Les Cahiers de
l'Audition
LA REVUE DU COLLEGE NATIONAL D'AUDIOPROTHESE

Volume 26 - Juillet/Août 2013 - Numéro 4

Dossier
Prix du Collège National d'Audioprothèse

ISSN 098803483

Cas clinique
Intérêt des tests démonstratifs pour le patient et l'accompagnant
Céline GUÉMAS

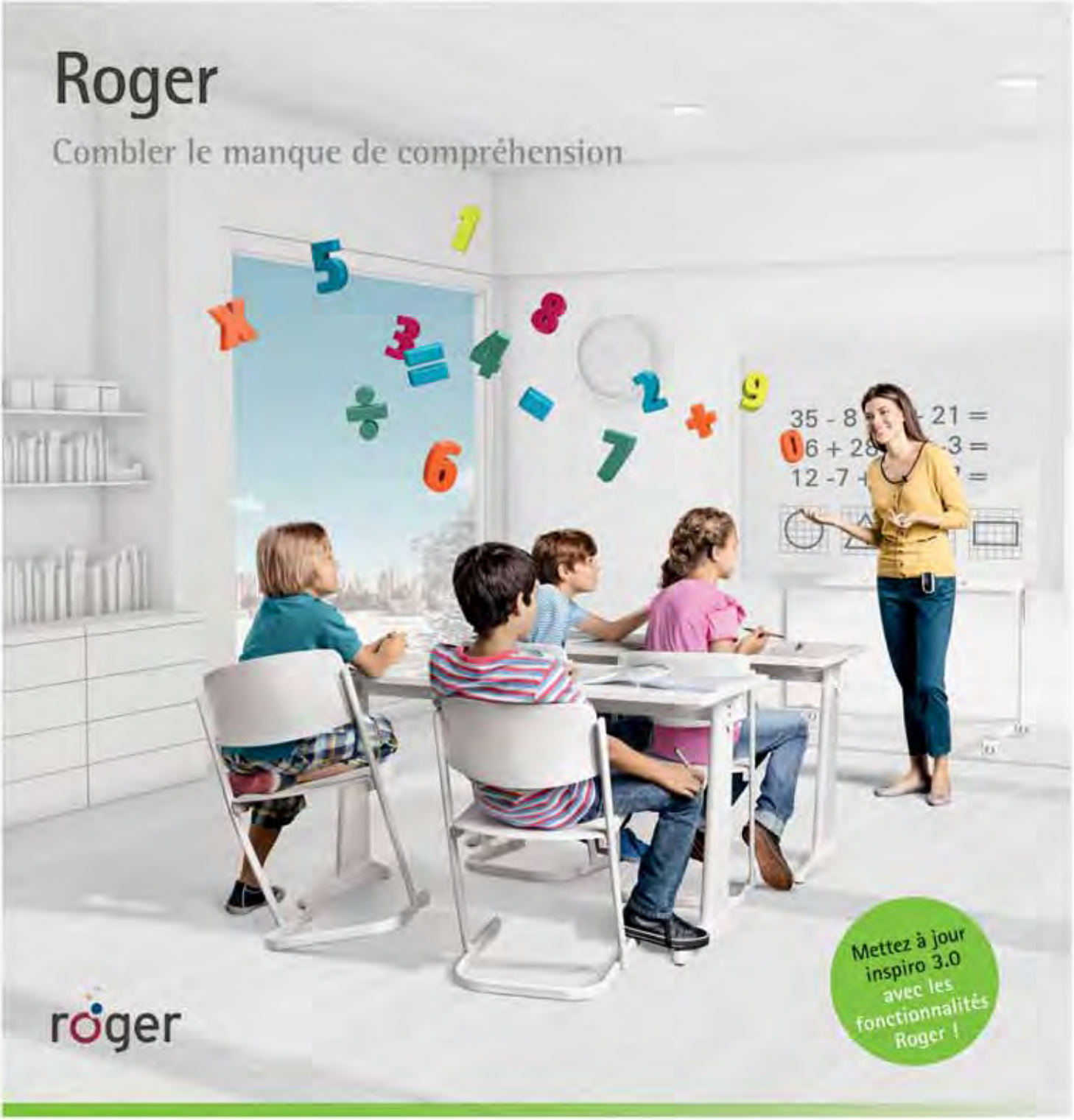
Métier et technique
Test de discrimination phonémique A§E® : évaluation au profit de l'appareillage pédiatrique Laura FAUQUIER

Interview
Dr Natalie LOUNDON
par Arnaud COEZ

Veille acouphènes
Impact de l'acouphène sur le couple
Philippe LURQUIN, Maud REAL, Catherine RAMPONT

Veille gériatrique
Prévention et diagnostic précoce des pathologies potentiellement incapacitantes Arach MADJLESSI

Veille Technique
Les innovations des industriels



Dites adieu à la planification de fréquences

Roger, le nouveau standard numérique de Phonak, élimine les tracas et la complexité des systèmes FM d'hier. Grâce au nouveau protocole de communication numérique unique des systèmes Roger, les maux de tête dus à la gestion des canaux et la complexité de connexion ne sont plus que de mauvais souvenirs. Au lieu de gérer les canaux et coupler les appareils, vous pouvez désormais vous concentrer sur ce qui est vraiment important : aider les enfants à mieux entendre et à apprendre.

- **Aucune planification de fréquences**
- **Connexion en un clic**
- **Sans logiciel**

Pour en savoir plus, rendez-vous sur **www.phonakpro.fr/roger**

PHONAK
life is on

Sommaire

3 **Editorial**
Paul AVAN

5 **Le mot du Président du Collège**
Eric BIZAGUET

6 **Dossier :**
Prix du Collège National d'Audioprothèse

Influence de la compression fréquentielle sur les confusions phonétiques : Cas particulier des fricatives non voisées :/ʃ/ et /s/ - David COLIN

Conception et réalisation d'une plateforme audiométrique logicielle munie d'un simulateur d'aide auditive - Simon DOUE

Audiométrie vocale : Etude de l'intelligilibite dans le bruit chez le normo-entendant et détermination de courbes vocales de référence
Florian GOUJON

Effet d'un réducteur de bruit sur la capacité de discrimination des informations de modulation d'amplitude chez les sujets malentendants et normo-entendants - Franck MIERMONT

Mise en compétition du système FM et de la boucle magnétique pour les patients implantés cochléaires et appareillés - Gaetan LEMOINE

40 **Cas clinique**
Intérêt des tests démonstratifs pour le patient et l'accompagnant
Céline GUÉMAS

44 **Métier et technique**
Test de discrimination phonemique A§E® : évaluation au profit de l'appareillage pédiatrique
Laura FAUQUIER

50 **Interview**
Natalie LOUNDON Arnaud COEZ

54 **Notes de lecture**
François DEGOVE

56 **Veille acouphènes**
Impact de l'acouphène sur le couple
Philippe LURQUIN, Maud REAL, Catherine RAMPONT

60 **Veille gériatrique**
Gériatrie moderne : Prévention et diagnostic précoce des pathologies potentiellement incapacitantes
Repérage des « fragilités »
Arach MADJLESSI

64 **Veille technique**
MED-EL - OTICON - PHONAK - SIEMENS - STARKEY - WIDEX

78 **Actualités et agenda**

87 **Annonces**

Liste des annonceurs
Annuaire Français d'Audiophonologie - Bernafon
Cabinet Bailly - MelEl
Phonak - Siemens - Sonic
Starkey - Widex

Les Cahiers de l'Audition
Juillet/Août 2013 - Vol 26 - N°4

Les Cahiers de l'Audition, la revue du Collège National d'Audioprothèse

Editeur
Collège National d'Audioprothèse
Président Eric BIZAGUET
LCA - 20 rue Thérèse
75001 Paris
Tél. 01 42 96 87 77
eric.bizaguet@lcab.fr

Directeur de la publication et rédacteur
Arnaud COEZ
LCA - 20 rue Thérèse
75001 Paris
Tél. 01 42 96 87 77
arnaud.coez@lcab.fr

Rédacteur en chef
Paul AVAN
Faculté de Médecine
Laboratoire de Biophysique
28, Place Henri DUNANT - BP 38
63001 Clermont Ferrand Cedex
Tél. 04 73 17 81 35
paul.avan@u-clermont1.fr

Conception et réalisation
MBQ
Stéphanie BERTET
21 bis, rue Voltaire
75011 Paris
Tél. 01 42 78 68 21
stephanie.bertet@mbq.fr

Abonnements, publicités et annonces
Collège National d'Audioprothèse
Secrétariat
20 rue Thérèse - 75001 Paris
Tél. 01 42 96 87 77
cna.paris@orange.fr

Dépot Légal à date de parution
Juillet/Août 2013 Vol. 26 N°4
Imprimé par Néo-typo - Besançon

Le Collège National d'Audioprothèse

Président	1er Vice Président	2e Vice Président	Président d'honneur	Trésorier général	Trésorier général adjoint	Secrétaire Général	Secrétaire général adjoint
Eric BIZAGUET	Frank LEFEVRE	Stéphane LAURENT	Xavier RENARD	Eric HANS	Jérôme JILLIOT	François LE HER	Arnaud COEZ

Membres du Collège National d'Audioprothèse

Kamel ADJOUT, Patrick ARTHAUD, Jean-Claude AUDRY, Bernard AZEMA, Jean BANCONS, Jean-Paul BERAHA, Hervé BISCHOFF, Geneviève BIZAGUET

Jean-Jacques BLANCHET, Daniel CHEVILLARD, Christine DAGAIN, Ronald DE BOCK, Xavier DEBRUILLE, François DEGÔVE, François DEJEAN, Jean-Baptiste DELANDE

Xavier DELERCE, Matthieu DEL RIO, Charles ELCABACHE, Robert FAGGIANO, Stéphane GARNIER, Thierry GARNIER, Alexandre GAULT, Grégory GERBAUD

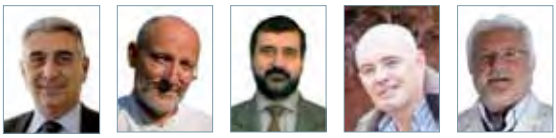
Céline GUEMAS, Bernard HUGON, Maryvonne NICOT-MASSIAS, Christian RENARD, Thomas ROY, Benoit ROY, Philippe THIBAUT, Jean-François VESSON

Frédérique VIGNAULT, Alain VINET, Paul-Edouard WATERLOT

Membres honoraires du Collège National d'Audioprothèse

Jean-Pierre DUPRET, Jean OLD, Georges PEIX, Claude SANGUY

Membres Correspondants étrangers du Collège National d'Audioprothèse



Roberto CARLE, Léon DODELE, Bruno LUCARELLI, Philippe LURQUIN, Leonardo MAGNELLI

Carlos MARTINEZ OSORIO, Thierry RENGLET, Juan Martinez SAN JOSE, Christoph SCHWOB, Elie EL ZIR Membre Correspondant étranger associé

Editorial

Paul AVAN

Ce numéro traditionnel met à l'honneur la diversité des thèmes préoccupant les audioprothésistes récemment diplômés et auteurs de mémoires, et en particulier les lauréats du prix du Collège décernés au printemps dernier et illustrés en couverture. Les cinq textes remis par les lauréats sont assez soignés et bien illustrés pour porter eux-mêmes aux lecteurs le message de leur auteur, sans besoin de paraphrase éditoriale. Il est néanmoins intéressant de relever les préoccupations derrière les résultats, car elles rejoignent celles des laboratoires de recherche et préfigurent l'évolution de la profession d'audioprothésiste, dans les quelques années à venir.

David Colin, de Lyon, s'intéresse à la transposition des fréquences élevées et a étudié ses effets sur la catégorisation des fricatives, riches en hautes fréquences transposées. Il fait ressortir une grande diversité de résultats, d'un réel bénéfice à une dégradation… Simon Doué s'est attaqué à une simulation d'aide auditive à l'aide d'une plateforme audiométrique logicielle, dans l'espoir de prédire le bénéfice d'une future aide auditive. Il n'échappe pas à la mention de l'intérêt de prendre en compte les différentes particularités des déficiences auditives. Florian Goujon a cherché à établir des données normatives sur l'intelligibilité de la parole dans le bruit, devant la diversité des matériels vocaux disponibles. Il conclut à l'importance de la pratique courante de l'audiométrie vocale en milieu bruyant, et insiste sur la difficulté que sont les contraintes techniques liées à la configuration avec laquelle les données normatives ont été établies. Franck Miermont, qui a travaillé sur les réducteurs de bruit en relation avec les modulations d'amplitude, souligne à son tour la singularité de chaque individu et le danger d'appliquer systématiquement des présupposés. Enfin Gaétan Lemoine, se penchant sur la FM et les boucles magnétiques en situations d'écoute difficile, observe la présence de différences entre systèmes, malgré l'absence de différence significative aux tests d'audiométrie vocale ainsi qu'au questionnaire subjectif portant sur le confort et la qualité de compréhension.

Toutes ces approches louables visent à exploiter au mieux la technicité des appareillages actuellement à disposition, et à quantifier au mieux les performances des patients. Mais elles se heurtent à un moment ou un autre à la diversité (selon l'article, particularité, configuration, singularité, différences selon certaines évaluations et pas d'autres) des cas cliniques, et à l'inefficacité des dogmes. L'audioprothèse, de toute évidence, n'est pas le seul domaine où diversité et dogmes font mauvais ménage, mais dans le cas de l'audioprothèse, probablement au contraire de l'économie, nous avons la chance inouïe que les solutions existent déjà, attendant d'être appliquées ! Mais sommes-nous sûrs que les étapes préalables à l'appareillage collectent bien tous les éléments capables de nous éclairer sur la diversité des patients, et que les dogmes malmenés par les découvertes récentes en physiologie, illustrant la fantastique diversité des phénotypes de surdité, ont bien été nuancés en fonction des données cliniques ? Il est probable que nos efforts doivent désormais se concentrer dans cette direction. Merci aux lauréats de nous l'avoir utilement rappelé. Et à propos de dogme, soyons sûrs que la parité, un peu malmenée si on considère seulement les lauréats 2013, sera rétablie en 2014 et sur le moyen terme !

Paul Avan

MED EL

Un monde sonore dans un seul et unique appareil

Ecoutez votre musique préférée, partagez avec votre entourage les événements de la vie ou écoutez les sons de la nature juste devant votre porte. RONDO vous apporte tout cela et encore plus dans un seul et unique appareil.

RONDO® Placez-le et profitez-en, tout simplement

medel.com

2401JF1.0

LE MOT DU PRESIDENT DU COLLEGE

Eric BIZAGUET
Audioprothésiste D.E.
Président du Collège National d'Audioprothèse
LCA - 20 rue Thérèse
75001 Paris
eric.bizaguet@lcab.fr

Ce numéro présente, comme chaque année, les mémoires concourant au titre de lauréat du Collège National d'Audioprothèse et c'est toujours un plaisir que de lire de telles synthèses sur des sujets balayant l'ensemble de nos compétences et activités. 5 mémoires en 2013 se disputaient le titre et nous avons eu l'information du Ministère de l'Enseignement Supérieur que ce nombre augmentera dans les prochaines années pour passer à 7 du fait de la création des écoles de Cahors en 2013 et de Bordeaux en 2014.

Le nombre de diplômés formés sera de 15 audioprothésistes par nouvelle école. Cette décision d'un nombre de 15 par école s'intègre dans une volonté évidente pour l'Etat de réguler le nombre des audioprothésistes formés en fonction des besoins réels et non de demandes qui conduiraient aux dérives observées dans des domaines aussi différents que celles des écoles d'optique ou d'ostéopathie.

Ces écoles privées d'optique ou d'ostéopathie, continuant de former sans aucune régulation externe de nombreux diplômés, sont sans doute conduites à rechercher un nouveau développement pour rentabiliser leurs structures et coûts de fonctionnement.

Ce qui les poussent à s'organiser pour reprendre le même schéma pour l'audioprothèse, aussi bien pour l'organisation de préparation au probatoire que pour la formation non contrôlée d' « assistant en audioprothèse ».

Les compétences de ces assistants sont d'ailleurs loin d'être définies et sont donc parfois limites de l'exercice illégal de l'audioprothèse. Les nouvelles avancées de la réingénierie, en définissant les compétences et les activités des audioprothésistes, vont à court terme nous permettre de définir avec précision les actes ne relevant que de l'audioprothésiste et les rares actes du parcours prothétique qui peuvent être délégués sans risque d'exercice illégal de l'audioprothèse.

Cahors a fait passer le probatoire en septembre. L'école est exclusivement sous la responsabilité de l'Université de Toulouse conjointement avec une structure administrative de gestion de la CCI de Cahors. Ce partenariat crée les conditions d'une indépendance de l'Université et des directeurs d'Enseignement, Monsieur le Docteur Mathieu Marx et Monsieur le Professeur Bernard Fraysse.

Toutes les écoles d'Audioprothèse seront obligées dès 2014 de modifier leur cahier des charges pour tenir compte des nouveaux programmes d'enseignement qui devraient être opérationnels pour la rentrée 2014, de façon à intégrer le cursus LMD prévu par le protocole européen de Bologne.

Nos connaissances vont donc évoluer sur de nombreux sujets : appareillage des très jeunes enfants, implant, acouphène, ...

La prise en charge des enfants étant un de mes sujets de prédilection, c'est un grand plaisir de pouvoir lire dans ce numéro un interview du Docteur Natalie Loundon, spécialiste ORL à l'Hôpital Necker, qui nous montre le chemin pour une prise en charge efficace, allant du dépistage et du diagnostic à la démarche prothétique.

Nous savons aujourd'hui que la précocité de l'appareillage et de l'implantation est l'élément clé d'une adaptation réussie. Souhaitons aux enfants sourds un dépistage, un appareillage et une implantation la plus précoce possible. L'Etat a pris conscience de cette nécessité et s'organise pour créer des sites d'excellence et préparer l'avenir en adaptant ses structures aux besoins de sa population. Il le fait également au niveau formation et doit s'adapter aux besoins en audioprothèse.

Souhaitons que son action se fasse en cohérence avec le vieillissement de la population et conduisent à promouvoir une évolution numérique cohérente et guidée par la recherche de la qualité de nos appareillages.

> Dossier

Prix du Collège National d'Audioprothèse

7 **Influence de la compression fréquentielle sur les confusions phonétiques : Cas particulier des fricatives non voisées :/ʃ/ et /s/**
David COLIN

16 **Conception et réalisation d'une plateforme audiométrique logicielle munie d'un simulateur d'aide auditive**
Simon DOUE

20 **Audiométrie vocale : Etude de l'intelligilibite dans le bruit chez le normo-entendant et détermination de courbes vocales de référence**
Florian GOUJON

28 **Effet d'un réducteur de bruit sur la capacité de discrimination des informations de modulation d'amplitude chez les sujets malentendants et normo-entendants**
Franck MIERMONT

36 **Mise en compétition du système FM et de la boucle magnétique pour les patients implantés cochléaires et appareillés**
Gaetan LEMOINE

Influence de la compression fréquentielle sur les confusions phonétiques :

Cas particulier des fricatives non voisées :/ʃ/ et /s/

1 Introduction

Depuis quelques années, de nombreux fabricants ont pourvu leurs aides auditives de systèmes d'abaissement fréquentiel : transposition, duplication ou compression fréquentielle. Ces systèmes présentent certains avantages indéniables pour les surdités en pente de ski. Tout d'abord, ils offrent aux patients une meilleure audibilité des sons aigus. En effet, en abaissant les fréquences les plus aigües vers une zone fréquentielle où les seuils audiométriques tonaux du patient sont meilleurs, l'amplification nécessaire devient moins importante. Ceci permet de lutter contre les problèmes d'effet larsen et facilite l'acclimatation du patient à l'amplification. Cependant, l'effet de ces systèmes sur l'intelligibilité reste encore difficile à évaluer. Quels bénéfices peut-on attendre de tels systèmes sur l'intelligibilité ? Les performances évoluent-elles au cours du temps ? Quels sont les candidats pour ces systèmes et quelles performances peut-on espérer ? Les différentes études anglo-saxonnes ont montré une grande disparité des résultats selon les sujets (Glista et al. 2009 ; Simpson et al., 2005, 2006). Ces systèmes semblent toutefois présenter un intérêt pour les patients ayant une surdité sévère à profonde sur les hautes fréquences.

L'audiométrie vocale révèle quotidiennement à l'audioprothésiste les difficultés de reconnaissance de certains phonèmes pour les patients malentendants. Les surdités de perception engendrent souvent chez les patients des distorsions et des confusions phonétiques.

Dans cette étude, nous nous intéressons aux cas de patients habitués à la compression fréquentielle. L'analyse des confusions phonétiques, faites par des patients habitués à ce traitement fréquentiel, devrait nous renseigner sur les bénéfices qu'il est possible d'attendre du Soundrecover© et sur ses limites.

De par leur spectre, les fricatives sont les consonnes les plus touchées par la compression fréquentielle. L'abaissement des fréquences aigües peut en modifier la perception. C'est pourquoi nous avons décidé d'étudier plus précisément la perception catégorielle de ces fricatives. Pour cela, nous avons élaboré un continuum /ʃ/ vers /s/. Ce continuum a pour but d'apporter des éléments de réponse sur les paramètres qui peuvent influencer la perception des fricatives et en particulier de répondre à la question suivante : le port d'aides auditives à compression fréquentielle modifie-t-il la perception catégorielle des consonnes fricatives /ʃ/ et /s/ oreilles nues ? Notre hypothèse est qu'un malentendant habitué à décoder une information fréquentielle comprimée aura une perception catégorielle modifiée par rapport à un malentendant habitué à une amplification conventionnelle.

2 Contexte actuel

La majorité des patients ayant une surdité neurosensorielle présente une perte plus importante sur les fréquences aiguës que sur les fréquences graves. Et lorsque cette perte devient trop importante, les aides auditives à amplification conventionnelle ne permettent pas de restituer correctement ces hautes fréquences, à la fois pour des raisons techniques mais également car les patients ne parviennent pas à interpréter les informations qui leur sont fournies par ces fréquences aiguës. Ces différentes difficultés à restaurer les HF ont donc incité les chercheurs à explorer de nouvelles voies. L'idée d'abaisser les fréquences les plus aiguës pour adapter le signal aux capacités des malentendants n'est pas nouvelle. En 1961, les travaux de Johansson et Risberg avaient conduit à l'élaboration d'une aide auditive bi-canal (Oticon TP 72). Il y eut également plusieurs essais d'abaissement fréquentiel par réduction de la vitesse de playback. Ces études ont montré certains bénéfices de cette approche mais les systèmes utilisés entrainaient trop de distorsions pour pouvoir être utilisés au quotidien. Depuis, différents algorithmes aboutissant à un abaissement des hautes fréquences ont été développés comme la compression linéaire de fréquences (Sekimoto et al. 1980) ou les systèmes AVR transonic et ImpaCt basés sur la détection de pics spectraux d'énergie et la transposition fréquentielle. Plus récemment, sont apparus les systèmes Soundrecover© de Phonak (Compression fréquentielle non-linéaire), Audibity Extender© de Widex (Transposition fréquentielle), Spectral IQ© de Starkey (duplication et transposition fréquentielle). Ces différents procédés ont en commun la volonté de réhabiliter l'audibilité des fréquences aiguës et d'améliorer l'intelligibilité grâce aux informations apportées par ces fréquences.

Plusieurs études sur la compression fréquentielle utilisent des tests de logatomes ou des tests de reconnaissance du pluriel en anglais avec la détection du /s/ final (Glista et al. 2009, Wolfe, 2009). Les résultats sont encourageants mais les auteurs notent souvent une grande variabilité suivant les patients. Ces études semblent indiquer qu'un temps d'acclimatation à la compression fréquentielle est nécessaire pour que le malentendant puisse exploiter les informations comprimées.

Perception phonétique catégorielle

L'identification de la parole nécessite la sélection inconsciente d'unités discrètes. Il s'agit donc d'effectuer un processus de caractérisation assimilable à une procédure de décision. La perception catégorielle élimine la variabilité acoustique non pertinente. Il existe dans un continuum une zone frontière dont le franchissement fait basculer l'identification d'un phonème vers un autre.

David COLIN [1,2,3]

Audioprothésiste D.E
Doctorant en Neurosciences

Prix du Collège National d'Audioprothèse

Prix du meilleur Poster Scientifique

Mémoire réalisé sous la direction du Pr Stéphane GALLEGO [1,2]

Audioprothésiste D.E
Docteur en Biomédical
Directeur des études à l'ISTR de Lyon

1. Institut des Sciences et Techniques de la Réadaptation
Université Claude Bernard Lyon 1
8, avenue Rockefeller
69008 Lyon

2. Audition Conseil
22 rue Constantine
69001 LYON

3. Centre de Recherche en Neurosciences de Lyon
CRNL Inserm U1028
CNRS UMR5292 - UCBLyon1
CH Le Vinatier - Bâtiment 452
95 bd Pinel
69675 Bron Cedex

Deux stimuli distincts peuvent ne pas être discriminés s'ils sont du même côté de la barrière ou au contraire discriminés s'ils sont de part et d'autre de celle-ci. Ce phénomène « d'effet de frontière phonétique » a été mis en évidence pour les voyelles en faisant varier la hauteur des formants ainsi que pour les consonnes même si les processus en jeu ne sont pas identiques.

Cas particuliers des fricatives non voisées /s/ et /ʃ/

La perception des consonnes fricatives est particulièrement touchée par la compression fréquentielle de par les caractéristiques spectrales de ces phonèmes. Dans notre étude, nous nous sommes intéressés à la perception des phonèmes /ʃ/ et /s/. La différence essentielle entre ces deux consonnes concerne leurs plages fréquentielles respectives. Le bruit de friction du /ʃ/ est compact et s'étend de 1500 à 7000 Hz. Le bruit de friction du /s/ est très compact et s'étend de 3000 à 11 000 Hz, avec la partie centrale de cette zone qui est plus énergique. (X. Renard et F. Lefèvre - Précis d'audioprothèse : Production, phonétique acoustique et perception de la parole p.193).

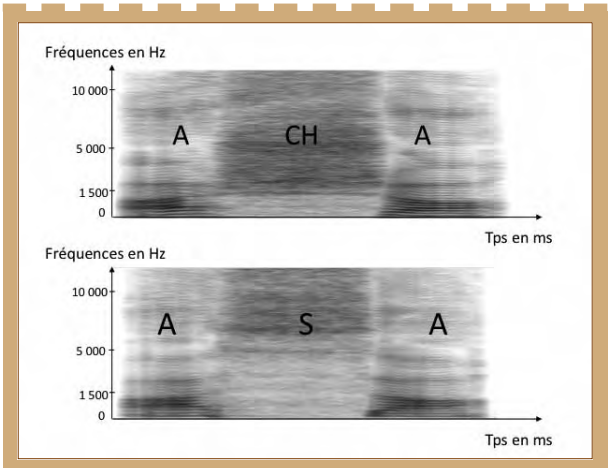


Figure 1 : Sonagrammes des logatomes /aʃa/ et /aSa/. Pour le /ʃ/ le bruit de friction s'étend principalement de 1500 à 7000Hz, alors que pour le /s/, il s'étend de 5000 à 11 000 Hz

Pour les fricatives non voisées telles que /s/ et /ʃ/, on dénombre quatre types d'indices acoustiques :

- La durée du bruit de friction (Hughes et Halle, 1956 ; Jongman, 1989)
- La fréquence du pic spectral du bruit de friction (Heinz et Stevens, 1961)
- Les transitions formantiques (Harris, 1958 ; LaRiviere et al. 1975 ; Nittrouer et al. 1987)
- Les proéminences spectrales, parfois appelées « amplitudes relatives » (Hedrick et Ohde, 1993 ; Stevens, 1985)

Pour la perception catégorielle des fricatives /s/ et /ʃ/, le spectre du bruit de friction joue un rôle primordial (Heinz et Stevens, 1961; Hughes et Halle, 1956, Pittman et Stelmachowicz,2000). C'est l'indice acoustique qui a le poids le plus important pour la perception catégorielle. Les transitions formantiques, quant à elles, renforcent la perception catégorielle ou représentent un indice acoustique alternatif (Heinz et Stevens, 1961 ; Nittrouer, 1992). Quelques études se sont intéressées à la façon dont les personnes malentendantes utilisaient les indices acoustiques pour identifier les fricatives.

Parmi celles-ci, Zeng et Turner (1990) et Hedrick (1997) ont montré que les malentendants avaient plus de difficultés à utiliser les transitions formantiques que les normo-entendants.

Les patients atteints de pertes auditives neurosensorielles ont souvent des difficultés à percevoir les consonnes en particulier pour les consonnes ayant des indices acoustiques dans les hautes fréquences (Boothroyd, 1984 ; Dubno et al. 1982). Typiquement, ces difficultés de perception ont été mises en relation avec la détérioration de la sélectivité fréquentielle (Moore 1998 ; Rosen et Fourcin 1986). Plusieurs études ont montré que les patients ayant des pertes sévères n'étaient pas capables d'utiliser les informations hautes fréquences qui leur étaient rendues audibles (Ching et al. 1998, Hogan et Turner, 1998). Les aides auditives ayant une bande passante limitée (entre 3kHz et 6kHz), il est donc fort probable que les malentendants appareillés n'utilisent pas les mêmes indices acoustiques pour discriminer les consonnes que les normo-entendants ou que les malentendants non appareillés.

La perception de ces consonnes fricatives peut être particulièrement altérée par les aides auditives à compression fréquentielle. En effet en abaissant les fréquences les plus aigües, le bruit de friction peut être abaissé. Il n'est pas rare que les patients le signale lorsque l'on règle le niveaux de compression fréquentielle. Ils nous signalent alors que cela « chuinte » un peu. Les /s/ sont alors perçus comme des /ʃ/.

Dans le cas de prothèses auditives à compression fréquentielle, le message vocal est modifié d'un point de vue fréquentiel. Il est donc possible que cela entraine, chez les patients, des modifications de traitement de l'information. C'est ce que nous souhaitons étudier avec le continuum /ʃ/→/s/.

Notre hypothèse est que des patients habitués à la compression fréquentielle auraient une perception catégorielle modifiée. Pour ces patients, le fait d'être habitués à traiter une information compressée sur les hautes fréquences modifierait leur perception et leur analyse des informations fournies par les fréquences aiguës. Compte-tenu des phénomènes de plasticité, il est possible que le port d'aides auditives à compression fréquentielle entraîne un décalage vers les fréquences graves de la frontière de perception entre le /ʃ/ et le /s/. C'est ce que nous espérons observer grâce au test du continuum /ʃ/→/s/ effectué oreilles nues.

3 Matériel et Méthode

1. Etude Préliminaire : Confusions phonétiques

Dans un premier temps, nous avons évalué les confusions phonétiques chez le malentendant appareillé avec un système à compression fréquentielle. Nous avons comparé ces résultats avec ceux trouvés lorsque la compression fréquentielle était désactivée. Nous avons également comparé ces résultats avec ceux de sujets appareillés avec des systèmes à amplification conventionnelle.

1.1. Sujets testés

La population testée est composée de 32 malentendants présentant une surdité de perception. Parmi ces 32 sujets, 16 sont équipés de systèmes à amplification conventionnelle et 16 sont équipés de systèmes à compression fréquentielle.

1.2. Test effectué : Test de logatomes de type Voyelle-Consonne-Voyelle (VCV)

Afin de mesurer les confusions phonétiques, nous avons utilisé un test de logatomes de type Voyelle-Consonne-Voyelle enregistré avec une voix de femme. Ce test comporte 16 logatomes : aBa, aCHa, aDa, aFa, aGa, aJa, aKa, aLa, aMa, aNa, aPa, aRa, aSSa, aTa, aVa, aZa. Chaque logatome existe sous 4 dictions différentes. Ce qui donne un total de 64 logatomes par test. Nous avons développé une application MATLAB© avec une interface graphique pour jouer ces logatomes dans un ordre aléatoire et analyser les réponses données. La passation de ce test se fait en champ libre, oreilles séparées. L'oreille controlatérale à l'oreille testée est obturée par de la pâte à empreintes. Pour les patients équipés d'aides auditives à compression fréquentielle, les patients sont testés avec le soundrecover© activé et désactivé ainsi que sans aide auditive. L'intensité de passation est une intensité jugée confortable par le sujet à laquelle il est le plus à même d'identifier les logatomes présentés.

1.3. Résultats du test de logatomes

Les matrices de confusions des patients appareillés avec de la compression fréquentielle montrent que les confusions se portent sur des phonèmes moins « éloignés » acoustiquement : c'est-à-dire entre phonèmes n'ayant qu'un ou deux traits acoustiques qui diffèrent. Ainsi le trait grave/aigu est mieux identifié avec la compression fréquentielle ($p<0,0002$). En comprimant l'information dans une zone où l'audition du patient est meilleure, celui-ci parvient mieux à identifier si c'est la partie haute ou basse du spectre qui domine. Le trait continu/discontinu est également mieux perçu avec la compression fréquentielle ($p<0,0001$). En effet, certains patients percevaient certaines occlusives comme des fricatives. Certainement à cause d'une mauvaise définition des informations aiguës (transitions formantiques et surtout hauteur de la barre d'occlusion). Ainsi, en abaissant les fréquences aiguës, ces informations sont mieux identifiées. Le trait sonore (voisé) ou sourd est également mieux perçu ($p<0,001$).

Ces résultats montrent que la compression fréquentielle améliore la distinction de certains traits acoustiques. On peut donc imaginer que le malentendant aura plus de facilité à identifier des mots ou des phrases s'il perçoit mieux certains traits acoustiques.

Toutefois, même si la compression fréquentielle semble améliorer la reconnaissance de traits acoustiques et ainsi éviter des confusions « lointaines », elle génère des distorsions qui peuvent engendrer des confusions entre phonèmes proches. Certains malentendants tirent un réel bénéfice de la compression fréquentielle (+ 20 % d'intelligibilité) alors que pour d'autres, elle génère des confusions. C'est pourquoi, dans notre étude, comme dans d'autres, nous n'avons pas trouvé d'amélioration de l'intelligibilité en moyenne.

Exemple du cas de Mr B. :

Nous avons d'ailleurs vu que les résultats négatifs de la compression fréquentielle venaient principalement de quelques sujets qui identifiaient moins bien les fricatives avec la compression fréquentielle. Le cas de Mr.B. (57 ans) est intéressant car il n'est pas isolé. Avec son réglage habituel de compression fréquentielle, celui-ci confond les fricatives les plus aigües avec celles plus graves. Pourtant, Mr.B porte des aides auditives à compression fréquentielle plus de 11h par jour depuis 20 mois. Devant ce genre de confusion, le reflexe est de diminuer la compression fréquentielle. Cependant, les résultats montrent qu'en augmentant Fc, c'est-à-dire en baissant le niveau de compression fréquentielle, Mr.B. fait davantage de confusions sur les consonnes occlusives. Nous avons recherché un réglage intermédiaire mais dans le cas de Mr.B, nous n'avons pas trouvé de niveau de compression lui permettant de gagner sur les deux tableaux. Les confusions passaient des fricatives aux occlusives lorsqu'on franchissait la barrière suivante : Fc=3,7kHz CR=2,6:1.

Ces confusions du /s/ avec le /ʃ/ nous ont conduits à étudier plus en détail la perception de ces fricatives à l'aide d'un continuum.

		Réponses de Mr B.avec un niveau de compression fréquentielle important.					
		aCHa	aSa	aFa	aJa	aZa	aVa
Logatomes émis	aCHa	4	0	0	0	0	0
	aSa	4	0	0	0	0	0
	aFa	0	0	4	0	0	0
	aJa	0	0	0	4	0	0
	aZa	0	0	0	4	0	0
	aVa	0	0	0	0	0	4

		Réponses de Mr B.avec un niveau de compression fréquentielle important.					
		aPa	aTa	aKa	aBa	aDa	aGa
Logatomes émis	aPa	4	0	0	0	0	0
	aTa	0	0	4	0	0	0
	aKa	0	0	4	0	0	0
	aBa	0	0	0	4	0	0
	aDa	0	0	0	0	2	2
	aGa	0	0	0	0	0	4

Figure 2 : Cas de Mr.B. : En haut, avec le réglage de compression fréquentielle Fc=1,5kHz et Cr = 2,5:1. Tous les phonèmes sont correctement identifiés seuls les /s/ sont confondus avec des /ʃ/ et les /z/ avec des /ʃ/. Ce qui va dans le sens d'un niveau de compression trop élevé. En bas, avec un réglage de compression fréquentielle moins important (Fc=3,7kHz, CR=2,6 :1) les fricatives sont mieux identifiées, en revanche il y a plus d'erreurs sur les occlusives. Le score d'intelligibilité est le même pour les deux réglages (87,5%).

2. Continuum /ʃ/→/s/

2.1 Sujets testés

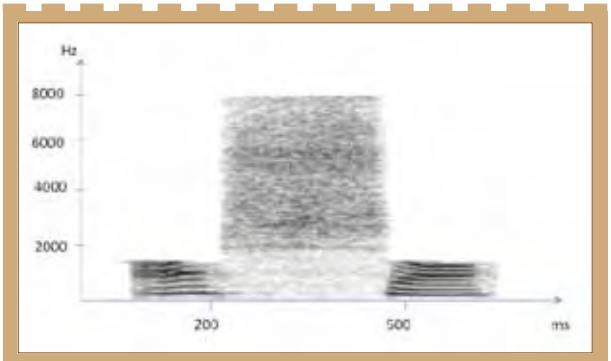
L'ensemble de la population testée comprend 61 sujets. Cette population est divisée en trois groupes. Une population témoin formée de normo-entendants (n=13). Une population composée d'individus appareillés avec un système conventionnel (n=21). Une population composée d'individus appareillés avec un système à compression fréquentielle (n=27).

2.2 Tests spécifiques : Continuum /ʃ/→/s/

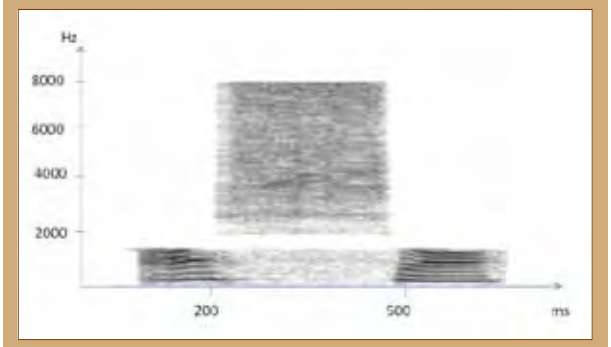
Nous avons testé la perception catégorielle de chaque sujet à l'aide d'un continuum [aʃa] vers [aSa]. Ce continuum a été élaboré de la manière suivante :

Le son de départ est un logatome [aʃa] que nous avons filtré à 1400Hz, ceci nous a permis d'extraire la partie basse du spectre donc principalement les informations liées aux voyelles /a/ mais en limitant les indices acoustiques en particulier les transitions formantiques. D'autre part, à partir du même son de départ : le logatome [aʃa] non filtré, nous avons extrait la zone de turbulence par filtrage passe-haut à 1400 Hz.

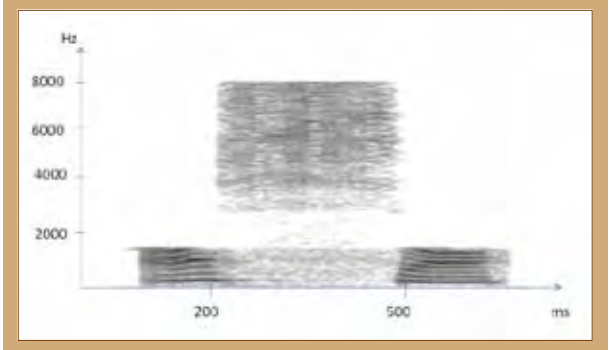
Nous avons ensuite transposé cette zone de bruit pour créer 13 sons espacés d'un demi-ton dont le bas du spectre de bruit va de 2000Hz à 4000Hz. Nous avons ensuite fusionné la partie filtrée en passe-bas avec chacune des parties filtrées en passe-haut. Nous avons ainsi obtenu 13 sons dont seule la hauteur du bruit de friction varie. Pour le son numéro 1, la zone de turbulence n'a pas été transposée, il est donc très proche du logatome /aʃa/ non filtré. Seules certaines informations liées aux transitions formantiques ont été éliminées. Pour les autres sons de 2 à 13, seule la zone de turbulence est transposée de ½ ton à chaque fois. Nous obtenons donc un écart d'une octave entre le son numéro 1 et le son numéro 13. (Figure 3). Le son numéro 13 dont la zone de turbulence se situe au-dessus de 4000Hz est donc clairement identifié comme un /aSa/.



Spectrogramme du niveau 1 : Ce son construit à partir du logatome [aʃa] est perçu comme un [aʃa] par l'ensemble des sujets testés.



Spectrogramme du niveau 7 : Le bruit de friction a été transposé de 6 demi-tons soit ½ octave. La partie basse du spectre est la même que pour le niveau 1. Ce son est perçu comme étant un [aʃa] par certains sujets et comme un [asa] par d'autres.



Spectrogramme du niveau 13 : Le bruit de friction a été transposé de 12 demi-tons soit une octave. La partie basse du spectre est la même que pour le niveau 1. Ce son élaboré à partir d'un [aʃa] est perçu comme étant un [asa] par l'ensemble des sujets de notre étude.

Figure 3

Exemples de sons utilisés pour le continuum :

La figure 3 représente les spectrogrammes de trois des 13 sons utilisés dans le continuum. Ces sons ont été élaborés à partir du logatome [aʃa]. Ils sont composés de deux parties. La partie basse du spectre est la résultante du logatome [aʃa] filtré avec un filtre passe-bas coupant à 1400Hz. La partie haute, correspondant au bruit de friction, est la résultante du logatome [aʃa] filtré en passe-haut à 1400Hz et dont les parties correspondantes aux voyelles /a/ ont été éliminées. Notre continuum comprend 13 niveaux. D'un niveau à l'autre seule la hauteur du bruit de friction change. Elle est à chaque fois augmentée d'un demi-ton.

La figure 4 présente un exemple de résultats pour le test du continuum. Pour ce sujet, on remarque que lors des premiers niveaux, tous les stimuli sont perçus comme étant des /aʃa/ (5 réponses [aʃa] sur 5 stimuli présentés). Du niveau 7 au niveau 10, de moins en moins de stimuli sont répertoriés comme étant des [aʃa] puis pour les niveaux 10 à 13, tous les stimuli sont identifiés comme des [aSa]. Nous avons ensuite modélisé les réponses à l'aide d'une sigmoïde afin de calculer le niveau correspondant à 50% de réponses [aʃa] (noté N50%). C'est-à-dire le niveau du stimulus présenté à partir duquel les réponses seront majoritairement des /s/. Ce niveau correspond à la frontière de perception entre le /ʃ/ et le /s/.

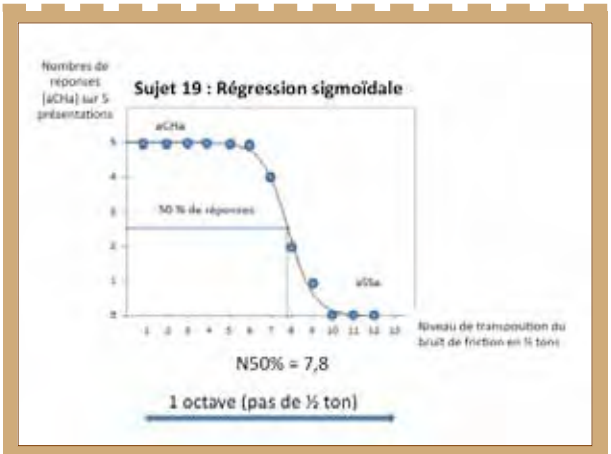


Figure 4 : Exemple d'analyse des réponses données par un sujet. Les stimuli avec un bruit de friction bas sont clairement identifiés comme étant des /aʃa/ et ceux ayant un bruit de friction plus aigu comme des /aSa/.

4 Résultats

1. Résultats d'audiométrie

Pour les deux groupes de patients CF et NCF, les résultats audiométriques tonaux sont sensiblement les mêmes. La perte moyenne calculée d'après les recommandations du BIAP est de 41,7dBHL pour le groupe CF et 39 dB HL pour le groupe NCF (figure 5).

2. Continuum /ʃ/→/s/

Au total, le test du continuum a été effectué sur 48 patients (soit 96 oreilles testées) et sur 13 normo-entendants (soit 26 oreilles testées). La figure 7 donne les résultats du groupe de normo-entendants. La moyenne de la frontière de perception entre le /ʃ/ et le /s/ (notée N50%) est de 8,74 et l'écart-type de 1,1 demi-ton. Les valeurs vont de 7,2 à 11.Tous les normo-entendants ont montré une perception catégorielle au continuum /ʃ/→/s/.

Nous avons testés 48 sujets équipés d'aides auditives à compression fréquentielle. Parmi eux, 6 sujets n'ont pas pu faire la distinction entre le /ʃ/ et le /s/. Certains n'ont perçus que des /ʃ/. Pour les autres, les résultats ne sont pas cohérents et semblent avoir été donnés au hasard. La figure 7 donne l'ensemble des régressions linéaires pour les sujets malentendants. Le niveau N50% moyen est de 7,5 et l'écart-type de 2,44 demi-tons. Les valeurs du N50% vont de 2,71 à 11,95. Les réponses sont significativement différentes du groupe des normo-entendants ($p<10^{-4}$;Test Khi²). La frontière de perception moyenne se situe à 7,5 contre 8,74 pour les normo-entendants. La frontière de discrimination se situe donc plus d'un demi-ton en dessous de celle des normo-entendants (Figure 7 et 8).

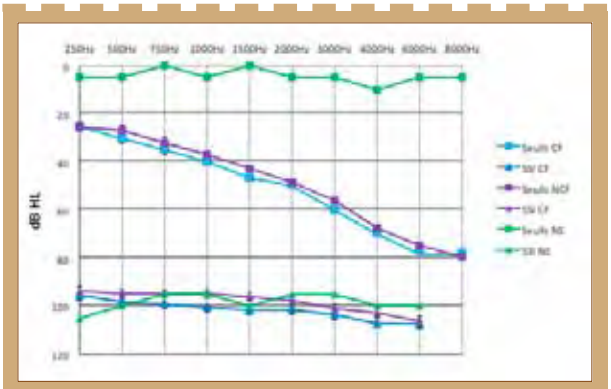


Figure 5 : Seuils tonaux liminaires moyens et seuils subjectifs d'inconfort. En vert, les seuils moyens des normoentendants, en bleu, ceux des sujets disposant d'aides auditives à compression fréquentielle (noté CF, n= 27) et en violet, les seuils moyens du groupe appareillé avec des aides auditives à amplification conventionnelle (noté NCF, n=21).

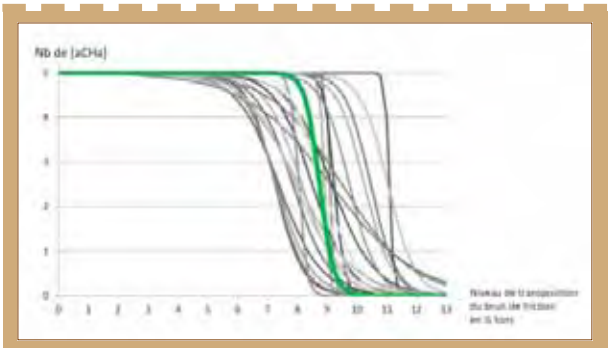


Figure 6 : Ensemble des régressions linéaires pour les 13 normo-entendants (26 oreilles). La moyenne des réponses pour les 13 normo-entendants est tracée en vert.
Moyenne N50% = 8,74. Ecart-type =1,1 demi-ton

Figure 7 : Ensemble des régressions linéaires pour les patients malentendants n=42. La moyenne des réponses pour les 42 malentendants est tracée en violet. Moyenne N50% = 7,5. Ecart-type =2,44 demi-tons.

Analyse ANCOVA des résultats du continuum /ʃ/→/s/.

Afin d'établir les paramètres permettant d'expliquer les différences de résultats entre les sujets des groupes CF et NCF, nous avons réalisé une analyse de covariance (ANCOVA). L'analyse ANCOVA montre que le seuil à 3000Hz est le paramètre le plus fortement corrélé au niveau N50%. Le tableau 9 donne les résultats de l'analyse ANCOVA recherchant le meilleur modèle. Le seuil à 3 kHz est le paramètre le plus fortement lié au niveau N50%. On le retrouve dans les différents modèles et sous forme de la dynamique D3000 pour le modèle à 5 variables. Avec 5 paramètres, nous avons obtenus un modèles intéressant : R^2=0,51 et R^2 ajusté = 0,346.

Modèle déterminé par l'analyse ANCOVA :
N50% = 7,99 - 0,67*durée d'appareillage+0,14*SSI 1000-0,17*SSI 2000+0,091*Dyn3000-1,74*CF

5 Discussion

Les résultats du continuum montrent une plus grande variabilité de la frontière de perception (notée N50%) pour les patients malentendants. Les résultats sont beaucoup plus homogènes pour les normo-entendants (figures 6 et 7). En, moyenne les malentendants testés distinguent le /s/ du /ʃ/ pour un niveau de bruit de friction significativement plus grave que les normo-entendants (p=0,001).

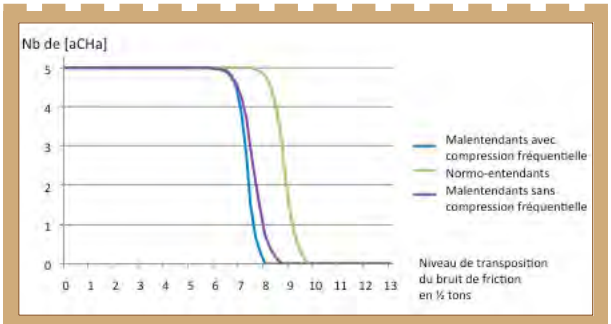


Figure 8 : Régressions sigmoïdales des groupes des normo-entendants, des sujets avec compression fréquentielle (CF, en bleu) et des sujets sans compression fréquentielle (NCF, en rouge).

Nbre de variables	Variables	R^2	R^2 ajusté
1	3000Hz	0,305	0,086
2	3000Hz / SSI 750	0,401	0,209
3	Durée d'appareillage / 3000Hz / S750	0,417	0,228
4	Durée d'appareillage / 3000Hz / SSI 1000 Hz/ CF	0,477	0,305
5	Durée d'appareillage / SSI 1000 / SSI 2000 / Dynamique 3000 / CF	0,510	0,346

Tableau 9 : Suivant le nombre de paramètres choisis, l'analyse de covariance, nous indique les paramètres les plus pertinents. On observe qu'à partir d'une analyse de covariance à 4 paramètres, deux critères ne sont pas audiométriques : la durée d'appareillage et la présence de compression fréquentielle.

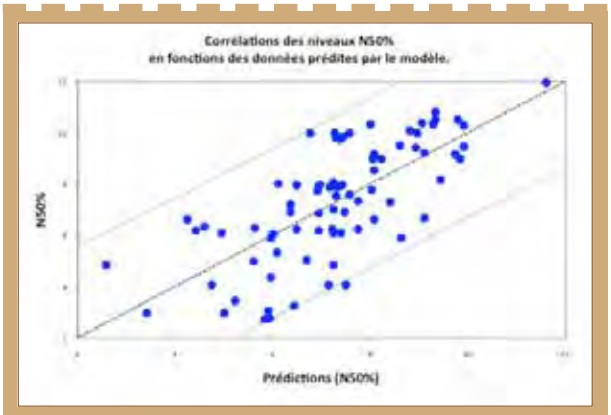


Figure 11 : N50% observés en fonction des niveaux N50% prédits par notre modèle. n=42 sujets pour 84 oreilles testées et modélisées. R^2 =0,51 et R^2ajusté = 0,346

Ces patients malentendants ont, semble-t-il, adapté leur perception des fricatives afin d'exploiter au mieux les informations qui leur sont audibles à la fois compte-tenu de leur perte auditive mais également en fonction de la réhabilitation par les aides auditives.

Pour les patients malentendants, les résultats de l'analyse ANCOVA montrent que le niveau frontière de perception entre le /ʃ/ et le /s/ (N50%) sont associés principalement à la perte auditive à 3000Hz. Lors de la recherche d'un modèle, le seuil liminaire à 3000Hz est le critère le plus pertinent (cf. tableau 10). Avec l'analyse ANCOVA, le modèle à 4 paramètres met en avant deux paramètres non audiométriques : tout d'abord, l'ancienneté de l'appareillage et d'autre part, le fait que le patient soit appareillé avec un système à compression fréquentielle.

Les résultats montrent que plus la perte à 3000Hz est importante plus la frontière de discrimination sera décalée vers les graves. Cette donnée se retrouve dans le modèle à 5 variables sous une forme différente avec la dynamique à 3000Hz. Plus la dynamique est faible, plus le niveau N50% est décalé vers les graves.

Dans notre modèle, on retrouve également les seuils subjectifs d'inconforts à 1000Hz et à 2000Hz. Dans la formule du modèle, on a 0,14*SSI1000 – 0,17*SSI2000. Ces deux variables combinées correspondent à une pente des seuils d'inconforts qui est dans de nombreux cas le reflet de la pente de la perte tonale liminaire et d'une atteinte des cellules ciliées internes. Ainsi, plus la pente du seuil d'inconfort entre 1000Hz et 2000Hz est importante plus la frontière de perception est décalée vers les graves.

Un autre critère pris en compte est la durée d'appareillage. Plus le patient est appareillé depuis longtemps plus son seuil N50% de perception catégorielle est décalée vers les graves. Pour expliquer ce phénomène, il faut distinguer deux cas : celui des aides auditives à compression fréquentielle et celui des aides auditives à amplification conventionnelle. Pour les aides auditives à compression fréquentielle, l'explication est assez simple car plus le patient porte des aides auditives à compression fréquentielle depuis longtemps plus son niveau N50% est décalé vers les graves. Ainsi, plus il est habitué à entendre les fréquences aigües décalées vers les graves avec ses aides auditives et plus sa frontière de perception catégorielle se situe à un niveau grave. D'autre part, pour les patients appareillés avec des aides auditives à amplification conventionnelle, une explication pourrait venir de la bande passante limitée sur les aigus. Ainsi avec des appareils anciens et limités sur les aigus, la perception catégorielle se ferait à un niveau plus grave.

La cinquième variable du modèle correspond au fait que le patient porte des aides auditives à compression fréquentielle. Cette variable qualitative décale le niveau N50% de 1,7 demi-tons vers les graves dans notre modèle. Ainsi, pour les patients appareillés avec un système à compression fréquentielle, leur perception catégorielle du /s/, oreilles nues, est décalée vers les graves. Ces résultats semblent aller dans le sens d'une plasticité induite par les aides auditives à compression fréquentielle.

Le fait que notre modèle comporte deux critères liés à l'appareillage conforte l'idée d'une plasticité de réhabilitation induite par le port d'aides auditives. La perception catégorielle est alors modifiée afin de s'adapter aux informations que le malentendant perçoit.

Pour confirmer ces résultats, il serait intéressant de mener une étude longitudinale sur des patients nouvellement appareillés avec de la compression fréquentielle. Cela nous permettrait d'observer les variations de cette perception catégorielle dans le temps.

D'un point de vue prothétique, on pourrait également imaginer régler le niveau de compression fréquentielle en fonction des résultats au test du continuum /ʃ/→/s/ afin de permettre au patient de retrouver un niveau de perception catégorielle identique au groupe des normo-entendants. Ceci consisterait à faire le test du continuum /ʃ/→/s/ en champ libre avec les aides auditives et d'ajuster le niveau de compression fréquentielle pour retrouver la valeur normative.

6 Conclusion

Les résultats de ce mémoire montrent que la compression fréquentielle ne fournit pas systématiquement d'amélioration sur la perception des consonnes dans le silence. Certains sujets en tirent un réel bénéfice en termes d'intelligibilité (jusqu'à +20% avec la compression fréquentielle) alors que pour d'autres les résultats peuvent être négatifs. L'analyse par traits acoustiques montre que la compression fréquentielle améliore significativement les confusions phonétiques « lointaines » mais qu'elle peut engendrer des confusions entre phonèmes « proches ». Ainsi, en améliorant la détection de certains traits acoustiques, nous pensons que la compression fréquentielle devrait permettre à certains malentendants d'avoir une meilleure intelligibilité de la parole. D'autre part, notre analyse par traits articulatoires n'a pu aboutir à des résultats significatifs, mis à part pour le voisement qui est également un trait acoustique (sonore/sourd). Ceci conforte l'idée qu'une analyse basée sur les traits acoustiques est plus pertinente qu'une analyse par traits articulatoires pour mettre en évidence les modifications de perception de phonèmes et l'intérêt de la compression fréquentielle.

Au niveau des confusions phonétiques, nous avons noté une amélioration importante (entre 6% et 7%) sur la perception de certaines occlusives en particulier /p/ et /t/ pour de nombreux patients. Nous avons également noté que la compression fréquentielle pouvait avoir un effet délétère en particulier sur les fricatives ayant le spectre le plus aigu : /s/ et /z/. Ces résultats doivent mettre en garde contre un réglage de niveau de compression fréquentielle trop important. Mais ils peuvent également venir de difficultés de perception catégorielle des fricatives pour le patient du fait de sa perte auditive sur les aigus.

Les résultats du continuum /ʃ/→/s/. ont montré une grande disparité de la frontière de perception des fricatives chez les malentendants alors que pour les normo-entendants, les résultats sont beaucoup plus homogènes. Les résultats montrent que la perception catégorielle de la paire minimale /ʃ/-/s/ est liée à plusieurs paramètres :

à savoir, les seuils liminaires (en particulier autour de 3000Hz), la dynamique auditive mais également deux paramètres non audiométriques : la durée d'appareillage avec les aides auditives actuellement portées et la présence d'un système à compression fréquentielle. Ce modèle nous montre que plus la perte auditive est importante autour de 3kHz, plus la frontière de perception catégorielle sera décalée vers les graves. De même, plus la dynamique auditive résiduelle à 3000Hz sera réduite plus cette frontière de discrimination sera décalée vers les graves. D'autre part, un patient équipé d'aides auditives à compression fréquentielle aura une frontière de perception des phonèmes /ʃ/ et /s/ décalée vers les graves. A perte auditive équivalente, ce décalage est de 1,7 demi-ton en moyenne vers les graves pour un sujet habitué à la compression fréquentielle testé oreilles nues. Enfin, plus le patient porte ses aides auditives depuis longtemps, plus ce niveau est décalé vers les graves. Les différences de niveaux de frontière catégorielle observée pourraient être le reflet d'une certaine forme de plasticité neuronale. Les critères audiométriques mis en évidence par l'analyse ANCOVA semblent refléter une plasticité liée à la privation auditive. La perception catégorielle est modifiée en fonction de la perte auditive. Les critères liés à l'appareillage, à savoir l'utilisation d'un dispositif à compression fréquentielle et la durée d'appareillage, semblent mettre en avant une plasticité liée à la réhabilitation auditive. Il nous paraît donc très intéressant de prolonger nos investigations par une étude longitudinale avec des patients nouvellement appareillés afin d'étudier les modifications de perception catégorielle que pourrait entrainer la compression fréquentielle.

Remerciements

Merci à Stéphane Gallégo pour son aide à la réalisation de ce travail et pour son soutien permanent. Merci à Audition Conseil qui finance ces travaux de recherche en neurosciences sur l'étude des phénomènes de réattribution fréquentielle chez le malentendant. Merci à toute l'équipe du CRNL, ISTR, UCBL et au professeur Éric Truy. Merci également aux membres du Collège National d'Audioprothèse et de l'UNSAF pour l'intérêt qu'ils ont porté à ces travaux.

Bibliographie

Boothroyd, A. (1984). Auditory perception of speech contrasts by subjects with sensorineural hearing loss. Journal of Speech and Hearing Research, 27, 134–144.

Ching TY, Dillon H, Byrne D. (1998) : Speech recognition of hearing-impaired listeners: predictions from audibility and the limited role of high-frequency amplification.J Acoust Soc Am. 1998 Feb;103(2):1128-40.

Collège National d'Audioprothèse (1997) : Précis d'audioprothèse. L'appareillage de l'adulte. Tome I : Le bilan d'orientation prothétique. Collège National d'Audioprothèse Ed.

Collège National d'Audioprothèse (2008) :Production, phonétique acoustique et perception de la parole. Collège National d'Audioprothèse Ed.

Dubno, J., Dirks, D., & Langhofer, L. (1982). Evaluation of hearing-impaired listeners using a nonsense-syllable test: II. Syllable recognition and consonant confusion patterns. Journal of Speech and Hearing Research, 25,141–148.

Gatehouse, S., 1989. Apparent auditory deprivation effects of late onset : the role of presentation level. J. Acoust. Soc. Am. 86 (6), 2103–2106.

Giraux, P., Sirigu, A., Schneider, F., Dubernard, J.M., 2001. Cortical reorganization

in motor cortex after graft of both hands. Nat. Neurosci. 4(7), 691–692.

Glista, D., Scollie, S., Bagatto, M., Seewald, R., Parsa, V., et al. 2009. Evaluation of nonlinear frequency compression: Clinical outcomes. International Journal of Audiology 48(9): 632–644.

Harris, K. S. (1958). Cues for the discrimination of American English fricatives in spoken syllables. Language and Speech, 1, 1–17.

Hedrick, M. S., & Ohde, R. N. (1993). Effect of relative amplitude of frication on perception of place of articulation. Journal of the Acoustical Society of America, 94,2005–2026.

Hedrick, M. S. (1997). Effect of acoustic cues on labeling fricatives and affricates. Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 40, 925–938.

Hogan, C.A. & Turner, C.W. (1998) : High-frequency audibility: Benefits for hearing-impaired listeners. J Acoust Soc Am, 104(1), 432_441.

Hughes, G. W., & Halle, M. (1956). Spectral properties of fricative consonants. Journal of the Acoustical Society of America, 28, 303–310.

Heinz, J. M., & Stevens, K. N. (1961). On the properties of voiceless fricative consonants. Journal of the AcousticalSociety of America, 33, 589–596.

LaRiviere, C., Winitz, H., & Herriman, E. (1975). The distribution of perceptual cues in English prevocalic fricatives. Journal of Speech and Hearing Research, 18,613–622.

Jongman, A. (1989). Duration of frication noise required for identification of English fricatives. Journal of the Acoustical Society of America, 85, 1718–1725.

Kral A, Tillein J. (2006) : Brain plasticity under cochlear implant stimulation. Adv Otorhinolaryngol. 2006;64:89-108

Kelahan, A.M., Ray, R.H., Carson, L.V., Massey, C.E., Doetsch, G.S., 1981. Functional reorganization of adult raccoon somatosensory cerebral cortex following neonatal digit amputation. Brain Res. 223 (1), 152–159.

Merzenich, M.M., Kaas, J.H., Wall, J., Nelson, R.J., Sur, M., Felleman, D. (1983). Topographic reorganization of somatosensory cortical areas 3b and 1 in adult monkeys following restricted deafferentation. Neuroscience 8 (1), 33–55.

Miller A., Nicely P.E. (1955) : An Analysis of Perceptual Confusions among some English Consonants, J.Acoust.Soc.Am. 27:2, 1955.

Myriel Nyffeler (2008) :Study finds that non-linear frequency compression boosts speech intelligibility. THE HEARING JOURNAL Frequ DECEMBER 2008 • VOL. 61 • NO. 12

Nittrouer, S., & Studdert-Kennedy, M. (1987). The role of coarticulatory effects in the perception of fricatives by children and adults. Journal of Speech and HearingResearch, 30, 319–329.

Moore, B. C. J. (1998). Cochlear hearing loss. Whurr: London.

O'Brien et al. (2010) : Evaluation of frequency compression and high-frequency directionality. The Hearing Journal. August 2010 • Vol. 63 • No. 8

Pittman, A., & Stelmachowicz, P. (2000). Perception of voiceless fricatives by normal-hearing and hearingimpaired children and adults. Journal of Speech, Language,and Hearing Research, 43, 1389–1401.

Philibert, B., Collet, L., Vesson, J.F., Veuillet, E., 2002. Intensity-related performances are modified by long-term hearing aid use: a functional plasticity? Hear. Res. 165 (1–2), 142–151.

Philibert B, Collet L, Vesson JF, Veuillet E (2003) : Auditory rehabilitation effects on speech lateralization in hearing-impaired listeners. Acta Otolaryngol. 2003 Jan;123(2):172-5.

Rajan, R., Irvine, D.R., Wise, L.Z., Heil, P., 1993. Effect of unilateral partial cochlear lesions in adult cats on the representation of lesioned and unlesioned cochleas in primary auditory cortex. J. Comp. Neurol. 338(1), 17–49.

Robertson, D., Irvine, D.R., 1989. Plasticity of frequency organization in auditory cortex of guinea pigs with partial unilateral deafness. J. Comp. Neurol. 282 (3), 456–471.

McDermott, H.J., Lech, M., Kornblum, M.S., Irvine, D.R., 1998. Loudness perception and frequency discrimination in subjects with steeply sloping hearing loss: possible correlates of neural plasticity. J. Acoust. Soc. Am. 104 (4), 2314–2325.

Robinson, K., Gatehouse, S., 1995. Changes in intensity discrimination following monaural long-term use of a hearing aid. J. Acoust. Soc. Am. 97 (2), 1183–1190.

Rosen, S., & Fourcin, A. (1986). Frequency selectivity and the perception of speech. In B. C. J. Moore (Ed.), Frequency selectivity in hearing (pp. 373–487). Academic Press: London.

Schwaber, M.K., Garraghty, P.E., Kaas, J.H., 1993. Neuroplasticity of the adult primate auditory cortex following cochlear hearing loss. Am. J. Otol. 14 (3), 252–258.

Sekimoto S, Saito S. (1980) : Nonlinear frequency compression speech processing based on the ARCOR analysis-synthesis technique. Ann Bull. 1980;14:65-72.

Simpson, A., Hersbach, A.A., and McDermott, H.J. 2005. Improvements in speech perception with an experimental nonlinear frequency compression hearing device. International Journal of Audiology 44(5): 281–292.

Simpson, A., Hersbach, A.A. & McDermott, H.J. 2006. Frequencycompression outcomes in listeners with steeply sloping audiograms. Int J Audiol, 45, 616_629.

Stevens, K. N. (1985). Evidence for the role of acoustic boundaries in the perception of speech sounds. In V.Fromkin (Ed.), Phonetic linguistics: Essays in Honor of Peter Ladefoged (pp. 243–255). Academic Press: New York.

Thai-Van, H., Micheyl, C., Norena, A., Collet, L., 2002. Local improvement in auditory frequency discrimination is associated with hearingloss slope in subjects with cochlear damage. Brain 125 (Pt 3), 524–537.

Thai-Van, H., Micheyl, C., Moore, B.C., Collet, L., 2003. Enhanced frequency discrimination near the hearing loss cut-off: a consequence of central auditory plasticity induced by cochlear damage? Brain 126 (Pt 10), 2235–2245

Turner CW (2006) : Hearing loss and the limits of amplification. Audiol Neurootol. 2006;11 Suppl 1:2-5. Epub 2006 Oct 6.

Vickers, D.A., Moore, B.C. & Baer, T. 2001. Effects of low-pass filtering on the intelligibility of speech in quiet for people with and without dead regions at high frequencies. J Acoust Soc Am, 110(2), 1164_1175.

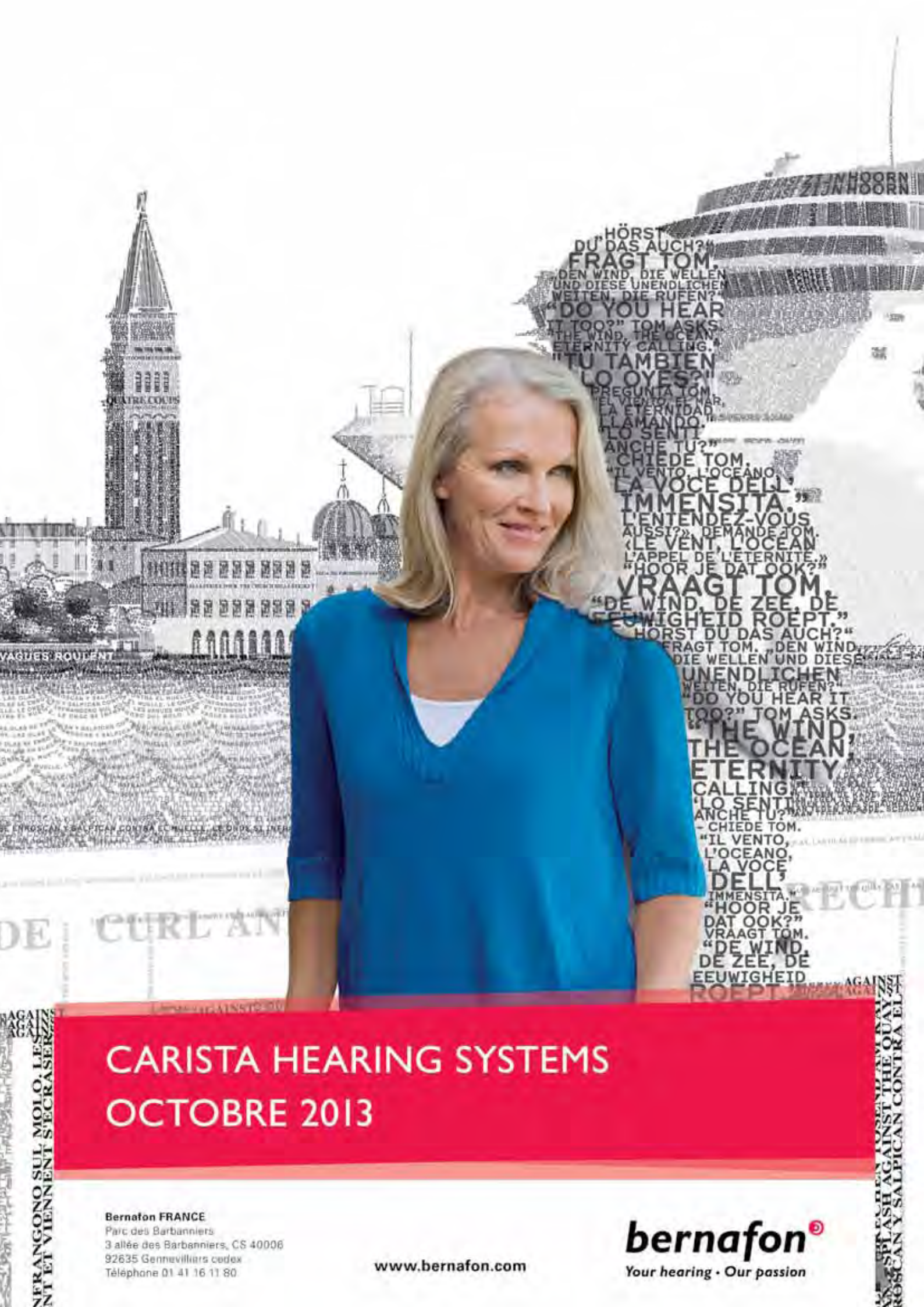
Virole B. (2006) : Psychologie de la surdité. Ed.DE Boeck. 2006.

Willott, J.F., Aitkin, L.M., McFadden, S.L., 1993. Plasticity of auditory cortex associated with sensorineural hearing loss in adult C57BL/6J mice. J. Comp. Neurol. 329 (3), 402–411.

Wolfe J. et al. (2009) : Study suggests that non-linear frequency compression helps children with moderate loss. The Hearing Journal. SEPTEMBER 2009 • VOL. 62 • NO. 9

Wolfe J., et al. (2011) Long-term effects of non-linear frequency compression for children with moderate hearing loss. : Int J Audiol. 2011 Jun;50(6):396-404. Epub 2011 Feb 28.

Zeng, F.- G., & Turner, C. W. (1990). Recognition of voiceless fricatives by normal and hearing-impaired subjects. Journal of Speech and Hearing Research, 33,440–449.


„HÖRST DU DAS AUCH?“ FRAGT TOM. „DEN WIND, DIE WELLEN UND DIESE UNENDLICHEN WEITEN, DIE RUFEN?“
"DO YOU HEAR IT TOO?" TOM ASKS. "THE WIND, THE OCEAN, ETERNITY CALLING."
"TÚ TAMBIEN LO OYES?" PREGUNTA TOM. "EL VIENTO, EL MAR, LA ETERNIDAD LLAMANDO."
"LO SENTI ANCHE TU?" CHIEDE TOM. "IL VENTO, L'OCEANO, LA VOCE DELL' IMMENSITA."
L'ENTENDEZ-VOUS AUSSI?», DEMANDE TOM. «LE VENT, L'OCEAN L'APPEL DE L'ETERNITE.»
"HOOR JE DAT OOK?" VRAAGT TOM. "DE WIND, DE ZEE, DE EEUWIGHEID ROEPT."
QUATRE COUPS
VAGUES ROULENT
CARISTA HEARING SYSTEMS
OCTOBRE 2013
Bernafon FRANCE
Parc des Barbanniers
3 allée des Barbanniers, CS 40006
92635 Gennevilliers cedex
Téléphone 01 41 16 11 80
www.bernafon.com
bernafon
Your hearing · Our passion

Conception et réalisation d'une plateforme audiométrique logicielle munie d'un simulateur d'aide auditive

Simon DOUE
315 chemin
des térébinthes
34830 Clapiers
simon.doue@gmail.com

1 Introduction

L'audiométrie vocale, corrélée à une audiométrie tonale liminaire et supraliminaire, permet de diagnostiquer le bénéfice que pourra apporter un appareillage en terme d'intelligibilité du langage. Seulement, la psychoacoustique nous apprend que les basses fréquences ont un effet masquant sur les hautes fréquences. Une grande majorité des personnes malentendantes ayant une perte auditive située principalement sur les fréquences aigues, une audiométrie vocale classique ne pourra pas systématiquement prédire le bénéfice d'une future aide auditive, puisque l'effet masquant des basses fréquences se fera ressentir quelle que soit l'intensité sonore du test.

2 Objectifs

L'objectif de ce mémoire sera donc la réalisation d'un audiomètre logiciel pour pallier à cette lacune. Il pourra effectuer des audiométries tonales et vocales et enregistrer les résultats des tests. Il sera doté d'un simulateur d'aide auditive, entièrement paramétrable, avec gestion des gains et de la compression pour chaque canal de fréquence, afin de pouvoir réaliser une audiométrie vocale en situation d'appareillage (dans le calme et dans le bruit). Un préréglage basé sur l'audiogramme tonal sera également intégré pour faciliter son utilisation.

Un deuxième aspect qui sera développé sur cette plateforme audiométrique est la possibilité de pouvoir saisir numériquement, puis comparer les omissions et confusions phonétiques de chaque mot répété. Ceci permet de pouvoir visualiser facilement, et de manière globale, les fréquences défaillantes lors de l'écoute du patient, via un tableau de résultats.

Une dernière fonctionnalité développée est la gestion de base de données audiométriques, permettant d'effectuer des statistiques sur des populations de patients. Grâce à la saisie des données obtenues lors des tests, l'utilisateur peut ainsi facilement corréler ces résultats audiométriques avec des caractéristiques comme l'âge, le type de pathologie auditive, les antécédents médicaux, la profession, etc.

3 Matériel

- Un ordinateur muni du logiciel Matlab, un casque audio TDH 39P, des listes vocales de Fournier.
- Un dispositif d'étalonnage : sonomètre, oreille artificielle.

4 Conception algorithmique du simulateur d'aide auditive

L'algorithme répondra aux fonctionnalités de base d'une vraie aide auditive : gestion du gain, de la compression (TK et CR), et du MPO, pour chaque canal de fréquence. Il sera décomposé en 2 fonctions.

- La première sera chargée de « préparer » le signal et sera donc appelée « prétraitement » :

Son rôle consistera à ajuster la liste vocale aux besoins de l'utilisateur : niveau d'entrée calculé en fonction des valeurs d'étalonnage du dispositif, ajout d'un bruit de cocktail au rapport signal à bruit désiré (**Fig 1**).

- La seconde fonction sera appelée « traitement » et son rôle sera de donner l'amplification décrite dans le réglage, comme pour une vraie aide auditive.

Elle va dans un premier temps « découper » la liste de mots en canaux de fréquences correspondant aux canaux du simulateur (**Fig 2**) à l'aide de filtres IIR passe-bandes. Puis, pour chaque canal, et en fonction de son réglage, elle va procéder à une analyse par paquets d'échantillons afin d'en déduire le niveau d'entrée en dB (SPL), et modifier le niveau de sortie de chaque paquet d'échantillons (**Fig 3**).

Afin de pouvoir ajuster le temps d'attaque et de retour induit par cette analyse par paquets d'échantillons, une fonction de pondération polynômiale, visant à privilégier de manière ajustable les échantillons les plus récents, a été conçue. Elle permet alors d'augmenter la réactivité de la compression et donc de diminuer le temps d'attaque. Elle est de la forme: $s(t) = at^{\alpha} + 1 - \beta$.

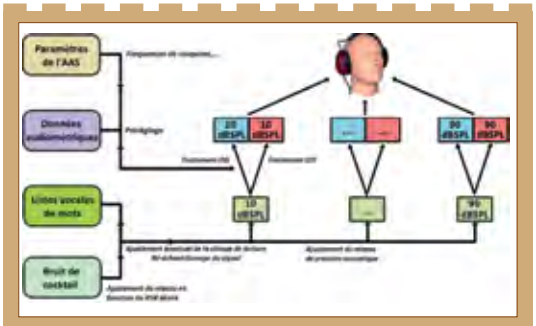


Figure 1 : Schéma de fonctionnement de la fonction « Prétraitement »

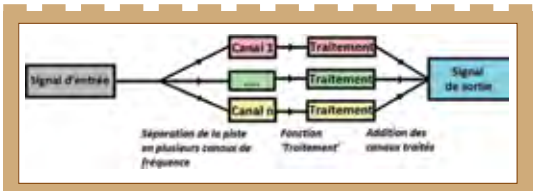


Figure 2 : Schéma de fonctionnement de la fonction « Traitement » : découpage par canaux de fréquences

Afin de s'assurer qu'un son de niveau constant soit toujours évalué de la même manière, ces paramètres sont liés par l'égalité :

$a = \frac{\beta\,(\alpha + 1)}{n^{\alpha}}$ avec n le nombre d'échantillons de la fenêtre d'analyse du signal (**Figure 4**).

5 Analyse du signal et vérification du fonction du simulateur d'aide auditive

Plusieurs fonctions d'analyse vont ensuite être créées pour vérifier le comportement du simulateur, dont les résultats sont décrits aux figures 6, 7 et 8, à partir du tableau de réglage (**Figures 5**).

6 Expérimentation du logiciel sur des sujets malentendants

Il a été réalisé sur chaque sujet et pour chaque oreille: une audiométrie tonale liminaire en conduction aérienne au casque, une audiométrie vocale en conduction aérienne au casque, avec et sans simulateur d'aide auditive.

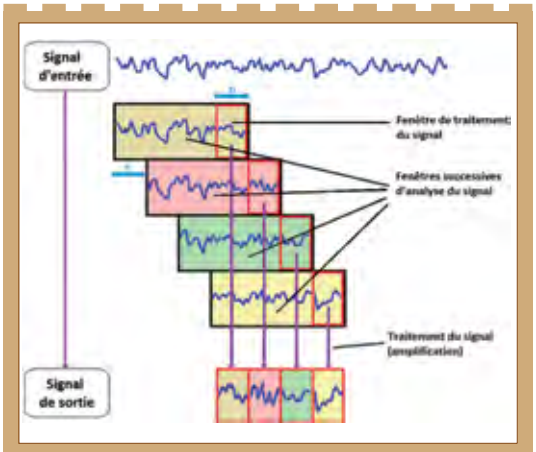


Figure 3 : Schéma de fonctionnement de la fonction « Traitement » : calcul et application du gain pour chaque canal de fréquence

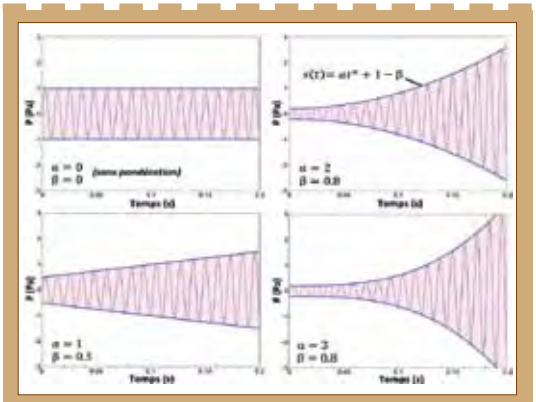


Figure 4 : Application d'une fenêtre de pondération(en haut à droite, et en bas) à un son pur de fréquence 100 Hz d'intensité constante d'une durée de une seconde (en haut à gauche), avec : α=2 et β=0.8 en haut à droite, α=1 et β=0.5 en bas à gauche, α=3 et β=0.8 en bas à droite. Le bon choix de la valeur de a pour chaque valeur de α et de β assure que l'aire de la surface colorée est la même sur les 4 graphiques. Ainsi, le niveau estimé du signal reste constant si le niveau du signal de départ l'est aussi.

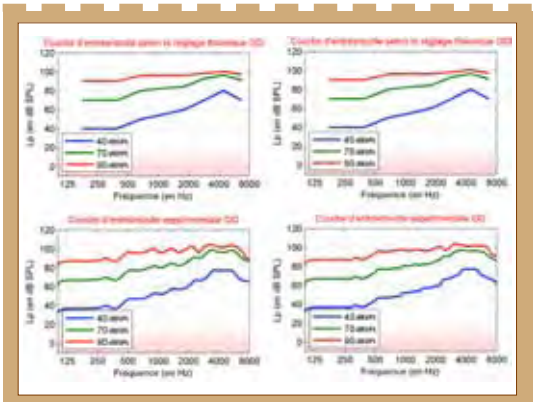


Figure 6 : Réponse en fréquence du simulateur sur trois niveaux d'entrée : 40, 70 et 90 dB (SPL), en fonction du réglage voulu. Sur les figures du haut sont affichés les niveaux de sortie attendus, qui correspondent à ce réglage, et sur les figures du bas le niveau de sortie réel du signal traité par le simulateur. A droite, la largeur des canaux a été modifié en passant de 100 à 97%, afin de réduire l'effet de « bosses » d'amplification créé sur les fréquences à cheval entre 2 canaux.

Fréquences de coupures des canaux (Hz)	100-300	300-500	500-900	900-1400	1400-2300	2300-3500	3500-5600	5600-8000
gain linéaire (dB SPL)	0	0	10	15	20	30	40	30
seuil de compression (dB SPL)	45	45	45	45	45	45	45	55
taux de compression AGCI	1	1	1	1,1	1,3	1,4	1,7	2,5
AGCO (dB SPL)	95	95	95	95	95	95	95	95
taux de compression AGCO	5	5	5	5	5	5	5	5

Figure 5 : Tableau de réglage de l'AAS choisi pour les tests de fonctionnement

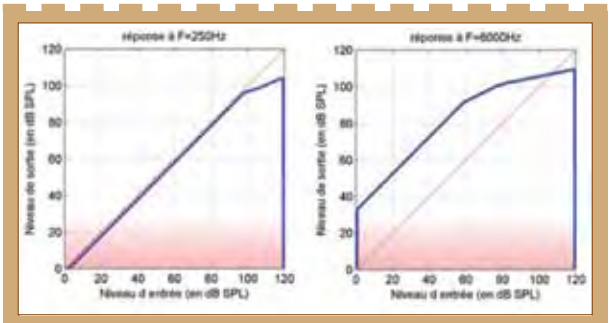


Figure 7 : Courbes de transferts en niveaux du simulateur pour les fréquences 250 et 6000Hz.

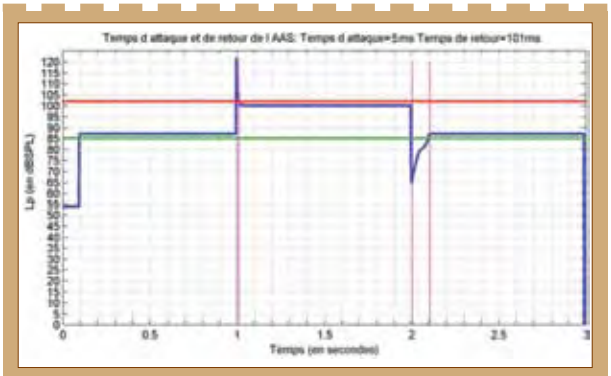


Figure 8 : Temps d'attaque et de retour du simulateur avec pondération, de paramètres α=4 et β=0.8, une fenêtre de traitement de 2200 échantillons, et un taux de recouvrement de 92,7%.

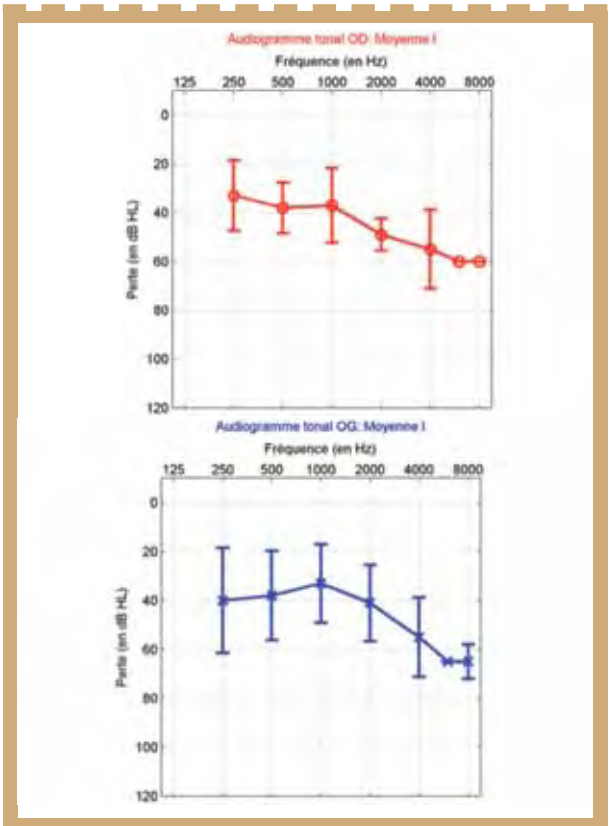


Figure 9 : Moyenne des audiogrammes tonals liminaire au casque des patients testés.

L'algorithme de calcul du réglage du simulateur a été inspiré de la méthode NAL-R. Toutes les données relatives aux tests ont été collectées directement sur le logiciel, et tout les calculs statistiques sur la population testée ont été effectués automatiquement par celui-ci (**Figures 9, 10, et 11**).

La population testée possède une perte auditive moyenne de type Moyenne I sur les deux oreilles. Tout les patients possédaient des pertes sur les deux oreilles, allant de Légère à Moyenne II.

Les courbes d'intelligibilités montrent une amélioration sur les deux oreilles et sur toutes les intensités, avec des intervalles de confiance à 95% qui ne se recoupent pas (**Figure 10**). Il y a donc une amélioration de l'intelligibilité avec le simulateur et les préréglages proposés. Le gain d'intelligibilité est en moyenne de 38% sur l'oreille droite et 22% sur l'oreille gauche.

Il a été calculé en faisant la moyenne des différences des valeurs sur les intensités possédant les deux valeurs, et dont l'intervalle de confiance est disjoint.

Cela nous donne donc une moyenne de 30% d'amélioration sur les deux oreilles.

Les tableaux de résultats phonétiques montrent les mêmes résultats en terme d'intelligibilité, mais ils permettent de mieux détailler l'amélioration de celle-ci, par exemple de constater qu'elle est meilleure pour les consonnes, notamment plosives, que pour les voyelles et semi-voyelles.

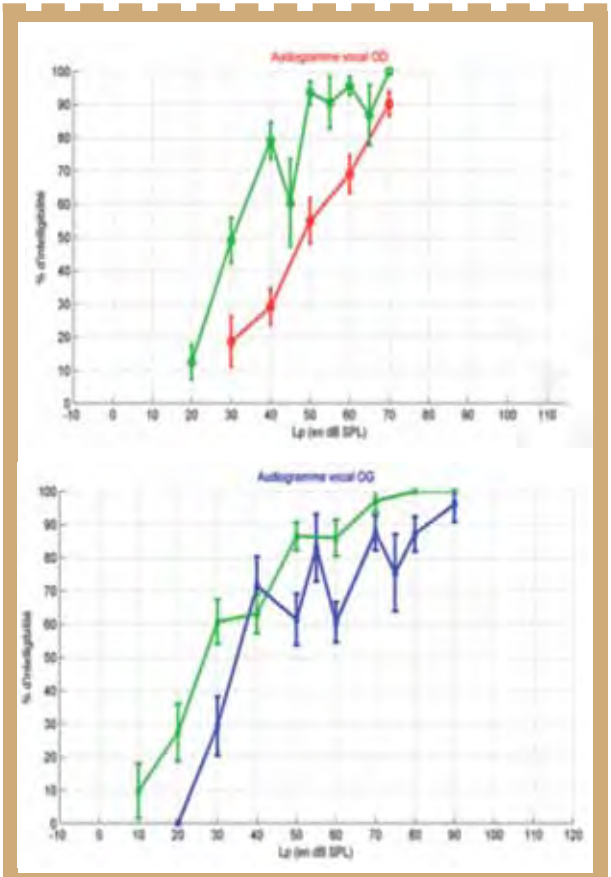


Figure 10 : Moyenne des audiogrammes vocaux des patients tests. La moyenne a été calculée en % de phonèmes correctement répétés, par intensité. Les courbes en vert représentent les résultats avec le simulateur.

7 Discussion et conclusion

1. Résultats

Les tests d'analyse du signal réalisés sur le simulateur se sont révélés concluant sur le bon fonctionnement du dispositif. Il aurait été intéressant de faire une analyse «réelle» avec une chaîne de mesure, mais les résultats obtenus devraient normalement être sensiblement les mêmes, si la qualité des transducteurs utilisés (carte son de l'ordinateur et écouteurs) est bonne.

Les résultats des tests audiométriques ont montré une amélioration de l'intelligibilité des patients sur à peu près toutes les gammes d'intensités testées. On peut donc conclure que le simulateur tel qu'il a été configuré pour les tests (Figure 5) avec la méthode de préréglage utilisée ,apporte un gain d'intelligibilité de 30% sur les patients testés (surdité Légère à Moyenne II).

2. Améliorations

La méthode de préréglage utilisée ici (NAL-R) est relativement ancienne. Il serait donc intéressant d' implémenter des méthodes plus récentes telles que NAL-NL 2.

Il aurait été plus pertinent de pouvoir analyser les données phonétiques en terme de confusions avec d'autres phonèmes que par notation simple des erreurs. La plateforme ne disposait pas de cette fonctionnalité au moment des tests, mais a été ajoutée depuis.

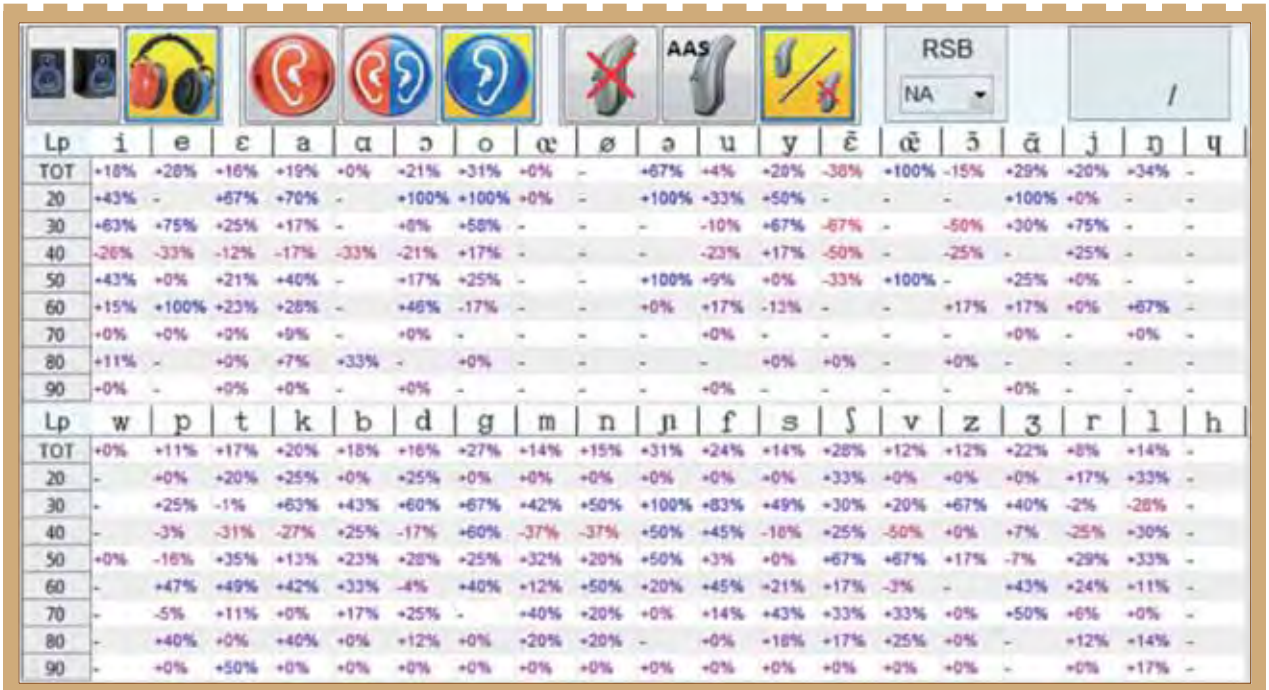
De même, un algorithme de transfert d'information sonore vers d'autres fréquences tel que la compression ou la transposition fréquentielle serait un atout pour le diagnostic d'un appareillage futur et n'était pas présent au moment des tests, mais a ensuite été implémenté (transposition).

3. Conclusion

Les tests numériques, ainsi que les audiométries réalisées, concluent sur la validité technique de la plateforme audiométrique numérique réalisée lors de ce mémoire. Une suite logique de cette étude serait de mesurer la pertinence des tests audiométriques réalisés avec le simulateur, en tant qu'outil d'évaluation pour la réussite d'un futur appareillage d'un malentendant.

La possibilité de pouvoir regrouper automatiquement toutes les données phonétiques collectées des listes de vocales (**Figure 11**) devraient, lors d'une audiométrie vocale en champ libre, sujet appareillé, permettre de pouvoir plus facilement détecter les fréquences défaillantes pour l'intelligibilité. Une étude plus approfondie pourrait la aussi être réalisée.

Enfin, le module de statistiques, combiné avec une base de données audiométriques importantes, pourrait permettre une amélioration des connaissances sur les différentes particularité des déficiences auditives : antécédents médicaux, traumatismes sonores, corrélations entre audiométrie tonale et vocale, classification des presbyacousies...



Lp	i	e	ɛ	a	ɑ	ɔ	o	œ	ø	ə	u	y	ɛ̃	œ̃	ɔ̃	ɑ̃	j	ŋ	ɥ
TOT	+18%	+28%	+16%	+19%	+0%	+21%	+31%	+0%	-	+67%	+4%	+28%	-38%	+100%	-15%	+29%	+20%	+34%	-
20	+43%	-	+67%	+70%	-	+100%	+100%	+0%	-	+100%	+33%	+50%	-	-	-	+100%	+0%	-	-
30	+63%	+75%	+25%	+17%	-	+0%	+58%	-	-	-	-10%	+67%	-67%	-	-50%	+30%	+75%	-	-
40	-26%	-33%	-12%	-17%	-33%	-21%	+17%	-	-	-	-23%	+17%	-50%	-	-25%	-	+25%	-	-
50	+43%	+0%	+21%	+40%	-	+17%	+25%	-	-	+100%	+9%	+0%	-33%	+100%	-	+25%	+0%	-	-
60	+15%	+100%	+23%	+28%	-	+46%	-17%	-	-	+0%	+17%	-13%	-	-	+17%	+17%	+0%	+67%	-
70	+0%	+0%	+0%	+9%	-	+0%	-	-	-	-	+0%	-	-	-	-	+0%	-	+0%	-
80	+11%	-	+0%	+7%	+33%	-	+0%	-	-	-	-	+0%	+0%	-	+0%	-	-	-	-
90	+0%	-	+0%	+0%	-	+0%	-	-	-	-	+0%	-	-	-	-	+0%	-	-	-

Lp	w	p	t	k	b	d	g	m	n	ɲ	f	s	ʃ	v	z	ʒ	r	l	h
TOT	+0%	+11%	+17%	+20%	+18%	+16%	+27%	+14%	+15%	+31%	+24%	+14%	+28%	+12%	+12%	+22%	+8%	+14%	-
20	-	+0%	+20%	+25%	+0%	+25%	+0%	+0%	+0%	+0%	+0%	+0%	+33%	+0%	+0%	+0%	+17%	+33%	-
30	-	+25%	-1%	+63%	+43%	+60%	+67%	+42%	+50%	+100%	+83%	+49%	+30%	+20%	+67%	+40%	-2%	-28%	-
40	-	-3%	-31%	-27%	+25%	-17%	+60%	-37%	-37%	+50%	+45%	-18%	+25%	-50%	+0%	+7%	-25%	+30%	-
50	+0%	-16%	+35%	+13%	+23%	+28%	+25%	+32%	+20%	+50%	+3%	+0%	+67%	+67%	+17%	-7%	+29%	+33%	-
60	-	+47%	+49%	+42%	+33%	-4%	+40%	+12%	+50%	+20%	+45%	+21%	+17%	-3%	-	+43%	+24%	+11%	-
70	-	-5%	+11%	+0%	+17%	+25%	-	+40%	+20%	+0%	+14%	+43%	+33%	+33%	+0%	+50%	+6%	+0%	-
80	-	+40%	+0%	+40%	+0%	+12%	+0%	+20%	+20%	-	+0%	+18%	+17%	+25%	+0%	-	+12%	+14%	-
90	-	+0%	+50%	+0%	+0%	+0%	+0%	+0%	+0%	+0%	+0%	+0%	+0%	+0%	+0%	-	+0%	+17%	-

Figure 11 : Différence de pourcentage de phonèmes répétés, par phonème et par intensité, entre les listes de mots présentés avec et sans AAS sur l'oreille gauche.

Audiométrie vocale :
Etude de l'intelligilibite dans le bruit chez le normo-entendant et détermination de courbes vocales de référence

Florian GOUJON
Audioprothésiste D.E.
florian.ouest.audition@gmail.com

1 Introduction

L'évolution croissante des technologies dans le domaine de l'audioprothèse amène le professionnel de l'audition à répondre aux besoins du patient, à savoir : « entendre mais surtout comprendre la parole en présence de bruit ». Désormais, l'audioprothésiste, disposant de matériels ainsi que de logiciels de plus en plus sophistiqués, peut quantifier la gêne sociale entraînée par la dégradation de l'audition. Outre l'examen tonal et vocal dans le silence, l'audiométrie vocale dans le bruit apporte ces informations précieuses, tant au niveau du bilan d'orientation que du contrôle d'efficacité prothétique immédiat et permanent. Pourtant simple et rapide à effectuer, l'audiométrie vocale dans le bruit reste un examen peu pratiqué en France. De plus, en parcourant la littérature, seuls quelques ouvrages y font référence.

Cette carence d'informations contraste très nettement avec l'examen vocal au calme. En effet, bon nombre de revues audioprothétiques traitent régulièrement de l'audiométrie vocale dans le silence. J.E. FOURNIER fut l'un des précurseurs de cette pratique : ses travaux effectués dans les années 50 ont permis de mettre au point des épreuves d'intelligibilité encore couramment pratiquées de nos jours.

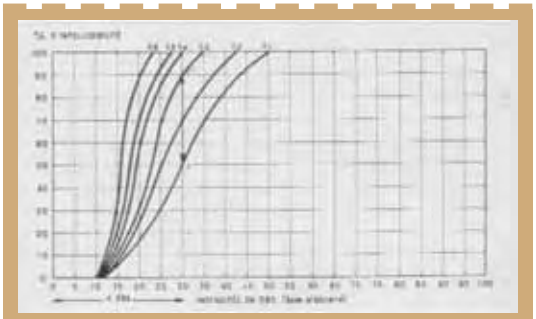


Figure 1 : Courbes d'intelligibilité vocale de référence établies en milieu calme en fonction du type de matériel vocal utilisé [1]

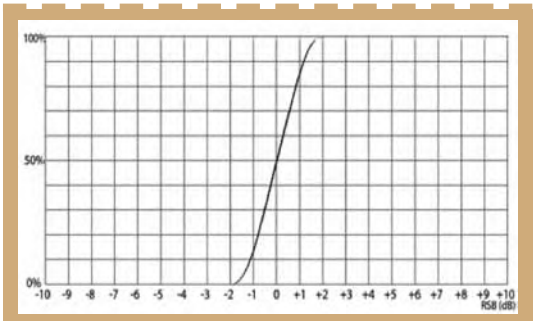


Figure 2 : Courbe vocale optimale post-appareillage déposée de façon arbitraire [2]

Dans son ouvrage intitulé « Audiométrie Vocale », il relate l'élaboration de ces épreuves vocales tout en déterminant des courbes vocales de référence nécessaires à l'interprétation de chaque test [1] (**Figure 1**).

- L_1 →logatomes
- L_2 →mots monosyllabiques
- L_3 →mots dissyllabiques
- L_4 →phrases courtes
- L_5 →phrases longues
- L_6 →texte continu

En revanche, on constate qu'après passation d'un test vocal dans le bruit, l'audioprothésiste reporte ses résultats sur un graphique où n'est retranscrite aucune courbe de référence (**Figure 2**).

Par conséquent, quel que soit le matériel phonétique utilisé, l'audioprothésiste ne peut pas comparer et interpréter les pourcentages d'intelligibilité obtenus à ceux d'un normo-entendant.

C'est pourquoi définir des valeurs de référence sur des tests vocaux effectués dans le bruit en se basant sur les expérimentations de J.E. FOURNIER peut s'avérer être intéressant et utile à chacun. Ce constat nous amène à définir une problématique essentielle, à laquelle cette étude apportera des éléments de réponse : « *Chez le normo-entendant, quelles courbes d'intelligibilité vocale de référence obtenons-nous en milieu bruyant selon le matériel vocal utilisé ?* »

L'objectif de ce travail consiste à étudier l'évolution de l'intelligibilité dans le bruit chez le normo-entendant afin de déterminer des courbes vocales de référence pour le matériel vocal suivant : logatomes de Dodelé, mots mono et dissyllabiques de Fournier et phrases de Combescure.

2 Etude théorique

L'audiométrie vocale dans le bruit (AVB)

Mode d'audition [3]

Afin d'être accessible à bon nombre d'audioprothésistes, l'audiométrie vocale en présence de bruit peut s'envisager de différentes manières :

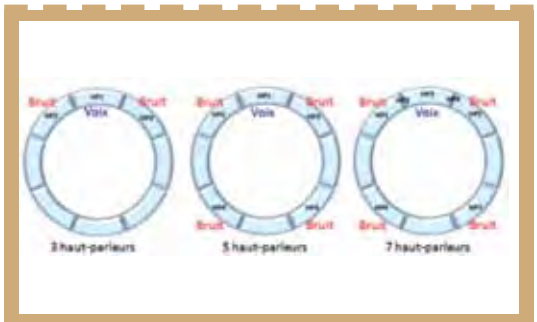


Figure 3 : Positionnement de la voix et du bruit suivant le nombre de haut-parleurs

- Soit au casque : signal utile et bruit perturbant étant alors délivrés simultanément sur les mêmes écouteurs, un audiomètre bi-canal est indispensable. Cette pratique n'est pas à privilégier puisque, idéalement, signal et bruit doivent être séparés afin de pratiquer un test plus représentatif de la réalité.
- Soit en champ libre : cette pratique requiert la participation d'un matériel plus conséquent comme la présence de haut-parleurs amplifiés. Idéalement, il est recommandé de posséder au minimum trois haut-parleurs mais, afin de se rapprocher au mieux des conditions d'écoute de la vie réelle, cinq voire sept sont nécessaires (**Figure 3**).

Quelle que soit la configuration dont dispose le sujet, le mode d'émission reste le même, à savoir :

- la voix (appelé signal utile) diffusée sur le haut-parleur central, à azimut 0°,
- le bruit (appelé signal perturbant) tel que l'OVG de Dodelé ou le bruit de type « Cocktail Party » diffusé simultanément par les autres haut-parleurs.

Ce procédé nécessite l'utilisation d'un logiciel tel que BioSoundSystem ou Digivox par exemple. Ces programmations permettent de limiter les manipulations et de reproduire facilement les conditions du test pour une utilisation de routine.

Matériel phonétique [3]

L'ensemble du matériel phonétique utilisé par l'audiométrie vocale dans le silence peut être testé pour l'audiométrie vocale dans le bruit. Il est donc possible d'évaluer l'intelligibilité de la personne en présence de bruit par l'intermédiaire de logatomes, de mots monosyllabiques ou dissyllabiques ou bien de phrases.

Mode de passation [3,4]

Lors de la réalisation d'une épreuve d'audiométrie vocale en présence de bruit, deux options peuvent s'envisager pour modifier le rapport signal/bruit :

- Soit faire varier progressivement le niveau de parole tout en gardant un niveau de bruit constant à 60dB SPL,
- Soit faire varier progressivement le niveau de bruit tout en gardant un niveau de parole constant à 65dB SPL.

Cette deuxième méthode, davantage représentative de la réalité, permet d'estimer le niveau de compréhension de nos patients (avec ou sans aide auditive) selon le niveau de bruit qui les entoure.

Représentation graphique [3] (Figure 4).

Afin de faciliter la lecture et l'interprétation des résultats de chacun, la représentation des résultats d'un test d'audiométrie vocale en présence de bruit s'apparente à celle utilisée pour l'audiométrie vocale dans le silence.

Valeurs recherchées dans le cadre d'une interprétation vocale

Etant donné le faible nombre de publications françaises concernant l'audiométrie vocale dans le bruit, il n'existe aujourd'hui aucune référence bibliographique relatant l'interprétation correcte d'une courbe d'audiométrie vocale dans le bruit. Cependant, différentes notions sont à prendre en compte :

1. le seuil de reconnaissance vocale (point jaune, noté SRV ou SRT) correspondant, par analogie à l'audiométrie vocale dans le silence, au seuil d'intelligibilité,
2. La pente de la courbe (double flèche rouge), c'est-à-dire l'angle que forme la courbe du patient avec l'axe des 50% d'intelligibilité,
3. Le maximum d'intelligibilité (point bleu), qui est le pourcentage de mots compris au sommet de la courbe (**Figure 5**).

Intérêts de l'audiométrie vocale dans le bruit [4]

Les avantages dont dispose l'audiométrie vocale en présence de bruit sont nombreux et découlent des carences de l'audiométrie vocale dans le silence :

- Informer le patient et son entourage des possibilités et parfois des limites probables de l'appareillage,

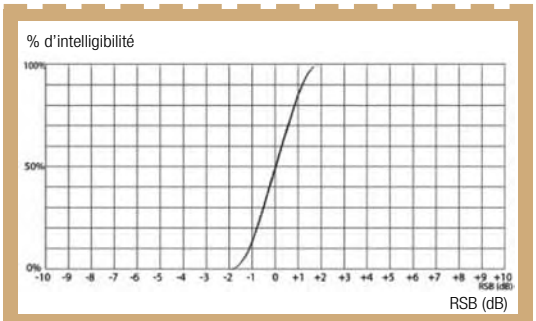


Figure 4 : Audiogramme vocal en présence de bruit

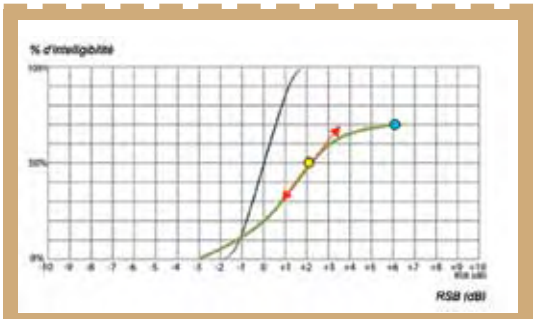


Figure 5 : Caractéristiques d'une courbe d'intelligibilité vocale en présence de bruit

- Objectiver des pertes n'apparaissant pas en audiométrie vocale dans le silence telles que les pertes légères ou les pertes obscures,
- Orienter et justifier le choix prothétique en démontrant, lorsque cela est nécessaire, la supériorité d'un appareillage stéréophonique, d'un microphone directionnel, du traitement du signal, d'un appareillage CROS ou de l'appareillage d'une perte légère,
- Comparer dans des circonstances rigoureusement identiques différents réglages et/ou différents programmes,
- Evaluer les chances de réussite de l'appareillage, l'efficacité des réglages et les améliorer si besoin,
- Evaluer les nouvelles technologies proposées par les appareils auditifs,
- Personnaliser son travail.

Limites de l'audiométrie vocale dans le bruit [4]

L'utilisation d'un bruit synthétique trop stationnaire tel que le bruit blanc reste peu réaliste et ne présente par conséquent que peu d'intérêt.

Ce test peut être perçu comme trop perturbant pour certains patients (stress, angoisse) et peut altérer leur attention et donc leur compréhension, surtout lorsqu'on utilise des logatomes.

Enfin, effectuer ce test au casque ne semble pas représentatif de la réalité. Dans cette situation, les avantages de l'écoute binaurale, le démasquage, ainsi que la qualité des indices de localisation spatiale n'interviennent plus.

3 Etude pratique

Présentation des conditions de réalisation

Afin d'établir des réponses fiables et non contestables, le local ainsi que le matériel nécessaire destinés aux mesures audiométriques doivent répondre à plusieurs conditions. Il est alors possible de comparer chez un même patient plusieurs examens effectués à différents moments et par différents opérateurs.

La cabine de mesures audioprothétiques

La salle de mesures audioprothétiques utilisée pour la réalisation des mesures tonales et vocales est une pièce respectant le décret du 10 juin 1985 n° 85-590 fixant les conditions d'aménagement, à savoir :

1. Disposer d'une cabine insonorisée ou d'une salle de mesures audioprothétiques d'une surface minimale de 10m^2 et d'un volume utile minimal de 15m^3,
2. Un niveau de bruit de fond équivalent inférieur ou égal à 40dB SPL pondéré A mesuré sur une période d'une heure,
3. Un temps de réverbération inférieur à 0,5 secondes à partir de l'octave 500Hz, permettant de se rapprocher des conditions de champ libre [5] (**Figure 6**).

Conditions matérielles

L'audiomètre

Pour l'audiométrie tonale réalisée au casque, nous avons utilisé un ordinateur relié à un audiomètre calibré et muni d'un casque, il s'agit de l'Aurical Plus du fabricant GN Otometrics (**Figure 7**).

Logiciel : le BioSoundSystem

Concernant les épreuves vocales en milieux calme et bruyant, c'est le logiciel BioSoundSystem qui fut utilisé pour tester la compréhension des patients avec cinq haut-parleurs disposés de la façon suivante (**Figure 8 et 9**).

Système de communication sans fil

Durant l'audiométrie vocale en milieu bruyant, un système de communication sans fil développé par Sony fut utilisé afin d'entendre correctement les réponses du sujet testé et d'éviter ainsi toute erreur d'interprétation de l'opérateur.

La technologie de communication employée ici est du Bluetooth avec un émetteur mis à disposition du sujet testé et un récepteur pour l'opérateur (**Figure 10**).

Figure 7 : Aurical plus (GN otometrics)

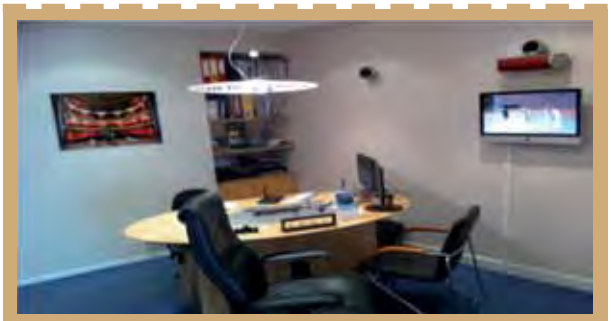


Figure 6 : Salle de mesures audioprothétiques

Figure 8 : Logo BioSoundSystem

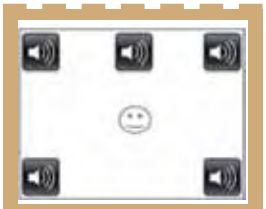


Figure 9 : Positionnement des haut-parleurs

Figure 10 : Système microphonique ECM-AW3, SONY

Calibration

Enfin, avant d'entamer notre étude, le matériel utilisé fut calibré, à la fois pour l'audiométrie tonale et pour l'audiométrie vocale via le BioSoundSystem.

4 L'échantillon de population testée

Pour la réalisation de ce travail, on se doit de définir au préalable différents critères de sélection. Dans le cadre de l'obtention de valeurs de référence en milieu bruyant selon le matériel vocal choisi, il importe de sélectionner des personnes normo-entendantes.

Critère d'âge

Tout d'abord, le critère de l'âge doit être pris en compte. En effet, des travaux relatant la perception des logatomes dans le bruit par tranche d'âge chez les normo-entendants ont mis en évidence une dégradation des capacités de discrimination du signal utile lors de l'expansion du bruit avec l'avancée en âge [6] (**Figure 11**).

Cette diminution d'intelligibilité étant significative à partir de la tranche d'âge 30/40 ans pour des RSB négatifs, le choix s'est donc porté sur des personnes ne dépassant pas la trentaine.

Critère de sélection tonale

D'un point de vue tonal, les sujets testés ne doivent pas être hypoacousiques. C'est pourquoi il fut convenu d'accepter pour la suite des tests, toute personne ayant, à l'oreille droite et à l'oreille gauche, des seuils liminaires compris entre 0 et 20dB HL entre 250Hz et 8000Hz.

A noter que ce critère de sélection est en accord avec la tranche d'âge préalablement définie puisque la courbe audiométrique moyenne d'un sujet âgé de 30 ans n'excède pas 20dB HL sur toute la bande fréquentielle sélectionnée [7] (**Figure 12**).

Critère de sélection vocale

Enfin, concernant l'audiométrie vocale dans le silence, il convient que celle-ci reste en accord avec l'audiométrie tonale. De ce fait, la personne testée ne doit pas avoir de difficultés de compréhension en milieu calme, c'est à dire pas de problème cochléaire ou rétro-cochléaire.

Par conséquent, le critère de sélection vocal est le suivant : présenter en champ libre 90 à 100% de compréhension en binaural et au calme à 40dB SPL (point rouge) sur au moins une des deux listes de mots dissyllabiques de J.E. FOURNIER présentées (**Figure 13**).

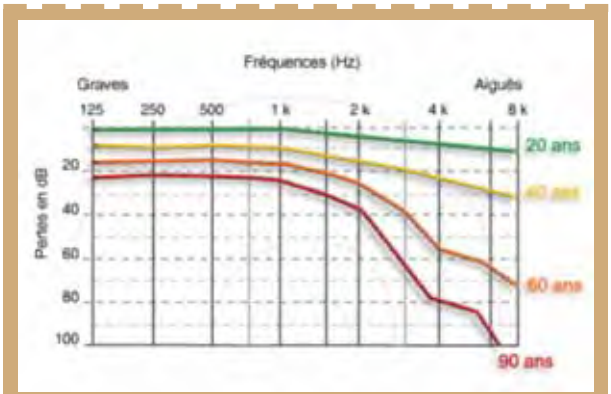


Figure 12 : Courbes audiométriques moyennes en fonction de l'âge [7]

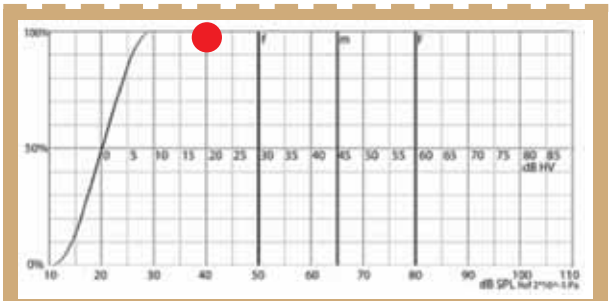


Figure 13 : Critère de sélection vocal

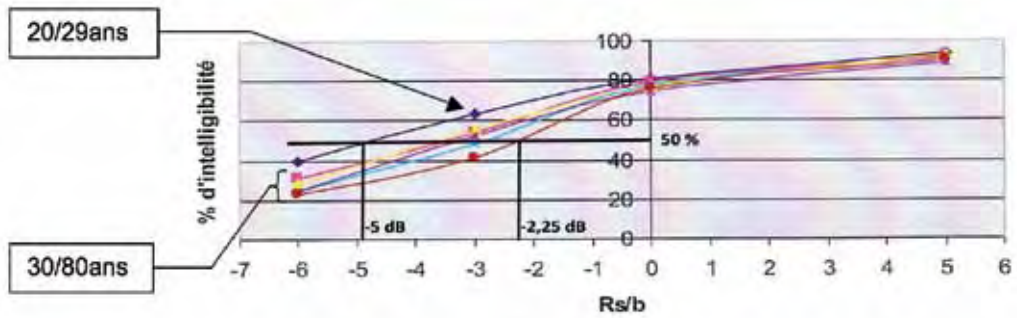


Figure 11 : Perception des logatomes dans le bruit par tranche d'âge chez les normo-entendants

Récapitulatif de sélection

3 critères sont donc à remplir :

1. Avoir entre 20 et 30 ans,
2. Avoir une audiométrie tonale liminaire ODG ≤ 20dB HL,
3. Avoir 90 à 100% de compréhension en binaural et au calme à 40dB SPL.

Lorsque les 3 critères précédemment énoncés sont respectés, on peut établir nos courbes de référence via l'audiométrie vocale dans le bruit.

5 Protocole d'étude de l'audiométrie vocale en milieu bruyant

Configuration

Quel que soit le matériel phonétique choisi, l'emplacement du signal utile et de la source de bruit reste le même (**Figure 14**) :

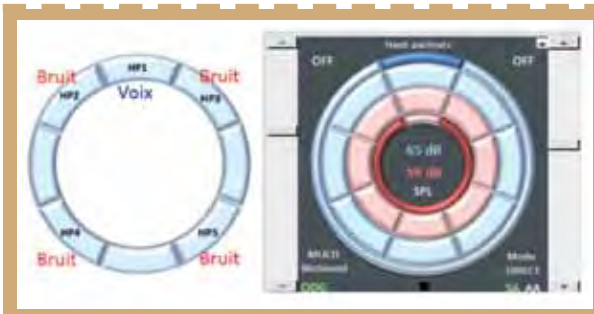


Figure 14 : Positionnement voix et bruit

Le signal utile et le bruit sont donc séparés avec l'utilisation du haut-parleur central pour l'émission du signal utile pendant que les quatre autres haut-parleurs diffusent l'OVG de Dodelé.

Mode opératoire

Etapes

Pour chacun des sujets testés le mode opératoire fut le même :

1. Débuter le test par les logatomes de Dodelé puis faire les mots monosyllabiques et dissyllabiques de Fournier en terminant par les phrases de Combescure,
2. Pour chaque matériel phonétique précédemment cité, commencer par un RSB favorable à + 6dB afin de familiariser le sujet à l'épreuve avec le signal utile à 65dB SPL et l'OVG à 59dB SPL,
3. Diminuer ensuite ce rapport par pas de 3dB en augmentant proportionnellement l'intensité du bruit jusqu'à atteindre – 9dB de RSB (l'intensité de la voix reste fixe) (**Tableau 1**).

Niveau du signal (dB SPL)	Niveau du bruit (dB SPL)	RSB (dB)
65	59	+6
65	62	+3
65	65	0
65	68	-3
65	71	-6
65	74	-9

Tableau 1 : RSB utilisés dans le cadre du protocole de test

Remarques

Il importe également de prendre en compte le fait que seules les listes de logatomes de Dodelé sont équilibrées en difficulté.

Pour les autres matériels phonétiques, étant donné l'énorme impact de la suppléance mentale lorsque l'on utilise du matériel vocal avec signification, le score vocal en fonction du RSB nécessitera le passage de plusieurs listes par RSB si l'on veut obtenir une courbe fiable. C'est pourquoi, comme le préconisait J.E. FOURNIER dans les années 50, 4 listes par RSB seront testées. Toutefois, ne souhaitant pas dépasser 1h de test afin de ne pas fatiguer le sujet, les RSB +6dB et -9dB ne seront testés que par une seule liste. En effet, ce qui importe lors de l'élaboration d'une courbe est son allure. Il est à noter que cette règle ne fut applicable que pour les mots mono et dissyllabiques de Fournier puisque seules 10 listes de 10 phrases pour Combescure sont disponibles sur le BioSoundSystem.

6 Résultats statistiques et discussion

Statistiques descriptives de la population

Un nombre conséquent d'individus a dû être testé afin d'obtenir des résultats fiables et représentatifs. C'est pourquoi 33 personnes (17 hommes, 16 femmes) répondant aux 3 critères requis et précédemment énoncés furent testées (**Figure 15**).

Résultats issus des logatomes de Dodelé

Cette première courbe de référence issue des logatomes de Dodelé, met en avant deux types de décroissance selon les RSB utilisés. Du RSB +6dB à 0dB, on constate que le normo-entendant obtient d'excellents résultats avec une décroissance linéaire peu prononcée. Ensuite, du RSB 0dB à -9dB, on remarque une

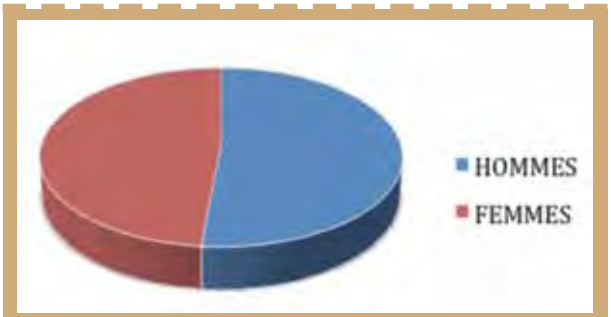


Figure 15 : Répartition de la population en fonction du sexe

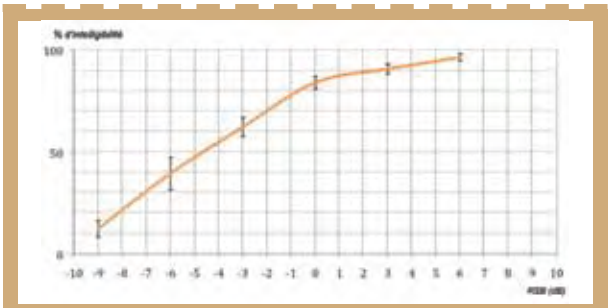


Figure 16 : Courbe vocale de référence établie en milieu bruyant pour les logatomes de Dodelé

dégradation d'intelligibilité plus marquée mais qui reste toujours linéaire accompagnée de résultats convenables notamment 12,36% de compréhension correcte à RSB -9dB. (**Figure 16**).

Ces observations s'expliquent par l'unité d'erreur pratiquée, le phonème. En effet, l'audioprothésiste note comme bonne réponse tout phonème correctement répété, même si le sujet ne perçoit qu'une partie du logatome, ou énonce un autre logatome. De plus, le locuteur masculin articule lentement chaque logatome rendant plus facile la discrimination des phonèmes.

3 principales valeurs caractérisent cette courbe vocale de référence issue des logatomes de Dodelé :

- Maximum d'intelligibilité : 96,5% à RSB +6dB,
- SRV : RSB ≈ - 4,5dB,
- Pente de courbe : = 7,64.

Ces valeurs permettent de rappeler que le maximum d'intelligibilité demeure très élevé puisque le normo-entendant obtient en moyenne 96,5% à RSB +6dB. Cet excellent résultat s'explique donc par une unité d'erreur peu exigeante : le phonème.

Le Seuil de Reconnaissance Vocale (=SRV) est, quant à lui, de -4,5dB. Le normo-entendant possède donc de bonnes facultés de discrimination des phonèmes lorsque le niveau d'émission du bruit ambiant prédomine sur celui de la parole.

Ce bon SRV s'accompagne d'une pente de courbe peu prononcée puisque celle-ci est de 7,64. Concrètement, cette valeur signifie que sur l'axe des 50% d'intelligibilité, la compréhension se dégrade de 7 à 8% pour une atténuation de 1dB de RSB.

Pour conclure, dans un environnement sonore où le niveau de bruit prédomine nettement sur celui de la parole, le normo-entendant perçoit des phonèmes.

Résultats issus des mots monosyllabiques de Fournier

Cette deuxième courbe de référence, issue des mots monosyllabiques de Fournier, met en avant une décroissance peu marquée et linéaire du RSB +6dB au RSB -9dB (**Figure 17**).

Cette complexité à obtenir de bons scores, notamment à des RSB positifs tels que +6dB et +3dB, respectivement 83,79% et 63,41%, s'explique par l'unité d'erreur pratiquée plus stricte à savoir : le mot. Contrairement au test effectué sur les logatomes, l'audioprothésiste utilise ici le mot comme unité d'erreur. La réponse est donc considérée comme erronée dès lors que le sujet testé ne répète pas correctement l'intégralité du mot et ce, même si plusieurs phonèmes ont correctement été perçus. Cette complexité à percevoir l'ensemble du mot s'explique en partie par les phonèmes composant la fin des mots puisque bon nombre d'entre eux sont peu puissants en terme d'intensité et donc peu discernables. Prenons comme exemple le mot « tank » où la très grande majorité des personnes étaient incapables de discerner l'occlusive « k » et répétait alors le mot « temps ». De plus, même s'il s'agit ici de mots signifiants, il manque l'article, ce qui perturbe et complique la suppléance mentale. Enfin, nombreux sont les mots qui portent à confusion tels que « lande, lange, lance, lente », le sujet s'imagine entendre plusieurs fois un même mot et s'entête alors à répéter plusieurs fois ce terme ce qui engendre de nombreuses erreurs.

3 principales valeurs caractérisent cette courbe vocale de référence issue des mots monosyllabiques de Fournier :

- Maximum d'intelligibilité : 83,78% à RSB +6dB,
- SRV : RSB ≈ + 0,75dB,
- Pente de courbe : = 5,73.

Le maximum d'intelligibilité est peu élevé puisque le normo-entendant obtient en moyenne 83,78% à RSB +6dB. Le normo-entendant a donc de réelles difficultés à percevoir correctement l'intégralité d'un mot monosyllabique en milieu bruyant et ce, même si le niveau de parole prédomine sur celui du bruit.

Le Seuil de Reconnaissance Vocale (=SRV) est, quant à lui, de +0,75dB. Ce SRV démontre ainsi que lorsque le niveau de bruit prédomine sur celui de la parole, le normo-entendant ne perçoit correctement que très peu de mots monosyllabiques. La plupart du temps, seuls quelques phonèmes composant le mot seront correctement perçus.

Enfin, la pente de courbe est faible puisqu'elle se chiffre à 5,73, justifiant ainsi cette dégradation lente et progressive de l'intelligibilité comme énoncé précédemment. Concrètement, cette valeur signifie que sur l'axe des 50% d'intelligibilité, la compréhension se dégrade de 5 à 6% pour une atténuation de 1dB de RSB.

Résultats issus des mots dissyllabiques de Fournier

Cette troisième courbe de référence, issue des mots dissyllabiques de Fournier, est d'allure sigmoïde et donc comparable à celle obtenue dans le silence (**Figure 18**).

On a donc une décroissance d'intelligibilité peu prononcée sur les RSB positifs, +3dB et +6dB avant que celle-ci ne se dégrade de façon significative sur les RSB négatifs. Le normo-entendant obtient donc d'excellents résultats RSB à +6dB et +3dB, respectivement 95,5% et 88,2% de compréhension. Cette faculté à obtenir ces bons scores s'explique en partie par une suppléance mentale beaucoup plus présente sur des listes de mots dissyllabiques que monosyllabiques. En effet, plus le nombre de phonèmes constituant le mot sera élevé,

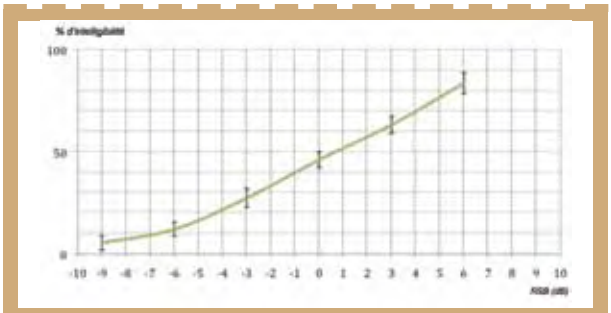


Figure 17 : Courbe vocale de référence établie en milieu bruyant pour les mots monosyllabiques de Fournier

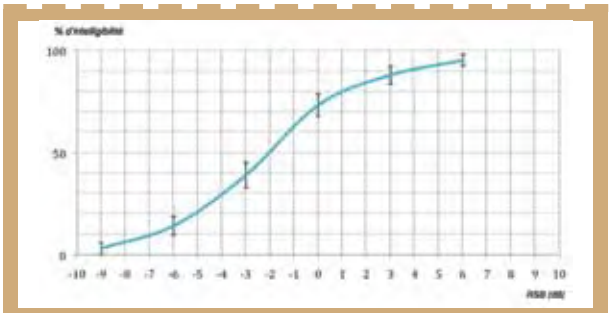


Figure 18 : Courbe vocale de référence établie en milieu bruyant pour les mots dissyllabiques de Fournier

plus il sera facile de le deviner, même si on ne perçoit qu'une partie du mot. Contrairement aux mots monosyllabiques, la présence de l'article permet de renforcer cet aspect cognitif.

La décroissance est ensuite plus prononcée à partir du RSB 0dB. Cette dégradation significative d'intelligibilité, montre que la suppléance mentale ne suffit plus à compenser ce manque de compréhension engendré par le bruit. Le normo-entendant a donc de réelles difficultés à comprendre l'intégralité d'un mot dissyllabique lorsque le bruit prédomine sur la parole, notamment à partir d'un RSB à -3dB où moins d'un mot sur deux sera correctement perçu.

3 principales valeurs caractérisent cette courbe vocale de référence issue des mots dissyllabiques de Fournier :

- Maximum d'intelligibilité : 95,45% à RSB +6dB,
- SRV : RSB ≈ -2dB,
- Pente de courbe : = 11,46.

Le maximum d'intelligibilité, chiffré à 95,45%, est donc élevé grâce à la suppléance mentale beaucoup plus efficace étant donné que chaque mot se compose de plusieurs syllabes.

Le Seuil de Reconnaissance Vocale (=SRV) est, quant à lui, de -2dB. La suppléance mentale et le champ lexical sont les deux principaux facteurs permettant la compréhension des mots dissyllabiques en milieu bruyant.

Ce SRV s'accompagne d'une pente de courbe prononcée puisque celle-ci est de 11,46 signifiant que sur l'axe des 50% d'intelligibilité, la compréhension se dégrade de 11 à 12% pour une atténuation de 1dB de RSB.

Résultats issus des phrases de Combescure

La courbe vocale de référence, issue des phrases de Combescure, est d'allure comparable à celle obtenue sur listes de mots dissyllabiques de Fournier (**Figure 19**).

Tout d'abord, malgré une unité d'erreur beaucoup plus sévère que les autres matériels phonétiques précédemment cités, ici la phrase, le normo-entendant parvient à obtenir de bons résultats sur les deux premiers RSB testés. En effet, 92,73% et 80,61% d'intelligibilité sont obtenus sur les RSB +3dB et +6dB. On considère que le normo-entendant comprend sans difficultés l'intégralité d'une phrase énoncée quand le niveau de voix prédomine sur le niveau de bruit ambiant. Par conséquent, sur les RSB positifs, la décroissance d'intelligibilité est peu prononcée.

En revanche, du RSB +3dB à -9dB, on remarque une dégradation très marquée de l'intelligibilité jusqu'à ne plus comprendre l'intégralité d'une phrase à RSB -9dB. Ce déclin s'explique par une unité d'erreur pratiquée beaucoup plus sévère : la phrase. Ainsi, la réponse est considérée comme erronée dès lors que le sujet testé ne répète pas correctement l'intégralité d'une phrase et ce, même si plusieurs mots ou phonèmes ont été correctement perçus. Cette sévérité de notation explique ce déclin soudain d'intelligibilité puisque plus l'unité de test employée est grande, plus grand est le risque pour le sujet testé de faire des erreurs et d'obtenir un faible score d'intelligibilité.

3 principales valeurs caractérisent cette courbe vocale de référence issue des phrases de Combescure :

- Maximum d'intelligibilité : 92,73% à RSB +6dB,
- SRV : RSB ≈ +0,5dB,
- Pente de courbe : = 11,72.

Comme évoqué précédemment, au RSB +6dB, le maximum d'intelligibilité est correct et atteint 92,73%. Rappelons qu'un tel score n'était pas forcément attendu étant donné l'unité d'erreur employé : la phrase.

Cette sévérité de notation s'illustre très rapidement puisque le Seuil de Reconnaissance Vocale (=SRV) est positif à +0,5dB. Une phrase sur deux est correctement perçue dans son intégralité lorsque parole et bruit sont à peu près au même niveau. Dans un tel environnement sonore, la compréhension d'un normo-entendant se démarquera d'un autre selon ses facultés notamment la suppléance mentale, le champ lexical et la mémoire.

Ce SRV s'accompagne d'un déclin d'intelligibilité très marqué avec une pente de courbe chiffrée à 11,72. Concrètement, sur l'axe des 50% d'intelligibilité, la compréhension se dégrade de 11 à 12% pour une atténuation de 1dB de RSB. Par conséquent, lorsque le niveau de bruit ambiant devient de plus en plus perturbant, le normo-entendant doit trouver des solutions pour suivre la conversation : privilégier l'aspect visuel et s'éloigner des sources de bruit parasites.

Synthèse

Voici présentées ci-dessous, sur un même graphique, les 4 courbes d'intelligibilité vocale de référence établies en milieu bruyant selon le matériel phonétique utilisé (**Figure 20 et tableau 1**) :

Chaque courbe comporte une allure ainsi que des caractéristiques qui lui sont propres. Cette constatation s'explique par l'unité de test qui n'est pas la même selon le matériel vocal employé.

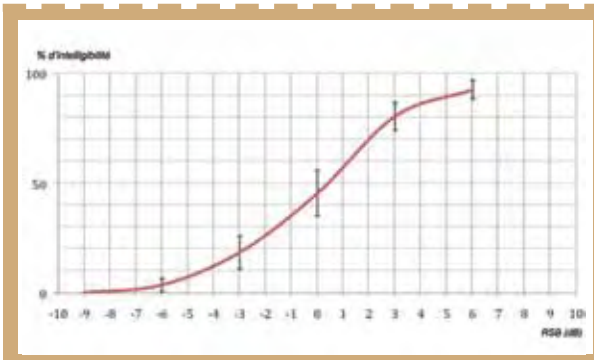


Figure 19 : Courbe vocale de référence établie en milieu bruyant pour les phrases de Combescure

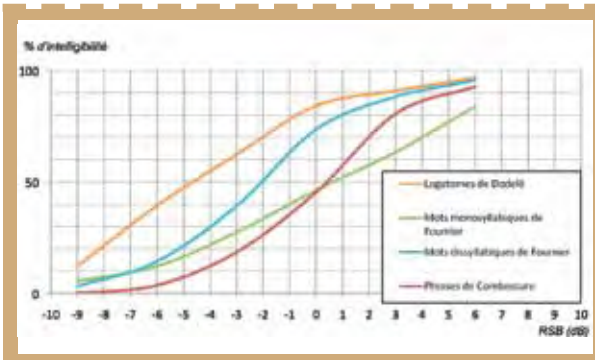


Figure 20 : Courbes d'intelligibilité vocale de référence établies en milieu bruyant en fonction du type de matériel vocal utilisé

	RSB +6dB : Maximum d'intelligibilité	SRV	Pente de la courbe : coefficient directeur
Logatomes de Dodelé	96,5%	-4,75	7,64
Mots monosyllabiques de Fournier	83,78	+0,75	5,73
Mots dissyllabiques de Fournier	95,45%	-2	11,46
Phrases de Combescure	92,73	+0,5	11,72

Tableau 2 : Synthèse selon le matériel vocal utilisé

RSB (dB)	6+	+3	+0	-3	-6	-9
Logatomes de Dodelé	3,58	4,82	6,32	9,43	15,84	8,12
Mots monosyllabiques de Fournier	10,39	8,38	7,66	9,24	6,88	7,11
Mots dissyllabiques de Fournier	5,64	8,87	11,02	12,48	9,09	5,85
Phrases de Combescure	8,39	12,73	20,93	15,03	6,03	0

Tableau 3 : écarts-types obtenus selon le matériel vocal et le RSB employé

En effet, même si une phrase n'est pas totalement compréhensible en milieu bruyant, des mots voire des phonèmes seront perçus. C'est la courbe vocale de référence issue des logatomes de Dodelé qui est nettement supérieure à celle issue des mots mono ou dissyllabiques de Fournier et à celle issue des phrases de Combescure.

Ainsi, comme l'indique cette synthèse illustrée tableau 2, le maximum d'intelligibilité et le SRV sont meilleurs pour la courbe vocale de référence issue des logatomes de Dodelé, respectivement 96,5% et -4,75dB (**Tableau 2**).

La présence d'écarts-types sur chacune des courbes s'explique par la mise en jeu de facteurs non maîtrisables et propres à chacun tels que le stress, la fatigue, l'attention ou bien encore la persévérance auxquels se rajoutent la suppléance mentale et le champ lexical pour les mots ayant une signification. L'ensemble de ces paramètres réunis agissent en synergie et expliquent de possibles variations des scores d'intelligibilité obtenus.

Pour les listes de phrases de Combescure, nous constatons des écarts-types plus prononcés. Plusieurs facteurs permettent d'expliquer cette dispersion de valeurs :

- L'impossibilité de tester plusieurs listes pour chaque RSB pratiqué puisque les listes vocales sélectionnées et approuvées par le « Collège National d'Audioprothèse » ne mettent à disposition que les 10 premières listes de Combescure sur 20 existantes,
- Des listes de phrases déséquilibrées entre elles, tant au niveau du champ lexical que du nombre de phonèmes. Prenons comme exemple deux phrases qui sont les suivantes : « Le facteur va porter le courrier » (liste 3, 3ème phrase) et « A la hâte, le métayer ensilait ses récoltes avant l'hiver » (liste 4, 9ème phrase),
- L'implication d'un autre facteur typique à ce type de matériel vocal, la mémoire, qui, rajoutée aux autres facteurs, explique ainsi ces dispersions de valeurs et par conséquent un écart type élevé aux RSB négatifs.

7 Conclusion

Ce travail aboutit à plusieurs choses :

- Inciter chaque professionnel de l'audition à s'intéresser à la pratique courante de l'audiométrie vocale en milieu bruyant, tant au niveau du bilan d'orientation que du contrôle d'efficacité prothétique immédiat et permanent.
- Mieux comprendre et interpréter les capacités de compréhension dans le bruit du patient, via les courbes vocales de référence établies,
- Mettre à disposition ces 4 courbes de référence sur le logiciel BioSoundSystem. Ainsi, selon le matériel vocal employé, la courbe vocale de référence correspondante apparaitra sur l'audiogramme vocal établi en milieu bruyant.

Enfin, il importe de rappeler que ces courbes ont été élaborées selon une configuration, un type de bruit et un logiciel spécifique. Exploiter ces courbes en utilisant un autre type de bruit et en disposant d'une configuration de haut-parleurs différente n'aurait donc aucun sens.

Bibliographie

1. Fournier J.E., Audiométrie vocale, les épreuves d'intelligibilité et leurs applications au diagnostic, à l'expertise et à la correction prothétique des surdités, Paris VI, édition Maloine, 1951, p 16 à 51
2. Lasry Y., BioSoundSystem version 3.0, audiogramme issu de la page d'accueil
3. Lasry Y., EPU 2011 – une étape essentielle du bilan d'orientation prothétique pour le 4ème âge : l'audiométrie vocale dans le bruit, les Cahiers de l'Audition, volume 25, Numéro 3, Mai-Juin 2012, p 26 à 30
4. Collège National d'Audioprothèse, Précis d'Audioprothèse, l'appareillage de l'adulte, Tome 3, le contrôle d'efficacité prothétique, les éditions du Collège National d'Audioprothèse, 2007, p 167 à 181
5. NF EN 15927, Services offerts par les audioprothésistes, document AFNOR, 2010-2011
6. Tricoche J., Influence de l'âge dans la perception des logatomes dans le bruit chez les normo-entendants, Mémoire soutenu en vue de l'obtention du Diplôme d'Etat d'Audioprothèse, Ecole de Fougères, 2010
7. Site internet : http://www.neuroreille.com/promenade/francais/explo/fexplo.htm

Effet d'un réducteur de bruit
sur la capacité de discrimination des informations de modulation d'amplitude chez les sujets malentendants et normo-entendants

Franck MIERMONT
AUDIORIS
www.audioris.fr
40 Bd du Général de Gaulle
44350 Guérande
f.miermont@laposte.net

1 Introduction

Le signal de Parole

La parole est un son complexe large bande, décomposé en une série de signaux à bande étroite par le système auditif périphérique (la cochlée). En 1980, Flanagan a démontré que pour chaque bande de fréquence audio considérée, le signal de bande de parole peut être décomposé en deux composantes : l'enveloppe temporelle du signal (ET) et sa structure temporelle fine (TFS).

Cette décomposition met ainsi l'accent sur l'information temporelle véhiculée par le signal de parole au sein de chaque bande de fréquence. La structure fine du signal (TFS) peut être assimilée à l'onde porteuse du signal de bande. Elle se caractérise par des variations d'amplitude rapides entre 500 et 5000 Hz environ. L'enveloppe temporelle (ET), quant à elle, se définit par des fluctuations plus lentes de l'amplitude du signal, inférieures à 500 Hz environ. La TFS est donc assimilable à un signal porteur fluctuant en fréquence instantanée (FM) sur laquelle est appliquée/imposée une fonction de modulation d'amplitude (AM) correspondant à l'ET (voir la Figure 1 pour une illustration de cette décomposition pour le logatome /aba/).

De nombreuses études indiquent que les indices d'enveloppe temporelle véhiculent des informations critiques pour l'intelligibilité du signal de parole chez les sujets normo-entendants et malentendants.

Une étude princeps (Shannon et al., 1995) précise que dans le silence, l'intelligibilité de la parole est majoritairement contrainte par la réception des informations de modulation d'amplitude (ET) les plus lentes, à savoir celles comprises entre 4 et 16 Hz (ceci correspondant au débit syllabique).

Les personnes malentendantes présentent une capacité d'identification des indices d'ET normale ou quasi normale, mais présentent une mauvaise intelligibilité de la parole, et ce généralement dans des conditions de masquage produites par un bruit de fond où un/des locuteurs interfèrents. Les informations d'ET seules ne suffiraient donc pas à une bonne perception (i.e., un démasquage) de la parole en milieu bruyant.

Ceci suggère que la bonne réception perception des indices de TFS est indispensable à une bonne intelligibilité de la parole dans le bruit (e.g., Fullgrabe et al., 2006; Qin et Oxenham, 2003 ; Zeng et al., 2004).

Schématiquement, les informations d'AM véhiculent les informations phonétiques en soi, alors que les informations de FM permettraient au sujet de séparer perceptivement le signal de parole du signal masque (le bruit, etc.). Les informations de FM pourraient également permettre de reconstruire les informations d'ET en sortie des filtres cochléaires (phénomène de reconstruction d'ET), lorsque les informations d'AM sont dégradées par des distorsions non-linéaires (e.g., saturation, compression, etc.).

Démasquage de la parole dans le bruit

Une étude récente (Dubbelboer and Houtgast, 2007) démontre que le bruit à un triple impact délétère sur un signal de parole. Tout d'abord, le bruit diminue le contraste (ou profondeur) des profils de modulation d'amplitude du signal. Il introduit également des fluctuations aléatoires dans les profils de modulation d'amplitude, et enfin il altère la TFS du signal.

Dans le silence, l'intelligibilité de la parole ne diffère guère entre les sujets normo-entendants et les sujets malentendants jeunes, lorsque l'audibilité est bien contrôlée par amplification linéaire ou non-linéaire.

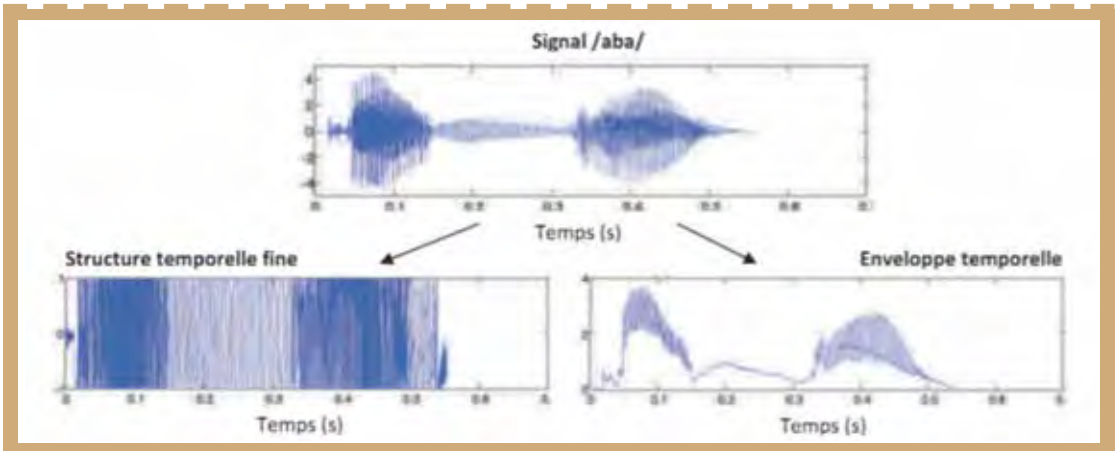


Figure 1 : Les deux composantes temporelles d'un signal de parole: l'enveloppe temporelle et la structure fine, du signal /aba/ (d'après C. Lorenzi).

Cependant, de nombreuses études montrent que le phénomène de démasquage de la parole (l'amélioration de l'intelligibilité de la parole en présence de bruit fluctuant, telle qu'observée chez les sujets normo-entendants) est réduit de manière significative chez les personnes atteintes de perte auditive neurosensorielle légère à sévère.

Lorenzi et al. (2006) ont étudié le démasquage de parole en fonction de la cadence de modulation d'amplitude du bruit masquant (bruit modulé sinusoïdalement en amplitude) pour un groupe de quatre sujets malentendants présentant des pertes plates modérées. Un faible démasquage n'est observé que pour deux des quatre sujets, avec des valeurs pics pour des fréquences de modulation inférieures à celles relevées pour les sujets normo-entendants (2 - 8 Hz). Le démasquage de la parole semble résulter de la capacité à percevoir la parole au sein des vallées spectro-temporelles du bruit masquant, mais également de la capacité à intégrer et grouper les segments de parole détectés dans les vallées de ce masque.

Ce phénomène a une importance quotidienne, et ce tout particulièrement dans des situations conversationnelles où le bruit de fond présente des fluctuations spectro-temporelles importantes. Les vallées du bruit correspondent alors aux régions spectrales ou temporelles pour lesquelles l'énergie du signal de parole dépasse celle du masque (autrement dit, là où le rapport signal sur bruit est suffisamment élevé).

Les mécanismes de démasquage de la parole et plus particulièrement la capacité à extraire les informations de parole disponibles dans les minima temporels et spectraux sont fortement affectés par une surdité cochléaire. La perte de l'audibilité semble jouer un rôle mineur dans ce déficit. Ce dernier serait plutôt dû à des déficits auditifs supraliminaires du traitement temporel et spectral du signal de parole. Ces déficits supraliminaires correspondraient à un trouble du codage cochléaire ou central des informations de TFS (et donc, des informations de FM) et à une dégradation de la sélectivité fréquentielle.

Les débruiteurs

Les personnes malentendantes expriment fréquemment des difficultés à suivre une conversation dans un environnement bruyant ou réverbérant. Comme cela a été indiqué plus haut, les causes de ces difficultés ne sont pas seulement liées à une hausse des seuils audiométriques tonaux (à savoir, à une perte de la sensibilité auditive) mais également à une résolution spectro-temporelle dégradée. Une atteinte cochléaire pourrait donc non seulement entraîner une perte de sélectivité/résolution fréquentielle, mais également une diminution de la capacité d'utilisation des indices temporels de TFS et d'ET (Buss et al, 2004; Grant et al, 1998). Aux problèmes d'intelligibilité de la parole s'ajoutent aussi la fatigue auditive et les difficultés de concentration qui en découlent. Dès lors, l'introduction d'un module de réduction du bruit dans les prothèses auditives est alors fortement souhaitable.

Le domaine de la réduction du bruit est un domaine de recherche très actif et présent dans de nombreux champs d'applications du traitement du signal (téléphonie, restauration d'enregistrements audio anciens, analyse des signaux bio-médicaux, etc.). L'objectif premier est d'améliorer l'intelligibilité des sujets malentendants appareillés.

La grande majorité des algorithmes utilisés à cet effet se fonde sur le principe de soustraction spectrale ou sur celui du filtrage de Wiener. Ces méthodes visent à atténuer le spectre à court-terme des observations bruitées (Fillon T et Prado J en 2003) et elles parviennent de cette manière à réduire efficacement le niveau de bruit de fond. En contrepartie, ces techniques produisent au sein du bruit résiduel des artéfacts audibles ayant un spectre particulièrement tonal et désignés de ce fait par le terme de « bruit musical ».

La nature tonale du bruit musical est très gênante du point de vue auditif et elle l'est d'autant plus dans le cadre des prothèses auditives. En effet, un tel bruit résiduel pourrait être considéré comme un signal utile par un des autres processus implantés et être amplifié au détriment de composantes issues du signal source. Il est donc rigoureusement nécessaire de prévenir l'apparition du bruit musical.

A cet effet, des méthodes de réduction du bruit plus sophistiquées ont été mises au point pour parvenir à une réduction du bruit efficace tout en limitant la présence du bruit musical. Parmi ces techniques, celle proposée par Ephraïm et Malah est devenue une référence aussi bien pour le rehaussement de la parole que pour la restauration d'enregistrements anciens.

Les réducteurs de bruit (RB) ont pour but d'augmenter les vallées de l'ET du signal de parole cible. Les fluctuations aléatoires dans l'ET et l'altération de la TFS ne peuvent malheureusement pas être réduites/compensées par ces algorithmes.

Ces RB ont déjà fait l'objet de plusieurs évaluations perceptives. Hu and Loizou (2007) ont par exemple testé 8 réducteurs de bruit, sans pouvoir mettre en évidence une amélioration de l'intelligibilité chez 40 sujets normo-entendants.

Sarampalis et al, (2009) ont obtenu des résultats comparables dans un groupe de sujets malentendants et ont même observé un léger effet délétère du RB sur la reconnaissance de mots hors contexte. En revanche, le RB permet d'augmenter le confort d'écoute et de libérer des ressources attentionnelles pour permettre au sujet malentendant d'effectuer d'autres tâches (des tâches visuelles, par exemple).

Dans une étude psychophysique basée sur des signaux tests non linguistiques (des sons purs modulés en amplitude ou en fréquence), Ives et al. (2011) ont étudié l'effet d'un RB utilisant le principe de soustraction spectrale sur la perception des indices AM et FM à bande étroite chez un groupe de sujets normo-entendants. Les résultats ont mis en évidence un effet positif du RB dans la discrimination des indices d'AM dans un bruit à bande étroite, pour un rapport signal sur bruit positif de +12 dB. Par contre, la capacité de détection des indices de FM n'était pas améliorée en présence de RB quel que soit le rapport signal sur bruit.

Il semble donc opportun de compléter cette étude initiale de l'effet du RB sur la capacité de discrimination des indices d'AM (Ives et al., 2011) chez un groupe de sujets malentendants, afin d'évaluer l'effet de la perte cochléaire et du RB sur la capacité d'un sujet à utiliser ce type d'indice temporel dans le bruit. Ives et al. (2001) ont développé un paradigme expérimental original permettant de tester spécifiquement la capacité d'un sujet à discriminer des profils d'AM complexes (à l'instar de la parole) en présence de bruit masquant. Les stimuli utilisés sont non vocaux afin de s'affranchir des nombreux processus cognitifs/linguistiques de haut niveau (Darwin, 2008; Moore, 2008) intervenant dans la compréhension de la parole (traitements lexicaux, etc.). Les tests de discrimination de profils d'AM complexes sont réalisés à un rapport signal sur bruit donné, avec et sans RB (le RB étant celui utilisé par Ives et al., 2011, et utilisant un principe de soustraction spectrale). Les tests sont réalisés à deux fréquences audio (porteuses) différentes de 500 et 2000 Hz. Les seuils audiométriques tonaux de nos sujets malentendants étaient normaux à 500 Hz (<20 dB HL) et anormaux à 2000 Hz (> 20 dB HL). La comparaison des performances de discrimination d'AM dans le bruit des sujets malentendants à ces deux fréquences permet alors d'évaluer l'impact de la perte auditive neurosensorielle sur la capacité à bénéficier du RB. Un groupe de sujets normo-entendants a également participé à cette étude, afin de confirmer l'effet d'une perte auditive sur cette capacité à bénéficier du RB.

Objectifs de l'étude

Dans ce mémoire, nous allons donc évaluer la capacité de discrimination de profils d'AM complexes chez un groupe de sujets normo-entendants (NE) et un groupe de sujets malentendants (ME) en présence de bruit rose, avec et sans application d'un algorithme de réduction de bruit utilisant le principe de soustraction spectrale. Les sujets NE constitueront le groupe témoin (ne présentant pas de perte tonale à 500 et 2000Hz). Le groupe de sujets ME retenu ne présente pas de perte auditive tonale à la fréquence audio 500 Hz, mais présente une perte tonale à 2000Hz. Ces critères d'inclusion nous permettront d'évaluer la capacité de discrimination d'AM et de bénéfice du réducteur de bruit dans un groupe de sujets ME et dans un groupe de sujets NE. Ils nous permettront également de comparer les résultats obtenus entre groupes aux différentes fréquences, et ainsi de mesurer l'impact de la perte auditive cochléaire et du réducteur sur la performance auditive au test.

Hypothèses

Si les sujets ME tirent un avantage du RB à l'instar des sujets NE, nous pourrons alors conclure que l'absence d'amélioration de la compréhension de la parole dans le bruit produite par le RB chez les personnes ME n'est pas liée à une perte de perception des indices d'AM d'origine supraliminaire.

Inversement, si les sujets ME ne tirent pas de bénéfice dans l'utilisation du RB, ceci suggèrera qu'une perte cochléaire a des effets néfastes sur la perception des indices d'AM complexes tels que ceux véhiculés par les signaux de parole.

2 Matériel et méthode

Participants

Deux groupes d'auditeurs ont été constitués afin d'évaluer leur capacité de discrimination de profils complexes de modulation d'amplitude (AM). Tous les sujets ont reçu une information préalable et ont signé un formulaire de consentement éclairé.

Un premier groupe était constitué de 10 sujets normo-entendants (NE), âgés de 24 à 69 ans (moyenne = 50,25 et l'écart-type = 16,1). Ils ont tous des seuils audiométriques tonaux aux fréquences 500 et 2000 Hz inférieurs ou égaux à 20 dB HL. Leur PTA moyenne est de 14,2 dB HL (écart-type de 6,1) (cf. figure 2, tableau 1).

Un deuxième groupe est constitué de 10 sujets malentendants, âgés de 28 à 72 ans (moyenne = 62,46 et l'écart-type = 11,9). Les sujets malentendants participants à cette étude sont des patients suivis au Laboratoire de Correction Auditive E. Bizaguet. Leurs seuils audiométriques tonaux sur la fréquence du 500 Hz sont inférieur à 20 dB HL et leurs seuils sur la fréquence du 2000 Hz sont compris entre 35 et 60 dB HL inclus (figures 1 et 2, tableau 1). les patients ayant une perte auditive avec un facteur de transmission, des acouphènes invalidants, la présence d'une pathologie de type Ménière et/ou la présence de troubles psychologiques ont été exclus.

L'oreille testée est systématiquement l'oreille droite chez tous les participants.

		PMT à 250 Hz	PMT à 500 Hz	PMT à 1000 Hz	PMT à 2000 Hz	PMT à 4000 Hz	PMT à 6000 Hz
NE	Moyenne	15,5	14,1	14,1	14,1	14,5	23,2
	Ecart type	7,2	5,4	7,0	6,6	10,1	15,4
ME	Moyenne	16,5	18,1	31,2	48,1	58,8	64,2
	Ecart type	4,7	3,3	7,9	5,6	9,2	15,4

Tableau 1 : Perte tonale moyenne (PMT, en dB HL) du groupe de sujets ME et NE

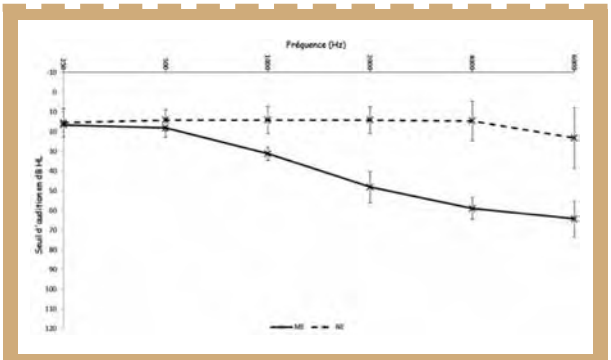


Figure 2 : Audiogramme tonal moyen de l'oreille droite des sujets NE (trait pointillé) et ME (trait plein).

Stimuli

Des travaux précédents ont étudié les réducteurs de bruit à l'aide de stimuli vocaux. La complexité de la parole et de sa perception est telle qu'il est difficile de dissocier l'influence des facteurs périphériques (cochléaires) de l'influence des facteurs centraux (postcochléaires et cognitifs). C'est la raison pour laquelle les stimuli utilisés sont non vocaux.

Notre étude se base sur la capacité de reconnaissance d'un profil de modulation d'amplitude complexe, similaire à celui que pourrait produire un signal de parole. Nous avons ici repris le protocole expérimental des travaux de Ives et al., (2011). En effet nous utiliserons des sons purs de 500 et 2000 Hz modulés en amplitude par une fonction dont l"équation (Equation 1) est présentée ci-dessous :

$$S_{AM}(t) = 1 + m.\sin(2\pi.f_{1.}t + \theta 1) + m.\sin(2\pi.f_{2.}t + \theta 2) \quad \text{(Equation 1)}$$

Avec t correspondant au temps en seconde ; m est fixé à 0,5 pour les 2 composantes sinusoïdales.

Les fréquences des deux composantes f1 et f2 sont inharmoniques (cf. Equation 2) et centrées symétriquement sur la fréquence de 3 Hz qui correspondant à la fréquence la plus importante dans la production et la compréhension d'un signal de parole continu (Houtgast and Steeneken, 1985) (Figure 3).

$$f_2 = 1.254 \times f_1 \quad \text{(Equation 2)}$$

Les phases à l'origine des deux sinus ($\theta 1$, $\theta 2$) sont choisies pour générer deux séries de cent paires de profils. La première série est utilisée pour la première partie du stimulus et la deuxième série pour la seconde partie. Pour chaque présentation, la phase des deux composantes sinusoïdales est soit identique soit différente, ce qui implique soit une similitude soit une différence entre les deux profils.

En d'autres termes, nous avons 50 essais dont la paire de profils est identique, et 50 autres essais dont la paire est différente.

Procédure de passation

Cette étude a été réalisée au sein du LCA dans des cabines insonorisées respectant les normes en vigueur (Décret n°85-590 du 10 juin 1985). Le bruit de fond était inférieur à 40 dB SPL.

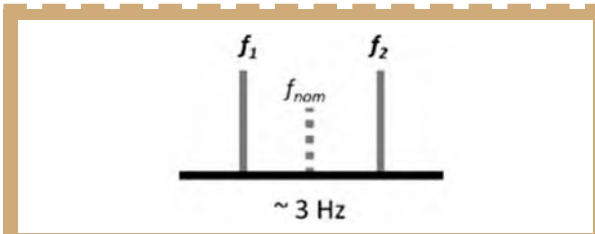


Figure 3

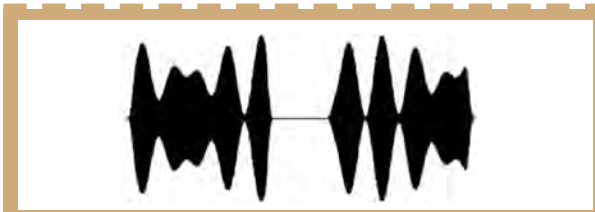


Figure 4 : Forme typique d'un essai de la procédure psychophysique utilisée avec les sujets NE et ME. Ici, les deux profils d'AM sont différents mais leur durée est identique. A chaque essai, le sujet doit déterminer si les deux profils d'AM successifs sont identiques ou différents.

Les tests expérimentaux ont été réalisés à l'aide d'un matériel portatif, carte son externe ECHO, ordinateur portable disposant de Matlab, un casque Sennheiser.

Fréquence audio porteuses

L'étude a porté sur les fréquences audio de 500 Hz et de 2000 Hz.

Intensité

La présentation des stimuli est fait à une intensité dite confortable, c'est à dire à 65 dB SPL pour le groupe de participants normo-entendants.

Chez les participants malentendants, la règle du tiers du gain est appliquée. Par exemple, un sujet ayant un seuil audiométrique de 50 dB HL à 2000 Hz recevra un stimulus à 82 dB SPL.

Bruit masquant

L'étude se réalisera en présence de bruit rose filtré et centré sur 500 Hz ou 2000 Hz selon la fréquence testée. Le bruit est présenté avec un rapport signal sur bruit égal à +12 dB.

Réducteur de bruit

L'algorithme du réducteur de bruit STARKEY à été intégré dans le programme de test. Il nous était donc possible de l'activer (ON) ou de l'inactiver (OFF).

Conditions de passation

Quatre conditions sont testées et référencées dans le tableau 2.

		S/B	RB	Fréquence	bruit n°
Conditions	1	+12	OFF	2000 Hz	1
	2	+12	ON	2000 HZ	1
	3	+12	OFF	500 Hz	1
	4	+12	ON	500 Hz	1
	5	+12	OFF	2000 Hz	2
	6	+12	ON	2000 HZ	2
	7	+12	OFF	500 Hz	2
	8	+12	ON	500 Hz	2

Tableau 2 : Détail des différentes conditions expérimentales. Afin d'éliminer le biais que pourrait introduire l'ordre de passage des conditions, nous avons randomisé la passation. Le tableau 3 indique l'ordre de passation des conditions en fonction des sujets testés.

	n° du sujet							
N° Conditions	1	2	3	4	5	6	7	8
	1	5	2	6	3	7	4	8
	2	6	1	5	4	8	3	7
	3	7	4	8	1	5	2	6
	4	8	3	7	2	6	1	5
	5	1	6	2	7	3	8	4
	6	2	5	1	8	4	7	3
	7	3	8	4	5	1	6	2
	8	4	7	3	6	2	5	1

Tableau 3 : Ordre de passation des conditions expérimentales.

La durée de chaque passation est d'environ 15 minutes. Afin d'entraîner les sujets testés, nous avons réalisé deux séries d'entraînement avant de commencer l'expérience. L'expérience dure au total deux heures et demi, sans compter le temps de repos. En pratique, les patients restaient une demi-journée au laboratoire.

Score d'

La performance dans cette tâche de discrimination est évaluée à l'aide du score d'. Le score d' est basée sur la théorie de détection du signal qui modélise la prise de décision du sujet. Plus le score d' est élevé, meilleur est la performance de discrimination du sujet. Un score d' de 0 indique que le sujet répond au hasard. Ici, les sujets doivent déterminer si les deux profils sont différents. On peut illustrer les quatre situations possibles par le tableau 4.

	Décision	
Patterns différents	NON	OUI
NON	Rejet correct	Fausse alarme
OUI	Manqué	Détection correcte

Tableau 4 : Récapitulatif des possibilités de réponse.

A la fin de cette expérience, il y a donc 4 pourcentages de réponses, correspondant à chacune des 4 réponses possibles. En réalité, ces 4 possibilités de réponse ne sont pas indépendantes. En effet, la performance d'un individu peut être caractérisée par le taux de détection correcte (Hits) et le taux de fausse-alarme (FA). La sensibilité du sujet, appelée d', est caractérisée par l'équation 3.

$$d' = Z(H) - Z(F) \quad \text{(Eq. 3)}$$

Avec Z désignant la fonction inverse de la fonction de distribution de la loi normale, H le taux de détection correcte (Hits) et F le taux de fausse-alarme (FA).

Tests statistiques - Analyse des résultats

Pour chaque groupe (E, ME) et chaque condition (500Hz, 2000Hz) x(NRon, NRoff), la moyenne des résultats a été calculée ainsi que l'erreur standard à la moyenne et l'intervalle de confiance à 95%.

Dans chaque groupe et à chaque fréquence testée, l'effet du réducteur de bruit a été évalué par un test t de Student.

Une analyse de variance (ANOVA) a été réalisée séparément dans chaque groupe (NE, ME) et sur l'ensemble de la population étudiée (NE+ME) pour évaluer l'effet du RB quelle que soit la fréquence.

3 Résultats

Discrimination des profils de modulation d'amplitude dans le groupe de sujets entendants

- Aux fréquences 500 et 2000Hz, sans réducteur de bruit

Le score de discrimination moyen (± ES) à la fréquence 500 est de d'=1,716 ± 0,174 et est de d'=1,850 ± 0,223 à la fréquence 2000 Hz (Figure 5, tableau 1).

Il n'y a pas de différence de capacité de discrimination aux fréquences 500 et 2000 Hz (p=0,073) dans le groupe de sujets entendants.

- Aux fréquences 500 et 2000 Hz, avec réducteur de bruit

Lorsque le réducteur de bruit est enclenché, le score moyen de discrimination passe de 1,716 à 500Hz à d'=1,946 ± 0,208 à 500Hz et de d'= 1,850 à d'= 2,129 ± 0,221 à 2000Hz.

A ces deux fréquences, dans le groupe de sujets entendants, le score obtenu avec réducteur de bruit est significativement plus élevé que celui obtenu sans réducteur de bruit (p=0,031 à 500Hz et p=0,004 à 2 kHz).

Discrimination des profils de modulation d'amplitude dans le groupe de sujets ME

- Aux fréquences 500 Hz et 2000 Hz, sans réducteur de bruit

Le score de discrimination moyen (± ES) à la fréquence 500 Hz est de d'=1,366 ± 0,174 et est de d'=1,414 à la fréquence 2000 Hz (Figure 5, Tableau 5).

Il n'y a pas de différence de capacité de discrimination aux fréquences 500 et 2000 Hz (p=0,942).

- Aux fréquences 500 et 2000 Hz, avec réducteur de bruit

Lorsque le réducteur de bruit est enclenché, le score moyen de discrimination à 500Hz passe à d'=1,591 ± 0,190 (au lieu de d'=1,366 sans RB) et passe à d'=1,531 à 2000Hz (au lieu de d'1.414 sans RB).

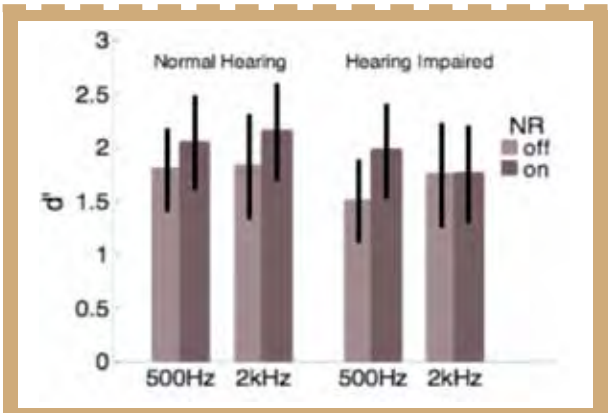


Figure 5 : Résultats moyens de discrimination des profils d'AM de 10 sujets entendants (NE, notés ici : « normal-hearing ») et de 10 sujets malentendants (ME, notés ici : « hearing impaired »). Les résultats montrent les performances pour un rapport S/B=+12 dB avec et sans réducteur de bruit (RB/NR). Les lignes noires représentent un intervalle de confiance de 95%.

	t test	p valeur
NE à 500 Hz	t(9)= -2,563	p=0,031
NE à 2000 Hz	t(9)=-3.824	p=0.004
ME à 500 Hz	t(9)=-2.178	p=0.057
ME à 2000 Hz	t(9)=-3.824	p=0.920

Tableau 5 : Effets du réducteur de bruit sur les capacités de discrimination d'AM à 500 Hz et à 2000 Hz dans chaque groupe évalués par un test t.

A la fréquence 500 Hz, le score obtenu avec réducteur de bruit tend à être significativement (p= 0,057 ; effet marginalement significatif au seuil de 0,05) plus élevé que sans réducteur de bruit.

Inversement, à la fréquence 2000 Hz, il n'y a pas de différence significative (p=0,920) entre le score obtenu avec RB du score obtenu sans RB.

Effets NR selon le groupe de patients

Une ANOVA sur les données du groupe de 10 sujets entendants montre un effet très significatif (F(1,9)=22,93, p=0,001) du réducteur de bruit sur la capacité des sujets à discriminer les profils d'AM (Tableau 6).

La même analyse conduite sur les données du groupe de 10 sujets ME ne permet pas de trouver un résultat significatif (F(1,9)=3,42, p=0,094).

Néanmoins, une ANOVA réalisée sur l'ensemble des 20 sujets révèle un effet positif du réducteur de bruit sur la capacité de discrimination des profils d'AM obtenus par l'ensemble des sujets (F(1,19)=13,93, p=0,002), même si une analyse individuelle des scores d' révèle une variabilité des résultats beaucoup plus importante dans le groupe de sujets malentendant que dans le groupe de sujets entendants.

Comparaison intergroupe

- A la fréquence 500Hz

Les scores obtenus entre les groupes NE et ME tendent à être comparables (p=0,07 ; effet marginalement significatif au seuil de 0,05).

- A la fréquence 2000Hz

Les scores obtenus entre les groupes NE et ME ne montrent pas d'effet significatif.

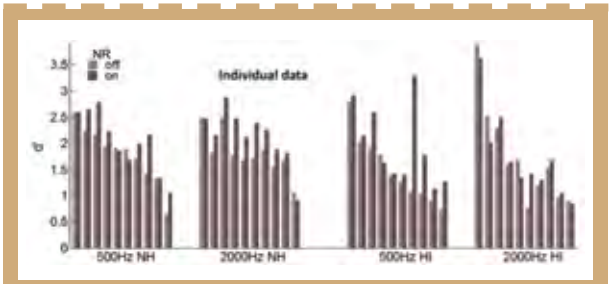


Figure 6 : Représentation des scores obtenus pour chaque individu aux fréquences 500Hz et 2000 Hz sans et avec réducteur de bruit (NR).

	Anova (10 ME et 10 NE)	Anova (10 ME)	Anova (10 NE)
Réducteur de bruit	F(1,19)=13,93; p=0,002	F(1,9)=3,42 ; p=0,0942	F(1,9)=22,93 ; p=0,0018
Fréquence * RB *	F(1 ,18)=4,23 ; p=0,055	F(1 ,8)=4,35 ; p=0,067	

Tableau 6 : Effets du réducteur de bruit sur les capacités de discrimination d'AM dans le groupe entendant, dans le groupe malentendant, et tous sujets réunis évalués par une ANOVA.

4 Discussion

L'objectif de cette expérience est de mettre en évidence l'avantage tiré d'un réducteur de bruit par soustraction spectrale (RB) dans la capacité des personnes malentendantes à reconnaître des profils d'AM complexes dans le bruit.

Alors que pour le groupe de sujets entendants, le réducteur de bruit conduit à une amélioration de la reconnaissance des profils de modulation d'amplitude aux fréquences audio de 500 et 2000Hz, cet effet n'est obtenu que pour la fréquence 500Hz pour le groupe de sujets malentendants. Les seuils audiométriques tonaux mesurés à la fréquence 500Hz sont comparables à ceux mesurés dans le groupe de sujets entendants. A la fréquence 2000 Hz pour laquelle la perte auditive est la plus marquée dans le groupe de sujets malentendants, notre étude ne permet pas de mettre en évidence un effet significatif du RB sur la capacité des sujets malentendants à discriminer des profils AM complexes. De plus, une analyse statistique montre un effet global du réducteur de bruit sur les scores obtenus, mais elle ne montre aucun effet pour le groupe de sujets malentendants.

La perte auditive semble donc avoir un effet délétère réel sur la capacité du sujet à discriminer les indices d'AM complexes, et contrarie fortement l'efficacité attendue du RB, efficacité qui a pu être vérifiée par ailleurs pour un groupe contrôle de sujets normo-entendants. Néanmoins, l'analyse individuelle des résultats dans le groupe de sujets malentendants ne permet pas d'exclure que certains patients soient capables d'en tirer bénéfice du réducteur de bruit.

Efficacité des réducteurs de bruit

Le réducteur de bruit développé par la société Starkey ® est comme bien souvent une boite noire que le clinicien est obligé d'évaluer grâce à son expérience clinique. Le clinicien a bien peu de possibilités de développer une pratique professionnelle fondée sur la preuve.

Si le concept théorique d'une méthode soustractive peut être appréhendé par chacun, on ne doute pas non plus de la capacité technique d'un industriel à réaliser une machine capable d'analyser le bruit ambiant afin de le soustraire au signal global. Par contre, l'analyse de la littérature montre des résultats cliniques très hétérogènes selon la technique développée. L'intérêt de cette étude est d'avoir pu étudier une population entendante, appariée en âge à la population finale de sujets malentendants que nous souhaitions étudier.

Nous avons pu tester le RB à deux fréquences différentes, 500 Hz et 2000 Hz. A ces deux fréquences, le RB a permis une amélioration de la discrimination d'AM par les sujets testés du groupe NE.

Les résultats obtenus à ces fréquences de 500 Hz et 2000 Hz par une RB de 12 +dB permettent de reproduire les résultats de Ives (2011) obtenus chez un groupe de 9 sujets entendants à la fréquence de 1000 Hz, qui montraient une amélioration de discrimination d'AM lorsque le RB était enclenché.

L'intérêt du test psycho-acoustique utilisé est de ne pas utiliser de matériel vocal pour tester l'efficacité du RB. La parole est certainement le meilleur matériel pour faire la preuve de l'efficacité d'un RB, mais c'est un stimulus complexe dont la reconnaissance fait intervenir de nombreux processus de bas et de haut niveau (Darwin, 2008; Moore, 2008). Dès lors, il est difficile de faire la part des choses entre les effets du réducteur de bruit et cette multitude de

processus auditifs et cognitifs engagés. Le matériel de stimulation développé ici permet de mesurer plus spécifiquement les effets du RB sur la perception d'indices auditifs cruciaux tels que les indices d'AM, connus pour être essentiels pour la reconnaissance de la parole (Shannon et al, 1995; Steeneken and Houtgast, 1980).

Ce test développé initialement dans une population entendante et à une seule fréquence (1 kHz) permet de reproduire la démonstration de l'efficacité auditive du RB dans une population entendante à deux autres fréquences (500Hz et 2000Hz).

Réducteur de bruit et perte auditive neurosensorielle

La même expérience, avec les mêmes stimuli, aux mêmes fréquences a été réalisée dans un groupe de personnes ME d'âge comparable.

A la fréquence de 500 Hz, qui associée à un seuil audiométrique tonal normal chez un grand nombre de personnes presbyacousiques, un effet significatif du RB est obtenu. Inversement, à la fréquence 2000 Hz, à laquelle le seuil audiométrique tonal est très différent de celui mesuré dans le groupe entendant, aucun effet significatif du RB n'est observé. L'analyse de la variance dans le groupe malentendant confirme l'absence d'effet du RB sur la capacité à discriminer les indices d'AM alors que cette même analyse dans le groupe entendant confirme l'effet bénéfique du RB sur la capacité à discriminer les indices d'AM.

Conformément à notre hypothèse initiale, une perte d'audition plus importante à 2 kHz qu'à 500 Hz réduit davantage la capacité du sujet à traiter des indices complexes d'AM à 2kHz qu'à 500Hz, alors que le sujet entendant voit cette capacité améliorée quelle que soit la fréquence audio considérée. D'autres études (Buss et al, 2004; Grant et al, 1998) avaient trouvé des performances de discrimination d'AM moins bonnes chez des patients ME que chez des patients NE. Les conséquences d'une perte cochléaire telles que le recrutement de sonie semblent réduire les bénéfices des RB sur la capacité de discrimination des indices d'AM.

La RB, comme tout traitement du signal peut également générer en soi des distorsions qui pourraient être néfastes (Dubbelboer & Houtgast, 2007) mais l'effet de ces distorsions semble rester limitées avec ce RB puisque les performances moyennes avec RB ne sont dans aucun groupe moins bonnes qu'avec.

Néanmoins, certains résultats individuels dans le groupe NE et ME sont moins bons avec que sans RB. Certaines personnes sont peut-être plus sensibles que d'autres aux éventuelles distorsions induites par le RB même si en moyenne elles en retirent plutôt un bénéfice. Cette variabilité peut également être le résultat d'un biais lié à la durée du test pour un sujet qui peut avoir entrainé une perte de concentration ou de motivation momentanée.

Par contre, nous pouvons supposer que chez un sujet presbyacousique, l'amélioration apportée par un RB n'est que partielle puisqu'elle n'est présente que pour les fréquences pour lesquelles la perte auditive est la moins importante (500Hz), et est aléatoire pour les fréquences pour lesquelles la perte est la plus importante (2000 Hz).

Ce phénomène explique peut-être les limites rencontrées dans les études qui utilisent de la parole comme matériel acoustique pour évaluer l'efficacité du RB. Effectivement, il a été décrit à de nombreuses reprises que les algorithmes de réduction de bruit n'amélioraient pas l'intelligibilité de la parole en milieu bruyant (Ricketts et al, 2001). L'amélioration apportée sur les fréquences basses par le RB n'est peut-être pas suffisante et trop partielles pour espérer rétablir une intelligibilité. En revanche, cette efficacité partielle du réducteur de bruit pourrait expliquer la capacité attentionnelle améliorée du malentendant appareillé (Sarampalis et al, 2009).

Conséquences dans la pratique de l'audioprothèse

On mesure à quel point il est important pour le clinicien audioprothésiste de s'intéresser aux études scientifiques qui lui permettent de développer une pratique clinique fondée sur la preuve même si son sens aigu de la clinique demeure essentiel. Ces études lui permettent de mieux appréhender le traitement du signal, d'en mesurer les apports et les limites qui ne sont souvent pas celles de la machine mais du système biologique auquel il est appliqué.

Les résultats précédents ont mis en évidence une efficacité des réducteurs de bruit chez les malentendants dans des zones fréquentielles saines (ici 500 Hz).

A priori, dans la pratique, les réducteurs de bruit ne devraient donc être activés que dans les zones fréquentielles non touchées par une perte auditive, c'est à dire dans la majorité des cas les fréquences basses. L'intérêt est renforcé du fait du spectre du bruit qui est plutôt localisé dans les basses fréquences.

La variabilité des résultats obtenus chez les différents sujets pousse néanmoins à la prudence et mérite une analyse individuelle des résultats observés chez chaque patient.

5 Conclusion

Ce travail de recherche avait pour but d'évaluer la capacité de discrimination des indices d'AM des sujets malentendants et normo-entendants en milieu bruyant, avec un algorithme de réduction de bruit. Nous nous sommes focalisés sur deux fréquences audio: 500 et 2000 Hz chez des sujets entendants et presbyacousiques.

Il ressort que de manière générale la capacité à discriminer des profils complexes d'AM (comparables à ceux observés pour le signal de parole) n'est pas affectée par la perte auditive. En effet, dans les zones fréquentielles saines, sans RB les sujets normo-entendants et les sujets malentendants présentent les mêmes performances de discrimination, tout comme pour des fréquences où une perte auditive est diagnostiquée, les sujets malentendants ont des résultats de discrimination similaires.

Nous avons pu démontrer que les réducteurs de bruit n'ont une efficacité pour la perception d'AM que dans les zones fréquentielles saines. Cette amélioration partielle explique surement l'accroissement des capacités attentionnelles décrite par Sarampalis et coll., mais est insuffisante pour augmenter l'intelligibilité. De plus, les RB n'ont pas d'effet sur la perception des indices de FM. Ces indices sont a priori des indices de perception de la parole indispensables en milieu bruyant, et ceci explique d'autant plus l'absence d'amélioration de l'intelligibilité.

Ces généralisations sont à nuancer du fait de la variabilité individuelle. En effet quelques sujets NE et ME présentaient de moins bon résultats après activation du RB.

Ces différents résultats ont des conséquences directes sur notre pratique professionnelle lors du réglage des RB dans les prothèses

auditives, et ce en particulier dans les zones fréquentielles où nous choisirons de les activer. Nous pourrions envisager de décider de les activer dans les zones fréquentielles intactes et de désactiver les RB dans les domaines fréquentielles présentant une perte auditive. Il paraît aussi important de prendre en compte la singularité de chaque individu et de ne pas appliquer systématiquement des présupposés.

6 Bibliographie

Bacon SP, Opie JM, Montoya DY (1998) The effects of hearing loss and noise masking on the masking release for speech in temporally complex backgrounds. J Speech Lang Hear Res 41:549-63.

Buss E, Hall JW, 3rd, Grose JH (2004) Temporal fine-structure cues to speech and pure tone modulation in observers with sensorineural hearing loss. Ear Hear 25:242-50.

Darwin CJ (2008) Listening to speech in the presence of other sounds. Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci 363:1011-21.

Dubbelboer F, Houtgast T (2007) A detailed study on the effects of noise on speech intelligibility. J Acoust Soc Am 122:2865-71.

Dubno JR, Horwitz AR, Ahlstrom JB (2002) Benefit of modulated maskers for speech recognition by younger and older adults with normal hearing. J Acoust Soc Am 111:2897-907.

Duquesnoy AJ, Plomp R (1983) The effect of a hearing aid on the speech-reception threshold of hearing-impaired listeners in quiet and in noise. J Acoust Soc Am 73:2166-73.

Eisenberg LS, Dirks DD, Bell TS (1995) Speech recognition in amplitude-modulated noise of listeners with normal and listeners with impaired hearing. J Speech Hear Res 38:222-33.

Festen JM, Plomp R (1990) Effects of fluctuating noise and interfering speech on the speech-reception threshold for impaired and normal hearing. J Acoust Soc Am 88:1725-36.

Thomas FILLON et Jacques PRADO, Evaluation of an ERB frequency scale noise reduction for hearing aids : a comparative study, Speech Communication, Volume 39, Numéros 1-2, January 2003, Pages 23-32.

Fullgrabe C, Meyer B, Lorenzi C (2003) Effect of cochlear damage on the detection of complex temporal envelopes. Hear Res 178:35-43.

Fullgrabe C, Berthommier F, Lorenzi C (2006) Masking release for consonant features in temporally fluctuating background noise. Hear Res 211:74-84.

Grant KW, Summers V, Leek MR (1998) Modulation rate detection and discrimination by normal-hearing and hearing-impaired listeners. J Acoust Soc Am 104:1051-60.

Gustafsson HA, Arlinger SD (1994) Masking of speech by amplitude-modulated noise. J Acoust Soc Am 95:518-29.

Hu Y, Loizou PC (2007) A comparative intelligibility study of single-microphone noise reduction algorithms. J Acoust Soc Am 122:1777.

Lorenzi C, Husson M, Ardoint M, Debruille X (2006) Speech masking release in listeners with flat hearing loss: effects of masker fluctuation rate on identification scores and phonetic feature reception. Int J Audiol 45:487-95.

Moore BC, Glasberg BR, Vickers DA (1995) Simulation of the effects of loudness recruitment on the intelligibility of speech in noise. Br J Audiol 29:131-43.

Moore BC (2008) Basic auditory processes involved in the analysis of speech sounds. Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci 363:947-63.

Qin MK, Oxenham AJ (2003) Effects of simulated cochlear-implant processing on speech reception in fluctuating maskers. J Acoust Soc Am 114:446-54.

Ricketts T, Lindley G, Henry P (2001) Impact of compression and hearing aid style on directional hearing aid benefit and performance. Ear Hear 22:348-61.

Sarampalis A, Kalluri S, Edwards B, Hafter E (2009) Objective measures of listening effort: effects of background noise and noise reduction. J Speech Lang Hear Res 52:1230-40.

Shannon RV, Zeng FG, Kamath V, Wygonski J, Ekelid M (1995) Speech recognition with primarily temporal cues. Science 270:303-4.

Steeneken HJ, Houtgast T (1980) A physical method for measuring speech-transmission quality. J Acoust Soc Am 67:318-26.

Summers V, Molis MR (2004) Speech recognition in fluctuating and continuous maskers: effects of hearing loss and presentation level. J Speech Lang Hear Res 47:245-56.

Zeng FG, Nie K, Liu S, Stickney G, Del Rio E, Kong YY, Chen H (2004) On the dichotomy in auditory perception between temporal envelope and fine structure cues. J Acoust Soc Am 116:1351-4.

Mise en compétition du système FM et de la boucle magnétique pour les patients implantés cochléaires et appareillés

Gaétan LEMOINE
ECOLE JE BERTIN
Fougères
Mémoire réalisé sous la direction de Monsieur LEFEVRE
gaelemoine@me.com
g.lemoine@laboratoire-leher.fr

1 Introduction

Un patient appareillé ou implanté cochléaire peut être soumis à des situations d'écoute difficiles. En effet, certains lieux professionnels, éducatifs ou de loisirs, possèdent une acoustique dégradée due à un temps de réverbération et bruits de fond importants. Cette difficulté peut être encore renforcée lorsqu'il existe une grande distance entre l'interlocuteur et le patient. Ces trois phénomènes majeurs nuisent particulièrement à l'intelligibilité de la parole.

Les enfants appareillés ou implantés cochléaires sont parmi les sujets les plus exposés à ce problème lors de leurs apprentissages scolaires. Les conséquences sont alors importantes sur leurs résultats et leurs intégrations dans un cycle scolaire normal.

Pour contrer cela, différents systèmes d'aide à l'écoute existent, tels que le système FM, le bluetooth ou la boucle magnétique. Leur but est de permettre une meilleure intelligibilité en améliorant le rapport signal sur bruit par la captation du signal utile au plus près de la source.

Cependant il existe, à l'heure actuelle, de nombreuses aides à l'écoute présentes sur le marché et l'audioprothésiste doit procéder à un choix.

Pour le faciliter, cette étude propose de mettre en compétition trois systèmes d'aides à l'écoute : deux systèmes FM à collier d'induction magnétique de la marque Phonak et Sennheiser ainsi qu'un amplificateur de boucle magnétique de SMS HUMANTECHNIK. Des tests révélateurs de la capacité de ces systèmes à permettre une bonne intelligibilité de la parole en situation d'écoute difficile ont été réalisés dans des conditions similaires de mesure.

Tout d'abord, la transmission FM des systèmes Phonak et Sennheiser a été testée et comparée. Ensuite, une étude du signal en sortie d'appareil de correction auditive a été réalisée. Ces résultats ont été confrontés aux conclusions issues de l'étude clinique et statistique puis discutés dans le but d'arriver à une conclusion.

2 Etude des systèmes FM

Une étude plus approfondie des systèmes FM a été entreprise. Deux systèmes FM à collier d'induction magnétique sont testés :

- microphone INSPIRO et récepteur collier magnétique MYLINK PHONAK
- émetteur SK 500 G3E avec un micro MEN 4 et récepteur EK 1038 avec collier magnétique EZT 3012 20S de SEINNHEISER

Tout d'abord la transmission FM entre l'émetteur et le récepteur est analysée. Ensuite ces systèmes ont été couplés à un implant cochléaire Medel OPUS II dans le but d'étudier les pulses en sortie de ce dernier.

Etude de la transmission FM

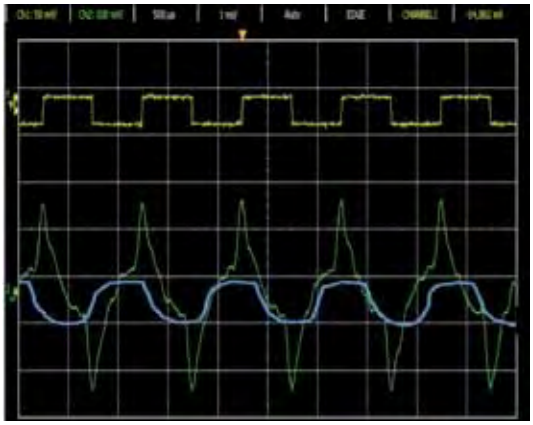
L'ensemble des résultats obtenus figure dans le tableau ci contre :

	Sennheiser	Phonak
Onde porteuse (MHz)	863,1	175
Bande passante (Hz)	15K (31-14900)	6K (260-5900)
Taux de compression (pour une fréquence)	1,54:1	3:1
Taux de distorsion harmonique total (%)	3,82	5,82
Taux de distorsion intermodulat° total	Quadratique : 1,30 Cubique : 1,93	Quadratique : 1,42 Cubique : 1,48

On note ainsi une bande passante élargie pour le système Sennheiser, mais qui sera réduite par la bande passante de l'appareil de correction auditive (7KHz) ou du processeur d'implant cochléaire (8,5KHz).

De plus, on visualise un taux de distorsion harmonique plus faible pour le système Sennheiser que pour le système Phonak.

Enfin, les deux systèmes vont fournir des réponses très différentes lorsqu'ils sont soumis à un signal d'entrée carré (jaune), comme illustré ci-dessous.



En effet, on visualise pour le système Sennheiser (bleu), un signal de sortie quasi sinusoïdale due au fait que les harmoniques impaires présents dans le signal d'entrée se retrouvent hors bande en sortie. Concernant le système Phonak (vert), on note une large dégradation du signal de sortie pouvant être synonyme de distorsion.

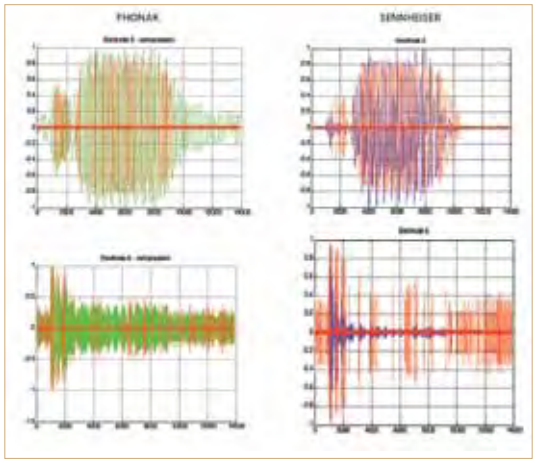
Etude du signal en sortie de processeur d'implant cochléaire

Trois paramètres ont été testés : la bande passante, le bruit de fond et la réponse du processeur à une stimulation vocale. Dans chaque cas aucune différence significative n'a été constatée. En effet le bruit de fond mesuré est de -40 dB, en moyenne, avec chaque système et les bandes passantes sont assez proches.

Concernant la réponse du processeur à une stimulation vocale, on observe des différences qui vont grandement varier selon l'électrode étudiée.

Chaque graphique (intensité arbitraire en ordonnée, temps en abscisse) représente l'enveloppe du signal d'entrée (bleu pour Sennheiser, vert pour Phonak) et les pulses du signal de sortie (rouge) pour une électrode donnée. Les différences d'amplitude observées entre le signal d'entrée et de sortie sont dues aux différences entre les filtres utilisés pour filtrer le signal d'entrée et ceux réellement présents au sein du processeur d'implant cochléaire. Ne connaissant pas la nature exacte du filtre de l'implant, on ne peut pas le reproduire exactement. De plus les temps d'attaque et de retour des compressions des systèmes FM et de l'implant cochléaire ne sont pas connus.

Les résultats obtenus en utilisant la syllabe « POU » comme signal d'entrée sont visualisés sur l'electrode deux puis six présentés ici.



On remarque une bonne concordance entre l'enveloppe temporelle du signal d'entrée et les pulses du signal de sortie pour les premières électrodes pour les deux systèmes. Cependant cette concordance va diminuer par la suite pour le système Sennheiser alors qu'elle est bien maintenue pour le système Phonak.

Ces différences pourraient être dues aux temps d'attaque et de retour de compression propre à chaque système d'aide à l'écoute qui nous étaient malheureusement inconnu.

3 Etude du signal en sortie d'appareil de correction auditive

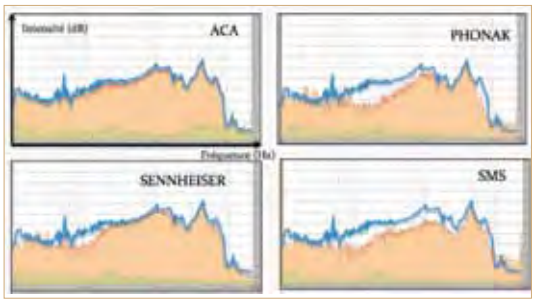
Cette étude a pour but de recueillir le signal sonore en sortie d'une aide auditive (SIEMENS MOTION 501 SX) couplée aux différentes aides à l'écoute, d'étudier par la suite les conséquences des différents modes de transmission (FM et magnétique) sur le signal émis par la source sonore, de déterminer quel système permettrait de mieux faire ressortir la parole en situation bruyante et enfin d'analyser la bande passante de chaque aide à l'écoute.

Pour ce faire une analyse de la bande passante par la génération d'un bruit blanc ainsi qu'une étude fréquentielle et temporelle de syllabes issues du test syllabique sont réalisées.

Les systèmes FM à collier d'induction magnétique ainsi qu'une boucle magnétique PROLOOP C de SMS HUMANTECHNIK sont étudiés.

Etude de la bande passante

On visualise ci dessous la réponse des différents systèmes à un bruit blanc :



On remarque que l'allure de la bande passante du système Sennheiser est identique à celle de l'appareil de correction auditive seul.

L'aspect de la bande passante du système SMS est similaire à celui de l'appareil de correction auditive mais est plus faible, de plus la coupure est plus tôt.

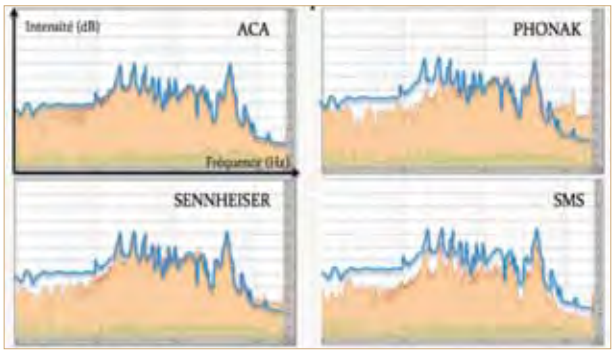
Enfin, la bande passante du système Phonak est égale en intensité sur la majorité de la bande de fréquence mais elle est inférieure de 100 à 1 kHz. Tout comme le système SMS la coupure de la bande passante se produit plus tôt.

La bande passante du système Sennheiser est donc plus longue que les autres systèmes. Elle est aussi la plus stable car il n'existe aucune différence en intensité en comparaison avec la bande passante de l'appareil de correction auditive. A l'inverse une baisse d'intensité est visible sur toute la bande de fréquence du système SMS, indiquant un signal de plus faible intensité, et sur une portion de celle

du système Phonak pouvant engendrer des distorsions du signal puisque ce dernier n'est pas amplifié de manière constante sur toute la bande de fréquence.

Etude frequentielle de syllabe en milieu calme

Pour illustrer cette étude, voici la réponse des différents systèmes à la syllabe « ME » :



L'étude des enregistrements, obtenus avec le système Sennheiser indique que ce système ne crée pas ou peu de distorsion. En effet, pour la majorité des syllabes on note une légère baisse de gain sur la bande de fréquence 0-200Hz puis un gain identique à celui acquis avec l'appareil de correction auditif seul.

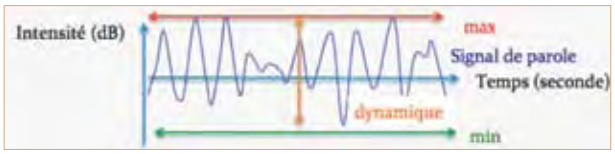
Il en est de même pour le système d'aide à l'écoute SMS, cependant le gain est inférieur de manière générale et plus particulièrement sur les fréquences graves (250-600 Hz). Pour quelques syllabes le gain est identique sur toute la bande de fréquence.

L'analyse des enregistrements obtenus avec le système Phonak s'est relevée plus complexe. En effet le gain va grandement varier selon la syllabe étudiée. Toutes ces variations d'intensité sur la bande de fréquence peuvent être à l'origine de distorsion dégradant la qualité et la compréhension du signal.

Etude temporelle de syllabe en milieu calme et bruyant

Lors de l'étude en milieu calme quatre paramètres d'enveloppe temporelle de syllabes issues du Test Syllabique sont étudiés grâce au logiciel ATEC (Audiological Temporal Envelopes Comparison) :

- le facteur de crête = valeur maximum/ valeur RMS
- la profondeur de modulation (PMOD) = (valeur maximum- valeur minimum) / (valeur maximum + valeur minimum)
- la valeur RMS (Root Mean Square)
- la dynamique = valeur maximum - valeur minimum



On observe pour la majorité des syllabes étudiées des valeurs d'enveloppe temporelle supérieures avec le système PHONAK. De plus, concernant la valeur RMS, qui représente l'énergie véhiculée par la syllabe, on constate des valeurs faibles obtenues avec le système SMS confirmant ainsi les résultats de l'étude fréquentielle et de l'étude de la bande passante.

Lors de l'étude en milieu bruyant les tests ont été effectués avec trois rapports signaux sur bruit différent : +10, 0 et -10 dB.

Dans chaque cas le paramètre d'enveloppe temporelle dynamique est étudié, grâce au logiciel ATEC, permettant de visualiser l'émergence du signal utile du bruit.

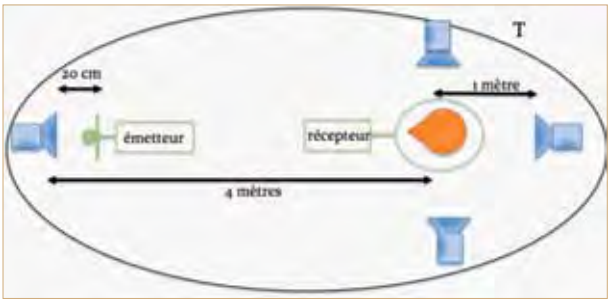
On constate dans les trois configurations précédentes que la dynamique des syllabes est toujours supérieure avec le système PHONAK qu'avec les autres systèmes d'aides à l'écoute démontrant un meilleur rapport signal sur bruit.

4 Etude clinique

Lors de cette étude 11 patients implantés cochléaires équipés d'un processeur MEDEL OPUS II, 18 patients appareillés ainsi que 10 sujets normoentendants ont été testés avec chaque système d'aide à l'écoute (Phonak, Sennheiser et SMS). Pour rappel, le but de l'étude n'est pas de montrer l'amélioration apportée par les systèmes d'aide à l'écoute mais de les comparer entre eux.

Le protocole de test est le suivant : Une audiométrie tonale en champ libre et une audiométrie vocale dans le bruit en champ libre composées d'un Test Syllabique ainsi que d'une Lecture Indirecte Minutée ont été réalisées. A la fin des tests un questionnaire subjectif à choix fermé comportant des questions sur le ressenti du patient (confort et compréhension) avec chaque système d'aide à l'écoute était remis à ce dernier et effectué sur place.

La disposition des éléments permettant ces tests est basée sur celle de référence pour l'étude des systèmes FM (WOLFE et al. 2010) et est la suivante:



Cette disposition reproduit les conditions que peut rencontrer le binôme professeur-élève lors d'un cours en salle de classe :

Le patient est placé à une distance de 4 mètres de la source (délivrant 65 dB SPL) et le microphone de l'aide technique testée est disposé à 20 centimètre de cette dernière. Trois hauts parleurs sont situés à une distance de 1 mètre autour du patient délivrant ensemble un bruit de type OVG (Onde Vocale Globale). Le récepteur des systèmes FM est apparié avec son émetteur et la boucle magnétique est placée autour de cet ensemble.

Le(s) processeur(s) d'implant(s) cochléaire(s) et/ou le(s) appareil(s) de correction auditive sont activés en mode MT (microphone et bobine d'induction).

Les résultats du Test syllabique ont été traités par le logiciel ATEC permettant d'obtenir des informations relatives aux paramètres d'enveloppe temporelle et aux traits acoustiques. Puis l'ensemble des données a été traité par une étude statistique ANOVA (comparaison de moyenne entre chaque système).

Les résultats significatifs obtenus permettent d'observer :

- Des seuils liminaires plus faible obtenus avec le système Sennheiser pour quatre fréquences utilisées en routine clinique
- Une moins bonne intelligibilité avec le système SMS aux tests d'audiométrie vocale dans le bruit ainsi que des notes plus faible obtenues au questionnaire subjectif
- Le logiciel ATEC montre une mauvaise restitution par le système SMS des paramètres d'enveloppe temporelle dynamique, une baisse du niveau RMS globale ainsi qu'une plus mauvaise perception des traits acoustiques diffus.

5 Discussion

Concernant les deux systèmes FM à collier d'induction magnétique, l'étude de la transmission FM ainsi que du signal en sortie d'appareil de correction auditive ont démontré la présence de différences entre les deux systèmes. Cependant, après analyse des résultats de l'étude clinique, ces dernières n'ont engendré aucune différence significative aux tests d'audiométrie vocale ainsi qu'au questionnaire subjectif composé de questions portant sur le confort et la qualité de compréhension.

Au sujet du système SMS, les tests précédents ont démontré que les conditions de mesure ne peuvent être considérées comme comparable. En effet, les résultats sont difficilement exploitables de part une intensité du signal faible.

Ceci est dû à une possible absorption du champ magnétique par les structures métalliques de l'environnement étant donné que la surface de boucle est plus importante en comparaison de celle d'un collier d'induction magnétique. Ainsi, l'audioprothésiste souhaitant mettre en place une boucle magnétique doit disposer de connaissances indispensables de l'environnement pour mener à bien cette installation. Ces dernières permettront d'anticiper la mise en place possible d'un amplificateur de puissance supérieur ainsi qu'un montage de boucle spécifique.

6 Conclusion

Suite à ces résultats, une nouvelle étude pourra être réalisée en corrigeant le protocole pour tenir compte de la baisse de gain du système SMS HUMANTECHNIK. Par exemple, un appareil de correction auditive dont le réglage en gain sera contrôlé par la mesure in vivo pourra être utilisé. De plus, il sera intéressant de mesurer lors d'un changement brutal d'environnement sonore (calme/bruyant), et donc de transducteur (ACA seul/ACA couplé au système d'aide à l'écoute), le temps d'adaptation nécessaire au patient ainsi que les difficultés rencontrées. Enfin, un bilan réalisé par un orthophoniste pourra compléter cette étude.

Les Cahiers de
l'Audition
La Revue du Collège National d'Audioprothèse

Déposez vos petites annonces
dans la revue incontournable **distribuée gratuitement à tous les audioprothésistes français**
et aux étudiants de 2ème et 3ème année en faculté d'audioprothèse

La mise en ligne est offerte sur www.lescahiersdelaudition.fr
pour toute parution au sein de la revue

Pour tout renseignement, contactez le Collège National d'Audioprothèse
01.42.96.87.77 ou cna.paris@orange.fr

Cas clinique

intérêt des tests démonstratifs pour le patient et l'accompagnant

Céline GUÉMAS

Centre Bretagne Audition
10, rue de l'Eglise
29 270 Carhaix-Plouguer
02.98.93.18.75
centrebretagneaudition@orange.fr

Anamnèse

Madame P. est adressée au laboratoire par son médecin ORL pour un essai d'appareillage auditif en juillet 2012. Elle ne présente pas d'antécédents ORL ni familiaux. Elle a parfois des acouphènes mais ceux-ci sont non invalidants, elle « n'y fait pas attention ». Elle n'a pas de vertige et n'a jamais été exposée au bruit : elle travaillait dans l'administration. Madame P. ne se sent pas particulièrement gênée par sa baisse auditive. Son conjoint, qui l'accompagne, décrit pourtant une dégradation de l'audition de Madame, surtout depuis 3 ans, mais la gêne aurait débuté il y 5 à 6 ans. Monsieur trouve que Madame s'isole de plus en plus, que le volume de la radio est trop fort et qu'il doit répéter sans cesse. Madame, pour sa part, reconnaît ses difficultés à suivre les conversations en milieux bruyants. Lorsque je la questionne sur son acuité visuelle, Madame P. m'indique qu'elle porte des lunettes depuis plus de 30 ans, qu'une dégénérescence maculaire a été diagnostiquée il y a 13 ans et que cette dernière s'est particulièrement aggravée ces 5 dernières années ; elle utilise une loupe depuis 3 ans mais sans résultat probant. Notons que les difficultés de compréhension sont concomitantes de la dégradation visuelle.

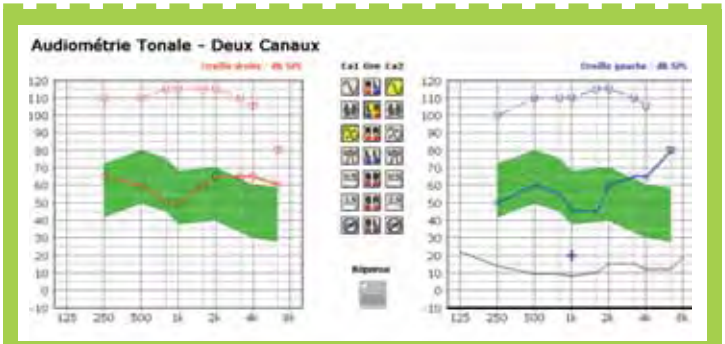


Figure 1 : Audiométrie tonale aux inserts MEintra

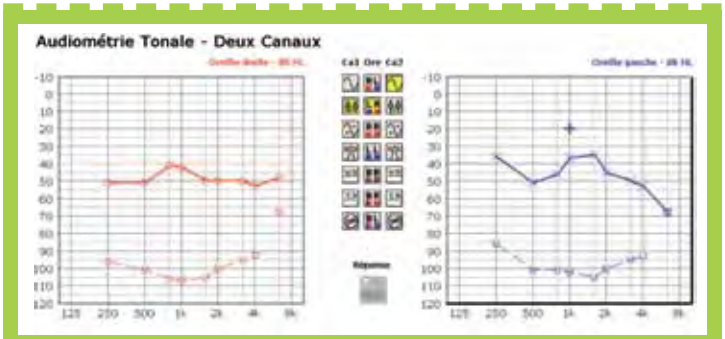


Figure 2 : Conversion du SPLogramme en dB HL

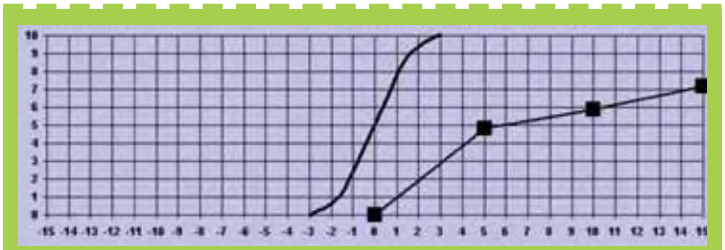


Figure 3 : Audiométrie vocale dans le bruit avec des listes de logatomes et l'onde vocale globale (OVG) de L. Dodelé en bruit perturbant

Examens cliniques

L'otoscopie est normale. Les conduits sont étroits mais les tympans intacts et bien visibles.

Nous réalisons une audiométrie tonale aux inserts afin d'obtenir son SPLogramme (Figures 1 et 2). Il est toujours possible de visualiser l'audiométrie en dB HL.

L'audiométrie tonale révèle une perte plate symétrique et une dynamique minimale de 40dB. L'audiométrie vocale au casque oreilles séparées, réalisée avec des listes cochléaires de Lafon, est cohérente avec l'audiométrie tonale (Figure 3).

Je réalise ensuite un test dans le bruit afin de quantifier la gêne ressentie par cette patiente. Outre l'aspect quantitatif, cet examen revêt un aspect démonstratif vis-à-vis de l'entourage : le conjoint de la patiente prend ainsi conscience des difficultés de Madame P. dans le bruit à un niveau supraliminaire. En effet, même pour un rapport signal sur bruit de -15dB, la patiente n'atteint que 72% de phonèmes correctement répétés et aucun phonème répété pour un rapport signal sur bruit de 0 dB (Figure 4).

Prise en charge et choix prothétique

L'ensemble de ces examens ainsi que les données de l'anamnèse me permettent, dans un premier temps, d'expliciter les difficultés

de Madame P. et de la préparer à l'appareillage auditif ; Exercice d'équilibriste au combien délicat car, autant Madame P. a besoin d'être rassurée et encouragée quant à la nécessité de se faire appareiller autant il est important d'aborder les limites de l'appareillage avec son conjoint qui espère beaucoup des appareils ! Rappelons que Madame P. souffre d'une DMLA avancée et par conséquence, qu'elle ne bénéficie d'aucune lecture labiale. Je l'informe, à ce sujet, de la prise en charge spécifique en cas de cécité (Arrêté du 25 août 2004 relatif à la modification de la section 2 du chapitre 3 du titre II de la liste prévue à l'article L. 165-1 du code de la sécurité sociale) et l'invite à prendre contact avec son ophtalmologue qui lui délivrera le certificat justificatif. A l'issue de cette première visite, je propose à Madame P. de faire un essai en contours d'oreille rechargeable afin de préserver son autonomie. Elle semble alors plus encline à faire un essai : dépendre de ses proches pour changer les piles était un frein à la démarche d'appareillage. Elle redoute d'être gênée par les bruits. Nous débuterons donc avec peu de gain et insisterons sur un port quotidien et régulier des aides auditives. Madame P. adhère au projet, rendez-vous est pris pour l'adaptation.

Adaptation prothétique

Comme établi lors du premier rendez-vous, j'adapte deux contours d'oreille rechargeables à Madame P. en open dans un premier temps. Certes, des embouts sur mesure permettraient d'obtenir un meilleur gain sur les fréquences graves et un bénéfice plus net dans le bruit grâce à l'utilisation optimisée des systèmes microphoniques et réducteurs de bruit. La réalisation d'embouts sur mesure fait partie du projet de réhabilitation prothétique établi ; j'informe Madame P. : nous débuterons avec des dômes open peu invasifs et confortables que nous ferons évoluer vers des embouts sur mesure afin d'optimiser les réglages et le résultat prothétique. Une fois le préréglage fabricant établi, je procède à une mesure de gain d'insertion et modifie les réglages afin d'obtenir un gain d'insertion de 10dB environ sur l'ensemble des fréquences. La procédure Open REM est utilisée car l'appareillage est adapté en dôme ouvert. Je lui explique qu'elle va mieux entendre sans être gênée. J'insiste auprès de son conjoint sur le temps nécessaire à la rééducation auditive (Figure 5).

La manipulation est acquise rapidement : un seul programme d'écoute, mise en place des appareils dans le chargeur, mise en route le matin. Un rendez-vous est fixé pour la semaine suivante.

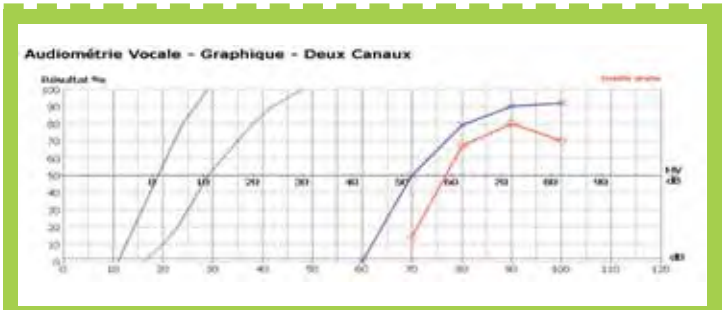


Figure 4 : Audiométrie vocale au casque oreilles séparées réalisée avec des listes cochléaire de Lafon

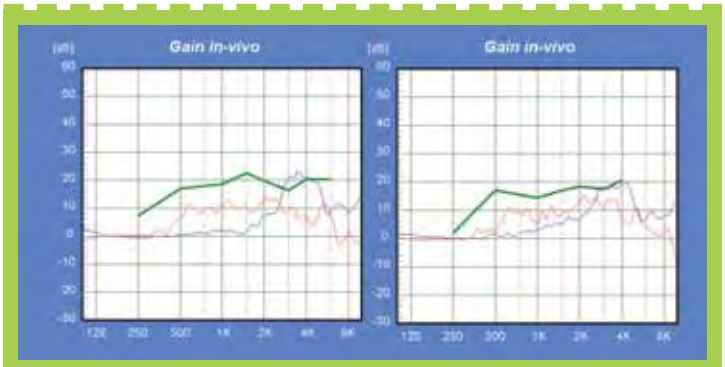


Figure 5 : GI initial oreille droite **GI initial oreille gauche**

Suivi prothétique

Au bout d'une semaine, Madame P. me fait part de ses observations : elle entend beaucoup plus de sons et est surprise de s'être bien adaptée. Elle entend les oiseaux et a baissé le volume de sa radio. Son conjoint trouve une nette amélioration : elle fait moins répéter et semble plus enjouée. Les données du dataloging rapportent un port moyen de 12.5 heure par jour. Il est décidé d'augmenter le gain général de 3dB, un rendez-vous est fixé à 15 jours.

Au terme de ces 15 jours, Madame P. n'exprime pas de gêne mais elle décrit des fluctuations de gain et ne sait pas si les dômes sont toujours correctement en place. A l'arrivée au laboratoire, il a en effet été constaté que les dômes n'étaient pas suffisamment insérés dans les conduits auditifs. Je décide de réaliser une prise d'empreintes.

Les embouts sur mesure sont adaptés 10 jours plus tard. Nous avons conservé les tubes fin pour plus de discrétion. Le réglage est revu sous in vivo, le couplage appareil – tube – embout ayant été modifié. Ce contrôle in vivo et les modifications de réglages permettent de conserver une courbe de réponse similaire à la courbe de réponse obtenue avec les dômes ouverts. Je réalise un gain fonctionnel ; la patiente mériterait plus d'amplification mais elle refuse catégoriquement, elle a peur d'être gênée. Je lui propose donc d'établir un deuxième programme d'écoute plus fort qu'elle pourra activer lorsqu'elle en sentira le besoin. Cette solution est retenue (Figure 6).

Au rendez-vous suivant, la patiente dit bien supporter les embouts ; elle préfère les sentir dans ses oreilles et ne constate plus de fluctuation de gain. Le dataloging indique toujours un port journalier de 12 heures mais le deuxième programme n'a pas été utilisé. Son conjoint reconnaît une amélioration mais regrette de devoir encore répéter et trouve que cela reste difficile dans le bruit. Madame rétorque qu'elle a pu discuter avec sa voisine lors du repas de famille. Les gains prothétiques vocaux suivant sont relevés dans la figure 7.

En milieux bruyant, après 2 mois de stimulation, on observe une amélioration de la compréhension, mais pour un rapport signal sur bruit de 0, Madame P. comprend environ un mot sur trois. Le conjoint a bien conscience des difficultés de Madame mais peine à les accepter (Figure 8).

J'évoque à nouveau l'utilisation du deuxième programme. Madame P. avoue ne pas penser à l'utiliser mais elle ne souhaite pas le désactiver et pense pouvoir l'utiliser dans le calme. Elle décide de conserver les appareils et dit ne plus pouvoir s'en passer.

Figure 6 : Gain fonctionnel oreilles séparées

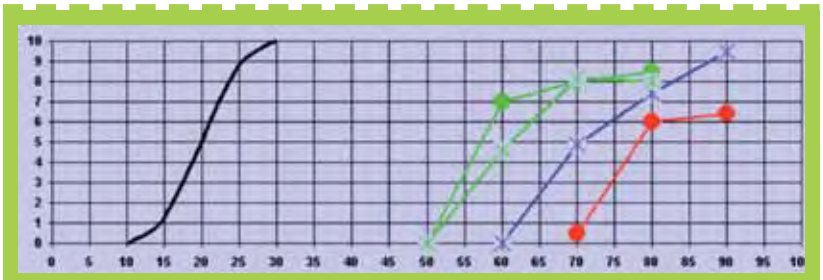


Figure 7 : Gain prothétique vocal dans le calme. Listes cochléaires de Lafon

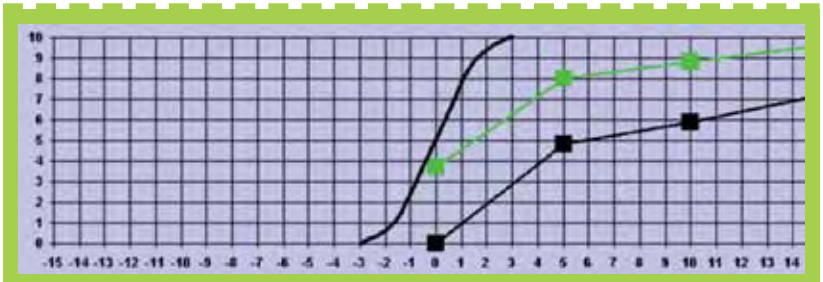


Figure 8 : Gain prothétique vocal dans le bruit. Matériel vocal utilisé : logatomes et OVG de L. Dodelé

Discussion et conclusion

Lorsque Madame P. s'est présentée au laboratoire, elle n'avait pas conscience de sa perte auditive. Celle-ci s'était installée progressivement et ses difficultés visuelles monopolisaient son attention. De mon côté, la prise en charge audioprothétique me semblait urgente : l'acuité visuelle de Madame P. se dégradait rapidement, il me paraissait intéressant de pouvoir profiter du peu d'acuité visuelle qui lui restait pour faciliter l'apprentissage de la manipulation et maintenir un certain niveau d'autonomie. D'autre part, l'isolement lié à l'installation de la cécité ne pouvait être qu'accentué par la perte auditive. Mais le temps de l'audioprothésiste n'est pas forcément synchrone au temps du patient. Aussi a-t-il été nécessaire, avec Madame P., de s'adapter à son rythme tout en l'accompagnant dans le projet de réhabilitation. Madame P. est désormais appareillée depuis 1 an. Le dataloging indique un port moyen de 12 heures jour mais il est nécessaire, à chaque rendez-vous de contrôle, de l'encourager dans la démarche et d'expliquer à nouveau à son conjoint les limites du résultat prothétique. La maîtrise des éléments techniques, l'utilisation de tests démonstratifs et l'usage d'un discours cohérent tout au long de l'appareillage concourent à l'adhésion du patient au projet. Le patient devient acteur de sa réhabilitation.

Relevez les plus grands défis des paysages sonores de la vie, grâce à la Technologie Binaurale VoiceStream™.

La Technologie Binaurale VoiceStream™ repousse les limites de l'appareillage monaural et permet de tout comprendre, partout et confortablement. Contactez-nous pour tout savoir !

www.phonak.com/evidence-fr

PHONAK
life is on

Métier et Technique

Test de discrimination phonemique A§E® : évaluation au profit de l'appareillage pédiatrique

Laura FAUQUIER
Audioprothésiste D.E
Master Audiologie et Troubles du Langage
Amplifon Marseille
laura.fauquier@amplifon.com

Introduction

1. Etat de l'art

Le système auditif permet d'interagir avec l'environnement en traitant l'information de façon hiérarchique. Il possède trois niveaux : la détection, la discrimination et l'identification. Les signaux perçus de l'environnement doivent en premier lieu être détectés, ce qui représente le plus bas niveau du traitement sensoriel. Ensuite, la discrimination se réfère à la capacité de l'organe sensoriel de distinguer deux signaux ayant des caractéristiques différentes. Enfin l'identification est la capacité du système de reconnaître et de donner un nom, ou une étiquette, à des signaux différents. Seuls les sons qui sont détectés, peuvent être discriminés, et seuls ceux qui sont discriminés, peuvent être étiquetés par des noms différents (Goldstein, 2002).

Dans cette étude, il est question d'analyser principalement la discrimination fréquentielle, autrement dit le second niveau du système auditif. Mais avant tout, il est important de comprendre cette étape de traitement du signal au niveau de la cochlée.

Le seuil de discrimination fréquentielle représente la plus petite différence spectrale perceptible par un individu entre deux stimuli consécutifs. La capacité de discrimination sensorielle est reliée à la qualité de la perception. En effet, elle permet d'apprécier les détails d'une symphonie ou la complexité langagière.

La capacité à discriminer deux sons de fréquences rapprochées est essentielle pour une perception juste de la parole, particulièrement en présence de bruit compétitif, ainsi que pour la perception et l'appréciation de la musique (Gfeller, et al. 2007; Kraus, McGee, Carrell & Sharma, 1993). En effet, une discrimination fréquentielle adéquate permet la distinction entre des voyelles ayant des formants fréquentiels comparables ainsi qu'entre des consonnes ayant une composition spectrale similaire. Une discrimination appropriée est nécessaire pour une compréhension et une production juste de la parole. Ainsi, de nombreuses observations ont révélé qu'une mauvaise performance sur le plan de la discrimination fréquentielle était à l'origine de diverses dysfonctions, telles que des troubles de langage ou de la lecture, autant chez l'enfant que chez l'adulte (Bishop & McArthur, 2005; Hill, Hogben & Bishop, 2005; McArthur & Bishop, 2004; Mengler, Hogben, Michue & Bishop, 2005). Les auteurs de ces études concluent que la discrimination fréquentielle fait partie des processus sensoriels de base, essentiels à un développement langagier normal.

Lors de privation sensorielle auditive, notamment lors de surdité, le développement du système auditif est inévitablement perturbé dans toutes les étapes du traitement du signal, de la détection à la reconnaissance. Cependant aucun examen auditif n'analyse précisément cette faculté, mais c'est l'évaluation de la reconnaissance sous forme de divers tests évaluant la perception de la parole qui a reçu le plus d'attention (Osberger, Fisher & Kalberer, 2000 ; Peterson, Pisoni & Miyamoto, 2010). Toutefois ces tests de reconnaissance vocale ne peuvent être utilisés chez les enfants, seuls les examens de détection sont couramment employés pour évaluer le bon fonctionnement des aides auditives.

2. Présentation du test de discrimination phonémique A§E®

Le A§E® est un système d'exploitation permettant de réaliser un ensemble de tests psychoacoustiques crée par le Professeur P.J Govaerts et son équipe, permettant l'évaluation supraliminaire auditive des malentendants mais surtout de l'enfant malentendant d'âge préverbal.

Ces tests sont complémentaires aux évaluations qui sont communément utilisées dans la pratique audiologique, pour les réglages d'implant cochléaire.

Les tests de A§E® sont basés sur les trois niveaux du système auditif : la détection, la discrimination et l'identification. Les deux premiers sont propres à l'oreille interne, alors que l'identification est le résultat d'un traitement central. Or les tests A§E® visent à étudier uniquement la fonction cochléaire. Cette étude va donc se baser exclusivement sur le test de discrimination fréquentielle chez l'enfant malentendant, les résultats de ces tests enrichiront les évaluations prothétiques déjà existantes, tel que le niveau de détection qui est suffisamment étudié en audiométrie comportementale. Ce test permet donc d'évaluer la discrimination fréquentielle entre différents couples de phonèmes spectralement proches chez l'adulte, l'enfant et le jeune enfant. L'analyse des erreurs phonétiques est un examen particulièrement intéressant qui peut permettre d'identifier des zones de sous-amplification qui sont souvent corrigibles par une simple augmentation du gain (Vaerenberg B, Govaerts PJ et al. 2011). Les résultats de ces tests seront des éléments importants permettant l'amélioration des réglages prothétiques chez l'enfant et ainsi l'aider au mieux dans son apprentissage langagier. Les résultats pourront aussi mettre en évidence les limites de l'appareillage prothétique et ainsi être un critère supplémentaire pour appuyer un bilan de pré-implantation.

Cette étude propose donc de mettre à profit un nouveau test d'audiologie permettant de perfectionner les réglages prothétiques chez l'enfant appareillé et ainsi améliorer leur qualité de perception auditive pour les aider à développer le langage dans les meilleures conditions.

L'objectif sera de déterminer si ce test de discrimination fréquentielle peut être intégré aux autres évaluations déjà existantes.

Matériel et méthode

1. Matériel utilisé

- Cabine insonorisée, aménagée pour l'appareillage pédiatrique.
- Audiomètre « Affinity » et amplificateur.
- Un haut-parleur étalonné et situé à un mètre du sujet testé
- Matériel vocal utilisé : test de discrimination phonémique du logiciel A§E® et une liste enregistrée de Dodelé de 30 logatomes de trois phonèmes (Voyelle Consonne Voyelle) pour ne mesurer que la perception des sons, et ainsi exclure l'utilisation de la lecture labiale et de la suppléance mentale. La liste de logatomes de Dodelé utilisée, a été reconstituée afin que chacun des huit phonèmes testés par le logiciel A§E® apparaissent au moins cinq fois.
- Les sujets sont testés appareillés en champ libre.

2. Population testée

La population testée est composée de 36 enfants malentendants appareillés, âgés de 2 à 12 ans avec une moyenne d'âge de 4,7 ans, atteints de surdité moyenne à sévère.

Tous ces enfants sont appareillés en bilatéral et leurs aides auditives sont réglée selon le protocole DSL [i/o] v5.1[1] (Desired Sensation Level input/output).

1. La méthode DSL (Desired Sensation Level) a été développée à l'origine pour fournir aux praticiens une approche scientifique systématique de l'adaptation prothétique pédiatrique, afin d'assurer l'audibilité de la parole amplifiée en considérant uniquement des facteurs associés à la correction prothétique des nourrissons et des jeunes enfants malentendants.

3. Protocole expérimental

1. Description des tests

Test de discrimination phonémique A§E®

Ce test de discrimination phonémique permet d'évaluer la résolution fréquentielle de la cochlée. Une paire de phonème est présentée à un niveau de 70 dB SPL. Les phonèmes sont construits de telle sorte que la seule différence entre eux est leur contenu spectral (la durée et l'intensité sont égales). Un phonème de « fond » choisi est répété à intervalles de temps régulier (**Figure 1**) et remplacé aléatoirement par un nouveau phonème appelé phonème « stimulus ». Le sujet doit réagir au phonème « stimulus ». Il n'est pas demandé de reconnaître les phonèmes mais seulement de constater une différence.

Le résultat est validé lorsque le sujet reconnaît trois phonèmes « stimulus » successifs ou bien si le sujet reconnaît au moins six phonèmes « stimulus » sur huit passages.

Le résultat n'est pas validé dans le cas où le sujet a reconnu moins de six phonèmes « stimulus » sur huit passages. Ce test demande une bonne concentration de la part du sujet, or les enfants ne sont pas toujours disponible très longtemps. Par conséquent, un « ensemble minimal » de paires de sons de la parole est suggéré par le logiciel A§E®, ce choix a fait l'objet d'une étude menée par K. Daemers et al en 2006. Il s'agit d'une sélection de sept paires de sons de la parole, dans laquelle des voyelles sont représentées (/u/-/a/, /u/-/i/ et /i/-/a/), ainsi que des contrastes de voisement (/z/-/s/), le lieu d'articulation (/s/-/ʃ/ et /v/-/z/) ou des combinaisons autres (/m/-/z/).

Test de répétition de logatome de Dodelé

Le principe de ce test est basé sur la répétition d'une liste de 30 logatomes à un niveau de 60 dB SPL. Cette liste a été crée à partir des logatomes de Dodelé, de façon à regrouper les différents phonèmes présentés lors du test de discrimination phonémique. Ces huit phonèmes apparaissent au moins cinq fois dans la liste. Les scores comptabilisés concernent uniquement les huit phonèmes évalués par le test

Figure 1 : Affichage du test de discrimination phonémique. La colonne de gauche (noire) concerne les phonèmes de « fond » et la colonne de droite (rouge) concerne les phonèmes « stimulus». A droite la colonne des scores obtenus par paire de phonème au niveau d'intensité testé.

A§E®.
Exemple : [ainva] seul les phonèmes /v/ et /a/ seront comptabilisés.

2. Protocole

Deux sessions de tests ont été réalisées à un intervalle de temps d'au moins un mois.
La première session de tests consiste à évaluer les scores de discrimination phonémique et ceux de répétition de logatome, de l'enfant appareillé avec un réglage prothétique initial prescrit par la méthode DSL i/o.

A la fin des ces deux évaluations, grâce au logiciel A§E® et en fonction des résultats du test de discrimination, des modifications seront apportés aux réglages prothétiques. En effet, la **figure 2** montre le contenu spectral d'une paire de phonème testé (/ou/-/i/), ce graphique permet d'analyser les zones fréquentielles où les phonèmes diffèrent et indique les canaux de gain à modifier pour améliorer la résolution fréquentielle.

Remarque : Le nombre de canaux de gain peut être modifié en fonction du modèle d'aide auditive utilisée.
Suite à ces corrections, l'enfant est revu au moins un mois plus tard pour être réévalué dans les mêmes conditions et ainsi vérifier une amélioration ou non des confusions phonémiques.

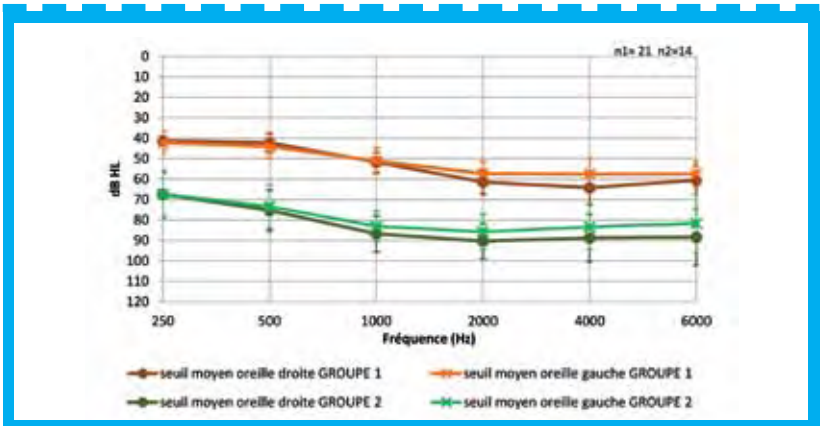


Figure 3 : Audiogramme moyen de chacun des groupes expérimentaux. Groupe 1 (n1=21) et groupe 2 (n2=15).

Figure 2 : Exemple de l'analyse de discrimination /ou/-/i/ : Le diagramme « Spectral Analysis » indique les différences fréquentielles entre le phonème de « fond » /u/ (jaune) et le phonème « stimulus » /i/ (bleu). Les zones où la différence énergétique est la plus importante (aire rose), sont les fréquences où le gain de l'aide auditive est insuffisant pour différencier ces deux phonèmes (dans le cas où il y a eu une erreur sur cette paire de phonème). Le nombre de canaux est représentatif de la gamme de l'appareil choisi.

Résultats

Dans le but d'analyser avec précision les résultats obtenus, les sujets ont été scindés en deux groupes selon le calcul de la médiane afin de répartir de façon homogène les sujets en fonction de leur perte auditive (**Figure 3**).

1. Résultats au test de discrimination A§E®

Les **figures 4 et 5** montrent les scores de discrimination phonémique du groupe 1 et 2 avant et après réglage.

Avant les modifications de réglages, les scores obtenus (bâtonnet gris clair de la figure 4) pour le groupe 1 sont d'une moyenne de 91% de reconnaissance phonémique. En revanche, les résultats au test A§E® du groupe 2 sont moins bon d'une moyenne de 69% de phonèmes correctement discriminés (bâtonnet gris clair de la figure 5).

Les figures 4 et 5 montrent qu'après avoir modifié le réglage (noir) pour les sujets ayant fait des erreurs, les moyennes des scores obtenus au second passage du test, sont significativement meilleures (à 0,05% d'erreur) quelque soit le groupe. Cela signifie que les corrections de réglage proposées par le logiciel A§E® sont efficace pour optimiser la discrimination des phonèmes.

2. Résultats au test de répétition de logatome

Les **figures 6 et 7** montrent les scores obtenus au test de répétition de logatomes (pour 54 phonèmes correctement répétés) pour chacun des deux groupes, avant et après réglage.

La moyenne des scores de répétition de logatomes de chacun des groupes avant réglage est supérieure à 83%, ce qui confirme la réalité de la méthode DSL i/o qui permet d'obtenir une bonne perception des sons de parole. Cependant, après avoir modifié le réglage chez certain sujet, recommandé par le logiciel A§E® suite aux erreurs commises, les scores au test de Dodelé sont significativement amélioré pour les deux groupes.

Il est important de noter que suite aux réglages aucun des sujets n'a obtenu de scores régressifs.

Remarque : L'analyse des données statistiques est basée sur l'estimation de pourcentage.

3. Correlation inter-test

Les résultats du test de répétition de logatomes sont liés aux résultats du test de discrimination phonémique, puisque les confusions commises lors du test A§E® devraient engendrer des erreurs de répétitions des phonèmes concernés. Les figures ci-dessous représentent le lien entre la différence de score avant et après réglage pour chacun des tests.

La figure 8 montre qu'il existe une forte corrélation (R2= +0,909) entre les scores de ces deux tests pour le groupe 1.

Les **figures 8 et 9** permettent d'observer que lorsqu'il y a une optimisation du score au test de discrimination A§E®, il existe une amélioration du score au test de répétition de logatome pour chacun des tests.

Le calcul du coefficient de corrélation permet d'affirmer que le lien entre ces deux tests est très fort. Le coefficient de corrélation positif traduit une évolution croissante des scores entre ces deux tests ; plus le score du test A§E® est amélioré, plus le score de répétition de logatomes sera bon.

Discussion

Cette étude a comme premier objectif d'optimiser les réglages prothétiques des enfants appareillés grâce à l'amélioration des tests d'évaluation en audiologie. A l'origine, tous les sujets de l'étude possèdent des seuils prothétiques basés sur la méthode de réglage DSL i/o, et les résultats recueillis lors de la première série de tests, avant modification de réglage, sont tout à fait honorables. Cependant, les résultats de la seconde série de tests suggèrent que les propositions de réglage de A§E®. apportent de meilleures performances discriminatoires et perceptives. Donc les réglages conseillés par la méthode DSL i/o ont été optimisé par le test de discrimination fréquentielle.

De plus, l'amélioration des habiletés de discrimination fréquentielle a révélé une

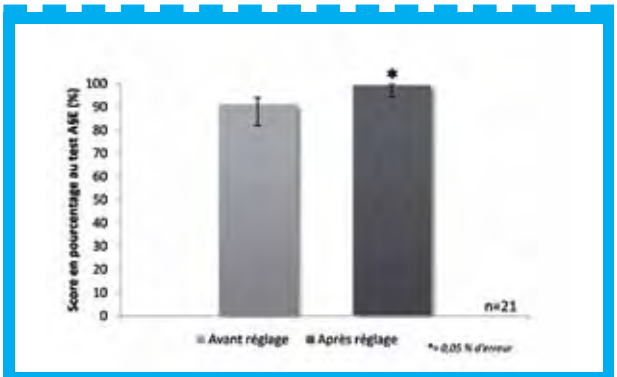


Figure 4 : Scores obtenus au test de discrimination phonémique A§E®, avant (gris clair) et après (gris foncé) modification de réglage des aides auditives des 21 sujets du groupe 1.

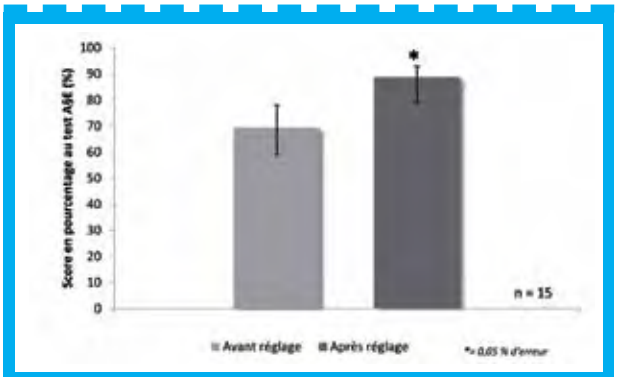


Figure 5 : Scores obtenus au test de discrimination phonémique A§E®, avant (gris clair) et après (gris foncé) modification de réglage des aides auditives des 15 sujets du groupe 2.

Figure 6 : Scores de répétition de logatomes de Dodelé du groupe 1, avant (gris clair) et après (gris foncé) modification de réglage.

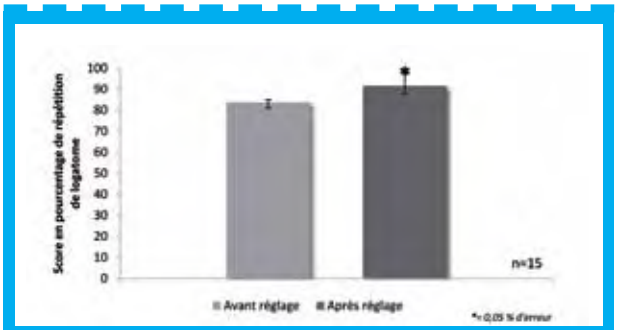


Figure 7 : Scores de répétition de logatomes de Dodelé du groupe 2, avant (gris clair) et après (gris foncé) réglage.

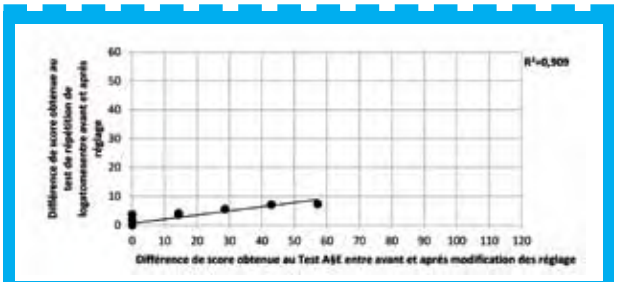


Figure 8 : Représentation de la régression linéaire entre la différence de score avant et après réglage du test A§E (abscisse) et du test de répétition de logatome (ordonné), pour chacun des sujets du groupe 1.

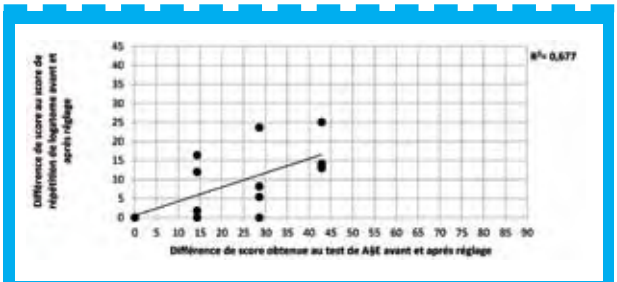


Figure 9 : Représentation de la régression linéaire entre la différence de score avant et après réglage du test A§E (abscisse) et du test de répétition de logatome (ordonné), pour chacun des sujets du groupe 2.

augmentation de la perception des sons de parole. Ces résultats concordent avec ceux d'autres études ayant montré qu'une discrimination fréquentielle adéquate est essentielle pour une perception appropriée de la parole. (Bishop & McArthur, 2005; Hill, Hogben & Bishop, 2005; McArthur & Bishop, 2004; Mengler, Hogben, Michue & Bishop, 2005). Considérant qu'une bonne discrimination fréquentielle est essentielle pour une juste production et compréhension de voyelles et de consonnes, cette relation entre les deux tests paraît cohérente. Ces résultats pourraient avoir une implication importante pour la réadaptation auditive proposée aux enfants appareillés.

En effet, le test de discrimination phonémique peut-être un outil permettant de court-circuiter l'audiométrie vocale chez l'enfant. Ce test permet d'assurer une bonne perception des sons de la parole, sans participation active des enfants comme pour une audiométrie vocale.

Cependant, cette étude possède aussi ses limites, puisque de nombreux phonèmes n'ont pas été testé tels que les plosives voisées et non voisées (/b/, /d/, /g/, /p/, /t/ et /k/). Le logiciel A§E® ne permet pas de tester ces consonnes, et ainsi analyser le traitement de ces sons par les aides auditives. En effet si la montée rapide du niveau de signal déclenche les systèmes de compression ou de limitation de niveau de sortie alors, il est possible que ces indices soient altérés physiquement et que la plosive ne soit discriminée correctement. Il aurait donc été intéressant d'analyser les signaux étudiés en sortie d'aide auditive, pour témoigner des limites de leur traitement du signal sur le plan discriminatoire.

Conclusions et perspectives

En conclusion, l'étude montre que le test de discrimination phonémique A§E® permet d'améliorer significativement la discrimination des phonèmes or une discrimination fréquentielle appropriée est essentielle pour la qualité de la perception langagière.

Jusqu'à maintenant, l'audiologie s'intéresse surtout à la mesure de la détection de sons purs (1er niveau de l'oreille interne) ou à la reconnaissance de la parole (3ème niveau : l'identification). Or le test de discrimination phonémique peut être un outil complémentaire aux différents tests d'évaluations prothétiques déjà existants. En effet, il permettra de complémenter ces différents tests.

La principale conclusion de cette étude est que ce test de discrimination phonémique est, pour l'enfant malentendant appareillé, l'équivalent de l'audiométrie vocale chez l'adulte. Il permet l'évaluation de la perception des sons de parole chez le jeune enfant (dès 6-9 mois par conditionnement).

En fonction des scores obtenus au A§E®, la discrimination fréquentielle pourrait être un apprentissage à consolider avec l'orthophoniste ; Selon des études (Harnard, 1987), la discrimination fréquentielle possède une part d'inné et une part d'acquis. Il est intéressant de noter qu'une erreur de répétition au test de logatomes, permet de souligner un défaut de prononciation dans le cas où la discrimination au A§E® est correcte. Cette analyse sera utile à relater à l'orthophoniste référent afin de mieux corriger la diction de l'enfant et donc l'aider au mieux dans son apprentissage du langage. En revanche dans le cas ou la discrimination et le test d'identification sont mauvais, alors cela peut caractériser soit des difficultés cognitives soit un gain insuffisant des appareils dans le cas de surdité sévère à profonde.

Dans ce cas le A§E® pourra mettre en évidence les limites de l'appareillage, lorsque le gain des appareils auditifs sera maximum et insuffisant pour une bonne récupération de la discrimination fréquentielle. Alors les résultats du A§E® pourront devenir un des critères d'implantation cochléaire dans le cas de surdité importante.

Pour conclure plus le matériel d'évaluation sera complet et meilleures seront les performances auditives des adultes et enfants malentendants appareillés. En effet cet outil mesure le second niveau de traitement du signal de l'oreille interne, qui permet d'accéder à une identification juste de la parole.

Bibliographie

Goldstein, E.B. (Ed.). (2002). Sensation and perception (6e édition ed.). Pittsburgh: Thomson Learning.

Gfeller, K., Turner, C., Oleson, J., Zhang, X., Gantz, B., Froman, R., et al. (2007). Accuracy of cochlear implant recipients on pitch perception, melody recognition, and speech reception in noise. Ear and hearing, Volume 28, p412-423.

Kraus, N., McGee, T., Carrell, T.D. & Sharma, A. (1993). Neurophysiologic bases of speech discrimination. Ear and Hearing, 16, p19-37.

Bishop, D.V. & McArthur, G.M. (2005). Individual differences in auditory processing in specific language impairment: a follow-up study using event-related potentials and behavioural thresholds. Cortex, 41, p327-341.

Vaerenberg B, Govaerts PJ, De Ceulaer G, Daemers K, Schwauwers K. (2011) Experiences of the use of FOX, an intelligent agent, for programming cochlear implant sound processors in new users. Int J Audiol; 50: 50-58.

Hill, P.R., Hogben, J.H. & Bishop, D.M. (2005). Auditory frequency discrimination in children with specific language impairment: a longitudinal study. The Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 48, p1136-1146.

McArthur, G.M. & Bishop, D.V. (2004). Frequency discrimination deficits in people with specific language impairment: reliability, validity, and linguistic correlates. Journal of Speech, Language, and Hearing Research, Volume 47, p527-541.

Mengler, E.D., Hogben, J.H., Michie, P. & Bishop, D. (2005). Poor frequency discrimination is related to oral language disorder in children: A psychoacoustic study. Dyslexia, Volume 11, p155-173.

Osberger, M.J., Fisher, L. & Kalberer, A. (2000). Speech perception in children implanted with the CLARION Multi-Strategy cochlear implant. Advances in Oto-Rhino-Laryngology, Volume 57, p417-420.

Peterson, N.R., Pisoni, D.B. & Miyamoto, R.T. (2010). Cochlear implants and spoken language processing abilities: Review and assessment of the literature. Restorative Neurology and Neurosciences, Volume 28, p237-250.

Daemers K, Yperman M, De Beukelaer C, De Saegher G, De Ceulaer G, Govaerts PJ. (2006) Normative data of the A§E® discrimination and identification tests in preverbal children. Cochlear Implants International; p107-116.

Harnards, S. (1987). Category induction and representation. In Categorical perception -The groundwork of cognition. Cambridge Press University. p535-565.

SONIC | bliss

Le bonheur commence comme ça.

bliss

4 ans
garantie fabricant

Bliss redonne le sourire à vos patients - et à vous-même ! Grâce à sa technologie exclusive Speech Variable Processing, Bliss offre une qualité sonore naturelle qui fait la réputation de notre marque dans le monde entier. Le nouvel algorithme Speech Priority Noise Reduction garantit quant à lui des performances inédites en matière de compréhension de la parole dans le bruit. Enfin, les miniBTE communiquent sans fil grâce à l'interface SoundGate (Bluetooth®). N'attendez plus pour découvrir Bliss et partager des expériences positives avec vos patients. **En savoir plus sur www.sonici.com**

www.sonici.com
Parc des Barbanniers - 3 Allée des Barbanniers - CS4006
92635 Gennevilliers Cedex - Tél. +33 1 41 88 00 88

SONIC
Everyday Sounds Better

Interview
Dr Natalie Loundon

Arnaud COEZ
Audioprothésiste D.E.
Membre du
Collège National
d'Audioprothèse

acoez@noos.fr

Le nouveau Necker est né. Comment s'organise l'activité ORL au sein de cette nouvelle structure ?

Le transfert du service ORL de Trousseau et sa fusion avec le service ORL de Necker font partie d'un projet global de restructuration et de groupement de divers services des hôpitaux de l'assistance publique de Paris (APHP).
Sur le site de l'hôpital Armand Trousseau, les services d'ORL, de maxillo-facial, de génétique et de pneumologie (une partie) ont été concernés.
Ces services ont / doivent intégrer le nouveau bâtiment « Laennec » de Necker Enfants Malades entre Avril et Juin dans le cadre d'un projet de pôle « tête et cou » dédié à la pédiatrie qui est le plus large d'Europe.
L'association de divers services de pointe sur un même site permet de favoriser un exercice d'excellence pour la prise en charge médicale, chirurgicale des pathologies de la tête et du cou, de créer un centre référent unique pour les pathologies malformatives congénitales, et les maladies génétiques rares.

En ce qui concerne les maladies génétiques, l'institut « Imagine », soutenu par la fondation du même nom existe déjà sur le site de Necker. Cet institut est un lieu où la recherche et les soins peuvent interagir. L'ouverture d'un nouveau bâtiment qui les accueillera sur le campus non loin du bâtiment Laennec, est attendue cette année. Le partenariat étroit des cliniciens et chercheurs est une chance supplémentaire pour tous les patients porteurs de pathologie génétique.

Le bénéfice économique de ce regroupement est principalement la mutualisation des personnels paramédicaux : possibilité d'extension des plages d'utilisation du bâtiment (bloc opératoire, secteur de la consultation) ; par ailleurs l'unité géographique devrait aussi permettre à terme de diminuer le poids financier immobilier, qui est considérable à l'AP-HP.

Pour les patients, la cohérence et l'articulation facilitée de toutes les spécialités qui peuvent être nécessaires à la prise en charge d'une pathologie est une assurance de qualité dans les cas les plus complexes.

Le service ORL se compose de 6 unités qui s'articulent ainsi:
- Les urgences ORL
- Le bloc opératoire commun
- L'hospitalisation en ORL (22 lits)
- La chirurgie ambulatoire
- La consultation ORL
- L'audiophonologie (comprenant le centre de référence dépistage et l'unité d'implant cochléaire)

Les urgences ORL pédiatriques centralisées de Necker drainent depuis toujours la pathologie ORL pédiatrique urgentiste de toute l'Ile de France (infections sévères et profondes, pathologie tumorale, polytraumatisés, corps étrangers bronchiques, brulés) et constitue une activité qui doit bénéficier d'un environnement multidisciplinaire, neurochirurgie, maxillo-facial, orthopédie, imagerie, réanimation, pour répondre au mieux aux situations extrêmes et inhabituelles.

En ce qui concerne la chirurgie, le travail se fait dans un bloc commun (salles dédiées), ce qui permet de travailler si nécessaire en équipe pluri disciplinaire et d'étendre les plages opératoires. La chirurgie ambulatoire, elle, sera amenée à se développer dans les années à venir, dans les indications d'amygdalectomie, de tympanoplastie, de petites lésions cervicales, et pourquoi pas, à terme, pour la chirurgie d'implant cochléaire.

L'organisation actuelle permet à la consultation non urgente d'accueillir des patients sur des plages plus longues que celles que nous pouvions obtenir à Trousseau, à savoir 8.30 à 18heures.

Au niveau du secteur d'audiophonologie, nous avons 6 cabines insonorisées équipées avec du matériel d'audiométrie pédiatrique et 4 avec des PEA, permettent de réaliser selon les cas, du dépistage, de l'audiométrie, des explorations fonctionnelles (OEA/PEA/ASSR) sur le plateau de consultation.

L'unité d'implantation cochléaire garde la structure identique à celle de Trousseau, mais avec des plages de consultation élargies : secrétariat/accueil, réglage d'implant, salles d'orthophonie, boxes de consultation médicale, psychologues. L'unité de lieu est un avantage pour les patients qui ont des consultations multiples sur la même journée et facilite la circulation des informations au cours des consultations groupées.

Nous formons une très grosse équipe ORL et audio-phonologique, car nous avons fusionné le personnel médical et paramédical des deux équipes Trousseau-Necker. Nous avons travaillé en partenariat sur les deux sites pendant 18 mois et je dois dire que, malgré le volume de l'activité et le nombre d'intervenants, la jonction des deux services s'est fait dans de bonnes conditions et en bonne intelligence malgré les difficultés qui sont inhérentes à ce genre d'opération.

Quels sont les éléments qui caractérisent cette nouvelle organisation dans laquelle tu travailles aujourd'hui ?

Biographie *express*

Le Dr Natalie Loundon est chirurgien ORL et médecin audiophonologiste pédiatrique

Au sein du service ORL de l'hôpital Trousseau, elle contribuait au dépistage et au diagnostic de la surdité de l'enfant, et participait à l'organisation de la prise en charge pluridisciplinaire de la surdité, qui fait intervenir médecins et chirurgiens, orthophonistes, psychologue, généticienne et audioprothésistes. Elle assurait également le suivi des enfants appareillés et implantés cochléaires, ainsi que les liens vers les associations de patients.

Depuis avril 2013, le service ORL de l'hôpital Trousseau a été transféré à l'hôpital Necker dans le pôle 'mère-enfant' du 'Nouveau Necker'.

En quoi la réunion du service ORL de Necker existant et de celui de Trousseau améliore l'offre de soins proposée au patient?

Pour faciliter le parcours de soin et assurer une prise en charge optimale des patients, les grandes fonctions médicales et les disciplines partenaires sont regroupées par niveau. Cette configuration permet des interventions ultra-rapides, multidisciplinaires et coordonnées.

Le Pôle Mère-Enfant Laennec en chiffres :

- 400 lits et berceaux, dont 100 lits de réanimation et de soins intensifs
- 20 salles d'opérations, 60 salles de consultations externes
- 1 plateau d'imagerie de haut niveau (IRM, Scanner) équipé de matériels techniques dernière génération.)

Le dépistage néo-natal systématique de la surdité a été adopté en 2012. Quel bilan peut on faire un an après ? Quels enseignements retient-on des régions (ou des autres pays) dans lesquelles le dépistage précoce a été mis en place ?

Le ministère des affaires sociales et de la santé a émis le 29 Mars dernier une circulaire (DGOS/R1/2013/144) qui fixe les ressources d'assurance maladie des établissements de santé, c'est-à-dire cliniques, hôpitaux, maternités… Une enveloppe budgétaire est prévue pour les maternités, d'un équivalent de 18,70 euros par nourrisson dépisté, ainsi que la possibilité d'un codage des actes de dépistage et un financement pour la coordination régionale du dépistage.

Il n'y a donc à ce jour pas encore de dépistage uniformément organisé sur le territoire. En revanche, les actions locales et les programmes régionaux/départementaux existants depuis plusieurs années se poursuivent et on peut considérer qu'environ 45% des nourrissons ont accès au dépistage de la surdité en France. Le financement du dépistage ayant été depuis peu voté, les choses devraient s'organiser sur le territoire dans les mois à venir, et nous espérons que des directives précises départementales seront émises rapidement.

Le bénéfice attendu de ce dépistage en France est celui connu, décrit dans les autres pays développés, la France est très en retard dans ce domaine. On sait qu'il est possible d'appareiller dès les premières semaines de vie et ce, qu'il s'agisse de surdité moyenne, sévère ou profonde. L'intérêt est de réhabiliter l'audition de façon optimale au moment même où le cerveau du nourrisson est particulièrement sensible à ces stimulations. Le signe le plus évident qui fait rechercher un trouble auditif, c'est à dire le retard de parole et de langage est d'apparition tardive - 18/24 mois pour les surdité les plus sévères, et encore plus tard pour les surdité moyennes (48 mois). Les diverses études d'imagerie et d'électrophysiologie confirment les observations cliniques qui montrent les résultats excellents et très naturels de la réhabilitation lorsque celle ci est très précoce.

Quelle est la mission du nouveau Necker dans le cadre du dépistage néo-natal systématique de la surdité ? Quel plateau technique a-t-il été développé pour remplir cette mission ?

A Trousseau nous étions centre référent de dépistage et d'orientation de la surdité (CDOS) et cette activité a été naturellement reportée sur le site de Necker. Notre mission est de recevoir les nourrissons dont le test / re-test en maternité est douteux et de suivre les enfants « à risque » de surdité.

Nous sommes équipés d'appareils de dépistage - potentiels évoqués auditifs automatisé (PEAA) - et bien sûr d'outils diagnostiques - PEA / audiométrie.

Il n'est pas dans notre mission - et il n'est pas envisageable, étant donné le volume de nourrissons à tester - de voir tout ceux qui n'ont pas été dépistés en maternité par défaut d'organisation territoriale. Nous travaillons avec l'aide de deux infirmières formées spécifiquement à l'accueil des familles, dont une connaissant la langue des signes, et qui s'occupe de la réalisation des PEAA en partenariat avec l'équipe médicale.

En cas de résultat du dépistage anormal, nous organisons les examens à visée diagnostique. Si la surdité se confirme, nous proposons des consultations pluridisciplinaires (ORL, psychologue, orthophoniste) pour accompagner au mieux les familles.

Comment sont organisées les consultations médicales ORL à l'hôpital ?

En ce qui concerne le (post)dépistage en période néo-natale, ce sont majoritairement les maternités qui nous adressent les enfants dont le test/re-test est resté douteux. Des pédiatres et ORL nous adressent aussi les enfants qui sont à risque et qu'il faut surveiller.

En ce qui concerne les demandes de bilan auditif pour les enfants un peu plus âgés, les familles peuvent prendre RV directement si elles ont des doutes en ce qui concerne l'audition de leur enfant.

Si la demande semble urgente (en cas de retard au diagnostic avec signes évidents, en cas d'enfant en difficulté majeure, s'il existe un doute important avec des facteurs de risque, ou qu'un premier examen à mis en évidence une surdité) il est possible de demander au médecin traitant, au pédiatre, à l'ORL, de nous contacter ou de faire un courrier pour argumenter un RV dans un délai raccourci. En France, le nombre de praticiens ORL sachant réaliser ou étant équipé pour des examens de l'audition de l'enfant est limité et la démographie médicale prévisionnelle n'est pas favorable. Il y a déjà maintenant un engorgement important des consultations dédiées à l'évaluation de l'enfant, il est donc utile d'avoir un avis médical pour appuyer une demande qui paraît urgente.

Les délais de RV médicaux sont en moyenne de 4 mois, voir plus dans certaines périodes, mais il est toujours possible d'avoir un RV plus rapide sur des plages d'urgence ou encore sur des plages de consultation privée.

Une consultation de diagnostique est toujours longue, puisqu'il faut le temps d'accueillir l'enfant et sa famille, d'analyser les signes cliniques et médicaux, de faire l'audiométrie dans les conditions optimales d'observation, et éventuellement d'organiser dans la foulée le test de PEA sous sieste, avant de pouvoir répondre aux questions des parents. Il est donc très délicat d' « intercaler » des RV sans perdre en qualité et en fiabilité…

Les structures hospitalo-universitaires ont une vocation de formation des étudiants en médecine, orthophonie, audioprothésistes… Combien de personnes sont accueillies et formées par an ?

Nous avons en effet une vocation universitaire et formons chaque années des étudiants et professionnels de divers horizons. Au niveau des spécialités médicales, nous accueillons 8 internes d'ORL/semestre, dont 2 en exploration fonctionnelle et 25 étudiants en médecine par an. Il y a une quinzaine d'observateurs « séniors » en ORL (français et étrangers) souhaitant compléter leur formation par des stages d'observation ou dans le cadre du diplôme universitaire d'otologie et d'audiophonologie de l'enfant.

Au niveau paramédical, nous encadrons/recevons une dizaine de personnes par an :

- des orthophonistes en formation venant d'écoles d'orthophonie française ou bruxelloise
- des audioprothésistes en formation
- des orthophonistes et audioprothésistes « séniors » qui souhaitent se sensibiliser à l'enfant
- des stagiaires de l'éducation nationale

La richesse des dossiers cliniques, la concentration de professionnels autour du patient permettent-elles le développement d'une recherche clinique médicale ? Quels sont les grands axes de recherche retenus ?

Nous avons plusieurs points de recherche clinique en audiologie : les axes sont divers et j'en citerais quelques uns :

- avec le service de génétique et le Dr Marlin, nous cherchons à améliorer nos connaissance génotype-phénotype (c'est à dire les caractéristiques cliniques et électrophysiologiques des surdités selon leur cause génétique),
- les recherches électrophysiologiques et cérébrales qui concernent le développement de la parole et du langage à un stade très précoce chez l'enfant sourd implant (étude en lien avec A. Coez et le laboratoire INSERM),
- avec le laboratoire de développement cognitif, avec une étude sur le développement de la latéralité chez le nourrisson sourd (Mme Fagard, CNRS)
- les études cliniques sur les implants d'oreille moyenne.

A cet égard, on ne compte plus les études bio-médicales internationales qui démontrent l'importance d'une opération précoce quand un implant cochléaire peut être envisagé. A l'hôpital Trousseau quel était l'âge moyen d'implantation ? L'organisation des soins dans d'autres pays permet-elle une opération plus précoce ?

Même si dépistage et implantation cochléaire ne sont pas directement liés (la plupart des enfants dépistés n'ont pas d'indication d'implant cochléaire !), le dépistage précoce des surdités profondes permet de proposer une implantation cochléaire avant l'âge de 12 mois à des enfants qui sont actuellement candidat à l'implant vers l'âge de 2-3 ans en raison du retard au diagnostic. Hors dépistage, l'âge moyen de diagnostic d'une surdité profonde reste, malgré les campagnes de sensibilisation, de 15 mois. En effet les signes « évidents » faisant évoquer la surdité sont tardifs. La moyenne d'âge à l'implantation est de 2 ans 8 mois. Dans les pays où le dépistage systématique est uniformisé, l'âge moyen à l'implantation est autour de 12 mois. Cette année d'écart est autant de temps perdu pour la qualité du résultat linguistique futur. Dans le cadre d'un projet oraliste, la réhabilitation des très jeunes nourrissons doit tenir compte de ce que l'on connaît en terme de développement cérébral et de fenêtre de stimulation.

Pour l'instant, la majorité des enfants sont implantés en France, d'un seul côté, pour quelle raison ? Quelles sont les indications actuelles de l'implant cochléaire bilatéral ? Quels bénéfices ont pu être notés ?

L'extension des indications d'implantation bilatérale à tous les nourrissons sourds profonds bilatéraux par la HAS date de début 2012, donc est très récente. La plupart des patients, hors cas particuliers, ont eu accès a une implantation unilatérale. Actuellement tous les nourrissons ayant une surdité bilatérale profonde nouvellement diagnostiquée peuvent avoir droit à une prise en charge de 2 implants cochléaires mis simultanément.

Dans la pratique, en France, les familles restent souvent non demandeuses d'une double implantation simultanée (aspect esthétique, idée d'un enfant « robot », peur

de la chirurgie, conservation d'une cochlée vierge pour des traitements futurs...) Mais les choses changent progressivement. Les observations de cette population bi-implantée précocement sont très encourageants, avec l'entrée dans un langage oral naturel de qualité, dès lors qu'il n'y a pas de troubles associés à la surdité.

En revanche nous avons une nette augmentation des demandes d'implantation séquentielle bilatérale, notamment lors de l'abandon de la prothèse controlatérale, ou en cas d'aggravation d'une audition résiduelle. Les indications doivent se discuter au cas par cas, car les résultats ne sont pas toujours au rendez-vous, et dépendent du délai entre les deux implants et de l'histoire de la surdité.

L'essai d'un appareillage conventionnel préalable était proposé aux familles avant une implantation monaurale, l'enfant conservant sa prothèse conventionnelle controlatérale après l'intervention. Quand il y a une indication d'implantation bilatérale, cette démarche demeure-t-elle adaptée ? Qu'en est il dans les autres pays européens ?

Notre position est de proposer un temps d'appareillage systématique, pour diverses raisons et ce, quel que soit le projet d'implantation.

Il y a des raisons audiologiques : cela permet de s'assurer des seuils auditifs et de la cohérence du projet d'implant cochléaire. Cela permet aussi à la famille de prendre le temps de s'ajuster à la situation de réhabilitation et de prendre la mesure du handicap, et donc aussi de se conforter dans le projet d'implant cochléaire. Enfin, l'adaptation des prothèses est aussi un temps préparatoire au port ultérieur d'un processeur contour d'oreille. Il ne faut pas faire non plus perdre du temps à l'enfant et en cas de surdité profonde, quelques semaines suffisent en général. Dan certains pays, où les familles et les assurances payent l'appareil auditif puis l'implant, il s'agit d'un coût supplémentaire important qui ne peux être accepté et les enfants sont parfois implantés directement. Le principe est alors de ne pas faire attendre le nourrisson sourd profond et de lui proposer rapidement la chirurgie.

Environ 6 000 implants cochléaires ont déjà été posés en France, dont la moitié chez des enfants. Combien d'implantations sont prévues cette année à Necker ? Quelle est la progression attendue d'une année sur l'autre ?

Si l'implantation devient bilatérale, la croissance du nombre de patients implantés sera d'autant plus grande. Il faut en outre assurer le suivi des patients toute leur vie (une petite fille qui naît en 2013 à une espérance de vie de 100 ans !). De plus, au bout de cinq ans il faudra renouveler les processeurs externes et continuer de fournir en matériel les nouveaux patients implantés.

Quelle organisation a été mise en place à l'hôpital pour assurer ce service ? Dans d'autres pays européens, d'autres organisations ont elles été mises en place ? Est ce que le service audioprothétique rendu est alors moins efficace ?

Nous avons réalisé ces deux dernières années un peu plus de 100 implants par an, et avons plus de 900 patients implantés. Chaque enfant est suivi environ pour une vingtaine d'année. La demande pourrait augmenter de 20 à 30 % dans les années à venir en raison notamment de l'extension des candidats à la bilatéralisation. Nous devons réfléchir à la façon d'organiser le suivi et d'augmenter les moyens humains pour permettre d'accueillir, de suivre et de revoir cette cohorte qui s'agrandit de façon exponentielle dans des conditions acceptables pour tous.

Les renouvellements de processeurs externes se font par tranche de 5 ans et uniquement au niveau des centres implanteurs. Les autres pays Européens et au niveau plus large, mondial, se sont organisés différemment. Les Audiologistes évaluent les enfants sourds avant et après l'implantation, règlent les implants et assurent le service après vente pour le matériel. Ils travaillent en étroit partenariat avec les ORL et font partie de l'équipe d'implantation. Les consultations ont lieu dans le service d'Audiologie et non plus alors, dans le service ORL.

En France ce corps de métier n'existe pas.

D'autres solutions existent, comme la création d'un équivalent de centre ressource dédié à l'implant cochléaire mais affilié au service ORL implanteur, permettant de désengorger les services hospitaliers. Il faut cependant trouver des ORL et orthophonistes qui sont formés à la surdité et puissent régler les implants. Aujourd'hui la démographie de ces deux corps de métier n'est pas très favorable à une extension de centres de ce type. Il reste donc un réel problème organisationnel de fond.

Le service d'hospitalisation d'ORL et chirurgie cervico-faciale de Trousseau est transféré depuis le 4 avril 2013 dans le Pôle Mère-Enfant Laennec.
La consultation d'ORL cervico-faciale a intègré ce bâtiment le 29 avril 2013.

Nouvelles coordonnées

Hôpital Necker - 149 rue de Sèvres - 75015 Paris - Secretariat : 01 71 39 67 95 ou 01 71 39 69 07
Accueil hospitalisation : 01 44 49 46 93 - Accès : Bâtiment Laennec Rez de Chaussée Bas puis 2e étage
Consultation et urgences de jour (8h-18h30) : 01 44 49 46 86 - Bâtiment Laennec Rez de Chaussée Bas
Accueil urgences nuit (18h30-8h) WE et jours fériés : Urgences Enfants Necker

Une consultation d'ORL pédiatrique de proximité est maintenue à l'Hôpital Trousseau
Bâtiment Lemariey porte 19 - secteur lapin bleu - 01 44 73 61 72 - 149 rue de Sèvres - 75015 Paris - www.hopital-necker.aphp.fr

Notes de lecture
Dernières parutions scientifiques

François DEGOVE

Membre du Collège National d'Audioprothèse

francois.degove@wanadoo.fr

GERIATRIC AUDIOLOGY

Second Edition - B. E. Weinstein

THIEME; 363p.; 2013

Comme cela est indiqué, il s'agit de la deuxième édition de ce livre. La première était déjà une réussite.

L'auteur rappelle que le choix fait à l'époque de la 1ère édition par le Dr M. Ross de publier un ouvrage sous ce titre avait pour motivation première le fait que la formation des audiologistes avait un peu perdu de vue l'équilibre entre les formations médicales, techniques et sociales et/ou économiques. L'EPU qui vient de se terminer à Paris sur le sujet en question montre que les professionnels ont en effet, aujourd'hui, ces questions qui reviennent et s'imposent avec une certaine force. Cela pour deux raisons : la première la croissance très importante du marché et donc du nombre de porteurs d'aides auditives a montré que la solution de la prise en charge prothétique ne devait pas se résumer à la vente d'un équipement souvent très sophistiqué à des gens qui ne savaient pas toujours bien l'utiliser. La deuxième raison est que la réflexion sur l'impact des choix médicaux sur le bien être des gens est devenu une exigence des financeurs du marché, Sécurité Sociale, Mutuelles, ... et donc émerge une obligation de la part des professionnels de la santé de mesurer l'impact de leur travail sur les populations en question.

Avant d'aller plus loin dans la présentation du livre il n'est pas inutile de rappeler pourquoi le médico-social revient sur le devant de la scène. Il suffit de rappeler quelques chiffres. Pour les « 65 ans et + », dans le domaine sensoriel visuel, 1,2% de la population conserve des difficultés de lecture même avec aide, 10,8% de la population ayant des difficultés n'a pas d'aide, 0,9% de la population a des difficultés de loin.

Pour entendre, 4,4% sans difficultés avec aide, 3,4% de la population ayant des difficultés n'a pas d'aide, 22,0% de la population ont des difficultés même avec aide. Même si il ne faut pas confondre les problèmes visuels et auditifs et, si on souhaite faire une comparaison alors il faut comparer l'amblyopie avec le déficit auditif et là les résultats s'inversent en faveur de l'audition. Mais en matière d'économie de la santé ces aspects restent encore trop mal perçus par les personnes qui traitent les aspects économiques. Cette restriction ou ce malentendu étant entendu, ces résultats posent un certain nombre de questions. Les chiffres donnés ici pour la question auditive peuvent être un peu modulés à la lecture de la synthèse réalisée par E. Hans dans le compte rendu de l'EPU 2011 fait dans les Cahiers de l'audition.

Ces chiffres montrent que l'on ignore pourquoi les gens ont conservé des difficultés avec aide même si on peut s'en douter sur certains points. On retrouve là tout le sens du questionnement que l'approche purement commerciale ne peut pas éclairer en totalité. Sur certains points on peut naturellement suspecter certains problèmes techniques dans la prise en charge. Mais, dès lors que les patients sont suffisamment actifs il devient possible de les interroger pour essayer de mieux comprendre ce qu'ils apprécient dans les prises en charge et ce qu'ils reprochent à ces mêmes prises en charge. L'auteur a donc entrepris un travail de fond en mettant justement le patient/consommateur au centre de ses préoccupations. Accroître la réceptivité aux besoins et aux attentes ou préférences sont en fait les maîtres mots de ce type de démarches. Nous ajouterons qu'il convient d'avoir parfaitement identifié les problèmes sur le plan technique et là il y a sans doute de temps à autres quelques points d'interrogations qui subsistent sur les niveaux de pratique. Maintenant la qualité en santé ne peut exister que si le sujet est lui-même impliqué dans une démarche d'amélioration de ses résultats et coopère. Parmi les outils permettant un travail sérieux il y a les évaluations sous réserve de la validation des outils. Il ne suffit pas, même si c'est déjà bien, de poser 3 questions et de demander le retour du questionnaire pour pouvoir juger de la qualité d'un service.

La plupart du temps les réponses à certaines questions trop directes gênent les personnes qui doivent y répondre. Donc, celles-ci, sauf cas extrême, ne répondent pas franchement. C'est pourquoi les questionnaires réalisés par des organismes indépendants en tous les cas pas directement impliqués permettant alors un certain anonymat ont souvent plus de poids lorsqu'il s'agit d'évaluer des points sensibles d'un service. C'est donc ce qu'a entrepris Barbara Weinstein (Professor and Executive Officer, Graduate Center, City University New York) qui est partie du point de vue sans doute assez exact que la plupart des personnes concernées ainsi que leurs familles pouvaient apporter des réponses à certaines questions.

Elle a donc construit un questionnaire comportant 10 questions à propos de la surdité, la perception que les patients avaient de l'expérience de leur prise en charge par l'audiolologiste fournisseur de leur équipement (la plupart du temps privé) et, les services que pourraient et devraient apporter le professionnel en question. Les sujets soumis au questionnaire avaient un âge moyen de 84 ans et étaient équipés depuis une dizaine d'années en moyenne (Entre 3 et 20 ans). Ils étaient au nombre de 25.

Les réponses souligne B.W. furent extrêmement informatives. Tout d'abord vis-à-vis du prix jugé trop élevé, sauf ceux qui s'étaient adressés à Costco organisme qui propose des prises en charge moins onéreuses. Autre réponse très nette, la surdité est aliénante, et entraîne une limitation très nette des relations sociales, frustrantes, embarrassantes, etc. L'auteure rapporte même l'expression d'une des personnes interrogée qui dit qu'elle donne l'impression d'être « off the wall » du fait de son incapacité à répondre correctement à ce qu'on lui demande. L'expérience avec l'équipement auditif est variable. Néanmoins, une majorité dit que si un ami leur demande leur avis sur le port d'une aide auditive ils répondent qu'il faut entreprendre la démarche et qu'ils pourraient donner l'adresse de leur audiologiste. La majorité reconnaît que le professionnel qui s'est occupé de la prise en charge a eu la volonté de les suivre avec attention.

Ils considèrent aussi que leur audition est meilleure avec une aide auditive que sans. Du coup l'aide auditive est considérée comme un plus dans leur vie. Plusieurs personnes soulignent être très frustrées par le fait de mal entendre

dans le bruit. Maintenant ceux pour lesquels l'expérience est négative ont associé leur audiologiste à un « vendeur de voitures d'occasion en mauvais état ». Leur déception provenait en particulier du fait qu'on ne leur a pas laissé le choix entre plusieurs marques et aussi parce que souvent le professionnel n'a pas pris le temps d'expliquer le choix d'une aide plutôt qu'une autre. En fait disent-ils, nous « étions face à une personne beaucoup plus pressée de vendre que de s'occuper de notre problème auditif ». B. Weinstein ne manque pas d'humour ou d'autodérision lorsqu'elle écrit : « En fait je suis essentiellement une universitaire qui prêche plus qu'elle ne pratique, collaborant et enrichissant mon savoir auprès de personnes sourdes et ayant à faire à des audiologistes. C'est ma manière de documenter mon travail d'enseignante et ma pratique clinique de chercheur ! » Ce point de vue nous intéresse beaucoup. J'aurais d'ailleurs envie de renvoyer immédiatement le lecteur au livre « Tinnitus » présenté ci-dessus qui rappelle au passage que le traitement doit passer par une parfaite maîtrise de la recherche clinique (B. Moore et la psycho-acoustique de l'acouphène ou A. Noreña et son évocation des zones mortes. Comment en parler et pourquoi si on ne se donne pas le mal de les rechercher ? Voire si on ne sait même pas que cela existe !).

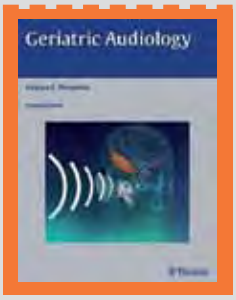
Le livre est construit sur 12 chapitres regroupés en trois sections. La première section traite : des aspects normaux et anormaux du vieillissement. Les trois premiers chapitres traitent de l'épidémiologie, de la biologie générale du vieillissement et de l'évolution des aspects psychologiques liés à l'âge, le quatrième chapitre présente des mises au point récentes concernant le vieillissement du système auditif. Ce travail est extrêmement intéressant du fait de la « remise à plat » des travaux de Schuknecht. Travaux un peu pionnier vis-à-vis du classement des surdités que l'on nomme sans doute un peu maladroitement « la » presbyacousie alors qu'on dénombre à peu près 6 « archétypes » de presbyacousie. Il s'agit sans doute d'une prudence louable dans le sens où on ne connaît en fait jamais exactement le type de presbyacousie dont relève un sujet même si certains résultats sont parfois suggestifs. Ce point nous amène à suggérer que peut-être il serait préférable de commencer à s'habituer à parler « des» presbyacousies. Dans la deuxième section : « les changements dans la perception auditive en relation avec l'âge » on trouve comme dans les précédents des mises à jour très nombreuses et très utiles. Le premier chapitre traite de l'audiogramme tonal des OEA et de la tympanométrie. Un point très sérieux est fait sur les différents aspects de la prise en charge audiométrique avec prise en compte des dernières publications. Certains travaux laissent penser qu'on arrivera sans doute tôt ou tard à qualifier les presbyacousies un peu mieux. B. Weinstein aborde assez largement le sujet vers la fin du chapitre. Cette mise au point mérite lecture. Dans le chapitre suivant, reconnaissance de la parole et déficits fonctionnels.

On retrouve dans ce chapitre des questions importantes qui nous concernent au premier chef par exemple la relation entre audibilité et intelligibilité. L'hypothèse de la composante centrale est aussi traitée avec attention. Une mise en balance avec les facteurs cognitifs et les interconnexions possibles entre ces deux points de vue est proposée. Enfin et c'est essentiel les conséquences sur la qualité de la vie pour les personnes souffrant de déficits auditifs dont la gêne résiduelle reste relativement importante. Dans la troisième partie sont traitées les considérations sur la réhabilitation. Le premier chapitre aborde la question d'une approche globale. C'est remarquable de précision. Pas de blabla, des faits des outils, des méthodes. C'est ce qu'on attend : structurer le savoir et le rendre opérant pour un professionnel pour donner une idée de ce chapitre il fait 50 pages format 21 x 29,7.

Le chapitre suivant aborde la dimension sensorielle, le rôle de l'aide auditive est développé ainsi que celui des aides complémentaires. Plus de 70 pages sont consacrées à ces aides. Tous les aspects sont passés en revue non pas tant sur les méthodologies d'appareillage que sur les évaluations, les limites de certains résultats, pourquoi, comment y répondre, ne pas oublier d'anticiper leur éventuelle présence, etc. On y apprend aussi l'importance d'une certaine évaluation des composantes centrale au travers de 3 scénarios.

C'est très actuel et correspond parfaitement à la tendance forte de la prise en charge globale qu'on attend d'un vrai professionnel qui sait travailler en équipe avec ORL, orthophoniste, etc. Dans le chapitre qui suit : promotion de la santé et prévention. La place des dépistages est évidemment posée (quand, comment, par qui ?). Les premières réponses : audiologistes prothésistes, ORL, même combat. Quelles sont les bonnes informations à donner pour prévenir, préparer, etc. (Au passage dans ce chapitre on retrouve des conseils pour communiquer avec les personnes malentendantes). Avant dernier chapitre, le service de soins à long terme. Bien sûr que le traitement prothétique est un traitement à long terme. Ce n'est pas une nouveauté mais pour que cela se passe bien il faut savoir le rendre indispensable et donc le structurer pour qu'il le devienne. Le dernier chapitre est un chapitre de responsabilisation économique et sociale : financer les acquisitions et prises en charge, etc. Intéressant sur beaucoup de points bien que la structure économique ne soit pas la même chez nous il y a des choses à apprendre.

Au total ce livre rentre dans la catégorie des livres qui feront date dans notre monde et ceux qui le liront attentivement n'auront pas perdu leur temps. Ils passeront un cap en termes de professionnalisme s'ils mettent en pratique les tendances et conseils, c'est évident. Autre aspect important mais indirect, pour les étudiants. Notre camarade Daniel Chevillard qui enseignait les aspects audiologiques de la « gérontologie » a, comme vous le savez sans doute, cessé sont activité d'enseignement. Il n'a semble-t-il pas véritablement de successeur. A partir de cet ouvrage le Président du Collège pourra sans doute inciter une « jeune recrue » à se positionner sur ce terrain.



Veille acouphènes

Impact de l'acouphène sur le couple

Philippe LURQUIN
Audioprothésiste,
Chargé de cours,
Membre du Collège
National d'Audioprothèse
1000, Bruxelles
philippelurquin@yahoo.fr

Maud REAL
Logopède,
Chargée de cours,
1000, Bruxelles
maudreal@hotmail.fr

Catherine RAMPONT
Audioprothésiste
54130 Saint-Max

Introduction

Les retentissements négatifs de l'acouphène sur la vie quotidienne peuvent affecter le patient mais également son conjoint. Le conjoint est bien souvent le premier à être associé au vécu de cette perception qu'il a bien du mal à imaginer. Comme pour toute douleur difficilement quantifiable, la méconnaissance ou encore l'assimilation de l'acouphène à un trouble psychologique influent sur les représentations internes du conjoint.

Il n'existe pas de documentation sur le vécu du proche et ni sur l'impact de l'acouphène dans le couple. Cette veille propose de combler cette lacune.

Dans la littérature, on trouve plusieurs études portant sur le vécu et le rôle du conjoint dans la douleur chronique. Le parallèle que l'on peut faire entre douleur chronique et acouphène nous offre une première porte d'entrée pour comprendre l'impact de l'acouphène sur le couple.

Douleur et famille en souffrance

Cette partie examine les conséquences de la douleur pour le patient, mais aussi pour son entourage et son conjoint.

Beaucoup des concepts abordés ici, ont été développés en premier lieu pour la douleur chronique. Au vu des similitudes exposées précédemment, ces concepts seront transposés à la problématique de l'acouphène.

Impact pour l'entourage

a. Implication de la famille dans la problématique de la maladie chronique

Lors d'une étude de la Royal National Institute of the Deaf effectuée auprès de 890 anglais acouphéniques 41% estimaient que l'acouphène avait un impact négatif sur la relation avec leur conjoint. Parmi ceux-ci 78% ont trouvé que la relation était affectée par le stress dû aux acouphènes et enfin 39% se sont plaints d'un manque de compréhension de leur partenaire vis-à-vis du problème de l'acouphène.

En effet, la douleur chronique (ou l'acouphène), modifie le contexte familial à plusieurs « niveaux ».

Niveau pratique

La limitation fonctionnelle qu'induit la maladie selon le degré d'importance oblige la famille à opérer une redistribution des rôles et des tâches au sein du foyer (fonctionnement domestique, soins aux enfants, etc.).

- Niveau de l'attachement

La douleur chronique ou l'acouphène/l'hyperacousie menace le « lien d'attachement ». Les différents membres de la famille, face à l'expression des symptômes sont confrontés à la crainte d'une maladie grave.

- Niveau des règles de communication

La maladie a une répercussion sur les règles qui régissent la communication dans la famille. La modification de celles-ci se fait dans le but d'éviter les situations génératrices de tension. La règle « du silence d'évitement des conflits » est souvent observée. La communication peut aussi se « départager en aspects accessibles à la discussion et en d'autres dont il est implicitement interdit de parler ».

- Niveau de l'histoire familiale

La maladie peut induire des effets à long terme dans la vie des patients voire irréversibles, comme par exemple l'incapacité de travail (retrait professionnel).

Ces événements renforcent les tendances « centripètes », c'est-à-dire le rapprochement protecteur des proches autour du sujet.

b. Conséquences psychologiques pour le conjoint

Dans les études sur la douleur chronique, on observe que les conjoints de patients ayant une douleur chronique risquent plus de développer une dépression que les conjoints de personnes en bonne santé. De plus, dans ce cas, le niveau de dépression des conjoints est supérieur à celui observé chez les patients souffrants (Schwartz et al, 1991). Au vu des similitudes entre douleur chronique et acouphène, les conjoints de patients acouphéniques sont probablement touchés de la même façon.

Shanfield et al (cité dans Geisser et al, 2000) observent que la détresse psychologique des patients atteints de douleur chronique est en lien avec la détresse de leur conjoint. Cela d'autant plus que les niveaux de détresse psychologique sont élevés.

Schwartz et al (1991), ont quant à eux, relevé trois facteurs en lien avec le niveau de dépression des partenaires de patients souffrants de douleur chronique : le niveau de satisfaction conjugale perçu par le conjoint, l'intensité de douleur du patient et le niveau de colère et d'hostilité des patients. Plus ces facteurs sont importants, plus le conjoint sera déprimé. L'étude de Cano et Johansen (2004) corrobore ces propos. Ces derniers ont constaté que les niveaux de colère ou de mépris, ainsi que les niveaux de tristesse, sont corrélés chez les deux époux.

Face à un comportement de douleur, le conjoint peut réagir positivement ou négativement. En effet, on parle de renforcement positif lorsque suite à une manifestation de douleur, le conjoint apporte de l'attention au patient, ou lui fournit du soutien. Ce

renforcement positif maintiendrait voire augmenterait les comportements de douleur (Fordyce 1976 cité dans Léonard 2007).

A l'inverse un renforcement négatif se traduit par des réactions négatives ou par l'indifférence de la part des conjoints envers les patients. Le renforcement négatif conduit à une diminution voire à une disparition des comportements de douleur (Fordyce 1976 cité dans Léonard 2007). Selon Newton John et al (2006) les réactions des conjoints aux comportements de douleur couvrent un répertoire large. L'ensemble des réactions relevées par Newton John et al. sont référencées dans le **tableau 1** avec un exemple concernant les couples avec un patient acouphénique.

	Réactions des conjoints aux comportements de douleur	%	Exemples pour les couples avec un patient acouphénique
1	Fournir de l'aide : Actions destinées à soulager la douleur de l'autre ou à diminuer sa détresse liée à la douleur.	35%	Le conjoint allume la radio ou la télévision pour éviter le silence.
2	Observer seulement : Le conjoint observe et surveille la situation plutôt que d'agir directement.	15%	Le conjoint observe que le patient est distrait par son acouphène, il n'intervient pas. Mais il vérifie que celui-ci puisse accomplir ce qu'il a entrepris.
3	Offrir de l'aide : Le conjoint demande au patient s'il a besoin d'aide. Le patient peut refuser contrairement à la 1ére catégorie.	11%	Le conjoint propose de passer un appel téléphonique pour le patient. Car l'acouphène masque la parole de l'interlocuteur au téléphone.
4	Décourager les conversations à propos de la douleur : Si la manifestation du comportement de douleur est verbale, le conjoint tente de mettre fin à la discussion portant sur la douleur.	8%	Le conjoint détourne la conversation à propos de l'acouphène.
5	Encourager les conversations à propos de la douleur : Le conjoint tente d'inciter à la discussion à propos de la douleur du patient.	7%	Le conjoint s'intéresse à l'acouphène et engage la conversation sur ce sujet.
6	Encourager la persistance de la tache : Le conjoint encourage le patient à poursuivre une activité, même s'il reconnaît le comportement de douleur.	6%	Le conjoint encourage l'acouphénique à sortir au restaurant.
7	Bouclier : Le conjoint essaye d'éviter de contrarier le patient pour le protéger d'un stress supplémentaire.	6%	Le conjoint garde pour lui une mauvaise nouvelle.
8	Expression de la frustration : Suite au comportement de douleur, le conjoint exprime son irritation et sa colère.	4%	Le conjoint: «Arrêtes de te plaindre au sujet de ton acouphène».
9	Ignorer : Le conjoint ne tient pas compte du comportement de douleur, il l'ignore.	4%	Même si l'acouphénique fait la grimace car il n'entend pas bien dans le bruit, le conjoint ignore le problème.
10	Fournir de l'aide : Actions destinées à soulager la douleur de l'autre ou à diminuer sa détresse liée à la douleur.	3%	Le conjoint suggère au patient de faire une activité qui lui plaît avec un générateur de bruit blanc ou un bruit de fond .
11	Hostilité-sollicitude : Le conjoint est soucieux, mais montre toutefois une certaine agressivité ou irritabilité (par exemple « Combien de fois t'ais-je dit de ne pas porter les sacs ! Poses les tous de suite ! »).	2%	Le conjoint: «Oui, j'irai à la pharmacie chercher des piles pour les aides auditives, mais quand j'aurai le temps pour y aller».
12	Distraction : Il s'agit pour le conjoint de distraire le patient pour qu'il oublie sa douleur.	1%	Le conjoint essaye de distraire le patient de son acouphène en lui parlant d'autre chose.

Tableau 1 - Les différentes réactions des conjoints aux comportements de douleur (d'après Newton John et al., 2006 avec l'incidence en pourcentage + ajout d'exemples appliqués à l'acouphénique)

Expérimentation

Méthode

Nous avons interrogé pour ce travail 40 couples et avons soumis au patient acouphénique le questionnaire B.A.H.I.A. (Lurquin & al 2013) et une version modifiée à son conjoint. Celui-ci devait donner la réponse qu'il pensait être celle de l'acouphénique (questionnaire « B.A.H.I.A. couple »).

Procédure et matériel d'évaluation

Dans une deuxième partie, le conjoint devait répondre à d'autres questions portant sur sa propre vision à propos :

- Du regard porté par l'entourage sur le problème et de leur intérêt pour celui-ci.
- De l'impact de l'acouphène sur la relation de couple.
- Du retentissement de l'acouphène sur leur propre qualité de vie.

A) Réponses au questionnaire « BAHIA - couple »

1. Importance de chaque problème

Les trois premières questions étaient : « Indiquez, pour vous, l'importance de chaque problème ». Les patients devaient répondre sur une échelle visuelle analogique entre 0 (pas de problème) et 5 (problème très important) pour les problèmes d'acouphène, de perte d'audition, de sensibilité aux sons. Les conjoints devaient répondre à la même question en se substituant à l'acouphénique.

Les réponses données par les conjoints pour l'acouphène et la surdité sont significativement supérieures à celles des patients

2. Intensité, impact, gêne et conscience de l'acouphène

Les réponses données par les conjoints sont le plus souvent significativement supérieures à celles des patients. Le tableau 2 reprend les significations statistiques.

Item	Réponse du conjoint	Degré de signification statistique
Importance du problème ACOUPHENE	Supérieure	p < 0,05
Importance du problème SURDITE	Supérieure	p < 0,05
Importance du problème HYPERACOUSIE	Identique	
Intensité	Supérieure	p < 0,01
Conscience	Identique	
Impact sur la vie	Supérieure	p < 0,05
Gêne	Supérieure	p < 0,05

Tableau 2 : résumé des questions du « BAHIA couple » et différences statistiques avec les réponses du patient

B) Questions à destination du conjoint uniquement

Question sur l'évaluation du regard porté par l'entourage sur le problème acouphène

Il a été demandé au conjoint d'évaluer comment l'entourage percevait le problème. La question était la suivante « Avez-vous l'impression que l'entourage de votre conjoint sous-estime ou surestime le problème de son acouphène ? ». Ici le conjoint ne fait pas partie de l'entourage.

L'échelle visuelle analogique pour répondre allait de 0 à 10 avec 0 pour « sous-estime » le problème, 5 pour « ok » c'est-à-dire une estimation correcte du problème et 10 pour « surestime » le problème. (Figure 1)

Sur un total de 40 conjoints, seulement 5 ont trouvé que l'entourage surestimait le problème (12,5%).

57 ,5% trouvent que l'entourage sous-estime le problème et 30% estiment que le problème est bien perçu par l'entourage.

Question sur l'impact de l'acouphène sur la relation de couple

La question posée était la suivante : « Estimez-vous que l'acouphène a contribué à une dégradation de vos relations dans le couple ? ». (Figure 2)

La figure 2 montre que pour 60 % des conjoints interrogés l'acouphène a impacté leur couple.

Question sur le retentissement de l'acouphène sur la qualité de vie du conjoint

Il a été demandé au conjoint si l'acouphène retentissait sur sa propre qualité de vie.

Nous avons utilisé une échelle visuo-analogique graduée entre 0 et 10.

- Interprétation des résultats :

- Pour 7,5% des conjoints, l'acouphène n'interfère jamais avec leur qualité de vie.
- Pour 20% des conjoints, l'acouphène interfère peu (réponses entre 1 et 3)
- Pour 32,5% des conjoints l'acouphène retentit moyennement sur leur qualité de vie (réponses entre 4 et 6).
- Pour 22,5% des conjoints, il interfère souvent (réponses entre 7 et 9)
- Enfin, 7,5% répondent que l'acouphène influe « toujours » sur leur qualité de vie. Cette réponse forte traduit un réel malaise dans le couple engendré par l'acouphène.

Au total 92,5% des patients pensent que l'acouphène a un impact sur leur qualité de vie.

C) Corrélation entre différents items abordés dans notre étude

a. Lien entre la qualité de vie du conjoint et l'intensité de l'acouphène :

Nous avons mis ces corrélations en évidence au moyen du coefficient r de Bravais-Person.

Conclusion : Il y a une bonne corrélation positive (p<0,1) entre la détérioration de la qualité de vie du conjoint et le niveau sonore subjectif de l'acouphène.

Plus l'intensité de l'acouphène, évaluée par le patient est importante, plus le conjoint déclare que sa propre qualité de vie est détériorée.

b. Lien entre la qualité de vie du conjoint et le niveau de conscience accordé à l'acouphène :

Il y a une bonne corrélation positive (p<0,1) entre la détérioration de la qualité de vie du conjoint et le niveau de conscience accordé à l'acouphène.

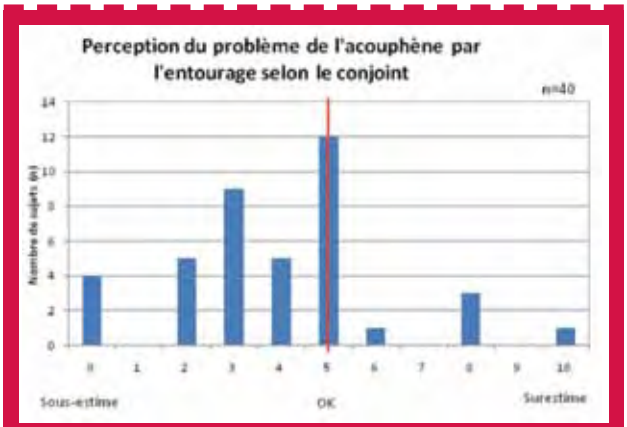


Figure 1 : perception de l'entourage (selon le conjoint)

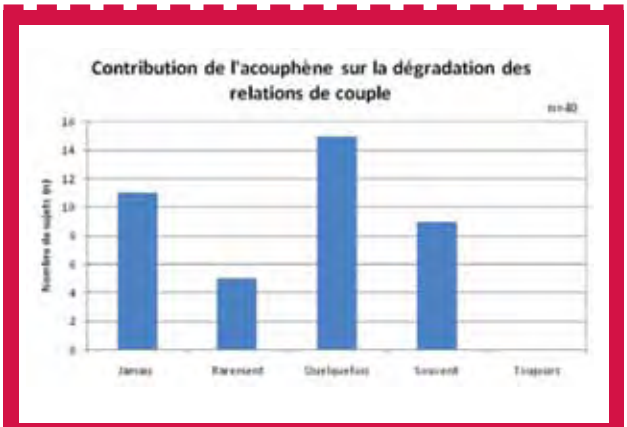


Figure 2 : contribution à la dégradation des relations de couple

Plus le patient est incommodé par son acouphène (durée de gêne déclarée par jour), plus la qualité de vie du conjoint est détériorée.

c. Lien entre la qualité de vie du conjoint et le niveau de gêne provoqué par l'acouphène chez le patient :

Il y a une très bonne corrélation ($p < 0,05$) positive entre la détérioration de la qualité de vie du conjoint et le niveau de gêne engendré par l'acouphène.

Plus le patient est gêné par son acouphène, plus la qualité de vie du conjoint est détériorée.

Conclusion

Cet article est une première dans l'étude du retentissement de l'acouphène sur le couple.

Si nous nous attendions de prime abord à une sous-estimation du problème de l'acouphène par le conjoint, les résultats de notre étude laissent penser au phénomène inverse. Les conjoints ont surestimé certains paramètres du vécu de l'acouphène (intensité de l'acouphène, niveau de gêne et impact sur la qualité de vie).

Pour 72,5% des conjoints, l'acouphène a déjà eu un impact sur la relation du couple. 92,5% ont vu leur qualité de vie touchée par l'acouphène. L'acouphène invalidant a donc un retentissement dans le couple et notre étude semble indiquer que la personne qui perçoit le plus fortement le problème de l'acouphène est le conjoint. Cette affirmation est corroborée par le fait que 57,5% des conjoints estiment que l'entourage sous-évalue le problème. On peut penser que le conjoint lui-même se sent isolé face au retentissement de l'acouphène sur son couple. Il ne trouve pas forcément dans l'entourage la reconnaissance et la compréhension nécessaire.

Notre étude montre que la détérioration de la qualité de vie des conjoints est liée :

- à l'intensité subjective perçue par le patient acouphénique,
- au niveau de gêne exprimé par le patient acouphénique,
- à l'impact dans la vie quotidienne du patient acouphénique.

Ces observations et ces corrélations nous amènent à penser que l'association du conjoint à la thérapie de l'acouphène, comme ce peut être le cas lors de séance de counselling (TRT) peut être bénéfique pour le couple. La prise en compte du conjoint comme personne en souffrance et personne jouant un rôle dans le vécu de l'acouphène est primordial.

Bibliographie

Allaz, A.F. (2006). Dimensions psychologiques de la douleur chronique chez les personnes âgées. Psychologie et NeuroPsychiatrie du Vieillissement : 4(2), 103-108

Calvino, B. (2006). Les bases neurales de la douleur. Psychologie et Neuro-Psychiatrie du Vieillissement : 4, 7-20

Cano, A., Gillis, M., Heinz W., Geisser M., Foran H. (2004a). Marital functioning, chronic pain, and psychological distress Pain : 107, 99-106

Cano, A., Johansen, A.B. & Geisser Michael (2004b). Spousal congruence on disability, pain, and spouse responses to pain. Pain : 109, 258-265

Crocetti, A., Forti, S., Ambrosetti, U. & Del Bo, L. (2009). Questionnaires to evaluate anxiety and depressive levels in tinnitus patients. Otolaryngology - Head and Neck Surgery : 140, 403-405

Dall Igna, C., Schmidt, L., Smith, M., Silva, M., Silva, L.F. & Bisol, L. (2004). Screening of depression in patients with chronic tinnitus Otolaryngology - Head and Neck Surgery : 131(2), 259

Dall Igna, C., Schmidt, L., Smith, M., Zannete, V. & Bisol, L. (2004). Impact of Depression in the Quality of Life of Patients with Tinnitus. Otolaryngology - Head and Neck Surgery : 131(2), 273

Geisser, M.E, Cano, A. & Leonard, M.T. (2005). Factors Associated With Marital Satisfaction and Mood Among Spouses of Persons With Chronic Back Pain. The Journal of Pain: 6(8), 518-525

Harrop-Griffiths, J., Katon, W., Dobie, R., Sakai, C. & Russo, J. (1987). Chronic Tinnitus : Association with Psychiatric Diagnoses. Journal of Psychosomatic Research : 31(5), 613-621

Kellerhals, J., Widmer, E. & Levy, R. (2008). Mesure et démesure du couple : Cohésion, crises et résilience dans la vie des couples. France : Payot

Leonard, M.T. & Cano, A. (2006). Pain affects spouses too: Personal experience with pain catastrophizing as correlates of spouse distress. Pain: 126(1-3), 139-146

Leonard, M.T., Cano, A. & Johansen, A.B. (2006). Chronic Pain in a Couples Context : A Review and Integration of Theoretical Models and Empirical Evidence. The Journal of Pain : 7(6), 377-390

Lurquin, P., Markessis, E. & Germain, M. (2001). Hyperacousie, Misophonie, Phonophobie : Mode d'emploi. Les Cahiers de l'Audition : 6, 34-41

Lurquin P., Real M.,Leleu O.(2013) BAHIA : un nouveau questionnaire poly-paradigmatique. Le nouveau « couteau suisse » de l'audioprothésiste ?

Les Cahiers de L'Audition vol 26 n°3

Marchand, S. (1998). Le phénomène de la douleur, comprendre pour soigner. France : Masson

Melis, N. & Martin, C. (1999). L'acouphène est-il un équivalent douloureux ? Les Cahiers d'O.R.L. : 34(2-3), 93-96

Moller, R. (1999). Pathophysiology of severe tinnitus and chronic pain. Sixth International Tinnitus Seminar :

Moller, R. (2000). Similarities between Severe Tinnitus and Chronic Pain. Journal of the American Academy of Audiology : 11, 115-124

Newton-John, T.R. & Williams, A.C. de C. (2006). Chronic pain couples : Perceived marital interactions and pain behaviours. Pain : 123, 53-63

Radat, F. (2003). La dimension psychique de la douleur chronique : modèles étiopathogèniques. Douleur et Analgésie : 221-224

Schwartz, L., Slater, M.A. & Birchler, G.R. (1996). The role of pain behaviors in the modulation of marital conflict in chronic pain couples. Pain : 65, 227-233

Schwartz, L., Slater, M.A., Birchler, G.R. & Atkinson, J.H. (1991). Depression in spouses of chronic pain patients: the role of patient pain and anger, and marital satisfaction Pain : 44, 61-67

Stampler, D.B., Remondet Wall, J., Cassisi, J.E. & Davis, H. (1997). Marital Satisfaction and Psychophysiological Responsiveness in Spouses of Patients with Chronic Pain. International Journal of Rehabilitation and Health : 3(3)

Sullivan, M.J.L., Katon, W., Russo, J., Dobie, R. & Sakai, C. (1994). Coping and Marital Support as Correlates of Tinnitus Disability. General Hospital Psychiatry : 16, 259-266

Vanbrabant, B., Tordeurs, D., Janne, R. & Reynaert, C. (1998). Rôle de l'attitude du conjoint sur les manifestations comportementales de la douleur chez le patient douloureux chronique : revue de la littérature et limites des investigations. Douleur et Analgésie : 4, 189-194

Veille gériatrique
Gériatrie moderne

Arach MADJLESSI

Gériatre des hôpitaux
Clinique Alleray Labrouste (Paris 15)
et Centre Luxembourg (Paris 6)
Président Société Française de Réflexion Sensori-Cognitive (SOFRESC)

Le vieillissement démographique représente un défi majeur pour le 21ème siècle. Les plus de 85 ans ont augmenté de manière impressionnante, de plus de 400.000 dans les années 60, ils sont trois fois plus nombreux actuellement et plus de 2.000.000 en 2020. En France, selon les projections de l'INSEE entre 2005 et 2050, les plus de 60 ans, seront 80% plus nombreux : de 12,6 à 22, 3 millions en 45 ans. Nous passerons d'une personne sur cinq, à une personne sur trois. Le vieillissement plus important de la population est inéluctable. Il ne faut pas oublier que toutes les personnes qui atteindront au 1er janvier 2050 les 60 ans sont toutes déjà nées (en 1989 ou avant).

Si la progression de l'espérance de vie constitue une véritable révolution, elle s'associe également à une augmentation significative, dans les tranches d'âge les plus élevées, des maladies chroniques incapacitantes et de leurs conséquences en termes de perte d'autonomie ou de dépendance.

Les données issues de l'enquête Handicap santé de 2008/2009 estiment à 811.000 le nombre de personnes âgées dépendantes vivant au domicile et à 1.5 millions celui des personnes de plus de 60 ans en perte d'autonomie, quel que soit leur lieu de vie [1].

Les notions de solidarité et la place de la famille trouvent ici toute leur importance. Avec l'augmentation des plus âgés, et le bouleversement du mode de vie ces dernières décennies, beaucoup de choses ont changé. Les personnes les plus âgées qui avaient leur place au coin du « feu » et étaient la référence dans les maisons sont de plus en plus nombreuses. Il est très fréquent d'avoir quatre ou cinq générations dans la même famille. Des personnes de 80 ans qui ont leur parent centenaire...

Comment peut-on s'occuper de ses parents alors que la perte d'autonomie nous guette ? Il faut bien sûr une solidarité familiale, qui est plus complexe qu'auparavant, mais aussi une, voire des solidarités extrafamiliales : nationale, et aussi et surtout actuellement par le biais de réseaux, d'associations, de bénévoles... pour maintenir le lien social et pour accompagner la perte d'autonomie.

Gériatrie ?

La gériatrie est la médecine des personnes âgées. La gérontologie désigne l'étude du vieillissement dans toutes ses dimensions, notamment sociale, économique, démographique, psychologique, anthropologique, culturelle, médicale et autres. La gériatrie est par conséquent une des composantes de la gérontologie.

Il s'agit de la définition officielle de la gériatrie. Cela ne veut rien dire en pratique et ne change pas le fond du problème. Mais la gériatrie a en réalité plusieurs niveaux d'intervention et est une spécialité médicale moderne qui exige une réflexion permanente pour le maintien de l'autonomie et la qualité de vie des personnes suivies. L'objectif du gériatre n'est pas de faire gagner de la « quantité de vie » mais de la qualité de vie, à tous les sens du terme. Il s'agit d'une philosophie moderne avec au centre de la réflexion, le patient et sa famille ou plutôt les aidants qui regroupent plus largement la famille, les amis, les liens sociaux, tous les gens qui interviennent ou pourraient intervenir s'il le fallait. La gériatrie n'est pas simplement et bêtement une médecine de la personne âgée… Avec cette définition, personne ne consultera un gériatre, car l'attractivité est quasiment nulle, et la gériatrie va droit vers sa perte alors qu'elle une médecine nouvelle et en pleine évolution ?

Il faut proposer par conséquent une définition plus moderne et réaliste du rôle du gériatrie basée sur les éléments suivants :

1. Prévenir la perte d'autonomie et les pathologies incapacitantes : c'est ici l'évolution irrémédiable de la gériatrie dans les années à venir. Qui mieux que le gériatre qui connaît bien la polypathologie et la perte d'autonomie peut faire passer les messages de prévention et d'amélioration de la qualité de vie.
2. Dépister précocement des pathologies incapacitantes: Trop souvent encore, les diagnostics importants ne sont pas faits ou effectués trop tard pour préserver et stimuler ce qu'il reste.
3. Réfléchir autour de la polypathologie (association de pathologies multiples) et de la prise en charge globale de la personne ai niveau médical, psychologique, social et environnemental.
4. Accompagner de la perte d'autonomie et de la dépendance en favorisant toujours les capacités restantes de la personne. Quel que soit le stade et l'évolution de telle ou telle maladie, il reste des capacités et des possibilités qu'il convient de rechercher pour mieux les stimuler.
5. Favoriser l'accompagnement digne des personnes en fin de vie. [2]

Modèles de vieillissement

Chaque personne vieillit différemment d'une autre en fonction de facteurs génétiques et environnementaux, et chaque organe chez la même personne vieillit de manière hétérogène.

C'est un élément essentiel pour comprendre qu'il ne faut pas avoir des idées préconçues, chaque personne est différente. Chacun a une histoire de vie, un parcours personnel et familial différent.

Prévention et Diagnostic précoce des pathologies potentiellement incapacitantes Repérage des « fragilités »

Les « modèles » de vieillissement

• Le vieillissement réussi ou considéré comme tel

Nous en connaissons tous autour de nous, ce sont des personnes ayant malgré l'avancée en âge une vie sociale et familiale riche, sans pathologie évolutive, avec une parfaite autonomie, malgré l'avancée en âge. C'est le général qui continue à faire du cheval à 90 ans, qui va acheter son journal tous les matins et qui continue d'avoir des projets et des réflexions pertinentes sur la vie politique. Ce modèle est l'objectif de tout le monde, et avec l'augmentation des plus âgés, il faut que cette part de la population augmente.

• Le vieillissement usuel

Il s'agit d'une personne qui vieillit « habituellement », avec quelques difficultés habituelles avec l'âge, hypertension, arthrose douloureuse (des vieilles douleurs), ostéoporose... mais qui garde néanmoins une bonne autonomie et relative bonne qualité de vie. Ce modèle concerne de plus en plus de personnes. Il faut continuer à prévenir et accompagner et faire en sorte que cet état persiste le plus longtemps possible.

• La fragilité ou vulnérabilité

Ce terme est très adapté à la gériatrie. Une personne fragile, vulnérable est à protéger, à surveiller, car elle peut basculer dans les maladies évolutives avec une perte d'autonomie rapidement. Ces personnes ci sont à accompagner comme le lait sur le feu. Il existe un début de maladie évolutive, Alzheimer, Parkinson, insuffisance cardiaque... Le premier problème venu peut tout changer. Nous développerons ce concept, sur tout un chapitre plus loin, car la fragilité n'est pas seulement médicale, elle peut être psychologique, sociale...

• Le vieillissement pathologique

Le vieillissement n'est pas une pathologie, mais les pathologies sont plus fréquentes avec le vieillissement. Pour certaines personnes, les pathologies sont plus concentrées et surtout leur retentissement dans le quotidien est plus qu'important. Il s'agit de personnes qui sont souvent en maison de retraite avec une perte d'autonomie.

Avec le vieillissement, apparaissent des fragilités et des pathologies chroniques pouvant entraîner un déclin fonctionnel physique et cognitif, une réduction de l'autonomie et mener peu à peu à la dépendance. Prévenir dépister ces fragilités est essentiel. Il s'agit de ne plus subir mais d'anticiper.

Concept de fragilité et de préfragilité

Le sujet âgé fragile devient vulnérable lorsqu'il est soumis à une situation de stress et peut évoluer vers une pathologie plus évoluée. Ce concept n'est pas rigide mais correspond à une vraie réalité de tous les jours. Elle peut être médicale, psychologique sociale ou environnementale. Le fait d'être dénutri est par exemple un élément de fragilité majeure, qui peut conduire à la chute, entraîner une fracture du col du fémur et toutes les complications qui peuvent l'accompagner.

Dans certains cas la fragilité peut être réversible. Dans tous les cas les personnes repérées comme fragiles doivent être suivies et les facteurs de fragilité régulièrement réévalués pour éviter de basculer dans la perte d'autonomie et le handicap plus important.

Fried [5] a décrit cinq critères permettant de repérer les deux étapes ; préfragilité et fragilité : une perte de poids involontaire, une sensation d'épuisement, une baisse de la force musculaire, une vitesse de marche lente et une activité physique restreinte.

On parle de fragilité quand au moins trois de ces critères de Fried sont présents et de préfragilité chez les sujets qui en ont un ou deux.

Ces éléments sont déterminants dans le risque de perte d'autonomie fonctionnelle. D'après les données épidémiologiques actuelles en Europe, la préfragilité concerne environ 40 %des personnes de plus de 65 ans et la fragilité de l'ordre de 15% de cette population [4].

Le repérage précoce de la fragilité chez les personnes âgées a pour objectif d'identifier les déterminants de la fragilité et d'agir sur ces déterminants afin de retarder la dépendance dite « évitable » et de prévenir la survenue d'événements défavorables.

La Société française de gériatrie et de gérontologie (SFGG) a adopté en 2011 la définition suivante de la fragilité : « La fragilité est un syndrome clinique. Il reflète une diminution des capacités physiologiques de réserve qui altère les mécanismes d'adaptation au stress. Son expression clinique est modulée par les comorbidités et des facteurs psychologiques, sociaux, économiques et comportementaux. Le syndrome de fragilité est un marqueur de risque de mortalité et d'événements péjoratifs, notamment d'incapacités, de chutes, d'hospitalisation et d'entrée en institution. La prise en charge des déterminants de la fragilité peut réduire ou retarder ses conséquences. Ainsi, la fragilité s'inscrirait dans un processus potentielle-ment réversible » (Rolland 2011).

Deux modèles existent pour définir fragilté et préfragilité [3] :

- Un modèle fondé sur un phénotype « physique » qui évalue la présence chez les personnes d'un âge ≥ 65 ans de 5 critères : perte de poids involontaire de plus de 4,5 kg (ou ≥ 5 % du poids) depuis

1 an, épuisement ressenti par le patient, vitesse de marche ralentie, baisse de la force musculaire et sédentarité. Les patients sont dits fragiles en présence de 3 critères ou plus. Ils sont dits « pré-fragiles » si au moins un des critères est présent. Si aucun des critères n'est présent ils sont considérés comme robustes (Fried 2001).

- Un autre modèle de fragilité prend en compte des critères fondés sur l'intégration de facteurs cognitifs et sociaux, regroupés sous le terme de « fragilité multi-domaine » intégrant : cognition, humeur, motivation, motricité, équilibre, capacités pour les activités de la vie quotidienne, nutrition, condition sociale et comorbidités (Rockwood 2005).

La référence pour diagnostiquer et évaluer la fragilité est la réalisation d'une évaluation gériatrique globale fondée sur le modèle multidimensionnel de l'évaluation gériatrique stan-dardisée (EGS).Il n'est cependant ni faisable ni pertinent de soumettre un grand nombre de personnes âgées vivant à leur domicile à une EGS, qui est un processus long et requérant des compétences gériatriques auxquelles il n'est pas toujours facile d'accéder en ambulatoire. Cela pose la question d'un outil de repérage simple à utiliser en soins primaires et qui, sans remplacer l'EGS, permette de sélectionner les personnes susceptibles d'en bénéficier.

Le questionnaire élaboré par le gérontopôle de Toulouse [5] correspond à ces critères et il a été retenu comme pertinent par la SFGG et le Conseil national professionnel de gériatrie (CNPG) pour le repérage de la fragilité en soins primaires. Il est nécessaire de le valider de façon prospective. Le repérage peut être réalisé par le médecin traitant ou par un autre soignant de premier recours : infirmière, pharmacien, kinésithérapeute, aide-soignante, etc. L'implication des services sociaux et d'aide à la personne dans le repérage est un élément majeur : la détection précoce des signes de fragilité par les travailleurs sociaux qui réalisent des évaluations en réponse aux demandes d'APA et par les aides-ménagères au domicile, grâce à l'utilisation d'outils adaptés, est une voie à explorer et à évaluer. Il est préférable de former les professionnels à la démarche de repérage. Le repérage de la fragilité ne doit être envisagé et réalisé que comme la première étape d'une séquence comprenant l'évaluation globale de la personne et la planification d'interventions visant à prévenir la perte d'autonomie, les chutes, l'institutionnalisation et l'hospitalisation. [8]

Le questionnaire nommé GERONTOPOLE FRAILTY SCREENING SCALE [5] permet de repérer les personnes âgées fragiles en médecine générale avec six questions simples permet de repérer ces patients afin de les orienter si nécessaire vers l'expertise gériatrique nécessaire pour suivre et accompagner ces personnes.

Ces six questions portent sur :

1. Votre patient vit-il seul ?
2. Votre patient patient se sent-il plus fatigué depuis ces 3 derniers mois ?
3. Votre patient a-t-il perdu du poids au cours des 3 derniers mois ?
4. Votre patient a-t-il plus de difficultés pour se déplacer depuis ces 3 derniers mois ?
5. Votre patient se plaint-il de la mémoire ?
6. Votre patient a-t-il une vitesse de marche ralentie (plus de 4 secondes pour parcourir 4 mètres).

Il faut développer et largement faire connaître les moyens simples et efficaces pour repérer et dépister, pour « démocratiser » ces outils, afin de mieux orienter vers l'expertise gériatrique essentielle pour le futur. Il est temps d'évoluer enfin vers la positivité gériatrique et arrêter d'attendre fatalement que les dépendances s'installent.

Pour finir ce premier article sur la « veille » gériatrique, l'avenir est au repérage, à la prévention et au dépistage précoce, il faut axer toutes nos forces dans ces domaines pour avoir un avenir meilleur pour les personnes vieillissantes et une qualité de vie la mieux préservée le plus longtemps possible. Dans les prochains numéros, nous allons essayer de progresser dans le même sens, en parlant de sarcopénie, de dénutrition, de chutes, et …

Bibliographie

1. Charpin J.M (2011, juin). Perspectives démographiques et financières de la dépendance. La documentation française, Paris, France : Ministère des solidarités et de la cohésion sociale.
2. Madjlessi A. Bien vieillir pour les nuls. Editions first, 2012.
3. HAS Juin 2013. Comment repérer la fragilité en soins ambulatoires ?
4. Santos-Eggiman B et al. J Gerontol A Biol Sci Med Sci 2009 ; 64 : 675-81.
5. Vellas B et al.. J Nutr Health Aging. 2013;17(7):629-31

Découvrez toutes les réalisations du Collège National d'Audioprothèse

Logiciel La Cible - Méthodes de Choix Prothétique / Pré-réglage, Xavier RENARD - CTM, François LE HER
Réalisation : Audition France Innovation
150,00 € x.....exemplaire(s) =..... €
+ Frais de port France : 3,50 € x.....exemplaire(s) =..... €
+ Frais de port Etranger : 4,50 € x.....exemplaire(s) =..... €

Précis d'audioprothèse - Tome I - ISBN n°2-9511655-4-4
L'appareillage de l'adulte - Le Bilan d'Orientation Prothétique
Les Editions du Collège National d'Audioprothèse
50,00 € x.....exemplaire(s) =..... €
+ Frais de port France : 7,50 € x.....exemplaire(s) =..... €
+ Frais de port Etranger : 9,00 € x.....exemplaire(s) =..... €

Précis d'audioprothèse - Tome III - ISBN n°2-9511655-3-6
L'appareillage de l'adulte - Le Contrôle d'Efficacité Prothétique
Les Editions du Collège National d'Audioprothèse
60,00 € x.....exemplaire(s) =..... €
+ Frais de port France : 7,50 € x.....exemplaire(s) =..... €
+ Frais de port Etranger : 9,00 € x.....exemplaire(s) =..... €

Précis d'audioprothèse. Production, phonétique acoustique et perception de la parole
ISBN n°978-2-294-06342-8. Editions ELSEVIER MASSON
99,00 € x.....exemplaire(s) =..... €
+ Frais de port France : 8,50 € x.....exemplaire(s) =..... €
+ Frais de port Etranger : 10,00 € x.....exemplaire(s) =..... €

Coffret de 5 CD « audiométrie vocale »
Les enregistrements comportent les listes de mots et de phrases utilisées pour les tests d'audiométrie vocale en langue française (voix masculine, féminine et enfantine dans le silence et avec un bruit de cocktail party). Réalisation : Audivimédia
100,00 € x.....exemplaire(s) =..... €
+ Frais de port France : 6,50 € x.....exemplaire(s) =..... €
+ Frais de port Etranger : 8,00 € x.....exemplaire(s) =..... €

Distorsions
Solution logicielle de mesures psychoacoustiques de l'audition
(le kit «Distorsions» comprends le logiciel et sa license d'utilisation, une carte son,
un casque audiométrique TDH39, ainsi qu'un bouron réponse USB).
1 200,00 € x.....exemplaire(s) =..... €

Caducée : réservée aux audioprothésistes. Année d'obtention du diplôme.....
5,00 € ..... =..... €

Soit un règlement total (exonéré de TVA) .....€

Nom..... Prénom .....
Société.....
.....
.....
Adresse .....
.....
Code postal ..... Ville .....
Tél ..... Fax .....
E-mail.....

Bon de commande à envoyer avec votre chèque à : Collège National d'Audioprothèse
20 rue Thérèse - 75001 PARIS - Tél 01 42 96 87 77 - cna.paris@orange.fr - www.college-nat-audio.fr

NB : Le tome II du Précis d'Audioprothèse et Le choix prothétique sont en cours de réédition.

Veille Technique
Les innovations des industriels

MED-EL

Une offre unique : DEUX Audio Processeurs !

Pour célébrer le lancement du RONDO, le premier processeur « tout-en-un » (single-unit processor) pour IC, les patients implantés avec un IC MED-EL, entre le 23 mai et le 31 Décembre 2013, peuvent bénéficier à la fois du nouveau processeur RONDO et du processeur en contour d'oreille OPUS2 !

Cette offre limitée dans le temps permettra aux nouveaux utilisateurs du système d'implant cochléaire MAESTRO de profiter du

meilleur de chaque audio processeur: la liberté de ne rien avoir derrière l'oreille grâce au design compact et sans câble du RONDO, et la conception modulaire offerte par l'OPUS2.

Les deux processeurs sont équipés des mêmes technologies (même plateforme électronique), telle que la gestion automatique du son et la technologie FineHearing, pour des performances auditives exceptionnelles dans toutes les situations d'écoute, sans avoir à modifier les réglages. Les utilisateurs pourront ainsi choisir indifféremment d'entendre avec le RONDO ou l'OPUS2, les programmes et les paramètres de réglage pouvant être dupliqués sur les deux processeurs !

Cette offre nous permettra de recueillir des informations en provenance directe des utilisateurs sur ce nouveau processeur innovant « tout-en-un ».

Cette offre est soumise à une approbation réglementaire, à des règles d'importations et à la situation juridique dans le pays d'implantation.

Connexion à tous les appareils audio !

Les utilisateurs des audio processeurs MED-EL peuvent désormais connecter leur audio processeur directement aux appareils audio et vidéo, même s'ils sont alimentés à la prise secteur. Cette autorisation permet à tous les utilisateurs des systèmes d'implants cochléaires MED-EL de connecter facilement leur audio processeur, et directement, aux appareils branchés sur secteur, comme par exemple les ordinateurs, portables ou non.

L'appareil doit cependant disposer du marquage CE.

L'implant cochléaire est pour la 1ère fois indiqué pour les surdités unilatérales !

MED-EL vient d'obtenir le marquage CE pour l'utilisation de son implant cochléaire dans les surdités unilatérales profondes, à la fois chez les adultes et les enfants. La surdité unilatérale profonde est responsable de difficultés de compréhension de la parole, même si l'oreille controlatérale entend normalement ; il n'est également plus possible d'avoir une audition binaurale et donc de localiser les sons. Enfin, elle est souvent associée à des acouphènes invalidants.

Pour l'instant, cette indication n'est pas remboursée par la sécurité sociale. Des études cliniques seront certainement menées dans les années à venir afin d'apporter de solides preuves aux autorités sanitaires.

VIBRANT MED-EL Hearing Technology
Nouvelle adresse et N° de téléphone/fax :
400 Av Roumanille - Bât. 6 - CS 70062
06902 Sophia Antipolis Cedex
Tel +33 (0)4 83 88 06 00
Fax +33 (0)4 83 88 06 01
Email : office@fr.medel.com
www.medel.com

Oticon

Oticon présente la gamme Nera : un son et des performances exceptionnels dans une gamme « Avancée » !

Oticon | Nera

Oticon Nera intègre certaines des technologies qui ont été introduites avec Alta, la gamme Premium d'Oticon. Une qualité sonore exceptionnelle, une reconnaissance spatiale facilitée, et un niveau de personnalisation unique, le tout en réduisant l'effort d'écoute.

Acteur majeur sur le marché mondial des aides auditives, Oticon annonce le renouveau de son milieu de gamme, appelée la gamme « Avancée », avec Oticon Nera dont les performances accèdent à un niveau encore jamais atteint !

Ces nouvelles aides auditives permettent à chaque utilisateur de bénéficier d'un excellent rendu sonore tout en réduisant l'effort d'écoute dans des situations difficiles. Un résultat obtenu grâce à la plateforme de traitement du signal Inium sur laquelle repose également la gamme « Premium » Oticon Alta, lancée en janvier 2013, et dont les nouveaux concepts audiologiques ont déjà conquis de nombreux utilisateurs.

NERA

Inium, au cœur de l'innovation d'Oticon Nera !

La toute nouvelle plateforme de traitement du signal Inium, dotée d'un processeur Quad Core, permet de combiner les fonctionnalités audiologiques les plus avancées pour un résultat exceptionnel : elle relève le niveau de la compréhension de la parole, de la qualité sonore et de l'effort d'écoute, tout en ouvrant la voie à un grand nombre de possibilités de personnalisations.

Inium, malgré sa taille minuscule, permet d'accroître de manière spectaculaire le nombre de traitements sonores sans toutefois consommer plus de batterie ! Et ainsi, se loger dans une coque qui reste à la fois discrète et élégante…

Ces nouvelles solutions auditives avancées Oticon Nera, bénéficient tout comme la gamme Premium Oticon Alta, de toute la puissance et des possibilités offertes par Inium et s'inscrivent dans une démarche affirmée de la marque : aider chaque utilisateur à préserver leur énergie en mettant à leur portée des solutions auditives qui les aident à toujours mieux vivre les situations complexes, avec un effort d'écoute le plus réduit possible.

Une combinaison de fonctionnalités et technologies uniques !

Spatial Sound, Free Focus, feedback shield et Youmatic sont quelques-unes des technologies principales qui ont fait le succès des produits haut de gamme Oticon. Introduites il y a moins de 6 mois dans les solutions Premium, elles sont désormais déclinées dans une solution milieu de gamme afin de satisfaire encore plus de malentendants. En voici une courte description :

- **Spatial Sound, pour se concentrer sur les sons souhaités**

Savoir d'où proviennent les sons et réagir à ceux-ci instinctivement sont des tâches simples qui pourtant peuvent se révéler difficiles lorsque l'on porte des aides auditives. Oticon a donc conçu la technologie Spatial Sound en se basant sur le principe de la reproduction la plus naturelle possible d'un signal sonore.

Elle permet à l'utilisateur de mieux organiser l'environnement dans lequel il se trouve et de donner la

priorité aux sons sur lesquels il veut se concentrer, y compris les voix.

Grâce à une bande passante élevée, et à un traitement binaural en temps réel piloté par la puissance de la plateforme Inium, Spatial Sound délivre un signal acoustique naturel, transmettant autant d'informations que possible sur l'environnement physique et l'origine des sons qui s'y trouvent.

• Free Focus, le choix de la directivité

Reconnus comme étant l'un des moyens les plus efficaces d'améliorer le rapport Signal/Bruit dans les environnements sonores difficiles, les microphones directionnels peuvent aussi avoir un impact important sur le confort et l'audibilité des utilisateurs. Avec la technologie Free Focus, les utilisateurs bénéficient de plusieurs modes de directivité pour leur permettre de se concentrer sur les sons les plus importants pour eux, sans sacrifier leur confort ou leur qualité d'écoute.

• feedback shield, un anti-larsen qui préserve la qualité sonore

Disponible sur la nouvelle plateforme Inium d'Oticon, feedback shield est un système de protection efficace contre le larsen. Il allie plusieurs technologies afin de prévenir et de supprimer le larsen sans dégrader la qualité du signal ni sacrifier l'audibilité.

Basé sur une étude en temps réel de l'environnement, ce système déploie la meilleure combinaison d'inversion de phase, de décalage fréquentiel en temps réel et de gestion du gain afin de délivrer une excellente qualité sonore en permanence.

• YouMatic, pour tenir compte des préférences sonores de chaque utilisateur

Même s'ils présentent la même perte auditive, deux utilisateurs ne ressentiront pas le son de la même façon. Le gestionnaire YouMatic a donc été conçu pour permettre aux audioprothésistes de définir les préférences sonores d'un client dans le cadre d'un dialogue structuré et de démonstrations auditives. En fonction du profil défini, l'audioprothésiste a ensuite la possibilité avec YouMatic de commander le traitement des sons dans Oticon Nera dans de multiples environnements en ajustant la réponse, la directivité, la gestion du bruit, la gestion des bruits transitoires et la compression. Ceci permet à l'utilisateur de bénéficier d'un appareillage plus que « sur mesure » !

Oticon Nera propose toutes les formes de coques allant du plus petit intra-auriculaire, au contour BTE. Parmi les nouveautés récentes, la gamme Nera mini RITE et RITE est dotée de nouveaux écouteurs appelés mini Fit conçus pour offrir le plus parfait équilibre entre la taille, la forme et la plage d'adaptation.

Enfin, Oticon Nera est compatible avec la gamme d'accessoires ConnectLine. En connectant le Streamer Pro, les utilisateurs de Nera peuvent ainsi communiquer facilement et sans fil vers les téléphones de bureau, les téléphones portables, profiter de leurs programmes préférés sur leur télévision, ou encore se connecter et dialoguer avec des systèmes de communication modernes type chats et streaming.

Pour plus d'informations sur la gamme Oticon Nera, rendez-vous sur www.oticon.fr ou sur la page www.facebook.com/OticonFrance

PHONAK

Le nouveau standard de technologie sans fil

Roger est un nouveau standard de technologie sans fil. Grâce à Roger, de nouveaux produits verront le jour dans les prochaines années. Roger permet une diffusion audio fiable à large bande et à faible retard vers des haut-parleurs SoundField ou des récepteurs miniatures de faible puissance. Ces derniers peuvent être connectés à des aides auditives ou à des implants cochléaires. Roger est bien plus qu'un simple système radio numérique. Grâce à des algorithmes adaptatifs sophistiqués à différents niveaux de l'architecture de Roger, ses performances atteignent une dimension qui était encore considérée comme physiquement impossible. En même temps, des fonctions automatiques et un processus de couplage simple facilitent la gestion et l'utilisation des systèmes Roger.

Technologie numérique adaptative sans fil 2,4 GHz

Roger est une technologie de transmission numérique adaptative sans fil fonctionnant sur la bande 2,4 GHz. Les signaux audio sont numérisés et combinés dans des salves de codes numériques (paquets) très courtes (160 µs) et diffusées à plusieurs reprises, chacune sur différents canaux entre 2,4000 et 2,4835 GHz. Le saut de fréquence entre les canaux, en association avec la diffusion répétée, évite les problèmes d'interférence. Le délai audio de bout en bout se situe bien au-dessous de 25 ms, et les systèmes Roger sont protégés contre les écoutes. Le saut de fréquence que Roger utilise est adaptatif, ce qui signifie que seuls les canaux libres sont utilisés. Les récepteurs Roger communiquent régulièrement avec les émetteurs sans fil, pour donner des informations au système sur les canaux constamment occupés (par un autre système à proximité fonctionnant sur 2,4 GHz, comme un réseau Wi-Fi) et les canaux libres. L'émetteur sans fil Roger évite alors automatiquement les canaux occupés. Il peut également détecter la présence d'un réseau Wi-Fi et réagir en conséquence. Les calculs de simulation pour le pire scénario avec un système Roger dans des blocs empilés de 8 x 8 x 2 mètres ont révélé qu'aucune auto-interférence ne se produira. En d'autres termes, le nombre de systèmes Roger pouvant être utilisés dans un seul bâtiment n'est pas limité. Si, malgré tous les efforts, un paquet audio Roger n'est pas reçu correctement, des algorithmes intelligents de masquage des pertes de paquets du côté du récepteur « remplissent les blancs » pour assurer une qualité sonore et un confort d'écoute remarquables.

En comparaison, avec la technologie Bluetooth la répétition de la diffusion du paquet se fait uniquement à la demande du récepteur, ou même sans répétition avec le protocole SCO (utilisé dans les premiers casques audio). Si la confirmation de la réception d'un paquet n'arrive pas à l'émetteur Bluetooth, le paquet est diffusé à nouveau. Cela signifie que les récepteurs Bluetooth sont en communication quasi-ininterrompue avec l'émetteur, ce qui augmente considérablement la consommation d'énergie des récepteurs. Avec la technologie Bluetooth, le nombre maximum de récepteurs est limité à trois, ce qui signifie que même deux auditeurs équipés de récepteurs Bluetooth binauraux au niveau de l'oreille ne peuvent pas écouter un seul et même flux Bluetooth, sans parler de groupes plus importants.

Dans le protocole Bluetooth « casque stéréo », le délai audio reste acceptable (10 à 15 ms) mais la largeur de bande audio est souvent limitée (jusqu'à 4 kHz), sauf avec la fonction « parole en bande élargie » du profil Bluetooth « mains-libres » version 1.6, qui permet d'aller jusqu'à 7 kHz. Dans le protocole de diffusion audio Bluetooth, A2DP, la largeur de bande passe à 20 kHz, mais le délai audio dépassant 100 ms la rend inappropriée pour les communications en face-à-face. La seule solution pour réduire ce délai à environ 40 ms est d'équiper les deux extrémités de puces Bluetooth spéciales. De plus, le protocole Bluetooth A2DP ne prend qu'un seul récepteur en compte et la consommation d'énergie de ce récepteur est encore plus élevée que celle du protocole « casque stéréo »... C'est cela qui a motivé Phonak à développer un nouveau standard, avec pour ambition de ne faire aucun compromis. Il a fallu de nombreuses années et un grand nombre d'audioprothésistes et d'ingénieurs pour développer ce nouveau standard : Roger.

Les systèmes Roger diffusent des paquets audio sur différents canaux de la bande 2,4 GHz (entre 2,4000 et 2,4385 GHz),

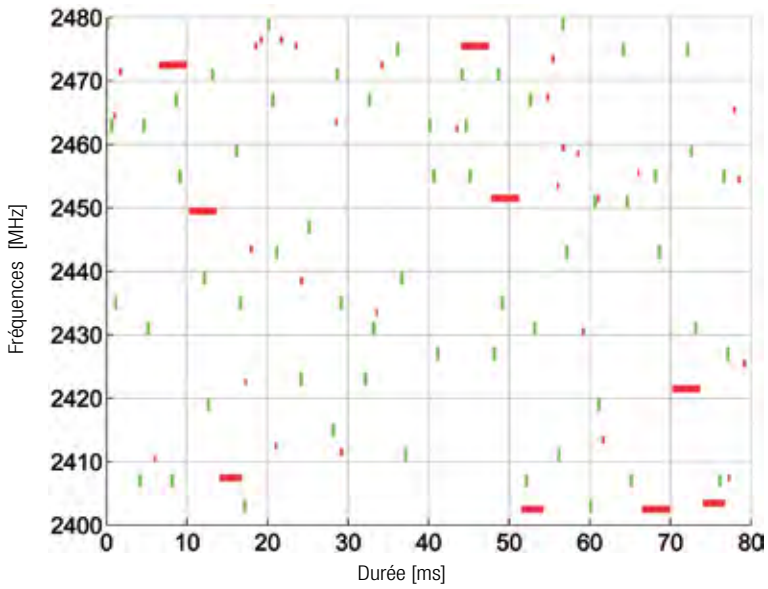


Figure 1 : Avec les sauts de fréquence et la diffusion répétée des paquets audio, l'interférence mutuelle peut être réduite au minimum.

ce qui signifie que différentes longueurs d'ondes porteuses sont sélectionnées. Un récepteur peut recevoir de tels paquets directement via le champ direct, mais aussi par la réflexion des ondes radio électromagnétiques sur les murs, le plancher ou le plafond.

Les différentes longueurs des divers parcours des signaux peuvent augmenter ou diminuer l'intensité du champ électromagnétique au niveau de l'antenne de réception, selon les variations de phase et d'amplitude des différentes ondes. Le comportement de ces interférences dépend de la longueur d'onde. La sélection aléatoire des différents canaux dans lesquels un paquet audio est diffusé réduit un peu la probabilité que toutes les ondes s'annulent entre elles au niveau d'une antenne de réception par affaiblissement lié au multi-trajet, si plus d'une antenne de réception est utilisée. En d'autres termes, si l'une des antennes détecte un affaiblissement lié au multi-trajet (réception de signaux qui s'annulent entre eux), il existe une forte probabilité qu'une autre antenne ne soit pas concernée par cet affaiblissement multi-trajet. En résumé, la réduction des interférences est réalisée par la diversité dans le temps (diffusion de paquets audio plusieurs fois à la suite), par la diversité de fréquence (diffusion de paquets audio à différentes longueurs d'ondes porteuses, ce qui augmente les chances qu'un paquet ne soit pas annulé à l'arrivée si un autre l'est) et, en ce qui concerne Roger Dynamic SoundField, par la diversité d'espace également (utilisation de deux antennes de réception séparées dans l'espace, ce qui optimise la réception) (voir figure 2). Roger offre une largeur de bande de fréquences audio intégrale : de 200 Hz à 7 300 Hz. Le rapport signal sur bruit interne du système se situe autour de 55 dB.

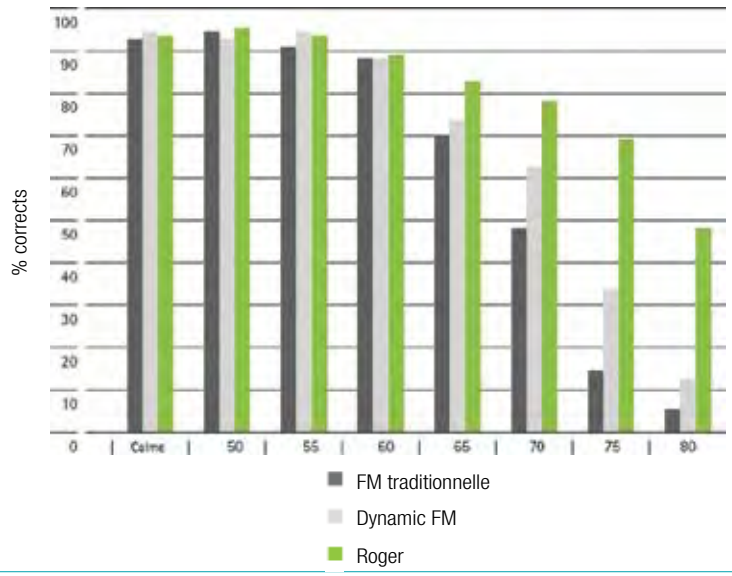


Figure 3 : Pourcentages HINT corrects pour le nombre total de mots corrects comme fonction du niveau de bruit pour la FM traditionnelle, Dynamic FM et Roger. La distance entre le haut-parleur générant la parole et l'auditeur est de 5,5m. N=11. A un niveau de bruit de 80 dB(A), 9 participants ont obtenu <10% pour la FM traditionnelle, 6 ont obtenu <10% pour Dynamic FM et seulement 1 a obtenu <10% pour Roger.

Avec Roger, il est non seulement possible d'émettre un signal audio, mais aussi d'émettre et de recevoir des données de contrôle, par exemple comme il est nécessaire lors de la configuration et/ou l'entretien d'un réseau MultiTalker, et de surveiller en permanence différents composants du réseau afin d'assurer un bon fonctionnement.

Les ondes électromagnétiques à 2,4 GHz ont une longueur d'onde d'environ 12,5 cm : cela permet la conception de nouveaux émetteurs sans fil de petite taille équipés de petites antennes intégrées. À 800 MHz, la longueur d'onde est de 37,5 cm et à 200 MHz (dans la bande FM traditionnelle), elle est de 1,5 m, ce qui nécessite, par exemple, que le câble du microphone externe serve d'antenne radio.

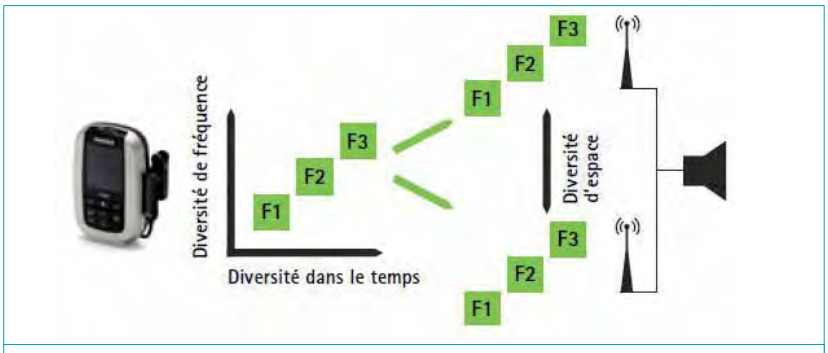


Figure 2 : Réduction des interférences par la diversité de fréquence, d'espace et dans le temps.

Performances dans le bruit

Les microphones sans fil Roger évaluent en permanence le niveau de bruit ambiant avec la plus grande précision. Ces mesures contrôlent à leur tour le gain des récepteurs Roger. En parallèle avec le signal audio large bande, des bits de commande sont envoyés aux récepteurs Roger pour ajuster leur gain de façon adaptative afin de correspondre à l'environnement acoustique dans lequel le système Roger est utilisé. La gamme d'adaptation est plus grande que celle de Dynamic FM. Ce comportement dynamique avancé a engendré des améliorations significatives de la reconnaissance vocale dans le bruit, en particulier à des niveaux de bruit élevés jusqu'à 80 dB(A) (niveaux de bruit assez fréquents dans la vie quotidienne, en particulier dans les lieux publics et sur les lieux de travail). Les résultats de l'étude apparentée – par Pr Linda Thibodeau et le D Jace Wolfe – sont résumés dans deux éditions de Phonak Field Study News [1,2]. La figure 3 montre les principales découvertes du professeur Thibodeau.

En plus de ce comportement dynamique innovant, Roger utilise également un nouvel algorithme avancé pour la mise en forme des faisceaux du microphone sans fil. Cette mise en forme est capable de supprimer le bruit des côtés gauche

et droit simultanément, sans ajouter de distorsion ou de modification de la réponse en fréquences générale. Pour les microphones sans fil dans des environnements très bruyants, cette mise en forme de faisceaux améliore considérablement le rapport signal sur bruit à la source, améliorant ainsi la compréhension de l'auditeur.

Simplicité de gestion et d'utilisation de Roger

L'un des obstacles à l'adoption de la technologie sans fil a été sa complexité ou sa complexité perçue. La gestion de solutions sans fil en milieu scolaire, avec le logiciel d'appareillage spécial requis pour répartir et programmer les canaux de l'émetteur et du récepteur, a également été une barrière. Grâce à Roger, la planification et la programmation des fréquences n'est plus nécessaire. La construction réseau est rapide, simple et conviviale.

Double mode de transmission

Les émetteurs sans fil inspiro et DynaMic pour l'école sont capables d'émettre à la fois des ondes radio Dynamic FM vers des récepteurs Dynamic FM et des ondes Roger vers des récepteurs Roger et à un Roger Dynamic SoundField. Ce double mode de transmission permet aux écoles de supprimer progressivement les récepteurs Dynamic FM pour les remplacer par des Roger.

Consommation d'énergie

La consommation des émetteurs sans fil Roger, mais aussi des récepteurs Roger, est plus que raisonnable. À pleine charge, l'accumulateur de l'émetteur sans fil Roger pour l'école a une autonomie de 7 à 8 heures en fonctionnant en double mode de transmission : largement assez pour une journée complète à l'école. Les récepteurs miniaturisés Roger au niveau de l'oreille consomment environ 3 mA en mode actif. Une pile d'aide auditive peut normalement fournir cette énergie sans problème.

La liberté de voyager

Comme la bande de fréquences 2,4 GHz est librement accessible dans le monde entier (bande dite ISM : industrielle, scientifique et médicale), aucune licence n'est nécessaire. Cela signifie que les utilisateurs de systèmes Roger peuvent voyager en toute liberté et utiliser leur système dans le monde entier. L'entretien des systèmes Roger en voyage est aussi simplifié car le standard est le même dans tous les pays.

Mise à jour Roger

Les émetteurs inspiro, DynaMic et inspiro AudioHub récents (version microprogramme 3.0 ou ultérieure) ainsi que les Haut-parleurs Dynamic SoundField peuvent être mis à jour gratuitement pour activer le mode de transmission Roger. Pour procéder à cette mise à jour, il faut installer le logiciel Roger Upgrader disponible sur www.phonakpro.fr rubrique [Produit] > [Roger inspiro]. Ce logiciel s'installe également sous Phonak Target 3.1 pour permettre les mises à jours Roger à partir du menu [Outils produits] > [Mises à jour] > [Produits Roger].

Plus d'informations sur www.phonakpro.fr rubrique [Etudes] :

1. Phonak Field Study News 2013, Roger et les appareils auditifs
2. Phonak Field Study News 2013, Roger et les implants cochléaires
3. Phonak Insight 2013, Roger, le nouveau standard de technologie sans fil

Siemens
Les accessoires pour patients

Télécommandes Bluetooth®

Tek™ et miniTek™

Télécommandes qui assurent une connexion sans fil entre les aides auditives et les différents appareils audios compatibles Bluetooth®.

Le son des téléphones, des lecteurs MP3, de la télévision et de toute autre source audio est conduit directement dans les aides auditives compatibles.

Tek *miniTek*

VoiceLink™

VoiceLink est le compagnon idéal des utilisateurs de miniTek™. Micro-cravate et émetteur Bluetooth, Voicelink conduit la voix de l'orateur directement dans les aides auditives. Avec sa bande passante pouvant aller jusqu'à 7 kHz, VoiceLink restitue un son d'excellente qualité. Les patients apprécieront sa portée de 20 m pour une utilisation en toute liberté. VoiceLink se connecte à miniTek et permet à l'utilisateur de suivre des conférences ou discuter dans un restaurant bruyant. VoiceLink peut être remis à l'orateur pour une transmission efficace de la parole dans les aides auditives de l'utilisateur.

VoiceLink *miniTek*

Rechargeable

eCharger

eCharger™

eCharger™ recharge et protège les aides auditives.

Après seulement 6 heures de charge, les aides auditives sont rechargées et prêtes pour une nouvelle journée d'activité (Autonomie : accu 13 jusqu'à 20 heures / accu 312 près de 15 heures).

Équipées de la fonction redémarrage automatique après charge, les aides auditives micon sont plus faciles à utiliser. Par ailleurs, les cavités plus importantes permettent d'accueillir de grands embouts et la fonction asséchante électronique intégrée élimine l'humidité des aides auditives pour une meilleure fiabilité dans le temps.

Télécommandes

ePen *ProPocket*

ePen™

Télécommande en forme de stylo au design élégant pour ajuster discrètement les aides auditives.

ProPocket™

Télécommande permettant de régler confortablement le volume et le programme des aides auditives.

easyPocket™

La nouvelle micro-télécommande micon. Moderne et élégante, elle peut être programmée (via Connexx™) selon les besoins de l'utilisateur. Dotée d'un écran couleurs, elle permet une lecture claire et rapide des informations. Ergonomique, elle est très facile à manipuler grâce à ses grands boutons.

easyPocket propose deux modes de fonctionnement, standard ou avancé pour plus de fonctions de confort (réglage du bruit de thérapie, du SoundBalance, programme favori, ...).

easyPocket

Eau et sport

Sport Clip™

Facile à fixer, il garantit un maintien sûr d'Aquaris dans toutes les situations.

Sport Clip

Aquapac™

L'étui idéal où ranger les appareils électroniques (télécommandes, MP3) car il garantit une protection optimale contre l'eau.

		Télécommandes Bluetooth[1]		Télécommandes			Rechargeable	Eau et sport	
		Tek / miniTek	miniTek + VoiceLink	easyPocket[2]	ePen	ProPocket	eCharger	Aquapac	Sport Clip
Contours	Aquaris™	✓	✓	✓	✓	✓	–	✓	✓
	Pure™	✓	✓	✓	✓	✓	✓	–	–
	Pure™ Carat	✓	✓	–	✓	✓	✓	–	–
	Siemens Life	✓	✓	✓	✓	✓	–	–	–
	Motion™ SX & PX	✓	✓	✓	✓	✓	✓	–	–
	Motion™ M & P	✓	✓	✓	✓	✓	–	–	–
	Nitro™ SP	✓	✓	–	✓	✓	–	–	–
Intras	Insio™	✓	✓	✓	✓	✓	–	–	–

[1] La connectivité est disponible en option sur les niveaux de performance suivants : 701/7m, 501/5mi, 301/3mi. [2] easyPocket est compatible avec les aides auditives micon.

Les accessoires dédiés à l'audioprothésiste pour le réglage

Unity™

Unity est un système de diagnostic et d'adaptation de Siemens, contrôlé par ordinateur, offre modularité, mobilité et modernité. Il est composé d'une unité de contrôle et d'une station d'accueil qui contient le caisson de mesures et sert à connecter votre système Unity à votre installation.

Unity 2 permet de facilement réaliser une audiométrie vocale ou tonale, grâce à un paramétrage personnalisé pour les différentes fonctions de mesure.

iScan™

iScan combine un haut niveau de technologie et une souplesse extraordinaire. D'une taille comparable à celle d'une petite imprimante, il utilise la technologie 3D avec triangulation par code couleur.

L'empreinte est fixée sur le plateau rotatif, où une lumière chromatique scanne l'empreinte par points lumineux, sous ses différents angles. Pendant que la caméra scanne l'objet, le logiciel iScan traduit les données en appareil virtuel avec une haute précision.

Les données 3D peuvent ensuite être envoyées par mail au centre de production Siemens.

Si besoin, des ajustements sur l'image 3D peuvent être apportés.

En seulement quelques clics, vous pouvez commander vos intras Siemens en ligne grâce à eOrder, et ce, à tout moment. De plus, le suivi de la commande, de la fabrication et de la livraison des intra-auriculaires est accessible en ligne.

ConnexxLink™

Est un système de programmation sans fil pour les aides auditives de niveau de performance 7, 5 et 3 (BestSound Technology, XCEL et micon) compatibles e2e wireless™ 2.0. La programmation, sans fil, devient facile et plus confortable pour le patient.

STARKEY

Qualité des aides auditives : une meilleure protection contre l'humidité et le cérumen

par Kevin Marshall, MBA

Contexte

L'un des problèmes rencontrés le plus fréquemment avec les aides auditives est l'exposition continue à l'humidité, au cérumen et aux corps étrangers. Ces expositions, si brèves soient-elles, risquent de dégrader et d'affecter leur bon fonctionnement. Ces problèmes peuvent être accentués chez des patients plus actifs. Par conséquent et désormais, les aides auditives bénéficient presque toutes d'un revêtement étanche permettant de repousser l'eau, afin d'assurer une meilleure protection contre l'humidité. Starkey Hearing Technologies a mis au point une nouvelle technologie appelée HydraShield®2 qui améliore non seulement les propriétés d'étanchéité existantes mais offre également une protection contre le cérumen, les substances grasses et autres liquides.

Une technologie inspirée de la nature

HydraShield®2 repose sur les nanotechnologies qui modifient substantiellement l'interaction des surfaces avec l'humidité, la sueur, le cérumen, les substances grasses et autres liquides. Cette technologie est invisible et biocompatible. Son fondement scientifique est d'ailleurs dérivé de la nature. Sur les feuilles de lotus, les gouttes d'eau forment des sphères et s'écoulent de la surface des feuilles en emportant la saleté. Cet auto-nettoyage ou Effet Lotus est obtenu grâce à une combinaison de poils microscopiques (qui offrent une surface rugueuse) ainsi qu'à la nature imperméable intrinsèque de la couche superficielle qui recouvre ces poils.

Des propriétés hydrophobes et superhydrophobes

Le degré d'hydrofugacité des surfaces (ou hydrophobie) peut être défini en mesurant l'angle de contact d'une gouttelette d'eau sur une surface (**Figure 1**).

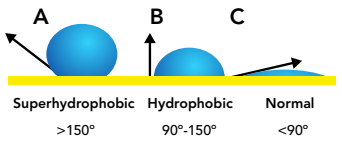


Figure 1 : L'angle de contact est l'angle avec lequel l'interface d'un liquide entre en contact avec une surface solide.

Si l'eau présente un angle de contact faible, elle se répandra sur la surface et s'infiltrera dans de petits interstices (**Figure 2**).

Figure 2 : Sur des surfaces normales, l'eau présentant un angle de contact faible se répand. Sur des surfaces hydrophobes, l'eau présente un angle de contact élevé et perle.

Les surfaces sont considérées comme hydrophobes si l'angle de contact de l'eau est supérieur à 90 degrés. Sur les surfaces hydrophobes, l'eau perle et s'écoule facilement de la surface.

À mesure que l'hydrophobie augmente, l'angle de contact entre la surface et le liquide augmente également. Les surfaces sont superhydrophobes si l'angle de contact de l'eau est supérieur à 150 degrés.

Des surfaces présentant un angle de contact de 180 degrés impliqueraient que l'eau y repose sous la forme d'une sphère parfaite. Actuellement, la majorité des aides auditives sur le marché sont uniquement hydrophobes.

Grâce à l'introduction de nanotextures à la surface des aides auditives, la technologie HydraShield®2 améliore le comportement en la rendant superhydrophobe. Les gouttes d'eau forment une sphère quasiment parfaite et s'écoulent presque sans aucun frottement.

Des propriétés oléophobes

Outre une surface superhydrophobe améliorée, HydraShield®2 offre également une surface oléophobe (du grec «oléo» qui signifie «huile») unique qui réduit efficacement la pénétration de sueur/humidité, de cérumen ainsi que d'autres substances grasses.

Les patients bénéficient ainsi d'une diminution de la fréquence de leurs visites pour une réparation et d'un allongement des intervalles pour le remplacement du cache-microphone et/ou de la protection pare-cérumen.

La majorité des revêtements hydrophobes des aides auditives offrent un angle de contact d'environ 70 degrés pour les liquides gras (**Tableau 3**).

Cet angle de contact permet aux substances grasses de s'infiltrer dans de petites crevasses ou d'obstruer le maillage acoustique, ce qui affecte les performances des aides auditives.

HydraShield®2 entraîne au contraire, au niveau des fluides contenant des substances grasses ou du cérumen, la formation de sphères qui, soit s'écoulent des surfaces, soit ne parviennent pas à pénétrer le maillage acoustique (**Figure 4**).

À quel niveau, la technologie HydraShield®2 est-elle appliquée aux aides auditives ?

Les dégâts les plus fréquemment observés dans les aides auditives, sont causés par les corps étrangers tels que le cérumen. Grâce à ses propriétés oléophobes, HydraShield®2 augmente de manière significative la longévité des écouteurs ainsi que des aides auditives dans leur ensemble.

	Surfaces des aides auditives non traitées	Surfaces hydrophobes classiques	Nanotechnologie HydraShield®2
Eau	80 degrés	90 -110 degrés	150 et + degrés
Huile d'olive (comparable au cérumen)	20 degrés	70 degrés	90-110 degrés

Tableau 3 : Angles de contact mesurés sur différentes surfaces d'aides auditives peintes.

Ecouteurs : en raison de leur positionnement dans le conduit auditif, les intra-auriculaires, les écouteurs déportés (RIC) ainsi que les embouts auriculaires sont fortement exposés à des corps étrangers. Afin de les protéger, il est possible d'insérer la toute nouvelle protection pare-cérumen Hear Clear™ dans les sorties écouteurs. Cette nouvelle protection pare-cérumen permute avec le maillage acoustique pour une protection pare-cérumen en plastique.

Grâce aux propriétés oléophobes que lui confère la technologie HydraShield®2, la protection parecérumen Hear Clear est moins susceptible d'être obstruée par des résidus de substances grasses ou de cérumen.

De plus, elle repousse le cérumen et autres corps étrangers et les tient à l'écart des composants électroniques des écouteurs. Les patients indiquent une division par deux à trois de l'intervalle entre deux remplacements des protections pare-cérumen.

La nouvelle protection pare-cérumen Hear Clear est identifiable par la couleur rouge de l'outil d'insertion/extraction alors que celui de la version précédente est bleu (**Figure 5**).

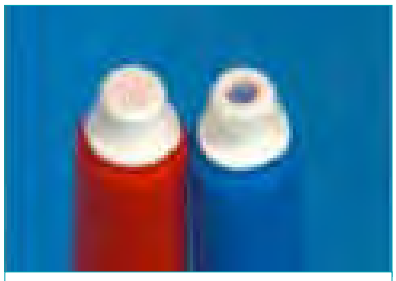


Figure 5 : Le nouvel outil de la protection pare-cérumen Hear Clear est rouge, celui d'origine est bleu.

Boîtiers et tiroirs pile : la technologie HydraShield®2 est actuellement utilisée sur les nouveaux boîtiers des contours d'oreille et écouteurs déportés ainsi que sur les tiroirs pile, pour offrir une protection contre l'infiltration de liquide dans les orifices, les fentes ou les crevasses de petite taille.

La technologie HydraShield®2 réduit les dommages causés aux composants, la corrosion à la pile zinc-air ainsi que les défaillances du circuit électronique.

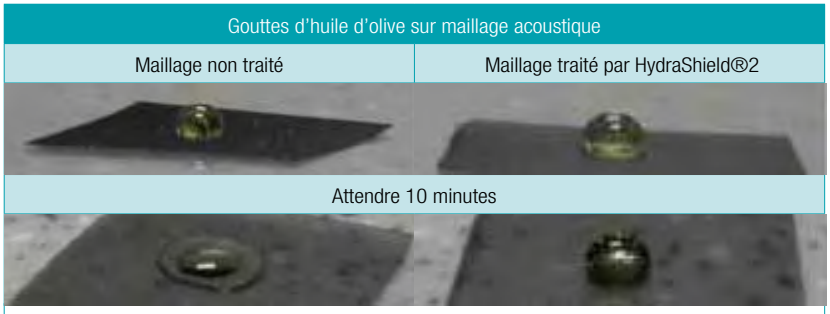


Figure 4 : Le maillage traité auquel a été appliqué la technologie HydraShield®2 continue de repousser l'huile d'olive alors que le maillage non traité est rapidement obstrué par l'huile.

Cache-microphones : la technologie HydraShield®2 est appliquée au cache-microphone des contours d'oreille et écouteurs déportés afin de protéger les microphones des dommages causés par les substances grasses et la transpiration. Comme le montre la Figure 4, la technologie HydraShield®2 repousse l'humidité, les substances grasses ainsi que le cérumen tout en protégeant les microphones, ce qui empêche une diminution des performances.

Des conceptions mécaniques améliorées

Starkey Hearing Technologies a recours à de nombreuses techniques de conception pour protéger les piles et les composants électroniques de la pénétration de corps étrangers. Le moyen le plus simple d'assurer cette protection consisterait à réaliser une étanchéité complète des aides auditives. Cependant, cette solution n'est pas pratique, car les microphones ne seraient pas en mesure de recevoir les signaux acoustiques, les écouteurs ne pourraient pas émettre et la pile serait privée d'air et incapable de fournir de l'énergie.

La clé consiste à trouver des procédés pour maintenir les corps étrangers à l'extérieur tout en laissant entrer l'air. Les barrières mécaniques, les joints et les maillages imperméables constituent, entre autres, les moyens classiques utilisés pour empêcher la pénétration de corps étrangers. Ces conceptions sont principalement mises en oeuvre dans les zones du tiroir pile, les joints des boîtiers, les modules des microphones et écouteurs.

En raison des petites dimensions concernées, de nombreuses techniques sont limitées par des considérations relatives à la dimension physique ou au montage/réparation.

De plus, une petite déchirure au niveau du joint ou une surface d'accouplement dégradée peuvent rendre la protection inefficace. Des maillages acoustiques transparents réduisent la quantité de substances indésirables atteignant l'écouteur et les microphones ; cependant, pour obtenir des performances optimales, il convient de les associer à la technologie HydraShield®2.

Lorsqu'elle est associée à la technologie HydraShield®2, la conception de joints, d'interstices et d'orifices de diamètre inférieur 0,1 mm offre une excellente résistance contre la pénétration d'eau et de substances grasses. En complétant les techniques traditionnelles, la technologie HydraShield®2 augmente la satisfaction des patients, grâce à une fiabilité accrue des produits et à une réduction de la pénétration de cérumen et autres corps étrangers.

Brouillard salin

Un essai au brouillard salin simule le comportement d'aides auditives pouvant fonctionner à long terme dans un environnement humide et en présence de sueur. Cet essai représente les conditions réelles de fonctionnement que les contours d'oreille et écouteurs déportés sont susceptibles de rencontrer un jour.

Starkey Hearing Technologies a adopté la norme MIL-STD-810G (Méthode 509.5), cette dernière étant largement utilisée dans l'industrie électronique grand public. Les aides auditives sont placées dans l'environnement de brouillard salin pendant 48 heures à une température de 350 °C, puis sont soumises au séchage pendant 48 heures dans des conditions ambiantes habituelles.

La **Figure 6** démontre que la technologie HydraShield®2 conserve ses propriétés superhydrophobes y compris en cas d'exposition à des environnements agressifs.

Figure 6 : HydraShield®2 présente toujours une superhydrophobie après deux cycles de brouillard salin.

La **Figure 7** met en évidence la protection contre la corrosion offerte par HydraShield®2, au niveau du tiroir pile et des contacts de l'Entrée Directe Audio (DAI).

Ces résultats laissent présager un nombre réduit de problèmes liés à l'humidité ainsi qu'une meilleure fiabilité des aides auditives.

Figure 7 : Aucune corrosion n'a été observée au niveau du tiroir pile ni de la zone des contacts de l'Entrée Directe Audio, après deux cycles de brouillard salin.

Notation de la protection contre la pénétration

Le secteur des aides auditives a adopté la norme ANSI/ IEC60529 afin de prouver à quel point les aides auditives sont «résistantes à la pénétration». À partir de cette norme, les aides auditives se voient attribuer une note de Protection contre la pénétration (IP). Cette note commence par les lettres «IP» suivies de deux chiffres : le premier chiffre de la certification IP indique le niveau de protection contre les corps étrangers, tels que la poussière ou la saleté ; le second chiffre indique le niveau de protection contre l'eau et l'humidité. En cas de test effectué sur un seul de ces critères, un «X» remplace l'autre chiffre. Par exemple, le barème de notation IP applicable à l'eau s'étend de «IPX0» (aucune protection contre l'humidité) à «IPX8» (protection contre l'immersion continue dans l'eau). Une notation IPX7 ou IPX8 permet d'étiqueter les aides auditives comme étanches.

Un laboratoire indépendant a récemment soumis chacune des nouvelles aides auditives écouteurs déportés de Starkey Hearing Technologies au test formel d'intrusion d'eau. Après avoir été immergées dans un mètre d'eau pendant 30 minutes, elles n'ont montré aucun signe d'intrusion d'humidité répondant ainsi aux exigences IPX7. Les essais IP étant considérablement plus stricts que ce à quoi l'on peut s'attendre au cours d'une utilisation quotidienne des aides auditives, les patients apprécient la protection supplémentaire contre l'humidité offerte par la technologie HydraShield®2.

Conclusion

Les professionnels de la correction auditive et les patients souhaitent bénéficier d'aides auditives résistantes à l'eau, à la sueur, au cérumen et autres corps étrangers. Ils souhaitent disposer d'aides auditives fiables qui fonctionnent dans des environnements difficiles et jouir de la tranquillité d'esprit en sachant que les composants électroniques sensibles de leurs aides auditives sont correctement protégés pendant leur durée de vie. Ces dernières années, les aides auditives ont intégré une résistance à l'eau pour réduire la corrosion et améliorer la fiabilité. Malheureusement, celle-ci n'a guère traité le mode de défaillance le plus fréquent : la pénétration de corps étrangers, tels que les substances grasses ou le cérumen.

Grâce à des tests en laboratoire couronnés de succès et aux expériences réelles des patients, la technologie HydraShield®2 offre une solution efficace, complète et inégalée sur le marché. Non seulement elle offre une protection optimale contre l'humidité par le biais de son superhydrophobie, mais elle intègre également des propriétés de surface oléophobes. Ensemble, ces propriétés augmentent la fiabilité et la longévité des aides auditives et le niveau de satisfaction des patients.

WIDEX®

OUÏE POUR LA VIE

8 MILLIONS* DE SÉNIORS SOUFFRENT D'**ACOUPHÈNES** EN FRANCE.

WIDEX EST LE SEUL FABRICANT À PROPOSER **PLUSIEURS SOLUTIONS INNOVANTES** POUR CAPTER CE MARCHÉ.

CORRECTION AUDITIVE

CONSEIL ET ACCOMPAGNEMENT

PROGRAMME ZEN

ALORS, NE LES LAISSEZ PLUS VIVRE AVEC !

- Retrouvez-nous à l'AFREPA, le colloque des acouphènes, qui aura lieu les 13 et 14 septembre prochain à Lille.
- Plus d'informations sur l'AFREPA et tous les événements auxquels WIDEX participe sur www.widexpro.fr, rubrique actualités.

*Etude Galliléo Juin 2012

WIDEX

Les acouphènes, les solutions ZEN de WIDEX

Acouphènes : état des lieux

Les acouphènes concernent une grande partie de la population : 45% des plus de 55 ans.

- Selon une enquête (*Etude Gallileo-Widex, auprès de presque 4000 Français) menée en juin 2012, les acouphènes concernent 8 millions de personnes sur les 17,5 millions âgés de plus de 55 ans.
- 6 millions d'entre eux déclarent une perte d'audition, qui ne fait l'objet d'une correction auditive que pour 1,3 millions.
- Près d'une personne sur 2 de plus de 55 ans est concernée, dont principalement des personnes ayant une perte d'audition.

La gêne occasionnée par l'acouphène est souvent limitée, mais le besoin de prise en charge est réel pour le plus grand nombre.

- 89% des non appareillés sont faiblement ou moyennement gênés.
- 47% ont pourtant consulté un médecin dont 53% pour leurs acouphènes seulement et 39% pour l'acouphène et la perte d'audition.

Donc même dans les cas où l'acouphène n'est pas fortement gênant les personnes vont consulter principalement pour ce motif (92% des personnes consultent pour les acouphènes).

La correction auditive, une solution efficace, peu proposée.

- Pour 87% des personnes qui ont consulté un médecin, le port d'une aide auditive n'a pas été recommandé.
- Pourtant, la correction auditive soulage 54% des personnes dont 67% de ceux qui ont un acouphène intermittent.

Si les personnes interrogées avaient plus d'informations sur les solutions qui existent, dont le programme ZEN, leur comportement serait-il différent ?

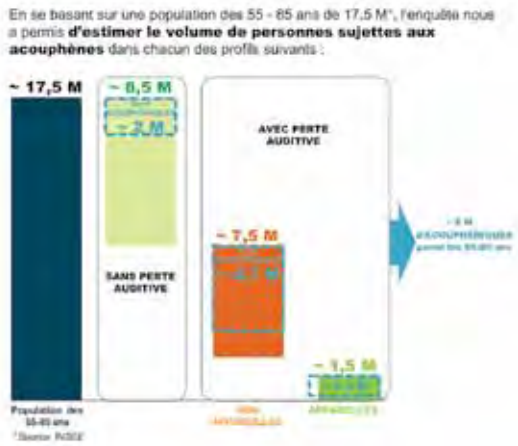
- 28% des « non appareillés » (soit 1,3 millions de personnes) seraient incités à s'équiper s'ils connaissaient l'existence du programme ZEN.
- 39% des « appareillés » (600 000 personnes) seraient prêts à renouveler leurs aides auditives, si celles-ci disposaient d'un programme ZEN.

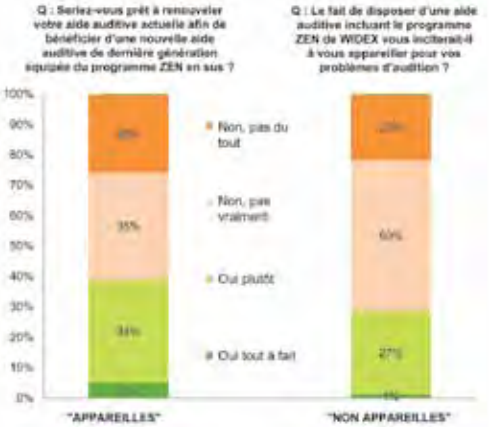
Conclusion de l'enquête

Prévalence : Les acouphènes concernent une grande partie des plus de 55 ans, et pas seulement la minorité qui souffre d'acouphènes très gênants.

Manque d'information : Les plus de 55 ans sont préoccupés et manquent d'information. S'ils étaient informés, un grand nombre serait prêt à s'équiper ou se rééquiper.

Prise en charge complexe ? Souvent une simple correction auditive permet de soulager les acouphènes, en particulier lorsqu'ils sont intermittents.





Comment prendre en charge une personne et son acouphène ?

De nombreuses approches sont possibles, mais les plus utilisées sont :

Le conseil et l'accompagnement : le rôle du professionnel de santé est au coeur de la prise en charge.

La correction auditive : apporte souvent un bénéfice important dans 54% des cas.

Les bruits bandes larges et bruits bandes étroites jusqu'à 1/3 d'octave (uniquement avec ZEN personnel) : utilisés dans le cadre de prise en charge de type TRT.

La réduction du stress : le stress est un facteur aggravant des acouphènes. L'écoute de la musique aide à réduire le stress (voir WidexPress n°32).

La relaxation : permet de limiter le stress. Elle aide également pour la concentration et pour réduire les pertes de sommeil (voir WidexPress n°32).

Intervention cognitivo-comportementale (CBI) : pour réduire les émotions négatives liées aux pensées ou événements vécus.

Les outils mis à votre disposition

Conseils et accompagnement

Widex a développé un cadre global de prise en charge des acouphènes proche de travaux de la TRT : la WIDEX ZEN THERAPY (WZT).

WZT comprend des outils à utiliser face au patient et un guide pour les utiliser.

2 gammes d'outils existent selon le niveau de détail souhaité :

- « ZEN et ZEN Bruit », associé aux «lignes directrices de Widex»
- « WIDEX ZEN THERAPY conseil » associé à son manuel de 80 pages est un outil complet de prise en charge, incluant l'approche « CBI », des conseils pour la relaxation, différents questionnaires...

Correction auditive

Une gamme d'aides auditives avec des avantages spécifiques pour la gestion des acouphènes incluant :

- l'amplification des sons faibles.
- une large bande passante, en particulier avec les écouteurs ClearBand à 2 voies.

Programme ZEN

ZEN est un outil complet qui permet :

- de générer des bruits bandes larges et des bruits filtrés jusqu'à 1/3 d'octave (uniquement avec ZEN personnel), utilisés pour la TRT (ZEN bruit).
- la réduction du stress et l'amélioration de la concentration avec les mélodies ZEN.

ZEN est inclus dans toutes les aides auditives de la gamme DREAM et en option sur MENU.

ZEN est inclus dans toute la gamme ZEN2GO, une gamme spécifique pour les patients qui souhaitent une solution qui ne soit pas une aide auditive :

- ZEN2GO-Evolution est un Passion, avec un packaging spécifique incluant la radiocommande RC-DEX et un préréglage avec 3 programmes ZEN.
- ZEN2GO-Bruiteur : est un micro contour m, avec un packaging spécifique et un préréglage avec 2 programmes ZEN. C'est une solution très économique.

ZEN peut être activé en tant que simple programme de l'aide auditive ou au travers de ZEN+ qui offre une gestion étendue des programmes, présents sur certains modèles.

Les mélodies ZEN et le bruit ZEN peuvent être activés ensemble ou séparément, avec ou sans les microphones actifs.

Le réglage de volume par l'utilisateur peut changer soit ZEN, soit la correction auditive, soit les deux.

Plus d'informations sur www.widexpro.fr
ou M. Maillot, audioprothésiste formateur
au 06 22 91 34 34

Récapitulatif des solutions zen

		DREAM				ZEN2GO		MENU
Fonction	Description	440	330	220	110	EVOLUTION	BRUITEUR	Hors CMU
ZEN	Mélodie et Bruit ZEN	●	●	●	●	●	●	En option
ZEN+	Augmente le nombre de programmes	●	●	●	●	●		
ZEN PERSONNEL	Bande passante du bruit zen réglable	●						

Actualités
du monde de l'audiologie

Société Française d'Audiologie
12ème Congrès de la SFA - « Audition et musique »

Descriptif

Après Deauville et Montpellier, Strasbourg a le plaisir d'accueillir, pour la deuxième fois, le Congrès de la Société Française d'Audiologie les 29 et 30 novembre 2013.

La Société Française d'Audiologie est une société dont la particularité est d'être pluridisciplinaire, avec pour objectif de regrouper à la fois des médecins O.R.L et phoniatres, des audioprothésistes, des orthophonistes, des chercheurs, des fondamentalistes acousticiens ainsi que des industriels. Cette société a pour vocation première de réunir tous les professionnels intéressés par l'Audiologie.

Pour ce XIIème Congrès, le thème sera le suivant : Audition et Musique.

Ce congrès permettra une fois de plus d'aborder les dernières évolutions concernant les travaux de recherches cliniques et fondamentales de l'audiologie ainsi que celles des techniques de réhabilitation de l'audition, notamment dans le domaine de la musique.

Comité d'organisation

Didier BOUCCARA
Anne CHARPIOT
Christian DEBRY
Nicole DENNI-KRICHEL
Marie-Madeleine ELIOT
Catherine LEMOINE
Bernard MEYER
Françoise STERKERS

Comité Scientifique

Didier BOUCCARA
Anne CHARPIOT
Christian DEBRY
Nicole DENNI-KRICHEL
Marie-Madeleine ELIOT
Elise GAZZANO
Bernard MEYER
Christian MEYER-BISCH
Françoise STERKERS

Programme

Vendredi 29 novembre

9h00 : Ouverture du Congrès

9h30 : Session 1 - « Les fondamentaux : en quoi la perception de la musique diffère-t-elle de la perception des autres sons, notamment de la parole ? »

9h30 : Physiologie de la perception auditive, écoute de la musique - Xavier Perrot

10h00 : Contexte et mémoire dans la perception auditive - Daniel Pressnitzer

10h30 : Bases neuropsychologiques de l'écoute musicale - Séverine Samson

11h00 : Pause

11h30 : Communications libres

12h30 : Déjeuner

14h00 : Session 2 - « Bénéfices et danger de l'écoute de la Musique »

14h00 : Musique et plasticité cérébrale - François Clément

14h30 : Exposition à la musique et réalité du risque auditif - Christian Meyer-Bisch

15h00 : Ecoute de la Musique chez le malentendant - Christophe Rosenberg

16h00 : Pause

16h30 : Communications libres

17h30 : Session musicale

18h30 : Fin de la journée

20h00 : Dîner au Restaurant ART CAFE

Présidents de séance :
Christophe VINCENT,
Christian DEBRY

Samedi 30 novembre

9h30 : Session 3 - « L'audition du musicien et ses particularités »

9h30 : Comment explorer l'audition d'un musicien - Elise Gazzano

10h00 : Comment réhabiliter un trouble de l'audition chez un musicien - Eric Bizaguet

10h30 : Evaluation orthophonique - Marie Brignonne

11h00 : Pause

11h30 : Communications libres

12h30 : Déjeuner

14h00 Session 4 - « Réhabilitation et écoute de la Musique »

14h00 : La musique support de réhabilitation du langage - Françoise Garcia

14h20 : La musique pour faciliter l'adaptation des aides auditives (PA et IC) - Géraldine Geffriaud

14h40 : Communications libres

15h30 : Table ronde : Musique et implants cochléaires

Difficultés de l'IC chez le musicien - Bruno Frachet

Implant cochléaire et écoute musicale - Paul Govaerts

Musique et rééducation orthophonique de la personne porteuse d'un IC - Emmanuèle Ambert-Dahan

16h30 : Fin du congrès

Renseignements

www.sfaudiologie.fr

Enseignement Post-Universitaire Paris - La Villette 6/7 décembre 2013

"Le bruit dans tous ses états"

Enseignement Post-Universitaire

Les 6 et 7 décembre 2013
Centre des congrès de la villette
Cité des sciences et de l'industrie
30, Av. Corentin Cariou - 75019 Paris

Sous la présidence de Monsieur Eric BIZAGUET, des professionnels de l'audition aborderont les points principaux recouvrant le domaine du Bruit. Les dernières technologies en matière auditive seront également présentées.

Une exposition de matériels d'audioprothèse et d'audiophonologie aura lieu en parallèle.

Pour les Directeurs d'Enseignement d'Audioprothèse et de D.U.:

M. Achour Aknine - M. le Professeur Lionel Collet - M. Joël Ducourneau - Mme le Professeur Pascale Friant-Michel - M. le Professeur Alexandre Garcia - M. le Professeur Benoit Godey - M. le Docteur Romain Kania - Mme le Professeur Cécile Parietti-Winkler - M. le Professeur Jean-Luc Puel - M. le Professeur Patrice Tran Ba Huy

Pour le Collège National d'Audioprothèse

Kamel Adjout - Patrick Arthaud - Jean-Claude Audry - Jean Bancons - Jean-Paul Beraha - Hervé Bischoff - Eric Bizaguet - Geneviève Bizaguet - Jean-Jacques Blanchet - Daniel Chevillard - Arnaud Coez - Christine Dagain - Ronald De Bock - Xavier Debruille - François Degove - François Dejean - Jean-Baptiste Delande - Xavier Delerce - Matthieu Del Rio - Jean-Pierre Dupret - Charles Elcabache - Robert Faggiano - Stéphane Garnier - Alexandre Gault - Grégory Gerbaud - Céline Guémas - Eric Hans - Bernard Hugon - Jérôme Jilliot - Yves Lasry - Stéphane Laurent - Frank Lefevre - François Le Her - Maryvonne Nicot-Massias - Jean Old - Georges Peix - Christian Renard - Xavier Renard - Benoît Roy - Thomas Roy - Philippe Thibaut - Claude Sanguy - Jean-François Vesson - Frédérique Vignault - Paul-Edouard Waterlot

Pour les membres correspondants étrangers du CNA

Roberto Carle - Léon Dodelé - Bruno Lucarelli - Philippe Lurquin - Leonardo Magnelli - Carlos Martinez Osorio - Juan Martinez San Jose - Thierry Renglet - Christoph Schwob

Pour les membres correspondants étrangers associés du CNA

Elie El Zir

Vendredi 6 Décembre 2013

8H00 ACCUEIL DES PARTICIPANTS

8H45 - 9H00
INTRODUCTION A L'EPU 2013
E. BIZAGUET, Audioprothésiste, Paris
Président du Collège National d'Audioprothèse

Séance du matin

9H00 - 9H30
Impact du bruit sur la santé :
Chiffres clefs, maladies professionnelles, législation.
A. DEBONNET-LAMBERT, Directrice du CIDB, Paris (Centre d'information et de Documentation sur le Bruit)

9H30 - 10H15
Le bruit : Définitions et caractéristiques. Comment le mesurer ?
Pr A. GARCIA, CNAM, Paris

10H15 - 11H15
Physiopathologie cochléaire et centrale : Impact du bruit, recherches en cours.
Pr J.L. PUEL, Université de Montpellier

Pause 11H15 - 11H45

11H45 - 12H30
Prévention et protection contre le bruit :
Systèmes actifs et passifs.
Indications, choix, intérêts et limites.
Description et mesure de leur efficacité.
E. HANS, Audioprothésiste, Montbeliard
A. HUGON, Audioprothésiste, Paris

12H30 - 13H00
Aménagement au poste de travail, traitement des structures :
Isolement et absorption des bruits en milieux industriels.
J. DUCOURNEAU, Maitre de conférences, Université de Lorraine

Séance de l'après-midi

14H30 - 15H30
Traitement du bruit et de la parole par le système auditif chez l'entendant et le déficient auditif.
M. PAQUIER, Maître de conférence, Université de Brest

15H30 - 16H30
Impact du bruit sur la compréhension chez le déficient auditif :
Spécificités de la surdité traumatique, mesure du handicap.
A. COEZ, Audioprothésiste, Paris

Pause 16H30 - 17H00

17H00 - 17H30
Déclin cognitif et prise en charge de la surdité : Evaluation de la personne âgée.
I. MOSNIER, O.R.L, Colombes

17H30 - 18H00
Hyperacousie :
Prise en charge et traitements.
P. LURQUIN, Audioprothésiste, Bruxelles

Samedi 7 Décembre 2013

8H00 ACCUEIL DES PARTICIPANTS

Séance du matin

8H45 - 9H15
Anamnèse et cas cliniques
T. ROY, Audioprothésiste, Paris

9H15 - 10H45
Technologie et traitement du signal :
Spécificités du traitement du bruit dans les aides auditives.
Réducteurs du bruit et microphones directionnels.
Comment améliorer la compréhension dans le bruit ?
Choix des différents traitements du signal.

J.B. DELANDE, Audioprothésiste, Annecy
X. DELERCE, Audioprothésiste, Mont de Marsan
A. GAULT, Audioprothésiste, Annecy

Pause 10H45 - 11H15

11H15 - 12H15
Choix prothétique et réglages :
Réglages des aides auditives en fonction du bilan prothétique, de l'âge, de l'ancienneté de la perte auditive, du bruit et de l'environnement.
F. DEJEAN, Audioprothésiste, Montpellier
S. LAURENT, Audioprothésiste, Gourin

12H15 - 12H45
Réglages spécifiques en milieu bruyant.
C. GUEMAS, Audioprothésiste, Carhaix

Séance de l'après-midi

14H15 - 14H45
Les accessoires : HF, « wi-fi »...
G. GERBAUD, Audioprothésiste, Reims

14H45 - 15H30
Mesures de l'efficacité :
Audiométrie et analyse de l'essai en milieu social.
M. DEL RIO, Audioprothésiste, Bordeaux
Y. LASRY, Audioprothésiste, Nantes

Pause 15H30 - 16H00

16H00 - 16H45
Orthophonie et appareillage :
Quelle prise en charge pluridisciplinaire pour renforcer l'efficacité des aides auditives dans le bruit ?
G. BESCOND, Orthophoniste, Rennes
F. LEFEVRE, Audioprothésiste, Rennes

16H45 - 17H15
L'éducation prothétique :
Comment expliquer les limites au patient et à sa famille.
E. BIZAGUET, Audioprothésiste, Paris

17H15 - 18H00
CAS CLINIQUES - CONCLUSION DE L'EPU

Programme susceptible de modification

Renseignements

Collège National d'Audioprothèse
20, rue Thérèse - 75001 Paris
Tél. : 01 42 96 87 77
Fax : 01 49 26 02 25
cna.paris@orange.fr

Institut Libre Marie Haps Formation pratique - Mesures in vivo

Descriptif

Formation pour les audiologues

- Passer en revue tous les aspects acoustiques de l'oreille externe et de l'oreille moyenne qui influencent les relevés de pression en fond de conduit ;
- Sensibiliser l'auditoire à la problématique du mode de fonctionnement et du choix des signaux de mesure utilisés;
- Utiliser la mesure in-vivo en préréglage ou en validation de réglage ;
- Au regard des logiciels fabricant, apprendre à configurer sa procédure pour se mettre en accord avec les informations affichées afin d'éviter les erreurs d'interprétation ;
- Appliquer des mesures rigoureuses pour limiter au maximum les erreurs d'amplifications ;
- Manipuler, intervenir et/ou apporter des informations utiles à l'ensemble des personnes présentes via des ateliers pratiques.

Intervenants

Pierre Devos et David Dodelé

Dates et horaires

Le 1er février 2014 - 9.30 à 16.30

Prix

Tarif unique: 120 euros

Lieu

Institut Libre Marie Haps
Chaussée de Wavre 249 /
Rue d'Arlon 11 - 1050 Bruxelles

Inscriptions

Le nombre de participants à cette formation est limité à 15.

Les informations détaillées seront disponibles sur notre site internet (www.mariehaps.be/fomationcontiue) à partir d'octobre 2013.

Les personnes intéressées peuvent néanmoins d'ores et déjà se manifester en envoyant un mail à formationscontinues@ilmh.be pour recevoir les informations dès leur publication.

Diplôme Inter-Universités Université François Rabelais - Tours
Réhabilitation de l'audition

Objectifs

- Médecins (ORL, Chirurgiens de la Face et du Cou)
- Audioprothésistes
- Orthophonistes

Objectifs

- Définir les enjeux de la réhabilitation auditive selon l'âge.
- Décrire l'intérêt de la réhabilitation ultra-précoce chez l'enfant.
- Améliorer la thérapeutique par une approche pluridisciplinaire et le lien entre professionnels de la surdité (ORL, audioprothésistes, orthophonistes).
- Actualiser les connaissances des prothèses auditives et systèmes implantées.
- Améliorer le diagnostic des surdités génétiques.

Programme

Bases de la réhabilitation de l'audition et Audiométrie (Conséquences de la surdité selon l'âge, Génétique & Surdité, Normes audiométriques, Physiologie cochléaire : Codage fréquentiel spatal et temporel du son, Audiométrie pratique, l'assourdissement, Plasticité des voies auditive, Epreuve vocale, Stéréo-audiométrie, Surdité néonatale : dépistage et pistage).

Prothèses auditives (famille de prothèses et principes de réglages, Test d'orientation audioprothétique, Test d'évaluation du résultat : test dans le bruit, Prescription : législation, renouvellement, remboursement).

Systèmes implantés (implant cochléaire : indications selon l'âge. Stimulation électroacoustique. Implant du tronc cérébral. Réglages des implants. Principes de la rééducation orthophonique).

Chirurgie de la surdité (hors implant) : Otospongiose, Otite Chronique, Aplasies, Tympanoplasties et ossiculoplasties. Evaluation des résultats et facteurs prédictifs.

Responsables pédagogiques

Emmanuel Lescanne, Professeur à l'université de Tours, Praticien Hospitalier.

Benoît Godey, Professeur à l'université de Rennes-1, Praticien Hospitalier.

Philippe Bordure, Professeur à l'université de Nantes, Praticien Hospitalier.

Lieu de formation

3 séminaires de 2 jours :
Tours : février, Rennes-Fougères : mars, et Nantes : mai.
Stages : 10 demi-journées

Renseignements

Patricia Fasquelle 02 47 47 38 94
(Ap. midi)

Inscription

Marie-Laure Marin-Girard 02 47 36 81 39
htp://med.univ-tours.fr/formation-continue/

Rencontres de la Société Française de Réflexion Sensori-Cognitive

Rencontres de la Société Française de Réflexion Sensori-Cognitive (SOFRESC)

Samedi 16 novembre 2013

Musée de l'Armée
Amphi Austerlitz
Hôtel National des Invalides
129, rue de Grenelle, 75007 Paris
(M° La Tour Maubourg)

Comité organisation

Arach Madjlessi, Didier Bouccara, Catherine Dauxerre, Murielle Jamot

Comité Scientifique de la journée

Mme Emmanuèle Ambert-Dahan
Pr Joel Belmin
Dr Didier Bouccara
Dr Brigitte Chouard
Pr Christian Corbé
Mme Catherine Dauxerre
Mme Nicole Denni-Krichel
Dr Philippe de Normandie
Pr Bruno Frachet
Pr Claude Jeandel
Pr Stéphane Lehericy
Pr Frank Lin
Dr Arach Madjlessi
Dr Isabelle Mosnier
Dr Xavier Perrot
Pr Anne Sophie Rigaud
Pr Séverine Samson

Programme

Samedi 16 novembre 2013

9h00 : Accueil

9h15 : Ouverture de la journée
Médecin général inspecteur, Jack Dorol (Directeur de l'INI)

9h30 : Présentation de la SOFRESC et de la journée
Arach Madjlessi (Président de la SOFRESC) ; Didier Bouccara (Secrétaire et Vice-Président de la SOFRESC) ; Murielle Jamot (Trésorière de la SOFRESC)

1ère session
Evaluation et impact des troubles cognitifs et sensoriels : Que sait-on en 2013 ?

Modérateurs : Professeur Claude Jeandel (CHU Montpellier) et Docteur Didier Bouccara (Vice-Président de la SOFRESC)

9h45 : Troubles auditifs liés à l'âge : données physiopathologiques, évaluation et impact de la réhabilitation. Docteur Xavier Perrot (CHU Lyon)

10h05 : Troubles visuels liés à l'âge : données physiopathologiques, évaluation et impact de la réhabilitation. Docteur Brigitte Chouard (CHU Tenon)

10h30 : Vieillissement cognitif : données physiopathologiques, évaluation et impact de la réhabilitation. Professeur Joël Belmin (CHU Pitié Salpêtrière)

10h55 : Imagerie du vieillissement cognitif et sensoriel. Professeur Stéphane Lehericy (CHU Pitié Salpêtrière)

11h15 : Pause café

11h30 : "Hearing loss and cognitive functioning in older adults : insights from epidemiologic studies". Professeur Frank Lin (Baltimore)

Modérateur : Professeur Bruno Frachet (Hôpital Rotschild)

12h30 Déjeuner - salle des Boiseries

2ème session
Quelles prises en charge médicales et en rééducation ?
Et quelle organisation ?

Modérateurs : Professeur Christian Corbe (Ophtalmologiste Ancien Directeur de l'INI - SOFRESC) et Docteur Arach Madjlessi (Président de la SOFRESC)

14h00 : Quel traitement pour les troubles cognitifs mineurs ?
Professeure Séverine Samson (Université de Lille - Nord de France et CHU Pitié-Salpêtrière)

14h20 : Traitement des troubles cognitifs installés.
Professeure Anne-Sophie Rigaud (CHU Cochin)

14h40 : Les projets rééducatifs multidisciplinaires.
Professeur Christian Corbe (Ophtalmologiste, SOFRESC)

15h00 : La coordination des réseaux de soins.
Nathalie Chevallier (Responsable Santé FNMF)

15h20 : Table Ronde :
Comment développer de nouveaux réseaux d'évaluation et de soins ?

Modératrices : Murielle Jamot (SOFRESC) et Docteur Isabelle Mosnier (CHU Pitié Salpêtrière)

Participants : Docteur Philippe de Normandie (Directeur Adjoint du Groupe Korian), Nicole Denni Krichel (Présidente de la SFA), Anne Rabiller (Directrice adjointe de la Mutualité Anjou Mayenne), Patrick Faivre (Directeur de l'institut Cler Basse Vision à Nancy, FISAF), un(e) représentant(e) de la FREGIF (FHF).
A partir des expériences de réseaux de soins et des perspectives institutionnelles

16h00 : Conclusions de la journée et perspectives
Didier Bouccara, Arach Madjlessi (SOFRESC)

Informations et inscriptions

inscriptions en ligne sur
www.sphconseil.fr

informations en ligne sur
www.sofresc.com

Droits d'inscription :
75 euros Nets de TVA
(Pause et déjeuner inclus)

SPH Conseil
Pôle colloques/ formations
Tél : 01 44 06 85 26
www.sphconseil.fr

Communiqués de presse

Oticon lance la seconde génération de l'adaptateur Télévision ConnectLine 2.0 !

Grâce à la gamme ConnectLine, les utilisateurs ont accès à de nombreuses possibilités de divertissement au quotidien. Ils peuvent regarder leur émission télévisée favorite, écouter de la musique classique ou du rock, à l'extérieur ou chez eux. Travail pour les uns, plaisir et divertissements pour les autres, les solutions ConnectLine permettent aux utilisateurs de profiter de la liberté de communiquer.

Oticon lance la seconde génération du ConnectLine Télévision

Directement branché à la télévision (sortie analogique) pour transmettre un signal audio en temps réel aux deux aides auditives, l'adaptateur TV ConnectLine 2.0 permet à vos patients de suivre l'action, le drame ou la comédie au volume qui leur convient.

Cela signifie que les autres personnes présentes dans la pièce, voire dans la maison, ne sont pas gênées par un volume trop fort. Tout le monde peut écouter avec un volume qui lui est confortable !

Voici les nouvelles fonctionnalités que vous apportent ConnectLine TV 2.0

- Portée jusqu'à 30 mètres entre l'utilisateur et la télévision.
- Compatibilité pour stéréo numérique (PCM) et Dolby Digital®.
- Grâce à son intégration dans le système ConnectLine, l'utilisateur sera averti des appels téléphoniques entrants même s'il regarde la télévision (avec le module ConnectLine téléphone - en option).

ConnectLine est la solution pour tous les utilisateurs d'aides auditives ! Pour plus de renseignements, n'hésitez pas à visiter le site Internet : www.oticon.fr ou la page Facebook : www.facebook.com/OticonFrance

Communiqués de presse

Oticon Arrivée d'Emilie Gabet dans la région du Sud Ouest

Animatrice Réseau Oticon des régions Poitou-Charentes

Nous avons le plaisir de vous annoncer qu'après trois années passées en tant qu'assistante commerciale chez PhonicEar, puis deux comme Animatrice Réseau chez Oticon sur la région Parisienne, Emilie Gabet, de retour de congé maternité, continue l'aventure avec nous dans la région du Sud Ouest.

Grâce à ses nombreuses années d'expérience, à ses compétences et à son sens aigu du service, Emilie vous accompagnera au quotidien et renforcera ainsi encore nos liens de proximité.

Elle saura mettre sa perspicacité, ses connaissances pratiques et sa réactivité à votre service.

Animatrice Réseau Oticon des régions Poitou-Charentes, Aquitaine, Limousin, Midi-Pyrénées, ses coordonnées sont à noter précieusement ou à flasher pour les intégrer directement dans vos contacts :

Emilie Gabet
Email : eg@oticon.fr
Téléphone : 06 29 61 39 59

Emilie, travaillera en étroite collaboration avec votre responsable régional Oticon : Pascal Eudeline. Ils seront vos interlocuteurs privilégiés Oticon afin de développer et de renforcer nos relations.

Elle aura notamment pour missions :

- Promouvoir et former vos collaborateurs sur la gamme ConnectLine, Amigo et Phonic Ear
- Organiser et animer vos Journées Techniques, de ventes ou de démonstration
- Mettre en place des outils d'aide à la vente : PLV, décoration de vos centres et vitrines
- Vous assister pour les commandes via l'OtiShop d'Oticon
- Et bien plus encore... N'hésitez pas à la solliciter !

Widex A/S Jørgen Jensen, nouveau Directeur Général

Jørgen Jensen est le nouveau Directeur Général du fabricant d'aides auditives WIDEX A/S avec pour mission la mise en oeuvre d'une stratégie nouvelle et ambitieuse pour le groupe.

« Aujourd'hui, Widex est une société d'envergure internationale avec 43 filiales dans le monde, un chiffre d'affaires de plus de 3 milliards de couronnes danoises et 3.800 employés. Depuis les 10 dernières années, la société connait une croissance de 10% par an. Nous avons les meilleurs produits sur le marché, une longue tradition de qualité et n'avons rien à envier en audiologie. Cette évolution ne doit pas juste se poursuivre, elle doit être renforcée. C'est pourquoi Jørgen Jensen est la bonne personne pour diriger Widex », explique Jan Tøpholm, copropriétaire et actuel PDG de Widex.

Au cours des deux dernières années, Widex a travaillé à une stratégie ambitieuse qui renforcera la société et lui donnera un avenir serein.

«Nous sommes fiers de la position que Widex a atteinte et maintenant notre stratégie va devenir une réalité. Des sommes importantes et des ressources humaines ont été investies dans la stratégie globale et le projet de mondialisation.

C'est un plan qui assurera à l'entreprise les fondations les plus solides possibles pour la croissance et des gains positifs dans un marché mondial qui offre en permanence une concurrence accrue. A cet égard, une étape naturelle a été d'ajouter une nouvelle énergie à la direction de l'entreprise. En nommant Jørgen Jensen en tant que PDG, c'est ce que nous avons fait «, affirme Jan Tøpholm.

De fortes compétences

Avant d'intégrer Widex, Jørgen Jensen était Président et Directeur Général de Nilfisk-Advance depuis 8 ans, une société de fabrication de matériels pour le nettoyage industriel où il a aussi occupé les fonctions de Responsable des ventes et des chaînes de production. Nilfisk-Advance n'a cessé de croître sous la direction de Jørgen Jensen et a également doublé ses profits. Jørgen Jensen est âgé de 45 ans et a un Master en Sciences Économiques.

« Jørgen Jensen a travaillé avec les ventes et le marketing à l'échelle mondiale et a géré le développement stratégique d'un groupe international. C'est cette expérience et cette expertise qui contribuera à assurer l'orientation nécessaire et la vitesse de réajustement pour le développement à venir de Widex. Nous sommes impatients de l'accueillir à bord », explique Jan Tøpholm.

Les propriétaires toujours au Conseil d'administration

Afin de s'assurer que Jørgen Jensen ait toute la liberté nécessaire pour gérer l'entreprise, la direction actuelle va quitter ses fonctions lorsque Jørgen Jensen prendra le relais. Jan Tøpholm va se consacrer pleinement à la fonction de Président du conseil d'administration, tandis que les autres propriétaires, Søren et Anders Westermann, également au conseil de Widex se concentreront sur d'autres tâches de nature plus professionnelle. Le conseil se compose également de personnes expérimentées telles que le célèbre homme d'affaires danois Lars Frederiksen et Ulrik Bülow. Il y aura donc une combinaison solide entre l'expérience de l'industrie et l'expérience opérationnelle et financière, représentée au conseil d'administration. Les deux fils de Jan Tøpholm, Richard et Julian, continueront dans leurs positions opérationnelles à Widex et au conseil d'administration.

Ambitions pour l'avenir

Widex est connue pour sa technologie de pointe et sa position de leader sur le marché. L'objectif de la société est de développer cette position dans l'année à venir. Ce sera le cas en mettant l'accent en permanence sur le développement de produits nouveaux et révolutionnaires qui garantissent un confort optimal ainsi qu'en donnant au consommateur les meilleures performances audiologiques.

Dans le même temps, Widex renforcera ses bénéfices en renforçant et en exploitant ses forces au niveau mondial. Le résultat de cette approche mettra Widex à égalité avec les entreprises les plus performantes sur le marché de l'aide auditive. Cela se fera en parallèle avec le développement de l'organisation et l'augmentation des ventes mondiales.

Contact presse :
WIDEX France
GURRET Solène
Responsable marketing/communication
communicationfrance@widex.com

OCTOBRE 2013

33èmes Journées Annuelles de la Société Française de Gériatrie et Gérontologie

Du 8 au 10 octobre 2013 au CNIT Paris La Défense

Les Journées Annuelles 2013 de la SFGG se tiendront au CNIT Paris La Défense du 8 au 10 octobre 2013.

Ce congrès rassemblera plus de 1 200 personnes : cliniciens - chercheurs - gériatres - gérontologues - para-médicaux francophones qui pourront ainsi partager ensemble les dernières avancées médicales scientifiques et technologiques dans le domaine de la Gériatrie et la Gérontologie.

Toutes les informations sont disponibles sur le site www.jasfgg2013.com.

120ème Congrès de la SFORL

Du 12 au 14 octobre 2013 à Paris

Le Congrès de la Société Française d'Oto-Rhino-Laryngologie et de Chirurgie de la Face et du Cou est le temps fort scientifique de la discipline et le lieu de rencontre convivial des oto-rhino-laryngologistes francophones. Comme chaque année, cet évènement mettra l'accent sur la formation, en proposant un programme riche et formateur.

Info : www.sforl.org

OCTOBRE 2013 (SUITE)

58ème Congrès International de l'EUHA

Du 16 au 18 octobre 2013 à Nurnberg

Le congrès se déclinera en deux axes : des conférences consacrées à la recherche scientifique en matière d'audiologie et une exposition sur les nouveautés en matière d'aides autives.

Info : www.euha.org

ACFOS Formation professionnelle

« Retard d'évolution linguistique après implant cochléaire : quel bilan, quelles solutions ? »

Les 17 et 18 octobre 2013 à Paris

Info : contact@acfos.org

NOVEMBRE 2013

ACFOS
Formation professionnelle

« Les problématiques découlant d'un dysfonctionnement vestibulaire chez l'enfant sourd »

Les 14 et 15 novembre 2013 Paris

Info : contact@acfos.org

ACFOS
Formation professionnelle

« L'accompagnement des adolescents sourds »

Les 25 et 26 novembre 2013 à Paris

Info : contact@acfos.org

12ème Congrès de la SFA
Société Française d'Audiologie

Les 29 et 30 novembre 2013

La Société Française d'Audiologie se tiendra cette année à Strasbourg, sous la Présidence de Nicole Denni-Krichel, et aura pourra thème « Audition et Musique ». Quatre grandes sessions sont d'ores et déjà programmées :

- Fondamentaux : en quoi la perception de la musique diffère-t-elle de la perception des autres sons, notamment de la parole ?
- Examen de l'audition du musicien et ses particularités
- Réhabilitation de l'écoute de la musique
- Bénéfice et danger de l'écoute de la musique

Le pré-programme de cette manifestation est déjà disponible sur le site de la SFA

Info : www.sfaudiologie.fr

DÉCEMBRE 2013

Enseignement Post-Universitaire

Les 6 et 7 décembre 2013

L'Enseignement Post-Universitaire 2013 sera dédié au thème du « Bruit dans tous ses Etats ».

Sous la présidence de Monsieur Eric BIZAGUET, des professionnels de l'audition aborderont les points principaux recouvrant le domaine du Bruit. Les dernières technologies en matière auditive seront également présentées.

Le pré-programme est disponible sur le site du Collège National d'Audioprothèse : www.college-nat-audio.fr. Les inscriptions seront ouvertes dés le mois de juillet.

Vous pouvez vous renseigner d'ores et déjà auprès du secrétariat du CNA au 01 42 96 87 77 ou en adressant un mail : cna.paris@orange.fr

Colloque ACFOS

Les 12 et 13 décembre 2013 à Paris

Le colloque annuel de l'ACFOS aura pour thème « L'enfant sourd de 0 à 3 ans et sa famille ». Le but de ce colloque sera de s'interroger sur la manière de privilégier les aspects humains et relationnels, afin d'optimiser les interventions médicales, prothétiques, éducatives, rééducatives, pédagogiques, psychologiques et sociales

Info : contact@acfos.org

Mutuelle Prévifrance

Recherche audioprothésiste

D.E en CDD à temps plein,
à Toulouse dans le cadre d'un
remplacement de congé de maternité

Le Groupe PREVIFRANCE (150 KE de chiffre d'affaires, 400 salariés) recherche pour sa mutuelle PREVIFRANCE ŒUVRES SOCIALES, **un audioprothésiste** (H/F).

- Vous serez chargé de développer l'activité sur le centre de la mutuelle. Vous êtes dynamique, organisé et avez le sens de la satisfaction des patients.
- Nous proposons un statut de cadre salarié ainsi qu'une rémunération attractive.
  Les débutants sont acceptés.
- Poste à pourvoir dès que possible.
- Lieu de travail : Toulouse

Merci d'adresser votre dossier de candidature (CV et lettre de motivation) sous **réf 2013/Audio/OS** à l'adresse suivante : **drh@previfrance.fr**

MUTUALITÉ FRANÇAISE
ARDENNES
SERVICES DE SOINS ET D'ACCOMPAGNEMENT MUTUALISTES

La MUTUALITE FRANCAISE ARDENNES est un organisme gestionnaire de services de soins constitué de quatre pôles : DOMICILE (soins infirmiers à domicile, hospitalisation à domicile), EHPAD (deux résidences sur le département), SOCIAL (centre d'hébergement de réintertion sociale, appartements relais, accueil spécifique) et OPTIQUE-AUDITION-DENTAIRE.

Nous recherchons :

Un(e) AUDIOPROTHESISTE

En liens directs avec les patients, vous :
- prenez connaissance des examens médicaux et les complétez éventuellement,
- proposez l'appareillage le plus adapté selon le type de surdité/l'utilisation,
- montez, adaptez et réglez les prothèses auditives,
- effectuez les petites réparations d'entretien courant ou de premier niveau,
- contrôlez la qualité de la correction et assurez le suivi de l'appareillage,
- expliquez au patient/sa famille le fonctionnement de l'appareil,
- gérez le fichier client et le stock (matériel, pièces détachées).

Vous êtes titulaire du diplôme d'audioprothésiste.
Nous vous proposons un contrat à durée indéterminée, temps plein ou partiel.
Rémunération à définir selon l'expérience.
Pour les salariés d'origine belge, possibilité d'avantages fiscaux.

Merci d'adresser votre candidature (CV et lettre de motivation) à l'attention de :
Monsieur Thierry BAYON – Chargé de Mission
Mutualité Française Ardennes
3 rue Couvelet – BP 568
08004 CHARLEVILLE MEZIERES Cedex
contact@mutualite-ardennes.fr
03 24 33 68 42

MUTUALITÉ FRANÇAISE — AUDITION MUTUALISTE

La Mutualité Française de DORDOGNE recherche un(e) audioprothésiste diplômé(e) débutant ou non pour la responsabilité de notre centre de Bergerac

- CDI
- Temps plein sur 4 jours ½ ou temps partiel
- Centre créé en 2008, très bien équipé.
- Présence d'une assistante
- Poste à pourvoir dès maintenant.

Envoyez vos courriers de candidature, CV, photo et prétentions à :

MUTUALITÉ FRANÇAISE DORDOGNE
Direction Générale
BP 5013 - 7 rue du Président Wilson - 24 000 Périgueux
Tél : 05-53-35-04-31 - mfd.pierquet@wanadoo.fr

HARMONIE MEDITERRANEE MUTUALISTE

Dans le cadre de son développement,
HARMONIE MEDITERRANEE
MUTUALISTE recrute

un(e) Audioprothésiste
pour compléter son équipe

Poste CDI à pourvoir sur l'Hérault
Rémunération selon expérience

Envoyez votre candidature à :
(lettre manuscrite, CV, photo)

Marc VIVIERS
AUDITION MUTUALISTE
33 avenue Georges Clemenceau
34500 BEZIERS

m.viviers@uniohmm.fr
Tél. 04 67 28 87 08

AUDITION MUTUALISTE,
LA RÉFÉRENCE AUDITION.

La Mutualité Française Aude recherche pour ses centres AUDITION MUTUALISTE

un(e) audioprothésiste (Diplôme d'Etat d'Audioprothésiste) en CDI.

- Temps plein (33h) sur 4j/semaine
- Poste basé à Carcassonne et/ou Lézignan Corbières et/ou Narbonne (11) et à pourvoir immédiatement.
- Avantages sociaux (mutuelle, chèques déjeuners, CE...)

Adresser votre candidature :

MUTUALITE FRANCAISE AUDE
Mlle Virginie ZIMOCH, Directrice Générale
63, rue Antoine Marty - 11000 CARCASSONNNE
contact@mutualite-11.com

Dans le cadre de son développement, Mutuelles de France Réseau Santé recrutent, pour ses centres « Audition Mutualiste » :

2 audioprothésistes : Echirolles (38) et Le Creusot (71)

- Vous souhaitez participer à un projet dynamique
- Vous êtes motivé(e) par le travail en équipe

Merci d'adresser votre CV et lettre de motivation à :
Mutuelles de France Réseau Santé
Secteur Audioprothèse
31 Rue Normandie Niemen - 38130 Echirolles
ou contactez le 06 70 99 98 51

La Mutualité Française Orne recrute pour son centre Audition Mutualiste de Flers (61)

1 Audioprothésiste D.E. H/F

- C.D.I.
- Rémunération : salaire fixe + part variable
- Prime d'objectifs - contrat mutuelle
- Poste à pourvoir en novembre 2013

Pour rejoindre notre réseau mutualiste, merci d'adresser votre candidature :

Mutualité Française Orne
Julie LEMONNIER
28 rue de Bretagne
B.P. 261
61008 ALENCON cedex
julie.lemonnier@mutualite61.fr
Tél : 02 33 82 12 73

dyapason CORRECTION AUDITIVE
L'audition pour passion

DYAPASON recherche des audioprothésistes DE pour différents membres adhérents à son réseau.

Merci de faire parvenir votre candidature en précisant la région souhaitée à :
Philippe Delbort 06 98 20 64 46
philippe.delbort@gmail.com

SIEMENS

Coque blanche type céramique

Composants miniaturisés

micon
La nouvelle dimension

www.siemens.fr/audiologie

Insio iMini micon.

La nouvelle dimension ultra miniaturisée.

Insio iMini™

La technologie micon, innovation BestSound™ Technology de Siemens est dorénavant disponible en insertion ultra profonde avec Insio iMini.
En plus d'un design élégant avec coque blanche laquée type céramique et faceplate chocolat, vous assurez à vos patients discrétion et confort absolus.
Insio iMini, associant une technologie innovante et une position profonde dans l'oreille, offre un son pur et naturel, sans occlusion, sans sifflement.
Insio iMini (113 – 40/50 dB) est disponible en 7mi et 5mi.

Fabriqué sur mesure avec les plus petits composants existants, Insio iMini est l'expression de la haute technologie auditive.

BestSound™ Technology

Life sounds brilliant.*

*La vie sonne brillamment

Juillet 2013. Dispositif médical de classe IIa. TÜV SÜD, CE 0123. Ce dispositif médical est remboursé par les organismes d'assurance maladie. Classe D. Code générique (Base de remboursement) : de 20 ans : 2355084 (1400 €) et + de 20 ans : 2335781 (199,71 €). Pour un bon usage, veuillez consulter le manuel d'utilisation.

3 series™

NOUVEAU EN INTRAS

ÉQUIPEZ VOS PATIENTS EN TOUTE CONFIANCE

Les intra-auriculaires sont maintenant disponibles dans la Gamme Tri Series Wireless. Nos ingénieurs ont imaginé un micro-packaging innovant pour intégrer toutes les performances de la Tri Series dans un processeur ultra compact. Ainsi, la gamme d'intras Tri Series vous permettra de bénéficier de performances de programmation étonnantes de simplicité ! Notre gamme sans-fil la plus complète et la plus aboutie de Starkey, est aussi plus personnalisable : du confort aux fonctionnalités en passant par la qualité sonore. ***Simple et fiable, elle est un gage de satisfaction pour vos patients.***

Disponibles en BTE 13 et 312, en RIC 312 et en CE, CC et CIC avec un gain pouvant aller jusqu'à 70 dB (au 2cc), ces solutions sont compatibles avec l'ensemble des accessoires de connectivité SurfLink®.

Starkey®

L'audition est notre mission™

www.starkeyfrancepro.com
www.starkey.fr

Starkey France 23 rue Claude Nicolas Ledoux - Europarc
94046 CRETEIL CEDEX - N° vert 0800 06 29 53