

# EPU 2009 - *Résumés*

## PSYCHOACOUSTIQUE ET SURDITÉ

### Applications prothétiques

- SYNTHÈSE DE L'EPU 2003 DE LA COCHLÉE AU TRAITEMENT CENTRAL DE L'INFORMATION SONORE (INTENSITÉ, FRÉQUENCE ET TEMPS)

**A. COEZ, Audioprothésiste, Paris**

### TESTS TONALS ET VOCAUX

#### MESURES PSYCHOACOUSTIQUES TONALES (ILLUSTRATIONS SONORES)

**Yves LASRY, Audioprothésiste, Nantes**

Etudier précisément la sensation auditive, en tenant compte de chacun de ses paramètres, fait partie des prérogatives de l'audioprothésiste. Une étude approfondie de la progression de la sensation d'intensité, ainsi qu'une mise en évidence de distorsions de type fréquentielle ou temporelle peut orienter le choix prothétique ainsi que les différents paramètres de réglages de la solution auditive adaptée.

Toutefois, la réalisation des différents tests permettant de mettre en évidence les distorsions de la sensation auditive n'est pas toujours facile à mettre en place. Quel test faut-il réaliser dans ce cas précis ? Quels en sont les paramètres pour que le protocole établi lors de leur création soit respecté ? Comment configurer le matériel audiométrique ? Que déduire des résultats obtenus ? Y a-t-il convergence de résultats entre différents tests ?

Cette présentation d'un certain nombre de tests étudiant la fonction auditive s'appuiera sur une solution logicielle qui permet d'en assurer la réalisation de façon simple et standardisée. Cette démarche permet ainsi de s'affranchir des contraintes de protocoles propres à chaque test, d'en faciliter la réalisation et d'en analyser précisément les résultats.

- MESURES VOCALES DANS LE SILENCE ET DANS LE BRUIT (ILLUSTRATIONS SONORES)  
CORRÉLATION ENTRE TONALE ET VOCALE. ANALYSE DES DISCORDANCES.

**F. LEFEVRE, Audioprothésiste, Rennes**

L'altération de la sélectivité fréquentielle, les distorsions de temps, de fréquence, d'intensité ont un impact direct sur la perception de la parole. L'évaluation de cet impact se fait par la pratique de l'audiométrie vocale, dans le silence et dans le bruit.

Cet impact ne peut être prédit par la seule pratique de l'audiométrie tonale. Nous examinerons les possibles discordances entre audiométrie tonale et audiométrie vocale, avec des cas commettant peu de confusions et d'autres beaucoup.

Dans le cadre de l'orientation prothétique, nous rappellerons brièvement les tests et protocoles à adopter au casque ou en champ libre.

Nous préciserons les différentes analyses possibles des confusions phonétiques et des résultats, ainsi que leur valeur pronostique.

- DÉMARCHE PROTHÉTIQUE. PROTOCOLE INITIAL ET ORGANISATION DES TESTS COMPLÉMENTAIRES.

**E. BIZAGUET, Audioprothésiste, Paris**

L'audiométrie prothétique est l'une des étapes essentielles dans la prise en charge prothétique. Elle est du ressort du seul audioprothésiste et la base du choix prothétique. C'est l'occasion de prendre le « contrôle » du patient, de justifier les difficultés passées, présentes et futures. C'est aussi l'étape qui permet de déterminer les solutions technologiques les plus appropriées à la réhabilitation prothétique et les réglages initiaux.

En fonction des seuils relevés, le choix prothétique sera donc personnalisé et il est évident qu'à perte auditive égale, le choix de l'appareil et de ses réglages sera évolutif, non seulement en fonction des particularités audiométriques, mais aussi en fonction des besoins et du profil psychologique.

Mais les tests audiométriques sont nombreux et pas forcément tous appropriés à l'ensemble des pathologies auditives. Il est donc nécessaire de définir un protocole initial « minimum et obligatoire ». Sur cette base initiale composée d'épreuves tonales et vocales, on rajoutera donc des épreuves spécifiques, soit pour confirmer une hypothèse ou une particularité, soit pour vérifier que le réglage préconisé répond bien à la prise en charge de la distorsion mesurée lors de l'épreuve audiométrique complémentaire.

Il est d'ailleurs important de définir les différents protocoles complémentaires possibles et de rappeler également les limites de toutes les mesures réalisées, soit parce que la limite technologique est inférieure à nos mesures,

soit parce que les seuils relevés correspondent à la connaissance d'un problème mais qu'il n'existe pas de solution technologique appropriée ( exemple : le fait de connaître un problème d'analyse temporelle permet de comprendre les limites de l'appareillage, mais ne permet pas de le résoudre).

Il faut cependant être optimiste et croire en l'avenir. Pour ce faire, il sera défini quelques règles et surtout une projection sur l'avenir de l'utilisation des tests psycho-acoustiques dans le cadre de l'appareillage. Aussi bien en utilisant des tests utilisés de façon courante, mais aussi en intégrant dans les protocoles des épreuves audiométriques plus rares d'utilisation.

## MESURES PSYCHOACOUSTIQUES ET REGLAGES DES TRAITEMENTS DU SIGNAL

### COMPRESSION DE DYNAMIQUE

**François DEGOVE, Audioprothésiste, Garches**  
**Stéphane LAURENT, Audioprothésiste, Gourin**

La compression de dynamique laisse encore de nombreux professionnels dans la perplexité. Existe-t-il une compression idéale ? Toutes les compressions se valent-elles ? Etc. Mais avant d'esquisser des hypothèses de réponses, nous nous attacherons à sensibiliser l'auditoire à la notion de dynamique sonore. Puis nous passerons en revue les principaux paramètres de réglage d'une compression en illustrant leur impact sur la parole, le bruit. Enfin, un bref exposé des de la diversité des approches actuelles clôturera la première partie.

La compression, un sujet difficile à saisir où la littérature se divise sur son utilité ou sa nocivité vis-à-vis du traitement du signal de parole et de son apport pour toute une série de raisons qui trouvent leur explication dans l'interférence qu'il y a entre les caractéristiques du compresseur, les modulations propres du signal de parole et les performances du sujet.

Une lecture attentive de cette littérature depuis quelques mois nous a amené à un constat : toutes ces publications, au demeurant très sérieuses, ont un point commun qui est la méthode de sélection des sujets sourds. Celle-ci suppose d'une part qu'ils ont la capacité à subir des tests un peu longs et qu'ils sont otologiquement sains. Jamais n'est fait référence à la nature des groupes cellulaires responsables des effets mesurés. Il nous semble dès lors qu'il y a là un biais puisque seul le groupe cellulaire des CCE est impliqué dans l'amplification, l'affinement de la résonance de la membrane basilaire et dans la compression cochléaire. Alors que dans la surdité nous avons appris avec B. Moore et d'autres (EPU 2008) qu'une perte auditive ne peut être conçue que comme la somme d'une perte de CCE et de CCI (ou de neurones) et qu'il est essentiel d'essayer de mettre à jour pour chaque zone fréquentielle testée la participation relative de chacun de ces groupes. Il nous semble donc nécessaire d'en rappeler les modalités et de le montrer sur des exemples.

Par ailleurs, l'évaluation des effets des différents types de compression n'est pas évidente. Même un sujet bien intentionné (dont on sait simplement qu'il est otologiquement sain mais pas plus) a des limites de vigilances. Ceci rend l'expérimentation liée à un mixage important de paramètres de réglages assez peu réaliste. Pour essayer d'échapper si possible au moins partiellement à cette difficulté il semble intéressant de concevoir des modèles et d'en conceptualiser les effets en ramenant certaines réponses liées à certaines anomalies vers des réponses plus normalisées en changeant la présentation d'un stimulus (par exemple en le compressant). Nous allons essayer de vous présenter certains de ces modèles et, si il est certain que la physiologie doit garder le dernier mot, ce type d'approche doit aider à travailler sur des hypothèses mieux raisonnées qui seront par la suite validées ou non sur l'animal dans un premier temps puis dans une confrontation avec le recherche en psycho-acoustique chez le sujet sourd dans un deuxième temps.

Pour autant notre ambition à paramétrer le plus rigoureusement possible les aides auditives doit rester présente et s'adapter à l'utilisation de moyens modernes susceptibles de nous aider à calculer les paramètres de régulation de la dynamique les plus adaptés à la situation. Nous vous présenterons une façon de faire.

### TRAITEMENTS PRIVILÉGIÉS DU SIGNAL. RÉDUCTEURS DE BRUIT ET RENFORCEMENT DE LA PAROLE.

**C. RENARD, Audioprothésiste, Lille**

Les traitements privilégiés de la parole utilisés dans les aides auditives actuelles ont pour intérêt de favoriser la perception des éléments pertinents du signal de parole. Deux types d'actions différentes (et parfois complémentaires) sont exploitées : d'une part la réduction de bruit et d'autre part le renforcement de la parole.

Les algorithmes de réduction de bruit vont agir de la manière suivante :

1. différenciation par le processeur des signaux de bruit et de parole captés par le microphone
2. si identification d'un bruit sur un canal, réduction automatique du gain sur ce canal

Les modalités d'action de ces réducteurs de bruit (et donc leurs effets pour le sujet appareillé) varient selon les types d'aides auditives. Ces variations concernent notamment la vitesse d'analyse, la vitesse d'action pour débiter la réduction du gain, la vitesse de réduction, l'importance de la réduction, le différentiel d'action par fréquences, l'action pour des bruits fluctuant en fréquence ou en intensité, l'action en situation bruit + parole, le couplage avec d'autres réglages...

Le réglage de ces réducteurs de bruit doit être adapté aux éléments du bilan d'orientation prothétique, aux environnements sonores du sujet, à ses besoins et ses contraintes d'écoute.

Les algorithmes de renforcement phonétique consistent à majorer certains indices pertinents du signal de parole, cette action pouvant s'appliquer à des éléments fréquentiels ou temporels. L'objet de ce traitement est de favoriser la perception d'informations discriminantes entre des unités de parole.

Ces traitements peuvent être utiles et bénéfiques pour certains sujets, notamment si certaines discriminations phonétiques restent limitées. L'analyse de la nature des confusions phonétiques relevées lors de l'audiométrie vocale sert de base à la décision d'utilisation et d'adaptation de ces traitements.

L'audioprothésiste doit parfaitement connaître et évaluer les modalités d'action de ces deux traitements du signal pour les adapter au mieux en fonction des caractéristiques de la surdité, des objectifs de la correction auditive, du niveau de récupération auditive et du bénéfice prothétique.

## MICROPHONES DIRECTIONNELS

### **Jean-Baptiste DELANDE, Audioprothésiste, Annecy.**

La généralisation des systèmes microphoniques directionnels (adaptatifs ou non) dans l'offre d'aides-auditives depuis quelques années est la meilleure preuve du succès de cet élément technique pertinent du traitement du signal. Pour autant, cet outil exceptionnel, qui a pour but essentiel d'optimiser le rapport signal/bruit de l'environnement sonore capturé, est souvent différent dans sa conception et par suite dans ses caractéristiques, qualités et performances.

- Le premier temps de l'exposé sera axé sur l'évolution des systèmes microphoniques directionnels et leurs caractéristiques intrinsèques.
- Afin d'aiguiser la curiosité de chacun, nous essayerons dans un second temps, de mettre en avant les variations en terme d'efficacité que peuvent induire ces caractéristiques variables.

Le but de chacune de ses variabilités techniques étant de proposer un système le plus efficace possible pour optimiser l'interprétation du signal utile dans les situations difficiles : la parole

## APPLICATIONS PRATIQUES - LES RÉGLAGES

### ↳ TRANSPOSITION ET COMPRESSION DE FRÉQUENCES.

#### **A. COEZ, Audioprothésiste, Paris**

La technologie numérique permet un traitement très avancé du signal. 3 dimensions constituent le signal sonore : l'intensité, la fréquence et le temps. Le paramètre intensité est la principale dimension traitée par les prothèses auditives conventionnelles. Des techniques qui sont restées longtemps confidentielles ont tenté de manipuler la dimension fréquentielle. La miniaturisation actuelle des microprocesseurs permet de proposer des traitements fréquentiels du signal sur des prothèses auditives de série commercialisées. 4 différentes stratégies de traitement fréquentiel du signal sont possibles avec des avantages et des limites. Autant nous avons su adapter les techniques de mesures psycho acoustiques pour mesurer le gain apporté par un traitement classique du signal par une prothèse auditive conventionnelle, autant ces traitements fréquentiels novateurs du signal modifient l'interprétation possible des tests psycho acoustiques traditionnellement effectués. Il est donc pertinent d'essayer d'évaluer l'impact de ce traitement du signal dans nos habitudes d'évaluation de l'efficacité de la correction auditive et de tenter d'adapter nos pratiques en conséquence.

### ↳ AUTRES TRAITEMENTS SPÉCIFIQUES DU SIGNAL.

#### ANTI-LARSEN. COMMUNICATION ENTRE LES DEUX APPAREILS.

#### **J. JILLIOT, Audioprothésiste, Callian**

Le phénomène physique, décrit par Søren Larsen, qui produit ces sifflements et grincements indésirables, fait l'objet d'une attention particulière pour l'audioprothésiste.

Le larsen a également un impact sur la réponse en fréquence de l'aide auditive, et par conséquent, sur la qualité sonore.

Il existe différentes stratégies et des outils à employer pour la réduction du larsen, les plus évidents passent par l'utilisation de mécanismes passifs comme le contrôle des fuites acoustiques et la réduction de gain. D'autres utilisent des mécanismes actifs embarqués dans le processeur des aides auditives qu'il faut initialiser et ajuster, ou simplement activer à l'aide de l'interface de programmation des appareils.

Une combinaison de ces différentes stratégies anti-larsen est dans certains cas indispensable pour assurer une plus grande dynamique d'amplification sans altérer la stabilité du système. Ces dispositifs anti-larsen peuvent être eux-mêmes à l'origine de distorsions de signaux sonores naturels.

La communication entre les deux appareils a pour objectif d'améliorer également la qualité sonore. Il s'agit d'associer la détection d'environnement sonore de chacune des aides auditives au traitement bilatéral du signal. Différentes options peuvent être activées.

## CHOIX TECHNOLOGIQUES ET RÉGLAGES EN FONCTION DU BILAN D'ORIENTATION PROTHÉTIQUE TONAL ET VOCAL ET DES RÉSULTATS DES MESURES PSYCHOACOUSTIQUES

- ADAPTATION PROTHÉTIQUE ET CONTRÔLE D'EFFICACITÉ. INTERFÉRENCE ENTRE RÉGLAGES. INCIDENCE SUR LES MESURES PSYCHOACOUSTIQUES. DÉSACTIVATION DE TRAITEMENT SPÉCIFIQUE EN CONTRÔLE D'EFFICACITÉ.

**S. GARNIER, Audioprothésiste, Sartrouville**

**F. LEFEVRE, Audioprothésiste, Rennes**

Les mesures psychoacoustiques réalisées dans le bilan d'orientation prothétique constituent un ensemble d'indications pour mieux guider les choix de l'audioprothésiste. Vers quel modèle d'appareil orienter le patient ? De quelle technologie l'appareil doit-il être doté pour améliorer l'efficacité de la correction en fonction de l'état auditif du patient ?

Une fois cette première étape traitée, nous aborderons la problématique des réglages de l'appareil de correction auditive. La définition de ces réglages est étroitement liée aux résultats des mesures psychoacoustiques et du bilan tonal et vocal. Agir sur un paramètre peut engendrer une ou plusieurs incidences sur d'autres paramètres et il convient de respecter certaines règles.

De même, l'audioprothésiste doit décider de la stratégie d'acclimatation pour gérer la réorganisation auditive corticale du patient. Différentes actions momentanées sont possibles, notamment sur les gains et les compressions.

Les réglages ont des répercussions sur le contrôle d'efficacité tonal et vocal. Celui-ci doit être réalisé à différentes étapes de l'acclimatation. Des précautions sont notamment à prendre dans les protocoles de mesures en désactivant certains traitements. La mesure du gain prothétique tonal et vocal ainsi que celle de la perception de la parole dans le bruit permet de vérifier la validité et la cohérence du résultat audioprothétique.

- MULTIPROGRAMMATION. MESURES PSYCHOACOUSTIQUES ET TRAITEMENT DU SIGNAL, DES BRUITS SELON LEUR NATURE, DE LA MUSIQUE, DES MILIEUX BRUYANTS.

**B. HUGON, Audioprothésiste, Paris**

**A. VINET, Audioprothésiste, Paris**

Multiprogramme ! Pourquoi ? Comment ?

Un utilisateur d'aides auditives est confronté à des situations acoustiques très différentes, la rue, un restaurant bruyant, la télévision...

Pour optimiser le rapport signal sur bruit et maintenir l'intelligibilité, le réglage de ces aides auditives doit être adapté à la situation sonore.

Pour la musique le besoin est esthétique, un programme spécifique s'impose.

Le multiprogramme c'est aussi demander à l'aide auditive de capter un champ magnétique voire le codage Bluetooth.

C'est aujourd'hui toute une nouvelle génération d'accessoires de communications qui « connecte » l'utilisateur avec son environnement, avec son temps pour le plus grand bénéfice et le confort de vie des utilisateurs.

- LOCALISATION SONORE SPATIALE, ÉQUILIBRAGE SONORE ET STÉRÉAUDIOMÉTRIE.

**L. DODELE, Audioprothésiste, Braine l'Alleud**

Les aides auditives permettent de corriger essentiellement les distorsions d'intensité, mais c'est le cerveau qui rend possible la localisation des stimuli et la compréhension d'une conversation en milieu bruyant.

Pour réaliser ce prodigieux travail, le cerveau doit disposer d'une perception stéréoacoustique, c'est-à-dire binaurale parfaitement équilibrée aux principales fréquences et intensités du spectre vocal.

C'est l'objectif de la « Procédure APA » qui combine des tests de sensations sonores et de localisation spatiale réalisés à l'aide de stimuli vocaux.

A l'issue cette « Procédure d'Affinement Post Appareillage », le logiciel propose des corrections concrètes et réalistes à apporter aux réglages prothétiques, permettant d'améliorer rapidement et systématiquement l'appareillage et en particulier, l'intelligibilité vocale en présence de bruit.

## CAS CLINIQUES

- ANALYSE DES RÉSULTATS DE L'UTILISATION DES AIDES AUDITIVES EN SITUATION RÉELLE (DATA LOGGING, QUESTIONNAIRE).

**E. BIZAGUET, Audioprothésiste, Paris - H. BISCHOFF, Audioprothésiste, Paris**

**A. COEZ, Audioprothésiste, Paris - L. DODELE, Audioprothésiste, Braine l'Alleud**

**R. FAGGIANO, Audioprothésiste, Caen - J. JILLIOT, Audioprothésiste, Callian**

**E. HANS, Audioprothésiste, Montbéliard**