# LA REVUE DU COLLEGE NATIONAL D'AUDIOPROTHESE

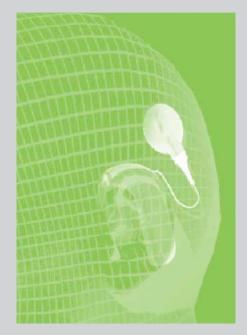
Volume 31 - Mars/Avril 2018 - Numéro 2





### Veille acouphènes

Les divers bruits utilisés en thérapie de l'acouphène : mythes et réalités Philippe LURQUIN, François-René GAUCHET



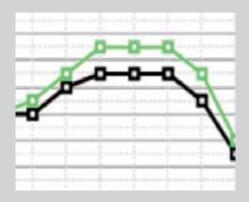
### Veille Implant cochléaire Réhabilitation des surdites neuro-

Réhabilitation des surdites neurosensorielles par l'implant cochléaire Frank LEFEVRE

Enseignement post-universitaire

Le futur de l'audioprothèse : Quels patients, quels actes avec quelles technologies ?

Résumés des communications (2ème partie)



Cas cliniques

Mathieu ROBIER - Yoan NAHMANI



Veille Technique
Les innovations des industriels

23%

des patients trouvent qu'il est difficile de planifier un rendez-vous avec leur audioprothésiste\*



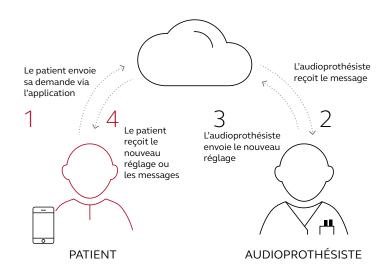


70%

des patients préfèreraient avoir une consultation à distance plutôt que de se rendre chez le médecin\*

# **ReSound Assist**

- SERVICE DE RÉGLAGES À
   DISTANCE DES AIDES
   AUDITIVES RESOUND LINX 3D
   ET ENZO 3D
- EXPÉRIENCE INNOVANTE
- ÉCONOMIE EN TEMPS ET MOINS DE CONTRAINTES DE DÉPLACEMENT



LE MEILLEUR SERVICE QUE VOUS POUVEZ OFFRIR À VOS PATIENTS!





3 Editorial

Paul AVAN



5 Le mot du Président du Collège

Stéphane LAURENT



### 7 Dossier : L'école d'Audioprothèse de Nancy

- 7 L'école d'audioprothèse de Nancy sous le toit de la Faculté de Pharmacie de l'Université de Lorraine Joël DUCOURNEAU, Cécile PARIETTI-WINKLER
- 10 La caractérisation acoustique des parois délimitant les locaux industriels en vue de la réduction du bruit au travail Joël DUCOURNEAU, Adil FAIZ, Kevin RABISSE
- 20 Les thématiques de recherche en oto-neurologie de l'équipe nancéienne Cécile PARIETTI-WINKLER



### 24 Enseignement post-universitaire 2017

- 24 Le point sur les patients acouphéniques : combien ? Evolution ?
  Quelles explorations fonctionnelles doit-on envisager prochainement ?
  Quelles techniques audioprothétiques ? Quelles prises en charge ?
  Le « coaching » digital peut-il être une aide dans ce domaine ? Un exemple concret de prise en charge disciplinaire

  Maud REAL
- 25 Le centre de référence des surdités génétiques

Ines Ben AISSA, Sandrine MARLIN

- Cas clinique : Oreille unique et fluctuante que f
- 28 Cas clinique : Oreille unique et fluctuante, que faire ?

  Mathieu ROBIER
- 32 Cas clinique : Surdité brutale Yoan NAHMANI



### 36 Veille Implant cochléaire

Réhabilitation des surdites neurosensorielles par l'implant cochléaire Frank LEFEVRE



### 43 Veille acouphènes

Les divers bruits utilisés en thérapie de l'acouphène : mythes et réalités

Philippe LURQUIN, François-René GAUCHET



### 50 Veille technique

Les innovations des industriels
PHONAK, MEDEL, RESOUND, SIGNIA, STARKEY



### 69 Actualités

78 Agenda



79 Offres d'emplois



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

### **Editeur**

Collège National d'Audioprothèse Président Stéphane LAURENT LCA - 20 rue Thérèse 75001 Paris Tél. 01 42 96 87 77 step.laurent@wanadoo.fr

### Directeur de la publication et rédacteur

Arnaud COEZ LCA - 20 rue Thérèse 75001 Paris Tél. 01 42 96 87 77 acoez@noos.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 48 avenue Philippe Auguste 75011 Paris Tél. 01 43 67 74 48 stephanie.bertet@mbg.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

Mars/Avril 2018 Vol. 31 N°2 Imprimé par Simon Graphic - Ornans

## Le Collège National d'Audioprothèse

Président Président Président d'honneur d'honneur

1er Vice Président

2e Vice **Président**  Secrétaire Secrétaire Général

général adjoint

Frank

Trésorier général



Trésorier



Stéphane

LAURENT



Xavier

RENARD



BIZAGUET

Arnaud



Matthieu

DEL RIO



François LE HER



HANS

Jean-Jacques BLANCHET

Membres du Collège National d'Audioprothèse





**RALET** 





BISCHOFF



DAGAIN



DEBRUILLE



François DEJEAN









COLIN













DFI ANDF



Jérôme





NAHMANI







RENARD















REMBAUD

Mathieu











Membres honoraires du Collège National d'Audioprothèse



Jean-Claude

**AUDRY** 



BANCONS

Maryvonne

MASSIAS



Geneviève

**BIZAGUET** 

Jean OLD





Daniel

CHEVILLARD



Ronald DE BOCK

Claude SANGUY



François DEGOVE



DUPRET



**ELCABACHE** 



### Membres Correspondants étrangers du Collège National d'Audioprothèse

Georges PEIX



Roberto

MARTINE7



**DODELE** 

Thierry RENGLET



Bruno

LUCARELLI

Juan Martinez

SAN JOSE





LURQUIN

Christoph

SCHWOR













A chaque fois qu'une profession a besoin d'affronter des défis nouveaux, politiques ou économiques, elle a besoin d'affirmer sa crédibilité pour obtenir que les nouvelles règles préservent sa viabilité et reconnaissent son apport, et pour ne pas souffrir de se voir comparer, de manière inadéquate, à d'autres domaines à la technicité moindre. Cette crédibilité repose en particulier sur la formation initiale, qui en France et pour la profession d'audioprothésiste, repose sur un cadre particulier, celui de centres de formation menant au Diplôme d'Etat d'Audioprothésiste. Ces centres ne sont que 7, et celui de Nancy présenté dans le dossier de ce numéro approche de ses 50 ans d'existence.

Les enseignants qui assurent l'encadrement de chaque centre de formation ont un profil particulier, un plus qui est une évidence pour une profession qui combine des connaissances dans le domaine des sciences dures et de la vie. Ainsi, à Nancy, Joël Ducourneau de la faculté de pharmacie, mais en fait chercheur en acoustique (normal, la pharmacie est aussi une formation dont l'enseignement nécessite un rassemblement de nombreuses compétences, et d'où sont sortis plusieurs audioprothésistes devenus piliers de la profession...), et Cécile Parietti, ORL à la faculté de médecine et au CHU, assurent la co-direction. L'environnement académique et technique de Nancy est particulier lui aussi avec l'existence de longue date sur le plateau de Vandoeuvre de l'INRS, un Institut aux missions très originales concerné par la Sécurité au travail, qu'elle soit menacée par le bruit, les solvants, les microparticules ou une ergonomie défectueuse. Joël Ducourneau y a développé une compétence très originale dans le domaine de la caractérisation acoustique des parois de locaux complexes tels que rencontrés dans l'industrie et pas seulement dans les locaux de tests audiologiques ou les labos d'audioprothèse. Cette compétence est apparue au tout début où l'INRS n'avait encore qu'une activité académique timide, qui a heureusement connu ensuite une forte expansion grâce aussi à d'autres chercheurs très connus dans le monde de l'audition comme Pierre Campo.

Outre une activité chirurgicale considérable notamment orientée vers l'implantation cochléaire, Cécile Parietti a également développé une grosse activité en otoneurologie, et poursuit, justement à l'INRS avec Pierre Campo, des activités de recherche en audition sur le thème des multi-expositions, sons intenses et solvants ototoxiques. Elle contribue ainsi à des recherches très intéressantes sur la manière d'objectiver la souffrance auditive avant la dégradation audiométrique, un sujet bonifié par l'impression que la notion de thérapie auditive est proche de connaitre ses premières tentatives, et l'idée de l'accompagner de mesures de diagnostic précoce et de prévention est essentielle. Enfin son intérêt pour la pédagogie innovante et la formation à la chirurgie au moyen de fantômes réalistes mérite une lecture attentive à la fin du dossier. Bref, les étudiants de Nancy peuvent être assurés d'un encadrement efficace et de pointe, et bénéficient également de l'interfaçage que leurs enseignants préparent entre futurs professionnels de santé de disciplines différentes autour de l'audiologie : beaucoup d'atouts pour faire face aux défis de la décennie à venir.

**Paul Avan** 







# **ADHEAR**

Collez. Cliquez. Ecoutez.

Fini d'attendre! C'était une nécessité... MED-EL l'a fait en proposant un nouveau système auditif non implantable à conduction osseuse.

### Ce qui est différent ?

Un adaptateur adhésif, non chirurgical, qui évite toute pression sur la peau et offre une solution simple et esthétique pour les personnes atteintes de surdité de transmission ou de surdité neurosensorielle unilatérale.

hearLIFE

medel.com

## Une technologie à conduction osseuse inédite

# Le mot du Président du Collège Stéphane LAURENT



Ce numéro des Cahiers de l'Audition est très largement consacré à l'école d'audioprothèse de Nancy. Il s'agit d'une occasion pour nous de faire le point sur l'offre de formation et les enjeux tant pédagogiques que pour la profession elle-même.

L'audioprothésiste n'est pas acousticien mais utilise largement les connaissances de l'acoustique, pas plus qu'il n'est électronicien, informaticien ou psychologue même s'il utilise également des savoirs issus de ces champs. Ces enchevêtrements de domaines sont au cœur de notre processus d'enseignement. Toutes les écoles françaises concourent à la formation d'un corps professionnel à même de prendre en charge toutes les pathologies de l'audition par appareillage. Chacune apporte une tonalité qui lui est propre. Saluons les ouvertures apportées depuis de nombreuses années par l'équipe de Nancy dans le domaine de l'acoustique appliquée à l'audioprothèse. Qu'il s'agisse du DU nuisances sonores ou des multiples expériences effectuées par Joël Ducourneau que je salue amicalement, sans oublier ses interventions aux EPU, l'enrichissement pour l'ensemble de la profession est réel. Tout ceci nous montre une fois de plus un enseignement qui n'est pas figé mais sans cesse tournée vers les innovations, quelque soit le domaine. J'en veux pour preuve l'intérêt de Madame la Professeur Cécile Parietti-Winkler pour les simulations en médecine, la recherche clinique et l'innovation pédagogique en numérique.

Ce dernier point rejoint une direction prise récemment par le CNA : le e-learning. Derrière ce sigle bien planté dans son époque, se cache le désir d'élargir les savoirs, les partager par-delà le temps et l'espace. La révolution digitale, sans abuser encore d'une formule mille fois colportée, n'est pas une menace — à mon sens — pour qui sait garder l'esprit serein du débutant en soif d'apprendre.

Les interconnexions instantanées entre malentendants, audioprothésiste, ORL et orthophonistes ouvriront de nouvelles perspectives, tout comme la mise à disposition de savoirs sur une plate-forme numérique placeront nos étudiants face à de nouvelles façons d'apprendre, sans pour autant éradiquer la formule pédagogique « salle de classe, tableau, étudiants, stylo et feuille de papier ».

Enfin, toutes ces innovations permises par l'accès à de nouveaux territoires digitaux ne doivent pas nous laisser croire qu'une facilité découlerait de l'instantanéité de l'accès à l'information. Ces possibilités nouvelles - aux apparences parfois séduisantes et ludiques - s'accompagneront à coup sûr d'exigences nouvelles, que ce soit en compréhension d'une complexité en accélération qui peut faire peur, ou que ce soit en terme d'éthique. Il s'agit sans doute d'enjeux certains pour les nouvelles générations d'audioprothésistes.

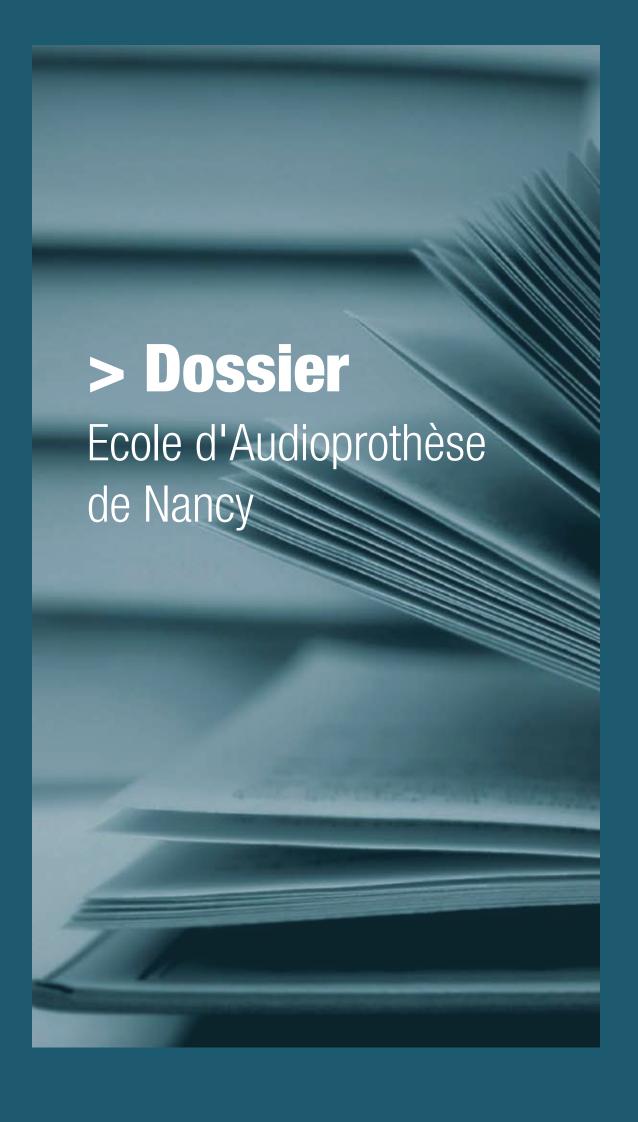
Ces sujets seront d'ailleurs abordés lors de la réingéniérie dont l'entame est proche pour notre secteur. Réforme du référentiel d'enseignement certes, mais de nombreux autres thèmes auront voie au chapitre : modalités d'admission, répartition géographique des écoles, quotas, apprentissage, etc., eux-mêmes seront à considérer à l'aune des changements qui s'annoncent dans la prise en charge même des aides auditives.

En effet, à l'heure où j'écris ces lignes, les négociations sur la promesse présidentielle de reste-à-charge zéro battent leur plein. Quelles en seront les conséquences sur le mode d'exercice, sur l'économie du secteur, sur la motivation des audioprothésistes à encadrer des stagiaires ? Les questions ne manqueront pas et la profession, cinquante ans après son inscription au code de la santé publique, se trouve face à un rendez-vous crucial pour son avenir et son positionnement dans la société.

### Stéphane LAURENT

Audioprothésiste D.E.
Responsable
Pédagogique Ecole
J.-E. Bertin Fougères/
Rennes
Président du
Collège National

d'Audioprothèse



# **Dossier <**

# Ecole d'audioprothèse de Nancy



# L'école d'audioprothèse de Nancy sous le toit de la Faculté de Pharmacie de l'Université de Lorraine

La faculté de pharmacie de l'Université de Lorraine héberge l'une des sept écoles françaises destinées à la formation menant au Diplôme d'Etat d'Audioprothésiste. L'équipe pédagogique pluridisciplinaire qui inclut des enseignants chercheurs, des praticiens et audioprothésistes crée la richesse de la formation nancéienne. La direction de cette formation résulte d'une collaboration établie entre le service d'ORL et chirurgie cervico-faciale (CCF) du CHRU de Nancy et la Faculté de Pharmacie.

Plus précisément, le professeur Joël Ducourneau chercheur en acoustique à l'Institut National de Recherche et Sécurité (INRS) et rattaché au sein du Laboratoire d'Energétique et de Mécanique Théorique et Appliquée (LEMTA, UMR 7563) codirige cette école aux côtés du professeur Cécile Parietti-Winkler. Celle-ci effectue son activité hospitalière de PU-PH au CHRU de Nancy où elle est le praticien référent pour les pathologies de l'audition et de l'équilibre au sein du Service d'ORL et CCF. Elle est chercheur rattachée à l'équipe d'accueil EA3450 « Développement, Adaptation et Handicap » (DevAH).

Chargée de Mission Pédagogie dans le Service Universitaire d'Innovation en Ingénierie Pédagogique de l'Université de Lorraine (SU2IP), elle partage son activité d'enseignement entre le centre de formation en audioprothèse et la Faculté de Médecine : elle y est formatrice à l'Ecole de Chirurgie et y dirige le Département Universitaire d'Orthophonie au sein duquel elle est responsable du Master d'Orthophonie.

C'est le physicien André Bernanose physicien et Doyen de la Faculté de Pharmacie de 1961 à 1969 qui crée en 1968 l'école d'audioprothèse dans les locaux de la Faculté de Pharmacie de Nancy aujourd'hui dirigée par le Doyen Francine Paulus. Cela fait bientôt 50 ans que l'école accueille des étudiants en audioprothèse de tout horizon sur plan national. De 1968 à nos jours, plus de 500 audioprothésistes ont été formés.



Actuelle faculté de pharmacie de Nancy



Nouvelle faculté de pharmacie de Nancy

# Une équipe pédagogique pluridisciplinaire

La pluridisciplinarité de l'équipe enseignante au sein de cette école répond aux multiples matières dispensées dans cette formation pour l'intérêt des étudiants.

Le professeur Pascale Friant-Michel, chercheur au sein de l'équipe chimie et biochimie théorique au Laboratoire Structure et Réactivité des Systèmes Moléculaires Complexes (UMR 7565) est en charge des enseignements

### Joël DUCOURNEAU

Professeur des Universités, Faculté de pharmacie, LEMTA

### Cécile PARIETTI-WINKLER

Professeur des Universités, Faculté de médecine, Praticien Hospitalier, CHRU Nancy, Service ORL, EA3450 DevAH



# > DOSSIER





Chaines de mesures

fondamentaux comme les mathématiques, l'électricité et l'audioprothèse. Le docteur Adil Faiz, maître de conférences et chercheur en acoustique au sein de l'INRS, également rattaché au LEMTA, s'occupe de l'électronique et des travaux pratiques de physique. Le professeur Joël Ducourneau est en charge des enseignements dans le domaine de l'acoustique et du traitement du signal.

L'enseignement en audiologie et otologie, coordonné par le professeur Cécile Parietti-Winkler, implique de nombreux membres du service d'ORL et CCF, notamment le docteur Bettina Montaut-Verient spécialiste de la surdité infantile.

Du côté de l'enseignement en audioprothèse, de nombreux professionnels de terrain dispensent des cours, chacun dans sa spécialité: Romain Decolin et Pierre-Louis Jardel pour l'ensemble des travaux pratiques en audioprothèse, Arnaud Girault pour les travaux dirigés d'adaptation prothétique. D'autres intervenants extérieurs participent vivement à l'enseignement dans des disciplines spécifiques comme la prise en charge des patients acouphéniques, l'électronique appliquée à l'audioprothèse, les réglages des prothèses implantables, la prise en charge audioprothétique des enfants malentendants, la compression utilisée en audioprothèse, ... Notons aussi que l'ensemble des fabricants d'aides auditives présents sur le marché intervient pour la présentation des logiciels et les dernières nouveautés d'appareillage.

De nombreux psychologues rattachés aux services hospitaliers ou centres de réadaptation interviennent également pour la prise en charge psychologique de l'enfant et de la personne âgée.



Salle de TP Info

Des enseignants chercheurs spécialisés en phonétique linguistique participent à l'enseignement pour l'analyse temps — fréquence des signaux de parole.

Les sciences humaines et sociales comme l'épidémiologie, l'éthique, la déontologie sont aussi dispensées notamment la législation et la gestion comptabilité assurée par le professeur Jean-Michel Simon.

Cette pluridisciplinarité et les interconnexions entre les intervenants professionnels et les acteurs universitaires et hospitalo-universitaires qui mettent en commun leurs thématiques et leurs missions de recherches est l'une des raisons du succès du centre de formation lorrain. Cette osmose permet aussi de proposer et de suivre des travaux de mémoires de fin d'études originaux et à la pointe de la recherche.

### Une pédagogie innovante

Dans un souci constant d'innovation pédagogique, un nouveau dispositif de formation en pédagogie active, de type « serious game », a été déployé pour la première fois à Nancy en janvier 2018. Ce dispositif de formation a réuni 85 étudiants issus non seulement du centre de formation en audioprothèses, mais également du centre de formation en orthophonie, permettant ainsi, de plus, une mutualisation de l'enseignement. Ce « serious game », inspiré d'un célèbre jeu de plateau, est dédié à l'audiologie (cf ci-après) et permet l'interfaçage des futurs professionnels de santé de disciplines différentes mais intervenant tous dans le domaine de l'audiologie, promouvant ainsi l'échange et la communication de ces disciplines cliniques connexes. Favorisant les savoirs et le savoir-être, il s'intègre parfaitement dans une approche par compétences intégrées de l'enseignement en audiologie.

### Du matériel à disposition

Le domaine de l'audioprothèse évolue constamment au rythme de la technique. Pour développer un enseignement de qualité, l'école dispose de plusieurs plateformes de travaux pratiques comme celles dédiées à la compréhension des phénomènes physiques mis en jeu dans l'appareil auditif pour l'amplification et le filtrage.



Les étudiants y apprennent à manipuler les appareils d'analyse et de mesure que l'on peut retrouver dans les ateliers d'entretien ou de réparation dans un cabinet d'audioprothèse. En audioprothèse, la prise d'empreintes, la réalisation d'embouts auriculaires, les procédures d'adaptation des aides auditives sont enseignées au travers d'un atelier de fabrication d'embouts, d'une salle équipée pour le grattage et le fraisage, de deux salles insonorisées équipées d'outils dédiées à la stéréoaudiométrie et à l'audiométrie vocale dans le silence et le bruit, de 6 chaînes de mesure, d'un vidéotoscope, d'une cabine audiométrique équipée, de plusieurs audiomètres...

Une salle contenant 12 ordinateurs équipés d'interfaces de programmation et des derniers logiciels des fabricants est utilisée dans le cadre de travaux dirigés d'adaptation prothétique. Les fabricants mettent à disposition pour cet enseignement spécifique des aides auditives de dernière génération.

Il y a bientôt trois ans, l'école nancéienne a fait l'acquisition d'une tête artificielle (K.E.M.A.R.) qui a permis de développer une plateforme de simulation et de mettre en évidence plusieurs phénomènes comme :

- l'effet d'ombre de la tête sur la perception des sons entre oreille droite et gauche,
- pour un type de surdité simulée (surdité légère à sévère), la différence entre le son perçu par le malentendant non appareillé et appareillé respectivement. Les aides auditives sont au préalable réglées par les étudiants en fonction du type de surdité simulée choisi.
- l'efficacité des réducteurs de bruit et des systèmes microphoniques directifs pour l'amélioration du rapport signal/bruit du signal vocal en milieu bruyant,
- l'effet adaptatif de la directivité microphonique en fonction de l'incidence du bruit émis et du signal utile vocal,
- l'effet nuisible du port trop fréquent des écouteurs/oreillettes des baladeurs numériques à fort niveau sonore,

Cette plateforme qui s'inscrit dans le plan stratégique "thème simulation" du Collegium "Santé" de l'Université de Lorraine est soutenue par l'ANR IDEFI-REMIS et le projet régionale et européen FEDER « Hôpital Virtuel de Lorraine ». Cette plateforme est souvent utilisée par les étudiants dans le cadre de leur travail de mémoire de fin d'étude. Elle permet de compléter par le biais d'études objectives le travail clinique entrepris auprès de patients appareillés dans les cabinets d'audioprothésistes lors des stages professionnels. Elle est aussi utilisée dans le cadre de travaux pratiques pour la mesure de la directivité microphonique des appareils auditifs, la mesure et l'écoute de l'efficacité des traitements utilisés pour la réduction du bruit.



Photos Kemar

Cette plateforme fait l'objet actuellement d'une étude portant la fiabilité et la reproductibilité des rapports signal/bruit (SNR pour Signal Noise Rating) en sortie de l'appareil auditif en fonction des différents traitements implantés dans les appareils comme les réducteurs de bruit ou les systèmes microphoniques directifs. C'est Mme Balbine Maillou, post-doctorante, spécialisée dans l'acoustique et le traitement du signal qui se charge de ce travail de recherche.

### **Quelques statistiques**

La provenance sur le plan national des étudiants est large mais la diversité ne s'arrête pas là car les étudiants viennent d'horizons scolaires et professionnels différents. Chaque année, seuls trois ou quatre étudiants sortent du lycée avec leur diplôme du baccalauréat. Des étudiants déjà diplômés en optique entrent en première année d'audioprothèse. Enfin, une part minime d'étudiants est en complète reconversion. En conséquence, on observe une diversité d'âge allant de 18 à 45 ans. L'école accueille bien entendu des étudiants sortant d'une classe préparatoire privée.

Au total 249 étudiants se sont inscrits à l'examen d'entrée en 2015, 176 en 2016 et 148 en 2017 sur la plate-forme d'inscription en ligne mise à disposition sur le site de la faculté de pharmacie. Cette plateforme est ouverte du 1er au 31 mai chaque année. Le nombre d'étudiants qui se présentent vraiment à l'examen écrit est toutefois moins important, compris entre 100 et 120 étudiants. Au final, une cinquantaine de candidats parviendront à l'étape de l'examen oral et seuls 24 étudiants seront admis en première année, redoublants compris. Chaque année, la Direction Générale de l'Offre de Soins lance son enquête annuelle sur la détermination des quotas paramédicaux. Le numérus clausus à l'école de Nancy était, pour l'année universitaire 2017-2018, de 24. Au-delà des cours théoriques qui y sont dispensés, le centre de formation lorrain se distingue par un nombre important de travaux pratiques, un des facteurs majeurs garantissant, selon l'équipe pédagogique, la qualité de la formation mais limitant forcément la capacité d'accueil. Ces travaux pratiques qui s'ajoutent aux nombreux stages sont nécessaires pour acquérir une bonne pratique de la réhabilitation auditive.

Concernant le devenir des étudiants, les choix sont les mêmes que pour les autres étudiants français : seul le master de Montpellier s'inscrit dans la continuité de la formation d'audioprothèse. Chaque année, l'association des étudiants de ce Master est invitée à venir présenter la formation aux étudiants nancéiens. Un à deux étudiants par an optent pour cette voie, la majeure partie de la promotion entrant directement sur le marché du travail. Certains poursuivront leur formation grâce à des diplômes universitaires. Dans la grande majorité, les étudiants savent déjà où ils travailleront une fois diplômés. Au terme de la formation, l'insertion professionnelle est de 100%.

A la rentrée 2018, la faculté de pharmacie de Nancy rejoindra le pôle Biologie Santé sur le campus de la faculté de Médecine, à Vandoeuvre les Nancy près de la forêt de Haye sur le plateau de Brabois. Un nouvel édifice pour une nouvelle faculté et ainsi, des locaux tout neufs pour la formation en audioprothèse.



# La caractérisation acoustique des parois délimitant les locaux industriels en vue de la réduction du bruit au travail

Joël DUCOURNEAU\* Professeur, faculté de pharmacie, LEMTA

Adil FAIZ\* Maitre de conférences, faculté de pharmacie, LEMTA

Kevin RABISSE\*\* Doctorant à l'INRS, LEMTA

- \* Laboratoire d'Energétique et de Mécanique Théorique et Appliquée, 2, avenue de la Forêt de Haye, 54518 Vandœuvre-lès-Nancy Cedex, France
- \*\* Institut National de Recherche et Sécurité, Rue du Morvan, 54500 Vandœuvre-lès-Nancy, France

L'axe de recherche développé dans le domaine de l'acoustique concerne le développement et la mise au point de méthodes de caractérisation acoustique in situ des parois présentes dans les locaux industriels. L'analyse des mécanismes de diffusion acoustique et le développement de dispositifs permettant d'accéder aux coefficients de réflexion ou d'absorption acoustique in situ des parois planes, hétérogènes ou pouvant présenter un relief sont les principaux domaines de recherche. Ce travail s'inscrit dans le Plan de Recherche de l'équipe projet Acoustique des Parois dans les Locaux Industriels (APLI) dont l'activité résulte d'une collaboration scientifique établie entre le laboratoire ACoustique au Travail (ACT) de l'Institut National de Recherche et Sécurité (INRS) et le Laboratoire d'Energétique et de Mécanique Théorique et Appliquée (LEMTA) de l'Université de Lorraine.

### 1

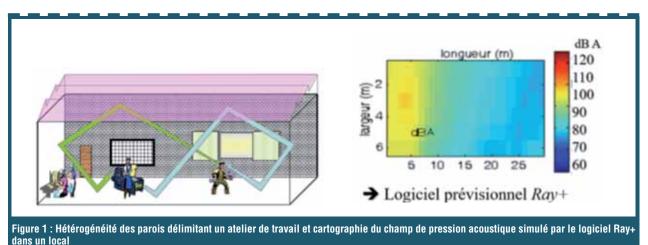
### Introduction

L'origine de ces activités de recherche résulte du souci permanent d'améliorer les conditions d'exposition au bruit des travailleurs dans les locaux industriels. Afin de pouvoir proposer des solutions adaptées en termes de traitement acoustique des ateliers de travail, il est nécessaire de caractériser dans un premier temps, les parois qui délimitent ces locaux. Les parois ne peuvent pas toujours être considérées comme planes et constituées d'un matériau homogène. Elles sont en général constituées de plusieurs matériaux différents (vitrages, murs béton, murs revêtus de matériaux acoustiques...) et peuvent présenter un relief périodique régulier (tôle ondulées

ou à rainures, ...) ou irrégulier complexe (plafonds à réseau de baffles...). Pour ce type de parois, il est difficile de connaître leurs caractéristiques acoustiques qui sont pourtant nécessaires lorsqu'une étude de l'ambiance acoustique doit être effectuée dans le local. Les logiciels d'acoustique prévisionnelle nécessitent la connaissance des caractéristiques acoustiques des parois pour déterminer la répartition des niveaux sonores dans les locaux encombrés. Les logiciels comme Ray+ 1 qu'utilisent l'INRS et les Centres de Mesures Physiques (CMP) des Caisses d'Assurance Retraite et de la Santé au Travail (CARSAT) nécessitent les coefficients de réflexion acoustique moyens associés à chaque paroi du local afin de prévoir la propagation et les réflexions des rayons sonores dans cet espace. Souvent, les coefficients d'absorption ou de réflexion acoustique des parois sont recalés à partir des mesures de pression acoustique en différents points dans le local. Pour améliorer le traitement acoustique des parois et proposer des solutions correctives adaptées, le développement et la mise au point de méthodes de caractérisation acoustique in situ des parois rencontrées dans les ateliers industriels sont nécessaires.

Les parois souvent rencontrées dans les locaux industriels peuvent être classées en deux catégories :

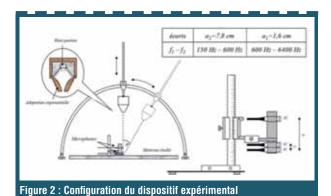
- les parois planes homogènes ou hétérogènes planes (type 1) : elles sont constituées d'un seul ou de plusieurs matériaux et ne présentent pas de relief,
- les parois homogènes ou hétérogènes épaisses (type 2) : elles sont constituées d'un seul matériau ou de plusieurs matériaux et présentent un relief périodique ou apériodique.





De nombreux travaux théoriques et expérimentaux ont été menés par l'équipe APLI pour caractériser d'un point de vue acoustique les parois planes dites de type 1. Tout d'abord, pour les parois homogènes, la méthode du doublet microphonique permettant de déterminer l'impédance acoustique normale de surface d'un revêtement et ainsi de déduire le coefficient d'absorption acoustique, a été expérimentée et validée dans des conditions de champ libre <sup>2-3</sup>. L'utilisation d'une sonde microphonique comprenant 3 capteurs a permis d'améliorer la technique notamment sur l'étendue du domaine de validité fréquentiel : 150 Hz – 6400 Hz (voir figure 2).

La figure 3 représente le coefficient d'absorption acoustique, mesuré avec le dispositif, d'un échantillon de laine de verre. Ce type de matériau est très utilisé pour insonoriser les locaux industriels et les salles dédiées à l'audiométrie.



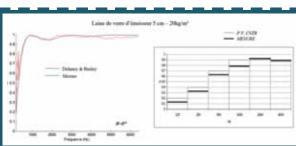


Figure 3 : Coefficient d'absorption acoustique en incidence normale - Laine de verre 20kg/m3, d'épaisseur 5 cm

Concernant les parois hétérogènes planes, la possibilité de la remplacer par une paroi homogène équivalente afin de simplifier la modélisation des façades murales d'un local lorsque l'on cherche à réaliser un calcul d'acoustique prévisionnelle, a été étudiée. L'influence de la non-uniformité spatiale de l'absorption acoustique dans un local industriel a été quantifiée. Un modèle d'absorption acoustique moyenne équivalente a été élaboré et validé sur plusieurs parois hétérogènes dans un local industriel expérimental de l'INRS <sup>4</sup>. Les méthodes de caractérisation des parois de type 1 ne seront pas plus détaillées ici, nous avons choisi plutôt de présenter dans cet article les travaux réalisés pour les parois à relief (type 2). Pour ce type de parois, deux études sont actuellement menées par l'équipe projet APLI :

- la première porte sur la détermination du champ acoustique dans un local en présence d'une paroi à relief. Ce travail qui a fait l'objet d'une thèse soutenue le 10 octobre 2017 (Kévin Rabisse) a permis dans un premier temps de répertorier les méthodes de calcul du champ de pression acoustique à l'intérieur d'un local supposé parallélépipède rectangle parfaitement rigide en présence d'une paroi à relief. Kévin Rabisse a ensuite développé un modèle de propagation dans les ateliers de travail délimités par des parois à relief de type rectangulaire souvent,

 la seconde étude concerne la détermination in situ du coefficient de diffusion acoustique des parois à relief. Pour cela, un système de mesure utilisant une technique basée sur l'estimation de l'énergie réfléchie spéculaire des ondes sur la paroi étudiée a été élaboré et adapté pour éviter les échos parasites venant de la réverbération et des sources bruyantes présentes dans les locaux industriels.

### 2

### Simulation du champ acoustique dans un local industriel en présence d'une paroi à relief

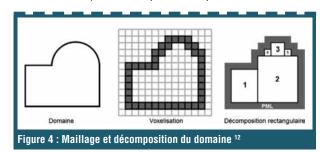
Bos <sup>5</sup>, Khanfir <sup>6</sup> et Ducourneau et al. <sup>7,8</sup> se sont intéressés à la diffusion et la diffraction acoustique engendrées par des parois à relief et dans des conditions semi-anéchoïques. Pour étudier l'influence des parois à reliefs géométriques dans des conditions semi-réverbérantes ou réverbérantes qui sont celles des locaux industriels (espaces clos), il est nécessaire de pouvoir simuler d'une part, la propagation du son dans un milieu confiné et d'autre part, les phénomènes acoustiques se produisant lors de la réflexion d'une onde acoustique sur une paroi non plane. La méthode utilisée ici se base sur la méthode de décomposition rectangulaire adaptative (ARD pour Adaptive Rectangular Decomposition) <sup>9</sup> et sur des éléments de calculs issus de la méthode de différences finies dans le domaine temporel (FDTD pour Finite Difference in Time Domain) <sup>10-11</sup>.

### 2.1. Principe général du modèle

De nombreuses méthodes de simulation de propagation du son en milieu confiné existent : les méthodes géométriques et les méthodes physiques. L'approche géométrique qui regroupe notamment les méthodes par sources images et par tir de rayons (Ray+) s'avèrent insuffisantes en termes de précision de calculs lorsque des parois à relief géométriques sont introduites dans le local simulé. L'approche physique, contrairement aux méthodes géométriques (qui simulent les ondes acoustiques sous la forme d'entités géométriques), se base sur la résolution de l'équation d'onde (1) s'exprimant ainsi :

$$\frac{\partial^2 p}{\partial t^2} = c^2 \left( \frac{\partial^2 p}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 p}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 p}{\partial z^2} \right)_{(1)}$$

avec p la pression acoustique, c la célérité de propagation du son dans l'air, t le temps et x, y et z les trois dimensions spatiales. La méthode de décomposition rectangulaire adaptative ARD a été choisie pour résoudre l'équation (1) par principe d'itération temporelle, elle a été également mise au point pour permettre d'auraliser des domaines de volume important (c'est le cas pour des locaux industriels) de manière précise et rapide.



La figure 4 illustre les étapes de préparation du domaine à effectuer en amont de la simulation de propagation. L'étape de voxelisation consiste à discrétiser le domaine d'étude selon un maillage rectiligne uniforme prédéfini. Il est important de noter que ce maillage a pour conséquence de déformer le domaine étudié. Cette déformation (ou crénelage) est plus ou moins significative en fonction de la finesse du maillage. La seconde étape consiste ensuite à décomposer le domaine voxelisé en parallélépipèdes rectangles les plus grands possibles (appelés, par la suite, partitions). Cette étape est essentielle car la méthode ARD repose sur des calculs d'acoustique modale et donc sur des formes aux côtés opposés plans et parallèles. La dernière étape consiste à simuler une couche absorbante parfaitement adaptée (qui sera abrégée par la suite en PML pour perfectly matched layer) tout autour du domaine. Cette couche permettra de prendre en compte la réflexion et surtout l'absorption des ondes au niveau des limites du domaine.

Comme dit précédemment, la méthode ARD se base sur une résolution de l'équation d'onde par calcul itératif. Tout d'abord, il faut partir de l'équation d'onde (1) comprenant un terme source f utilisé pour prendre en compte les sources sonores dans le domaine comme le montre l'équation (2) :

$$\frac{\partial^2 p}{\partial t^2} - c^2 \Delta p = f$$
(2)

L'équation (3) régit le calcul itératif de la méthode ARD dans l'ensemble d'une partition étudiée :

$$\widetilde{p}_{i,j,k}^{n+1} = 2\widetilde{p}_{i,j,k}^{n} \cos\left(\omega_{i,j,k}\Delta t\right) - \widetilde{p}_{i,j,k}^{n-1} + \frac{2\widetilde{f}_{i,j,k}^{n}}{\omega_{i,j,k}^{2}} \left(1 - \cos\left(\omega_{i,j,k}\Delta t\right)\right)$$
(3)

avec  $P_{i,j,k}$  la transformée en cosinus discrète (ou DCT pour discrete cosine transform) de la pression acoustique p(x,y,z,t) dans la partition à l'instant t. Les paramètres i, j et k correspondent aux indices des modes dans cette même partition rectangulaire et n l'indice temporel.  $\Delta t$  représente la résolution temporelle et , la pulsation propre du mode [i, j, k].

L'équation (3) montre qu'il est possible d'estimer la pression acoustique à l'instant d'indice n+1 à partir de la pression acoustique à l'instant d'indice n et n-1 respectivement.

Comme le montre la figure 4, la décomposition rectangulaire a pour effet de créer des parois « virtuelles » entre les partitions. Pour transmettre une onde acoustique émise dans la partition 1 à la partition 2, il faut annuler l'onde réfléchie à l'interface entre les deux parois et émettre l'onde incidente dans l'autre partition. Pour d'abord annuler l'onde réfléchie dans la partition initiale, on utilise une couche absorbante parfaitement adaptée (PML). La PML est une couche virtuelle servant à absorber les ondes se propageant au-delà des frontières du domaine étudié. Cette couche est dite virtuelle car elle est générée numériquement et qu'elle ne correspond pas à une partie réelle du domaine. Kévin Rabisse de l'équipe APLI a directement placé la PML au sein même de la partition étudiée comme le montre la figure 5. Cela permet de s'affranchir d'erreurs induites par la transmission entre deux partitions et de réduire le temps de calcul.

Au niveau des parois du local étudié, la réflexion acoustique est prise en compte à l'aide d'un coefficient de réflexion en pression dépendant de la fréquence.

Ce coefficient est modélisé par un filtre numérique. Les limites du domaine et le relief impliquent la création de « points fantômes » qui n'existent pas dans le domaine étudié, ils doivent être extraits des équations itératives.

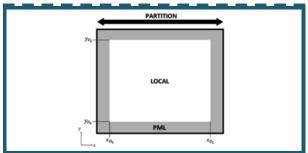


Figure 5 : Partition contenant à la fois le local étudié et la PML

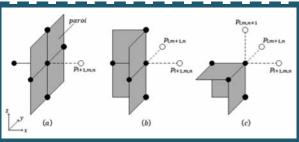


Figure 6 : Points fantômes aux limites du domaine

Dans le cas de la figure 6(a), c'est-à-dire une paroi plane, le point aux coordonnées [l+1, m, n] est un point fantôme. Ainsi, la pression acoustique au point [l, m, n] n'est estimée qu'à partir de celles oscillantes aux points voisins de coordonnées respectives [l-1, m, n], [l, m+1, n], [l, m-1, n], [l, m, n+1], [l, m, n-1].

En partant des coefficients d'absorption acoustique par bandes de fréquences d'un matériau donné, il est possible d'obtenir le filtre numérique R(z) aux coefficients  $a_{i_{\mathbb{R}}}$  et  $b_{i_{\mathbb{R}}}$ .

L'impédance acoustique spécifique réduite s'exprime en fonction du coefficient de réflexion :  $\varepsilon = \frac{1+R}{R}$ .

Il est ainsi possible d'exprimer le filtre d'impédance numérique  $\xi(z)$  de la façon suivante :

$$\xi(z) = \frac{\sum_{i=0}^{N} (a_{i_R} + b_{i_R}) z^{-i}}{\sum_{i=0}^{N} (a_{i_R} - b_{i_R}) z^{-i}}$$
(4)

La figure 7 représente la simulation de la propagation du son dans un local rectangulaire avec et sans la présence d'une cavité rectangulaire à l'aide de la méthode ARD. On remarque très clairement l'impact du relief sur le champ acoustique devenant ainsi plus diffus.

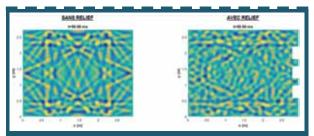


Figure 7 : Représente la simulation de la propagation du son dans un local rectangulaire en présence d'une cavité rectangulaire [19]



### 2.2. Validation du modèle

Une campagne de validation a été réalisée en trois temps : validation de la propagation dans un local rectangulaire aux parois planes et parallèles, validation de la réflexion des ondes sur une paroi à relief géométrique en champ libre et enfin validation dans un local rectangulaire dont l'une des parois contient des cavités rectangulaires.

### 2.2.1. Propagation dans un local rectangulaire

Cette première étape de validation consiste à vérifier si la simulation de la propagation en milieu confiné est correcte. Pour cela, le modèle développé est comparé à un modèle de sources images (SI) et à l'expérience au travers de réponses impulsionnelles obtenues en plusieurs points de réception et pour trois positions de sources.

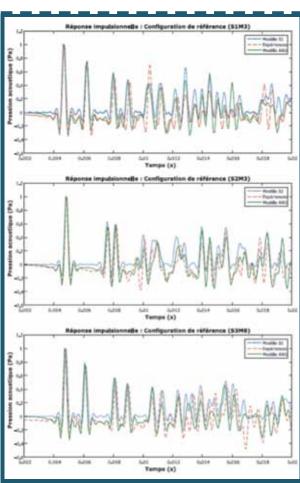


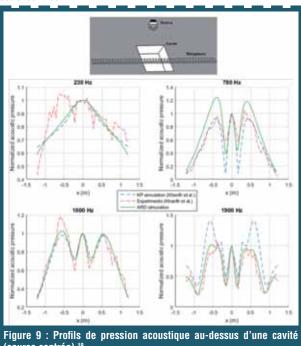
Figure 8 : Réponses impulsionnelles dans le local (sans surface à relief). Comparaison de la mesure avec les modèles SI et ARD pour trois configurations source - récepteur

La figure 8 montre les premières millisecondes des réponses impulsionnelles afin de pouvoir visualiser et distinguer les premières réflexions. La pression acoustique est normalisée par rapport à l'amplitude maximale de la première impulsion captée, c'est-àdire celle issue du trajet direct source - récepteur. Les courbes correspondent aux trois différentes positions de source S1, S2 et S3 et aux positions de microphones M3 de coordonnées (2,50; 0,50; 1,40) m et M8 de coordonnées (3,50; 1,50; 1,40) m. Le local rectangulaire est de dimensions 3.95x4.35x2.80 m3 aux six parois réfléchissantes (le coefficient de réflexion acoustique IRI=0.9).

Les coordonnées des trois positions de sources sont S1 = (1 00; 1,00; 0,90) m, S2 = (2,00; 2,00; 0,90) m et S3 = (3,00; 3,000,90) m. Il est à noter que les réponses impulsionnelles obtenues à l'aide de la méthode ARD ne sont tracées que dans la bande de fréquence allant de 0 à 2500 Hz. Cette limite en fréquence provoque des oscillations parasites autour du pic d'impulsion de l'onde incidente. Malgré ces oscillations, nous constatons sur la figure 8 une concordance, à la fois en termes de temps de propagation mais aussi en termes d'amplitude des réflexions captées, entre les trois réponses présentées. Cela signifie que la propagation et surtout la réflexion aux parois est effectuée correctement par le modèle numérique.

### 2.2.2. Réflexion sur une paroi à relief

La seconde étape consiste à valider le modèle au travers de la simulation de la réflexion sur une paroi à relief par comparaison avec les résultats obtenus théoriquement et expérimentalement par Khanfir <sup>6, 13, 20</sup>. Le protocole consiste à mesurer le profil de pression acoustique au-dessus d'une paroi géométriquement complexe constituée d'une cavité rectangulaire en conditions de champ libre. La pression acoustique est captée par une ligne de microphone placée parallèlement à 20 cm au-dessus de la paroi. Deux cas sont ici présentés, dans un premier temps, la source est placée à l'aplomb du centre de la cavité et dans un second temps, la source est excentrée.



(source centrée) 19

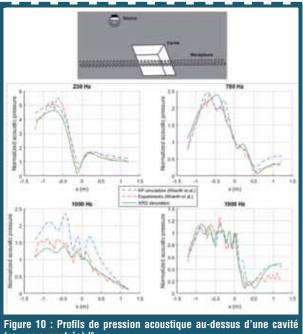
La figure 9 présente le profil de pression acoustique simulé et mesuré au-dessus d'une cavité rectangulaire de dimensions 0.46x0.48x0.21 m³. La source est placée à l'aplomb du centre de la cavité à une distance de 1 m. Les coordonnées selon les axes [x; y; z] peuvent être notée ainsi : S1= [0; 0; 1] m. La figure 10 présente un cas similaire avec une cavité de dimensions 0.46x0.48x0.12 m³ et une source excentrée selon l'axe x aux coordonnées : S2= [-0,51; 0; 0,89] m.

Les résultats présentés ici montrent une concordance assez bonne entre les résultats obtenus antérieurement par Khanfir 6 et les résultats de simulations obtenus par la méthode ARD.

# > DOSSIER



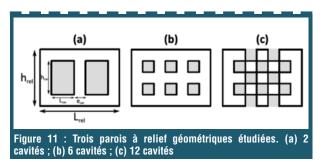
Les deux cas présentés ici (source centrée et excentrée) servent aussi à illustrer que l'angle d'incidence de l'onde par rapport à la paroi n'a pas d'influence sur la validité des résultats obtenus via la méthode ARD.



(source excentrée) 19

### 2.2.3. Propagation dans un local rectangulaire contenant une paroi à relief

Nous avons enfin vérifié le modèle développé dans un milieu confiné contenant une paroi à relief. Pour cela, plusieurs cavités ont été placées sur une des parois planes du local étudié dans la première partie de l'étape de validation (paragraphe 2.2.1). Les cavités sont placées dans une zone d'une des parois planes. Cette zone est de longueur Lrel = 1,40 m, de hauteur hrel = 1,00 m et d'épaisseur erel = 0,10 m. Seuls le nombre et les dimensions des cavités varient entre les reliefs. Dans le cas de la Figure 11(a), nous étudions deux cavités de longueur Lcav = 0,40 m et de hauteur hcav = 0,60 m avec un espace ecav = 0,20 m. Dans le cas des Figures 11(b) et 11(c), la longueur, la hauteur et l'espacement des cavités sont de 0,20 m, avec respectivement 6 et 12 cavités.



La Figure 12 présente les réponses impulsionnelles mesurées et simulées pour une position de source (S2) et de récepteur (M8) et pour les quatre configurations étudiées. Ces positions de source et récepteur ont été choisies car elles se trouvent toutes les deux proches de la surface à relief. Par conséquent, il est possible de visualiser plus clairement l'effet de cette surface.

La courbe en haut de la Figure 12 montre la configuration sans surface à relief. Le second pic capté par le récepteur à environ 7,3 ms correspond à la réflexion se produisant sur la paroi planes contenant les cavités. En présence de relief la réflexion n'engendre pas un seul pic mais plusieurs. Cependant les courbes expérimentales présentent des résultats similaires pour les trois différents reliefs. En effet, dans ces trois cas, la pression réfléchie par la paroi traitée est décomposée en trois pics. Le premier pic à environ 6,6 ms correspond à la réflexion de l'onde sur la face plane du relief. Le second pic à 7,3 ms correspond à la réflexion sur le mur au fond des cavités. Enfin le troisième pic apparaissant à 7,7 ms correspond à l'onde s'étant réfléchie sur le mur et sur les parois internes des cavités contenant le relief. Les trois résultats d'expérience présentent ces trois pics, néanmoins, l'amplitude de ces pics varie en fonction du relief étudié.

Dans le cas des courbes obtenues avec notre modèle, l'effet du relief est lui aussi observable sur chaque réponse impulsionnelle. Il existe cependant quelques différences avec les résultats expérimentaux décrits précédemment au niveau des amplitudes des pics de réflexions. Cette différence vient du filtre numérique utilisé pour simuler le relief. Mais globalement les réponses impulsionnelles obtenues théoriquement sont assez proches de celles obtenues par la mesure.

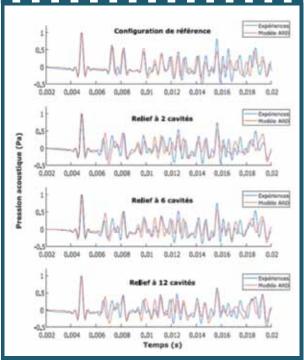


Figure 12 : Réponses impulsionnelles dans le sans (haut) et avec les trois surfaces à relief étudiées (S2M8)

### 2.3. Conclusion

Les travaux de cette étude ont eu pour objectif de développer une méthode de simulation numérique de propagation du son en milieu confiné tout en prenant en compte de manière précise la diffusion et la diffraction induites par la présence de relief géométrique au niveau des parois. Pour ce faire, la méthode ARD s'est révélée être la plus adaptée car elle permet de simuler la propagation en milieu confiné de manière rapide. Il a été montré qu'il est possible d'intégrer, au sein d'une même partition simulée, des PML ainsi que



des parois présentant du relief géométrique. Cette amélioration a permis de simuler des parois à relief possédant un coefficient de réflexion dépendant de la fréquence. Ce dernier élément a pu être introduit dans la méthode de simulation via l'utilisation de filtre d'impédance numérique. L'étape de validation a permis de montrer que les résultats de simulation, à la fois, en termes de propagation en milieu confiné mais aussi en termes de réflexion et de diffusion sur des parois géométriquement complexes concordent avec des résultats obtenus par d'autres méthodes ainsi que par des mesures expérimentales. Une campagne de mesure est actuellement en cours afin de comparer le modèle présenté ici à des mesures expérimentales effectuées dans un local réel contenant des parois à relief géométrique.

Cette étude a permis également de déterminer le coefficient d'absorption acoustique apparent des parois à relief. En effet, plusieurs cassures du rayon sonore sont constatées quand celui-ci se propage dans un espace clos et vient se réfléchir sur une paroi à relief. Si bien que l'amplitude de l'onde sonore est plus atténuée que si elle se réfléchissait sur une paroi plane. Ainsi par différence de champ pression acoustique simulé par la méthode ARD dans un local avec et sans la présence d'une paroi à relief, il a été possible d'estimer l'absorption apparente.

3

### Mesure in situ du coefficient de diffusion acoustique des parois verticales à relief

Un nouveau système de mesure du coefficient de diffusion acoustique des parois verticales présentes dans les locaux industriels a été élaboré au sein de l'équipa APLI. La technique de mesure développée à l'origine dans des conditions de champ libre <sup>14</sup> a été adaptée pour éviter les problèmes d'échos parasites venant de la réverbération et des sources bruyantes présentes dans ce type de local. Pour cela, une antenne acoustique multipolaire et une source impulsive permettant respectivement le filtrage spatial et la séparation des échos parasites ont été utilisées.

### 3.1. Principe de mesure

La technique de mesure du coefficient de diffusion acoustique proposée à l'origine par Vorländer et Mommertz  $^{14}$  consiste à superposer des réponses impulsionnelles obtenues au-dessus de la paroi diffuse pour plusieurs angles d'incidence du champ acoustique. La paroi à relief étudiée repose sur une table tournante. Les différentes réponses impulsionnelles sont obtenues en faisant tourner cette plateforme, ce qui permet de faire varier l'angle d'incidence  $\phi$  (voir figure 13). Vorländer et Mommertz ont choisi d'utiliser le principe d'atténuation des ondes réfléchies diffuses par processus de moyennage dans des conditions de champ libre. La source et le récepteur sont placés en champ lointain, positionnés dans la direction spéculaire  $\theta s$ .

La pression acoustique spéculaire  $p_{_{spec}}$  est obtenue en moyennant selon l'angle  $\phi$  un nombre important de pressions acoustiques réfléchies  $p_{_{r,\phi i}}$  pour une incidence spéculaire  $\theta s$ : la composante spéculaire reste cohérente en fonction de  $\phi$  contrairement à la composante diffuse qui, une fois moyennée, s'atténue :

$$p_{\text{spec}}(t, \theta_s) \cong \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} p_{r, \varphi_i}(t, \theta_s)$$
 (5)

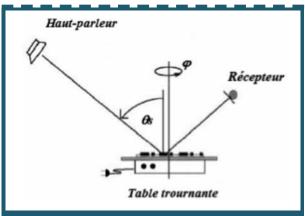


Figure 13 : Principe de la méthode de détermination du coefficient de diffusion en champ libre 14

A partir de la pression acoustique spéculaire temporelle, il est possible, dans les conditions de champ lointain, de déterminer l'énergie totale réfléchie moyennée dans la direction spéculaire  $\theta s$  par transformées de Fourier. Il est également possible d'évaluer l'énergie réfléchie spéculaire. En combinant ces différentes énergies, on obtient le coefficient de diffusion acoustique  $\delta$  dans une direction spéculaire  $\theta s$ :

$$\delta(f,\theta_s) = \frac{\sum_{i=1}^{n} \left| p_{r,\phi_i}(f,\theta_s) \right|^2 - \frac{1}{n} \left| \sum_{i=1}^{n} p_{r,\phi_i}(f,\theta_s) \right|^2}{\sum_{i=1}^{n} \left| p_{r,\phi_i}(f,\theta_s) \right|^2}, \quad n >> 1$$
Energie réfléchie totale
$$\delta(f,\theta_s) = \frac{\sum_{i=1}^{n} \left| p_{r,\phi_i}(f,\theta_s) \right|^2}{\sum_{i=1}^{n} \left| p_{r,\phi_i}(f,\theta_s) \right|^2}, \quad (6)$$

# 3.2. Description du dispositif de mesure du coefficient de diffusion acoustique des parois verticales

Le dispositif de mesure du coefficient de diffusion acoustique des parois verticales est présenté sur la figure 14 et 15. Une antenne multipolaire contenant 13 capteurs <sup>16</sup> (15 capteurs dernièrement pour améliorer la sensibilité de la mesure en basses fréquences : octave 125 Hz) et une source impulsionnelle 17 sont fixées chacune sur une tige rigide pouvant être déplacée selon l'angle d'incidence spéculaire θs sur deux grands arceaux semi-circulaires séparés. L'antenne et la source assurent respectivement le filtrage spatial et la séparation des échos parasites. Chaque arceau possède sur toute sa longueur une courroie crantée pilotée par deux roues dentées imbriguées qui permettent de positionner simultanément la source et l'antenne selon l'angle spéculaire  $\theta$ s. La courbure de chaque arceau permet avec ce principe de garantir une position fixe du point de mesure en fonction de l'incidence  $\theta$ s. Celui-ci peut varier de  $10^{\circ}$ à 80°. Un plateau rotatif permet de faire pivoter selon l'angle  $\phi$  ces deux arceaux (par conséquent l'antenne et la source impulsionnelle) très commodément autour du point de mesure (voir figure 15).



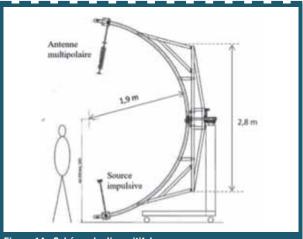
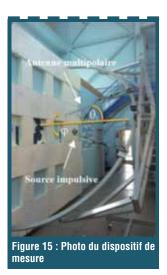


Figure 14 : Schéma du dispositif de mesure



Les distances « source impulsive – paroi diffuse » et « centre de l'antenne – paroi diffuse » sont également modifiables. Celles-ci souvent fixées à 1,20 m obligent les conditions de mesure à être en champ proche et non en champ lointain comme préconisé par la méthode de mesure <sup>14</sup>.

La figure 16-b montre la réponse impulsionnelle obtenue pour une incidence spéculaire 0s égale à 40° après superposition de 10 réponses impulsionnelles synchronisées et moyennées. Nous remarquons bien que

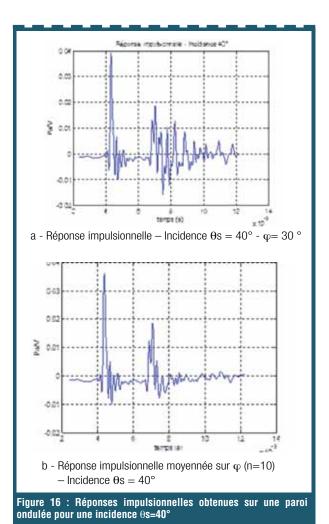
la composante spéculaire de cette réponse impulsionnelle émerge largement par rapport à celle de la réponse impulsionnelle obtenue uniquement pour une valeur discrète de  $\phi{=}30^\circ$  (figure 16-a). Cela dit, si le pas angulaire de cette discrétisation est trop grand, cela peut engendrer des erreurs de mesure sur le coefficient de diffusion.

### 3.3. Mesure du coefficient de diffusion acoustique d'un diffuseur de Schroëder

Une campagne de mesure a été menée dans un hall réverbérant de l'INRS dont les conditions acoustiques sont données dans le tableau 1. On remarque que le temps de réverbération est relativement élevé (Trmax = 1,42 s pour l'octave 1000 Hz). Le niveau équivalent linéaire du bruit de fond intégré sur 30 secondes a également été mesuré par bandes d'octave. Il en résulte un niveau équivalent pondéré A assez faible (37,6 dB(A)).

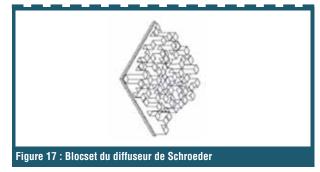
Octave (Hz)	125	250	500	1k	2k	4k	8k
Tr (s)	2,14	1,44	1,40	1,42	1,40	1,15	0,75
L <sub>eq,30s (Lin)</sub>	49	40,2	26,4	22,8	18,4	14,1	13,1

Tableau 1 : Mesure du temps de réverbération et du niveau équivalent du hall



Le premier diffuseur de Schroeder étudié possède 144 cellules dont la profondeur répond à une séquence mathématique fondée sur la racine primitive d'un nombre premier. Sa plage fréquentielle

sur la racine primitive d'un nombre premier. Sa plage frequentielle d'application s'étend de 800 Hz à 4000 Hz. Les dimensions du diffuseur sont 60×60 cm2. 6 diffuseurs ont été accolés pour donner une surface totale diffusante de 120×180 cm².



Sur la figure 18, nous avons tracé par bandes de tiers d'octave la moyenne ainsi que l'écart-type des valeurs que nous avons obtenues avec notre dispositif et nous les avons comparés à d'autres résultats expérimentaux issus de la littérature scientifique <sup>18</sup>. Nos mesures ont été réalisées à 1,3 m du diffuseur (composé de 6 blocsets pour plusieurs angles d'incidence). Nous remarquons une bonne concordance entre nos résultats expérimentaux et ceux issus de la bibliographie.



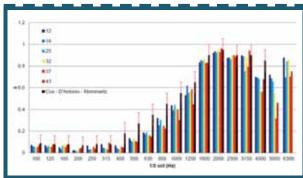
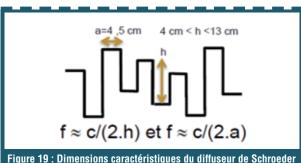


Figure 18 : Coefficient de diffusion acoustique du diffuseur de Schroeder mesuré pour plusieurs angles spéculaires mesuré à 1,3 m

Le caractère acoustique très diffusant du diffuseur montre que quel que soit l'angle d'incidence spéculaire, le coefficient de diffusion reste constant. Il est élevé dans la même zone fréquentielle 1000 Hz - 4000 Hz. Cette plage de fréquence correspond aux longueurs d'onde des dimensions caractéristiques des cellules du diffuseur, c'est-à-dire aux fréquences où la diffusion est maximale :  $f \approx c/(2.h)$  pour h compris entre 4 cm et 13 cm et pour  $f \approx c/(2.a)$ pour a = 4,5 cm, soit environ de 1250 Hz à 4000 Hz (voir figure 19).



Une nouvelle campagne de mesure a été réalisée sur un diffuseur Schroeder basses fréquences : il contient 169 cellules carrées de 10 cm de largeur chacune dont la profondeur varie de 0 à 79,5 cm afin de couvrir un domaine fréquentiel de 200 à 1700 Hz (voir figure 20).

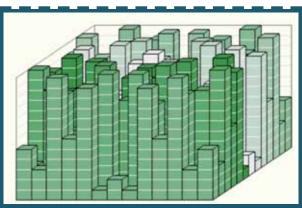


Figure 20 : Prototype du diffuseur de Schroeder basses fréquences

Nous constatons que la diffusion acoustique est importante sur un large domaine fréquentiel et ce dès le tiers d'octave 100 Hz pour de faibles incidences.

Elle diminue quand l'angle d'incidence augmente. En effet, les cellules du diffuseur de grandes profondeurs qui induisent une forte diffusion acoustique en basses fréquences, sont beaucoup moins insonifiées dès que l'angle d'incidence augmente.

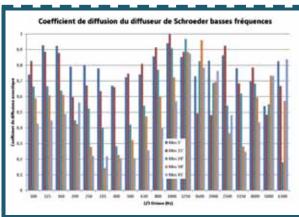


Figure 21 : Coefficient de diffusion acoustique du diffuseur de Schroeder basses fréquences mesuré pour plusieurs angles spéculaires mesuré à 1,3 m

La figure 21 montre la comparaison entre le coefficient de diffusion mesuré avec notre dispositif et celui issu de la théorie des diffuseurs (transformée spatiale de Fourier) 18. Nous constatons que le dispositif permet d'estimer correctement le coefficient de diffusion de ce type de paroi très diffusante pour de faibles incidences.

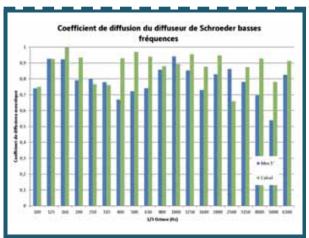


Figure 22 : Coefficient de diffusion acoustique du diffuseur de Schroeder basses fréquences théorique et mesuré pour un angle spéculaire θs= 5° à 1,3 m

### 3.4. Conclusion

Le développement de ce système a permis la mesure du coefficient de diffusion acoustique de nombreuses parois à relief (contenant des cavité, tôle ondulée, ...). Une étude récente sur le domaine de validité de ce système a été menée. Elle a montré que l'estimation du coefficient est correcte quand la diffusion engendrée par la paroi est importante.

En effet, les rayons diffus issus de la paroi à relief doivent être suffisamment nombreux et aléatoires pour que le processus de moyennage sur lequel repose la technique de mesure soit assuré.

# > DOSSIER

Par conséquent, pour des parois peu diffusantes où seulement quelques rayons sonores sont diffractés, le dispositif n'est pas performant pour évaluer le coefficient de diffusion. Le système a montré cependant son efficacité sur un large domaine fréquentiel et a permis d'élaborer une première base de données du coefficient de diffusion des objets encombrants dans les locaux industriels <sup>21</sup>. Actuellement, une autre technique de mesure basé sur les réponses impulsionnelles spatiales est en cours de développement pour pallier aux problème des parois peu diffusantes.

### 4

### Conclusion générale

L'ensemble des travaux développés par l'équipe APLI concerne l'acoustique industrielle et sont au service d'outils qui permettent de réduire à terme le bruit et l'exposition des salariés dans le secteur industriel. En effet, les solutions de traitement acoustique sont d'autant plus appropriées et efficaces quand les caractéristiques des parois qui délimitent les locaux sont à l'origine bien connues et maitrisées.

A l'avenir, les outils développés pour simuler le champ de pression dans un local seront exploités pour estimer les indices de clarté comme le C50 ou C80. Ainsi, l'impact du relief des parois sur ces indicateurs pourra être étudié. Les réponses impulsionnelles simulées dans ce type de local convoluées avec les signaux en sortie d'aides d'auditives permettront également d'étudier la dégradation ou l'amélioration de ces indices si l'aide auditive est utilisée avec un traitement, un réglage particulier comme la directivité, réducteur de bruit. ...

### 5

### **Bibliographie**

- 1 A.M Ondet, J-L Barbry, Modelling of sound propagation in fitted workshops using ray tracing, Journal of the Acoustical Society of America, Vol : 85, pp 787–796, 1989
- 2 J.F. Allard, B. Sieben, Measurement of acoustic impedance in a free field with two microphones and a spectrum analyser, Journal of the Acoustical Society of America, Vol : 77, pp1617-1618, 1985
- 3 J. Ducourneau, Mesure in situ du coefficient de réflexion et d'absorption acoustique de revêtements utilisés dans les locaux industriels, Document de travail INRS, I.E.T – DT – 423 JD, 1999
- 4 J. Ducourneau, V. Planeau, New average absorption coefficient for enclosed spaces with non uniformly distributed absorption, Applied Acoustics, Vol : 64, pp 845-862, 2003
- 5 L. Bos, « Caractérisation acoustique des parois épaisses périodiques dans les locaux industriels », Université Henri Poincaré Nancy 1, Nancy, 2006.
- 6 A. Khanfir, Étude des mécanismes de diffusion acoustique d'une cavité et d'un réseau à relief périodique et apériodique, Université de Lorraine, Nancy, 2012.

- 7 J. Ducourneau, L. Bos, V. Planeau, A. Faiz, S. Skali Lami, A. Nejade, Prediction of the acoustic pressure above periodically uneven facings in industrial workplaces, Journal of Sound and Vibration, vol. 329, n° 11, pp 2276-2290, 2010
- 8 J. Ducourneau, A. Faiz, et J. Chatillon, New device for measuring mapping of sound scattering coefficients of vertical uneven surfaces in a reverberant workplace, Applied Acoustics, vol. 90, pp 21-30, avr. 2015
- 9 N. Raghuvanshi, R. Narain, & M. C. Lin, Efficient and Accurate Sound Propagation Using Adaptive Rectangular Decomposition, IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, vol. 15, no 5, pp 789 801, sept. 2009
- 10 D. Botteldooren, Finite-difference time-domain simulation of low-frequency room acoustic problems, The Journal of the Acoustical Society of America, vol. 98, n° 6, pp 3302-3308, 1995
- 11 G. Mur, Absorbing Boundary Conditions for the Finite-Difference Approximation of the Time-Domain Electromagnetic-Field Equations, IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility, vol. EMC-23, n°4, pp 377-382, 1981
- 12 N. Raghuvanshi, Interactive physically-based sound simulation, University of North Carolina at Chapel Hill, Chapel Hill, N.C., 2013
- 13 Khanfir, A. Faiz, J.Ducourneau, J. Chatillon, S. Skali-Lami, Scattered acoustic field above a grating of parallel rectangular cavities. Journal of Sound and Vibration, Vol : 332, n° 4, pp 1047–1060, 2013
- 14 M. Vorlander, E. Mommertz, Definition and measurement of randomincidence scattering coefficient, Applied Acoustics, 60, pp 187 – 199, 2000
- 15 J. Ducourneau, A. Faiz, A Khanfir and J. Chatillon, Measuring sound scattering coefficients of uneven surfaces in a reverberant workplace - principle and validation of the method, Applied Acoustics 74, pp 653-660, 2013
- 16 J. Ducourneau, V. Planeau, A. Nejade, Design of a multipolar weighting for acoustic antennae, Applied Acoustics 70, pp 484-49, 2009
- 17 J. Ducourneau, V. Planeau, J. Chatillon, A. Nejade, Measurement of sound absorption coefficients of flat surfaces in a workshop, Applied Acoustics 70, pp 710-721, 2009
- 18 T.J Cox, P. D'Antonio, Acoustics absorbers and diffusers Theory, Design and application, Spon Press, 2004
- 19 K. Rabisse, J. Ducourneau, A. Faiz, N. Trompette, Physically-based numerical sound propagation modeling in rooms with non-flat walls, International Congres on Acoustic, ICA Buenos Aires, 2016
- 20 A. Khanfir, A. Faiz, J. Ducourneau, J. Chatillon, Scattered acoustic field above a grating of non-parallel rectangular cavities », J. Sound Vib., vol. 361, pp 251-260, 2016.
- 21 A. Faiz, J. Ducourneau, A. Khnafir, N. Trompette, A list of sound scattering coefficients of bulky objects and people in industrial workplaces, Acoustics in Practice, Issue 6, 2017

# Les Cahiers de L'Audition





### 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

# Audilab, un réseau qui apporte à vos patients, une prise en charge de qualité.



### **DES VALEURS RECONNUES**

Depuis 5 ans, Audilab est l'unique réseau d'audioprothésistes à détenir 3 certifications (ISO 9001, ISO 14001 et NF Service 518) qui affichent de façon objective la prise en charge optimale des patients.

### **DES VALEURS COMMUNES**

Le réseau, composé de plus de 180 centres, est dirigé par des audioprothésistes associés pour favoriser le partage des expériences et la montée en compétences par des sessions de formation.

### **DES VALEURS NOVATRICES**

Les centres sont équipés des toutes récentes innovations technologiques et profitent en permanence des dernières évolutions pour garantir des méthodes d'appareillage des plus précises.

### **DES VALEURS PARTAGÉES**

Les services mis à disposition libèrent les audioprothésistes associés de lourdes contraintes administratives et de gestion, leur permettant de se concentrer sur leur cœur de métier.

Audioprothésistes, si vous vous retrouvez dans ces valeurs, contactez-nous en toute confidentialité : 02 47 64 64 20 I direction@audilab.fr









# Les thématiques de recherche en oto-neurologie de l'équipe nancéienne

Cécile PARIETTI-WINKLER Professeur des Universités, Université de Lorraine Praticien Hospitalier, Service d'ORL et chirurgie cervivo-faciale, CHRU de Nancy EA3450 DevAH "Développement, Adaptation, Handicap" - Centre de Formation en Audioprothèse, Faculté de Pharmacie Département Universitaire d'Orthophonie, Faculté de Médecine

Les thématiques de recherche en otoneurologie sont développées par le Pr Parietti-Winkler au sein de l'EA 3450 DevAH (Développement-Adaptation-Handicap), Pôle BMS (Biologie Santé Environnement), Université de Lorraine. Ces thématiques CHRU, Institut Régional de Réadaptation) mais également entre différentes composantes de formation de l'Université de Lorraine (Centre de Formation en Audioprothèse, Ecole de Chirurgie, Département Universitaire d'Orthophonie, SU2IP).

La thématique « Equilibre, contrôle de la posture et atteintes vestibulaires » est la thématique de recherche la plus anciennement développée par l'équipe nancéienne. Elle s'intéresse

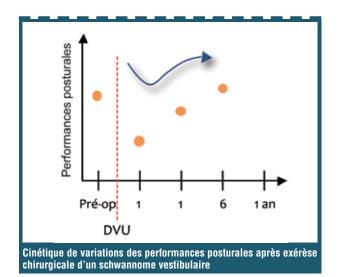
s'articulent autour de 3 axes en parfaite adéquation avec l'activité clinique du Pr Parietti-Winkler : premièrement, une thématique « Audition », deuxièmement une thématique « Equilibre, contrôle de la posture et atteintes vestibulaires », et troisièmement une thématique plus récente de recherche en pédagogie en lien avec ses missions de formatrice au sein de l'Ecole de Chirurgie et de membre du RAP (réseau d'accompagnateur pédagogique) du SU2IP (Service Universitaire d'Innovation et d'Ingénierie Pédagogique) de l'Université de Lorraine. La richesse des thématiques de recherche développées est basée sur de très nombreuses collaborations : des collaborations entre différents laboratoires de recherche (APEMAC, INRS-Nancy, IJL, LEM3, LEMTA), entre différentes structures de soins (Service d'ORL et CCF et de gériatrie du

Coupe IRM axiale d'un patient présentant un schwannome

aux modalités de compensation de la fonction d'équilibration et du contrôle de la posture en cas d'atteintes vestibulaires, comme par exemple, lors d'une implantation cochléaire ou en cas de schwannome vestibulaire avec exérèse chirurgicale.

Un schwannome vestibulaire (SV) est une tumeur bénigne développée au dépend du nerf vestibulaire, et dont la croissance lente entraîne une altération progressive de la fonction vestibulaire. La mise en place graduelle, parallèlement à la dégradation vestibulaire, de mécanismes d'adaptation, appelés compensation vestibulaire, limite les troubles de l'équilibre et la symptomatologie vertigineuse ressentis par le patient, sans pour autant maintenir des performances posturales normales.

La dégradation des performances posturales est d'autant plus marquée au cours de la croissance tumorale, qu'il existe en cas de tumeur volumineuse, une probable atteinte centrale surajoutée, en rapport avec la compression des structures nerveuses centrales par la tumeur (Ribeyre et al., 2015). L'exérèse chirurgicale du SV équivaut à une déafférentation vestibulaire unilatérale aigue (DVUa), supprimant brutalement toutes les informations vestibulaires résiduelles et décompensant ainsi une situation préalablement compensée (bien qu'incomplètement). Cette DVUa entraîne ainsi un effondrement des performances posturales immédiatement après la chirurgie, suivie par une récupération progressive des niveaux de performances pré-opératoires (à 1 et 3 mois après la chirurgie), voire même, à long terme (6 et 12 mois après la chirurgie), d'une amélioration comparée aux performances posturales pré-opératoires. Après la chirurgie, la mise en place de mécanismes centraux d'adaptation basés sur la substitution sensorielle et le développement de nouvelles



vestibulaire gauche (étoile)

# DOSSIER <



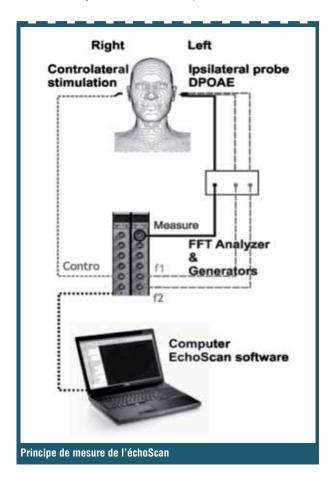
stratégies comportementales permet la récupération du contrôle de la posture et l'amélioration des performances d'équilibres (Parietti-Winkler et al., 2006, 2008).

L'équipe nancéienne a mis en évidence l'influence de nombreux facteurs pré-opératoires sur les modalités de compensation du contrôle de la posture après exérèse chirurgicale d'un SV. C'est le cas de l'âge (Gauchard et al., 2012), de la préférence sensorielle pré-opératoire (Parietti-Winkler et al., 2008), de la pratique d'activités physiques préopératoire (Gauchard et al., 2013), du statut vestibulaire pré-opératoire (Parietti-Winkler et al., 2011), de certains paramètres psychoaffectifs (Ribeyre et al., 2016), ces différents facteurs modifiants le profil de récupération du contrôle de la posture postopératoire. Une comparaison du poids respectif de ces différents paramètres pré-opératoires dans la compensation posturale a permis d'identifier que le statut vestibulaire et la pratique d'activités physiques (AP) sont des facteurs prédictifs majeurs pour le contrôle de la posture (Parietti-Winkler et al., 2016). En effet, l'assymétrie vestibulaire pré-opératoire et la pratique pré-opératoire d'AP sont des facteurs protecteurs vis-à-vis de la dégradation des performances posturales post-opératoires. Une collaboration avec l'Institut Régional de Réadaptation (Pr. Jean PAYSANT, Dr. Benoîte LASSALLE médecin physique et rééducateur référent en rééducation vestibulaire) est venue enrichir cette thématique de recherche depuis les 3 dernières années. Elle a permis l'élaboration d'un protocole de recherche clinique qui, sur la base des travaux de l'équipe concernant l'influence de la pratique d'AP, a pour but d'évaluer l'efficacité d'une rééducation vestibulaire pré-opératoire sur la compensation de l'équilibre après exérèse chirurgicale d'un SV. Ce protocole a été retenu lauréat dans la 8ème édition du Programme Hospitalier de Recherche Clinique et d'innovation Interrégional (PHRC-I 2013), obtenant ainsi une dotation de 181000 euros de la DGOS. Il est actuellement en cours.

L'implantation cochléaire, dont l'efficacité dans la réhabilitation des surdités sévères à profondes bilatérales n'est plus à démontrer, peut également être pourvoyeuse d'atteintes vestibulaires. En effet, elle nécessite l'insertion dans la cochlée d'un corps étranger (le porteélectrode). L'effraction labyrinthique ainsi réalisée, peut, bien que toutes les précautions soient prises lors de la chirurgie, avoir un effet délétère sur l'appareil vestibulaire et donc des conséquences sur le contrôle de la posture et sur la perception visuelle de la verticale gravitaire. Des premiers travaux réalisés par l'équipe nancéienne ont mis en évidence que, tandis qu'une altération de la fonction vestibulaire stricto sensu peut être observée de façon très variable après la chirurgie, l'implantation cochléaire n'entrainait pas de dégradation des performances posturales (Parietti-Winkler et al., 2015). A l'inverse, il semblerait que l'implantation cochléaire, par le biais de la réhabilitation auditive, améliore à long terme les performances posturales. L'hypothèse serait que la restauration de l'audition conduit au développement de nouvelles stratégies sensori-motrices et comportementales améliorant l'efficacité du contrôle postural et de l'orientation, en particulier dans les conditions d'équilibration les plus complexes. Ces travaux, qui font l'objet d'une thèse d'Université, sont actuellement en cours.

La thématique « Audition » développée au sein de l'équipe nancéienne a débuté en 2006 dans le cadre d'une collaboration avec le laboratoire d'Ototoxicité et de Neurotoxicité de l'INRS-Nancy (Institut National de Recherche de Sécurité), dirigé alors par Mr. Pierre CAMPO qui pilote, au sein de l'INRS, la thématique « Multiexposition ». Cette équipe de recherche s'intéresse

aux mécanismes lésionnels d'une exposition au bruit et aux solvants sur le système auditif. En effet, les solvants aromatiques présentent non seulement des effets ototoxiques directes, mais potentialisent de plus les effets néfastes d'une surstimulation sonore sur le système auditif. L'équipe de Mr. Campo a mis en évidence, chez l'animal, que le toluène, l'un des solvants aromatiques les plus utilisés dans l'industrie, inhibe le réflexe d'oreille moyenne, rendant l'oreille interne plus fragile à la surstimulation sonore, et expliquant ainsi l'effet synergique de la co-exposition solvants-bruit. Dans ce contexte scientifique, des premiers travaux issus de la collaboration de l'équipe nancéienne avec l'INRS ont permis de préciser que le mécanisme en cause semblait être une inhibition des noyaux centraux pilotant le réflexe d'oreille moyenne. Ils ont également permis d'en préciser la cible moléculaire (Maguin et al. 2009; Waniusiow et al. 2009). De plus, grâce à un nouveau dispositif utilisant la mesure des produits de distorsions acoustiques associée à une stimulation acoustique controlatérale à forte intensité, et permettant d'évaluer à la fois le réflexe d'oreille moyenne et le réflexe de protection de l'oreille interne par mise en œuvre du système efférent olivocochleaire, les équipes de Mr. CAMPO et du Pr. PARIETTI-WINKLER ont mis en évidence que les structures nerveuses centrales impliquées dans le réflexe de protection de l'oreille interne sont très peu sensibles au toluène, contrairement à celles impliquées dans le réflexe d'oreille moyenne (Campo et al., 2011). Cet axe de recherche mené avec l'INRS s'est avérée être une activité de recherche de type translationnel, développée sur des modèles animaux et transposée à l'homme : en effet, à la suite de ces premiers travaux sur l'animal, a été conçu pour l'Homme un nouveau dispositif d'évaluation objective de l'audition, baptisé Echoscan.



# > DOSSIER

Ce dispositif mesure donc à la fois les otoémissions, reflétant le fonctionnement des cellules ciliées externes, cibles privilégiées de nombreux agents vulnérants pour l'audition (vieillissement, bruit, médicaments ototoxiques..), et le réflexe d'oreille moyenne, dont la commande centrale est la cible des solvants aromatiques très présents dans l'industrie.

Il est actuellement commercialisé par la Société Echodia. Grâce à plusieurs protocoles de recherche clinique promus par le CHU de Nancy et réalisés dans le Service d'ORL et CCF, ce dispositif a été validé chez l'homme. Il fournit, en toute innocuité, des résultats objectifs et reproductibles. Il est plus sensible que l'audiométrie subjective et pourrait être particulièrement intéressant dans des programmes de dépistage des atteintes auditives (Venet et al. 2011). Ainsi, ce dispositif a été utilisé dans l'évaluation auditive de populations de salariés exposés à des agents vulnérants pour le système auditif, comme le bruit et les solvants, sur les lieux même de l'exposition professionnelle. Il a permis de mettre en évidence chez ces salariés une altération de la fonction auditive avant même une élévation des seuils auditifs en audiométrie conventionnelle (signant des dégâts irréversibles dans l'oreille interne), confirmant l'intérêt de ce dispositif dans les programmes de dépistage et de prévention (Venet et al. 2014). Enfin ce dispositif a été utilisé dans l'évaluation auditive des téléopérateurs (Venet et al. 2018), ce dernier protocole de recherche clinique ayant fait appel à une collaboration avec le Centre de Formation en audioprothèse.

Parallèlement à ce premier axe de recherche, l'équipe nancéienne a également développé un axe de recherche concernant le versant audiologique de l'implantation cochléaire, dans un souci d'évaluation de ses propres pratiques cliniques et de promotion de cette technologie. Ainsi l'équipe nancéenne a mis en évidence, dans une étude portant sur l'évaluation de l'impact de l'implantation cochléaire sur la qualité de vie et sa corrélation avec les performances d'intelligibilité et les capacités à téléphoner d'une population de patients adultes implantés cochléaires, que plus la capacité à téléphoner se rapproche de la normale, plus les performances auditives sont grandes et plus la qualité de vie est élevée (Rumeau et al. 2015). L'évaluation de la capacité à téléphoner chez les patients implantés cochléaires pourrait donc constituer un moyen simple et rapide pour évaluer à la fois les performances d'intelligibilité et la qualité de vie, fournissant ainsi un reflet global du résultat de l'implantation cochléaire.

Chez le sujet âgé, l'équipe nancéenne a mis en évidence que l'implantation cochléaire permettait une amélioration de l'intelligibilité et de la qualité de vie, tout comme chez le sujet plus jeune, l'âge ne devant donc pas être considéré comme un facteur limitant de l'implantation cochléaire (Sonnet et al., 2017). De plus, elle a montré que l'implantation cochléaire améliorait l'autonomie du sujet âgé, chez qui la dépendance et l'institutionnalisation qui en découle souvent sont un problème majeur de santé publique. Promouvoir l'implantation cochléaire pourrait donc participer à la réduction du cout sociétal de la prise en charge du sujet âgé sourd.

La thématique de recherche en pédagogie est développée dans les différentes composantes de formation dans lesquelles est impliquée le Pr. C. Parietti-Winkler (Centre de formation en Audioprothèses, Ecole de Chirurgie, Département Universitaire d'Orthophonie, Faculté de Médecine). Elle s'intègre dans l'Hôpital Virtuel de Lorraine, projet régional et européen porté par l'Université de Lorraine et bénéficiant d'un financement FEDER.

Au sein de l'Ecole de Chirurgie, l'équipe nancéienne a développé un dispositif de formation à la chirurgie de l'oreille moyenne par simulation articulée autour de 2 axes pratiques : un entrainement sur simulateur de réalité virtuelle VoxelMan (dont 2 ont été acquis par l'Ecole de Chirurgie) d'une part, et un entrainement sur maquette synthétique d'os temporal d'autre part. Une collaboration entre le Pr Parietti-Winkler et une société concevant des dispositifs médicaux et chirurgicaux en impression 3D à partir de données patients d'imagerie, a donné le jour à une maquette d'os temporal destinée à l'apprentissage de la chirurgie otologique. Cette maquette se décline en 2 gammes (basic et advanced), avec, pour chacune, 2 modèles (Middle-Ear et Inner-Ear), adaptés aux différentes étapes de l'apprentissage chirurgical, ce qui rend accessible l'apprentissage de la chirurgie otologique dès le début de l'Internat. Elle permet ainsi l'acquisition par les Internes, des connaissances et compétences technique de base en chirurgie otologique, facilitant ainsi le transfert des acquisitions initiales sur les pièces anatomiques, plus coûteuses et plus difficiles d'accès. Plusieurs voies de recherche sont en cours au sein de l'Hôpital Virtuel de Lorraine pour évaluer l'intérêt de ces dispositifs de formation innovante.

En effet, avant d'être intégré dans un programme d'entraînement ou de formation, les dispositifs de simulation doivent être validés en tant qu'outils pédagogiques. Ainsi, une étude récente de l'équipe nancéienne a évalué la validité de surface, de contenu et de construction du simulateur VoxelMan (Varoquier et.al., 2017).



# DOSSIER <







Cette étude a mis en évidence que bien que certaines caractéristiques du simulateur nécessitent des améliorations, ce dispositif représentait un outil pédagogique intéressant et novateur, complémentaire aux méthodes d'apprentissage traditionnelles. Concernant la validation de la maquette d'os temporal en tant qu'outils pédagogique, il convient de s'assurer d'une part de la capacité de la maquette à générer pour le chirurgien un ressenti proche de celui observé lors du fraisage de l'os temporal réel (c'est-à-dire l'usinabilité). D'autre part, il convient de s'assurer que le procédé de fabrication permet de reproduire avec une fidélité et une résolution suffisantes, l'anatomie de l'os temporal normal, cette région anatomique étant particulièrement complexe.

Ces travaux de validation de l'usinabilité et l'anatomie de la maquette d'os temporal nancéenne sont en cours et s'appuie sur une collaboration avec Mme Anne-Sophie BONNET, Mr Gaël LECOZ et Mr Cédric LAURENT du laboratoire de recherche LEM3 (Laboratoire d'Etude des Microstructures et de Mécaniques des Matériaux (LEM3-UMR CNRS 7239).

Enfin, au sein des centres lorrains de formation en audioprothèse et en orthophonie, dans un souci de mutualisation de l'effort de recherche et de l'enseignement, le Pr. C. Parietti-Winkler a conçu « un serious games » (jeu sérieux) dédié à l'audiologie.

omme tout « serious game », ce nouveau dispositif de formation combine une intention pédagogique « sérieuse » avec des ressorts ludiques, dépassant ainsi la seule dimension du divertissement. Inspiré d'un jeu de plateau très célèbre et adapté à la thématique

de l'audiologie, il permet une mobilisation et une restitution des connaissances mémorisées à la suite de cours magistraux transmissifs dans la discipline audiologique, en mettant en œuvre des processus cognitifs d'apprentissages plus complexes que ceux mobilisés lors de la seule mémorisation des connaissances socles. Les modalités choisies dans le « game designed » de cette activité pédagogique active et innovante permettent un apprentissage à la fois coopératif et collaboratif, la participation d'un grand nombre d'étudiants (contrairement à la plupart de serious games, en particulier numériques), et un interfaçage des futurs professionnels de santé de disciplines différentes mais intervenant tous dans le domaine de l'audiologie, promouvant ainsi l'échange et la communication de ces disciplines cliniques connexes.

Favorisant les savoirs et le savoir-être, il s'intègre parfaitement dans une approche par compétences intégrées de l'enseignement en audiologie. Déployé pour la première fois à Nancy en janvier 2018 sous la forme d'un « challenge inter-écoles », en collaboration avec le Pr Ducourneau, ce dispositif de formation a réuni 85 étudiants en audioprothèse (première et troisième année) et en orthophonie (niveau L2) des centres de formations lorrains. Une évaluation de ce dispositif en tant qu'outils pédagogique est en cours. Cette initiative, plébiscitée par les étudiants, va être reconduite et constitue la première étape d'une mutualisation des enseignements entre les centres de formation en audioprothèse et en orthophonie en Lorraine.



# > EPU 2017

# Résumés des communications (2ème partie)

### **Maud REAL**

Audition confort SPRL, Bruxelles Logopède/ orthophoniste Le point sur les patients acouphéniques : combien ? Evolution ? Quelles explorations fonctionnelles doit-on envisager prochainement ? Quelles techniques audioprothétiques ?

Quelles prises en charge ? Le « coaching » digital peut-il être une aide dans ce domaine ? Un exemple concret de prise en charge disciplinaire

Concernant la thérapie de l'acouphène et de l'hyperacousie, nous voyons fleurir de plus en plus d'outils en ligne que ce soit des applications smartphone, des plateformes de « e-learning » ou des modules informatiques.

Les applications ont l'avantage d'être généralement bon marché voire gratuites, elles favorisent l'autonomie et répondent à un besoin de solutions concrètes et rapides. On cherche une application pour se relaxer, améliorer son sommeil, masquer l'acouphène ou obtenir des informations précises. Ce sont souvent des outils qui permettent de soulager des patients avec une gêne modérée ou de faire attendre des patients en plus grande souffrance. Ces applications ne peuvent cependant pas se substituer au professionnel ni remplacer le contact humain.

Certaines applications permettent également au chercheur de collecter des données sur la gêne et l'intensité de l'acouphène via smartphone, d'autres aident le professionnel à quantifier la gêne liée à l'acouphène avec des échelles visuelles analogiques exploitant les rapports de volumes, de distances ou de superpositions tirées ou non de la psychologie.

Le recours à l'informatique dans les thérapies de l'acouphène s'est surtout développé ces dernières années pour la Thérapie Cognitivo Comportementale (TCC). Les éguipes suédoises et anglaises se sont les premières penchées sur l'accès à distance à un programme de TCC pour les acouphéniques. Généralement sur une durée de 10 semaines, elles permettent au patient de profiter d'un programme avec des exercices à faire chez soi. Plusieurs études comparent ce type de thérapie à un groupe contrôle ou à une thérapie de groupe. L'équipe allemande de C.Weise, remarque que, par rapport à un groupe contrôle, les patients sont plus satisfaits par la TCC à distance que par un simple forum. Elle remarque également que la différence n'est pas toujours statistiquement significative en faveur d'un traitement en groupe plutôt qu'à distance mais elle relève également 3 points : une majorité de patients sont plutôt attirés de prime abord par une thérapie en groupe que par une thérapie à distance, la satisfaction

(est-ce la meilleure solution que vous ayez eue ?) après traitement est de 70 % pour la TCC en groupe, 38 % pour la TCC en ligne. On dénote en outre un nombre important d'abandon pour la TCC en ligne. Comme tout traitement le suivi de la thérapie dépend de la motivation, des attentes réalistes du patient, de sa confiance dans le traitement (taux de réussite) et des stratégies de coping (par quels moyens fait-on face) utilisées préférentiellement.

Ceci nous amène à parler de l'importance que le thérapeute a dans le traitement, dans la poursuite de ce traitement et dans la motivation du patient. En psychologie, même si nous disposons de nombreux outils, l'outil seul ne fait pas le traitement et « le thérapeute est une part intrinsèque du traitement » insiste S.D Miller. L'alliance thérapeutique, le lien créé entre le thérapeute et son patient est déterminante pour le succès d'un traitement. Richard Tyler insiste sur l'importance de l'empathie, la compréhension, l'écoute, l'espoir et le sentiment de maitrise que l'on inspire en temps que thérapeute spécialisé. Il est important de garder en tête les répercussions psychologiques que peuvent engendrer la présence d'un acouphène tout en gardant sa juste place de spécialiste de l'audition. Brian Moore en 2016 rappelle via un sondage que l'explication et l'écoute attentive sont les démarches ayant le plus d'impact pour le patient.

Dans ce cadre, la prise en charge du couple est importante car l'acouphène impacte la sphère familiale toute entière. Nous avons montré qu'il en était ainsi pour 72.5 % des conjoints interrogés dans notre étude sur l'acouphène et le couple (cahier de l'audition 2013 N°4). L'acouphène aura également des répercussion sur l'attention auditive (cahier de l'audition 2014 N°2 et 3) ou visuelle (cahier de l'audition à venir). La TRT (Tinnitus Retraining Therapie) a justement des effets d'amélioration sur ces capacités. Une bonne prise en charge de l'acouphène et/ou de l'hyperacousie nécessite donc une thérapie sonore bien adaptée avec un lien thérapeute patient basé sur la confiance.

# **EPU 2017 <**

# Résumés des communications (2ème partie)



# Le centre de référence des surdités génétiques



# Les centres de références maladies rares

Afin d'améliorer la prise en charge des personnes atteintes de maladies rares, la France a élaboré et mis en place plusieurs Plans Nationale Maladie Rare. Elle fut le premier pays européen à créer un tel dispositif. Depuis 2004, 131 centres ont été labellisés Centres de référence maladies rares en France, regroupant des équipes hospitalouniversitaires hautement spécialisées. Trente trois de ces centres se situent au sein de l'hôpital Necker-Enfants malades.

Les centres de référence ont un rôle d'expertise pour une maladie ou un groupe de maladies rares ayant développé des compétences spécifiques et reconnues dans ce domaine. Cette expertise leur permet, du fait de la rareté de la pathologie prise en charge et du faible nombre des équipes spécialistes dans le domaine, d'exercer une attraction (interrégionale, nationale ou internationale) au-delà du bassin de santé de son site d'implantation.

Les missions des centres de références:

- faciliter le diagnostic et définir une stratégie de prise en charge thérapeutique, psychologique et d'accompagnement social;
- définir et diffuser des protocoles de prise en charge ;
- coordonner les travaux de recherche et participer à la surveillance épidémiologique;
- participer à des actions de formation et d'information pour les professionnels de santé, les malades et leurs familles;
- animer et coordonner les réseaux de correspondants sanitaires et médico-sociaux ;
- être des interlocuteurs privilégiés pour les tutelles et les associations de malades.

La désignation des centres de référence pour la prise en charge des maladies rares est réalisée dans le cadre d'une procédure de labellisation nationale. Elle repose sur une expertise indépendante et s'appuie sur un cahier des charges précis. Le label est attribué par le ministre chargé de la santé, pour une durée de cinq ans.

Les centres de référence labellisés n'ont pas vocation à prendre en charge tous les malades atteints de maladies rares. L'une des missions qui leur est assignée consiste à organiser progressivement le maillage territorial avec des structures déjà existantes de prise en charge qui seront identifiées sous le nom de « centres de compétences ». Ces

centres de compétences ont vocation à assurer la prise en charge et le suivi des patients, à proximité de leur domicile, et à participer à l'ensemble des missions des centres de référence.

Ainsi, le Plan national maladies rares prévoit la structuration et la gradation de l'offre de soins pour les patients atteints d'une maladie rare sur deux niveaux :

- un niveau d'expertise et de recours, le plus souvent national ou interrégional, constitué par les centres de référence labellisés qui ont vocation à coordonner la définition des référentiels et des protocoles thérapeutiques, la surveillance épidémiologique et la coordination des activités de recherche;
- -un niveau de prise en charge le plus souvent régional, avec les centres de compétences qui établissent le diagnostic des maladies rares, mettent en œuvre la thérapeutique lorsqu'elle est disponible et organisent la prise en charge du patient en lien avec les centres de référence labellisés et les acteurs et structures sanitaires et médico-sociales de proximité.



### Le centre de référence des surdités génétiques

La surdité est le déficit sensoriel le plus fréquent ; il touche 1 enfant sur 1000 à la naissance, un enfant sur 700 avant l'âge adulte et un pourcentage important de la population adulte. La surdité n'est donc pas un rare mais elle regroupe un ensemble important de maladies rares d'origine génétique. On estime actuellement à 80 % les origines génétiques des surdités de l'enfant. La part génétique des surdités apparaissant à l'âge adulte reste à déterminer mais sera probablement importante. Plus de 100 formes génétiques différentes sont actuellement identifiées dans les surdités isolées, et plus de 500 syndromes différents incluant une surdité ont déjà été décrits.

Le centre de référence des surdités génétiques, unique en France a été créé en 2000 par le Dr Sandrine Marlin et fut labélisé lors du premier plan national maladie rare en 2004. Localisé à l'hôpital Necker Enfants Malades (site dédié aux enfants), le centre de référence coordonne un réseau national avec 2 sites constitutifs l'un à La Pitié Salpetrière (site dédié aux adultes), coordonné par le Dr Isabelle Mosnier et l'autre à Lille coordonné par le Dr Catherine Vincent Delorme et 20 centres de compétences reparties sur toute la France métropolitaine et outre mer. Ce

# Ines BEN AISSA <sup>1,2</sup> Sandrine MARLIN <sup>1,2,3,4</sup>

- 1. Centre de Référence des Surdités Génétiques, Service de Génétique, Hôpital Necker-Enfants Malades, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris, 75015 Paris,
- 2. Filière de santé maladie rare SENSGENE, Hôpitaux Universitaires de Strasbourg 69091 -Strasbourg Cedex
- 3. UMR 1163, Université Paris Descartes, Sorbonne Paris Cité, Institut IMAGINE, 24 Boulevard du Montparnasse, 75015 Paris,
- 4. Service de Génétique, Hôpital Necker–Enfants Malades, Assistance Publique–Hôpitaux de Paris, 75015 Paris.

# > EPU 2017



réseau national regroupe des généticiens cliniciens, des ORL et des biologistes moléculaires.

Environ 700 familles différentes sont vues chaque année dans le centre coordonnateur de Necker. La prise en charge de ces patients est assurée par une équipe comportant un médecin généticien, une conseillère en génétique, une psychologue clinicienne, une infirmière, une secrétaire ; travaillant en étroite collaboration avec les services d'ORL de l'hôpital Necker et de l'hôpital La Pitié Salpetrière, référents dans la prise en charge des surdités. Ce centre est situé dans le service de génétique de l'Institut Imagine au sein de l'hôpital Necker (APHP).

Le CRMR ainsi que son réseau national, ont mis en place une prise en charge diagnostique des enfants, adolescents et jeunes adultes atteints de surdité permettant également d'améliorer le parcours de transition vers le service adulte.

Dans le cadre des projets Plan Maladie Rare, le centre de référence de surdités génétiques est rattaché à la filière Nationale SENSGENE (coordonnée par le Professeur Hélène Dollfus, CHU Strasbourg) et mène par conséquent toutes les missions de la Filière en lien avec la surdité génétique.

http://www.maladiesrares-necker.aphp.fr/

### Les filières de santés maladies rares

Dans le cadre du second plan national maladies rares 2011-2014, un appel à projet (a permis la création en février 2014 de 23 filières de santé maladies rares, dont la filière SENSGENE dédiée aux maladies rares sensorielles.

La filière de santé maladies rares est une organisation qui a pour vocation d'animer et de coordonner les actions entre les acteurs

impliqués dans la prise en charge de maladies rares présentant des aspects communs, parmi lesquels les Centres de Références Maladies rares (CRMR) et les Centres de Compétences Maladies Rares (CCMR).

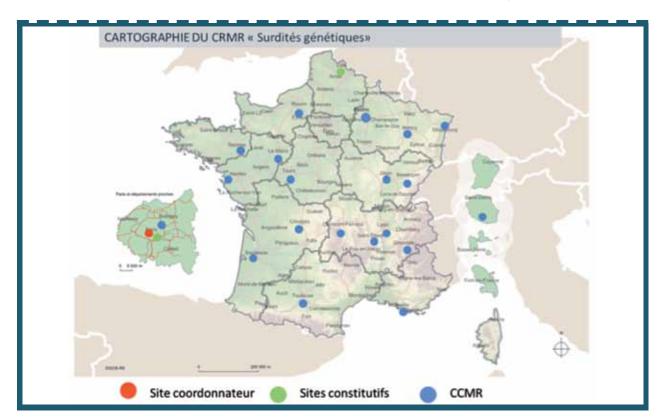
La filière de santé maladies rares permet ainsi d'identifier les complémentarités entre CRMR et de mutualiser certaines ressources. Les objectifs d'une filière de santé maladies rares sont de :

- diminuer le délai d'errance diagnostique et thérapeutique en améliorant la lisibilité et donc en facilitant l'orientation dans le système de santé des personnes atteintes de maladie rare et des soignants. La filière aide en particulier les médecins traitants ou spécialistes (ORL, Ophtalmologistes, pédiatres notamment) pour le diagnostic et la prise en charge de leurs patients atteints de maladies rares sensorielles.
- décloisonner en améliorant le continuum entre les acteurs impliqués dans la prise en charge médicale, l'innovation diagnostique et thérapeutique, la recherche clinique, fondamentale et translationnelle et le secteur médico-social.

### La filière de santé maladie rare sensorielle SENSGENE

La filière de santé SENSGENE remplit des missions nationales autour des maladies rares sensorielles pour permettre aux patients une amélioration de leur prise en charge par l'ensemble des professionnels de santé. Elle a été créée en 2014 et est coordonnée depuis le CHU de Strasbourg par le Pr Hélène Dollfus.

Elle remplit des missions nationales autour des maladies rares sensorielles. Celles-ci englobent les atteintes de l'œil, les atteintes auditives et les atteintes associées audition-vision isolées ou entrant dans un cadre syndromique plus largue.





La filière SENSGENE regroupe six centres de référence maladies rares (CRMR) :

- CARGO: Centre de référence pour les Affections Rares en Génétique Ophtalmologique, coordonné par le Professeur Hélène Dollfus à Strasbourg;
- CRNK: Centre de Référence National du Kératocône, coordonné par le Professeur Malecaze à Toulouse;
- MAOLYA: Centre de référence des affections sensorielles génétiques, coordonné par le Dr I. Meunier à Montpellier;
- OPHTARA : Centre de référence des maladies rares en ophtalmologie, coordonné par le Dr D. Bremont Gignac à l'hôpital Necker Enfants Malades de Paris ;
- REFERET : Centre de référence des maladies rares neurorétiniennes, coordonné par le Pr J.-A. Sahel à l'hôpital des XV-XX de Paris ;
- Centre de référence des surdités génétiques, coordonné par le Dr
   S. Marlin à l'hôpital Necker Enfants Malades de Paris ;

Ces centres sont constitués d'équipes hospitalo-universitaires hautement spécialisées, pluri-professionnelles et pluridisciplinaires ayant une expertise avérée pour ces maladies dans les domaines des soins et de la recherche-formation. Ils exercent une attractivité régionale, interrégionale, nationale, voire internationale, en fonction de la rareté de la maladie avec un objectif central : l'équité en termes d'accès au diagnostic, au traitement et à la prise en charge globale des personnes malades.

La filière remplit trois missions majeures :

- Améliorer la prise en charge des patients
- Coordonner et encourager la recherche
- Développer la formation et l'information.



### **Contact:**

- Site Internet: www.sensgene.com
- Facebook : http://urlz.fr:5ZBM
- Linkedin: http://urlz.fr/5ZCE
- Youtube : https://www.youtube.com/channel/UCsCli75TUXoTRq2U1n\_ 0ZHa



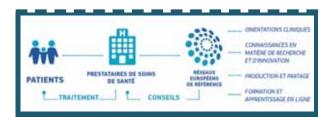
### Le réseau européen de référence

Le 16 mars 2016, la Commission Européen a lancé un appel à candidature pour la création de réseaux européens de référence, prenant exemple sur les filières de santé maladie rare françaises.



Les réseaux européens ont vocation

à améliorer le diagnostic et la prise en charge des patients atteints de maladies rares dans l'ensemble de l'Europe.



Le Dr S. Marlin a rassemblé un réseau de 22 experts dans les surdités génétiques composé de Généticiens cliniciens, d'ORLs et de Généticiens moléculaires dans 11 pays européens différents. Ce réseau s'intègre dans le réseau européen Rare Craniofacial Anomalies and ENT Disorders labellisé par la commission européenne, qui comprend également des réseaux impliqués dans les malformations de la face et du crane.



https://ec.europa.eu/health/sites/health/files/ern/docs/erncranio\_factsheet\_en.pdf

https://youtu.be/hzuKtpWCPjk



# Cas clinique

# Oreille unique et fluctuante, que faire?

### Mathier ROBIER - Audioprothésiste DE - Membre du Collège National d'Audioprothèse

En France les indications de l'implantation cochléaire sont bien connues chez l'adulte, et permettent chaque année à des centaines de patients de bénéficier d'un meilleur traitement de leur surdité. Mais l'implant cochléaire peut également s'avérer particulièrement efficace en cas de fluctuations si le retentissement sur la communication est majeur, comme l'illustre cette étude de cas.



### Anamnèse du patient

Madame B., 55 ans, aide-soignante à l'hôpital, est venue la première fois au laboratoire en 2009 pendant un arrêt maladie. Elle ne présentait pas de vertiges, mais une instabilité à la marche prolongée qui l'obligeait à marcher près d'un mur pour se rassurer, ainsi que des fluctuations très gênantes de son audition.

D'un point de vue personnel et familial, l'anamnèse n'a mis en évidence aucun antécédent de surdité.

Sur le plan professionnel, le premier fait marquant date de 1991 lorsque Madame B. se pique avec une aiguille lors de soins avec un patient séropositif. Compte-tenu du risque de transmission du VIH, le protocole de l'époque recommande un traitement au Rétrovir® (dans le cadre d'une trithérapie). L'année suivante, elle contracte une tuberculose qui sera traitée. Après plusieurs mois, elle constate alors une brusque baisse de son audition à droite qui la fait consulter un médecin ORL. Ce dernier met en place un traitement qui, après plusieurs semaines, reste sans effet sur son seuil. Malheureusement à ce jour aucune étude ni recherche n'établit alors de cause à effet entre ses différents problèmes de santé et sa surdité.

Pendant près de 10 ans Madame B. n'observe que peu d'effets de son audition monaurale sur son quotidien, tant professionnel que social.

En 2008 elle consulte à nouveau son médecin ORL car depuis 3 mois elle constate une dégradation rapide de son audition à gauche, et surtout des variations importantes d'un jour à l'autre. Ces fluctuations augmentent considérablement sa gêne sociale et impactent également fortement son travail, l'obligeant à demander un arrêt maladie. Elle décide donc d'effectuer des tests d'audition approfondis dès 2009.

Comme l'indique la figure 1, ces variations peuvent entrainer des fluctuations de plus de 40 dB sur les fréquences graves et les médiums, alors que le seuil d'inconfort reste identique. En période haute, son intelligibilité atteint 100% en listes monosyllabiques. Mais dès que son seuil liminaire baisse, l'intelligibilité se dégrade, ne dépassant pas le seuil maximal de 80%. Cette variation de la discrimination objective le pincement de sa dynamique auditive.

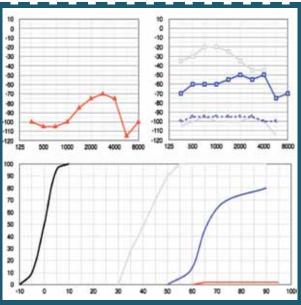


Figure 1 : Audiogramme de Mme B avec en bleu le bilan de son audition au plus bas et en gris au plus haut.

### Choix de l'appareillage

Suite au bilan d'orientation prothétique et après avoir identifié l'amplitude des variations, il est convenu d'essayer d'abord un système BI-CROS équipé d'un contrôle de volume, ainsi que l'accès à plusieurs programmes afin que Madame B. puisse ajuster ellemême sa correction en fonction des situations spécifiques qu'elle rencontre et de son audition du moment.

Le seul système sans fil disponible en 2009 est un appareillage de type contour de marque Phonak en pile 13 qui nécessite l'ajout d'un récepteur sur la prothèse de la meilleure oreille (fig. 2).



Figure 2 : Contour Phonak sans fil. A droite la prothèse amplificatrice et son sabot sur lequel sera placé le récepteur. A gauche le microphone CROS.

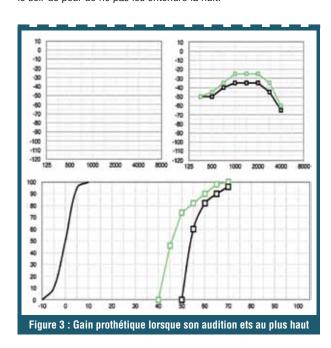


Malgré l'encombrant de l'appareillage et qu'il soit inesthétique, la patiente accepte qu'il lui soit prêté afin qu'elle puisse juger de l'amélioration de son écoute au quotidien.

Au cours des semaines qui suivent des ajustements sont effectués régulièrement en fonction de ses observations. Madame B. s'adapte bien à l'amplification et semble rapidement satisfaite du bénéfice apporté. Côté praticien il est également possible, grâce au datalogging, de s'assurer de la bonne observance de l'appareillage. La patiente choisit donc de reprendre le travail. Malgré les bons résultats, elle garde l'appareil pendant plus de 6 mois, le temps nécessaire pour elle d'être reconnue travailleur handicapée (RQTH) et d'obtenir le financement de son appareillage par son employeur.

Des contrôles réguliers (2 à 3 visites/an) sont alors effectués afin de s'assurer du bon fonctionnement des prothèses ainsi que de leur utilisation. Le bilan auditif, ainsi que le gain prothétique (Fig. 3) sont réalisés au moins une fois par an.

Malgré de nettes améliorations, Madame B. décide en 2013 de faire valoir ses droits à la retraite anticipée, considérant qu'il est devenu trop difficile pour elle d'assurer les soins des patients dans de bonnes conditions (n'entend pas toujours leurs demandes ni les consignes de ses collègues). Sa vie sociale est également plus limitée, la patiente avouant même refuser de garder ses petits-enfants le soir de peur de ne pas les entendre la nuit.



# Des perspectives de réhabilitation avec l'implant cochléaire

En tenant de compte de ces difficultés il ne semblait pas approprié de lui proposer à nouveau un contour, même de dernière génération car le bénéfice apporté n'aurait pas permis d'améliorer significativement sa qualité de vie. L'implant cochléaire pouvait cependant être une solution plus pertinente de réhabilitation à droite c'est pourquoi il lui a été proposé.

Les critères d'indication de l'implant cochléaire chez l'adulte, dans des cas « classiques », sont bien connus. Pour rappel il est indiqué lorsque la discrimination est inférieure à 50% en listes de Fournier à 60 dB. Mais sans oublier qu'en cas de fluctuations, une implan-

tation cochléaire est également indiquée si le retentissement sur la communication est majeur. Dans le cas de Madame B., il s'agit donc de permettre une réhabilitation stable à droite, ce qui limitera le retentissement de la surdité lorsque l'audition gauche baisse.

En accord avec l'ORL de la patiente, nous lui avons proposé une première rencontre avec l'équipe d'un centre implanteur en vue de la réalisation d'un bilan pré implant. En amont, nous avons expliqué clairement à Madame B. le fonctionnement d'un implant ainsi que les différentes étapes du projet.

Ne s'estimant pas prête, elle a souhaité conserver son appareillage conventionnel.

Après 2 ans de réflexion, celle-ci a finalement donné son accord pour se faire implanter au CHU de Tours. Une fois le bilan préimplantation cochléaire réalisé et validé par l'équipe pluridisciplinaire, le chirurgien a programmé l'intervention en février 2016 pour une implantation à droite. Comme prévu par le protocole l'activation du système s'est faite 2 semaines plus tard. La patiente a ensuite été vue chaque semaine le premier mois pour les réglages et ajustements nécessaires, puis tous les 3, 6, 9 et 12 mois compte-tenu du bon gain tonal avec l'implant. En complément, une rééducation orthophonique (en libéral) a été mise en place à raison de 2 fois par semaine les premiers mois.

# Moins de 2 ans après l'implantation, un bilan très positif

Le résultat audiométrique de l'implant (fig.4) est très satisfaisant, avec un gain prothétique vocal à droite (avec masquage de l'oreille controlatérale) supérieur à 80% d'intelligibilité avec les listes cochléaires de Lafon, et surtout une nette amélioration du score de la patiente en écouteur stéréophonique.

Pour Madame B., le résultat de l'implantation est plus que positif, avec une nette amélioration de son autonomie et de son confort au quotidien qui lui ont permis de reprendre certaines activités, renouant ainsi le lien social qui lui faisait défaut ses dernières années. Elle peut désormais assister à des conférences sans aucune difficulté, ne tourne plus la tête pour entendre de sa « bonne oreille » pendant une conversation, et peut maintenant garder ses petits-enfants.



### Conclusion

« Que faire si ça baisse encore ? ». Cette question de la part des patients est légitime et récurrente, surtout en cas de baisses répétées de leur audition. Les rassurer et les renseigner sur des solutions quand les prothèses ne sont plus suffisantes est indispensable.

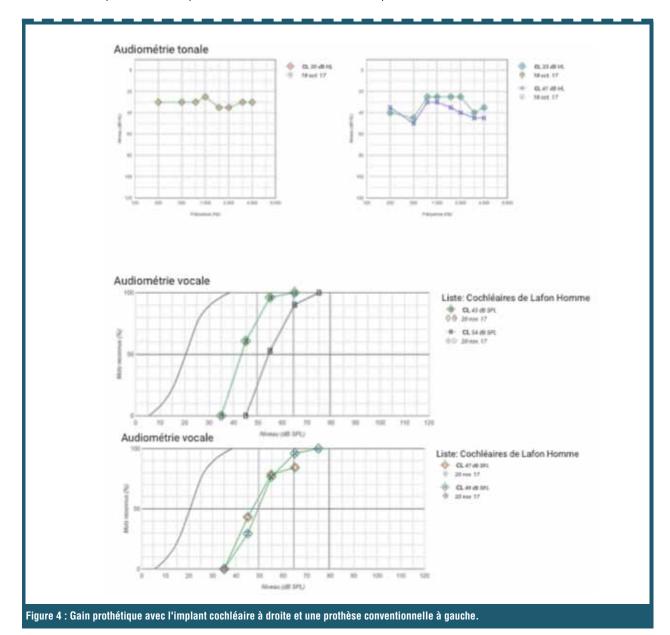
Lorsque les patients remplissent les critères d'indications pour un implant, y compris des fluctuations ayant un retentissement majeur sur la communication, l'implant cochléaire peut s'avérer être particulièrement efficace, à condition que le patient soit préparé en amont et qu'il soit adressé au bon moment (en accord avec son ORL libéral). Trop tôt dans l'indication, le refus du centre implanteur peut être vécu comme un échec par le patient. Et trop tard, ce dernier peut vouloir repousser le projet par manque de temps pour se préparer.

# > EPU 2017



L'audioprothésiste gardera une place prépondérante après l'implantation avec le réglage de la prothèse controlatérale qui, associée à l'implant, permettra d'améliorer les performances globales des patients. Le choix de l'appareil controlatéral devient également important du fait de l'arrivée des prothèses bimodales qui se synchronisent avec le processeur de l'implant.

Le devoir d'information de l'audioprothésiste va de pair avec l'écoute, le dialogue et un suivi attentif des patients à long terme. Un accompagnement nécessaire qui permettra en temps voulu, en accord avec toutes les parties concernées, de légitimer et de réussir une implantation.



# MYCORE 8<sup>c</sup>

www.rexton.com www.biotone.fr

La technologie auditive la plus avancée du marché





# **Cas clinique**

## Surdité brutale

Yoan NAHMANI - Audioprothésiste diplômé d'État LCA BIZAGUET Laboratoire de Correction Auditive 20 Rue Thérèse, 75001 Paris, France

Monsieur B. est âgé de 65 ans lorsqu'il vient au Laboratoire de Correction Auditive LCA Bizaguet. C'est un dirigeant de société. Il ne se sent pas ou peu gêné. Il nous indique venir uniquement sous la pression de son épouse. Par la même occasion, il affirme que celle-ci n'articule pas la majorité du temps, comme certains de ses collaborateurs.

Il a donc consulté un médecin ORL qui, devant ses résultats audiométriques, l'encourage à faire un essai d'appareillage.

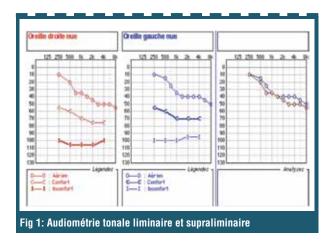
Nous recevons donc le patient peu motivé envers l'appareillage qui a attendu huit mois avant de venir pour bilan. A l'anamnèse, le patient ne montre pas d'étiologie familiale avérée. Il n'a apparemment jamais été exposé aux bruits et n'aurait jamais subi de traumatisme sonore. Il n'a jamais eu d'opération d'oreille, mais signale quelques rares otites séreuses dans l'enfance. Monsieur B. nous informe qu'il a un discret acouphène non retentissant socialement, qu'il perçoit seulement dans le silence le plus complet ou en période de grand stress. Notons qu'il présente une légère instabilité lors de mouvements rapides sans qu'il y ai eu d'exploration fonctionnelle. A l'interrogatoire, il n'indique pas mieux entendre d'une oreille par rapport à l'autre. Il ne décrit aucune difficulté à l'écoute au téléphone. Sa santé générale est globalement bonne. Notons une légère hypercholestérolémie sous surveillance.

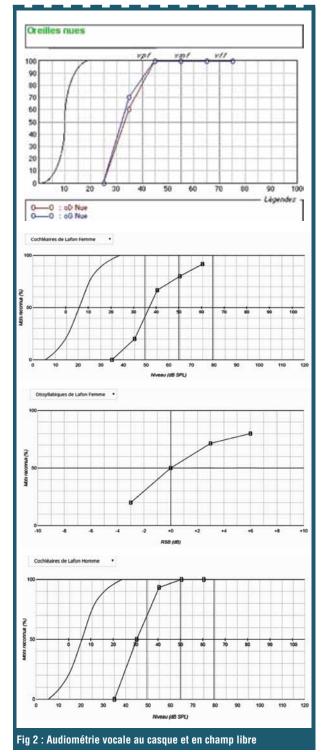
L'audiométrie se pratique d'après le Précis d'Audiométrie du Collège National d'Audioprothèse Tome 1.

Nous pratiquons dans un premier temps une audiométrie tonale liminaire au casque, puis supraliminaire. Ensuite est réalisée une audiométrie vocale dans le silence puis dans un environnement bruyant en utilisant l'Onde Vocale Globale (OVG) qui correspond à un bruit de cocktail party.

Les listes sont émises par le haut parleur central et le bruit par les cinq hauts-parleurs autour.

Le bilan nous confirme qu'il s'agit d'une hypoacousie légère, bilatérale, de perception pure. Il y a bien une corrélation entre l'audiométrie tonale et vocale. (figures 1 et 2).





# EPU 2017 <



Après plusieurs semaines nécessitant différents réglages, les résultats sont très concluants. Le patient se sent aidé par l'appareillage, le port est très régulier, environ 13h/jour, et ses proches notent une nette amélioration. La gestion du bruit se fait par le multi-programme et la bonne utilisation du matériel est confirmée par le data logging.

Les contrôles audioprothétiques sont effectués avec une grande régularité dans le temps. (Figures 3, 4 et 5).

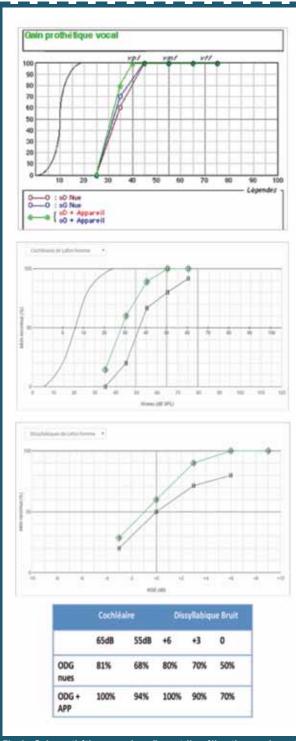


Fig 4 : Gain prothétique vocal confirmant l'amélioration par le port de l'appareillage

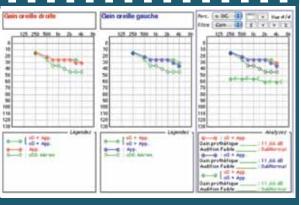
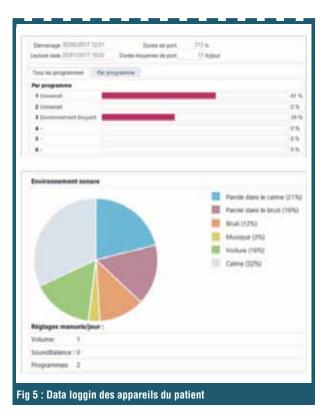


Fig 3 : Gain prothétique tonal



En 2016, lors d'un voyage prolongé au Brésil, Monsieur B. est touché d'une perte auditive brutale. Il consulte en urgence un ORL qui lui prescrit un traitement de corticoïdes à forte dose. Le patient indique une légère remontée de son audition confirmée à l'audiométrie, mais reste cependant très gêné.

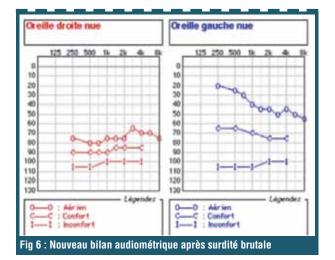
Désormais, il se plaint d'un acouphène à l'oreille droite de type bourdonnement associée à une sensation permanente de plénitude d'oreille.

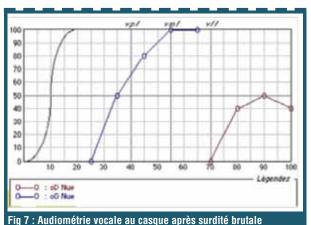
Socialement et professionnellement, il se sent en grande difficulté car il ne distingue plus les voix à faible intensité et supporte mal les bruits forts.

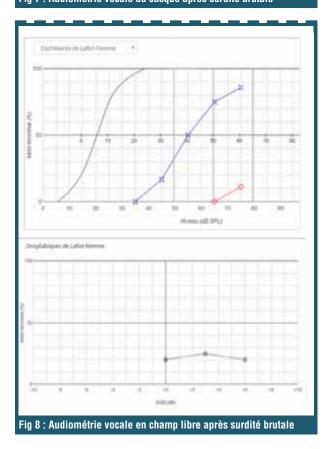
L'IRM ne montre aucune anomalie de l'oreille interne ni sur le nerf. Son port de tête se modifie ; il tend l'oreille gauche lors des conversations. (Figure 6, 7 et 8).

# > EPU 2017









Devant la gêne majeure de ce patient, et après avoir réalisé un bilan complet, nous lui expliquons les limites de son audition et donc des futurs résultats prothétiques.

Nous procédons sur plusieurs semaines à un essai comparatif entre l'appareillage conventionnel et système Bicros.

Dans la première solution, le patient perçoit une stimulation à l'oreille droite mais ne distingue pas mieux les phonèmes et continue à faire répéter. Cela est dû à la présence de distorsions cochléaires et au pincement de la dynamique à l'oreille droite qui limitent l'intelligibilité.

Dans la seconde solution, il comprend lorsqu'une personne placée du mauvais côté s'adresse à lui, mais comprend difficilement dans un environnement bruyant.

C'est pourquoi, nous lui avons adapté un système Tricros permettant la stimulation de l'oreille sourde et le transfert Cros vers la meilleure oreille. En effet, le patient comprend l'intérêt de la stimulation malgré les résultats dégradés en vocale de l'oreille droite comme le montre l'étude en cours de Coez et al. (Figure 9).

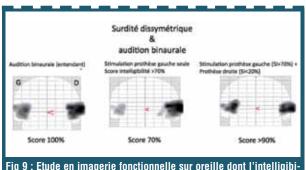


Fig 9 : Etude en imagerie fonctionnelle sur oreille dont l'intelligibilité est très dégradée

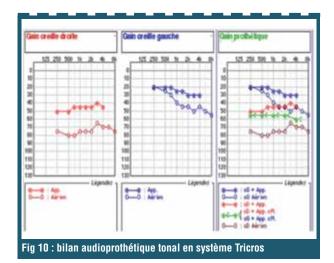
Par cette technique, le patient bénéficie de l'avantage de la stimulation et du Cros. Il peut ainsi utiliser les réducteurs de bruit de ses appareils, bénéficier des nouvelles technologies de traitement de signal et utiliser à bon escient la connectivité. (Figures 10 et 11).

Enfin, nous avons activé le système de télé-réglage nous permettant de procéder à des modifications de réglage à distance à la demande du patient lorsqu'il ne peut effectuer un contrôle audioprothétique en centre.

Monsieur B. sait qu'il ne retrouvera pas ses capacités auditives d'antan mais les explications argumentées de l'audioprothésiste, les essais, les nombreux réglages réalisés confortent le patient dans la recherche du meilleur compromis confort-resultat. Il sait que le résultat est optimal par rapport à sa perte, et qu'aucune solution à court terme n'est supérieure.

Ce cas clinique illustre à la fois le rôle de l'audioprothésiste dans l'accompagnement du patient malentendant, son éducation prothétique, et sa prise en charge globale.





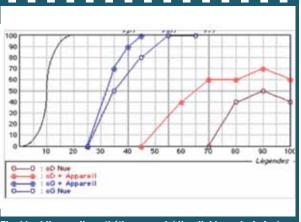


Fig 11 : bilan audioprothétique vocal (dissyllabique de Lafon) en système Tricros





## > Veille Implant cochléaire

# Réhabilitation des surdites neurosensorielles par l'implant cochléaire

### Frank LEFÈVRE

Audioprothésiste
Dyapason - Rennes
Membre de l'équipe
d'implantation
cochléaire - CHU de
Rennes
Membre du
Collège National

Collège National d'Audioprothèse Docteur en Phonétique

Enseignant à la faculté de Médecine

### Remerciements

Je remercie le Docteur Joseph Delaunay, fondateur de l'activité d'implantation cochléaire à Rennes, qui nous a quittés en 2015, ainsi que le Professeur Benoît Godey, qui m'ont tant appris dans le domaine de l'audiologie et de l'implant cochléaire.

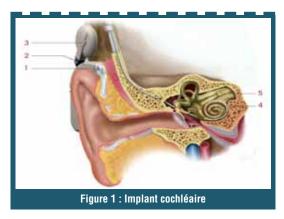
### Introduction

L'implant cochléaire est une technologie récente, l'avènement de sa diffusion mondiale se situant au début des années 1990. Ce que l'on pensait hier à son sujet peut être faux aujourd'hui, sa technologie, ses indications et ses résultats ayant considérablement évolués. Il s'agit d'un dispositif stimulant directement les fibres du nerf auditif (figure 1). Il est à envisager lorsque la cochlée présente de tels désordres neurosensoriels qu'une audioprothèse classique ne permet plus une stimulation pour percevoir efficacement la parole. Nous exposerons dans cet article son principe de fonctionnement, ses indications, le bilan pré-implantation, ses réglages, la rééducation auditive, ses résultats, ses pannes, l'enjeu de porter une prothèse controlatérale, la bi-implantation et le cas particulier de l'implant EAS.



## Principe de fonctionnement de l'implant cochleaire

L'implant cochléaire est constitué de deux parties : une partie externe et une partie interne posée chirurgicalement généralement en ambulatoire et dans certains cas sous anesthésie locale. Cette partie interne (figure 2) comporte une bobine recevant le signal émis par la partie externe à travers la peau, un aimant pour le maintien de l'antenne émettrice externe et qui peut être incompatible avec la réalisation d'une IRM, une capsule électronique d'où part

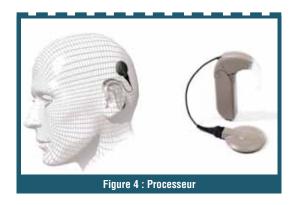


le porte-électrodes sur lequel sont disposées une vingtaine d'électrodes insérées dans la rampe tympanique le long de la cochlée. L'information de hauteur fréquentielle est véhiculée par la position tonotopique de chaque électrode, celle située le plus vers l'apex codant les sons les plus graves et celle située le plus vers l'extrémité de la base codant les sons les plus aigus. C'est comme un piano qui ne comporterait que vingt touches pour couvrir sept octaves, ce qui rendrait l'écoute de la musique très peu harmonieuse. Chaque électrode correspond à un canal fréquentiel et émet en principe toujours le même rythme régulier d'impulsions électriques carrées biphasiques (figure 3) que les autres électrodes, rythme qui n'intervient donc aucunement dans le codage de la hauteur fréquentielle contrairement aux sinusoïdes d'un son pur en stimulation acoustique.

La partie externe (figure 4) est appelée le processeur, la plupart du temps en forme de gros contour d'oreille avec un câble connecté à l'antenne émettrice, elle-même contenant un aimant pour tenir par attraction avec l'aimant de la partie



Figure 3 : Modulation d'amplitude d'impulsions carrées biphasiques émises à rythme constant par une électrode d'implant cochléaire



## **Veille Implant cochléaire <**



implantée. Le processeur est doté de deux microphones à effets directionnels pour capter les sons, d'un pré-ampli avec compression d'entrée réglable, d'un convertisseur analogique/numérique puis du processeur qui divise le champ fréquentiel en autant de canaux que d'électrodes, échantillonne le signal dans chaque canal pour coder l'évolution de son intensité appelée l'enveloppe temporelle. Le codage de cette dernière est ce que sait le mieux faire l'implant : les variations d'intensité dans la parole véhiculent des informations capitales pour la perception des syllabes. C'est ce qui permet principalement aux implantés de percevoir la parole. Les signaux codés de chaque canal sont ensuite émis à travers la peau en direction du récepteur sous -cutané par l'antenne qui comprend elle-même un bobinage inductif émetteur. Le processeur comporte enfin deux piles 675 (durée environ trois jours) ou bien un accu rechargeable (durée huit à seize heures) et peut être piloté par le patient à l'aide d'une télécommande. La consommation électrique reste donc élevée étant donné l'énergie nécessaire pour transmettre les signaux de la partie externe vers la partie interne.

## Indications et bilans pré-implantation

L'activité d'implantation cochléaire ne peut être réalisée actuellement que par un centre agréé, essentiellement dans un CHU, au nombre d'une trentaine en France. Une équipe travaille dans chaque centre, elle est pluridisciplinaire et se compose généralement de neuropsychologues, d'orthophonistes, d'audioprothésistes, de chirurgiens ORL et du « chef d'orchestre » lui-même ORL. C'est ce dernier qui reçoit en consultation les patients éligibles ou candidats à l'implant cochléaire, et décide de la pertinence d'un bilan pré-implant. Ce sera le cas de l'adulte ou de l'adolescent qui se plaint de trop grandes difficultés de communication orale malgré l'appareillage classique. Ce sera le cas chez l'enfant appareillé atteint soit d'une surdité profonde, soit d'une surdité sévère avec absence ou régression du langage ou majoration des difficultés de communication notamment dans le cadre scolaire. La demande d'une consultation pour implant cochléaire peut provenir de différentes origines : l'ORL qui suit habituellement le patient, l'audioprothésiste, un professionnel de santé, les instituts spécialisés d'enfants sourds, l'entourage, internet, la presse, le coiffeur... Le mieux placé pour surveiller une éventuelle entrée en indication du patient est l'audioprothésiste car c'est lui qui le rencontre le plus souvent dans le cadre du suivi d'appareillage. Encore faut-il qu'il fasse régulièrement un test approprié d'audiométrie vocale avec audioprothèses pour vérifier l'indication.

Le bilan pré-implantation cochléaire comporte quatre niveaux :

- Un bilan audioprothétique réalisé par l'audioprothésiste qui doit expertiser l'appareillage du patient pour vérifier son optimisation en mesurant physiquement son amplification avec une chaîne de mesure. L'amplification doit être en adéquation avec l'état auditif (degré de surdité, intolérance aux sons forts). Il doit mesurer les seuils tonals liminaires avec audioprothèse. Chez le bébé, il doit en extrapoler l'audiogramme par déduction de l'amplification physique des appareils lorsque les mesures au casque n'ont pas été possibles (rejet du casque, absence de réponses...). A l'inverse du degré de la perte tonale, l'audiométrie vocale dans le silence est le critère d'indication d'implantation cochléaire déterminant : il faut que le score vocal soit inférieur à 50% en champ libre à 60 dB SPL avec audioprothèses optimisées. Ce test doit être réalisé soit avec des listes monosyllabiques, soit encore mieux avec un test phonétique tel que le test cochléaire de Lafon, le test de logatomes de Dodelé ou le test syllabique. Plus le test est sensible, plus il permettra de chiffrer l'ampleur des difficultés à percevoir la parole. A Rennes par exemple, les audiométristes du CHU mesurent les scores vocaux avec les listes dissyllabiques de Fournier oreilles appareillées chez les candidats à l'implant cochléaire, puis avec le test syllabique. Chez un même patient, le score du premier test donne souvent 80 ou 90% d'intelligibilité alors qu'il n'y a que 30 ou 40% de phonèmes reconnus avec le test syllabique. Sous peine de passer à côté de nombreuses indications, les listes dissyllabiques de Fournier ne permettent pas de poser l'indication d'implant cochléaire sauf si l'intelligibilité est inférieure à 50%. Le choix de l'oreille à implanter porte en principe sur le côté le plus touché pour conserver le bénéfice de l'audioprothèse controlatérale après l'implantation.
- Un bilan orthophonique destiné à mesurer les difficultés de communication dans différentes conditions de tests et par des questionnaires comme par exemple l'APHAB, la qualité de la lecture labiale, l'attitude dans la communication, l'envie de s'impliquer dans un projet de rééducation orthophonique qui peut être déterminant pour la qualité du résultat avec l'implant.
- Un bilan neuropsychologique pour vérifier qu'il n'y ait pas de contre-indication psychologique ou psychiatrique à l'implantation.
- Un bilan radiologique avec scanner et IRM pour vérifier la perméabilité des cochlées et révéler d'éventuelles malformations de l'oreille interne et du nerf auditif.

Suite à ces bilans, le « chef d'orchestre » ORL réunit l'équipe pluridisciplinaire pour discuter de chaque candidat et aboutir à un avis consensuel. Il n'est pas rare que l'équipe estime que le candidat ne soit pas encore prêt et préfère reporter le projet d'implantation cochléaire. Les candidats sont rarement récusés, simulateurs et contre-indications psychologiques par exemple en font partie.



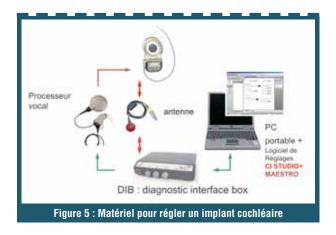
## > VEILLE IMPLANTS COCHLÉAIRES

Ce qu'il faut retenir de l'indication d'implantation cochléaire :

- Le degré de la perte audiométrique tonale n'est pas un critère, sont concernées non seulement les surdités profondes mais également des surdités sévères et certaines surdités moyennes avec désordres cochléaires prononcés dont l'évaluation précise ne peut être faite qu'avec un test vocal sensible et non les listes dissyllabiques de Fournier. Le score doit être inférieur à 50% à 60 dB SPL en champ libre avec audioprothèses optimisées.
- L'âge n'est pas un critère, l'implantation peut être réalisée chez des personnes de plus de 90 ans.
- Chez le bébé, la chirurgie peut être envisagée à partir de l'âge de 6 mois, idéalement avant l'âge de 18 mois pour éviter un retard de langage difficile à rattraper.
- En principe, la plus mauvaise oreille doit être implantée pour conserver le bénéfice de l'audioprothèse controlatérale.

### Réglages et rééducation auditive

L'implant est activé deux à quatre semaines après la chirurgie pour laisser un temps de cicatrisation. Dans la plupart des cas, ce sont des audioprothésistes spécialisés qui procèdent aux réglages au moyen d'un logiciel et d'une interface spécifique de programmation (figure 5) dans le centre d'implantation cochléaire. La première étape du réglage consiste à mesurer l'impédance électrique de chaque électrode pour vérifier leur intégrité et l'absence de court-circuit entre électrodes. La deuxième étape est la mesure des T (Threshold) et C (Comfortable Level) subjectifs pour chaque électrode, le T étant le seuil liminaire de charge électrique pour commencer à engendrer une sensation auditive, le C étant le niveau de sensation confortable (figure 6). La différence entre les frontières C et T se nomme la dynamique. L'électrode ne pourra délivrer qu'une charge électrique évoluant dans le temps entre les deux frontières T et C pour véhiculer l'information d'enveloppe temporelle de la parole. En général, plus cette dynamique est élevée, plus les contrastes d'enveloppes temporelles seront prononcés et plus le patient aura accès à l'information utile pour percevoir la parole. Lors de la première activation, la charge des C est classiquement réduite, engendrant une dynamique pincée. La plupart du temps, l'impression auditive est brouillée, bizarre, résonante et ne permet pas de reconnaître les syllabes. Au fur et à mesure de la réorganisation auditive cérébrale, les C vont progressivement augmenter les premiers mois en général, la dynamique devient de plus en plus importante, la sensation auditive s'éclaircit, la compréhension de la parole s'améliore peu à peu. Il faut souvent plusieurs mois, voire six à douze mois pour qu'elle devienne efficiente. La plupart des réglages ont lieu les premières semaines suivant l'activation, leur nombre varie de cinq à douze la première année selon le cas et de un à deux par an les années suivantes pendant toute la durée de vie de l'implant et du patient. Chez le bébé, l'optimisation du réglage peut prendre plusieurs années. Un objectif incontournable de chaque réglage doit être de respecter une tolérance auditive aux sons de l'environnement et aux bruits, pas seulement à de la parole dans une pièce calme. Comme en audioprothèse, c'est le sens clinique qui permet d'optimiser les réglages.



La rééducation auditive est presque toujours essentielle. Il faut du temps pour que le cerveau réapprenne à discerner et reconnaître les stimulations délivrées par l'implant. C'est en cela que des séances d'orthophonie sont prescrites chaque semaine pendant la première année d'activation de l'implant. L'implication du patient dans cette rééducation et dans des exercices auditifs quotidiens est très souvent déterminante pour la qualité du résultat final.

### Résultats

Les progrès de chaque implanté sont mesurés régulièrement par les orthophonistes de l'équipe lors de bilans, en particulier les deux ou trois premières années. Des tests de compréhension dans le silence et dans le bruit sont utilisés ainsi que des questionnaires identiques à ceux pratiqués en bilan pré-implantation, ce qui permet de chiffrer les améliorations de la compréhension et de la qualité de vie.

Les audioprothésistes régleurs de l'équipe mesurent en principe à chaque réglage l'impact de celui-ci sur le seuil tonal liminaire en champ libre ainsi que sur un score de listes sensibles d'audiométrie vocale. Ce score est mesuré dans le silence à 60 ou 65 dB SPL et de plus en plus dans le brouhaha calibré, il permet de chiffrer les progrès en perception de parole, chiffrage très attendu et demandé par les patients eux-mêmes à chaque séance de réglage.

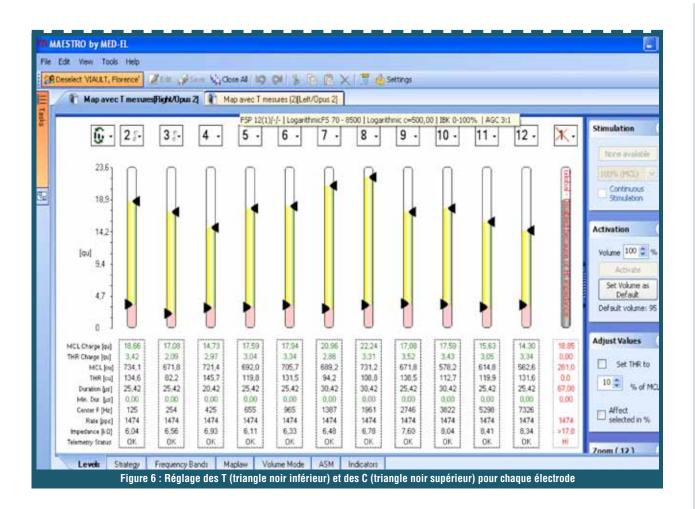
Le niveau du seuil tonal liminaire en champ libre est sans surprise si l'implant est correctement réglé : il se situe normalement entre 10 et 40 dB dans l'ensemble des fréquences de 250 à 8000 Hz. Un patient implanté ayant des seuils à 20 dB ne comprendra pas forcément mieux la parole que s'ils sont à 40 dB, peut-être même bien au contraire. Améliorer le seuil tonal est possible en majorant la charge électrique des T, mais cela peut réduire la dynamique et donc les contrastes d'enveloppes temporelles si importants pour la reconnaissance syllabique.

Après l'activation si l'on utilise un test vocal sensible, les scores de phonèmes reconnus sont généralement proches de zéro au départ et s'améliorent progressivement pour se stabiliser en moyenne à 80% sans lecture labiale à 65 dB dans le silence après six à huit mois de port de l'implant. Certains implantés peuvent arriver à 100%, d'autres ne dépasseront pas 50%.

Les progrès peuvent se poursuivre la deuxième voire la troisième année chez certains.

## VEILLE IMPLANTS COCHLÉAIRES <





Le niveau du score final est impossible à prédire au cas par cas, il dépend de nombreux facteurs tels que étiologie, ancienneté de la privation sensorielle, capacités cognitives, implication dans la rééducation auditive,..., sans nécessaire corrélation avec l'un ou l'autre de ces facteurs! Il y a des bonnes surprises là où on ne les attendait pas... et des déceptions avec des résultats anormalement limités.

C'est dans le bruit que se rencontrent les plus grandes limites. Avec le test syllabique et un brouhaha calibré tel que l' « onde vocale globale »de Dodelé, les implantés cochléaires atteignent les 50% de phonèmes reconnus en moyenne au rapport signal/bruit de  $+5\mathrm{dB}$  tandis que les normo-entendants l'obtiennent à -3dB et les malentendants sourds moyens appareillés à  $+1\mathrm{dB}.$ 

La qualité d'écoute de la musique est généralement médiocre. Il ne faut pas promettre à un candidat à l'implant qu'il appréciera à nouveau l'écoute de la musique. La plupart des implantés ne s'intéressent plus à la musique.

En général, ceux qui apprécient cette écoute ne le peuvent que pour des morceaux qu'ils connaissaient avant de devenir sourds, et apprendre de nouveaux morceaux est décourageant.

Chez les bébés et les enfants sans handicap associé, une étude longitudinale belge a montré 100% de chances de scolarisation normale lorsque l'implantation était réalisée avant l'âge de deux ans sans handicap associé, 90% entre deux et trois ans, 70% entre trois et quatre ans, et une perte de chances de 20% pour chaque année supplémentaire. Cela illustre qu'en cas de suspicion de surdité chez l'enfant, il faut mettre en place un plan d'actions sans tarder.



### Prise en charge financière

Le coût du processeur est de 6000 euros et celui de la partie interne de 16000 euros environ. Ils sont intégralement pris en charge par la Sécurité Sociale, de même que l'hospitalisation, la chirurgie, les séances de réglages, de rééducation et de suivi orthophonique. L'ensemble de ces coûts restent beaucoup moins élevés voire dérisoires comparés à ce que coûte à la société un patient restant sourd même s'il est âgé.



### **Pannes**

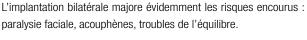
Les pannes peuvent toucher le processeur externe ou la partie implantée. Elles peuvent être partielles ou totales. Les pannes les plus classiques du processeur concernent le câble d'antenne qui peut présenter des faux contacts liés à l'usure ou une maltraitance par l'enfant implanté, ou bien les micros qui s'affaiblissent ou dont les protections sont obstruées. Dans ce dernier cas, les seuils tonals liminaires avec implant en champ libre seront directement impactés. Le processeur se répare comme une audioprothèse classique sauf si la garantie de cinq ans est dépassée avec un état de vétusté. Les pannes mineures de la partie chirurgicale peuvent être compensées par des réglages spécifiques telles que les courts circuits entre électrodes. Il suffira de les désactiver, de même que les électrodes ayant une impédance trop élevée.



## > VEILLE IMPLANTS COCHLÉAIRES

Un implant conservera toutes ses performances s'il présente au minimum six à dix électrodes opérationnelles. En revanche, une panne interne majeure ou totale aura des conséquences bien plus lourdes : il n'y a pas d'autre solution qu'une nouvelle chirurgie pour explanter l'ensemble du dispositif défectueux et en implanter un neuf. La partie implantée est garantie dix ans par le fabricant.

Cette garantie ne fonctionne pas si un coup accidentel a porté sur la zone de l'implant et a mis en panne celui-ci, d'où l'impérieuse nécessité pour le patient implanté de contracter une assurance dès sa sortie de l'hôpital ou même avant. Les enfants sont plus exposés à ce type de risque. Sans accident, la durée de vie de la partie interne est estimée à une vingtaine d'années actuellement.



Les résultats de l'implantation bilatérale sont devenus indiscutables : amélioration de la perception de la parole dans le calme et dans le bruit, localisation spatiale, maintien du fonctionnement d'une oreille en cas de panne controlatérale, ce qui est particulièrement important chez l'enfant et l'adolescent scolarisés ou chez l'adulte en activité professionnelle.



### Audioprothèse controlatérale

Chez l'adulte implanté, c'est lui qui jugera si son audioprothèse controlatérale constitue encore un apport appréciable une fois l'implant opérationnel. Si les restes auditifs de l'oreille appareillée sont de bonne qualité, l'audioprothèse continuera à être portée. A l'inverse, il n'y a pas de corrélation systématique lorsque les restes auditifs sont très dégradés. Il arrive que, même avec des restes misérables, l'implanté décrive un petit confort supplémentaire améliorant soit la qualité d'audition, soit la localisation de la provenance des sons, soit l'équilibre.

Chez le bébé et le petit enfant, il est impératif de continuer à faire porter l'audioprothèse controlatérale même si l'on pense qu'il y a probablement une surdité profonde groupe III ou une cophose. D'une part, il n'est pas impossible d'observer une amélioration importante des seuils quelques mois, un ou deux ans après l'activation de l'implant si l'audioprothèse controlatérale a été maintenue. D'autre part, elle a le mérite de maintenir une stimulation même réduite de l'oreille appareillée, ce qui peut déterminer le futur résultat d'une implantation de la deuxième oreille si les parents décident de mettre en route un tel projet une ou plusieurs années après la première implantation. Chez l'enfant plus grand qui rejette systématiquement l'audioprothèse controlatérale, l'abandon ne peut être validé qu'après un bilan audioprothétique démontrant qu'il n'y a plus de stimulation significative ou qu'elle est de trop médiocre qualité avec un score de phonèmes reconnus proche de zéro.



### Implant cochléaire EAS

EAS signifie Electro-Audio-Stimulation. Il utilise la technologie classique de l'implant cochléaire pour stimuler électriquement l'audition détruite dans les mediums et les aigus avec un processeur spécifique qui comporte également un amplificateur pour stimuler acoustiquement les restes dans les graves (figure 7).

Comme une audioprothèse classique, le processeur comporte une sortie coude reliée à un embout auriculaire pour acheminer le son amplifié vers le tympan. Le chirurgien choisit un porte-électrodes le plus atraumatique possible, soit plus souple, soit plus court pour ne pas envahir l'apex afin de minimiser les risques de dégradation des restes auditifs au cours de l'intervention, risques non négligeables puisqu'allant de 30 à 70% en prenant les précautions requises.

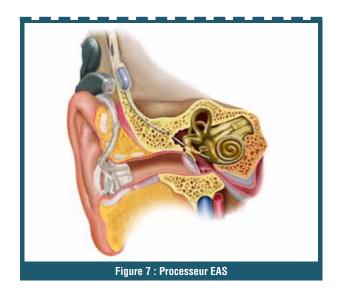
En cas de préservation post-opératoire des restes auditifs, le résultat est supérieur à l'implant purement électrique. Il y a une meilleure perception de la parole, de la mélodie et de la musique. Avec le temps au fil des années, il y a généralement une dégradation naturelle des restes auditifs qui peut amener à rebasculer le processeur en mode purement électrique et abandonner la stimulation acoustique devenue inefficace. C'est pourquoi les chirurgiens préfèrent souvent prendre le risque plus élevé d'insérer un porte-électrodes long plutôt qu'avoir un implant à résultat devenu limité ou devoir ré-implanter le patient.



### **Bi-implantation**

La proportion des implantés bilatéraux tend à croître même si elle reste minoritaire. La plupart des implantations bilatérales sont séquentielles, c'est-à-dire qu'elles sont réalisées en deux temps espacés de quelques mois, une ou plusieurs année à la demande de l'implanté ou des parents qui apprécient le résultat avec le premier implant et espèrent améliorer encore plus l'audition avec un deuxième implant. Le maintien de l'audioprothèse controlatérale aura permis de mieux préparer l'implantation de la deuxième oreille.

L'implantation bilatérale simultanée, en un seul temps opératoire, est proposée dans les cas suivants : méningite avec risque d'ossification cochléaire, surdité profonde bilatérale sans résultat audioprothétique significatif, cophose bilatérale, dégénérescence de l'acuité visuelle pouvant mener à la cécité comme le syndrome d'Usher.



## VEILLE IMPLANTS COCHLÉAIRES <





### **Conlusion**

En comparant la prise en charge de la surdité trente ans en arrière avec les résultats actuels engendrés par l'implant cochléaire, nous pouvons parler d'avancée prodigieuse. La technologie continue de progresser et de repousser sans cesse les limites des résultats. Les indications se sont considérablement élargies et vont probablement continuer à évoluer, en témoigne par exemple l'étude française en cours portant sur l'implantation des cophoses et surdités profondes unilatérales, atteinte auditive pour l'instant non reconnue comme une indication

Il n'en reste pas moins que les limites restent marquées, notamment pour la compréhension de la parole dans le bruit. Une proportion non négligeable des implantés ne retrouvent pas accès à l'usage du téléphone. Les performances auditives des implantés cochléaires restent en moyenne inférieures à celles des malentendants sourds moyens appareillés. Sous peine de générer de grandes déceptions, le candidat à l'implantation doit être informé des limites du résultat, que celui-ci n'est pas immédiat et nécessite un investissement dans la rééducation auditive pendant des mois.



Le réseau expert des audioprothésistes libres

### APPELEZ-NOUS!

Vincent GÉNOT Philippe DELBORT 06 87 83 93 32 06 98 20 64 46

## REJOIGNEZ-NOUS

La force de notre communauté : l'intelligence collective et le partage

## UNE COMMUNAUTÉ DE PRATIQUE



UN RÉSEAU NATIONAL OUVERT À TOUS



DES OUTILS DE PARTAGE COLLABORATIFS



4 RÉUNIONS TECHNIQUES ANNUELLES

### **DES SERVICES** À FORTE VALEUR AJOUTÉE



L'ACCOMPAGNEMENT À LA CERTIFICATION



LA CRÉATION D'OUTILS DE COMMUNICATION



### UNE EXPÉRIENCE POSITIVE DE L'APPAREILLAGE



UNE RELATION CENTRÉE SUR L'HUMAIN



UN ACCOMPAGNEMENT PERFORMANT ET PRÉDICTIF



98.8 % DE NOS PATIENTS RECOMMANDENT DYAPASON

### DES AVANTAGES EXCLUSIFS



GARANTIE 4 ANS



ASSURANCES PVC 4 ANS



OFFRE DE FINANCEMENT À PARTIR DE 15 €/MOIS

## Rejoignez le nouveau standard du rechargeable



## <sup>1</sup>/<sub>4</sub> million d'utilisateurs

ont déjà fait confiance aux aides auditives Phonak lithium-ion

Technologie éprouvée depuis 2016

1 journée de performances auditives



avec streaming illimité

### Charge super rapide



Chargé en 2 heures



Batterie testée pour durer 6 ans\*

Technologie Phonak Lithium-lon



Chargeur nomade

Avec le Power Pack

**15**%



plus fiable que les solutions avec tiroir-pile

### phonak.fr/rechargeable

\* Test en laboratoire des capacités accélérées à température ambiante



## Veille acouphènes

# Les divers bruits utilisés en thérapie de l'acouphène : mythes et réalités



### Introduction

Depuis le début des années 1980, les appareils auditifs sont équipés de générateur de bruit dans le but d'améliorer la prise en charge des acouphènes (Henry, Zaugg, & Schechter, 2005). Les audioprothésistes ont aujourd'hui la possibilité de proposer une grande diversité de bruits à leurs patients.

### Les bruits colorés

### Le bruit blanc

Le **bruit blanc** est historiquement le premier à avoir été utilisé en thérapie sonore de l'acouphène. D'un point de vue acoustique, il est composé de la même énergie sur toutes les fréquences (Lurquin, Real, & Vannier, 2013). Ainsi, la puissance sonore est la même entre 100 et 200Hz qu'entre 1000 et 1100Hz. Lurquin et al. (2013) le qualifient sur le plan audioprothétique de « bruit aléatoire d'intensité globale constante sur les plans fréquentiels et temporels, et dont le spectre est étendu sur toutes les fréquences audibles ».

La tonotopie cochléaire montre un élargissement des filtres fréquentiels dans les hautes fréquences. Le bruit blanc procure donc une sensation sonore aigüe. On pourrait le comparer à un souffle ou au bruit fait par une radio ne captant aucune station. (figure 1)

Deux pratiques utilisant le bruit blanc ont vu le jour :

### a) Le masquage total

Le but du masquage total préconisé par Vernon (1977) est que les patients bénéficient d'un soulagement immédiat le plus important possible (Henry, Schechter, Nagler, & Fausti, 2002). Selon Vernon, Griest, et Press (1990), deux conditions doivent être remplies : l'acouphène doit être partiellement ou totalement couvert et le son masquant doit être plus agréable que l'acouphène. Tyler et Tyler (2006) ont néanmoins montré que certains patients ne supportent pas le volume du son, notamment sur une durée prolongée. De plus, Jastreboff et Hazell (cité dans Henry et al., 2006a) affirment qu'une intensité trop importante va simplement masquer l'acouphène mais ne permettra jamais l'enclenchement d'un effet à long terme. Le bruit blanc masquant empêche l'habituation : le cerveau ne peut pas modifier ses réactions à un stimulus qu'il ne détecte pas (Jastreboff & Hazell, cité dans Lurquin et al., 2002). Lurguin, Viudez, Esteve-Fraysse, et Thill (2015) donnent 3 raisons à l'échec du masquage et à son abandon progressif:

- Le niveau de bruit de masque peut perturber la compréhension de la parole.
- Un inconfort est notamment créé dans les cas d'hyperacousie, fréquemment associés aux acouphènes.
- Même si une inhibition résiduelle de quelques secondes à quelques minutes est présente au retrait de l'appareil, l'acouphène réapparait inexorablement.

Les travaux de Henry et al. (2006b) avaient déjà mis en évidence que même si le masquage total donnait de meilleurs résultats après 3 mois, la tendance s'inversait progressivement : les résultats se révélaient équivalents à 6 mois et donnaient l'avantage au masquage partiel après 12 mois de thérapie.

### b) Le masquage partiel

C'est pour toutes les raisons expliquées précédemment que le masquage partiel a remplacé le masquage total. Vernon et Meikle (2003) expliquent en effet qu'on peut déjà soulager l'acouphène grâce à un masquage partiel. L'étude de Von Wedel, Streppel, et Walger (cité dans Dos Santos et al., 2014) confirme la supériorité du masquage partiel sur le masquage total.

Amener le son thérapeutique à la même intensité que l'acouphène laisse au patient une double perception qui conditionne l'habituation (Bartnik & Skarzynski, cité dans Galster, 2012), indispensable pour permettre une sortie du champ de conscience (Jastreboff, 2015) : le but est de réduire les moments où l'acouphène est perçu consciemment. Cette technique est à la base de la TRT. Amener le bruit au point de mélange1 (mixing point) permettrait au patient de mieux supporter un acouphène ressenti comme moins gênant par effet de défocalisation.

De manière générale, la perception du bruit blanc serait plus acceptable qu'entendre son acouphène seul. Cependant, 92% des patients acouphéniques souffrent aussi d'une perte auditive (Gallego, Noreña, & Collet, 2007). La perception d'un bruit blanc en tant que tel est donc modifiée. Une autre approche qui consiste à adapter le spectre du bruit à la perte auditive a donc vu le jour depuis quelques années (Davis, Paki, & Hanley, 2007; Davis, Wilde, Steed, & Hanley, 2008; Hanley & Davis, 2008; Hanley, Davis, Paki, Quinn, & Bellekom, 2008). Schaette

### **Philippe LURQUIN**



Audioprothésiste, Bruxelles-Charleroi Chargé de cours Membre du Collège National d'Audioprothèse

## François-René GAUCHET



Audioprothésiste, Lille

Figure 1 : Représentation du spectre sonore du bruit blanc. Recueilli par analyse fréquentielle avec le logiciel Adobe Audition CC, version 9.2.0.191



## > VEILLE ACOUPHÈNES

et Kempter (2006) parlent à ce titre de « Matched-Noise Stimulation ». L'idée est notamment de limiter la gêne procurée par un niveau sonore trop important dans des bandes de fréquences moins atteintes mais de stimuler de manière équilibrée l'ensemble du champ sonore, de façon à faire intervenir un maximum de fibres auditives afin de faciliter l'habituation (Kim, Chung, Jung, & Suh, 2014). Le bruit perçu est subjectivement un bruit blanc, compte tenu de la perte auditive du patient.

Le système auditif central d'une personne acouphénique plaintive perd sa capacité de filtration de l'acouphène. A la différence des sons non-informatifs qui sont bloqués dans la zone sous-corticale inconsciente, l'acouphène n'est pas vécu comme neutre1 et induit des émotions négatives. Le bruit blanc doit aider le patient à « oublier » progressivement son acouphène en participant au rétablissement de l'activité filtrante du système auditif central (défocalisation). Lurquin et al. (2013) présentent 3 caractéristiques indispensables à tout stimulus thérapeutique efficace : il doit être connu (choisi en accord avec l'audioprothésiste), continu et neutre. Le caractère neutre du stimulus doit réduire la réponse émotionnelle négative engendrée par l'acouphène. Le bruit blanc aurait donc un meilleur effet à long terme (Kim et al., 2014).

### Les autres bruits colorés

Le **bruit rose** est un bruit normalisé qui possède la même énergie dans chaque bande d'octave. Ainsi, la puissance sonore est la même entre 500 et 1000Hz qu'entre 1000 et 2000Hz. Comparé à la puissance du bruit blanc, celle du bruit rose décroit de 3 dB par octave. Son spectre acoustique est donc plus riche en basses qu'en hautes fréquences.

La gêne occasionnée par l'amplification des hautes fréquences pourrait justifier l'introduction du bruit rose dans le Moses – Lang CD71 puis dans certains appareils auditifs avec générateur de bruit.

Le bruit rouge, également appelé bruit brun, voit quant à lui sa puissance décroitre de 6 dB par octave. Le décalage entre les basses et les hautes fréquences au niveau de son spectre est donc encore plus important que pour celui du bruit rose. Ce bruit thérapeutique est notamment recommandé chez des patients souffrant d'hyperacousie. Son spectre est similaire à certains sons de la nature tels que les vagues, les fortes chutes de pluie ou l'orage.

### ■ Le bruit encoché

Deux approches existent : Lugli, Romani, Ponzi, Bacciu, et Parmigiani (2009) utilisent un bruit blanc encoché, ou « Windowed White Noise » (WWN), alors que Stein et al. (2015a) lui préfèrent une musique encochée, ou « Tailor-Made Notched Music » (TMNM).

Dans les deux cas, l'encoche correspond à une bande fréquentielle non amplifiée centrée sur la fréquence de l'acouphène (Stein et al., 2015b). Diesch et al. (2004) ont montré que la fréquence de l'acouphène correspond à une fréquence pour laquelle l'activité du cortex auditif augmente. L'altération d'une zone cochléaire entraîne une diminution de l'activité neuronale correspondante. Cette diminution est compensée par le phénomène de plasticité homéostasique qui augmente l'activité des neurones concernés. Cette augmentation et la synchronisation des décharges spontanées seraient interprétées comme un son par les aires corticales, ce qui ferait apparaître l'acouphène. Le stimulus encoché va provoquer une diminution de l'hyperactivité périphérique dans la bande spectrale non amplifiée (Strauss, Corona-Strauss, Seidler, Haab, & Hanneman, 2015). Ce mécanisme, appelé inhibition latérale, se met en place grâce aux influx nerveux inhibiteurs venant des neurones en bordure de l'encoche (Dos Santos & Jons, 2016). Un

neurone dont la fréquence caractéristique est stimulée relaye l'information via son pôle excitateur tout en diminuant l'activité des neurones voisins via son pôle inhibiteur. L'inhibition des neurones codant la fréquence de l'acouphène entraînerait une diminution de sa perception.

La TMNM, plus agréable et relaxante qu'un bruit monotone et continu, présente néanmoins des différences importantes à prendre en compte. L'acouphène se situe majoritairement dans les fréquences aigües, généralement combiné à une perte auditive (Noreña, 2012). Il est donc indispensable d'opérer une égale répartition de l'énergie acoustique sur chaque bande de fréquence afin de garantir un équilibre autour de l'encoche (Wunderlich et al., 2015).

Il n'v a aucun consensus clairement défini sur la taille de l'encoche à ce jour. Alors que l'étude d'Okamoto. Stracke. Stoll. et Pantev (2010) met en avant une inhibition latérale avec une musique encochée sur 1 octave, Stein et al. (2015a) affirment qu'une encoche d' ½ octave donne des résultats après 3 jours d'exposition. Cela semble confirmer les travaux de Stein et al. (2013) qui avancent l'idée que l'inhibition latérale est plus forte lorsque l'encoche est plus petite grâce à des connections plus importantes entre les neurones proches de la fréquence centrale. Dos Santos et Jons (2016) ne donnent pas de recommandation mais expliquent que les thérapies encochées utilisent typiquement une encoche comprise entre ½ et 1 octave.

### Les fractales

Jastreboff et Hazell déconseillaient en 2004 (cité dans Sekiya, Takahashi, Kabaya, Murakami, & Yoshioka, 2013) l'utilisation de musique susceptible d'induire des émotions fortes et d'accaparer l'attention. Lurguin et al. (2002) parlait d'ailleurs de la nécessité d'employer un stimulus neutre n'évoquant aucune image si l'on voulait parvenir à une sortie de champ de conscience. Searchfield, Cameron, Irving, et Kobayashi (2010) ont même envisagé que l'expérience puisse provoquer une sensation désagréable. Pour d'autres à l'inverse, ces sons dynamiques apportent de meilleurs résultats que les sons monotones tels que les bruits blanc et rose (Davis, et Vernon & Meikle, cités dans Searchfield et al., 2010 ; Hann, Searchfield, Sanders, & Wise, 2008; Henry, Rheinsburg, & Zaugg, 2004).



Figure 3 : Représentation du spectre sonore du bruit rose.

Recueilli par analyse fréquentielle avec le logiciel Adobe Audition CC, version 9.2.0.191

## VEILLE ACOUPHÈNES **<** □



Les fractales sont des séguences sonores sans parole avec des sons de type carillon qui se répètent de manière à donner l'impression d'être connus mais qui varient suffisamment pour rester imprévisibles (Sweetow & Jeppesen, 2012). Herzfeld et Kuk (2011) insistent sur le fait que l'écoute doit se faire de manière passive et qu'il ne faut pas se concentrer sur la mélodie pour que la thérapie soit efficace. En respectant cette condition, 82% des sujets déclarent pouvoir suivre une conversation sans que leur attention ne soit perturbée par les tonalités (Sekiya et al., 2013). Dillman Carpentier et Potter (2007) précisent que le degré de répétition et l'absence de contenu émotionnel négatif influencent aussi l'efficacité du traitement. Pour Sweetow (2013), ces mélodies qui doivent évoquer des sentiments agréables seraient préférées par les porteurs. Leurs préférences se tourneraient même vers un rythme lent ou moyen et une gamme dynamique restreinte car jugés plus relaxants (Sweetow & Sabes, 2010). Les fractales se posent donc en alternative à la musique enregistrée. Sekiya et al. (2013) avancent une amélioration pour 89% de leurs patients au THI après 3 mois, dont 58% avec au moins 20 points d'amélioration.

Stress et dépression sont souvent associés à l'acouphène. L'état émotionnel peut directement impacter sa perception (Guitton, Pujol, & Puel, 2005). Un cercle vicieux s'installe. Le système limbique, centre des émotions, jouerait donc un rôle majeur dans la focalisation sur l'acouphène. Le caractère relaxant de la musique, en particulier des fractales, et sa capacité à détourner l'attention de l'acouphène alimentent logiquement de nombreuses recherches depuis longtemps (Bella, Peretz, Rousseau & Gosselin, et Hann, Searchfield, Sanders & Wise, et Holbrook & Anand, cités dans Searchfield et al., 2010). Le MarkeTrak VIII1 met en avant que le stress est l'un des facteurs les plus importants qui transforme un acouphène léger en acouphène sévère. Kochkin, Tyler, et Born (2011) affirment suite à cette étude que le port d'aides auditives et la musique sont les traitements les plus effi-

Toutefois, cette forme de musicothérapie semble malgré tout pour certains moins bénéfique à cause d'une variation d'intensité trop importante. Il serait aussi plus difficile de trouver le point de mélange. De plus, même si 100% des sujets décrivent les fractales comme confortables ou neutres, environ 50% se lassent d'en-

tendre les mélodies après 6 mois de thérapie (Sekiya et al., 2013).

### Le bruit fluctuant

Le bruit fluctuant (ou modulé) est un son dont le niveau d'amplitude et/ou le spectre varie(nt) de façon continue et perceptible entre deux limites dans un intervalle donné. L'exemple le plus parlant est celui des vagues déferlant sur la plage. Son utilisation récente en matière de thérapie sonore ouvre de nouvelles perspectives intéressantes.

Hazell (1999) recommandait déjà les sons environnementaux comme les bruits de vent ou de vague pour la thérapie sonore grâce à leur caractère relaxant. Il affirme que l'habituation aux sons continus et sans signification, ou véhiculant une image agréable, est envisageable rapidement alors qu'il serait impossible de s'habituer à des sons qui véhiculent un message négatif ou menaçant. L'acouphène associé aux images négatives et à la peur d'une maladie grave est d'ailleurs l'objet même du Counseling1 utilisé en TRT.

Au même titre que la musique, les sons de la nature peuvent être mieux acceptés par le sujet (Tyler, Haskell, Gogel, & Gehringer, 2008). L'étude de Henry et al. (2004) menée sur 21 patients montre que deux sons (E-WATER et E-NATURE), de modulation d'amplitude à court terme importante (5 à 15dB de variation sur 10 à 500ms), ont été jugés plus efficaces que des sons monotones. Un son dynamique pourrait donc réduire plus efficacement les acouphènes qu'une bande de fréquences fixes. Henry et al. (2004) ont avancé l'idée que les pics d'amplitude pourraient agir comme des petites impulsions qui provoqueraient une inhibition résiduelle.

Par ailleurs, Reavis et al. (2012) affirment qu'une faible modulation d'amplitude est davantage susceptible de supprimer les acouphènes qu'un stimulus à large bande monotone. Piskosz (2016) émet quant à lui l'idée qu'un stimulus monotone pour le patient verrait son effet distracteur et masquant diminuer avec le temps au point de perdre en efficacité. De plus, son étude semble montrer que la musique est moins appréciée à cause d'une stimulation cognitive constante. Seule une écoute passive, difficile à atteindre, pourrait résoudre ce problème. Un son dynamique serait ainsi plus efficace qu'un son continu tel que le bruit blanc ou qu'une mélodie.

L'étude de Liang, Lu, et Wang (2002) sur les réactions neuronales des singes à des stimuli sonores montre que les réponses sont nettement plus soutenues face à des sons modulés en amplitude et en fréquence que pour des stimuli non-dynamiques. Les auteurs indiquent même que certains neurones pourraient n'être activés que par des stimuli modulés avec des paramètres bien précis.

Piskosz (2016) donne cependant une piste de réflexion intéressante : plusieurs types de stimuli seraient peut-être nécessaires en fonction des situations de la vie. L'utilisateur disposerait ainsi d'un panel adapté au mieux à chacune de ses activités afin de le soulager de ses acouphènes sans apporter d'autres sources de gêne. Les appareils actuels permettent tous d'implémenter plusieurs programmes voire mettent à disposition accessoires et applications donnant davantage d'options et d'autonomie au patient. Proposer différents bruits en fonction des activités ou du moment de la journée serait peut-être l'une des clés pour optimiser la prise en charge.

## L'intérêt des bruits fluctuants

### La désynchronisation

En particulier lorsqu'elle est liée au bruit, la perte auditive engendre une augmentation de la synchronisation de l'activité des neurones codant les fréquences touchées (Noreña & Eggermont, 2003 : Seki & Eggermont, 2003), Par ailleurs, la privation sensorielle liée à la perte auditive entraine une réorganisation des cartes tonotopiques du cortex auditif ainsi qu'une hyperactivité des structures (Noreña & Eggermont, 2006). Cette hyperexcitabilité, vraisemblablement liée à un affaiblissement des réseaux inhibiteurs (Pantev, Okamoto, & Teismann, 2012), ainsi que l'augmentation du gain central entraînant un accroissement du nombre de décharges spontanées des neurones corticaux et sous-corticaux et une plus grande synchronisation de l'activité neurale pour les fréquences affectées, conduiraient à l'acouphène (Schaette & Kempter, 2012).

La thérapie sonore par bruit fluctuant pourrait avoir un effet cumulatif et à long terme sur la désynchronisation des neurones (Adamchic, Hauptmann, & Tass, 2012). Alors qu'un bruit non-dynamique (type bruit blanc) agit tel un « matelas sonore » en diminuant le contraste bruit



## > VEILLE ACOUPHÈNES

de fond - acouphène et donne une sensation de diminution de l'intensité de la perception fantôme (Lurquin et al., 2002), le bruit fluctuant qui ne reste jamais à la même intensité ne suit pas la même logique. Le point de mélange n'en reste pas moins recherché avec précision et est fixé au niveau de la crête d'amplitude du signal. L'intensité du bruit ne dépassant jamais celle de l'acouphène, la stimulation diminue les périodes de silence sans provoquer de masquage total. Cette fluctuation d'intensité du signal, et donc indirectement du contraste sonore avec l'acouphène, permettrait de réduire progressivement les réflexes conditionnés qui lient acouphène et réactions négatives en attirant l'attention sur autre chose. C'est pourquoi l'utilisation de bruits modulés pourrait être plus efficace dans la réduction de l'hyperactivité neurale associée à l'acouphène (Reavis et al., 2012).

### Le décrochage attentionnel

Le décrochage attentionnel, ou défocalisation, permet la diminution progressive de la réaction face à un stimulus répété et sans intérêt (Lurquin & Penin, 2010).

Le système nerveux central, notamment le système limbique, analyse et classe inconsciemment tous les stimuli auxquels l'individu est exposé dans la catégorie « positif », « négatif », ou « neutre » (Lurquin et al., 2002). Le cerveau élimine normalement les informations neutres, qui ne sont pas porteuses de sens, avant qu'elles n'atteignent la conscience. Le patient acouphénique a perdu cette capacité de filtrage. Le système nerveux autonome devient négativement conditionné à l'acouphène et le place en tête de liste des priorités auxquelles le cerveau doit prêter attention. Le but de la thérapie sonore est donc de rééduquer le cerveau pour retrouver cette fonction de filtration. Lurquin et al. (2013) expliquent que la sortie du champ de conscience est possible dès lors que le stimulus est neutre, connu, et continu. En effet, alors que l'acouphène est généralement associé à des idées négatives (absence de contrôle, caractère définitif du percept, ...), son mélange avec un stimulus choisi non dérangeant diminue l'activation du système limbique et favorise un décrochage attentionnel (Lurquin et al., 2013).

Le bruit fluctuant pourrait à ce titre apporter un réel soulagement. Perçu idéalement toute la journée, il est connu et choisi en accord avec l'audioprothésiste. De plus, la

recherche du point de mélange permet de laisser légèrement percevoir l'acouphène afin qu'il ne paraisse pas exacerbé à l'arrêt du générateur de bruit et que le cerveau puisse engager son processus d'habituation : on ne s'habitue pas à ce que l'on ne perçoit pas. La modulation d'amplitude qui modifie en permanence le mélange acouphène - bruit pourrait favoriser la sortie du champ de conscience en ajoutant une perception variable à l'acouphène. Le sujet, plus sensible à la variation sonore qu'à son acouphène continu, analyserait inconsciemment d'autres informations auditives. L'attention dirigée sur l'acouphène diminuerait au point de le reléguer dans le fond sonore (Lurquin & Fuks, 2015). L'effet distracteur d'un bruit modulé ou de type « océan » pourrait également accélérer le décrochage attentionnel en aidant au processus de désensibilisation, c'est-à-dire en favorisant la transformation d'une perception négative en une perception neutre. Le processus d'habituation se ferait alors naturellement et la sur-activation des systèmes limbique et nerveux autonome se réduirait. La gêne liée à l'acouphène s'affaiblissant, l'activation diminuerait ainsi progressivement. Si l'importance de l'acouphène s'atténue, le niveau de contrariété se réduit et l'attention peut se détacher de la sensation fantôme (Jastreboff, cité dans Lurquin et al., 2002).

### La suggestion mentale

Tous s'accordent pour reconnaitre les bienfaits des bruits de la nature. Beaucoup de sons naturels inspirent calme et sérénité. Le bruit fluctuant (ou de type « océan ») imite le bruit des vagues, voire peut faire penser au chant des criquets lorsque sa modulation d'amplitude est accélérée.

Polley (2006) explique que les changements corticaux semblent plus rapides et efficaces lors de moments de concentration et de bien-être. Il serait donc très avantageux de motiver le cerveau du patient à traiter activement et de façon agréable les informations auditives nonliées à l'acouphène (Pantev et al., 2012). Par ailleurs, Mazurek, Haupt, Olze, et Szczepek (2012) ont avancé l'idée qu'une combinaison stress - perte auditive peut augmenter la probabilité de développer un acouphène. Thoma et al. (2013) ont démontré que le cortisol, hormone du stress, voit sa production diminuer lors d'exercices de relaxation. La vocation première

du bruit modulé est donc de donner une expérience d'écoute positive et apaisante afin de soulager le stress lié aux images négatives véhiculées par l'acouphène. De plus, alors que l'activité du système limbique augmente lors de l'analyse de signaux négatifs, elle pourrait être soulagée plus rapidement par l'évocation d'une image agréable et relaxante.

Les endorphines - hormones du bonheur influencent les humeurs, les émotions et les sentiments. Elles améliorent l'état et protègent du stress (Amir, Brown, & Amit, 1980). Leur libération aide à neutraliser tristesse, dépression, voire à trouver le sommeil. L'utilisation de bruits modulés évoquant une image agréable aurait un impact sur la sécrétion d'endorphines, facilitant le rejet d'images négatives liées aux acouphènes et diminuant de ce fait leur influence sur la vie du patient. Gallego et al. (2007) affirment d'ailleurs qu'une exposition à des sons de nature comme par exemple les bruits d'eau facilitent concentration et sommeil. Il est à ce titre intéressant de noter que le bruit blanc est généralement le moins populaire lors des phases d'endormissement car jugé artificiel et n'évoquant rien d'agréable (Handscomb, 2006). Les patients choisissent alors davantage un son en fonction de leurs préférences et de l'image évoquée plutôt qu'en fonction de l'efficacité réelle du stimulus à long terme (Handscomb, 2006 ; Katz, 2016). La meilleure stratégie à adopter pour trouver le sommeil semble donc de rechercher l'apaisement. C'est pourquoi en particulier au coucher, l'utilisation de bruits modulés, qui évoquent une image agréable pourrait aider à l'endormissement, problème récurrent pour 20% de la population acouphénique totale (Kochkin et al., 2011).

L'écoute de bruits fluctuants doit donc stimuler l'imaginaire et induire des émotions positives. En plus de ses vertus de désynchronisation et défocalisation, la modulation régulière favorise la détente. Cette sonorité, qui évoque chez tous la nature, rappelle facilement des moments passés lors de vacances, promenades, ... ce qui tend à induire apaisement et évasion face à ses acouphènes.

Afin d'étudier le ressenti des patients nous avons réalisé un questionnaire « maison » portant sur l'efficacité de bruits fluctuants le QMA (Questionnaire de modulation d'amplitude en annexe) a été créé pour l'étude.

## VEILLE ACOUPHÈNES <



Constitué de 8 questions, il a pour but d'évaluer et de comparer bruit modulé et bruit blanc sur 3 critères (désynchronisation, défocalisation et suggestion mentale) grâce à des échelles visuo-analogiques. A la différence du THI et du BAHIA, le QMA n'est pas validé dans la littérature. Un coefficient de fiabilité Alpha de Cronbach (Le coefficient Alpha de Cronbach est un test de fiabilité des résultats après passation d'un test. Sa valeur varie entre 0 et 1 et doit au minimum être de 0.7 pour que la fiabilité des réponses soit considérée comme satisfaisante.)

Ce coefficient a donc été calculé afin vérifier la représentativité des résultats. Le score obtenu a montré une bonne fiabilité générale du questionnaire :

 $\alpha_{\text{ groupe 1}} = 0.835$  ;  $\alpha_{\text{ groupe 2}} = 0.795.$ 

### ■ Bibliographie

Adamchic, I., Hauptmann, C., & Tass, P. A. (2012). Changes of oscillatory activity in pitch processing network and related tinnitus relief induced by acoustic CR neuromodulation. Frontiers in Systems Neuroscience, 6. https://doi.org/10.3389/fnsys.2012.00018 Beriat, G. K., Ezerarslan, H., Akmansu, S. H., Aksoy, S., Ay, S., Dogan, S. K., ... Kocatürk, S. (2011). Comparison of efficacy of different treatment methods in the treatment of idiopathic tinnitus. Kulak Burun Bogaz Ihtisas Dergisi: KBB = Journal of Ear, Nose, and Throat, 21(3), 145 153.

Davis, P. B., Paki, B., & Hanley, P. J. (2007). Neuromonics tinnitus treatment: third clinical trial. Ear and hearing, 28(2), 242–259. Davis, P. B., Wilde, R. A., Steed, L. G., & Han-

Davis, P. B., Wilde, R. A., Steed, L. G., & Hanley, P. J. (2008). Treatment of tinnitus with a customized acoustic neural stimulus: A controlled clinical study. Ear, Nose & Throat Journal, 87(6), 330 9.

Diesch, E., Struve, M., Rupp, A., Ritter, S., Hülse, M., & Flor, H. (2004). Enhancement of steady-state auditory evoked magnetic fields in tinnitus. European Journal of Neuroscience, 19(4), 1093–1104.

Dillman Carpentier, F. R., & Potter, R. F. (2007). Effects of Music on Physiological Arousal: Explorations into Tempo and Genre. Media Psychology, 10(3), 339 363. https://doi.org/10.1080/15213260701533045

Dos Santos, G. M., Bento, R. F., de Medeiros, I. R. T., Oiticcica, J., da Silva, E. C., & Penteado, S. (2014). The Influence of Sound Generator Associated With Conventional Amplification for Tinnitus Control: Randomized Blind Clinical Trial. Trends in Hearing, 18, 233121651454265. https://doi.org/10.1177/2331216514542657

Dos Santos, G. M., & Jons, C. (2016). Notch Therapy: A New Approach to Tinnitus Treatment. Consulté à l'adresse http://www.audiologyonline.com/articles/notch-therapynew-approach-to-18365 Eggermont, J. J., & Roberts, L. E. (2004). The neuroscience of tinnitus. Trends in Neurosciences, 27(11), 676 682. https://doi.org/10.1016/j.tins.2004.08.010

Folmer, R., & Carroll, J. (2006). Long-Term Effectiveness of Ear-Level Devices for Tinnitus. Otolaryngology - Head and Neck Surgery, 134(1), 137.e1-137.e1. https://doi.org/10.1016/j.otohns.2005.09.030

Handscomb, L. (2006). Use of bedside sound generators by patients with tinnitus-related sleeping difficulty: which sounds are preferred and why? Acta Oto-Laryngologica, 126(sup556), 59 63. https://doi.org/10.1080/03655230600895275

Hanley, P. J., & Davis, P. B. (2008). Treatment of Tinnitus with a Customized, Dynamic Acoustic Neural Stimulus: Underlying Principles and Clinical Efficacy. Trends in Amplification, 12(3), 210 222. https://doi.org/10.1177/1084713808319942

Hanley, P. J., Davis, P. B., Paki, B., Quinn, S. A., & Bellekom, S. R. (2008). Treatment of tinnitus with a customized, dynamic acoustic neural stimulus: clinical outcomes in general private practice. Annals of Otology, Rhinology & Laryngology, 117(11), 791–799.

Hann, D., Searchfield, G. D., Sanders, M., & Wise, K. (2008). Strategies for the Selection of Music in the Short-Term Management of Mild Tinnitus. Australian and New Zealand Journal of Audiology, 30(2), 129 140. https://doi.org/10.1375/audi.30.2.129

Henry, J. A., Frederick, M., Sell, S., Griest, S., & Abrams, H. (2015). Validation of a novel combination hearing aid and tinnitus therapy device. Ear and Hearing, 36(1), 42–52.

Henry, J. A., Rheinsburg, B., & Zaugg, T. (2004). Comparison of custom sounds for achieving tinnitus relief. Journal of the American Academy of Audiology, 15(8), 585–598. Henry, J. A., Schechter, M. A., Nagler, S. M., & Fausti, S. A. (2002). Comparison of tinnitus masking and tinnitus retraining therapy. Journal of the American Academy of Audiology, 13(10), 559–581.

Henry, J. A., Schechter, M. A., Zaugg, T. L., Griest, S., Jastreboff, P. J., Vernon, J. A., ... Stewart, B. J. (2006a). Outcomes of clinical trial: tinnitus masking versus tinnitus retraining therapy. Journal of the American Academy of Audiology, 17(2), 104–132.

Henry, J. A., Zaugg, T. L., Myers, P. J., & Schechter, M. A. (2008). Using Therapeutic Sound With Progressive Audiologic Tinnitus Management. Trends in Amplification, 12(3), 188 209. https://doi.org/10.1177/1084713808321184

Henry, J. A., Zaugg, T. L., & Schechter, M. A. (2005). Clinical Guide for Audiologic Tinnitus Management I: Assessment. American Journal of Audiology, 14(1), 21 48.

Herzfeld, M., & Kuk, F. (2011). A clinician's experience with using fractal music for tinnitus management. Hearing Review, 18(11), 50–55.

Jakes, S. C., Hallam, R. S., Chambers, C., & Hinchcliffe, R. (1985). A Factor Analytical Study of Tinnitus Complaint Behaviour. International Journal of Audiology, 24(3), 195 206. https://doi.org/10.3109/00206098509070103 Jastreboff, P. J. (2015). 25 Years of tinnitus retraining therapy. HNO, 63(4), 307 311. https://doi.org/10.1007/s00106-014-2979-1 Jastreboff, P. J., & Jastreboff, M. M. (2000). Tinnitus Retraining Therapy (TRT) as a method for treatment of tinnitus and hyperacusis patients. Journal of the American Academy of Audiology, 11(3), 162 177.

Katz, A. (2016). Bedside Sound Generators as a Tool for Tinnitus Management. The Hearing Journal. Consulté à l'adresse http://journals. lww.com/ thehearingjournal/blog/Online-First/pages/post.aspx?PostID=9

Kim, B. J., Chung, S.-W., Jung, J. Y., & Suh, M.-W. (2014). Effect of Different Sounds on the Treatment Outcome of Tinnitus Retraining Therapy. Clinical and Experimental Otorhinolaryngology, 7(2), 87. https://doi.org/10.3342/ceo.2014.7.2.87

KochKin, S., Tyler, R., & Born, J. (2011). MarkeTrak VIII: The prevalence of tinnitus in the United States and the self-reported efficacy of various treatments. Hear Rev, 18(12), 10–27.

Liang, L., Lu, T., & Wang, X. (2002). Neural representations of sinusoidal amplitude and frequency modulations in the primary auditory cortex of awake primates. Journal of Neurophysiology, 87(5), 2237–2261.

Lugli, M., Romani, R., Ponzi, S., Bacciu, S., & Parmigiani, S. (2009). The Windowed Sound Therapy: A New Empirical Approach for an Effective Personalized Treatment of Tinnitus. International Tinnitus Journal, 15(1), 51.

Lurquin, P. & Fuks, J. (2015). Evaluation de l'efficacité de la TRT au moyen de questionnaires : 1) le THI. Les Cahiers de l'Audition, 28(2), 38-42.

Lurquin, P. & Penin, J. (2010). Premier pas en thérapie acoustique des acouphènes : création d'une séance initiante de counselling. Les cahiers de l'audition, 23(1). 5-23.

Lurquin, P., Germain, M., Markessis, E., Palmers, S., Thill, M.P., Vincent, Y. (2002). Rôle du générateur de bruit dans la thérapie des acouphènes. Les Cahiers de l'Audition, 15.

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, 26(3), 40-43.

Lurquin, P., Real, M., & Vannier, M. (2013). Du bon usage du bruit blanc. Les Cahiers de l'Audition, 26(6), 36-39.

Lurquin, P., Viudez, P., Esteve-Fraysse, M. J., & Thill, M. P. (2015). Le réglage des producteurs de bruit blanc. Les Cahiers de l'Audition, 28(1), 62-65.

Mazurek, B., Haupt, H., Olze, H., & Szczepek, A. J. (2012). Stress and tinnitus—from bedside to bench and back. Frontiers in Systems Neuroscience, 6. https://doi.org/10.3389/fnsys.2012.00047

Noreña, A. J. (2012). Stimulating the Auditory System to Treat Tinnitus: From Alleviating



## > VEILLE ACOUPHÈNES

the Symptoms to Addressing the Causes. In J. J. Eggermont, F.-G. Zeng, A. N. Popper, & R. R. Fay (Ed.), Tinnitus (Vol. 44, p. 217 253). New York, NY: Springer New York. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3728-4\_10

Okamoto, H., Stracke, H., Stoll, W., & Pantev, C. (2010). Listening to tailor-made notched music reduces tinnitus loudness and tinnitus-related auditory cortex activity. Proceedings of the National Academy of Sciences, 107(3), 1207 1210. https://doi.org/10.1073/pnas.0911268107

Pantev, C., Okamoto, H., & Teismann, H. (2012). Tinnitus: the dark side of the auditory cortex plasticity: Pantev et al. Annals of the New York Academy of Sciences, 1252(1), 253 258. https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2012.06452.x

Reavis, K. M., Chang, J. E., & Zeng, F.-G. (2010). Patterned sound therapy for the treatment of tinnitus. The Hearing Journal, 63(11), 21–22.

Reavis, K. M., Rothholtz, V. S., Tang, Q., Carroll, J. A., Djalilian, H., & Zeng, F.-G. (2012). Temporary Suppression of Tinnitus by Modulated Sounds. Journal of the Association for Research in Otolaryngology, 13(4), 561 571. https://doi.org/10.1007/s10162-012-0331-6 Schaette, R., & Kempter, R. (2006). Development of tinnitus-related neuronal hyperactivity through homeostatic plasticity after hearing loss: a computational model. European Journal of Neuroscience, 23(11), 3124 3138. https://doi.org/10.1111/j.1460-9568.2006.04774.x

Schaette, R., & Kempter, R. (2012). Computational models of neurophysiological correlates of tinnitus. Frontiers in Systems Neuroscience, 6. https://doi.org/10.3389/fnsys.2012.00034

Schaette, R., König, O., Hornig, D., Gross, M., & Kempter, R. (2010). Acoustic stimulation treatments against tinnitus could be most effective when tinnitus pitch is within the stimulated frequency range. Hearing Research, 269(1 2), 95 101. https://doi.org/10.1016/j.heares.2010.06.022

Sekiya, Y., Takahashi, M., Kabaya, K., Murakami, S., & Yoshioka, M. (2013). Using Fractal Music as Sound Therapy in TRT Treatment. Consulté à l'adresse http://www.audiologyonline.com/articles/using-fractal-musicas-sound-11623

Stein, A., Engell, A., Junghoefer, M., Wunderlich, R., Lau, P., Wollbrink, A., ... Pantev, C. (2015b). Inhibition-induced plasticity in tinnitus patients after repetitive exposure to tailor-made notched music. Clinical Neurophysiology, 126(5), 1007 1015. https://doi.org/10.1016/j.clinph.2014.08.017

Stein, A., Engell, A., Lau, P., Wunderlich, R., Junghoefer, M., Wollbrink, A., ... Pantev, C. (2015a). Enhancing Inhibition-Induced Plasticity in Tinnitus – Spectral Energy Contrasts in Tailor-Made Notched Music Matter. PLOS ONE, 10(5), e0126494. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0126494

Stein, A., Engell, A., Okamoto, H., Wollbrink, A., Lau, P., Wunderlich, R., ... Pantev, C.

(2013). Modulatory Effects of Spectral Energy Contrasts on Lateral Inhibition in the Human Auditory Cortex: An MEG Study. PLoS ONE, 8(12), e80899. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0080899

Strauss, D.J., Corona-Strauss, F.I., Seidler, H., Haab, L., & Hannemann, R. (2015). Notched environmental sounds: a new hearing aidsupported tinnitus treatment evaluated in 20 patients. Clinical Otolaryngology, 42(1), 172 175.

Sweetow, R. (2013). The use of fractal tones in tinnitus patient management. Noise and Health, 15(63), 96. https://doi.org/10.4103/1463-1741.110289

Sweetow, R. W., & Sabes, J. H. (2010). Effects of Acoustical Stimuli Delivered through Hearing Aids on Tinnitus. Journal of the American Academy of Audiology, 21(7), 461 473. https://doi.org/10.3766/jaaa.21.7.5

Thoma, M. V., La Marca, R., Brönnimann, R., Finkel, L., Ehlert, U., & Nater, U. M. (2013). The Effect of Music on the Human Stress Response. PLoS ONE, 8(8), e70156. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0070156

Tyler, R. S., Haskell, G. B., Gogel, S. A., & Gehringer, A. K. (2008). Establishing a Tinnitus Clinic in Your Practice. American Journal of Audiology, 17(1), 25 37.

Tyler, R. S., & Tyler, R. S. (2006). Neurophysiological models, psychological models, and treatments for tinnitus. Tinnitus treatment: Clinical protocols, 1–22.

Vernon, J. (1977). ATTEMPTS TO RELIEVE TINNITUS. Ear and Hearing, 2(4), 124–131.

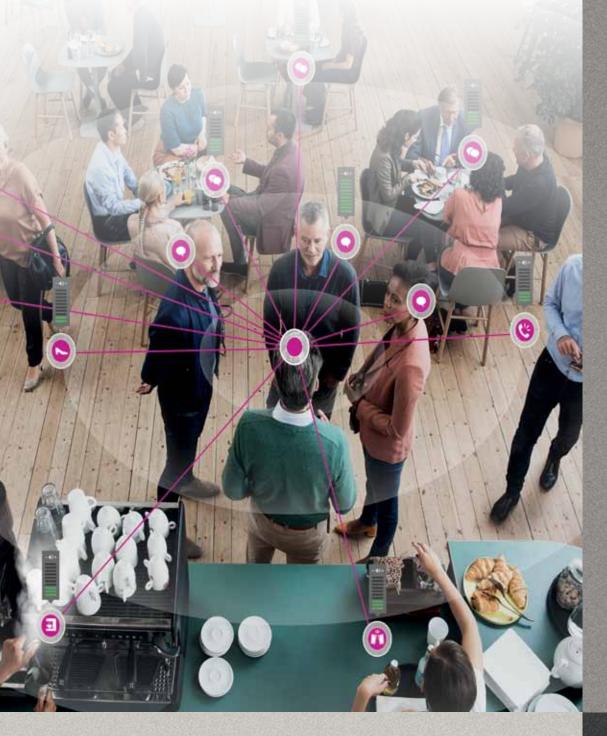
Vernon, J., Griest, S., & Press, L. (1990). Attributes of tinnitus and the acceptance of masking. American journal of otolaryngology, 11(1), 44–50.

Wunderlich, R., Lau, P., Stein, A., Engell, A., Wollbrink, A., Rudack, C., & Pantev, C. (2015). Impact of Spectral Notch Width on Neurophysiological Plasticity and Clinical Effectiveness of the Tailor-Made Notched Music Training. PLOS ONE, 10(9), e0138595. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0138595

NOM:		DATE :			
1. Avec le bruit modulé en amplitude, l'acouphène me paraît moins fort :					
1	2	3	4	5	
Jamais	Rarement	Parfois	Souvent	Toujours	
2. Avec le bruit blanc, l'acouphène me paraît moins fort (si équivalent au bruit modulé, noter la même réponse) :					
1	2	3	4	5	
Jamais	Rarement	Parfois	Souvent	Toujours	
3. Lorsque le programme avec le bruit modulé en amplitude fonctionne, il attire mon attention et j'arrive à oublier mon acouphène :					
1	2	3	4	5	
Jamais	Rarement	Parfois	Souvent	Toujours	
4. Lorsque le prograt j'arrive à oublier n 1 Jamais			•		
5. Le bruit modulé en amplitude généré par mon appareil m'évoque une image agréable :					
1	2	3	4	5	
Jamais	Rarement	Parfois	Souvent	Toujours	
6. Le bruit blanc généré par mon appareil m'évoque une image agréable (si équivalent au bruit modulé, noter la même réponse) :					
1	2	3	4	5	
Jamais	Rarement	Parfois	Souvent	Toujours	
7. Le programme avec le bruit modulé en amplitude est plus efficace que celui avec le bruit blanc pour me faire oublier mon acouphène :					
1	2	3	4	5	
Jamais	Rarement	Parfois	Souvent	Toujours	
8. Le programme avec le bruit modulé en amplitude est plus agréable que celui avec le bruit blanc :					
1	2	3	4	5	
Jamais	Rarement	Parfois	Souvent	Toujours	
Questionnaire sur la Modulation d'Amplitude					

OTICON | Opn

La technologie qui permet aux utilisateurs de reprendre le contrôle de leur vie !



Et VOUS... avez-vous déjà essayé cette aide auditive révolutionnaire?

N'attendez plus, rejoignez dès maintenant l'aventure Opn et faites profiter vos patients de ces bénéfices exceptionnels!

info@oticon.fr @ MyOticon.fr

info@oticon.fr

info@oticon **01 41 88 01 50** 

La preuve par les chiffres...

jusqu'à

Passez de 20 à 75% de compréhension de la parole en milieu très bruyant

Opn réduit l'effort d'écoute de 34% en situation écologique



Opn dépasse toutes les technologies concurrentes de directivité qu'elles soient classiques ou étroites

sources: Ohlenforst et al. 2017 Impact of SNR, masker type and noise eduction on cognitive processing effort as indicated by the pupil dilation", :HSCOM / Le Goff, N., Beck, D. L., (2017), Pushing the noise limit - new Opn evidence on speech understanding and istening effort", Whitepaper, Oticon A/S





# **Veille Technique**Les innovations des industriels

## PHONAK life is on

# Solutions rechargeables : les solutions se renforcent et montrent leur efficacité

Phonak offre la gamme la plus large et la plus complète des solutions auditives rechargeables. En effet, cette technologie Lithium-ion existe sur plusieurs modèles allant des solutions discrètes en RIC, aux solutions puissantes avec Naída B et Sky B et depuis avril 2018 une solution Cros/Bicros est aussi rechargeable.



### Introduction

Lors de la conception, il était important d'imaginer un produit performant et simple d'utilisation. Une seule charge des aides auditives permet 24 heures d'autonomie et la charge d'une pile complètement déchargée dure 3 heures. En intégrant la batterie dans le boîtier, le compartiment à pile ne devient plus nécessaire. Un bouton équipé d'un témoin lumineux permet de voir l'état de chargement de la batterie et d'allumer l'aide auditive d'une simple pression. Un essai de pré-lancement a été réalisé pour évaluer la satisfaction des patients concernant la durée de vie de la batterie, la durée de charge, la simplicité d'utilisation et le design des aides auditives et du chargeur.



Figure 1 : Dates de sortie de la gamme rechargeable Phonak

### Naída B-R-RIC

Naída B-R RIC, fait partie de la 5ième génération d'aide auditive surpuissante la plus fiable au monde. C'est l'aide auditive rechargeable la plus riche en fonctions de Phonak. Elle est spécialement conçue pour les patients présentant une perte auditive sévère à profonde. Avec 40 % de capacité supplémentaire par rapport aux batteries rechargeables traditionnelles, la technologie des batteries Lithium-ion est fiable parfaitement adaptée performances supérieures de l'aide auditive Naída B-R RIC. En outre. une nouvelle formule d'appareillage exclusive avec compression lente conçue pour répondre aux besoins des patients présentant perte de résolution auditive, est ajoutée. Il s'agit de Phonak Digital Adaptative Contraste. Grâce à des temps d'attaque et de retour plus longs, les contrastes spectraux et les modulations du signal vocal sont mieux préservés. Ainsi, Naída B-R-RIC répond parfaitement aux besoins des personnes ayant une surdité sévère à profonde.

### Sky B-PR

Sky B-PR est la première aide auditive rechargeable conçue spécialement pour les enfants. Elle associe une technologie hautes performances et une batterie innovante. Les enfants peuvent évoluer au quotidien sans risquer d'être mis à l'écart grâce à une autonomie de la batterie pouvant dépasser 30 heures. Pensée pour le quotidien actif des enfants, la gamme Sky B est résistante, étanche à l'eau et à la poussière et peut être dotée, d'une sécurité enfant pour garantir le bien-être des auditeurs les plus jeunes. Les enfants ont le choix entre 14 couleurs de boîtier combiner et assortir avec 7 couleurs de coude, pour un maximum de personnalisation.



### **CROS B-R**

Les systèmes Cros/Bicros, beaucoup plus consommateurs d'énergie du fait du streaming en continu, vont, associés avec la batterie Lithium-ion, offrir une réelle efficacité et liberté d'utilisation. Par exemple, les



systèmes Cros/Bicros « classiques » fonctionnant avec des piles 312 ont une autonomie d'environ 4 à 5 jours. Le nouveau système Cros B-R propose une autonomie journalière de 16 heures. La batterie est garantie 4 ans et permet à plus de 98 % des utilisateurs de couvrir une journée entière d'utilisation. Avec seulement 15 minutes de charge, le patient peut retrouver 2 heures d'autonomie supplémentaire (voir figure 2). Ce modèle sera compatible avec l'Audeo B-R, disponible dans les mêmes coloris que l'Audeo B et il utilisera le même chargeur que le modèle Audeo B-R, à savoir le chargeur Premium RIC ou le mini chargeur RIC comme sur l'image ci-dessous.



## Lithium-ion : des résultats plus que satisfaisants.

La technologie Lithium-ion éprouvée depuis 2016 par Phonak a déjà séduit ¼ de million d'utilisateurs. 9 personnes sur 10 recommandent les systèmes rechargeables pour leurs proches. Les perspectives futures sont donc plutôt encourageantes.

### - Une charge super rapide

Lorsque la batterie est complètement déchargée, les technologies avec accumulateur nickel métal hybride peuvent nécessiter entre 6 à 8 heures de charge pour avoir une charge complète. La technologie Lithium-ion utilisée par Phonak

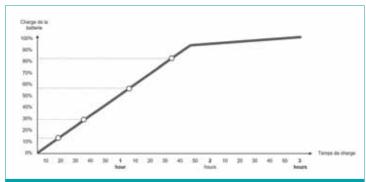


Figure 2 : Autonomie et durée de charge

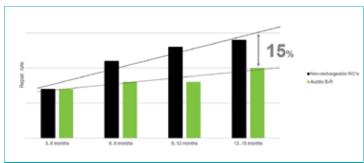


Figure 3 : Taux de réparation entre Audeo B-R et Audeo B « classique »

d'atteindre la charge complète en seulement 3 heures. De plus, les premières heures permettent une charge rapide, ce qui permet d'avoir 3 heures d'autonomie supplémentaire en seulement 30 minutes de charge et 12 heures d'autonomie supplémentaire en 1 heure de charge. Par ailleurs, avec la technologie Lithium-ion, il n'est pas nécessaire de décharger complètement la batterie avant de la recharger pour optimiser sa durée de vie, ce qui rend l'utilisation de cette technologie beaucoup plus facile.

### - Une fiabilité accrue pour le Lithium-ion

Phonak a publié ses premiers résultats concernant les réparations

des modèles rechargeables. Avec maintenant plus d'un an et demi mois de recul, Phonak a pu comparer les réparations entre les Audeo fonctionnant avec des piles et les Audeo B-R.

Grâce au fait que la batterie soit encapsulée, les modèles rechargeables présentent moins de pannes liées aux problèmes d'humidité. Les aides auditives rechargeables n'ayant ni tiroir pile, ni contacteurs pile, ne peuvent avoir de panne liée à ces phénomènes. Au-delà de 12 mois d'utilisation, les Audeo B-R ont 15 % moins de pannes que les Audeo avec piles.

#### Une durée de vie d'au moins 6 ans

Phonak a lancé une étude pour



déterminer l'autonomie et la durée de vie des batteries Lithium-ion. Les premiers résultats indiquent, qu'après 6 ans d'utilisation, l'autonomie sera encore de 24 heures pour une personne qui utilise moins de 5 heures de streaming par jour, et de 15 heures pour une personne utilisant le streaming. Ce dernier résultat répond ainsi aux besoins de 98 % des utilisateurs. Le Cros B-R, après 4 ans d'utilisation, aura encore une capacité d'autonomie suffisante, à savoir de 16 heures.

### Conclusion

Les audioprothésistes comme les patients ont montré par le passé leur satisfaction vis-à-vis des solutions rechargeables Phonak puisque 88% d'entre eux recommandent volontiers ces solutions auditives1. Fort de ce succès, Phonak a agrandi sa gamme de solutions rechargeables répondant désormais aux besoins des surdités sévères, l'appareil pédiatrique et aussi pour les pertes auditives asymétriques avec une

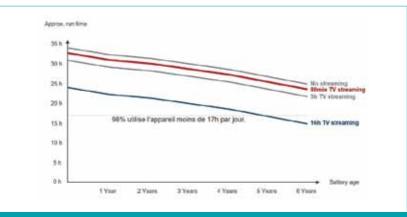


Figure 4 : Autonomie et durée de vie des batteries Lithium-ion

solution Cros/Bicros rechargeable. Cette technologie novatrice, fait preuve d'une grande fiabilité avec un taux de panne inférieur aux appareils munis d'un tiroir pile, plus sensible au niveau des contacts piles notamment. Enfin, les utilisateurs peuvent être rassurés car les premiers résultats indiquent que l'autonomie de la batterie reste très satisfaisante même au-delà de 6 ans d'utilisation. En prenant

tous ces éléments en compte, il semble que les solutions rechargeables ont un bel avenir et sont amenées à avoir une part importante sur le marché des aides auditives en France.

Plus d'informations sur http://www.phonakpro.fr:

1 Phonak Field Study News I La solution auditive rechargeable Phonak : Partie 2 (Janvier 2017)



## **MED**<sup>©</sup>EL

# Solutions pédiatriques ACTIVEWEAR ET BABYWEAR pour processeur SONNET

Mettre un sourire sur son visage !... Et rien sur ses oreilles. C'est ce que propose MED-EL avec l'accessoire BabyWear pour audio processeur SONNET.

BabyWear est un accessoire très léger qui permet de déporter intégralement l'audio processeur sur les vêtements, idéal pour les petites oreilles ! Et pour rester dans l'univers des tout-petits, MED-EL offre la possibilité de personnaliser la totalité du système (couvercle d'alimentation, couvremicrophone, couvercle d'antenne) avec des couleurs et des motifs très variés.

Pour les plus âgés, MED-EL propose l'ActiveWear, pour déporter l'alimentation du processeur. L'unité de commande, très petite et allégée, reste sur l'oreille tandis que l'alimentation se porte sur le vêtement. Dans la même logique que pour le BabyWear, l'ActiveWear peut se personnaliser à volonté pour plaire au plus grand nombre.



## La PERSONNALISATION a l'honneur chez MED-EL

Pour satisfaire toutes les envies, MED-EL propose désormais une sélection de 24 couvercles d'antenne DL pour les porteurs d'implant cochléaire.

Humeur joyeuse, féline ou envie de discrétion, les couvercles d'antenne DL sauront plaire à toutes les personnalités, ou au contraire se fondre complètement dans la chevelure pour plus de discrétion.

Motifs pédiatriques, artistiques, ou imitant la chevelure, les nouveaux couvercles d'antenne DL font un nouveau pas en avant dans la personnalisation et l'appropriation de son processeur.



### Vous avez peut-être manqué... le VIBRANT SOUNDBRIDGE, l'implant d'oreille moyenne, est désormais remboursé

C'est officiel depuis le 31 Octobre 2017 et effectif depuis le 13 Novembre 2017 : le VIBRANT SOUNDBRIDGE est désormais le premier système d'implant d'oreille moyenne à être remboursé en France! Il est inscrit sur la liste des produits et prestations remboursables (LPPR) prévue à l'article L. 165-1 du code de la sécurité sociale pour les cas de surdités mixte et de transmission.

Rappelons que le système VIBRANT SOUNDBRIDGE comprend l'implant VORP 503, des coupleurs et l'audio processeur SAMBA.

Avec le système VIBRANT SOUNDBRIDGE, les utilisateurs bénéficient de plus de 20 années d'expérience dans le domaine des implants d'oreille moyenne. « En améliorant toujours plus le système VIBRANT SOUNDBRIDGE, nous sommes en mesure d'offrir aux utilisateurs de nos implants davantage de sécurité et un niveau de qualité de vie supérieur. De plus, l'implant bénéficie de la compatibilité conditionnelle avec l'IRM à 1.5 Tesla. Les différentes options de couplage font de cet

implant une solution réellement innovante. Les chirurgiens et les patients bénéficient à part égale de la fiabilité de ce système », assure le Dr Ingeborg Hochmair, PDG de MED-EL.



#### À propos de MED-EL

Basé à Innsbruck, MED-EL Medical Electronics est fabricant de systèmes d'implants auditifs avec plus de 31 filiales dans le monde. La société familiale fait partie des pionniers du secteur. Les deux scientifiques autrichiens, le Dr Ingeborg et le Prof Erwin Hochmair, ont développé le premier implant cochléaire microélectronique et multicanaux du monde en 1977. L'implant cochléaire était et continue à être le premier remplacement d'un sens humain : l'ouïe. En 1990, ils ont posé les fondations d'une croissance réussie en embauchant leurs premiers salariés. MED-EL emploie aujourd'hui plus de 1,800 personnes à travers le monde. Aujourd'hui, MED-EL offre la plus large gamme de solutions implantables au monde, pour traiter les degrés variables de la surdité : systèmes d'implant cochléaire et d'implant d'oreille moyenne, système d'implant auditif EAS (Stimulation Electric Acoustic), implants du Tronc Cérébral ainsi que le premier implant actif à conduction osseuse au monde. En 2017, MED-EL a lancé ADHEAR, un nouveau système auditif à conduction osseuse non implantable, permettant à plus de personnes de bénéficier d'une technologie auditive innovante. MED-EL renforce ainsi sa mission d'aider les personnes souffrant de perte auditive à surmonter les barrières à la communication. Dans une centaine de pays, des personnes peuvent bénéficier des produits MED-EL. www.medel.com.

## ReSound GN

# Téléaudiologie : Amie ou ennemie dans la tendance au consumérisme des soins auditifs ?

David Fabry, PhD Jennifer Groth, MA

### Résumé

Une tendance émergente dans le domaine de la santé est que les patients se comportent de plus en plus comme des consommateurs qui ont le choix dans leurs options de soins de santé. Cette nouvelle génération de consommateurs est plus jeune et plus attentive que jamais à la précision et à l'efficacité des soins auditifs. Les consommateurs de soins de santé sont ouverts à de nouvelles façons de collaborer avec les professionnels de santé, comme la télésanté. Bien que les professionnels de santé ont de plus grandes réticences dans ce domaine, les progrès de la technologie visent inévitablement à incorporer des aspects de la télésanté dans les services de santé auditive.

Dans cet article, nous examinons comment la tendance vers le consumérisme dans les soins auditifs peut interagir avec d'autres tendances, telle que la télésanté.

Au cours de la dernière décennie, une mégatendance qui a émergé dans les soins de santé est l'autonomisation du consommateur. En réalité, les patients se comportent de plus en plus comme des consommateurs qui ont le choix dans leurs options de soins de santé. Concernant les soins auditifs, cette tendance vers le consumérisme s'applique presque parfaitement à la génération des babyboomers, créant des opportunités jamais vues et autant de défis pour l'industrie. D'un côté, cette nouvelle génération d'utilisateurs d'aide auditive a élargi le marché, abaissant l'âge moyen du premier appareillage à 63,3 ans et augmentant le taux de pénétration à 30% par rapport aux années précédentes 1. De l'autre côté, les baby-boomers demandent plus de commodités en ce qui concerne le service apporté et la livraison. Ils souhaitent aussi plus de contrôle par le consommateur et plus d'économies de coûts. En bref, le primo-appareillé est, dans la plupart des pays, plus jeune, en activité et plus axé sur la précision et l'efficacité des soins que ses prédécesseurs. Le risque est que ces avancées pourraient se faire au détriment de la qualité du résultat attendu ou de l'engagement du praticien / utilisateur final. Ce document est le premier de deux articles (voir Les Cahiers de l'audition volume 31) dans lesquels nous allons considérer comment la tendance vers le consumérisme dans les soins auditifs pourrait interagir avec d'autres tendances, telles que la télésanté. Plus précisément,

comment ces tendances émergentes pourraient être utilisées pour autonomiser les utilisateurs finaux tout en préservant le rôle du professionnel dans le processus d'appareillage ?

### État actuel du processus d'appareillage des aides auditives

Dans son examen des tendances actuelles d'appareillage, Kochkin <sup>2</sup> a rapporté qu'aux États-Unis, en moyenne, environ quatre visites en cabine sont nécessaires pour une adaptation réussie. Le nombre moven de visites a diminué à 1.2 visites lorsque des mesures de vérification et de validation ont été utilisées (voir la figure 1 – ndlr - apparenté au processus français de contrôle d'efficacité immédiat et permanent). Ceci est cohérent avec les informations recues d'une large base de données anonymisée d'une chaîne d'audioprothèses couvrant dix ans et 85 000 clients. Dans ce centre, vérification et validation sont standardisées dans le cadre du protocole d'adaptation, et le nombre moyen de visites associées à chaque achat d'aide auditive par client était de 3,5 incluant l'adaptation initiale. Les visites liées au service représentaient environ la moitié de tous les rendez-vous. Ceux pour réglages fins représentaient 28% du total. Bien que les rendez-vous de réglages fins comprennent le plus grand nombre de visites, ils étaient également parmi les plus courts avec ceux pour

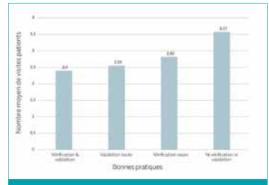


Figure 1. Nombre moyen de visites patients pour régler les aides auditives basées sur les procédures de vérification d'utilisation (real-ear measurements ou mesures REM) et de validation (subjective ou objective). De Kochkin<sup>2</sup>.

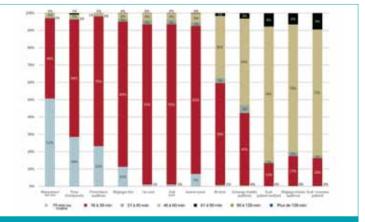


Figure 2. Répartition du temps passé par rendez-vous dans une grande chaîne d'audioprothèses. Les données reposent sur presque 52,000 rendez-vous.



révision, prise d'empreintes et suivis classiques. 96% des réglages fins ont pris 30 minutes ou moins. La répartition des différents types de rendez-vous est montrée dans la figure 2.

Il est connu que la plupart des problèmes de réglages peuvent être résolus par des ajustements du gain et du niveau de sortie de l'aide auditive. Les audioprothésistes sont d'accord sur les descriptions des plaintes concernant l'amplification, et quels ajustements de réglage précis sont indiqués. En fait, 90% des plaintes peuvent être résolues avec 10 typologies de solution 3. Considérant que la plupart des ajustements sont simples et peuvent être effectués rapidement, cela implique que pour un rendez-vous de 30 minutes, une grande partie de ce temps est utilisée pour d'autres choses que le réglage. In fine, le temps et les ressources sont dépensés à la fois par l'audioprothésiste et le patient pour la planification, le déplacement, l'attente, et des tâches administratives en plus du fait que les deux doivent être physiquement présents pendant les horaires d'ouverture du centre d'audioprothèses. Enfin, les utilisateurs doivent essayer les ajustements précis dans leurs environnements quotidiens qui sont difficiles à reproduire dans les milieux cliniques. Prises ensemble, ces informations suggèrent qu'au moins quelques rendez-vous de réglages fins sont inadaptés - et peut-être même insatisfaisants - à la fois pour l'audioprothésiste et le patient.

Beaucoup de nouveaux utilisateurs d'aides auditives - tout comme les plus expérimentés - préfèrent bénéficier de l'expertise de leur audioprothésiste pour optimiser les résultats de l'appareillage. Plus récemment, l'introduction des aides auditives "Made for iPhone" (MFi) a donné aux utilisateurs la possibilité de facilement affiner certains réglages dans leur environnement. La volonté parmi les utilisateurs d'aides auditives de participer à l'ajustement de leur propre dispositif est soutenu par des données récentes. Sur un total de 635 utilisateurs issus des États-Unis, d'Allemagne et du Japon \*, la grande majorité a indiqué qu'elle aimerait avoir plus de participation et de contrôle dans le réglage de ses aides auditives.

La question est de savoir si « plus d'implication et de contrôle » signifie faire ses ajustements soi-même ? Des études cliniques montrent que même les systèmes auto-adaptatifs rudimentaires permettent à l'utilisateur de personnaliser quelques paramètres (par ex. graves, médium, aigus, volume général) peuvent donner des résultats comparables - et parfois préférables [confortables]- à l'ajustement par un professionnel 4,5,6,7,8. Cependant, la participation et le soutien de l'audioprothésiste restent importants pour la satisfaction globale ainsi que dans la confiance dans les résultats. Une récente étude basée sur l'interview de 18 utilisateurs d'appareils auditifs expérimentés 9 s'interroge sur les perceptions de l'acquisition d'un appareil auditif sur internet et sur l'auto-ajustement. Les participants à l'étude ont vu certains avantages à ce type d'accès direct au produit, notamment la commodité de ne pas avoir besoin de quitter la maison pour acquérir des appareils. Cependant, ils étaient inquiets à propos d'un manque de contact direct avec un audioprothésiste et comment leur propre perte auditive serait prise en compte dans la programmation et les ajustements. Même s'il y avait une plus grande commodité perçue, les participants à l'étude ont exprimé leur préférence à être encadrés par un professionnel, expérimenté et bien informé.

La nouvelle tendance en télésanté peut fournir aux audioprothésistes et aux patients un moyen d'améliorer l'efficacité et la satisfaction pendant le processus d'appareillage sans compromettre la valeur d'une interaction en face-à-face.

### Le rôle émergent de la téléaudiologie par rapport à la consultation personnelle

Krupinski 10 a décrit la télésanté (c'est-àdire la téléaudiologie) comme l'usage des technologies de télécommunication pour atteindre les patients, réduire les obstacles à l'obtention de soins optimaux pour les personnes habitant dans des régions mal desservies, améliorer la satisfaction des utilisateurs et l'accessibilité aux diminuer l'isolement spécialistes. professionnel dans les zones rurales, aider les médecins à élargir leur zone de pratique, et éviter aux patients de devoir voyager ou être transportés pour recevoir des soins de haute qualité. Un avantage évident de la téléaudiologie est la possibilité de surmonter les obstacles communs pour obtenir des appareils auditifs, le coût de déplacement et la distance qui les sépare d'un audioprothésiste 11. Une des préoccupations autour du concept de téléaudiologie est la capacité des utilisateurs à fournir des descriptions précises des problèmes qu'ils ont pu rencontrer dans « la vraie vie ». Cependant, une majorité des plaintes liées à l'aide auditive peut être associée à des solutions simples. Jenstad et al (3) ont démontré que 40 termes fréquemment rapportés dans la description des problèmes spécifiques d'appareillage ont été suffisants pour développer un système de description.



Figure 3. La volonté des consommateurs d'utiliser des services de télésanté 14.



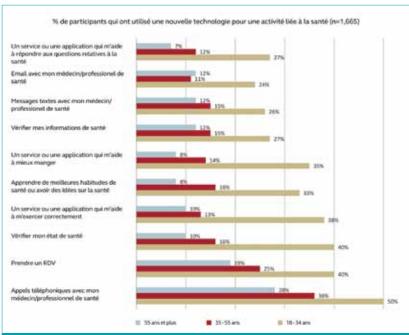


Figure 4. Utilisation des nouvells technologies pour les activités liées à la santé 14

D'autres préoccupations liées à la téléaudiologie sont la surutilisation de soins (par exemple, consultations inutiles), la sous-utilisation des soins, et les mauvaises performances techniques interpersonnelles (par exemple, interprétation incorrecte ou inattention envers les préoccupations de l'utilisateur de l'aide auditive). Cependant, les données suggèrent que la téléaudiologie et les soins audiologiques conventionnels en clinique rendent un résultat comparable pour ces préoccupations 12. Blamey et al 13 et Pross et al 12 ont également fourni des preuves de l'efficacité de différentes méthodes téléaudiologiques dans l'approche de l'appareillage auditif. Enfin, une consultation traditionnelle et téléaudiologique sont toutes deux très efficaces selon The International Outcome Inventory for Hearing Aids (IOI-HA) 12.

Prises ensemble, les preuves disponibles suggèrent qu'une pratique pouvant tirer parti des avantages spécifiques d'une consultation wpersonnelle et de téléaudiologie intéresse une majorité d'utilisateurs d'aides auditives, pour un accès amélioré aux aides auditives, et préserver ou même augmenter la satisfaction. Mais comment les patients et les audioprothésistes voient-ils ce concept?

### Le point de vue du patient

Tel que discuté, les utilisateurs d'appareils auditifs qu'ils soient primo-appareillés ou non, préfèrent avoir le soutien professionnel d'un audioprothésiste. En même temps, ils sont ouverts à des facons alternatives de satisfaire cette préférence, surtout si elle économise temps et argent. Dans un sondage de 2016 avec plus de 1000 adultes américains de plus de 55 ans\*, près de la moitié des sondés porteurs d'aides auditives ont déclaré qu'ils devaient conduire 21 minutes ou plus longtemps pour atteindre leur audioprothésiste, et 37% ont exprimé un intérêt à utiliser la télémédecine (téléprésence) comme une option pour gagner du temps. Ceci est cohérent avec les données concernant la volonté de répondants à utiliser d'autres arrangements pour faire face aux soins de santé si cela permet d'économiser du temps ou de l'argent 14 (voir la figure 3).

Parmi ceux qui disent avoir une perte auditive dans l'étude de marché précédemment mentionnée, 86% voient de la valeur à intégrer la télésanté dans un régime de soins de santé. 51% des répondants ne croyaient pas que leur niveau de perte auditive méritait une visite à un professionnel ; un sur dix attribuait sa réticence à des contraintes de temps ou de distance pour se rendre au centre d'audioprothèse. Dans l'ensemble, 37% de tous les répondants ont indiqué qu'ils seraient fortement intéressés par un

service de télésanté dans le cadre de leur traitement de santé, et la grande majorité a accès à un ordinateur (73%), un smartphone (65%) ou une tablette (50%) dans leur maison. Cordina et al (14) ont également signalé que l'acceptation d'utilisation d'un dispositif technologique (par exemple smartphone, tablette) pour la communication des activités liées à la santé augmente dans toutes les tranches d'âge (voir la figure 4). De toute évidence, il y a un intérêt émergent parmi les utilisateurs potentiels et actuels d'aides auditives à incorporer un service de télésanté dans le cadre de leur prise en charge. De plus, par le passé, la « télésanté » était difficile à proposer à de nombreuses personnes âgées, car elle impliquait souvent un équipement spécialisé inadapté. Aujourd'hui, les téléphones portables sont omniprésents, et un smartphone est la seule technologie nécessaire au consommateur pour la téléaudiologie avec des aides auditives MFi.

## Le point de vue de l'audioprothésiste

Bashshur et al 15 ont examiné plus de 2000 articles sur les preuves empiriques des interventions de télémédecine dans les premiers soins. Bien que leur analyse ait indiqué une grande palette d'usage et d'adoption, elle a également révélé une différence d'acceptabilité entre les patients et les professionnels ; les patients étant plus ouverts à de telles pratiques que les professionnels de santé. Un sondage parmi les audioprothésistes 16 a également révélé un certain scepticisme envers la téléaudiologie. La majorité des répondants a indiqué que la téléaudiologie est susceptible d'avoir un impact sur la qualité des soins auditifs et la qualité des interactions client-praticien, bien que de nombreux répondants ont indiqué que la téléaudiologie aurait un effet positif sur l'accessibilité au service. Une petite minorité de répondants a indiqué que la téléaudiologie aurait un impact négatif sur la qualité des soins. En outre, les audioprothésistes citent des préoccupations en matière de remboursement et de charges de travail en tant qu'obstacles pour s'approprier la téléaudiologie 17.



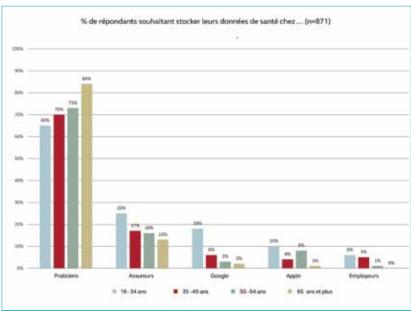


Figure 5. Répartition des répondants qui souhaitent stocker leurs données de santé chez des tions 14

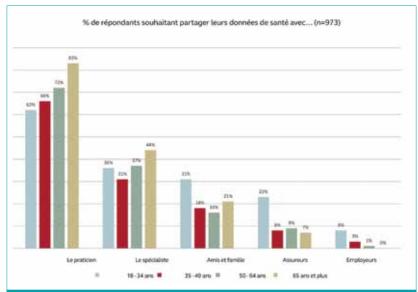


Figure 6. Répartition des répondants qui souhaitent partager leurs données de santé avec des tiers <sup>14</sup>.

Une préoccupation souvent exprimée par les audioprothésistes est le potentiel de perturbation de la pratique clinique qui pourrait se produire s'ils devaient être disponibles "24/7". Cependant, l'idée que la télésanté entraîne nécessairement une surutilisation des services n'a pas été prouvée 12. De plus, il existe une idée fausse annonçant que les modèles de télésanté sont nécessairement synchrones. En d'autres termes, l'audioprothésiste et le patient devraient être disponibles et présents en même temps pour profiter de la téléaudiologie. Ce n'est pas le cas. Les audioprothésistes seront surpris

d'apprendre que les avantages soutenus par les nouvelles technologies favorisant la relation avec le patient n'exigent pas un système synchrone. L'avancée rapide des technologies telles que les smartphones et les tablettes avec des applications, le stockage en ligne des données, et l'informatique, nous orientent vers un nouveau business model qui peut répondre aux attentes des patients tout en ajoutant de l'efficacité pour les audioprothésistes. Les alternatives aux modèles synchrones offrent une plus grande flexibilité tout en les rendant plus pratique à la fois pour le praticien et le

patient, avec moins de visites physiques requises par un engagement plus grand grâce à un contact «virtuel» entre les deux parties.

## La valeur de la connexion audio/ patient

Les audioprothésistes se concentrent naturellement sur les avantages offerts par l'amplification. Les utilisateurs entendent-ils mieux ? Leur vie de tous les jours est-elle améliorée ? Il semble logique que les utilisateurs qui bénéficient de leurs appareils auditifs en soient satisfaits, mais tous les professionnels savent que ce n'est pas le cas. La satisfaction est plus complexe et implique une multitude de facteurs. Fait intéressant, les utilisateurs peuvent ne pas être pleinement conscients de ce qui influe sur leur satisfaction. Cela semble être vrai pour d'autres domaines de santé. Cordina et al 14 ont rapporté que l'importance déclarée de certains aspects des séiours à l'hôpital était faiblement corrélée avec le score de satisfaction globale des patients hospitalisés. Par exemple, environ 70% des 1 160 répondants ont qualifié de « important » le mot « stationnement / accès facile » ou « très important ». Ainsi, on pourrait penser que le stationnement et l'accès facile seraient fortement corrélés avec la satisfaction générale. En fait, la corrélation était inférieure à 50%. Cela peut refléter une tendance de la part du consommateur de surestimer l'influence de facteurs tangibles ou réels sur leur expérience globale. Les facteurs corrélés les plus forts, cependant, ont à voir avec l'empathie des professionnels de santé et les informations fournies sur le traitement. En d'autres termes, la connexion au professionnel et l'engagement ont été très influents dans la détermination de la satisfaction générale.

L'extrapolation à l'audition met en évidence l'importance du rôle de l'audioprothésiste, et dans la constatation que le service fourni dans le cadre d'un achat d'aide auditive est crucial pour déterminer la satisfaction <sup>18</sup>. Alors que la technologie sert d'outil, l'engagement du consommateur et la connexion à l'audioprothésiste sont indispensables pour des résultats positifs d'appareillage. L'audioprothésiste est la source d'information la plus fiable dans le processus, et les patients de tous les âges se méfient du stockage de données avec n'importe qui d'autre que l'audioprothésiste (ou autre professionnel

de santé) (Figures 5 et 6). Les outils de téléaudiologie ne remplacent pas l'audioprothésiste, mais ont pour potentiel d'améliorer la relation avec le patient.

### Résumé

Le consumérisme dans le domaine de l'audition signifie que les utilisateurs d'aides auditives veulent être plus engagés et avoir plus de contrôle dans le processus d'appareillage. En même temps, l'expertise de l'audioprothésiste est un élément décisif et important. Les solutions émergentes de téléaudiologie offrent des opportunités potentielles pour préserver ou même améliorer la connexion continue entre les audioprothésistes et les utilisateurs en améliorant l'efficacité clinique, la satisfaction et les résultats escomptés.

Les solutions les plus efficaces prendront en considération l'équilibre entre fournir un accès immédiat et optimisé pour les patients tout en assurant également l'engagement et le contrôle du processus par l'audioprothésiste, la sécurisation des données et l'amélioration des résultats grâce à un contact continu.

\* Étude de marché ReSound menée par une agence tierce

### Références

- 1. Abrams HA, Kihm J. An Introduction to MarkeTrak IX: A New Baseline for the Hearing Aid Market. Hearing Review. 2015; 22(6):16.
- 2. Kochkin S. MarkeTrak VIII: Reducing patient visits through verification and validation. Hearing Review. 2011; 18(6): 10-12.
- Jenstad LM, Van Tasell DJ, Ewert C. Hearing aid troubleshooting based on patients' descriptions.
   J Am Acad Audiol, 2003; 14:347-360.
- Elberling C, Vejby Hansen K. Hearing instruments: Interaction with user preference. In Rasmussen AN, Osterhammel PA, Andersen T, Poulsen T, editors. Auditory Models and Non-Linear Hearing Instruments, Proc 18th Danavox Symposium. Denmark: Holmen Center Tryk; 341-347.
- Moore BC, Marriage J, Alcantara J, Glasberg BR. Comparison of two adaptive procedures for fitting a multi-channel compression hearing aid. Int J Audiol. 2005; 44(6): 345-357.
- Dreschler WA, Keidser G, Convery E, Dillon H. Client-based adjustments of hearing aid gain: The effect of different control configurations. Ear & Hearing. 2008; 29(2): 214-227.

- Zakis JA, Dillon H, McDermott HJ. The design and evaluation of a hearing aid with trainable amplification parameters. Ear & Hearing. 2007; 28(6): 812-830.
- Keidser G, Convery E. Preliminary Observations of Self-Fitted Hearing Aid Outcomes. Hearing Journal. 2016; 69(11): 34-38.
- Chandra N, Searchfield GD. Perceptions toward internet- based delivery of hearing aids among older hearing-impaired adults. J Am Acad Audiol. 2016: 27: 441-457.
- Krupinski EA. Innovations and Possibilities in Connected Health, J American Academy of Audiology. 2015; 26: 761-767.
- Schweitzer C, Mortz M, Vaughan N. Perhaps not be prescription - by by perception. High Perform Hear Solutions. 1999; 3:59-62.
- Pross SE, Bourne AL, Cheung SW.
   TeleAudiology in the Veterans Health Administration. Otol Neurotol. 2016; 37(7): 847-850.
- Blamey PJ, Blamey JK, Saunders E. Effectiveness of a teleaudiology approach to hearing aid fitting. J Telemed Telecare. 2015; 21:474-478.
- 14. Cordina J, Kumar R, Moss C. Debunking common myths about healthcare consumerism. McKinsey & Company report. 2015. Available from: http://www.mckinsey. com/industries/healthcare-systems-andservices/our-insights/debunking-commonmyths-about-healthcare-consumerism.
- Bashshur RL, Howell JD, Krupinski EA, Harms KM, Bashshur N, Doarn CR. The empirical foundations of telemedicine intervention in primary care. Telemed J E Health. 2016; 22:342-75.
- Singh G, Pichora-Fukker MK, Malkowski M, Boeretzki M, Launer S. A survey of the attitudes of practitioners toward teleaudiology. Int J Audiol. 2014; 53:850-860.
- Atherton H, Sawmynaden P, Sheikh A, Majeed A, Car J (2012). Email for clinical communication between patients/caregivers and healthcare professionals. Cochrane Database Syst Rev. 2012; Nov 14;11:CD007978. doi: 10.1002/14651858.CD007978.pub2.
- Cox T, Alexander G. (1999). Measuring satisfaction with amplification in daily life: The SADL scale. Ear & Hearing 20(4): 306-20.



## viduia

Life sounds brilliant.

### Connectivité des aides auditives Signia : Objectifs et Résultats

Dr Mikael Menard

### Introduction

La connectivité est l'un des sujets les plus importants actuellement dans le domaine des aides auditives. Quand on parle de connectivité, la première idée qui vient à l'esprit est la connexion des aides auditives aux smartphones. Ce point est effectivement important, mais quand on parle d'aides auditives, il ne faut pas oublier la notion de communication entre les appareils qui permet avant tout d'améliorer significativement les performances audiologiques. Comme nous le verrons, les dernières avancées majeures, s'agissant de la compréhension et du confort dans le bruit avec les aides auditives, sont liées aux évolutions de la communication interaurale et du traitement simultané des informations provenant de chaque appareil. Bien que moins tangibles pour le patient que l'écoute en direct de son smartphone dans ses aides auditives, ces performances audiologiques restent indispensables quand on replace l'appareillage auditif dans son contexte et rôle premiers. Désormais, avec la dernière plateforme Signia Nx, ces deux aspects de la connectivité sont réunis en une même gamme d'appareils.

Dans cet article, nous développerons les technologies de communication sans fil présentes dans les dernières aides auditives, les challenges et questions qui ont abouti au choix d'aujourd'hui et les résultats que ces systèmes permettent d'atteindre.

## Système de communication entre les appareils : e2e

En 2004, Signa - Solutions auditives Siemens a été le premier fabricant d'aides auditives à proposer un système de communication sans fil permettant un échange d'informations numériques et un fonctionnement synchronisé des appareils auditifs. Ce système e2e (ear to ear) a été conçu pour permettre aux appareils de se synchroniser s'agissant de contrôle et de traitement de signal. Grâce à ce système, un changement de programme d'un côté est automatiquement appliqué sur l'autre côté, tout comme un changement de volume ou bien encore l'activation de tel ou tel traitement de signal, simplifiant ainsi l'utilisation des appareils et permettant un fonctionnement plus naturel lors d'un appareillage binaural.

Celui-ci a évolué au fur et à mesure des générations pour offrir plus de débit, plus de fiabilité, plus de fonctionnalités (nous détaillerons par la suite ces évolutions). Aujourd'hui, en 2018, nous proposons la 4ème version de cet e2e, ou e2e Ultra HD, avec la plateforme Signia Nx.

Techniquement, ce système de communication est basé sur transmission NFMI (Near Field Magnetic Induction) que l'on traduirait sous le nom de transmission par induction magnétique codée numériquement. La fréquence utilisée pour le e2e se situe entre 3,144 Mhz et 3,4 MHz, une plage fréquentielle de communication qui a été réservée par l'ITU (International Télécommunication Union) pour la communication des appareils auditifs, donc moins sensible aux interférences, bruits et échanges avec d'autres systèmes de communication (figure n°1).

Le choix de ce type de transmission et de fréquence a été motivé par plusieurs paramètres :

### 1. Une consommation et une taille réduites au maximum

Taille et consommation sont deux des contraintes les plus importantes dans le développement d'une aide auditive et la technologie qu'elle embarque. La capacité d'énergie disponible, liée à la pile ou à la batterie utilisée, est relativement faible par rapport à d'autres secteurs d'activités et il est primordial de minimiser les dépenses énergétiques au sein des aides auditives pour obtenir la plus grande autonomie possible. De plus, il faut tenir compte du fait que cette interface de communication doit être disponible dans tous les appareils d'une même gamme donc, d'un intraauriculaire avec une petite pile 10. à un contour surpuissant avec une pile 675. La consommation et la taille sont donc des éléments primordiaux à considérer dans le développement d'une telle technologie.

La transmission NFMI ne nécessite que peu d'énergie pour fonctionner. La fréquence de fonctionnement relativement basse ne demande pas de puissance d'émission importante et il est possible de réaliser une transmission avec ce protocole avec moins de 1 mW.

Afin de minimiser encore plus la dépense énergétique liée à l'utilisation de ce système e2e, l'interface électronique,

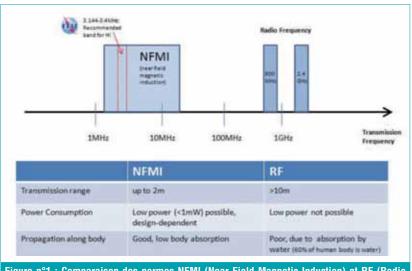


Figure n°1 : Comparaison des normes NFMI (Near Field Magnetic Induction) et RF (Radio Fréquence) pour la communication entre les appareils.



en charge de gérer le signal provenant de l'antenne de communication NFMI, a été intégrée directement dans le processeur de nos appareils (figure n°2). Cette intégration permet de limiter la consommation générale en limitant le nombre de composants à alimenter. Cela permet également de ne pas faire de compromis sur la taille des appareils.

#### 2. Un débit d'informations important

Comme nous l'avons vu précédemment, l'objectif premier de ce protocole de communication est de permettre une synchronisation du contrôle des appareils et du fonctionnement du traitement de signal.

Avec l'évolution des générations de ce protocole, de nouvelles fonctionnalités ont été ajoutées, pour toujours plus de performances et de possibilités.

La fonctionnalité majeure ajoutée à cette synchronisation binaurale est le transfert de signaux microphoniques d'un appareil à l'autre, en d'autres termes de « streamer » le signal d'un côté vers l'autre. Cette fonctionnalité a nécessité d'optimiser le protocole pour assurer un débit plus important permettant la transmission en continu d'un flux audio bidirectionnel entre les 2 appareils.

L'une des utilisations possibles de cette fonctionnalité est la réalisation de montages CROS / BiCROS sans fil entre les aides auditives. Fonctionnalité extrêmement intéressante pour les cophoses unilatérales par exemple. L'avantage étant ici de pouvoir le faire en toute discrétion. Ce transfert a également permis de connecter des accessoires supplémentaires aux appareils rendant ainsi possible la réception d'un signal sonore provenant d'autres sources (TV, musique...).

Les dernières générations d'appareils, quant à elles, utilisent ce transfert de signaux microphoniques d'un appareil à l'autre pour créer un traitement du signal amélioré basé non plus sur 2 mais 4 microphones, soit 4 points d'écoute d'une même scène auditive. Quand on sait, par exemple, que la précision d'un système microphonique dépend du nombre de points de mesures et de la distance séparant chacun d'eux, on tient alors avec cette technologie une formidable opportunité de proposer une qualité de traitement exceptionnelle.

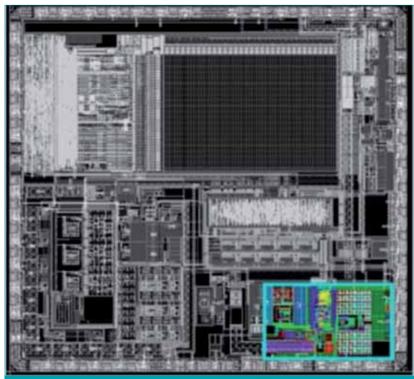


Figure n°2 : Intégration de l'interface e2e au sein du processeur d'une puce Signia de dernière génération. Celle-ci occupe moins de 7% de la surface total du processeur.

Encore faut-il avoir les capacités de calcul pour faire fonctionner des algorithmes performants permettant de tirer le meilleur parti de ces informations. C'est ce que proposent les dernières générations d'aides auditives Signia.

La mise en place d'un tel réseau de microphones nécessite un protocole de transmission de haute qualité et une latence très faible tant pour l'encodage que pour le décodage du signal tout en assurant une correction d'erreur performante, erreurs inhérentes au transfert sans fil. De même, les perturbations électromagnétiques liées aux micros, écouteurs, batterie, sont des paramètres essentiels à considérer dans la conception du design des aides auditives.

La norme NFMI utilisée dans le e2e répond parfaitement à ces contraintes de débit et de qualité de signal.

### 3. Les contraintes d'utilisation

En fonctionnement, la communication des aides auditives se fait sur une distance d'environ 20 cm, écart séparant les 2 oreilles d'un patient.

La norme NFMI est donc particulièrement bien adaptée là aussi à cet impératif. Nul besoin de radio fréquence par exemple permettant une distance de plusieurs mètres et au prix d'une consommation très élevée (figure n°1).

De plus la fréquence relativement basse de fonctionnement de cette norme (pour rappel 3,4 MHz à comparer aux 2,4 GHz du Bluetooth) se propage facilement autour et à travers l'obstacle que représente le corps humain. Cette facilité de propagation fait de la norme NFMI un très bon choix pour ce type de communication (figure n°1), contrairement aux RF (radio fréquences) qui elles se retrouvent bloquées par l'eau et donc par le corps humain (environ 60% d'eau).

De plus, la radio fréquence de 2,4 GHz est beaucoup plus énergivore, ne répond pas aux contraintes d'utilisation des appareils et n'apporte pas réellement de bénéfices quant au débit d'informations entre les appareils.

Le choix de la norme NFMI aux fréquences sélectionnées pour la communication entre les appareils se trouve donc être optimal, permettant une consommation très faible, des performances parfaitement adaptées, en accord avec les contraintes de port des appareils auditifs.



### Consommation des systèmes de communication sur le marché

La consommation d'une aide auditive est dépendante de nombreux facteurs. Les systèmes de communication jouent bien sûr, comme on l'a vu, un rôle important dans cette consommation. Nous avons comparé dans une étude, résumée sur la figure 3, la consommation des systèmes de communication sans fil de 7 aides auditives provenant de différents fabricants. Bien que tous les appareils puissent synchroniser leur fonctionnement en stéréo, seuls 3 fabricants (dont Signia) proposent un « streaming » de signal d'un appareil à l'autre et seuls 2 fabricants (dont Signia) proposent un traitement du signal intégrant cet échange de signaux microphoniques (indiqué comme bidirectional sur le graphique, à opposer à uni-directional).

Pour la mesure, nous avons activé ce transfert de signal entre les appareils (en bleu). Pour les appareils ne bénéficiant pas de cette fonctionnalité, le protocole de communication vers un accessoire a été activé (en orange).

Nous constatons qu'en dehors du fabricant « 1 », les systèmes utilisant la norme NFMI consomment très peu, entre 0,2 et 0,3 mA. Pour le fabricant « 1 » cette consommation supplémentaire est due à une différence d'implémentation électronique de la réception NFMI, d'où son importance !

On constate également que le système RF (type bluetooth) ne serait absolument pas adapté à une utilisation prolongée et continue d'une aide auditive. La consommation, trop importante, entrainerait une baisse d'autonomie trop conséquente.

On peut conclure de cette analyse que l'utilisation d'un système NFMI type e2e est particulièrement bien adaptée à cette communication interaurale. La faible consommation mesurée valide la possibilité d'utiliser en continu ce type de communication pour un traitement avancé du signal.

Maintenant, comme on peut le voir dans la figure 4, tous les fabricants, malgré l'utilisation pour certains de la norme NFMI, ne proposent pas le même niveau de traitement de l'information binaurale.

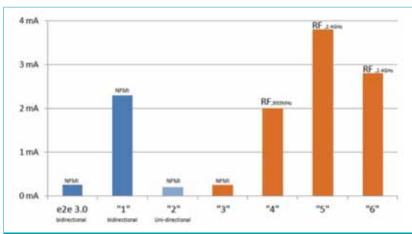


Figure n°3: Consommation en mA de 7 appareils auditifs.



Figure n°4 : Fonctionnalités gérées par la connectivité des appareils pour 5 fabricants dont Signia.

### Fonctionnement proposé par les systèmes de communication du marché

Comme nous l'avons en partie vue précédemment, la technologie e2e Ultra HD proposée sur la dernière génération d'aides auditives Signia nous permet de transmettre entre les appareils de multiples informations :

- Synchronisation de changement de programme, volume...
- Synchronisation du traitement de signal (débruiteurs, modes microphoniques)
- Analyse de l'environnement
- Transfert des signaux microphoniques d'un appareil à l'autre :
  - Directivité binaurale
  - Super directivité (Super Focus)
  - Directivité latérale (Spatial SpeechFocus)
  - Directivité binaurale oneMic (pour les intras équipés d'un seul micro)
  - Débruiteurs spécifiques
    - eWindScreen binaural

- Streaming Audio
- CrosPhone
- CROS/BiCROS sans fil
- TriCROS ou StéréoCROS

Aujourd'hui, sur le marché, Signia est le seul fabricant à proposer un transfert et un traitement d'informations aussi important, avec une consommation réduite.

### Intérêt du traitement binaural du signal

Encore aujourd'hui et malgré les avancées technologiques, les attentes les plus fortes de la part des personnes malentendantes restent la compréhension dans les milieux bruyants et une sonorité naturelle avec leurs aides auditives.

Le traitement binaural du signal permet de proposer des solutions innovantes de traitement du signal pour répondre à ces attentes et améliorer les performances audiologiques des appareils.



Le système SuperFocus par exemple, issu de cet échange binaural entre 2 appareils (Super directivité ou Narrow Directionality), a été étudié dans plusieurs articles indépendants publiés récemment (2017). Ces études ont abouti à deux résultats.

Le premier est l'amélioration de la compréhension de la parole en environnements bruyants, pour le patient utilisant ce type de fonctionnalité par rapport aux systèmes plus conventionnels.

La figure n°5 est un graphique tiré de Littman et al en 2017 [1] montrant l'amélioration du rapport signal/bruit obtenu pour 3 modes microphoniques différents. On peut voir que le mode SuperFocus (Narrow Directionality) offre au patient le meilleur résultat avec une amélioration supérieure à 6dB par rapport à un mode omni directionnel, et supérieure à 1dB par rapport à un directionnel adaptatif, pourtant déjà très efficace. Dans ce même article le SuperFocus est également comparé à un autre système concurrent récent avec un bénéfice pour le SuperFocus supérieur à 2dB!

Le deuxième résultat est la réduction de l'effort d'écoute nécessaire au patient pour comprendre en milieu bruyant. L'équipe de Harvey Dillon a montré en 2017 [2] que l'utilisation du mode SuperFocus (Narrow Directionality) permettait non seulement d'améliorer la compréhension des patients dans le bruit mais en plus de limiter leur effort d'écoute et donc de réduire leur fatique.

Sur la figure n°6, tirée de cette étude, on peut voir que pour tous les patients de cette étude (chacun symbolisé par une couleur) l'utilisation du mode Superfocus permet de rendre la tâche d'écoute plus facile et donc moins fatigante.

Ces deux résultats ont été confirmés par une autre étude de Littman et al en 2017, là aussi publiée [3].

Enfin on peut citer comme autre exemple de fonctionnalité innovante résultant de cet échange binaural, le nouvel algorithme OVP™ (Own Voice Processing) permettant de réaliser un traitement spécifique de la voix du patient afin d'éviter des effets de résonances et offrir une sonorité naturelle à la propre voix.

Une étude menée par Powers et al en 2018 [4] a montré que l'utilisation de ce système OVP permet d'accroître de manière significative la satisfaction des patients quant à la perception de leur propre voix, quel que soit le type d'adaptation choisie.

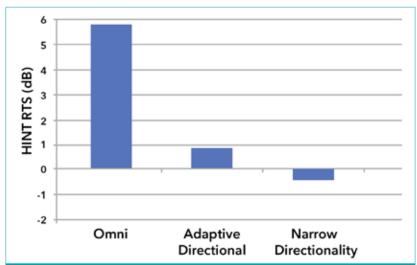


Figure n°5: Moyenne pour 20 patients du rapport Signal/bruit obtenu pour 50% de reconnaissance de parole pour 3 modes d'écoutes.

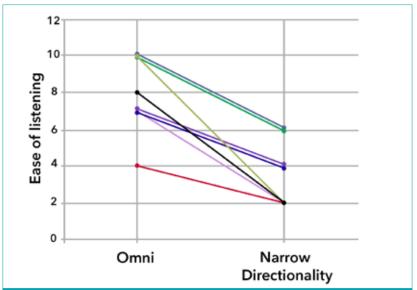


Figure n°6 : Effort d'écoute évalué par 9 patients avec et sans SuperFocus (Narrow Directionality). (0= pas d'effort, 12 = effort extrême)

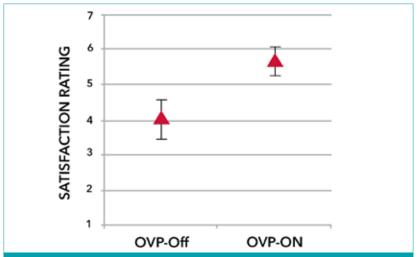


Figure n°7: Moyenne de la satisfaction sur la qualité de la perception de leur propre voix obtenue pour 21 patients avec et sans OVP. (1=très insatisfait, 4=neutre, 7= très satisfait)



La figure n°7, tirée de cet article, montre l'accroissement de satisfaction obtenue en utilisant cette technologie OVP. Les 21 patients testés ont, en moyenne, indiqué une amélioration de leur perception de leur propre voix, passant d'un avis neutre sans OVP à satisfait avec ce sytème.

Ces exemples illustrent et démontrent bien l'intérêt de ces algorithmes de traitement binaural, basés sur un échange des signaux microphoniques entre les aides auditives. Tout comme le cerveau gère l'information sonore en binaural, les appareils auditifs gèrent l'environnement aussi sonore du patient en synergie (et non comme 2 mono adaptations) pour un traitement optimal. Les performances audiologiques optimales des dernières générations d'appareils (comme Signia Nx) sont conditionnées par la présence de ce système e2e. Celui-ci s'avère aujourd'hui indispensable pour obtenir les meilleures performances s'agissant de la compréhension et du confort.

## Système de communication avec l'environnement des appareils : le Bluetooth

La communication entre les appareils auditifs avec la norme e2e est, comme nous l'avons vu, parfaitement adaptée aux besoins et objectifs définis. Mais pour la communication avec l'environnement du patient, malheureusement, aucun autre système externe n'utilise cette norme e2e.

A l'inverse, la norme RF (radio fréquence), utilisée pour le Bluetooth, se retrouve dans de nombreux systèmes électroniques utilisés par le patient, mais n'est pas adaptée à la communication entre deux aides auditives.

En tenant compte des avantages et désavantages de chacun de ces systèmes, l'idéal serait de proposer une plateforme offrant le meilleur de ces 2 systèmes et donc une double connexion : NFMI, entre les appareils, et Bluetooth, pour l'environnement.

C'est ce que proposent aujourd'hui les appareils de la gamme Signia Nx ! La consommation réduite du système e2e nous permet d'associer dans cette plateforme Signia Nx, la connectivité Bluetooth (RF) et le traitement interaural e2e (NFMI).



Figure n°8 : Implémentation de l'antenne Bluetooth, en jaune, sur le module interne d'un appareil Pure Charge&Go Nx. Cette antenne est imprimée sur le module par un procédé laser permettant une flexiblité optimale pour le design de cette antenne.

Associer deux technologies de connexion sans fil dans un aussi petit dispositif a été un vrai challenge pour les ingénieurs. Générer un signal de communication sans fil produit des perturbations et des harmoniques qui peuvent altérer les autres communications, et ce même si celles-ci utilisent des fréquences différentes. Cette problématique est accrue dans le cas d'une aide auditive puisque l'espace séparant ces antennes ne peut être que très réduit.

Le développement d'une aide auditive nécessite la synergie des compétences en R&D de nombreuses et diverses équipes. On peut citer par exemple les équipes qui travaillent sur le design mécanique des appareils, sur les composants électroacoustiques, le codage logiciel... Dans ce développement, toutes les équipes ont dû travailler conjointement pour aboutir à un signal de transmission le plus « propre » possible, créant le moins de perturbations possibles (Figure 8). Dr. Bernd Matschkal, membre de l'équipe en charge du développement de ces systèmes : « C'est un cercle vertueux. Plus le signal transmis est de qualité, moins il perturbe les autres systèmes, plus on peut réduire sa puissance, moins il perturbe... et moins il consomme ».

Aujourd'hui Signia est le seul fabricant d'aides auditives à proposer dans une même gamme d'appareils un traitement binaural du signal très avancé pour des performances audiologiques de référence, associé à la connectivité Bluetooth (voir figure n°4) pour une écoute de la TV ou du smartphone directement dans les aides auditives.

- [1] Mejia J, Carter L, Dillon H, Littman V. Listening Effort, Speech Intelligibility, and Narrow Directionality. Hearing Review. 2017;24(1):22.
- [2] Littman V, Høydal EH. Comparison Study of Speech Recognition Using Binaural Beamforming Narrow Directionality. Hearing Review. 2017;05
- [3] Littmann V, Wu YH, Froehlich M, Powers TA.

  Multi-center evidence of reduced listening
  effort using new hearing aid technology.
  Hearing Review. 2017;24(2):32-34.
- [4] Powers T, Froehlich M, Branda E, Weber J. Clinical study shows significant benefit of own voice processing. Hearing Review. 2018;25(2):30-34.





Mieux entendre. Mieux vivre.

### Développement et mise en œuvre d'Acuity Immersion Directionality

Adriana Goyette, Au.D., Ben Waite and Eric McCabe, Au.D.

### Introduction

Le but premier de l'adaptation d'une aide auditive est de restaurer l'audibilité de son utilisateur. Ayant retrouvé sa capacité à entendre, ce dernier communique plus efficacement et s'implique plus pleinement dans son quotidien. Si les avantages d'une audibilité restaurée sont manifestes, les aides auditives classiques ne tiennent pas compte de la directivité naturelle de l'oreille humaine dans leurconception et produisent par conséquent une sortie qui diffère de celle de l'oreille non appareillée. Recréant cette directivité naturelle, Acuity ImmersionDirectionality permet à l'utilisateur d'aides auditives de se sentir davantage connecté au monde et immergé dans son environnement.

Les aides auditives classiques utilisent un pattern demicrophone omnidirectionnel qui permet au patientd'entendre les sons tout azimut, d'avoir conscience de ce qui l'entoure et de choisir les sons auxquels prêter attention. Ce sont là des fonctions essentielles de l'audition qui doivent être préservées (ou restaurées) par l'aide auditive. Mais, pour les préserver d'une manière qui semble naturelle, la directivité de l'oreille non appareillée doit être prise en compte - et c'est là que le pattern de microphone omnidirectionnel des RIC et BTE fait défaut.

L'oreille non appareillée - en particulier la structure physique du pavillon - assure une directivité naturelle dans les fréquences hautes. Cet effet peut être quantifié en termes d'indice de directivité (ID) ; l'ID d'un système directionnel décrit sa réponse aux sons provenant de devant (dans l'axe) par rapport à sa réponse à un champ sonore diffus (hors axe).

Un ID positif indique que le son hors axe est atténuépar rapport au son dans l'axe. Nous observons sur la figure 1 que l'oreille non appareillée est un système directionnel qui atténue les sons hors axe par rapport aux sons dans l'axe à des



Figure 1. Indice de directivité pour KEMAR non appareillé, Immersion Directionality et Omnidirectionnel.

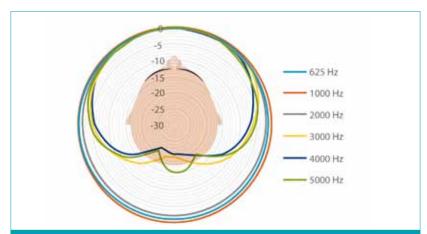


Figure 2. Pattern de microphone Immersion Directionality par fréquences.



Figure 3. Écran Inspire Directionality Details.

fréquences supérieures à 2000 Hz. À titre d'exemple, pour l'oreille non appareillée, un son de 2000 Hz présenté de face sera plus fort que le même son présenté de dos ; un son de 500 Hz aura à peu près

le même volume sonore qu'il soit présenté de face ou de dos.

Le filtrage directionnel du pavillon offre deux avantages aux normo-entendants. Premièrement, la différence entre la



manière dont le son est perçu de face et de dos fournit un indice qui aide l'auditeur à déterminer l'origine spatiale du son. Deuxièmement, l'atténuation du son hors axe procure un avantage RSB lorsque l'auditeur est attentif à une cible lui faisant face en présence de bruits arrière ou diffus.

Lorsqu'un patient est équipé d'un contour d'oreille (BTE) ou d'un micro-contour avec écouteur dans le conduit (RIC), l'accès à la directivité naturelle est perdu car le son entrant n'est pas filtré par le pavillon avant d'entrer dans les microphones de l'aide auditive (Westermann et Topholm, 1985; Best et al., 2010).

Acuity Immersion Directionality recrée la directivité naturelle dans un BTE/RIC en utilisant un pattern de microphone directionnel dans les canaux hautes fréquences et un pattern de microphone omnidirectionnel dans les canaux basses fréquences (figure 2). Cette technique restaure efficacement une partie des indices de localisation et des avantages RSB normalement apportés par le pavillon de l'oreille non appareillée pour les utilisateurs de BTE ou RIC (Keidser et al., 2009; Kuk et al., 2013; Weile et al., 2013), pour une expérience plus naturelle et immersive.

## Acuity Immersion Directionality dans Inspire

La fonction Acuity Immersion Directionality peut être réglée à partir de l'écran Inspire Directionality Details (figure 3).

Une fois sélectionnée, Acuity Immersion Directionality permet de configurer l'aide auditive pour utiliser un pattern de microphone directionnel hautes fréquences dans les environnements calmes et/ou bruyants selon le mode de directionnalité choisi. Il convient de noter que le mode directionnel fixe est réservé aux patients qui tirent profit d'une directionnalité large bande dans tous les environnements ; de fait, Acuity Immersion Directionality ne s'applique pas à ce mode de directionnalité.

Dans les modes à basculement automatique (Adaptatif et Dynamique), le pattern de microphone hautes fréquences sera utilisé dans les environnements calmes où perception situationnelle et naturel du son ont la priorité. Dans les environnements plus bruyants, l'aide auditive basculera automatiquement sur un pattern de microphone directionnel large bande afin que son utilisateur puisse se concentrer sur le signal qui l'intéresse tandis que l'aide auditive supprimera les bruits venant d'autres directions. Dans le mode Omnidirectionnel fixe, le pattern de microphonehautes fréquences sera utilisé pour tous les environnements acoustiques.

Permettre au patient d'avoir conscience de ce qui l'entoure et de choisir ce qu'il veut entendre sont des fonctions essentielles de l'audition qui doivent être préservées (ou restaurées) par l'aide auditive. Mais, pour les préserver d'une manière qui semble naturelle, la DIRECTIVITÉ de l'oreille non appareillée doit être prise en compte.

### Etude clinique de validation

Une étude a été réalisée pour évaluer la performance d'utilisateurs d'aides auditives lors d'un exercice compréhension de la parole dans le bruit et leur satisfaction lorsque la fonction Acuity Immersion Directionality était activée. Pour ce faire, les participants ont pris part à trois sessions en laboratoire et utilisé les aides auditives pendant près de cinq semaines en conditions réelles. Quatorze utilisateurs aguerris d'aides auditives ont participé à l'essai clinique, lors duquel ils ont porté des versions prélancement des micro RIC 312 ou BTE 13.

Les aides auditives ont été paramétrées en mode Best Fit selon les cibles e-STAT exclusives de Starkey, lors de la session initiale (Scheller & Rosenthal, 2012). Les mesures oreille réelle ont été réalisées à l'aide d'un système Audioscan Verifit. Pour mesurer l'audibilité, le signal vocal international de test (ISTS; Holube, Fredelake, Vlaming & Kollmeier, 2010) a été utilisé pour les mesures REAR (réponse mesurée sortie dans l'oreille), présenté à des niveaux de 50, 65 et 75 dB SPL. Un balayage son pur 85 dB SPL a été présenté pour vérifier le confort. Enfin, la directivité au point zéro dans les canaux hautes fréquences a été mesurée pour vérifier que la directionnalité fonctionnait comme prévu.

## Compréhension de la parole dans le bruit

Les participants ont répondu au test

Mode directionnel	Silence	Bruit
Adaptatif	Directionnel hautes fréquences	Directionnel large bande avec modification de la position du zéro polaire
Dynamique	Directionnel hautes fréquences	Directionnel large bande
Directionnel fixe	Directionnel large bande	Directionnel large bande
Omni fixe	Directionnel hautes fréquences	Directionnel hautes fréquences

Table 1. Pattern de microphone dans des environnements calmes et bruyants pour chaque mode de directionnalité avec Immersion Directionality activée.

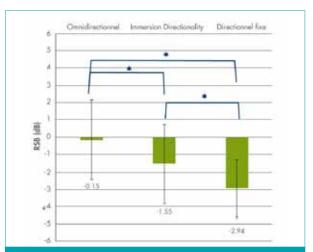


Figure 4. Résultats du HINT affichés en score RSB en dB, par pattern de microphone. Les barres d'erreur représentent un écart type de la moyenne. Un faible score indique une meilleure performance.

Les astérisques (\*) indiquent une performance significativement différente sur l'ensemble des conditions.



d'audition dans lebruit (HINT) pour évaluer les différences en matière de compréhension de la parole selon trois patterns de microphone : omnidirectionnel, directionnel hautes fréquences (fonction Immersion Directionality)et directionnel large bande. Le adaptatif normalisé qui permet d'obtenir le rapport signal/bruit (RSB) requis pour une bonne répétition de 50 % des phrases présentées dans un bruit ambiant façonné par la parole à un niveau fixe de 65 dB SPL (Nilsson, Soli & Sullivan, 1994). Le niveau du signal vocal varie en fonction de chaque réponse correcte (ou incorrecte), ce qui permet de calculer un score HINT.

Les signaux vocaux proviennent d'un haut-parleur avant et le bruit diffus de sept autres haut-parleurs qui entourent le participant.

Les résultats (figure 4) montrent que les patterns de microphone directionnel hautes fréquences et large bande ont permis une amélioration statistiquement significative de la compréhension de la parole dans le bruit par rapport à un pattern de microphone omnidirectionnel. Des mesures répétées bidirectionnelles ANOVA ont révélé un effet significatif du pattern de microphone (p<0.001) mais aucune différence significative dans les résultats entre modèles d'appareils (p=0.101). L'essai post-hoc (méthode Holm-Sidak) a montré que les participants ont obtenu des résultats significativement supérieurs avec les patterns de microphone directionnel hautes fréquences et large bande par rapport au mode omnidirectionnel (p<0.001) et que les participants utilisant le pattern directionnel large bande ont obtenu des résultats significativement supérieurs au pattern directionnel hautes fréquences (p<0.001).

Les résultats du HINT sont conformes aux prévisions. Comme les aides auditives sont passées d'un pattern de microphone omnidirectionnel à directionnel hautes fréquences et directionnel à large bande, les sources sonores hors axe ont été atténuées sur une plage de fréquences plus étendue. En conséquence, un RSB moindre a été nécessaire dans les modes Acuity Immersion Directionality et directionnel fixe pour atteindre le même niveau de performance. Cela s'est traduit par une meilleure intelligibilité de la parole.

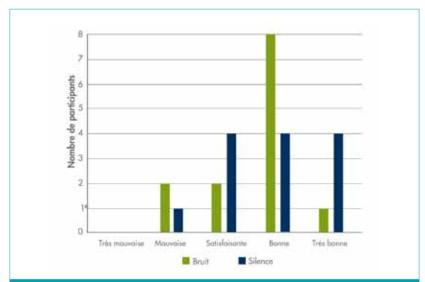


Figure 5. Participant rating of overall satisfaction while using Immersion Directionality in both quiet and noise. One participant was unable to complete the final questionnaire.

### Satisfaction générale

Les participants ont également rempli plusieurs questionnaires durant leur utilisation des aides auditives dans leurs environnements sonores quotidiens avec la fonction Acuity Immersion Directionality activée. Pour évaluer la satisfaction générale (figure 5), les participants ont utilisé une échelle allant de « très mauvaise » (1) à « très bonne » (5). Dans les environnements calmes, 92 % des participants ont évalué leur satisfaction comme « satisfaisante » à « très bonne ». Dans les environnements bruyants, 85 % des participants ont évalué leur satisfaction comme « satisfaisante » à « très bonne ».

### **Conclusion**

La fonction Acuity Immersion Directionality de Starkey restaure une partie des avantages de la directivité naturelle pour les utilisateurs d'aides auditives en recréant des éléments du filtrage sonore assuré par le pavillon. Cette directivité naturelle permet d'obtenir des indices de localisation avant/arrière et une meilleure compréhension de la parole dans le bruit (par rapport au mode Omnidirectionnel). Des études réalisées avec la fonction Acuity Immersion Directionality ont mis en avant son avantage significatif pour la reconnaissance de la parole et son acceptation en termes de qualité sonore dans des environnements calmes et bruyants.

### Références

Best, V., Kalluri, S., McLachlan, S., Valentine, S., Edwards, B., & Carlile, S. (2010) A comparison of CIC and BTE hearing aids for three-dimensional localization of speech. International Journal of Audiology, 49(10): 723–732.

Holube, I., Fredelake, S., Vlaming, M., & Kollmeier, B. (2010). Development and analysis of an International Speech Test Signal (ISTS). International Journal of Audiology, 49(12), 891–903.

Keidser, G., O'Brien, A., Hain, J.-U., McLelland, M., & Yeend, I. (2009). The

effect of frequency-dependent microphone directionality on horizontal localization performance in hearing-aid users. International Journal of Audiology, 48(11), 789–803.

Kuk, F., Korhonen, P., Lau, C., Keenan, D., & Norgaard, M. (2013). Evaluation of a Pinna Compensation Algorithm for Sound Localization and Speech Perception in Noise. American Journal of Audiology, 22(1), 84.

Nilsson, M., Soli, S. D., & Sullivan, J. A. (1994). Development of the Hearing in Noise Test for the measurement of speech reception thresholds in quiet and in noise. Journal of the Acoustical Society of America, 95(2), 1085–1099.

Scheller, T., & Rosenthal, J. (2012). Starkey Hearing Technologies' e-STAT fitting formula: The rationale behind the rationale. Innovations, 2(2), 41–45.

Weile, J., Santiago, L., Newman, C., & Sandridge, S. (2013). A Broader Look at Performance and Personalization in Hearing Aid Fittings. Retrieved from http://www.hearingreview.com/2013/08/a-broader-look-at-performance-andpersonalizationin-hearing-aid-fittings/

Westerman, S., & Topholm, J. (1985). Comparing BTEs and ITEs for localizing speech. Hearing Instruments, 36(2), 20–24.



# Donnez

votre adresse mail et postale pour recevoir les Cahiers de l'Audition!





**}<** 

**Audioprothésistes**, continuez de recevoir les Cahiers de l'Audition en nous communiquant vos coordonnées!

Société	
Nom	Prénom
	Ville
E-mail	
0.4	





Vous n'êtes pas audioprothésistes, vous souhaitez recevoir les Cahiers de l'Audition. Communiquez-nous vos coordonnées!

Bon de commande à renvoyer avec votre chèque				
<b>☐ France</b> : 42 € /1 an	<b>☐ Europe</b> : 82 € /1 an	<b>☐ Monde</b> : 92 € /1 an		
Société				
Nom	Prénom			
Adresse				
Code Postal	Ville			
E-mail				



Collège National d'Audioprothèse

20 rue Thérèse • 75001 Paris • cna.paris@orange.fr

## ACTUALITÉS <



### Communiqués de presse

### **WIDEX**

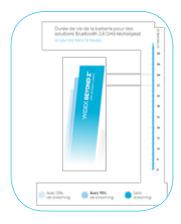
## Widex Beyond<sup>tm</sup> devient rechargeable

WIDEX annonce ce jour la disponibilité de BEYOND Z, la solution rechargeable pour les aides auditives BEYOND, qui rencontrent un franc succès depuis le lancement, il y a un an.

BEYOND Z a été développé en collaboration avec ZPOWER.

BEYOND bénéficiait déjà d'une qualité sonore exceptionnelle, permettant un streaming unique, et une autonomie de pile incomparable sur le marché!

BEYOND Z offre désormais la durée de streaming journalière la plus importante de toutes les aides auditives proposées, sans compromettre pour autant ses performances sonores.



## BEYOND/BEYOND Z, la solution d'une souplesse sans limites!

1. Le kit de transformation permettra aux porteurs de BEYOND de les rendre rechargeables. Un tout nouveau tiroir pile a été conçu pour accueillir la batterie. Son adaptation se fera aisément!



- Ce nouveau tiroir pile sera également de série sur nos nouvelles aides auditives BEYOND
   Z pour profiter de la fonctionnalité « rechargeable » dès la réception de l'appareil. A commander avec le kit de démarrage.
- 3. BEYOND Z fonctionne aussi bien avec l'accumulateur **Zinc-Argent** qu'avec une **pile classique**! En aucun cas, vous ne manquerez d'énergie.
- 4. Enfin le chargeur offre une réelle liberté à l'utilisateur. Celui-ci peut se brancher sur une prise secteur 230V ou bien en USB. L'utilisateur ne sera jamais à court d'option pour brancher son chargeur, même en déplacement.

Bien entendu, BEYOND garde toutes ses fonctionnalités de connexion : Bluetooth 2,4GHz, Widex-Link et bobine T, grâce à la technologie **TRI-LINK** toujours présente.



#### · KIT DE TRANSFORMATION



- 1 chargeur (garanti 2 ans) - 2 accumulateurs rechargeables - 2 tinoirs pilles almantés - 2 axes de tinoirs pilles
- L'application BEYOND, compatible MFI et Android offre des réglages fins pour une qualité sonore remarquable et correspond aux besoins d'une situation précise.

A ce jour, les smartphones Android ne permettent pas le streaming direct. Pour en profiter avec les smartphones Android, il vous faut utiliser les accessoires DEX.

De plus, la facilité d'utilisation permettra aux personnes à la dextérité amoindrie de bénéficier d'une solution plus facile au quotidien que de devoir manipuler régulièrement les piles.

Enfin, les utilisateurs déjà aguerris à la pratique du rechargement quotidien (avec les smartphones par exemple) n'auront aucune difficulté à se servir de cette aide auditive.

### **BEYOND Z** est l'aide auditive pour tous profils

Les smartphones et les tablettes connaissent un essor incontestable, l'intérêt pour les solutions rechargeables grandit chaque jour.

BEYOND Z répond dès à présent aux attentes utilisateurs.

Proposez BEYOND Z à votre patientèle pour lui offrir liberté et satisfaction.

## > ACTUALITÉS

### STARKEY

### Starkey Hearing Technologies : récompensée en tant que lauréate du prix de leadership en fabrication 2018

Starkey Hearing Technologies, société privée de technologies auditives, est heureuse d'annoncer qu'elle vient d'être récompensée par le prix « Manufacturing Leadership 2018 » pour ses réalisations remarquables en matière d'excellence opérationnelle. Chris Hillman, Chief operations officer de Starkey Hearing Technologies, a été primé par ce prix prestigieux dans la catégorie « Visionary Leadership », ce qui le place parmi un groupe estimé de leaders qui façonnent l'avenir des organisations opérationnelles au niveau mondial. Ce prix récompense les entreprises engagées dans une démarche d'excellence opérationnelle les plus compétitives.

Starkev Hearing Technologies s'est donnée pour mission de générer toujours plus de valeur pour ses clients professionnels de l'audition : innover, gagner en performance et redonner du sens au travail de chaque collaborateur ; Avec un objectif simple, travailler avec ses clients en étant l'entreprise la plus efficiente et la plus compétante possible. Sous la direction de Chris Hillman, cette organisation impose une dynamique continue d'améliorations ; Tant au niveau de la qualité d'un produit ou d'un service, que de l'efficience du processus de production, de la gestion des délais, du niveau d'engagement de ses collaborateurs et de la satisfaction clients.



Chris Hillman, Chief Operations Officer a été honoré pour avoir permis l'excellence opérationnelle.

Les stratégies innovantes de Chris Hilliman ont pour but de garantir des performances durables et continuer à mieux répondre aux exigences de notre industrie. Pour Starkey, cette excellence opérationnelle est systématique, elle est un levier puissant de compétitivité en particulier lorsque des entreprises évoluent dans un environnement très concurrentiel.

« Je suis honoré d'être reconnu par le Manufacturing Leadership Council dans la catégorie « Visionary Leadership ». C'est une reconnaissance de l'équipe et tout le mérite en revient aussi aux 5 000 collaborateurs de Starkey, qui viennent travailler tous les jours dans le but de servir nos clients mieux que quiconque, afin que les patients du monde entier retrouvent une meilleure audition », a déclaré Chris Hillman. « Cela témoigne de la remarquable institution qu'est Starkey dans le monde et de la vision de l'amélioration continue de son fondateur William F. Austin : « Etre meilleur aujourd'hui qu'hier et meilleur demain qu'aujourd'hui ».

Starkey Hearing Technologies et Chris Hillman seront honorés lors du Sommet 2018 du 14<sup>ème</sup> Gala annuel des prix de leadership en fabrication, le 13 juin 2018 à Huntington Beach, en Californie.



Starkey Hearing Foundation : des audio-

### prothésistes français en mission humanitaire à Dakar

Du 12 au 19 avril, a eu lieu la troisième mission humanitaire au Sénégal «So the world may hear» : «Pour que le monde puisse entendre», de la Starkey Hearing Foundation, dirigée par son fondateur William F. Austin.



William F. Austin, au centre, fondateur de la Starkey Hearing Foundation entourés de tous les bénévoles. Une équipe soudée et performante!

A l'occasion de l'inauguration d'un centre de soins et de formation à vocation humanitaire, spécialisé dans les pathologies de la tête et du cou qui s'est déroulé le 16 avril à Fann Résidence à Dakar, la Starkey Hearing Foundation qui a accepté de financer la reconstruction et l'équipement de ce centre, y a posé sa tente pour accueillir plus de 1000 personnes. Les bénéficiaires, sélectionnés à travers des consultations abritées par le Service universitaire ORL du Centre hospitalier de Fann, ont tous reçu le cadeau de l'audition. La mission a été placée sous

le signe du partenariat français. L'équipe de volontaires comptait des audioprothésistes français, venus des 4 coins de la France et du directeur général de la société Starkey France, Thierry Daudignon, unis pour la premie re fois autour de valeurs communes que sont la solidarité et le partage. Durant 5 jours, l'équipe a donné le meilleur, aussi bien sur le plan personnel que professionnel, dans un esprit de solidarité, d'entre-aide, de partage et de convivialité.

Cet événement a été marqué par des moments forts, chaleureux et mémorables dont voici quelques extraits :

- «L'idée d'être porté par une volonté collégiale d'aider les autres sans arrièrepensée, c'est une très belle énergie par laquelle on se prend très vite au jeu... Les gens sont tellement reconnaissants alors qu'on a fait que ce que l'on aime faire...»! David Melliand, audioprothésiste à Saint-Avertin
- «Un concentré de bonne humeur à travers un travail d'échange harmonieux entre organisateurs, professionnels de l'audition de tout bord et population d'Afrique...» Véronique Claudel, audioprothésiste à Lorient
- « Faire de l'humanitaire a toujours été un rêve d'adolescente et le réaliser dans le cadre de son métier est magique. Aider et recevoir tellement plus! Ce fut un moment incroyable d'échanges.» Céline Peissak, audioprothésiste à Metz Tessy
- «Pour ma part, c'était une première mais j'espère pas la dernière !» Sandrine Brion Bogard, audioprothésiste à Epinal

Tous à l'unanimité sont prêts à renouveller l'expérience avec ce même élan d'aider des personnes dans le besoin. En s'engageant aux côtés de la Starkey Hearing Foundation, les bénévoles ont affirmé leur attachement à la solidarité et à la santé et à mettre leurs compétences professionnelles et personnelles au profit de populations défavorisées. L'action humanitaire des bénévoles avec le soutien des équipes permanentes de la fondation, ont pour motivation première d'aider toute personne dans le besoin à retrouver une meilleure audition. Toute aide auditive Starkey achetée permet de contribuer aux missions de la fondation pour offrir le cadeau de l'audition aux personnes les plus démunies à travers le monde!

> Eric Van Belleghem - Directeur Marketing +33(1).49 80 74 74 eric\_van\_belleghem@starkey.fr

# ACTUALITÉS <



### PHONAK

# Phonak élargit la gamme de solutions auditives de pointe avec le nouvel appareil sans fil CROS B-R, avec pile rechargeable au lithium-ion

19 avril 2018 - Phonak, le leader mondial des aides auditives et des solutions de communication sans fil, annonce le lancement de son nouvel appareil CROS B-R, le premier appareil à transfert controlatéral de signal (CROS) de la société, doté d'une pile rechargeable au lithium-ion (li-ion). L'appareil CROS B-R fournit aux clients atteints de surdité unilatérale une solution intelligente, équipée d'une pile rechargeable offrant une journée d'audition bilatérale, sans aucune contrainte liée à la pile. Cet appareil élargit la gamme de solutions auditives avec pile rechargeable au li-ion sur sa plateforme Belong™ déjà éprouvé.



« Perdre les capacités d'une oreille limite considérablement l'audition d'une personne, à différents niveaux. Ces personnes peuvent éprouver des difficultés à déterminer l'origine d'un son, comme la circulation en dehors de leur champ de vision », explique Christine Jones, vice-présidente audiologie à Phonak U.S. « De même, avoir une conversation dans des environnements bruyants est extrêmement difficile, en particulier lorsque l'orateur se trouve du côté malentendant. C'est la raison pour laquelle nous sommes si enthousiastes à l'idée de présenter notre appareil sans fil CROS B-R rechargeable. Cet appareil associe les excellentes performances auditives d'un appareil Phonak CROS aux avantages prouvés de la technologie rechargeable Phonak. »

La surdité unilatérale, une forme de perte auditive non traitée, peut avoir des répercussions considérables sur le travail et la vie de la personne. D'après l'Organisation Mondiale de la Santé, 466 millions de personnes à travers le monde souffrent de pertes auditives invalidantes. Les coûts annuels encourus par les pays en termes de services de santé directs et de pertes de productivité sont estimés à 750 milliards de dollars.<sup>1</sup>

Dans de nombreux cas, les patients atteints de surdité unilatérale<sup>2</sup> ne sont pas traités et ne sont pas forcément conscients qu'il existe d'autres options de traitement, outre la chirurgie correctrice. L'appareil Phonak CROS B-R offre une alternative à la chirurgie, sans faire de compromis sur les avantages audiologiques. Le nouvel appareil de Phonak parvient en effet à une excellente compréhension vocale, même dans les environnements bruyants, grâce à la technologie binaurale VoiceStream™. En outre, cet appareil est facile à appareiller et à présenter. Les clients peuvent ainsi découvrir immédiatement les avantages offerts par l'appareil Phonak CROS

Faisant partie de la gamme de produits Phonak CROS B-R, le système CROS B-R se compose de l'appareil CROS pour l'oreille malentendante et d'une aide Phonak Audéo™ B-R dans l'autre oreille. Le microphone de l'appareil CROS B-R capte les sons du côté de l'oreille malentendante et les transfère instantanément vers l'aide Audéo B-R. sans fil. Les clients peuvent utiliser les mêmes options de charge intelligentes pour les deux dispositifs. L'appareil CROS B-R est par ailleurs le premier appareil CROS de Phonak à disposer d'une pile rechargeable au li-ion, qui répond à des besoins non satisfaits sur le marché.3

« L'appareil CROS B-R résout l'un des problèmes les plus courants pour les clients atteints de surdité unilatérale qui utilisent les systèmes CROS : la consommation élevée de la pile », ajoute Christine Jones. « L'association de l'appareil CROS B-R à l'aide Audéo B-R changera la vie des clients atteints de surdité unilatérale. En effet, ils ne devront pas subir les risques liés à la chirurgie ou se contenter d'une idée fausse largement répandue, à savoir que l'on n'a besoin que d'une bonne oreille. »

L'appareil Phonak CROS B-R est disponible depuis le 23 avril 2018.

 Lisa Schlein, VOA "WHO: Nearly 1 Billion People Risk Hearing Loss by 2050," March 3, 2018
 https://www.voanews.com/a/world-healthorganization-hearing-loss/4278903.html

- Single sided deafness, also known as SSD, is typically caused by viral infections, Meniere's disease, head or ear injuries, or through surgical intervention to remove brain tumors. https://www.hear-it.org/single-sided-deafness
- 3. Abrams\_HB,\_Kihm\_J.\_An\_Introduction\_to\_MarkeTrak\_IX:\_A\_New\_Base-line\_for\_the\_Hearing\_Aid\_Market.\_Hearing\_Review.\_2015;22(6):16.\_Published\_on\_May\_15,\_2015\_ http://www.hearingreview.com/2015/05/introduction-marketrak-ix-new-baseline-hearing-aid-market

### Phonak lance une série de webinaires autour de l'e-audiologie pour accompagner les audioprothésistes dans la transformation numérique

Cette série de conférences pédagogiques en ligne, étalées sur 12 mois, accueillera de grands leaders d'opinion et des pionniers de l'audiologie numérique et sera lancée au mois de mai 2018.



La Docteur Danielle Glista inaugurera cette série de conférences le 9 mai 2018, avec une introduction à l'e-audiologie.

4 mai 2018 - Phonak, le leader mondial de l'innovation dans le secteur des aides auditives et des solutions de communication sans fil, annonce le lancement d'une série mensuelle de conférences en ligne autour de l'e-audiologie. Ces webinaires sont préparés et présentés en étroite collaboration avec des experts internationaux de renom. L'objectif est d'accompagner les audioprothésistes dans leur pratique clinique tout au long de leur transformation numérique, et de les aider à incorporer des solutions d'e-audiologie dans leur centre auditif. La première conférence aura lieu le 9 mai 2018 et sera animée par la docteur Danielle Glista.

La transformation numérique est en train de redéfinir le secteur de la santé. Les nouvelles technologies de télémédecine et de e-santé permettent aux patients de bénéficier de soins sans quitter le confort de leur domicile et de leur environnement social. Elles s'avèrent particulièrement



# > ACTUALITÉS

utiles dans les endroits reculés, quand de grandes distances séparent les patients de l'hôpital ou du médecin le plus proche.

« Cette évolution touche également le secteur de l'audiologie, et elle aura un impact sur la façon dont les soins seront prodigués dans le futur, explique Ora Buerkli, vice-présidente internationale du département d'audiologie de Phonak. Nous souhaitons accompagner les audioprothésistes dans la mise en œuvre de ces prestations étendues. En offrant des informations générales, concrètes et d'actualité, nous espérons permettre aux audioprothésistes d'adopter l'audiologie numérique et de tirer profit de cette nouvelle catégorie de services. »

### Série de conférences mensuelles à partir du mois de mai

Plus tôt dans l'année, Phonak a rassemblé des leaders d'opinion spécialisés dans l'e-audiologie, afin d'étudier la transformation numérique dans notre secteur et d'identifier les meilleures manières d'accompagner les audioprothésistes dans l'intégration de nouvelles solutions technologiques dans leur pratique clinique. À partir des conclusions tirées de ce colloque présidé par le professeur Joseph Montano, Phonak a préparé une série de conférences en ligne autour de l'e-audiologie. Au total, 12 webinaires mensuels qui rassembleront des experts du secteur sont prévus à partir du mois de mai.

La première conférence, intitulée « An introduction to eAudiology » (Introduction à l'e-audiologie), sera animée par la docteur Danielle Glista du National Centre for Audiology de l'université Western, dans la ville canadienne de London, en Ontario, le **9 mai 2018 à 11 h GMT (13 h en France**). D'autres experts animeront des webinaires de cette série, notamment les docteurs Gurjit Singh, Joseph Montano et Melanie Ferguson.

# Document de consensus sur l'e-audiologie

Suite au colloque, un document de consensus à destination des audioprothésistes en pratique clinique est en cours de rédaction et devrait être publié au mois de septembre.

Les webinaires seront diffusés en direct et en anglais depuis la plateforme en ligne Phonak Learning. Ils seront accessibles via un lien qui sera communiqué avant chaque conférence dans les pays participants (États-Unis, Canada, Australie, Afrique du Sud, Nouvelle-Zélande, Royaume-Uni, France et Allemagne). Chaque conférence sera accréditée par les organismes locaux de règlementation du secteur de l'audiologie. Les webinaires seront également enregistrés pour pouvoir être consultés ultérieurement.

Pour en savoir plus, rendez-vous sur www.phonak.com, www.phonakpro.com ou contactez : Contacts relations presse : Maud GARREL - Téléphone : +33 4 72 14 50 00 E-mail : maud.garrel@sonova.com

### OTICON

### Le ConnectClip d'Oticon reçoit le prix du Red Dot Award, un symbole d'excellence reconnu au niveau international





reddot design award

ConnectClip, le dispositif tout-en-un d'Oticon, à la fois émetteur Bluetooth® stéréo et microphone distant pour aides auditives Oticon Opn™, a reçu le prix du Red Dot Award, qui récompense la qualité de son design.

Oticon est fière d'annoncer que Connect-Clip a reçu le prix renommé du Red Dot Award: Product Design 2018, dans la catégorie « Product Design ». Sélectionné parmi les meilleurs produits du marché par un jury de designers indépendants, de professeurs de design et de journalistes spécialisés, ConnectClip est désormais lauréat de ce symbole d'excellence reconnu au niveau international.

À l'annonce de cette nouvelle, Ole Asboe Jørgensen, président d'Oticon, a déclaré : « Nous sommes honorés de recevoir une nouvelle fois le prix renommé du Red Dot Award, cette année pour notre nouveau ConnectClip. Une telle marque de reconnaissance des fonctions pratiques de ConnectClip, qui facilitent la vie des utilisateurs d'aides auditives Oticon Opn<sup>TM</sup>, est très gratifiante pour nous. Cela récompense une nouvelle fois tout le travail accompli pour concevoir et faire évoluer notre aide auditive Opn révolutionnaire, qui a également été primée par le Red Dot l'année dernière pour son design original ».

Ce prix salue la capacité de ConnectClip à transformer les aides auditives Oticon Opn™ en un casque stéréo sans fil pour de nombreux appareils Bluetooth®, dont les iPhone® et smartphones Android, les tablettes et ordinateurs, ainsi que sa fonction de microphone Bluetooth® sans fil. Au final, ConnectClip offre tous les avantages d'une expérience mains-libres stéréo et permet ainsi aux utilisateurs d'Opn™ de bénéficier d'une meilleure expérience d'écoute tout en vaquant à leurs occupations. De plus, avec son design d'inspiration scandinave simple et épuré, ConnectClip est à la fois moderne et discret

Les fabricants et designers du monde entier ont été conviés à soumettre leurs produits à la compétition internationale du Red Dot 2018. Un jury d'experts indépendants et internationaux a évalué individuellement des milliers de produits provenant de 59 pays avant d'élire les produits les plus extraordinaires et les plus innovants de 2018 en termes de design. Le Red Dot du design est un label très convoité pour un design de qualité, ce qui en fait l'une des récompenses les plus prestigieuses.

Oticon célèbre également la victoire d'Opn™ aux Wearable Technology and Digital Health Show Awards britanniques, dans la catégorie innovation. Décerné par un jury professionnel et par les votes en ligne du public, ce prix récompense un appareil portable original et innovant parmi les leaders mondiaux du secteur, qui présentent chaque année leurs nouveautés à l'occasion de ce salon.



Les organisateurs des Wearable Technology and Digital Health Show Awards ont commenté cette victoire : « Les juges ont estimé que la solution d'Oticon adoptait une approche révolutionnaire de la perte auditive et que sa technologie permettait véritablement aux utilisateurs d'interagir avec le nombre croissant d'objets connectés présent dans les foyers. Cette récompense est amplement méritée ».

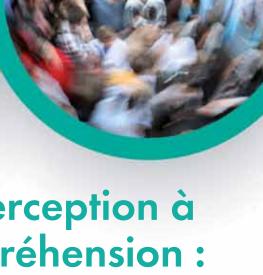
Pour en savoir plus sur Oticon.fr.

# **Enseignement post-universitaire**

30 nov. & 1er déc. 2018

Cité des Sciences et de l'Industrie -La Villette, Paris 19e





De la perception à la compréhension : applications audioprothétiques

CINA
Collège National d'Audioprothèse

www.college-nat-audio.fr

Secrétariat d'organisation et d'inscriptions ANT Congrès - audioepu2018@ant-congres.com

# > ACTUALITÉS



### **Enseignement**

# DIPLÔME UNIVERSITAIRE AUDIOLOGIE AUDIOPROTHÈSE ET PROTHÈSES IMPLANTABLES Université Claude Bernard Lyon 1 et Institut des sciences et techniques de la réadaptation





### Institut des Sciences et Techniques de la Réadaptation 8 Avenue Rockefeller 69008 LYON

Cette formation organisée à Lyon a pour objectif d'enseigner les connaissances pratiques les plus récentes en audiologie, traitement de l'acouphène, audioprothèses et prothèses implantables avec la participation active d'intervenants reconnus dans chacun des domaines. Cette formation a lieu sous la forme de sept modules de deux jours consécutifs (15 heures d'enseignement par module).

Cette formation est ouverte aux audioprothésistes diplômés désireux d'approfondir leurs connaissances dans le domaine de l'audiologie, de l'audioprothèse et des réglages des différents systèmes d'implants par des cours théoriques et pratiques.

Ce DU ne comporte pas de mémoire, seulement 7x2 jours de cours. Vous serez évalués sur 4 modules parmi 7 choisis au préalable. Afin d'équilibrer le nombre d'étudiants par module, nous vous demandons de classer par ordre de préférences les modules auxquels vous aimeriez assister (de 1 à 7). Des propositions vous seront ensuite faites. Vous pouvez assister à tous les modules mais devez être présents aux 4 pour lesquels vous serez évalués par écrit.

### Module 1. Lundi 15 octobre et mardi 16 octobre 2018

L'implant cochléaire et électro-acoustique : principe, indication de l'adulte et de

l'enfant, bilan pré-implantation, chirurgie, réglage, rééducation, évaluation, résultats.

Pr Eric Truy, Pr Hung THAI VAN, Dr Geneviève LINA-GRANADE, Dr Fabien SELDRAN, Tiphaine BIGEARD, Jean-François VESSON, Brigite FLAMENS.

Fabriquants : Advanced Bionics, Cochlear, Medel, Oticon Médical

# Module 2. Lundi 19 novembre et mardi 20 novembre 2018

2.1- L'implant d'oreille moyenne : principe, indications, chirurgie, réglages, résultats.

Dr Fabien SELDRAN, Paul BERGER.

Fabriquant: Cochlear, Medel

2.2- Les systèmes à abaissement fréquentiel : principes, indications, méthodes de réglages, intelligibilité, audibilité, résultats.

Dr Christophe MICHEYL, Dr Fabien SELDRAN, David COLIN.

Fabriquant: Bernafon, Phonak, Sivantos, Starkey, Widex.

# Module 3. Lundi 10 décembre et mardi 11 décembre 2018

Evaluation : mesure in-vivo, chaîne de mesure, tonale, vocale, psychoacoustique.

Pr Stéphane GALLEGO, Dr Christophe MICHEYL, Léon DODELE, Jean-Baptiste LEMASSON.

Fabriquant : Gn Otometrics, Interacoustics, Audyx

# Module 4. Lundi 14 janvier et mardi 15 janvier 2019

Le patient acouphénique et/ou hyperacousique : définition, prévalence, caractérisation, évaluation, pluridisciplinarité de la prise en charge, thérapie sonore, méthodes de réglages, résultats.

Pr Stéphane GALLEGO, Dr Christophe MICHEYL, Dr Arnaud NORENA, Dr Geneviève LINA-GRANADE, Philippe LURQUIN.

Fabriquant : Oticon, Phonak, Sivantos, Starkey, Widex

# Module 5. Lundi 11 février et mardi 12 février 2019

Surdité de l'enfant : prévalence, évaluation en fonction de l'âge, méthodes de réglage, résultats.

Dr Geneviève LINA-GRANADE, Eric BIZA-GUET, Jean-François VESSON, François DEJEAN, Sophie DELBORT.

# Module 6. Lundi 11 mars et mardi 12 mars 2019

Déficit multi-sensoriel : audition, vue, équilibre, langage, motricité, vieillissement, plasticité.

Pr Hung THAI VAN, Pr Agnès BO, Dr Xavier PERROT, Dr Eugène IONESCU, Mathieu FERSCHNEIDER.

## Module 7. Lundi 8 avril et mardi 9 avril 2019

Conduction osseuse et cartilagineuse : principe, évaluation, indications, de la lunette à l'ancrage osseux, résultat.

Pr Eric Truy, Pr Stéphane GALLEGO, Dr Fabien SELDRAN, Guy SERVETTAZ.

Fabriquant : Biotone, Cochlear, GN Otométrics, Medel, Oticon Médical.

Examen: Mi-mai 2019 à confirmer.

Cette formation peut être prise en charge par le FONGECIF ou l'employeur. Pour toute information complémentaire (dates, coût...), merci de contacter le secrétariat d'audioprothèse. Inscription jusqu'au 3 septembre 2018

### Renseignements et inscription

INSTITUT DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE LA READAPTATION

8 avenue ROCKEFELLER 69008 LYON

Téléphone 04 78 77 75 40 Télécopie 04 78 77 70 94

E.mail: veronique.villalon@univ-lyon1.fr

# ACTUALITÉS <



# COLLOQUE DE LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'AUDIOLOGIE 2018 « COMPRENDRE DANS LE BRUIT »



Lundi 8 octobre 2018 Sur le site du Congrès de la SFORL

**Palais des Congrès de Paris** 

### **Programme**

14h 00 – 14 h 15: Introduction

### **Arnaud COEZ**

14h 15 – 14h 45 : Le caractère masquant des différents types de bruits

#### **Christian MEYER-BISCH**

14 h 45-15 h 05 : Explorer l'audition en situation bruyante: quel(s) test(s) ?

### **Christophe VINCENT**

15 h 05- 15h 25: la prise en charge orthophonique pour faciliter la compréhension dans le bruit.

### Yannick BELLOUARD Elodie LACORRE

15h 25- 15h 45: Comment évaluer et prendre en charge les difficultés de l'enfant dyslexique en situation compétitive d'écoute.

### **Evelyne VEUILLET Hung THAI-VAN**

15h 45 – 16h00 : Evaluation de l'effort d'écoute dans le silence et dans le bruit par la pupillométrie chez les patients implantés cochléaires.

### Isabelle MOSNIER, Francesca YOSHIE-RUSSO. Michel HOEN.

16 h 00 - 17 h 00 : Table Ronde : l'audiométrie vocale dans le bruit: intérêt et choix des tests dans le diagnostic des surdités et dans l'évaluation de la réhabilitation.

### **Modérateur : Frédéric VENAIL**

17h 30 -18h 00 : Assemblée Générale de la SFA

### Inscription

SUR LE SITE DE LA SFORL : www.sforl.org

### COLLOQUE ACFOS XV



# INSERTION PROFESSIONNELLE: QUE DIRE AUX PARENTS?

Comment accompagner l'enfant, l'adolescent, le jeune adulte sourd pour lui permettre la meilleure insertion professionnelle possible : un parcours à construire ensemble

### Lundi 12 et mardi 13 novembre 2018 Espace Reuilly 21 rue Hénard 75012 Paris

Dans un marché du travail très tendu, à l'ère de la mondialisation et du développement des technologies numériques, l'organisation du travail est profondément transformée : quelle place dans l'emploi pour les personnes sourdes ?

Quels sont les clés et les leviers sur lesquels s'appuyer pour accompagner votre enfant si vous êtes parent, pour guider un jeune si vous êtes professionnel, ou pour être acteur de votre propre insertion dans la vie active si vous êtes concerné?

L'objectif de ce colloque est d'expliciter les conditions de réussite de l'intégration professionnelle d'une personne sourde. Il est important de comprendre les "règles du jeu" et de s'y préparer en amont du premier emploi.

### **Avant-programme 12 novembre**

### 8h: Accueil

### 9h: Introduction au colloque

Patrick ABOAF, Président du Comité Scientifique

Parent d'une adulte sourde

Expérience insertion professionnelle et handicap : mission handicap (Nokia), AGEFIPH, CNCPH

Parcours associatif : Cochlée Idf, ANPEDA, UNISDA

# De l'école à l'emploi : état des lieux, parcours...

La scolarisation des enfants sourds : état des lieux

Samuel BRETAUDEAU, Chef du Service Handicap, Inspecteur pédagogique et technique, DGCS, Paris (à confirmer)

La continuité du parcours de 0 à 20 ans : et après ?

Pr Serge EBERSOLD, Sociologue, LISE-CNAM. Paris

Introduction à la table-ronde : les principes de l'orientation

Hélène LEGAULT- DE COMPIEGNE, Cheffe du Service Handicap, ONISEP, Paris

Table-ronde : "Processus adolescent, dynamique familiale : l'orientation et l'accompagnement des sourds vers l'emploi Animateur : Gilles POLLET, Directeur ARIEDA, Montpellier

Participants: adulte sourd, parent, psychologue, coordinatrice formation

### 12h30-14h : Déjeuner

Etre acteur de son insertion professionnelle : comment se préparer ? Comment communiquer ?

Etre conscient des représentations du handicap, de la surdité

### 14h : Les idées reçues, les attentes, les freins Intervenant à confirmer

Table-ronde : "Comment accueillir et que répondre aux parents sur le devenir adulte de leur enfant sourd?"

Animatrice : Florence SEIGNOBOS, Psychologue

Participants : parents d'enfants sourds, Médecin ORL-Audiophonologiste

### **Un travail sur soi**

Table-ronde : "La surdité : la nécessité d'identifier les difficultés "invisibles"

Animatrice : Marie-Laure SAUREL, Consultante en accessibilité, PEPSA3, Paris - Participants : personnes sourdes en emploi de profils et professions variés

Etre acteur de son insertion professionnelle

Marie-Laure SAUREL, Consultante en accessibilité, PEPSA3, Paris

La recherche d'emploi et l'embauche : que dire, que faire ?

Agnès de L'EPINE, Directrice association @talentEgal, Vélizy-Villacoublay

18h05 : Fin de la journée

# F

# > ACTUALITÉS

#### **13 novembre 2018**

Lors de l'orientation, être informé pour mieux choisir : les dispositifs existants, les aides technologiques

La politique d'insertion professionnelle des personnes handicapées : état des lieux

### 8h30 : L'obligation d'emploi des travailleurs handicapés

Guy TISSERAND, Président de TH Conseil, Francheville

Pour une entreprise "inclusive"

Dominique GILLOT, Présidente du Conseil National Consultatif des Personnes Handicapées (CNCPH), Paris

# Les acteurs de l'insertion, les aides et prestations, le secteur médico-social

"Le bien-être professionnel et personnel des personnes sourdes" : un travail de recherche effectué par une personne sourde

Laëtitia MAUNOURY, Contrôleuse de Gestion, Société Générale, Paris

Les acteurs et dispositifs de l'insertion professionnelle : que sont-ils ? AGEFIPH

Qu'est-ce qu'une Mission Handicap dans une entreprise ?

Dominique BELLION, Directrice Mission Handicap BNP-Paribas, Paris

### 12h -13h30h : Déjeuner

13h30 : Table-ronde : "Du milieu ordinaire au secteur protégé : différentes alternatives grâce à l'accompagnement médico-social"

# L'accessibilité grâce aux aides technologiques

Témoignages : Thibault DUCHEMIN, créateur de AVA, Olivier JEANNEL, créateur de ROGER VOICE

Table-ronde : les nouvelles technologies : quelle aide dans l'emploi ? Comment commencer dès l'école à les utiliser ?

Animateur : François AUTHIER, Ingénieur, Paris

Participants : Advanced Bionics, Cochlear, Med-El, Oticon Neurelec

Et pour le bébé sourd d'aujourd'hui : quel avenir ?

Annie BERNIER, Directrice, CAMSP Espoir 93, Noisy

Conclusion du colloque

Patrick ABOAF, Président du Comité scientifique du colloque, Paris

17h : Fin du colloque

# LES LABORATOIRES RENARD ET AUDIOPRO CONNECT LANCENT UN PLAN D'ACTION « 2 MN CONTRE ALZHEIMER »





Elaborée avec la plateforme d'audiologie AudioPro Connect et encadrée par un comité scientifique spécialement constitué, l'action de repérage des troubles de l'audition « 2 minutes contre Alzheimer » est désormais mise à la disposition des professionnels de santé : de nombreuses personnalités du monde de l'audition sont venues témoigner de son intérêt et de son efficacité lors de la soirée de lancement du mercredi 28 mars 2018.

Le test permet d'évaluer les troubles auditifs en 3 étapes : un questionnaire sur la gêne dans la vie quotidienne (validé par la SOFRESC, Société Française de Réflexion Sensori-Cognitive), une question sur l'asymétrie et un test adaptatif automatique de compréhension dans le bruit (listes de 6 mots monosyllabiques avec bruit masquant).

Cette dernière étape est majeure, car les difficultés de compréhension dans le bruit constituent la principale plainte des patients

malentendants, comme l'a souligné Arnaud COEZ, Audioprothésiste et Président de la Société Française d'Audiologie, lors de la soirée de lancement. Pourtant, nombre d'entre eux se présentent tardivement chez un audioprothésiste pour leur premier appareillage.

Utilisable par tous les professionnels de santé, « 2 minutes contre Alzheimer » tend donc à repérer plus précocement les troubles de l'audition, afin de pouvoir les prendre en charge plus rapidement et garantir une adaptation prothétique plus efficace.

Les Laboratoires d'Audiologie RENARD, en partenariat avec AudioPro Connect, ont rendu ce test possible et accessible gratuitement depuis un ordinateur ou une tablette, équipés d'enceintes, avec des résultats facilement interprétables sous forme d'un feu tricolore. Après s'être inscrits sur la plateforme, tous les professionnels de santé de la région Hauts de France peuvent donc désormais tester l'audition de leurs patients avec cet outil innovant.

Une première analyse des données et des résultats de cette action sera réalisée au dernier trimestre 2018.

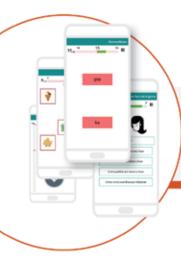






### L'entraînement auditif

### un réel impact pour vos patients



L'entraînement auditif est une une fonctionnalité phare de Profonia. C'est un ensemble d'exercices ludiques pour stimuler le cerveau et faciliter l'adaptation à l'appareil auditif. L'entraînement auditif utilise l'intelligence artificielle et les dernières recherches en neurosciences.

des utilisateurs ressentent 78% des progrès au niveau de leurs fonctions cognitives\*



L'âge avançant il faut à tout prix entraîner et maintenir la stimulation cognitive si l'on veut continuer à exister en public. Un grand merci à toute l'équipe!

Laurent, 65 ans, appareillé depuis 11 mois

Même si je fais encore beaucoup d'erreurs, je trouve avoir réellement progressé. Je reconnais des sons que je ne reconnaissais pas au début.



Amine, 38 ans, appareillé depuis 10 ans

### Proposez-le à vos patients

profonia.com

contact@profonia.com | 04 58 00 50 33

# > AGENDA

### **MAI 2018**

### 52e Symposium société Internationale d'Otoneurologie



### 24 au 26 mai 2018

### Centre de Conférence et de Congrès Hôpital Pierre Paul Riquet - Toulouse

"Les vertiges en 2018 : Mieux les comprendre pour mieux les traiter."

#### THÈMES PRINCIPAUX

- Migraine vestibulaire.
- Microgravité et système vestibulaire.
- Troubles pressionnels du LCR et vertiges.
- VPPB : Consensus dans la prise en charge.
- Maladie de Ménière invalidante : quel traitement en 2018
- Implant Cochléaire et conservation du système vestibulaire.
- Examen du patient vertigineux par l'ORL.
- Vertiges aigus et AVC, vu par ORL ou Neurologue.
- Acouphènes et thérapies sonores.

Infos: http://www.sio2018-toulouse.com

# 

### **SEPTEMBRE 2018**

# 9e Colloque de l'Association Francophone des Équipes Pluridisciplinaires en Acouphénologie (AFRÉPA)

### Les 14 et 15 septembre 2018 à Versailles.

Au fil des années, cette réunion francophone de l'Acouphénologie est devenue le grand rendez-vous multidisciplinaire de l'année, à la fois attendu des professionnels et indispensable à l'amélioration de la prise en charge des patients. Dans cet esprit de partage de compétences, d'ouverture, et de convivialité qui caractérise notre Association, les échanges scientifiques y sont toujours nombreux et fructueux, propices à l'émergence de nouveaux projets et de nouvelles idées, permettant de faire évoluer les pratiques pour le plus grand bénéfice de nos patients souffrant d'acouphènes.

Infos: https://www.afrepa.org/colloque-afrepa-2018-a-versailles.html

### **OCTOBRE 2018**

### Colloque de la Société Française d'Audiologie 2018



### Lundi 8 octobre 2018 - Palais des Congrès de Paris

« Comprendre dans le bruit »

Inscriptions au colloque sur le site de la sforl : www.Sforl.Org

### 124<sup>ème</sup> Congrès de la SFORL



6/8 octobre 2018 Palais des Congrès de Paris

Info: http://www.congres-sforl.fr/

### DÉCEMBRE 2018

# **Enseignement Post-Universitaire**



### Du 6 et 3 décembre 2016

Service audioprothétique rendu basé sur les preuves cliniques ».

Principaux résultats : de l'aide auditive conventionnelle aux implants.

Applications à la pratique quotidienne.

Info: http://www.college-nat-audio.fr/

## ANNONCES <









### Nous recrutons 2 audioprothésistes (h/f)

Pour nos centres audition mutualiste situés dans le Vaucluse (84)

CDI temps plein ou temps partiel
1 assistante audio déjà en poste
Diplôme d'Etat d'audioprothésiste
exigé

Débutants acceptés Intégration au poste + plan de formation

### Rémunération motivante :

Fixe + variable + mutuelle + prévoyance + PEE + titres restaurant Statut cadre

> Contact : christopher.marechal@eovi.f

Une relation clients 5 étoiles



### **AUDITION CONSEIL**

N°1 du palmarès "Prothèses auditives" pour la deuxième année consécutive!







### AUDITION CONSEIL

recrute audioprothésistes D.E.

Postes à pourvoir toutes régions o.delatour@auditionconseil.fr

<u>ler réseau d'indépendants en France</u>



### Recrute des Audioprothèsistes H/F pour ses Centres Audition Mutualiste

CAEN – Calvados (14)

LE HAVRE – Seine Maritime (76)

ROUEN – Seine-Maritime (76)

BERNAY – Eure (27)

LOUVIERS – Eure (27)

- > Poste à temps complet ou à temps partiel
- > Débutant ou expérimenté
- ➤ Contrat de travail à durée indéterminée
- ➤ Rémunération fixe + variable
- > Prise de fonction dès que possible
- > Avantages sociaux (mutuelle, CE, titres repas) + retraite supplémentaire

Organisme privé à but non lucratif, la MFN SSAM garantit la qualité au meilleur prix et propose de soins médicaux è parameticaux pour tous. C'es aussi plus de 200 Services de Soins et d'Accomps generent Muschaltes sur l'ensemble du territoire nor mand pour répondre aux besoins de chacun à tout les moments de sa vie.



Offres d'emplois
Ventes et achats de matériel
Cessions et recherches
de fonds de commerce

Déposez vos petites annonces!

Pour tout renseignement:

Collège National d'Audioprothèse cna.paris@orange.fr 03.21.77.91.24

## > ANNONCES



Laboratoire indépendant, implanté depuis plus de 10 ans sur Compiègne (Oise, 60, à 1 heure de Paris) recherche pour intégrer son équipe

### **UN(E) AUDIOPROTHESISTE:**

- Matériel dernière technologie (audiométrie aux inserts, mesure in-VIVO, logiciel AUDYX, réalisation d'embouts sur mesure sur place via sa propre imprimante 3D)
- Vacation en école d'enfants sourds
- Formation continue assurée (EPU, DU...)
- Le poste à pourvoir est un CDI de 35h/semaine avec salaire motivant + intéressement
- Futur(e) diplômé(e) 2018 accepté(e)



Contactez Mme HERRMANN-DEROUSSEN au 03.44.85.82.38 ou par mail : auditionsaintgermain@orange.fr



Première entreprise de l'économie sociale et solidaire du département, la MUTUALITE FRANCAISE SAONE ET LOIRE apporte des réponses adaptées aux besoins de santé de la population, en favorisant l'accès à des dispositifs de soins et d'accompagnement de qualité et de proximité. Elle étend son savoir-faire dans ce domaine au travers d'activités multiples : établissements médico-sociaux, ergothérapie, Services de Soins Infirmiers à Domicile, centres dentaires, magasins d'optique et d'audio.

Nous recherchons pour le développement de nos centres d'audition mutualiste situés en Saône et Loire (Bourgogne), des

### Audioprothésistes (H/F)

Temps plein ou temps partiel

Rattaché au Responsable de la filière, vous avez en charge le développement de l'activité de notre centre.

Vous montez, adaptez, réglez et réparez les appareils auditifs.

Doté d'un bon sens relationnel et commercial, vous êtes soucieux du développement du niveau de satisfaction de la clientèle.

Vous travaillez en autonomie dans un centre offrant un équipement technique performant.

**Profil** : Titulaire du Diplôme d'Etat d'Audioprothésiste

Débutant ou expérimenté, vous maitrisez les techniques de moulage, de réglage et d'ajustage des appareils auditifs.

**Offre** : Rémunération attractive assortie de primes et avantages complémentaires. Statut Cadre. Horaires adaptés à votre style de vie.

### Envie de rejoindre une enseigne ambitieuse, en développement ?

Adressez votre dossier de candidature à la Direction de ressources humaines : ressources-humaines@mutualite-71.fr



Offres d'emplois
Ventes et achats de matériel
Cessions et recherches
de fonds de commerce

### Déposez vos petites annonces!

Pour tout renseignement:

Collège National d'Audioprothèse cna.paris@orange.fr 03.21.77.91.24



# Silk Nx.

L'intra-auriculaire miniaturisé à l'extrême en adaptation immédiate, et e2e Ultra HD!



### Silk Nx

La discrétion absolue combinée à une expérience auditive des plus naturelles.

- e2e Ultra HD, la synchronisation binaurale en continu pour des performances audiologiques inégalées
- Adaptation immédiate, dômes manchons en silicone
- Invisible et ultra confortable









Solutions

signia-pro.fr



# Soundlens iQ [Synergy\*]

### UNE AUDITION NATURELLE DANS N'IMPORTE QUEL ENVIRONNEMENT SONORE

SoundLens Synergy iQ est dotée d'un algorithme de traitement de signal **Acuity Immersion** qui permet à vos patients de localiser précisément la source des sons de leur environnement. Celle-ci lui confère un avantage unique. De par la position de son microphone à l'intérieur du conduit auditif, cette technologie permet de capter les signaux sonores naturels, indispensables à la localisation spatiale - redonnant un sentiment de présence et de connexion au monde. Grâce à l'optimisation de nos solutions 100 % invisibles iQ, vos patients peuvent accéder à ces signaux et libérer leur potentiel auditif d'une manière totalement nouvelle, en toute discrétion.

Rendez-vous sur starkeyfrancepro.com ou renseignez-vous dès maintenant auprès de votre Responsable régional des ventes.



