôle respectif des traitements sensoriels et des connaissances musicales abstraites dans les processus de perception harmonique est l'objet d'un débat depuis de nombreuses années (pour une revue, voir Bigand & Poulin-Charronnat, 2006). Les processus gouvernés par les aspects sensoriels extraient les informations pertinentes du signal auditif pour former des représentations adéquates de l'environnement musical, alors que les processus gouvernés par les connaissances, peu influencés par les aspects de surface des stimulations auditives, se basent sur les régularités statistiques présentes dans un système musical donné (comme les fréquences d'occurrence et de cooccurrence des événements). Dans cette étude, nous avons simulé de nombreuses situations d'amorçage harmonique, grâce à un modèle purement sensoriel du système auditif (Leman et al., 2001). Les résultats de nos simulations montrent que la perception harmonique est déterminée par des facteurs à la fois sensoriels et cognitifs. La modélisation rigoureuse du système auditif périphérique, travaillant sur des signaux acoustiques réels, apporte ainsi un éclairage nouveau sur l'implication des aspects sensoriels dans la perception tonale. Par ailleurs, ce travail de modélisation pose la question de la validité du matériel expérimental utilisé dans les études comportementales et neuroscientifiques de la perception harmonique. Nous montrons que, de part la particularité du matériel utilisé dans la plupart de ces études, de nombreux effets peuvent être expliqués par des processus impliquant uniquement la mémoire sensorielle auditive. Finalement, nos résultats soulèvent une importante question méthodologique concernant l'étude des processus syntaxiques potentiellement impliqués dans la perception musicale. Considérant les liens étroits entre les aspects psychoacoustiques et les règles syntaxiques du système tonal occidental, il est nécessaire de mieux contrôler le matériel expérimental avant de conclure que la perception de la musique, comme celle du langage, repose sur l'acquisition et l'application de connaissances portant sur les régularités statistiques associant les événements musicaux.

## **1-10-Outil de mesure physique d'évaluation de la perception et de la reproduction sonores. Théorie et expériences**

Christophe ANNEQUIN (INRETS), Laboratoire Transports Environnement

Actuellement, pour reproduire un environnement sonore correspondant à une réalité, on commence, en général, par l'élaboration d'une théorie de captation du son et par l'utilisation de systèmes de prise de son basés sur cette théorie. Cette communication a pour objectif de proposer une méthode de validation de la reproduction d'un environnement sonore extérieur en chambre sourde à partir de la perception humaine. Sa caractérisation a été effectuée en proposant des solutions de reproduction et de prise de son fiables.

Nous donnerons les bases de la logique perception – reproduction - prise de son à travers :

-les critères perceptifs ;

-la caractérisation d'outils de prise de son et de sa diffusion.

Nous testerons les systèmes utilisés, en particulier ceux du LTE.

Une liaison entre la mesure physique et la perception de la reproduction sera abordée.

En perspective, un outil de mesure physique représentatif de la perception, facile à mettre en œuvre, réutilisable, fiable et qui induit un faible taux d'erreurs concernant la localisation sera développé.

## **1-11-Influences des connaissances linguistiques sur la détection auditive**

Carine Signoret, Barbara Tillmann, Nicolas Grimault, Samuel Garcia & Fabien Perrin

Cognition Auditive et Psychoacoustique UMR 5020 CNRS - Université Lyon 1 Lyon, France

La perception de notre environnement est sans cesse facilitée par les expériences acquises dans cet environnement. De nombreuses études ont montré que l'analyse sensorielle d'un événement active des connaissances associées à cette stimulation, permettant ainsi une facilitation du traitement du stimulus qui suit. L'influence des connaissances peut également intervenir lors de la perception des stimuli. Par exemple, la reconnaissance des lettres composant des mots est plus rapide que celle des lettres composant des non-mots.

Cette étude s'est proposée de déterminer si les connaissances de l'auditeur peuvent avoir un effet précoce sur les premiers niveaux de traitement, notamment sur la détection des événements sonores.

Lors de deux expériences comportementales, des mots, pseudo-mots et sons (égalisés en dB et équilibrés en terme d'enveloppe et de spectre moyen entre les catégories) étaient présentés à différents niveaux d'intensité sonore. Les participants devaient réaliser une tâche de détection (décider si un item était présent ou non) suivie ou non d'une tâche à choix forcé (choisir entre 2 items lequel était présenté dans la tâche de détection).

Les résultats montrent, qu'à un même niveau d'intensité sonore, les mots sont plus facilement détectés que les pseudo-mots, qui sont eux-mêmes plus facilement détectés que les sons. De plus, la différence de performance de détection

entre les mots et les pseudo-mots disparaît lorsque les participants ne devaient pas faire la tâche à choix forcé. Ces résultats suggèrent que les connaissances linguistiques de l'auditeur facilitent les bas niveaux de traitement sensoriel, comme la détection, et que les connaissances lexicales améliorent cette détection lorsque l'auditeur doit identifier le stimulus. Enfin, les résultats montrent qu'à certains niveaux d'intensité où les participants estimaient ne rien avoir entendu, les performances d'identification sont meilleures que le hasard, suggérant une perception non consciente des événements auditifs.

## Session 2 : Applications I

### 2-1-Qualification perceptive des bruits de fermeture de porte automobile

M-C. Bezat, V. Roussarie, R. Kronland-Martinet, S. Ystad, S. McAdams  
PSA Peugeot Citroën, Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique

L'objectif est l'élaboration d'un modèle prédictif sur l'estimation de la qualité et des propriétés perceptives saillantes pour les bruits d'impacts, en particulier pour les bruits de fermeture de porte automobile. Dans un premier temps, la perception des bruits de fermeture de porte est étudiée au laboratoire. La nature des propriétés perceptives dépend des écoutes pratiquées : l'écoute analytique renvoie à des propriétés du signal sonore (ex : 'aigu'), tandis que l'écoute 'naturelle' propose une description de l'événement (ex : 'porte mal fermée', 'véhicule solide', 'de bonne qualité') et des sources mécaniques (ex : 'bruit de serrure'). Différents groupes d'auditeurs sont sollicités dans différents tests perceptifs pour identifier les propriétés pertinentes et évaluer un grand nombre de sons. Un modèle établissant les liens entre les différents types de propriétés perceptives et la qualité est ensuite établi par analyse de données. Dans un deuxième temps, l'étude de ces sons en situation réelle est réalisée et le modèle construit au laboratoire est complété par les facteurs contextuels propres à la situation réelle. Nous proposons plusieurs expériences, en situation réelle, en laboratoire avec des sons seuls et en laboratoire avec une image vidéo de la scène réelle. Dans les conditions vidéos et In Situ, l'image a priori du véhicule modifie l'évaluation en qualité des sons par rapport à la condition audio: une meilleure appréciation portée sur les véhicules bénéficiant d'une meilleure image et vice versa. L'influence de l'image du véhicule est forte en condition In Situ, et faible en condition vidéo. La condition vidéo n'est donc pas représentative de la situation réelle pour mesurer l'influence de l'image a priori du véhicule.

### 2-2-Catégorisation sonore de matériaux frappés : approches perceptive et cognitive

M. Aramaki, R. Kronland-Martinet, S. Ystad, M. Besson  
LMA – CNRS – Marseille

Equipe Langage et musique CNRS Institut de Neurosciences Cognitives de al Méditerranée.

Dans notre environnement, les sons que nous percevons sont porteurs d'informations qui nous parviennent sous la forme d'indices contenus dans le signal acoustique. Ces informations sont directement reliées aux caractéristiques physiques de la source sonore, mais leur sens est bien souvent déduit des traitements cérébraux de haut niveau que l'analyse acoustique ne peut pas expliquer à elle seule. De même, la création de sons réalistes dans les applications liées à la synthèse sonore et à la Réalité Virtuelle sous-entend une adéquation entre les objets sonores, l'environnement virtuel et le contexte créés.

Nous présenterons ici une étude portant sur les sons produits par différents matériaux frappés (Bois, Métal, Verre) en montrant comment ce problème peut bénéficier des apports de la synthèse numérique des sons et des méthodes d'imagerie cérébrale (méthode des Potentiels Evoqués). En particulier, nous présenterons les algorithmes d'analyse-synthèse permettant des manipulations fines sur les sons naturels et un protocole expérimental de catégorisation associant des mesures comportementales et électrophysiologiques. Les données comportementales ont permis la validation du processus de synthèse et la calibration des paramètres acoustiques pour la création de sons écologiques. L'analyse acoustique des sons qui ont été jugés typiques des catégories de matériaux a révélé la pertinence de deux descripteurs : l'amortissement et la rugosité. Enfin, ces descripteurs et les données électrophysiologiques ont été mis en regard afin d'étudier la sensibilité des Potentiels Evoqués aux variations de timbre.

### 2-3-Vers une approche acoustique et cognitive de la sémiotique des objets sonores.

Sølvi Ystad et Richard Kronland-Martinet,

Equipe Modélisation, Synthèse et Contrôle des Signaux Sonores et Musicaux,  
CNRS - Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique Marseille

Daniele Schön et Mireille Besson

Equipe Langage et Musique CNRS - Institut de Neurosciences Cognitives de la Méditerranée Marseille.

Dans l'étude présentée ici, l'objectif est de mieux comprendre comment le cerveau attribue un sens aux sons et si ces processus sont similaires pour les sons et les mots. En se basant sur des études existantes de la sémantique du langage, une comparaison entre l'activité cérébrale évoquée par des mots et par des sons permettra de déterminer si le traitement cognitif est similaire pour les sons et pour les mots. Afin de dissocier les sons des associations éventuelles liées à notre culture, nous avons récolté des sons sans relation directe avec des sons musicaux traditionnels en construisant un échantillonnage de l'espace sonore basé sur la classification proposée par Pierre Schaeffer. Un corpus de 45 objets sonores issus pour l'essentiel de matériaux "concrets" et représentatifs des classes des sons proposées par Schaeffer a ainsi été constitué. Dans la première partie de l'expérience, les sons ont été présentés à 7 sujets qui devaient associer un

(ou plusieurs) mot(s) à chaque son. Les mots les plus fréquemment évoqués ont ensuite été choisis, formant ainsi 45 paires mots-sons. Une deuxième liste de mots, dont la signification n'est pas associée aux sons a ensuite été constituée formant ainsi un corpus de 45 triplets "mot/sons associés/sons non-associés".

Dans la seconde partie de l'expérience, les mots ont été présentés visuellement aux sujets de façon aléatoire, suivis, après 500ms, par la présentation auditive du son associé ou non au mot visualisé. La tâche du sujet est de décider, le plus rapidement possible, si les deux éléments de la paire sont fortement reliés ou non. Les Temps de Réaction (TRs) ainsi que les potentiels électriques évoqués, mesurés à l'aide d'électrodes placées sur la tête du sujet, sont recueillis au cours de l'expérience. Les premiers résultats de cette expérience sont présentés, ainsi que les perspectives qui en découlent.

## **2-4-Influence perceptive du timbre au sein de l'interprétation musicale**

Mathieu Barthet, Richard Kronland-Martinet, Solvi Ystad

CNRS LMA S2M

Un aspect important de l'interprétation musicale -mais cependant peu étudié- réside en des variations parfois subtiles du timbre instrumental. Ces variations de timbre peuvent être importantes dans le cas des instruments entretenus pour lesquels le musicien possède un contrôle dynamique du son. Une analyse systématique des variations du Centre de Gravité Spectral (CGS) au cours de répétitions de séquences musicales jouées selon une même intention musicale par le même clarinettiste a révélé une très grande régularité des motifs d'évolution du CGS. Quelle influence ont ces variations de CGS sur la perception d'une interprétation musicale ? Sont-elles aussi importantes que les variations de rythme et d'intensité utilisées par les musiciens pour jouer de manière expressive ? Afin de répondre à ces questions, une étude psychoacoustique est en cours de réalisation. Nous avons mis au point des transformations sonores qui permettent de modifier le rythme, le CGS et l'intensité de séquences enregistrées avec un clarinettiste professionnel et ce, de manière indépendante ou combinée. Ces transformations permettent notamment de geler les variations du CGS au sein des notes tout en conservant leurs attaque et relâchement, indispensables pour conserver le "timbre-identité" de l'instrument. De la même façon, il est possible de changer la durée des notes en leur imposant celles indiquées par la partition. Les variations d'intensité peuvent également être fortement atténuées au sein des notes. Un test psychoacoustique de jugement de dissimilarité suivi d'une analyse multidimensionnelle devrait nous permettre d'obtenir un espace perceptif « d'interprétation », que nous tâcherons de corrélérer à un espace objectif bâti à l'aide de descripteurs de l'interprétation. Un test de jugement de préférence devrait nous permettre d'obtenir un classement qui nous aidera à mesurer l'importance relative des variations de rythme, de CGS, et d'intensité quant à la qualité perçue d'une interprétation musicale.

## **2-5-Masquage sonore temps-fréquence**

T. Necciari (LMA – CNRS – Marseille)

L'audibilité d'un son dépend de la présence d'autres sources, selon les composantes spectrales des sons et l'intervalle temporel les séparant. Une meilleure connaissance de ce phénomène représente un grand enjeu tant du point de vue fondamental qu'appliqué. L'élimination dans les codeurs audio des composantes inaudibles est un pré-requis à un taux de compression optimal. De même, les méthodes d'analyse-synthèse de sons nécessitent de repérer quelles composantes interviennent dans la caractérisation du timbre. Des modèles psychoacoustiques de masquage sont donc utilisés dans ces domaines, mais ces modèles actuels sont incomplets car ils se limitent aux aspects fréquentiels du masquage. Le but de ce projet est de construire un modèle associant les aspects temporels et fréquentiels du masquage afin de construire un algorithme de traitement du signal éliminant l'information inutile.

Ce projet s'articulera autour de 3 axes intimement liés :

- des mesures psychoacoustiques du masquage temps-fréquence,
- la construction d'un modèle algorithmique basé sur des techniques de traitement du signal temps-fréquence et sur la théorie de l'analyse harmonique,
- la validation du modèle de masquage et de l'algorithme à l'aide de tests perceptifs avec des sons complexes (musique, langage...).

## **2-6-Séparation de signaux de parole mélangés en enregistrement monaural**

Signal F et Liénard JS

LIMSI-CNRS - Groupe Perception Située

L'effet de Cocktail Party ou faculté naturelle de suivre à volonté un locuteur dans un mélange sonore constitue un défi majeur du domaine CASA. Il se manifeste en audition monaurale et fait appel à des traitements perceptifs tant ascendants que descendants, ces derniers étant à considérer dans le cadre d'une situation et d'un comportement donnés. Nous nous intéressons à une forme restreinte du problème, visant à séparer deux signaux de parole mélangés

artificiellement.

Le voisement et F0 figurent parmi les premiers indices que l'on peut chercher à utiliser au bas niveau. Nous travaillons sur une approche "multipitch" (peigne spectral alterné) conçue en vue de réduire d'emblée les erreurs harmoniques et sous-harmoniques qui affectent trop souvent les mesures de F0, même avec un signal monolocuteur. Les performances sont évaluées par comparaison avec les résultats d'un algorithme classique appliqué aux signaux avant leur mélange.

L'enveloppe spectrale associée à un F0 est un critère important. Même si les divers F0 en présence sont correctement déterminés, la séparation de ces enveloppes spectrales pose problème car les composantes spectrales des deux signaux ne sont pas additives en amplitude: selon leur phase elles peuvent s'ajouter ou s'annuler, si bien que le spectre d'amplitude du mélange est apparemment chaotique. Nous présentons une méthode d'interpolation spectrale permettant d'assigner une amplitude approchée aux harmoniques en conflit (proches en fréquence et en amplitude), ceci dans le cas de segments voisins stables.

Les deux traitements précédents aboutissent à déterminer à chaque instant plusieurs ensembles {F0, enveloppe spectrale} possibles. Un algorithme de programmation dynamique vient alors associer dans le temps les ensembles successifs appartenant à un même flux de parole.

Ultérieurement nous chercherons à favoriser l'émergence d'un flux en faisant porter l'attention du système sur la voix présentant une caractéristique cognitive donnée.

## **2-7-Qualité sonore de violoncelles - Etude perceptive et analyse signal**

Jean-François PETIOT1), René CAUSSE2)

1) Institut de Recherche en Communications et Cybernétique de Nantes (UMR CNRS 6597) – Ecole Centrale de Nantes, 1 rue de la Noë, BP 92101, 44321 Nantes Cedex 3 France

Jean-Francois.Petiot@ircsyn.ec-nantes.fr

2) Institut de Recherche et Coordination Acoustique Musique (UMR CNRS 9912) – 1 place Igor Stravinsky, 75004 Paris France

[Rene.Causse@ircam.fr](mailto:Rene.Causse@ircam.fr)

Ce travail porte sur la caractérisation de sons de violoncelles. Les objectifs de cette étude sont :

-de caractériser les différences perçues par un panel d'auditeurs entre différents violoncelles à l'aide de différents tests d'écoute, en situation de jeu par différents musiciens

-d'interpréter ces différences et les relier à des attributs du signal acoustique

Afin d'étudier dans quelle mesure un panel d'auditeur perçoit des différences entre deux violoncelles de très haut de gamme et de facture très différente, nous avons réalisé différents tests d'écoute avec deux musiciens professionnels. Le jury, composé de 6 sujets appartenant au milieu de l'acoustique musicale et de la facture instrumentale, a écouté en aveugle différentes « configurations », correspondant à un couple instrument\*instrumentiste. L'ensemble des combinaisons possibles instrument\*instrumentiste a été présenté (plan complet), elles ont de plus été répétées.

Deux épreuves ont été réalisées :

-une épreuve de cotation selon 5 descripteurs (neutre-riche ; peu résonant-résonant, nasal-rond , étroit-large, timbre peu homogène-homogène), définis par une échelle bipolaire structurée. L'évaluation s'est effectuée à partir d'une séquence musicale unique d'environ 2 minutes, composée de différents fragments musicaux, répétée pour chaque configuration, le jury remplissant sa fiche au fil de l'écoute.

-Une épreuve comparative selon 4 descripteurs (clair, ample, directif, puissant), pour laquelle deux configurations sont jouées successivement (phrase musicale de quelques secondes), et doivent être ensuite classées par le jury.

L'ensemble des séquences musicales a été enregistré, afin de calculer différentes métriques sur les signaux musicaux (fréquence de jeu – centre de gravité spectral – rapport signal/bruit).

L'analyse des données montre que pour l'épreuve de cotation, les différences inter-sujets sont très importantes et ne permettent pas d'établir un consensus. Les effets de l'instrument et du musicien sur les évaluations ne sont pas statistiquement significatifs. Cette épreuve semble trop difficile pour les sujets et ne permet pas de tirer de conclusions significatives.

Pour l'épreuve comparative, le consensus entre les sujets est meilleur, des conclusions statistiquement significatives peuvent être avancées concernant les différences entre les instruments et entre les instrumentistes. Ces conclusions sont confirmées par l'analyse signal des sons joués, qui indique par exemple que l'instrument jugé le plus « clair » possède le centre de gravité spectral le plus élevé.

Les résultats de cette première étude permettent d'envisager de définir certains traits caractéristiques, propres à l'instrument, indépendamment du musicien et de l'auditeur.

## 2-8-Design de textures sonores et interaction

Daniel ARFIB, CNRS-LMA, 31 CH Joseph Aiguier 13402 Marseille Cedex 20  
Jean-Julien FILATRIAU, Laboratoire de Télécommunications et Télédétection  
Université catholique de Louvain (UCL), Louvain la Neuve, Belgique  
[arfib@lma.cnrs-mrs.fr](mailto:arfib@lma.cnrs-mrs.fr) [filatriau@tele.ucl.ac.be](mailto:filatriau@tele.ucl.ac.be)

Fabriquer des textures sonores relève du champ du traitement de signal, que ce soit en synthèse procédurale ou en analyse synthèse, mais leur design dépend étroitement de leur perception, et de leurs typologie et morphologie. D'autre part l'Informatique musicale combine design sonore et interaction. C'est notamment le cas dans la fabrication et l'usage d'instruments de musique numérique!: les textures sonores sont en relation avec le geste au travers de fonctions de correspondance (mapping) spécifiques. La communication affichée présentera:

- Une évocation des typologies sonores adaptées aux textures
  - des exemples de synthèse procédurale (algorithmes de FIS, fractales, modulations AM et FM), et leur correspondance en recherche sur les textures visuelles
  - quelques exemples de correspondance geste-son qui permettent d'inter réagir gestuellement avec les textures sonores. L'usage de périphériques gestuels est démontré à l'aide du logiciel Max-Msp en vue de fabriquer des instruments de musique numérique.
  - une conclusion sur l'importance de l'interaction dans le design sonore, et une vue sur d'autres recherches dans ce domaine. Un schéma de l'action européenne COST SID (sonic interaction design) sera sobrement décrit dans ses quatre composantes!: perception et cognition, production en design sonore, art interactif, sonification.
- Arfib D., Couturier J-M, Filatriau J-J. "Some experiments in the gestural control of synthesized sonic textures", in *Gesture in Human-Computer Interaction and Simulation, Lecture notes in Artificial Intelligence, LNAI 3881*, eds : S. Gibet, N. Courty and J-F. Kamp, publisher : Springer Verlag, 2006.
- Filatriau J-J, Arfib D., "Using visual textures for sonic textures production and control", in *Proceedings of the 9th International Conference on Digital Audio Effects (DAFX'06)*, pp. 31-36, Montreal, Canada, September 2006
- G. Strobl G. Eckel, D. Rocchesso, "Sound texture modeling : A survey," in *Proc. of the Sound and Music Computing Conference (SMC'06)*, Marseille, France, 2006.

## 2-9-Approche Perceptive pour la Synthèse Sonore par Modélisation Physique (Modalys)

MISDARIIS Nicolas, HOUIX Olivier, DERIO Maël, DOS SANTOS Reinaldo; Equipe Perception et Design Sonores, IRCAM, 1 place Igor Stravinsky- 75004 Paris; [misdarii@ircam.fr](mailto:misdarii@ircam.fr) , [houix@ircam.fr](mailto:houx@ircam.fr)

L'objectif de cette étude est de proposer une approche perceptive de la synthèse sonore par modélisation physique. Pour cela, nous nous intéressons à un moteur de synthèse conçu et développé à l'Ircam : Modalys. Ce type de synthèse implémente les modèles de base comme le couplage physique entre un exciteur et un résonateur, eux-mêmes décrits physiquement suivant le formalisme modal (décomposition sur les modes de vibration des structures). Actuellement, l'environnement Modalys se pilote selon trois modalités : textuelle (éditeur de codes), graphique (éditeur de patches) ou compositionnelle (éditeur de partitions) qui offrent la possibilité de contrôler physiquement (bas niveau) ou musicalement (haut niveau) les objets de synthèse. A partir de ce constat, il nous semble intéressant de proposer une nouvelle voie : un contrôle perceptif qui permettrait, en théorie, de relier des attributs pertinents de notre perception sonore issue de cette synthèse (par exemple, le timbre ou le type de matériau perçu) avec des paramètres de bas niveau liés à la définition des modèles et de leurs interactions, tels que des paramètres élastiques (module d'Young, densité, ...), géométriques ou des paramètres liés à l'amortissement. A ce jour, deux études exploratoires et complémentaires ont été réalisées. La première, effectuée par M. Derio, a porté sur l'étude perceptive de la variation des paramètres géométriques et structurels d'un résonateur soumis à une excitation donnée : « plaques frappées par un maillet ». La seconde, effectuée par R. Dos Santos, a porté sur l'étude perceptive de la variation des paramètres d'interaction d'un exciteur sur un résonateur à géométrie et structure fixes : « archets frottant une corde ». Dans les deux cas, des expériences avec des auditeurs ont pu montrer que ceux-ci se focalisaient sur des dimensions perceptives particulières du timbre qui ont finalement pu être reliées à des paramètres de bas niveaux des modèles. Une implémentation temps-réel a permis une première validation de ces résultats.

## 2-10-Classification automatique de paysages sonores urbains

Boris DEFREVILLE, Jean-Julien AUCOUTURIER

Le thème de cette recherche s'articule autour des descripteurs de traitement du signal appliqués à la reconnaissance automatique de paysages sonores urbains typiques et ayant une importance perceptive pour les usagers de la ville (rue de quartier, parc, marché ouvert, boulevard). Une mesure de similarité timbrale (« bag of frame ») communément employée par la communauté de Music Information Retrieval permettant de qualifier deux musiques qui sonnent pareilles est dans le cas présent appliquée à des séquences écologiques.



Les expériences menées montrent que cette mesure de similarité permet de classer les séquences écologiques de la même manière qu'une écoute experte, dépassant ainsi les performances obtenues sur des séquences musicales. Cette différence semble pouvoir être expliquée par une étude de l'homogénéité temporelle et statistique des deux types de séquences sonores. Surtout, les bons résultats obtenus sur la classification automatique des paysages sonores nous amène à associer l'approche « bag of frame » à une mesure automatique de l'effet de contexte, défini comme un processus de haut-niveau permettant d'identifier correctement deux sons ayant la même ambiguïté causale. L'application visée est la détection automatique d'événements sonores.

## **2-11-Nouveaux outils d'évaluation perceptive pour le design sonore : le projet CLOSED**

Olivier Houix, Guillaume Lemaitre, Nicolas Misdariis et Patrick Susini  
Ircam/Equipe Perception et Design Sonores; 1 place Stravinsky; 75004 Paris  
{houix, lemaître, misdariis, [susini](mailto:susini@ircam.fr)}@ircam.fr

Dans le cadre du design industriel européen, le terme « design sonore » implique un processus de création sonore itératif, incluant : spécifications, création et une boucle d'évaluation. Cette évaluation permet de tester, et de modifier le cas échéant, la création au regard des spécifications. Pourtant, ces outils d'évaluation existent peu actuellement. Le but du projet européen CLOSED est de combler ce manque en proposant des outils de modélisation et d'évaluation sonores, sur les aspects à la fois fonctionnels, esthétiques et émotionnels. Ce projet intègre quatre laboratoires européens et quatre expertises : la synthèse sonore, le design, la psychologie de la perception auditive et la modélisation informatique des processus cognitifs.

Les travaux concernant la perception et la cognition sonores, réalisés par l'équipe Perception et Design Sonores de l'Ircam, s'articulent autour de trois points. Une première partie de ce travail s'intéressera à comprendre comment les auditeurs perçoivent les sons environnementaux et organisent leurs connaissances. Dans un deuxième temps, nous testerons des prototypes visant à introduire de nouvelles fonctions et de nouveaux usages du son dans l'interaction avec des objets courants. Finalement nous mettrons en relation la perception des sons et les réactions émotionnelles provoquées par ces sons.

Nous présentons ici nos premiers résultats sous la forme d'une synthèse des travaux expérimentaux et théoriques s'étant intéressés à la problématique de la perception des sons environnementaux. A partir de cette synthèse, nous proposons un modèle de l'organisation des connaissances issues de la perception de ces sons.

## **2-12-Qualité des anches de bourdon de cornemuse écossaise.**

M. PAQUIER & C. MOIGN (Brest, LISyC, Université de Bretagne Occidentale)

Le roseau est la principale matière utilisée pour la fabrication des anches, néanmoins les bourdons de cornemuse écossaise (anches simples battantes) sont de plus en plus souvent équipés en anches synthétiques, celles-ci étant plus résistantes aux variations de température et d'humidité que leurs ancêtres en roseau. Le son des bourdons est le principal critère de qualité des cornemuses écossaises: d'une part les bourdons permettent l'immersion sonore particulière de cet instrument, d'autre part ils sont à l'origine du tempérament inégal du chanter ou hautbois (les notes de la gamme respectant les harmoniques justes des bourdons). Malgré cette importance primordiale, les critères de qualité d'un son de bourdon de cornemuse semblent assez opaques, et le débat synthétique/roseau est généralement animé de pensées plutôt magiques. Nous avons donc mené une étude en deux étapes:

1) Ecoutes de plusieurs bourdons (par des sujets naïfs et spécialistes), équipés d'anches en roseau et en matière synthétique, et questions sur la qualité des sons entendus (qualité absolue, chaleur, volume, agressivité, clarté, immersion).

2) Analyses des signaux de bourdons, et corrélation entre ces analyses et les jugements portés par les auditeurs.

## **2-13-Caractérisation physique et perceptive de l'impact environnemental de sources de bruit industrielles**

M. Alayrac\*, C. Marquis-Favre\*\*, S. Viollon\*, G. Le Nost\* (\* : EDF R&D, \*\* : LASH/DGCB ENTPE)

Si la problématique de la nuisance sonore due aux bruits de transport a fait l'objet de nombreuses études, la gêne due aux bruits industriels reste un sujet d'étude encore peu développé, au niveau national comme international. Pourtant, comme les sources acoustiques industrielles sont nombreuses et variées, et fonctionnent en général 24h/24, la caractérisation de la gêne occasionnée mérite d'être étudiée plus en détail. L'objectif de notre recherche est de déterminer un indicateur représentatif de la gêne occasionnée par plusieurs sources acoustiques d'un site industriel. En partant de l'enregistrement stéréophonique, sur site, d'un panel de sources acoustiques industrielles et de la mise en place d'une méthode de création de filtres prenant en compte la propagation acoustique, une base de données de 60 bruits industriels simulés à proximité d'habitation a été construite. Les sources acoustiques industrielles étant multiples

et variées, une typologie perceptive a été réalisée par l'intermédiaire d'un test de catégorisation libre par ressemblance. Chaque catégorie (ou famille) sera caractérisée en fonction des caractéristiques physiques et/ou psychoacoustiques. Ainsi la gêne occasionnée par les sources acoustiques industrielles appartenant à une même catégorie pourra être déterminée à partir d'un indicateur de gêne commun. Actuellement, par une série de tests d'écoute, catégorie par catégorie, nous étudions ces familles de bruits industriels et déterminons des indicateurs de gêne relatifs aux sources de bruit industrielles d'une même catégorie. Des protocoles expérimentaux sont définis. Des indicateurs classiques sont utilisés tels que le niveau sonore pondéré A ou le critère de tonalité marquée, mais aussi de nouveaux indicateurs sont développés afin d'étudier la gêne. De plus, en s'appuyant sur la réglementation française en vigueur, nous étudions la gêne occasionnée par l'émergence de ces sources, toujours par catégorie, sur différents bruits résiduels représentatifs des environnements sonores dans lesquels peuvent vivre les résidents proches d'un site industriel.

## **2-14-Emergences fréquentielles dans le domaine ferroviaire : confort acoustique et critères d'émergence**

Guy Rabau, Isabelle Boulet, Françoise Dubois et Sabine Meunier  
Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique, CNRS, Marseille, France,  
[rabau@lma.cnrs-mrs.fr](mailto:rabau@lma.cnrs-mrs.fr)

La SNCF a constaté que le bruit intérieur de leurs voitures TGV est pollué par des bruits composés de raies, harmoniques ou non, dont la fréquence évolue en fonction de la vitesse du train. De tels bruits proviennent du bruit de contact roue-rail, des transformateurs électriques, des ventilateurs, désignés par les voyageurs comme des sources gênantes. Cette étude exclue pour l'instant les bruits émergents temporellement et fréquemment comme le bruit d'ouverture/fermeture des portes de salles. L'objectif de ce travail est double. Dans un premier temps pour le bruit de fond, le « bruit du train quand il roule », nous avons validé la sonie comme indicateur mieux corrélé à la préférence des auditeurs que le niveau sonore en dB(A). Dans un second temps, nous avons mesuré les seuils de détection en-dessous desquels les émergences fréquentielles ne sont pas audibles. Deux modèles, celui de Moore et celui de Zwicker, existent pour calculer la sonie. Le modèle de Moore permet de calculer la sonie masquée c'est-à-dire la sonie d'un son émergent en présence d'un bruit masquant. A partir du modèle de Zwicker nous avons établi un nouveau critère relatif à la sonie masquée. Les premiers résultats montrent que le calcul de ce nouveau critère estime bien les mesures de seuils. Celui-ci pourrait donc s'avérer être un critère intéressant pour la prédiction des seuils de détection d'émergences dans un bruit de fond.

## **2-15-Conception de signaux de référence pour l'évaluation de la qualité perçue des codeurs de la parole et du son**

Thierry ETAME, FRANCE TELECOM R&D / Université de Rennes 1  
[thierry.etameetame@orange-ftgroup.com](mailto:thierry.etameetame@orange-ftgroup.com)

La qualité de signaux transmis par les systèmes de télécommunications est évaluée à l'aide de tests d'écoute, lors desquels des échantillons de parole, traités par le (les) système(s) à évaluer, sont présentés à des auditeurs. Ceux-ci sont invités à donner leur opinion, après l'écoute de chaque échantillon, sur la qualité vocale de celui-ci suivant des échelles de qualité (par exemple : excellente, bonne, moyenne, médiocre, mauvaise). Afin de faciliter la comparaison des résultats d'un test à l'autre, des points d'ancrage sont intégrés dans ces tests. L'appareil MNRU1, couramment utilisé comme système de référence, permet d'introduire des dégradations contrôlées dans les signaux. Or, ces dégradations, caractéristiques du bruit de quantification des codeurs de type PCM2, ne sont plus représentatifs, du point de vue perceptif, des défauts apportés par les nouvelles techniques de codage. L'objectif de ce travail est de développer un système permettant de calibrer les tests subjectifs avec des signaux représentatifs des défauts de codage actuels. La démarche adoptée consiste à caractériser d'un point de vue perceptif les distorsions apportées par les nouveaux codeurs, puis à les relier aux techniques de codage afin de pouvoir les recréer artificiellement. Partant de l'hypothèse que ces défauts peuvent être décrits sur des continuums perceptifs, nous cherchons à déterminer l'espace perceptif multidimensionnel dans lequel peuvent être représentées les dégradations sonores propres aux codeurs actuels. Un test préliminaire a permis de sélectionner dix codecs de qualité moyenne similaire, afin que les jugements de dissimilarité ne portent pas sur la qualité globale, mais bien sur le type de défaut. Un premier test de comparaison par paires avec jugements de dissimilarité est réalisé avec quatorze sujets, sur un échantillon de parole de 6 s. prononcée par un homme. L'analyse des matrices de dissimilarité par la MDS3 non métrique INDSCAL4 révèle un espace perceptif à quatre dimensions.

## **2-16-Bruits des transports, influence de la structure temporelle sur la gêne et la performance cognitive (Coopération Deufrako)**

Elise Gressant, Catherine Lavandier - LMRTE Cergy-Pontoise

La coopération DEUFRAKO sur le thème Bruit et Santé a pour but le développement de mesures de réduction du bruit des transports via l'approfondissement des connaissances sur l'influence du bruit sur l'être humain. Dans le domaine ferroviaire, il existe peu d'études concernant ces aspects et la plupart d'entre elles ont été réalisées sur des scénarii peu réalistes. Par ailleurs, de plus en plus de publications remettent en question la validité de l'utilisation du LAeq comme indicateur de gêne. Aussi, l'objectif du LMRTE au sein du projet « bruit et santé » est d'étudier les bruits de passages de trains afin de développer un nouvel indicateur de gêne plus précis, au travers des connaissances acquises par l'étude des aspects temporels et de leur influence sur la gêne et la performance.

Précisément, l'hypothèse de départ est que le LAeq apporte des informations nécessaires sur la gêne en terme de niveau, mais ces informations sont parfois insuffisantes pour illustrer la gêne perçue. Pour améliorer cet indicateur, il nous faut donc nous intéresser de plus près aux aspects temporels.

Pour cela, une étude a été mise au point en trois étapes. Dans un premier temps, afin de soustraire nos sujets à l'influence du niveau, nous allons mettre au point un test d'égalisation en force sonore de notre set de stimuli constitués d'un seul passage de train chacun. Ensuite, nous extraierons les paramètres perceptifs de ces stimuli par l'intermédiaire d'un test de dissimilarité. Enfin, pour la dernière étape, nous construirons de nouveaux stimuli en effectuant des combinaisons de passages de trains tels qu'un individu vivant près des voies peu les entendre, en suivant les modalités d'un plan d'expériences. 120 sujets devront ensuite estimer la gêne perçue et effectuer des tests de performance. Une fois ces réponses obtenues, la gêne sera modélisée en fonctions des paramètres perceptifs recueillis précédemment et des paramètres physiques calculés sur les signaux.

Dans cet exposé nous présenterons les premiers résultats du test d'égalisation.

## **2-17-Qualité sonore du bruit des avions.**

B.Barbot, C.Lavandier - Laboratoire MRTE, Cergy Pontoise

Cette étude s'inscrit dans le cadre d'un projet de recherche européen sur les nuisances sonores aériennes. Afin de mieux comprendre la perception du bruit généré par ce mode transport, l'étude de la qualité sonore de plusieurs passages d'avions a permis d'établir un plan perceptif de ces sons. Ce plan a été établi par l'analyse des dissimilarités d'un échantillon composé de 14 sons, 7 sons représentant des avions en phase de décollage et 7 d'atterrissage. Ces sons représentent différents types d'avions (en terme de taille, nombre de moteurs). Ces stimuli sont égalisés en durée (40s) et en Lmax de façon à limiter les effets de niveau sonore qui sont déjà connus pour être majoritairement responsables du désagrément.

35 sujets ont noté la différence entre 2 sons présentés par paires sur une échelle graduée de 0 (sons identiques) à 10 (extrêmement différent). L'inconvénient de cette méthode se trouve dans l'interprétation des axes du plan de dissimilarité. Un autre test a permis de récolter des descriptions libres ainsi qu'un classement des sons selon la préférence. Une analyse linguistique des réponses des sujets a permis d'extraire une autre série d'attributs descriptifs. Ces attributs ont été utilisés pour aider à définir les dimensions trouvées par l'analyse des dissimilarités.

Ces attributs correspondent à des aspects fréquentiels et temporels respectivement liés à la présence de raies dans le signal, à son évolution temporelle (temps de montée) ainsi qu'à la fluctuation du niveau sonore (turbulence, effet du vent). Ces aspects sont difficilement mesurables par des indicateurs acoustiques ou psychoacoustiques. Les corrélations entre les dimensions du plan perceptif et ces indicateurs n'ont rien donné, de même pour la préférence.

## **Session 3 : Bases théorique de la perception sonore II : Physiologie**

### **3-1-Attention sélective et perception de flux sonores simultanés : enregistrements intracérébraux chez l'Homme**

Bidet-Caulet A.1, Fischer C.1,2, Bauchet F.1,3, Aguera P.E.1 and Bertrand O.1

1 INSERM, U280, Processus Mentaux et Activation Cérébrale ; Institut Fédératif des Neurosciences ; Université Lyon 1, Lyon, France

2 Hôpital Neurologique, service de Neurologie Fonctionnelle et d'Epilepsie, Lyon, France

3 CERMEP, département MEG, Lyon, France

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 nous concentrer spécifiquement sur l'une d'entre elles. Il apparaît donc intéressant de comprendre comment ces sources sont représentées dans le cortex auditif en fonction de l'attention qui leur est portée.

Nous avons utilisé l'asynchronie de début pour induire la perception de deux flux sonores simultanés, chaque flux étant modulé en amplitude à des fréquences différentes (21 ou 29 Hz).

A partir d'enregistrements électrophysiologiques intracérébraux réalisés lors de l'évaluation fonctionnelle pré-chirurgicale de patients présentant une épilepsie pharmaco-résistante, nous avons pu extraire les activités steady-state (à 21 et 29 Hz) liées à la modulation d'amplitude des flux. Nous avons ainsi obtenu une représentation corticale de chacun des deux flux séparément.

Ces flux étaient présentés aux patients dans trois conditions attentionnelles différentes : (1) attention détournée des flux; (2) sélection attentionnelle du premier flux et (3) sélection attentionnelle du second flux.

L'analyse des activités steady-state, dans le cortex auditif, nous a permis de mettre en évidence des modulations - distinctes dans les hémisphères gauche et droit - des représentations corticales de chacun des flux en fonction de l'orientation de l'attention. Ces résultats apportent de nouveaux éléments sur les mécanismes d'attention sélective auditive et sur la spécialisation de chaque hémisphère dans les processus attentionnels.

### **3-2-Etude de l'influence physiologique des acouphènes sur l'organisation fonctionnelle du cortex auditif. Approches psychoacoustique et électrophysiologique.**

François Guimont, Sabine Meunier, Stéphane Roman, Georges Canevet, Michel Jevaud, Patrick Marquis, Catherine Liegeois-Chauvel.

Laboratoire de Neurophysiologie et Neuropsychologie INSERM U751 - Faculté de Médecine 27, Bd Jean Moulin 13005 MARSEILLE

Les acouphènes sont un symptôme décrit comme étant la perception d'un son en l'absence de stimuli externes dans une oreille ou dans les deux. Ceux-ci peuvent avoir un fort retentissement psychologique chez le patient. Leur origine est encore mal connue mais il semble maintenant bien établi qu'un problème au niveau périphérique (perte des afférences nerveuses) va entraîner des modifications au niveau central.

Le but de notre travail est d'étudier l'influence physiologique des acouphènes sur l'organisation fonctionnelle du cortex auditif chez des patients acouphéniques. Premièrement, nous dressons un bilan psychoacoustique chez des patients présentant un acouphène. Pour cela, il est réalisé un audiogramme fin dans le but de définir la fréquence de coupure ainsi que trois tests permettant de caractériser l'acouphène en fréquence et en intensité. Un enregistrement électro-encéphalographique complété par de la cartographie d'amplitudes nous permet d'étudier l'excitabilité des cortex auditifs chez ces patients et leur organisation fonctionnelle par comparaison à une population de sujets témoins.

L'étude psychoacoustique montre qu'il existe différents groupes de patients caractérisés par leur fréquence de coupure, leur spectre acouphénique et l'intensité de leur acouphène. L'étude électrophysiologique présente une diminution de l'amplitude de la P200 chez les patients acouphéniques à droite et une diminution de l'amplitude du complexe N100/P200 chez les patients acouphéniques à gauche. Nous montrons également la présence d'une composante précoce négative marquée chez les patients acouphéniques par rapport aux témoins ; celle-ci étant plus prononcée lorsque la stimulation s'effectue sur l'oreille gauche. Ces résultats mettent en évidence une modification de l'excitabilité du cortex auditif. Nous pouvons envisager qu'il existerait une augmentation de l'excitabilité des cortex primaires auditifs ainsi qu'une diminution de l'activité des cortex auditifs associatifs. Ces modifications électrophysiologiques seraient associées à une réorganisation fonctionnelle au niveau central qui serait plus importante chez les patients souffrant d'un acouphène localisé à gauche.

### **3-3-Perception auditive consciente et non consciente : une étude en EEG**

Carine Signoret, Olivier Bertrand & Fabien Perrin

Cognition Auditive et Psychoacoustique; UMR 5020 CNRS - Université Lyon 1, INSERM U 280; Lyon, France

S'il n'existe encore aucun consensus pour expliquer quelles sont les bases cérébrales de la perception consciente, plusieurs hypothèses ont été proposées. La différence entre une perception consciente et une perception non consciente pourrait résider dans la modulation de l'activation de certaines structures cérébrales, voire dans l'activation de réseaux cérébraux différents (Dehaene et Naccache, 2001 ; Weiskrantz, 1974). La perception consciente des stimuli pourrait également s'expliquer par une synchronisation des neurones participant aux processus perceptifs (Engel et Singer, 2001). En accord avec cette dernière hypothèse, une étude récente suggère que l'activité cérébrale se synchroniserait dans la bande de fréquence gamma lorsque le participant rapporte une perception consciente du stimulus visuel (Summerfield, 2003).

Une expérience en EEG a été mise en place afin de tester ces hypothèses en modalité auditive. Les participants écoutaient des mots, pseudo-mots et sons présentés à deux niveaux d'intensité sonore différents : l'un amenant à une perception consciente de la stimulation et l'autre amenant à une perception non consciente de la stimulation (comme le montrait une pré-étude comportementale). Le participant devait catégoriser la stimulation présentée de façon aléatoire (mot, pseudo-mot, son ou silence).

Afin de révéler les différences neuronales concomitantes aux perceptions consciente et non consciente, nous allons analyser les données en potentiels évoqués et en temps-fréquence. Ceci nous permettra d'observer d'éventuelles modifications des distributions cartographiques des potentiels évoqués (c'est-à-dire des structures impliquées dans les deux types de processus) en fonction du niveau de conscience et en fonction de la nature du stimulus. Les éventuelles variations dans la bande de fréquence gamma pourront elles confirmer ou infirmer l'hypothèse selon laquelle une perception consciente découle d'une synchronisation neuronale.

## Session 4 : Applications II

### 4-1-Les organisations rythmiques des premiers énoncés produits par un enfant brésilien sourd implanté.

Lara Teixeira Carneiro \*

\*Université de Limoges, Laboratoire CERES, Centre de Recherches Sémiotiques, EA 3648.  
[teixeiracarneiro@hotmail.com](mailto:teixeiracarneiro@hotmail.com)

Je me propose de réfléchir sur les organisations rythmiques des premiers énoncés produits par un enfant brésilien sourd implanté par le biais de la prosodie dans une perspective interactionniste. Cette approche permet d'introduire l'interprétation de l'adulte comme une voie d'insertion et de soutien de l'enfant dans l'acquisition de la langue verbale articulée, dont le potentiel expressif se traduit dans un dynamisme vocal synchrone du dynamisme gestuel. Je me situe dans la perspective des phonologies non-linéaires qui font de la prosodie une interface entre composantes sémantico-syntaxiques du langage. L'approche proposée suppose une méthode d'étude des interactions en situations semi-directives et non-directives, étude basée sur la prise en compte des aspects structurants des actions et des interactions. Le corpus utilisé ici fait partie d'un corpus plus volumineux sur l'acquisition du portugais brésilien (PB) par un enfant brésilien qui après avoir eu une méningite à l'âge de 1 an et 5 mois a connu une perte bilatérale profonde de perception auditive. Les séances de stimulation auditive, enregistrées en situation de parole spontanée, sont disponibles en DVD. Les résultats permettent d'apercevoir l'accent nucléaire de type intonational comme un possible substrat, proto-état ou préfiguration de la grammaire, dans un travail « top-down » de l'organisation prosodique en interaction avec les autres composantes linguistiques.

### 4-2-Importance de la qualité de transmission du son des aides auditives pour l'intelligibilité

Paul Marie Guyon<sup>a</sup>, Bernard Gautheron<sup>b</sup>, Michel Lecas<sup>c</sup>

La Cellule Acoustique et Audition de l'Université Paris Sud.1

a) Physicien, 9 rue Florian 91400 Orsay

b) Ingénieur en acoustique et phonétique, laboratoire de Phonétique et de Phonologie UMR 7018; Institut de Linguistique et de Phonétique Université Paris 3

c) Ingénieur électronicien, LCAM bât. 351 Université Paris Sud 91405 Orsay.

Une évidence est l'insuffisance des aides auditives à apporter aux malentendants une amélioration significative de l'intelligibilité dans le bruit. Pourtant, des appareils équipés de casques « Hi-Fi » apportent souvent au malentendant une netteté d'écoute supérieure à celle qu'il tente d'obtenir avec ses aides auditives déjà réglées.

Méthode : On sait qu'une médiocre qualité de la chaîne acoustique entraîne une moindre netteté phonétique et par conséquent une baisse de l'intelligibilité. Toute modification spectrale de la parole crée des distorsions alors qu'une amplification linéaire respecte la forme du signal.

Nous avons donc fait tester par des malentendants, différents systèmes d'amplification linéaires puis nous avons construit une aide technique de bureau, « le Module Lecas » (1er prix du concours Handitec 2004). Vingt sujets ont essayé le Module Lecas avec ses réglages possibles et un casque stéréophonique.

Les sujets ont rapidement trouvé leurs réglages pour une écoute confortable. Les niveaux de sortie ont été mesurés pour le casque et comparés avec ceux de leurs aides auditives.

Test syllabique: Un jeu de 50 cartes constitue le corpus comprenant des monosyllabes VCV (17 consonnes répétées 2 à 3 fois). Ces syllabes sans signification sont de la forme aBa aTa... ..

Chaque syllabe dite une fois est répétée par le sujet. La carte est alors montrée au sujet pour avoir son approbation. On peut enchaîner plusieurs tests sans risque de mémorisation.

Dix sujets, ont écouté quatre listes de VCV avec leurs prothèses puis avec un casque Beyer Dynamique DT 48 (800 à 22 000 Hz), en bruit faible (S/B 18 dB) et en bruit fort (S/B +3 dB).

Résultats: Avec cette amplification, atténuée dans les fréquences graves, on obtient le même score de netteté mais avec des niveaux inférieurs de 10 à 20 dB à celui des prothèses.

Ces résultats qui concernent la qualité, la netteté et l'intelligibilité du son de parole et aussi la protection de l'audition seront discutées autour de notre poster.

Remerciements à: Béatrice Bremont, Rodolphe-Aloïs Berthon, Brice Dury, Fabien Dutuit, Marie-Claude Heydemann, Jean -Sylvain Liénard, Jean-Christophe Roué, Sooch san Souci.

### 4-3-L'évaluation de l'efficacité du codage temporel par les Speech-ABR.

I.Akhoun, S.Gallego, M.Menard, E.Veuillet, C.Berger-Vachon, L.Collet.

Equipe audiologie. Laboratoire neurosciences sensorielles et mécanismes cognitifs (UCBLyon1; CNRS-UMR5020)

Le long de la cochlée, le codage fréquentiel des pics spectraux les plus importants est suffisant pour une bonne

intelligibilité de la parole (Drullman, 1995), comme le montre les études sur les stratégies de codage de l'implant cochléaire SPEAK et par extension ACE. Le codage temporel, quant à lui, semble intervenir comme un complémentaire du codage tonotopique. C'est l'expression du phase-locking où les cellules du système auditif se synchronisent sur la périodicité du signal sur les basses fréquences (enveloppe du signal). L'enveloppe temporelle d'un signal de parole est un indice suffisant pour le rendre intelligible.

L'analyse des potentiels évoqués auditifs permet de mettre en évidence quels sont les indices acoustiques véhiculés par le système auditif le long du tronc cérébral et comment se traduit le manque d'encodage chez les malentendants.

19 personnes normo-entendantes ont été stimulées avec une syllabe de courte durée /ba/ à 60dB-SL pour les 2 polarités du stimulus. L'enregistrement des Speech ABR s'est fait avec 3 électrodes reliées au système d'acquisition Centor de Racia Alvar.

Le Speech ABR et le stimulus acoustique ont des composantes spectrales communes jusqu'à la fréquence de coupure Fc. L'enveloppe du stimulus est extraite en filtrant le signal redressé en passe-bas à la fréquence de coupure du speech ABR. Il existe une grande ressemblance entre l'enveloppe du stimulus et les grandes moyennes du Speech ABR sur les 15 sujets retenus. Les Speech ABR peuvent être une méthode précise pour évaluer le degré d'encodage temporel au sein d'un groupe de personnes (Russo&al., 2005), avec en filigrane une perspective de dépistage des pathologies liées à cet encodage temporel, tel que la dysphasie.

Le Speech ABR donne aussi des indications sur le niveau où cette réponse est générée dans le système nerveux central dans le cas des syllabes consonnes-voyelle (Picton&al., 1974 ; Krishnan, 2002 ; Eggermont, 2001)

#### **4-4-Recalibration des fonctions de sonie chez des sujets hyperacousiques**

A. Norena\* & S. Chery-Croze#

\*Université de Provence /CNRS; Centre St Charles, Pôle 3C - Case B; 3, Place Victor Hugo

F - 13331 Marseille Cedex 03

#UMR CNRS 5020; 50, avenue Tony Garnier; 69007 Lyon

L'hyperacousie est définie comme une intolérance (ou inconfort, voire douleur) aux sons d'intensités modérées (qui normalement sont tolérables). Cette augmentation pathologique de la sensibilité auditive pourrait être liée aux remaniements centraux qui se mettent en place après la diminution des entrées sensorielles induite par une perte auditive. Nous avons testé l'hypothèse selon laquelle la compensation de cette diminution des entrées sensorielles pourrait inverser les modifications plastiques à l'origine de l'hyperacousie. Huit sujets présentant une hyperacousie ont été exposés pendant 15 semaines (plusieurs heures / jour) à un environnement acoustique adapté à leur audition (seule la région de fréquences correspondant à la perte auditive était stimulée). La sensibilité auditive était caractérisée à partir d'une méthode de catégorisation de sonie (« loudness growth in one-half octave band ») et les effets de la stimulation acoustique sur l'hyperacousie ressentie par le sujet étaient estimés à partir de questionnaires. Notre étude montre que la stimulation acoustique 1) réduit la pente des fonctions de sonie (augmentation de la dynamique auditive jusqu'à 30 dB), 2) aux fréquences stimulées mais également aux fréquences éloignées de la stimulation, et 3) améliore l'hyperacousie. Cette étude montre que la perception de sonie est très plastique et qu'elle dépend de l'environnement sensoriel. En outre, la stimulation acoustique dans la région de la perte auditive pourrait être une solution rapide et efficace pour traiter l'hyperacousie.

#### **4-5-Audiométrie par balayage asservi dans le suivi de pertes auditives lors de traumatismes acoustiques par bruits impulsifs : une atteinte des basses fréquences.**

A. Moulin<sup>1</sup>, L. Marion<sup>2</sup>, A. d'Aiello<sup>2</sup>, I. Giroult<sup>2</sup>, J.B. Nottet<sup>2</sup>

UMR CNRS 5020, Neurosciences et systèmes sensoriels, Université C. Bernard, Lyon 1.

Hôpital du Service de Santé des Armées Desgenettes, Service ORL, Bd Pinel, 69003 Lyon.

Le suivi de 50 militaires ayant subi accidentellement un traumatisme acoustique (TA) unilatéral par arme à feu, a été entrepris à l'aide d'une audiométrie par balayage asservi (Audioscan<sup>o</sup>), dans les 24h, 3 jours et 16 jours suivant le TA, pour des fréquences de 250 Hz à 16 kHz. Les résultats montrent une perte auditive moyenne prédominant sur les fréquences de 4 à 6 kHz, qui récupère au-delà de 3 jours, et une perte auditive sur les fréquences inférieures à 1 kHz, qui récupère en 3 jours. Bien que les patients n'aient aucune plainte fonctionnelle sur l'oreille controlatérale, l'audiométrie montre une augmentation des seuils de 2 dB dans l'oreille controlatérale, indépendamment de la fréquence, avec retour à la normale 3 jours après le TA. Un groupe de 50 oreilles témoins a subi une audiométrie par balayage asservi dans les mêmes conditions, à 3 reprises, et ne montre aucune modification des seuils auditifs lors de la répétition de l'examen. Les résultats mettent donc en évidence une augmentation des seuils auditifs bilatéraux, indépendamment de la fréquence, chez les patients ayant subi un TA unilatéral, sans que cette augmentation ne soit liée à un apprentissage de la tâche. Cette augmentation diffère de la perte auditive habituellement constatée, sur le 4-6 kHz, après un TA.

#### **4-6-Le son et l'audition au quotidien**

décembre 2006 – étude réalisée par Écoute ! Écoute ! et l'institut QualiQuanti

Cette étude interroge en 50 questions les Français sur leurs perceptions et usages du son au quotidien, leur connaissance de l'audition et ses influences comportementales, afin de mesurer l'importance accordée à l'ouïe et les comportements à risques auditifs. La méthodologie est un questionnaire semi-ouvert auto-administré en ligne auprès d'un échantillon représentatif de la population française (15 ans et plus) de 1000 internautes, issus du panel d'internautes TestConso.fr, panel on-line de 100 000 inscrits.

Les principaux enseignements de cette étude:

Les Français apprécient le volume sonore, sauf quand il vient des autres : ils montent le volume sonore pour s'isoler du bruit ou apprécier le son. Certains bruits sont tolérés, jusqu'au moment où ils gênent le calme et la tranquillité, dénotent un manque de civisme, entraînent des conséquences physiologiques.

Les Français ignorent, parfois volontairement, les risques pour leur qualité d'écoute : plus de la moitié de la population se sent rarement exposée aux risques. Si les jeunes reconnaissent écouter à un niveau sonore élevé la musique ou la télévision, connaissent les risques, 15,9% évitent les situations dangereuses. La moitié des Français pense que les traumatismes sonores sont réversibles.

Les 12-18 ans ont le sentiment d'être les principaux exposés aux risques mais ne savent pas comment se protéger ou trouvent cela trop contraignant. Les Français ne se sentent pas suffisamment informés sur les problèmes liés à la perte de l'audition.

Les Français n'ignorent pas l'impact des sons et d'une bonne audition sur la qualité de vie : ils considèrent qu'une bonne audition est importante pour la mémoire, la vitalité intellectuelle, la vigilance, l'équilibre, le sommeil et l'humeur. Ils aimeraient un meilleur environnement sonore, une maîtrise des nuisances certes, mais aussi du confort et du plaisir, comme de la musique dans les lieux d'attentes.

L'audition est un problème de santé publique et le son une vraie richesse négligée du quotidien des français. L'ouïe n'apparaît qu'en 2ème position du sens le plus indispensable, avec un score très faible (6,6%). Les attentes des français ne demandent qu'à s'exprimer sur un sujet encore tabou et rattaché au handicap plutôt qu'au sens en lui-même.

#### **4-7-Réponse cérébrale volontaire chez une patiente en stade aigu avec un locked-in syndrome total.**

C. Schnakers, BM, M. Schabus, PhD, F.Perrin, PhD, R. Hustinx, MD, S. Majerus, PhD, G. Moonen, MD PhD, M. Boly, MD, S. Laureys, MD PhD

Centre de Recherche du Cyclotron (Mlle Schnakers, Dr Laureys, Dr Boly, et Mr Schabus), Département de Médecine Nucléaire (Pr Hustinx), Département de Psychopathologie Cognitive (Dr Majerus), Neurologie (Dr Laureys, Dr Boly et Pr Moonen), Université de Liège, Belgique; et le laboratoire de Neurosciences, Université Claude Bernard Lyon, France (Dr Perrin)

Le locked-in syndrome (ou syndrome de verrouillage) suit habituellement une lésion ventropontine et se caractérise principalement par une anarthrie et une tétraplégie quasi totale. Ces patients sont totalement conscients et peuvent classiquement communiquer avec les mouvements oculaires verticaux et les clignements. Cependant, en cas de locked-in syndrome total, le patient ne peut pas non plus bouger les yeux. Confondre ces patients avec des patients comateux n'est alors pas surprenant. Détecter des processus cognitifs conscients devient vital. Les enregistrements électroencéphalographiques (EEG) peuvent constituer une aide précieuse lors du diagnostic.

Nous présentons ici les données EEG d'une patiente avec un locked-in syndrome total en stade aigu (49 jours après lésion cérébrale), sur lesquelles ont été réalisées des analyses en potentiels évoqués et en temps-fréquence. Un paradigme actif, où la patiente devait compter son prénom parmi une liste d'autres prénoms, était comparé à une condition passive (contenant aussi le propre prénom). L'amplitude de la composante P3 au propre prénom était significativement plus importante en condition active qu'en condition passive, et cela pour les électrodes Fz, Cz et Pz ( $p < .05$ ). L'amplitude et la latence de cette réponse étaient en outre similaires à celles de sujets contrôles appariés au niveau de l'âge ( $n=4$ ), suggérant une préservation des mécanismes de catégorisation chez cette patiente. En revanche, les analyses temps-fréquences ont révélé des synchronisations neuronales différentes pour la patiente et pour les sujets contrôles. Alors que les sujets contrôles présentent des synchronies dans les fréquences delta (0.1-3.5 Hz), thêta (4-7 Hz) et alpha (8-12 Hz) entre 250 et 1000 ms en Fz, Cz et Pz, la patiente montre, par exemple, une synchronisation en Cz dans des fréquences relativement élevées (autour de 25 Hz), sous-tendant l'intervention de processus cognitifs différents.

En conclusion, l'utilisation des potentiels évoqués couplés à un paradigme actif peut permettre de détecter une activité cérébrale volontaire chez des patients s'apparentant aux patients comateux. D'autre part, les analyses fréquentielles peuvent fournir des informations complémentaires quant aux processus cognitifs des patients sévèrement cérébrolésés.