

# Les Cahiers de l'Audition

LA REVUE  
DU COLLEGE  
NATIONAL  
D'AUDIOPROTHESE

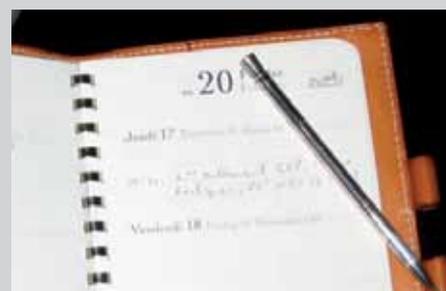
Volume 27 - Janvier/Février 2014 - Numéro 1

## Dossier

**La Neuropathie Auditive  
Particularités fonctionnelles du système  
efférent olivocochléaire médian chez les  
musiciens professionnels**



## Actualités



## Agenda

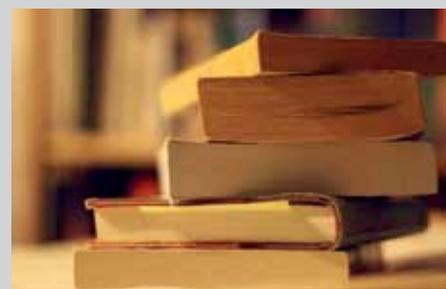


## Métier et technique

**La prise en charge de l'Enfant précoce (EIP)**  
Hervé BISCHOFF



## Veille technique



## Notes de lecture

François DEGOVE



## Cas clinique

**Enfant Hyperacousique et EIP.  
L'hyperacousie chez l'enfant,  
symptôme de précocité ?** Hervé BISCHOFF



## Veille acouphènes

**Etude des liens entre gêne due à  
l'acouphène et capacité à faire face**  
Philippe LURQUIN, Maud REAL, A. BENMEZIAN



## Mesures objectives en audiologie

**L' « ABC » de la tympanométrie**  
Fabrice GIRAUDET



# Des solutions d'implants auditifs pour tous les types de surdités

**MED<sup>®</sup>EL**



**CONCERTO**  
Système d'implant  
cochléaire



**EAS<sup>®</sup>**  
Stimulation électrique  
acoustique combinée



**BONEBRIDGE™**  
Système d'implant  
à conduction osseuse



**VIBRANT  
SOUND BRIDGE®**  
Implant d'oreille moyenne

hearLIFE

medel.com





## 3 Editorial

Paul AVAN



## 4 Le mot du Président du Collège

Eric BIZAGUET



## 7 Dossier

**La Neuropathie Auditive**

**Revue de l'actualité des six dernières années**

Pr Paul DELTENRE

**Particularités fonctionnelles du système efférent olivocochléaire médian chez les musiciens professionnels**

Dr Xavier PERROT



## 26 Métier et technique

**La prise en charge de l'Enfant précoce (EIP)**

Hervé BISCHOFF



## 31 Cas clinique

**Enfant Hyperacousique et EIP**

**L'hyperacousie chez l'enfant, symptôme de précocité ?**

Hervé BISCHOFF



## 34 Notes de lecture

François DEGOVE



## 36 Veille acouphènes

**Etude des liens entre gêne due à l'acouphène et capacité à faire face**

Philippe LURQUIN, Maud REAL, A. BENMEZIAN



## 44 Mesures objectives en audiologie

**L'« ABC » de la tympanométrie**

Fabrice GIRAUDET



## 47 Veille technique

**OTICON - PHONAK - SIEMENS - STARKEY - WIDEX**



## 58 Actualités et agenda



## 62 Annonces

Liste des annonceurs

Annuaire Français

d'Audiophonologie -

Sonic - Phonak

Siemens - Starkey

VIBRANT MED-EL - Widex

Les Cahiers de l'Audition

Janv./Fév. 2014 - Vol 27 - N°1

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

## Editeur

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

## Directeur de la publication et rédacteur

Arnaud COEZ  
LCA - 20 rue Thérèse  
75001 Paris  
Tél. 01 42 96 87 77  
arnaud.coez@lcab.fr

## Rédacteur en chef

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

## Conception et réalisation

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

## Abonnements, publicités et annonces

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

## Dépôt Légal à date de parution

Janvier/Février 2014  
Vol. 27 N°1  
Imprimé par Néo-typo - Besançon

# Le Collège National d'Audioprothèse

Président	1 <sup>er</sup> Vice Président	2 <sup>e</sup> Vice Président	Président d'honneur	Trésorier général	Trésorier général adjoint	Secrétaire Général	Secrétaire général adjoint
							
Eric BIZAGUET	Frank LEFEVRE	Stéphane LAURENT	Xavier RENARD	Eric HANS	Jean-Jacques BLANCHET	François LE HER	Arnaud COEZ

## Membres du Collège National d'Audioprothèse

							
Kamel ADJOUT	Patrick ARTHAUD	Jean-Claude AUDRY	Jean BANCONS	Jean-Paul BERAHA	Hervé BISCHOFF	Geneviève BIZAGUET	Daniel CHEVILLARD
							
Christine DAGAIN	Ronald DE BOCK	Xavier DEBRUILLE	François DEGÔVE	François DEJÉAN	Jean-Baptiste DELANDE	Xavier DELERCE	Matthieu DEL RIO
							
Charles ELCABACHE	Robert FAGGIANO	Stéphane GARNIER	Thierry GARNIER	Alexandre GAULT	Grégory GERBAUD	Céline GUEMAS	Bernard HUGON
							
Yves LASRY	Maryvonne NICOT- MASSIAS	Christian RENARD	Thomas ROY	Benoît ROY	Philippe THIBAUT	Jean-François VESSON	Frédérique VIGNAULT
							
Alain VINET	Paul-Edouard WATERLOT						

## Membres honoraires du Collège National d'Audioprothèse

			
Jean-Pierre DUPRET	Jean OLD	Georges PEIX	Claude SANGUY

## Membres Correspondants étrangers du Collège National d'Audioprothèse

					
Roberto CARLE	Léon DÔDELE	Bruno LUCARELLI	Philippe LURQUIN	Leonardo MAGNELLI	Philippe ESTOPPEY
					
Carlos MARTINEZ OSORIO	Thierry RENGLET	Juan Martinez SAN JOSE	Christoph SCHWOB	Elie EL ZIR Membre Correspondant étranger associé	



**Paul AVAN**

L'année écoulée depuis la disparition de Jean-Louis Collette n'a pas effacé la sensation de perte, non seulement d'un collègue érudit et curieux de tout, avide de partager ses questionnements, mais aussi d'un ami plein d'humour et de convivialité, intimement persuadé que le Siècle des Lumières n'était pas un épisode du passé mais un cycle en perpétuel recommencement. Mais nous n'avons pas perdu les leçons de sa carrière de praticien au carrefour entre la clinique, l'investigation et l'enseignement. Ce numéro-hommage présente deux sujets qui le passionnaient, rédigés par deux de ses amis, Paul Deltenre et Xavier Perrot, qu'il sollicitait souvent pour des articles ou des conseils lorsqu'il endossait son rôle de collaborateur régulier de la rédaction des Cahiers.

L'intérêt de ces sujets est très typique du cheminement intellectuel dont Jean-Louis faisait la promotion. Le premier, les neuropathies auditives, avait déjà fait l'objet d'un gros dossier rassemblé par Jean-Louis il y a quelques années, mais Paul Deltenre nous en propose une mise à jour indispensable. L'article met en exergue l'esprit de détective, celui qui pousse à faire usage de tous les outils du domaine, y compris certains qui ne font pas (ou plus) partie de la pratique quotidienne, mais qui, habilement détournés de leur contexte habituel, révèlent des coïncidences ou des contradictions qui orientent l'enquête dans une direction originale. Imagination et culture sont nécessaires, imagination d'abord, parce que le tableau clinique est truffé de pièges (otoémissions absentes, mais tympanogramme plat donc conclusion impossible et définition inapplicable) et de fausses ressemblances. Culture ensuite, pour comprendre en quoi un «vieux» signal comme le potentiel microphonique, correctement identifié et débarrassé de ses artefacts typiques, peut connaître une nouvelle vie en revenant au premier plan de certaines démarches diagnostiques pourtant à première vue bien éloignées de son terrain d'origine.

Le deuxième thème est traité par Xavier Perrot, autour de la régulation efférente de la cochlée chez les musiciens professionnels. Il est typique d'une problématique élégamment résolue par une combinaison de connaissances pointues et de culture générale. Physiologie, neurologie, anatomie doivent être associées pour bien comprendre la cochlée, les voies auditives de leurs neuromédiateurs à leur anatomie, et leurs moyens d'exploration. Mais c'est la culture générale, cette fois musicale issue d'une pratique de haut niveau, qui permet de se poser les bonnes questions... Incidemment, plusieurs lecteurs se souviennent certainement des appels téléphoniques de Jean-Louis, à propos de tel ou tel point de science ou cas clinique à clarifier, et de la musique, toujours en arrière-plan dans son bureau, dont on devinait qu'elle l'aidait à réfléchir et à formuler ses questions. Certainement, son système efférent et le nôtre tournaient alors à plein régime!

La démarche décrite par les auteurs de ce numéro avec érudition et pédagogie se généralise pour garantir d'efficaces diagnostics et prises en charge pratiques. Elle n'est pas confinée à une activité de recherche, et l'exemple de Jean-Louis illustre bien comment les différentes facettes peuvent se combiner pour apporter une solution aux patients, si délicates soient leurs difficultés.

**Paul Avan**



# Le mot du Président du Collège

## Eric Bizaguet

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

Nous sommes à mi chemin de deux événements importants pour notre profession. D'un côté l'EPU qui a pour fonction la formation continue et démontre l'envie des audioprothésistes de toujours progresser pour le plus grand bien des déficients auditifs et de l'autre le congrès qui permet une rencontre entre notre profession et les fabricants. Que de nouveautés dans ces dernières années et que d'efforts pour toujours utiliser de façon la plus adaptée les progrès technologiques.

C'est la vitrine de notre activité et elle mérite tout l'intérêt que nous lui prêtons. C'est aussi un échange de plusieurs professions qui font partie de l'équipe travaillant aux services des malentendants. La journée pluridisciplinaire du Congrès de l'UNSAF est le lieu d'échanges où nous avons la chance de voir organiser par le Professeur Paul AVAN la journée pluridisciplinaire du congrès. L'apport de ces connaissances est indispensable pour comprendre les limites de nos possibilités technologiques. La matinée nous conduira par exemple à mieux comprendre l'organisation de la fonction auditive en reliant la physiopathologie du système auditif à de nouveaux cahiers des charges pour l'appareillage auditif.

Les intervenants nous conduiront à un voyage allant de la cochlée vers les centres auditifs corticaux. Ces conférences et ateliers participent à notre formation continue et sont l'occasion d'adopter un nouveau point de vue, d'améliorer nos discours, de partager le savoir, de nous

interroger sur nos pratiques et de continuer à chercher à ouvrir notre futur.

Participer à cette journée est une chance et nous devons être honorés de la présence de tels conférenciers et les remercier en participant à cette journée et en intégrant leurs connaissances dans nos prises en charge.

Le samedi commencera par la matinée du Collège où de jeunes audioprothésistes postuleront au titre de lauréat du Collège National d'Audioprothèse en présentant leurs mémoires de fin d'études. C'est toujours un plaisir de les entendre. Ils ont été sélectionnés pour défendre les écoles d'Audioprothèse et je suis toujours surpris de la qualité de leurs présentations, de leurs travaux et des synthèses que l'on peut en tirer. Venez nombreux les applaudir car parmi eux se trouvent les responsables qui vous défendront demain.

Ce qui me conduit à vous rappeler que le Collège a ouvert de nouveau 6 postes de Collégiens pour tenir compte de l'augmentation du nombre d'étudiants en audioprothèse et des nouveaux challenges que nous ouvrent la recherche, la formation continue obligatoire et la nécessité de défendre les valeurs de notre profession.

Vous trouverez dans ce numéro toutes les modalités pour constituer votre dossier et le faire parvenir au Collège. Postulez à ce titre et venez nous rejoindre pour partager notre passion et notre volonté de défendre cette merveilleuse profession qu'est la notre.



## **Collège National d'Audioprothèse** Ouverture sur concours de 6 places de membres

Par décision de la dernière Assemblée Générale et conformément aux statuts, **6 places de Membres Actifs** sont proposées par concours.

Pour être candidat, il faut :

- avoir qualité pour exercer l'activité professionnelle d'Audioprothésiste conformément à la loi 67-4 du 3 Janvier 1967,
- exercer la profession d'audioprothésiste,
- être âgé de plus de 30 ans,
- avoir au minimum 5 ans d'exercice professionnel,
- avoir été, être chargé ou pouvoir être chargé d'enseignement d'Audioprothèse au diplôme d'Etat d'Audioprothésiste,
- être disponible pour dispenser à la demande l'enseignement auprès des sites habilités.

**Les candidats doivent envoyer un dossier comprenant une lettre de motivation, leur curriculum vitae, leurs titres et travaux (article, communication, étude, etc.).**

Les candidats retenus sur titre et travaux pour postuler réaliseront une communication orale de 20 minutes d'un travail personnel devant un jury composé de membres du Collège National d'Audioprothèse.

Le vote définitif aura lieu lors de l'Assemblée Générale du Collège en juin 2014.

Les candidatures doivent être adressées au plus tard le 31 MARS 2014 à

**Monsieur Eric BIZAGUET**  
**Président du Collège National d'Audioprothèse**  
**20 Rue Thérèse 75001 PARIS**



# > Dossier

## **8 La Neuropathie Auditive**

**Revue de l'actualité des six dernières années**

Pr Paul DELTENRE, M.D., Ph.D.

## **16 Particularités fonctionnelles du système efférent**

**olivocochléaire médian chez les musiciens professionnels**

Dr Xavier PERROT

# Préface



Ce numéro des Cahiers de l'Audition est dédié à notre ami le Docteur Jean Louis COLLETTE disparu brutalement le 16 novembre 2012. Cette publication était pour lui une référence dans le domaine de l'Audiologie et il y avait directement dirigé plusieurs dossiers au cours des dernières années. Les Editeurs ont souhaité, plus qu'un hommage « solennel », ouvrir les colonnes de la Revue à ses collègues et amis. Les collègues de Jean Louis devenaient d'ailleurs rapidement ses amis... Les publications originales qui sont éditées dans ce numéro, témoignent ainsi de l'engagement qui était le sien dans le domaine de l'Audiologie, en liaison avec des équipes internationales à la pointe dans leur domaine, et de la reconnaissance réciproque.

Dans les trois facettes de son exercice professionnel, activité clinique, recherche et enseignement, Jean Louis privilégiait la rigueur et la diffusion des informations les plus récentes.

L'activité clinique : que ce soit dans le cadre de son exercice libéral, ou dans celui des services d'ORL et de Neurologie du CHU de Créteil, Jean Louis était le référent en matière d'évaluation, de diagnostic et de traitement des atteintes auditives et vestibulaires. Et nous sommes nombreux à avoir apprécié sa disponibilité pour lui soumettre des « cas difficiles » et bénéficier de ses avis éclairés. Cette activité s'inscrivait dans le cadre de l'interdisciplinarité, illustrée par ses compétences en Neurologie et ses liens privilégiés avec les différents professionnels

impliqués dans les troubles de l'audition et de l'équilibre.

L'enseignement : ce sont les publications, communications, participation à des formations et congrès. Parmi les nombreux domaines abordés on peut citer les bases d'une audiométrie clinique rigoureuse, la neuropathie auditive, les tests auditifs centraux... thèmes qui ont fait l'objet de Dossiers publiés dans les Cahiers de l'Audition sous sa direction. Il faut y associer les qualités d'enseignement au quotidien, auprès des internes en ORL, des étudiants en Audioprothèse et Orthophonie. La disponibilité et la pédagogie de Jean Louis illustrent son savoir-faire et son faire savoir dans le cadre d'un véritable compagnonnage.

La recherche : toujours partant pour superviser ou participer à des études cliniques dans le domaine de l'Audiologie, Jean Louis apportait son regard critique sur les résultats des études, et leurs applications potentielles en pratique clinique, rejoignant ainsi ses préoccupations de clinicien.

Il est impossible de terminer cet éditorial sans évoquer les touches d'humour qui ponctuaient les présentations de Jean Louis et la convivialité des moments partagés en toute amitié à de nombreuses reprises.

Au-delà de la tristesse rattachée à la perte d'un ami, et de la douleur ressentie par ses proches vers lesquels vont toutes nos pensées, notre souhait est de poursuivre dans ces domaines où il excellait.

**Didier  
BOUCCARA**

Secrétaire général de  
la Société Française  
d'Audiologie



# La Neuropathie Auditive

## Revue de l'actualité des six dernières années

**Pr Paul  
DELTENRE,  
M.D., Ph.D.**

Laboratoire de  
Neurophysiologie  
Sensorielle et Cognitive  
CHU Brugmann -  
Université Libre  
de Bruxelles  
Place Van Gehuchten 4  
B-1020 Bruxelles  
Tél + 32 2 4772459  
Fax + 32 2 4772456  
e-mail :  
pdeltenr@ulb.ac.be

**Mots-Clés :**  
Critères diagnostiques  
Electrophysiologie  
Neuropathie Auditive  
Prévalence  
Psychoacoustique  
Remédiation

1

### Résumé

Six ans après la publication de la monographie orchestrée par Jean-Louis Collette et consacrée à la Neuropathie Auditive, cet article rend un hommage à sa mémoire en actualisant plusieurs aspects de cette forme particulière d'atteinte auditive et en ré-insistant sur quelques éléments fondamentaux afin d'en améliorer la détection. Dotée d'une généreuse bibliographie qui permettra au lecteur intéressé d'approfondir chaque sujet, la revue qui suit examine et justifie l'évolution terminologique de l'entité et discute de sa définition. Les critères diagnostics sont revus en détails avec une attention particulière pour le Potentiel Microphonique Cochléaire (PMC) qui est souvent la clé du diagnostic. Après une estimation de la prévalence de l'affection, la multiplicité des étiologies et mécanismes intimes est rappelée et deux mécanismes particulièrement important à distinguer par rapport à l'orientation thérapeutique sont mis en exergue : les Dysplasies du Nerf Cochléaire (DNC) et les synaptopathies. Après une brève discussion des étiologies génétiques, les profils psychoacoustiques et électrophysiologiques typiques sont abordés et quelques perspectives d'avenir sont tracées. La dernière section résume les options thérapeutiques en insistant sur l'importance de l'abandon de tout dogmatisme et d'une stratégie hautement individualisée s'adaptant aux difficultés rencontrées par chaque patient.

2

### Introduction

Lorsqu' à l'automne 2012, abasourdis, attristés et choqués par le décès tragique de Jean-Louis Collette, un petit groupe d'amis et collaborateurs prit rapidement la décision de rédiger une série d'articles destinés à honorer sa mémoire dans les Cahiers de l'Audition, le choix de traiter, entre autres, de la Neuropathie Auditive allait de soi. Quelques mois plus tard, les mains suspendues au dessus du clavier, entouré de la littérature pertinente et des deux numéros des cahiers dont Jean-Louis avait dirigé la rédaction, on mesure mieux encore à quel point son travail avait été exhaustif, couvrant tous les aspects de la question si bien que le présent article se contentera d'actualiser quelques uns des points traités de manière si brillante par Jean-Louis et l'équipe rédactionnelle qu'il avait rassemblée. Jean-Louis avait d'ailleurs évoqué ce besoin d'actualisation lors du dernier repas que nous avions partagé, à la brasserie du Terminal Nord, une semaine exactement avant l'accident qui devait lui coûter la vie.

3

### Terminologie

Depuis l'époque de la rédaction de la monographie publiée dans les Cahiers de l'Audition, le terme par lequel l'entité est désignée dans la littérature a été modifié une nouvelle

fois. Cette évolution terminologique reflète la controverse et les préoccupations émises dès 2001 par Berlin<sup>1</sup> puis par Rapin<sup>2</sup> portant sur la nécessité de reconnaître la multiplicité des structures (Cellules Ciliées Internes : CCI, synapse entre la CCI et le nerf, fibre nerveuse) dont le dysfonctionnement peut induire le tableau caractéristique de la condition sans nécessairement impliquer le nerf lui-même. Après une relativement brève période durant laquelle l'expression « Auditory Neuropathy/Auditory Dys-synchrony » est apparue dans la littérature, la réunion annuelle de Côme sur le dépistage universel de la surdité<sup>3</sup>, a vu en 2008 se dégager un consensus en faveur de l'appellation « Auditory Neuropathy Spectrum Disorder », expression à laquelle Jean-Louis s'empressa de trouver un équivalent francophone sous la forme de « Affection appartenant au Spectre de la Neuropathie Auditive ». Nous utiliserons dès lors l'acronyme ASNA dans la suite de cet article. Cette dénomination présente d'indéniables avantages : à l'ère des recherches robotisées par mots-clés, elle assure la continuité avec la littérature antérieure (dont le volume est devenu impressionnant) et met en exergue la multiplicité des conditions se présentant sous le même tableau. Face à un cas individuel, il est certes capital d'isoler chaque fois que c'est possible, le mécanisme exact de l'atteinte. En cas de succès une dénomination plus précise pourra être avancée: synaptopathie auditive<sup>4</sup>, DNC<sup>5</sup>, polyneuropathie héréditaire, mitochondriopathie, etc. Dans le cas contraire on se contentera (parfois temporairement) d'un diagnostic générique. Je partage avec F. Giraudet et P. Avan<sup>6</sup> l'opinion que l'avantage majeur du concept ASNA est de focaliser l'attention sur une combinaison particulière de résultats issus des tests physiologiques. Ce profil particulier catégorise l'atteinte auditive dans un registre différent de celui de la majorité des surdités endocochléaires et impose une approche particulière tant pour arriver à un diagnostic final précis que pour la remédiation, l'information du patient, de ses parents, etc. Une telle catégorisation initiale, fut-telle grossière par rapport aux mécanismes intimes sous-jacents, basée sur des critères diagnostics simples, faciles à mettre en évidence si l'on y est attentif, est indispensable pour réduire le taux de sous-diagnostic de l'ASNA encore beaucoup trop élevé comme le démontre, particulièrement pour les cas adultes, l'expérience quotidienne de notre laboratoire. Ainsi, alors qu'au sein d'une série de 67 patients recrutés en huit ans, Starr et al.<sup>7</sup> observent une proportion de 24% d'adultes et adolescents, ceux-ci représentent moins de 5% des cas qui nous sont référés pour diagnostic électrophysiologique ou que l'on retrouve dans la cohorte de patients pris en charge par le centre de réadaptation affilié à notre université. Il est très probable que des biais de recrutement participent à cette disparité, mais il est frappant de constater que dans notre cohorte, la grande majorité de cas adultes diagnostiqués avaient une longue histoire de prise en charge médicale durant laquelle le diagnostic fut ignoré.



## 4

## Définition

La manière dont l'ASNA est définie dans la littérature récente peut se révéler étonnamment variable. Quelques exemples glanés dans des articles publiés ces trois dernières années illustrent cette inconséquence :

« a hearing disorder characterized by disruption of temporal coding of acoustic signals in auditory nerve fibers resulting in impairment of auditory perceptions that rely on temporal cues »<sup>8</sup>.

« a unique auditory system dysfunction characterized by intact frequency selectivity (normal outer hair cell function) and abnormal neural activity emanating from the auditory nerve »<sup>9</sup>.

« a condition of multifactorial origin in which transmission of sound to the brain is abnormal »<sup>10</sup>.

« auditory disorders with dysfunction of the auditory nerve in the presence of preserved cochlear outer hair-cell function »<sup>11</sup>.

Certaines<sup>10</sup> sont trop générales, d'autres<sup>9</sup> partiellement incorrectes dans la mesure où, si l'altération de la discrimination fréquentielle est de moindre ampleur que l'atteinte de la représentation du décours temporel, elle n'est pas inexistante, du moins aux basses fréquences<sup>12</sup>.

Je ne résisterai pas à la tentation de développer ici les réflexions sur la formulation de la définition de l'ASNA menées avec Jean-Louis lors de nos discussions de l'automne 2012 afin d'illustrer un des talents dont il usait avec générosité : celui de catalyser les discussions sur les sujets qui le passionnaient. Le projet de définition fait appel à deux concepts. Le premier est celui d'unité sensorielle similaire à celui défini par H. Davis<sup>13</sup> comme l'unité fonctionnelle formée d'une fibre afférente de type I du nerf cochléaire, de la CCI qu'elle innerve et de la synapse qui les articule. L'unité sensorielle assure la transduction du signal mécanique intra-cochléaire en code neural à destination du système nerveux central. Le second concept est celui selon lequel tout le traitement cochléaire en amont de l'unité sensorielle consiste en un conditionnement du signal mécanique, par analogie aux circuits électroniques qui conditionnent le signal analogique avant sa conversion numérique dans les aides auditives actuelles. L'unité sensorielle joue le rôle du convertisseur analogique-numérique. Dans sa version la plus radicale mais qui reste à valider, la définition envisagée est la suivante :

« L'ASNA est une atteinte du système auditif périphérique qui résulte d'une altération fonctionnelle des unités sensorielles primaires sans atteinte du conditionnement mécanique intra-cochléaire ». Périphérique doit être compris ici au sens anatomique du terme, c'est-à-dire extra-méningé. Cette définition reste à valider parce qu'il faut tenir compte des cas où les oto-émissions acoustiques (OEA) ne sont pas

ou plus enregistrables. Il persiste un véritable mystère à propos de ces patients. Il n'y a, à ma connaissance, pas de description d'une détérioration des performances auditives qui soit concomitante de la perte des OEA, mais pas non plus d'étude qui aurait démontré l'inverse. Il est a priori difficile de croire que la perte des OEA laisse inchangé le fonctionnement cochléaire, pourtant, à ce jour, rien n'indique de façon péremptoire qu'il n'en soit pas ainsi. Dans l'attente de la résolution de cette question, la définition pourrait être :

« L'ASNA est une atteinte du système auditif périphérique qui résulte d'une altération fonctionnelle des unités sensorielles primaires sans destruction des Cellules Ciliées Externes ». La persistance d'un PMC après disparition des OEA ou a fortiori le maintien des OEA témoignant de la survie des Cellules Ciliées Externes (CCE).

## 5

## Critères diagnostics

A ce sujet également, la littérature a, en se développant, perdu de son unanimité, même si le critère le plus fréquemment rencontré reste « une abolition ou altération sévère des Potentiels Evoqués Auditifs Précoces (PEAP) incluant l'onde I en présence d'OEA et/ou d'un PMC préservé(s) ». Les critères additionnels parfois proposés tels que l'abolition des réflexes stapédiens<sup>14</sup>, le profil audiométrique, la dissociation entre les performances à l'audiométrie tonale et vocale, l'absence d'effet Collet<sup>15,16</sup>, le profil psycho-acoustique<sup>12</sup> ne sont en réalité pas suffisamment universels<sup>4</sup> ou trop délicat ou coûteux à mettre en évidence (effet Collet, réflexe stapédien chez le nouveau-né, profil psycho-acoustique) que pour être exigé dans un contexte clinique, mais ils peuvent contribuer à renforcer le diagnostic. La question de l'implication de l'onde I des PEAP n'est plus aussi claire qu'à l'époque de la définition princeps<sup>17</sup> : alors que plusieurs auteurs<sup>9,18</sup> qualifient l'atteinte auditive de la maladie de Friedreich d'ASNA (avec un profil psycho-acoustique typique<sup>18</sup>), Berlin et al.<sup>19</sup> excluent leurs patients Friedreich parce que tous conservaient une onde I normale. A ma connaissance, la question de la préservation ou non de l'onde I dans l'ataxie de Friedreich n'est pas encore clairement tranchée. De manière troublante, le texte issu de la conférence Côme<sup>3</sup> décrit trois formes d'altération des PEAP : tracé plat, présence des pics précoces (jusqu'à l'onde III) et absence des suivantes, onde V isolée, tardive, désynchronisée n'apparaissant qu'à forte intensité. Même A. Starr<sup>20</sup> était prêt à considérer des cas de leukodystrophie n'atteignant que la myéline centrale (voir Deltre<sup>21</sup> pour l'illustration d'un tel cas), donc épargnant l'onde I, comme des neuropathies auditives proximales. Ma conviction est qu'il faut considérer les cas où les ondes I (et a fortiori II et III) sont préservées comme une catégorie diagnostique à part : il s'agit d'entités différentes pour lesquelles la préservation du code neural établi par les unités sensorielles cochléaires indique

un site d'atteinte plus proximal et doit faire résonner une alarme neurologique. Une fois cette distinction fondamentale établie, rien n'empêche que l'inspiration de la stratégie thérapeutique se base, quand c'est possible, sur l'analyse du profil psycho-acoustique et l'expérience glanée avec les cas d'ASNA. Malgré l'importante variabilité inter-individuelle qui caractérise leur niveau de sévérité, la dimension qualitative des difficultés auditives de l'ASNA s'avère remarquablement similaire que la lésion touche les CCI, la synapse ou le nerf : ce sont les percepts dépendant des informations de nature temporelle qui sont atteintes de manière prépondérante. C'est également le cas dans l'ataxie de Friedreich<sup>18</sup>.

Dans la monographie de 2007, nous avons insisté sur l'importance diagnostique du PMC en raison du grand nombre d'enfants chez qui les OEA sont absentes soit en raison de problèmes d'oreille moyenne, soit parce qu'elles ont disparu. Nous ne pouvons, à la lumière des cas accumulés depuis, que confirmer ce point de vue et renvoyer le lecteur à la description des différentes manœuvres d'identification du PMC publiées en 2007 dans la monographie<sup>21</sup> orchestrée par Jean-Louis ainsi qu'aux recommandations du NHS britannique<sup>22</sup> en y ajoutant quelques considérations.

Dans leur revue multicentrique<sup>19</sup>, Berlin et al. exigent la présence d'OEA (au moins démontrée à un moment de l'affection) pour inclure un patient dans le groupe ASNA. Si cette rigueur se justifie dans un but scientifique afin de rassembler une population homogène, une attitude aussi restrictive ferait, dans les conditions cliniques qui prévalent généralement au moment du diagnostic, ignorer un important nombre de cas. Au moment du diagnostic électrophysiologique seulement deux de nos dix derniers patients (neuf enfants et un adulte) diagnostiqués depuis fin 2012 présentaient des OEA. La **figure 1** illustre un de ces cas : il s'agit d'un enfant d'un mois référé pour absence unilatérale d'OEA à gauche au dépistage néonatal. Il est porteur d'une excroissance pré-auriculaire gauche et a développé un épisode d'ictère modéré quelques jours après la naissance. Ses PEAP et OEA sont normales (seuil au clic entre 10 et 15 dB nHL) à droite. A gauche (voir figure 1) les PEAP sont très altérés, un PMC est présent à partir de 95, voire 90 dB nHL. Les OEA (par la méthode des produits de distorsion) sont absentes à 4 kHz, l'importance du bruit respiratoire rend les mesures impossibles sous 2 kHz. La tympanométrie (sonde à 1 kHz) de l'oreille gauche montre un pic de compliance de 0,5 mmho centré sur -120 daPa. Malgré l'absence d'OEA, l'allure des PEAP était suffisamment suggestive que pour poursuivre le bilan d'ASNA unilatérale qui a démontré une aplasie du nerf cochléaire gauche.

A contrario, le cas illustré par les **figures 2 et 3**, initialement considéré

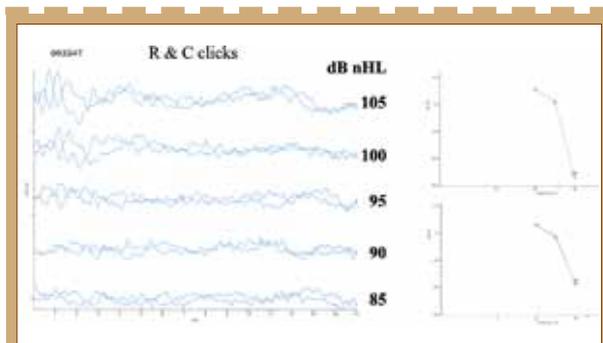


Figure 1 : PEAP et OEA (produits de distorsion) enregistrés à partir de l'oreille gauche d'un enfant porteur d'une aplasie unilatérale gauche du nerf cochléaire. Seule la présence d'un PMC isolé révèle un profil d'ASNA.

comme une ASNA très probable s'est révélé, lors du suivi, relever d'une atteinte endo-cochléaire sur mutation de la connexine 26. Cet enfant de six mois sans aucun facteur de risque fut référé après un dépistage néonatal (réalisé par PEAP automatisés) anormal. Le bilan diagnostic démontre des PEAP constitués d'ondes V très attardées dont le seuil d'évocation est situé entre 90 et 95 dB à droite et entre 85 et 90 dB à gauche. Un PMC plus franc à gauche qu'à droite s'observe en début de trace, son seuil est identique à celui de l'onde V à gauche. Les oto-émissions (technique des produits de distorsion) sont bilatéralement absentes, mais les tympanogrammes sont plats de chaque côté. Les potentiels stationnaires fournissent une estimation de l'audiogramme légèrement plus pessimiste que le clic mais encore cohérente avec ce dernier compte tenu des intervalles de confiance. Il était parfaitement légitime d'envisager un diagnostic d'ASNA devant un tel tableau : on ne s'attend pas vraiment à la préservation des CCE dans une surdité de type connexine 26, il y avait une bonne raison à l'absence d'OEA et la combinaison, particulièrement à gauche, d'un PMC et d'une onde V isolée anormalement tardive correspond à un des profils reconnus de l'ASNA. Selon A. Starr<sup>23</sup>, environ 40% des sujets conservent une onde V attardée. Il n'y a pas de description plus précise du degré

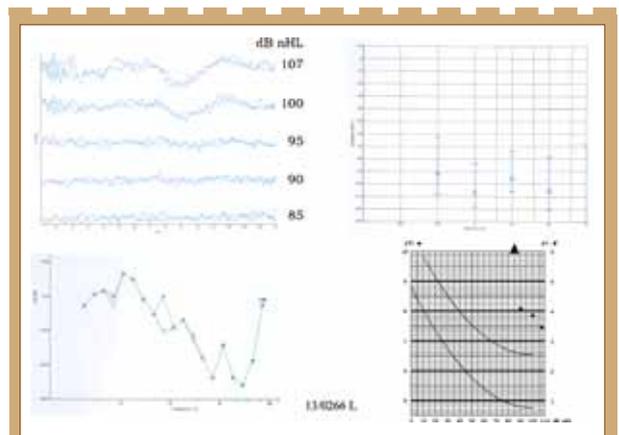


Figure 2 : PEAP, OEA (produits de distorsion) et potentiels stationnaires enregistrés à partir de l'oreille gauche d'un enfant de six mois finalement diagnostiqué comme porteur d'une surdité endocochléaire due à une mutation de la connexine 26.

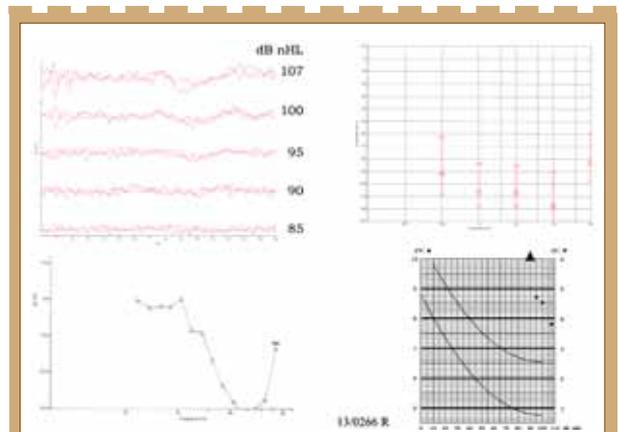


Figure 3 : PEAP, OEA (produits de distorsion) et potentiels stationnaires enregistrés à partir de l'oreille droite d'un enfant de six mois finalement diagnostiqué comme porteur d'une surdité endocochléaire due à une mutation de la connexine 26.



d'altération de l'onde V compatible avec le diagnostic d'ASNA que « des modifications plus sévères que celles anticipées sur base de la perte auditive »<sup>23</sup>, évaluation peu commode à réaliser dans un contexte de diagnostic précoce dans les premiers mois de vie. Ce cas illustre la nécessité d'un suivi longitudinal après diagnostic précoce, non seulement en raison de l'existence de formes transitoires<sup>24</sup> d'ASNA mais aussi pour s'assurer que les preuves physiologiques de la préservation des CCE persistent au cours du temps et que le tableau d'ASNA reste stable.

Si, même en l'absence d'OEA, la présence d'un PMC isolé doit faire envisager le diagnostic d'ASNA, il convient de rester vigilant quant aux critères d'identification utilisés : nous avons observé une tendance à qualifier de PMC, tout composant des PEAP qui s'inverse peu ou prou avec la polarité acoustique du stimulus. Il faut insister sur l'impérieuse nécessité de s'assurer, en présence de tracés en opposition de phase entre les stimuli de raréfaction et de condensation, de l'absence de composant neural. Ceux-ci peuvent prendre la forme d'ondes précoces recouvertes par un

PMC de longue durée, ou être d'authentiques ondes neurales issues des régions cochléaires plus apicales démasquées par une chute audiométrique sévère sur les hautes fréquences. Dans ce cas, la différence de latence neurale entre raréfaction et condensation s'accroît avec la fréquence caractéristique d'origine (valant une demi-période de cette fréquence) ce qui peut aller jusqu'à l'opposition de phase<sup>25</sup>. La figure 4 illustre deux cas où les ondes neurales d'origine apicale affichent une importante différence de latence en fonction de la polarité du clic. Plus la région d'origine est apicale, plus les latences s'allongent et dans tous les cas, ces ondes neurales, contrairement au PMC, diminuent en amplitude lorsqu'on réalise une épreuve d'adaptation en augmentant la cadence de stimulation. Certains systèmes cliniques ne permettant pas la réalisation d'une épreuve d'adaptation, une autre manière d'opérer la distinction entre les composants neurales et microphoniques est de recourir au masquage ipsilatéral. Le microphonique n'étant pas masquable<sup>26</sup>, il est le seul à persister en présence d'un masqueur ajusté en intensité pour faire disparaître la perception du stimulus et donc les ondes neurales chez les sujets normaux.

L'incidence qui caractérise la disparition des OEA est encore mal connue. Elle semble très faible (1,9 %) durant les trois premières années de suivi d'un groupe d'enfants de quatre à neuf ans<sup>27</sup> mais concerne jusqu'à un tiers des enfants des grandes séries<sup>28</sup>, ceci après avoir éliminé les cas biaisés par des problèmes d'oreille moyenne probablement responsables d'une proportion significative d'absence d'OEA au moment du diagnostic.

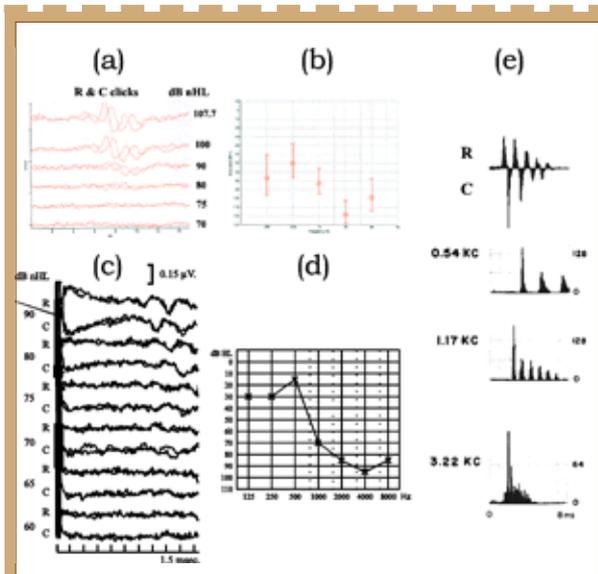


Figure 4 : Illustration du degré de déphasage que peuvent afficher, en fonction de la polarité acoustique du clic les ondes neurales des PEAP en cas de surdité endocochléaire avec altération audiométrique sévère sur les hautes fréquences. (a,b) : données de six ans. (a) PEAP : pour chaque intensité, les tracés évoqués par un clic de raréfaction (R) et de condensation (C) sont superposés. (b) Audiogramme tonal estimé à l'aide des potentiels stationnaires, d'où les intervalles de confiance résultant de l'utilisation des équations de régression entre les seuils électro-physiologiques et comportementaux. (c,d) : données issues de l'oreille gauche d'une jeune adulte. La différence de latence entre les réponses en raréfaction et condensation conduit à une opposition de phase quasi-totale. (e) : illustration (histogramme de distribution des latences des décharges) des réponses normales du nerf cochléaire stimulé par des clics, en fonction de leur fréquence caractéristique. De bas en haut, la fréquence caractéristique s'abaisse et les latences augmentent tandis que les intervalles entre les pics de décharge s'alignent sur l'inverse (la période) de la fréquence de résonance correspondant à la localisation tonotopique. Ce n'est que durant la phase acoustique de raréfaction que le neurotransmetteur des CCI est libéré, donc toutes les ms à 1 kHz, toutes les deux ms à 500 Hz. Si l'on compare (vignette supérieure) les histogrammes de décharge entre un clic de raréfaction et de condensation, ils sont décalés d'une demi-période de la fréquence caractéristique du neurone.

## 6 Prévalence

A ce propos non plus, la littérature n'est pas homogène, les valeurs de prévalence rapportées dépendant fortement du type de population incluse et du critère (préservation des OEA vs des OEA et/ou du PMC) utilisé. D'une manière générale, la situation est mieux documentée pour la forme pédiatrique pré-linguale que pour les formes plus tardives volontiers sous-diagnostiquées ou confondues avec un trouble central de l'audition<sup>19</sup>. Le lecteur intéressé par cette dernière distinction trouvera une information pertinente dans deux des travaux orchestrés par Jean-Louis Collette pour les Cahiers de l'Audition<sup>29</sup>, dont quatre numéros successifs (1 à 4) consacrés en 2011 aux troubles centraux de l'audition.

C'est pour la prévalence au sein de la population d'enfants porteurs d'une déficience auditive définitive que les évaluations commencent à converger vers une valeur moyenne de 10%<sup>30</sup>, la fourchette des valeurs publiées restant assez large oscillant entre 5,1%<sup>31</sup> et 11%<sup>32</sup> voire 15%<sup>33</sup>.

En accord avec la nature des facteurs de risque reconnus pour l'ASNA des valeurs de prévalence particulièrement élevées (24%) ont été rapportées au sein de la population néonatale admise en unité de soins intensifs<sup>34</sup> justifiant le recours impératif à l'évaluation par PEAP et pas seulement par OEA dans ces populations.

Par contre les valeurs de prévalence au sein de la population néonatale sans complication ni facteurs de risque semble beaucoup plus faible, de l'ordre de 0,006 à 0,03%<sup>35</sup>. Ceci laisse ouverte la question du calcul du rapport coût-bénéfice des différentes stratégies de dépistage néonatal, la moins onéreuse implémentée dans plusieurs pays européens (Grande-Bretagne, Pays-Bas, etc.) et limitée à l'enregistrement des OEA en l'absence de facteur de risque, se condamnant à ne pas diagnostiquer l'ASNA.

7

## Etiologies & mécanismes

Les processus pathologiques qui conduisent au « phénotype » (c-à-d au profil de résultats issus des explorations physiologiques) définissant l'ASNA sont multiples et les affections responsables sont tout aussi nombreuses, leur liste s'allongeant régulièrement.

Un remarquable travail de revue mettant en perspective les différents mécanismes pouvant induire un tableau d'ASNA a été récemment publié<sup>23</sup>. S'appuyant sur une série de modèles animaux dont les mécanismes moléculaires responsable du patron d'ASNA sont maîtrisés, ces auteurs proposent que quelque soit le niveau de l'anomalie (CCI, synapse, fibre nerveuse), le principal résultat consiste en une détérioration de la précision temporelle du codage conduisant aux tableaux électrophysiologique et psycho-acoustique typiques. Parmi les mécanismes capables d'induire un tableau d'ASNA, il faut ajouter les déficits de la chaîne respiratoire intra-cellulaire que l'on peut rencontrer dans certaines mitochondriopathies ou de la maladie de Friedreich. Le déficit énergétique qui en résulte ne permet plus aux neurones auditifs de soutenir les rythmes de décharges élevés qui maintiennent précision temporelle et synchronicité<sup>6</sup>.

Parmi les étiologies dont le nombre de citations s'élève régulièrement dans la littérature, j'ai choisi de relever les synaptopathies et les DNC.

8

## Synaptopathies auditives

Avec une remarquable prescience et alors qu'il venait de définir le concept de Neuropathie Auditive à partir d'une série de patients porteurs pour la plupart d'une polyneuropathie, A Starr avait anticipé le fait qu'une atteinte des CCI ou de la synapse les articulant au nerf produirait un tableau similaire. La première synaptopathie auditive démontrée chez l'humain fut celle due à une mutation du gène codant pour l'otoférine<sup>36</sup>, une protéine indispensable à l'exocytose du neurotransmetteur des CCI. Depuis, plus de 50 mutations affectant l'otoférine ont été décrites<sup>37</sup>. Parmi celles-ci, on relève les remarquables cas dont l'ASNA se révèle ou s'aggrave durant les épisodes d'hyperthermie<sup>38</sup>. Hormis les formes sensibles à la température, les synaptopathies à otoferline se caractérisent par une surdité profonde, une disparition rapide des OEA et, jusqu'à preuve du contraire, de bons résultats après implantation cochléaire<sup>39</sup>. Ce fut ensuite une anomalie du transporteur VGLUT3 intervenant dans le remplissage des vésicules synaptiques des CCI qui fut décrite<sup>40</sup>. Enfin une canalopathie interférant avec le rôle du calcium comme second messager assurant le couplage entre le stimulus et la vidange synaptique fut identifiée<sup>41</sup>. La surdité qui en résulte s'accompagne de bradycardie. Il existe également des modèles murins dont l'équivalent humain n'a pas encore été identifié<sup>4</sup>.

9

## Dysplasies du nerf cochléaire

Les DNC sont des a- ou hypo- plasies et se présentent avec un profil d'ASNA. Il s'agit également d'une entité de découverte relativement récente<sup>42</sup>. L'entité est probablement elle aussi sous-diagnostiquée<sup>43</sup>, mais le nombre de cas rapporté est en rapide augmentation et les estimations actuelles font état d'une proportion de 6 à 28% de DNC parmi les cas d'ASNA<sup>5</sup>. La DNC pourrait représenter jusqu'à 1% de tous les cas de surdité de perception nouvellement diagnostiqués<sup>44</sup>. La proportion de DNC semble particulièrement élevée parmi les cas

d'ASNA unilatérale<sup>45</sup>. L'imagerie est évidemment l'élément essentiel du diagnostic (le critère étant le diamètre relatif du nerf cochléaire par rapport à celui de facial), d'autant plus que 40 à 85% des enfants porteurs de DNC ont des malformations associées de l'oreille interne<sup>5</sup>. Le choix du traitement optimal reste très controversé et doit être établi sur base individuelle. L'implantation cochléaire n'est pas forcément contrindiquée de manière absolue<sup>46,47</sup>, même si, sans grande surprise, les résultats globaux sont nettement moins encourageants qu'en présence d'une synaptopathie auditive. L'explication avancée aux quelques rares cas de bénéfice après implantation repose sur l'hypothèse d'un cheminement alternatif des axones du nerf cochléaire empruntant le trajet du facial<sup>48</sup>.

10

## Génétique

D'une manière générale, la surdité congénitale est d'origine génétique dans 60 à 80 % des cas. Une minorité (+/- 10%) de ceux-ci sont syndromiques. Le rythme auquel les gènes impliqués dans diverses formes de surdité sont identifiés est impressionnant et tout indique que nombre d'associations n'attendent que la sagacité et l'opiniâtreté des chercheurs et cliniciens pour être révélées. Une tendance similaire s'affirme progressivement pour l'ASNA. Dans la série de patients publiée en 2000, Starr et al.<sup>7</sup> identifient une cause génétique chez 42% d'entre eux. Classifiant l'ASNA en types I (post-synaptique) ou II (pré-synaptique) ces auteurs n'identifient pas moins de 16 causes génétiques à transmission dominante, récessive, liée à l'X ou encore mitochondriale. Un traitement plus détaillé de ce sujet en développement rapide dépasse le périmètre de cet article, le lecteur intéressé pourra consulter une revue récente par Marlin et al<sup>49</sup>.

11

## Psycho-acoustique

Une étude très complète du profil psycho-acoustique particulier caractéristique de l'ASNA a été publiée par Zeng et al<sup>12</sup>. On peut en résumer les résultats en contrastant les profils psychoacoustiques de l'ASNA et des atteintes endo-cochléaires : le premier montre une atteinte marquée des percepts de nature temporelle et pas de ceux liés à l'intensité, alors que le second présente le patron inverse. Quant aux percepts liés à la fréquence, ils ne sont perturbés qu'aux basses ( $\leq 4$  kHz) fréquences dans l'ASNA. En pratique quotidienne, il faut bien reconnaître qu'il est le plus souvent impossible d'établir de tels profils psychoacoustiques, hormis des tests simples comme le seuil de fusion de clics, de détection d'une interruption dans une bouffée de bruit ou la recherche de recrutement (absent dans l'ASNA). Un outil qui pourrait se révéler intéressant est le « Listening in Spatialized Noise-Sentences (LISN-S) test<sup>50</sup>. Ce test d'audiométrie vocale devrait bientôt être disponible en Français. La tâche étant plus naturelle que la plupart des épreuves psycho-acoustiques spécialisées, elle est facile à faire passer à des enfants post-linguaux et devrait être facile à distribuer dans les centres d'audiologie. Le bruit compétitif est manipulé par le logiciel de manière à rendre la tâche spécifiquement dépendante de l'un ou l'autre mécanisme intervenant dans l'analyse de la scène auditive : le groupement en fonction de la hauteur tonale (voix d'homme vs voix de femme) ou en fonction de la localisation spatiale. Dans une étude récente, Rance et al.<sup>51</sup> montrent une corrélation entre l'effondrement des performances d'audition spatiale au LISN-S et la détérioration clinique et électrophysiologique chez deux patients atteints d'ASNA dans le contexte d'une ataxie de Friedreich.



## 12 Electrophysiologie

Dans l'écrasante majorité des cas rencontrés en pratique courante, la mise au point électrophysiologique sera constituée des PEAP avec recherche du PMC, des OEA et de la tympanométrie avec recherche du réflexe stapédien. Ce socle de résultats physiologiques - facile à obtenir - suffira à établir le diagnostic d'ASNA. Toutefois, diverses techniques électrophysiologiques pourraient à l'avenir être amenées à jouer un rôle dans l'identification du site lésionnel et l'évaluation pronostique des options thérapeutiques.

La bonne définition des potentiels cochléaires lorsqu'ils sont enregistrés par une électrode transtympanique pourrait offrir un moyen de distinguer les atteintes de la portion distale du nerf (les authentiques neuropathies, répondant probablement mal à la stimulation électrique après implantation) de celles de la synapse. Bien qu'elles restent encore à valider et à confirmer, trois études<sup>8,52,53</sup>, recourant à l'électrocochléographie transtympanique suggèrent la possibilité d'un diagnostic topologique plus précis basé sur l'analyse des potentiels pré- et post- synaptiques (PMC, potentiel de sommation, potentiel dendritique, potentiel d'action). Des résultats similaires, contrastant le degré d'adaptation des PEAP entre les formes pré- et post- synaptiques d'ASNA viennent d'apparaître<sup>54</sup>. Une telle distinction – fondamentale pour l'orientation des options thérapeutiques - avait déjà été tentée sur base des potentiels corticaux de longue latence<sup>55</sup>, mais l'utilisation de ces derniers est compliquée par des facteurs confondants liés à une très lente maturation<sup>56</sup>, qui est en outre fort dépendante de la durée de déprivation auditive<sup>57</sup>, ce qui n'est pas le cas des potentiels précoces.

Dans notre expérience, il est exceptionnel que les potentiels stationnaires soient abolis dans l'ASNA et ils sont souvent préservés pour des niveaux de stimulation auxquels il n'y a pas de PEAP au clic. Cette dissociation entre le seuil des PEAP au clic et celui évalué, pour les fréquences de 1-4 kHz, par les potentiels stationnaires n'est pas usuelle dans les atteintes sensorineurales<sup>58</sup> et constitue un paradoxe supplémentaire similaire à celui dû la préservation de la réponse des CCE en l'absence des PEAP. Une telle dissociation – qui n'est toutefois pas systématique dans l'ASNA - peut contribuer à en faire soupçonner le diagnostic. Nous ne pouvons que confirmer l'effondrement de la corrélation entre les seuils mesurés par les potentiels stationnaires et les seuils comportementaux et répéter que dans l'état actuel des méthodes disponibles, il n'y pas de réponse électrophysiologique qui puisse estimer les seuils comportementaux dans l'ASNA.

## 14 Remédiation

Le sujet comporte encore de nombreuses incertitudes et reste une matière dynamique requérant une approche de type « veille technologique ». Plusieurs recommandations publiées sont disponibles<sup>4,59,60,61</sup>, leur analyse et discussion sont hors de portée du présent article. Retenons-en quelques principes généraux et perspectives à surveiller. Le profil ASNA recouvre des patients potentiellement très différents. Même pour ceux qui conservent de bons seuils, ils doivent être considérés comme à haut risque de troubles de la communication orale et seul un suivi longitudinal du niveau qualitatif de celle-ci permettra d'ajuster la prise en charge. Le suivi orthophonique constitue donc un élément capital de cette dernière. Compte tenu de la grande variabilité interindividuelle

des patients il conviendra d'éviter toute rigidité et d'adapter les attitudes aux particularités individuelles. En ce qui concerne les aides auditives, deux grands types d'approche sont envisageables : les prothèses amplificatrices et l'implantation cochléaire. En ce qui concerne les premières, l'expérience Nord-Américaine qui repose sur la base de données la plus importante et la plus ancienne constituée à ce jour<sup>19</sup> reste résolument pessimiste sur leur apport à long terme, contrairement à l'expérience rapportée par d'autres équipes<sup>62</sup>. Les raisons de cette discordance restent peu claires. Il convient de rester prudent par rapport aux niveaux de gains utilisés, surtout quand les seuils fluctuent ou que les OEA sont préservées (« Primum Non Nocere »). Il existe des raisons théoriques<sup>63</sup> de penser que des algorithmes de traitement du signal qui amplifient l'enveloppe temporelle du signal plutôt que la réduire comme le font les circuits de compression, puissent être bénéfiques, ce que semble confirmer les premiers essais cliniques dans ce sens<sup>64,65</sup>, il s'agit clairement d'une affaire à suivre. Dans les circonstances qui le permettent (typiquement les classes de cours) les prothèses à transmission FM peuvent être utiles en isolant le signal du bruit environnant<sup>66,67</sup>. Quant à l'implantation cochléaire, sous réserve que l'on ait pu exclure les authentiques neuropathies (dont les aplasies du nerf) et les lésions associées des voies auditives centrales (comme dans l'ictère nucléaire) et si son indication reste toujours à considérer soigneusement par une équipe pluri-disciplinaire, elle s'est révélée efficace dans bon nombre de cas. L'indication d'implantation pose peu de problèmes dans les cas où la surdité est profonde et où les données génétiques et électrophysiologiques indiquent une synaptopathie<sup>9,68</sup>, mais la décision est plus complexe dans les cas où le mécanisme précis sous-jacent à l'ASNA est incertain. Quoiqu'il en soit, les critères usuels de niveau d'élévation des seuils ne sont plus de mise, c'est la qualité du développement du langage oral qui, intégré aux autres données du patient, conditionne le choix du recours à cette méthode.

## 14 Discussion

Au fil du temps, l'ASNA s'est révélé constituer une entité de plus en plus complexe et variable. La variabilité concerne aussi bien les mécanismes physio-pathologiques sous-jacents que les niveaux de performance auditive des patients. Sa prévalence exacte reste incertaine, mais c'est loin d'être une affection rare. La prévalence nettement plus élevée observée dans certains groupes à risque (nouveaux-nés aux soins intensifs, prématurité, hyperbilirubinémie, etc.) y impose un dépistage par PEAP et non uniquement par OEA. Dans beaucoup de circonstances, le diagnostic dépendra de l'identification d'un PMC isolé ou suivi d'une onde V anormale lors de l'enregistrement des PEAP, ce qui rend crucial la maîtrise des techniques d'identification du PMC. Du moins dans le contexte du diagnostic néonatal, l'existence de formes transitoires d'ASNA et la possibilité de préservation temporaire du PMC dans certaines surdités endocochléaires rendent impératif un suivi longitudinal du profil physiologique. Les analyses génétiques et l'imagerie contribuent à identifier certaines étiologies précises dont les synaptopathies et les DNC, toutes deux généralement associées à des surdités profondes et pour lesquelles les options thérapeutiques sont généralement très différentes. En raison de la disponibilité limitée des outils psychoacoustiques, le profil perceptif caractéristique de l'ASNA est rarement mis en évidence en dehors d'études menées en centres spécialisés. On peut espérer que l'apparition de logiciels du type du LISN-S qui bénéficient d'une grande portabilité et requièrent

une tâche simple et naturelle permette une généralisation de la qualification des profils psychoacoustiques des patients ASNA. Les électrophysiologistes n'ont pas dit leur dernier mot en matière d'identification du site lésionnel mais cette approche nécessite encore une validation sur de plus grandes séries.

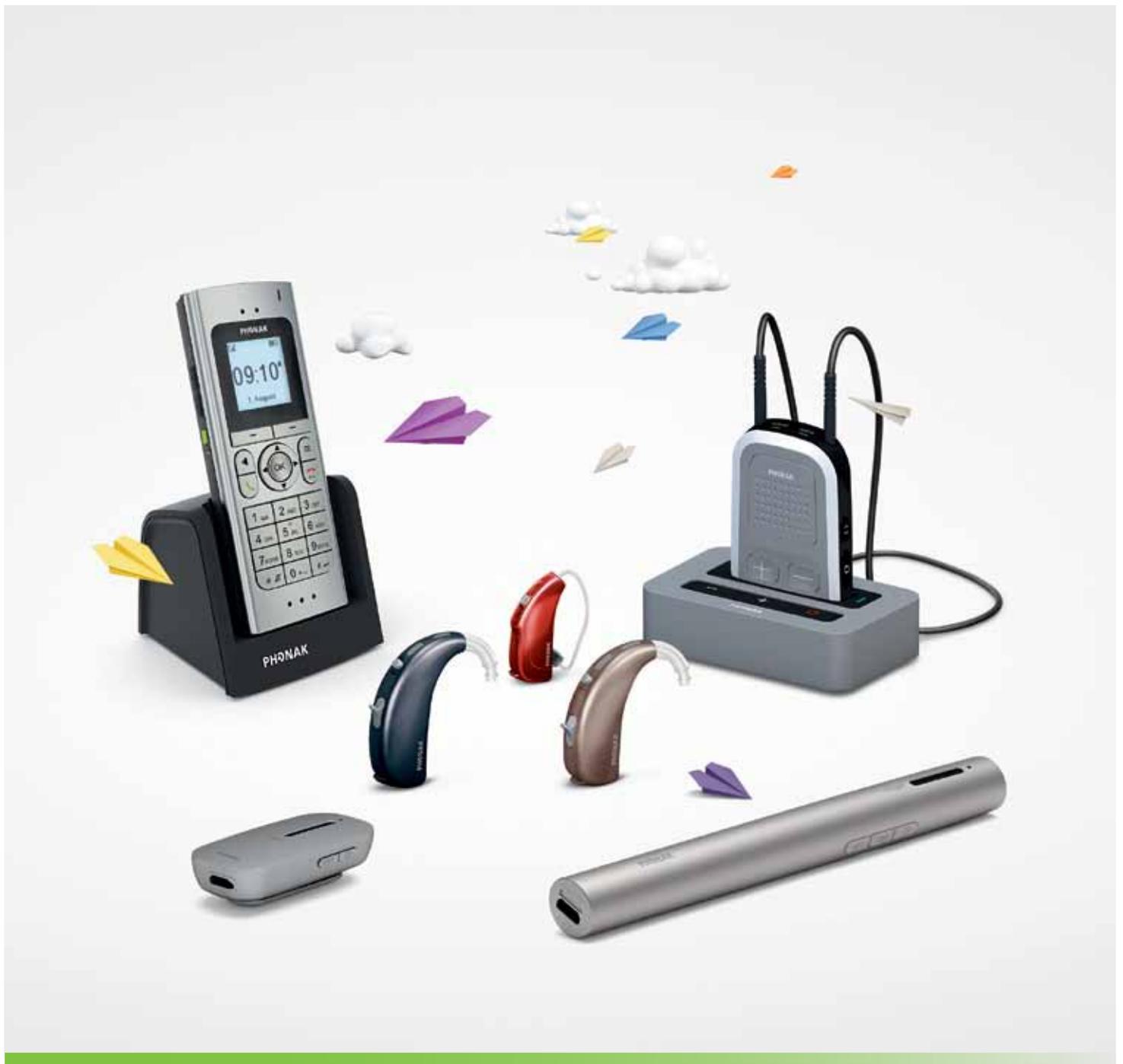
15

## Références

1. Berlin CI, Hood LJ, Rose K. On renaming auditory neuropathy as auditory dys-synchrony. *Audiol Today* 2001;13:15-17.
2. Rapin I, Gravel JS. Auditory Neuropathy: A biologically inappropriate label unless acoustic nerve involvement is documented. *J Am Acad Audiol* 2006;17:147-150.
3. Guidelines for Identification and Management of Infants and Young Children with Auditory Neuropathy Spectrum Disorder. <http://www.childrenscolorado.org/pdf/Guidelines%20for%20Auditory%20Neuropathy%20-%20BDCCH.pdf> Consulté le 02/09/2013.
4. Moser T, Predoehl F, Starr A. Review of Hair Cell Synapse Defects in Sensorineural Hearing Impairment. *Otol Neurotol* 2013; 34:995-1004.
5. Levi J, Ames J, Bacik K, Drake C, Morlet T, O'Reilly RC. Clinical Characteristics of Children With Cochlear Nerve Dysplasias. *Laryngoscope* 2013;123:752-756.
6. Giraudet F, Avan P. Auditory Neuropathies: understanding their pathogenesis to illuminate intervention strategies. *Curr Opin Neurol* 2012;25:50-56.
7. Starr A, Sininger YS, Pratt H. The Varieties of Auditory Neuropathy. *J Basic Clin Physiol Pharmacol* 2000;11:215-230.
8. Santarelli R. Information from cochlear potentials and genetic mutations helps localize the lesion site in auditory neuropathy. *Genome Medicine* 2010;2:91. doi: 10.1186/gm212.
9. Cacace AT, Pinheiro JMB. The Mitochondrial Connection in Auditory Neuropathy. *Audiol Neurotol* 2011;16:398-413.
10. Coenraad S, Goedegebure A, van Goudoever JB, Hoeve LJ. Risk Factors for Auditory Neuropathy Spectrum Disorder in NICU Infants Compared to Normal-Hearing NICU Controls. *Laryngoscope* 2011;121:852-855.
11. Narne VK. Temporal Processing and Speech Perception in Noise by Listeners with Auditory Neuropathy. *Plos One* 2013;8:e55995.
12. Zeng F, Kong Y, Michalewski HJ, Starr A. Perceptual consequences of disrupted auditory nerve activity. *J Neurophysiol* 2005;93:3050-3063.
13. Davis H. A functional classification of auditory defects. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1962;71:693-705.
14. Berlin CI, Hood LJ, Morlet T, Wilensky D, St John P, Montgomery E, Thibodaux M. Absent or elevated middle ear muscle reflexes in the presence of normal otoacoustic emissions: a universal finding in 136 cases of auditory neuropathy/dys-synchrony. *J Am Acad Audiol* 2005;16:546-53.
15. Collet L, Kemp DT, Veuillet E, Duclaux R, Moulin A, Morgon A. Effect of contralateral auditory stimuli on active cochlear micro-mechanical properties in human subjects. *Hear Res* 1990;43:251-262.
16. Berlin CI, Hood LJ, Cecola RP, Jackson DF, Szabo P. Does type I afferent neuron dysfunction reveal itself through lack of efferent suppression? *Hear Res* 1993;65:40-0.
17. Starr A, Picton TW, Sininger Y, Hood LJ, Berlin CI. Auditory Neuropathy. *Brain* 1996;119:741-753.
18. Rance G, Fava R, Baldock H, Chong A, Barker E, Corben L, Delatycky MB. Speech perception ability in individuals with Friedreich ataxia. *Brain* 2008;131:2002-2012.
19. Berlin CI, Hood LJ, Morlet T, Wilensky D, Li L, Mattingly KR, Taylor-Jeanfreau J, Keats BJB, St. John P, Montgomery E, Shalloo JK, Russell BA, Frisch SA. Multi-site diagnosis and management of 260 patients with Auditory Neuropathy/Dys-synchrony (Auditory Neuropathy Spectrum Disorder). *Int J Audiol* 2010;49:30-43.
20. Starr A. Communication personnelle.
21. Deltenre P. Bilan fonctionnel neurophysiologique. *Les Cahiers de l'Audition* 2007;20:18-24.
22. NHS Newborn Hearing Screening Programme. *Audiological Guidelines & Protocols, Calibration & Equipments...Auditory Neuropathy Spectrum Disorder & CM Protocol*. <http://hearing.screening.nhs.uk/audiology#fileid16564> Consulté le 02/09/2013.
23. Starr A, Zeng FG, Michalewski HJ, Moser T. Perspectives on Auditory Neuropathy : Disorders of Inner hair Cell, Auditory Nerve and Their Synapse. In: Al Basbaum, A Kaneko, GM Shepherd, G Westheimer (eds). *The Senses: A Comprehensive Reference*. In: P. Dallos, D. Oertel (eds). *Audition*. Academic Press: San Diego, CA, 2008(3), pp 397-412.
24. Attias J, Raveh E. Transient Deafness in young candidates for cochlear implants. *Audiol Neurotol* 2007;12:325-333.
25. Deltenre P, Mansbach AL. Effect of Click Polarity on Brainstem Auditory-Evoked Potentials in Cochlear Hearing Loss : A Working Hypothesis. *Audiology* 1995;34:17-35.
26. Aiken, SJ, Picton TW. Envelope and spectral frequency-following responses to vowel sounds. *Hear Res* 2008;245:35-47.
27. Talaat HS, Khalil LH, Khafagy AH, Alkandari MM, Zein AM. Persistence of otoacoustic emissions in children with
28. Starr A. The neurology of auditory neuropathy. In: Y. Sininger, Starr A (eds). *Auditory Neuropathy: A new perspective on hearing disorders*. Singular-Thomson Learning: San Diego, CA, 2001, pp 37-49.
29. Morlet T. Différences entre les diagnostics de Neuropathie Auditive/ Désynchronisation Auditive et Troubles Centraux de l'Audition. *Les Cahiers de l'Audition* 2008;21:28-30.
30. Uus K, Bamford J. Effectiveness of Population-Based Newborn Hearing Screening in England : Ages of Interventions and Profile of Cases. *Pediatrics* 2006;117:e887-e893.
31. Madden C, Rutter M, Hilbert L, Greinwald JH, Choo DI. Clinical and Audiological Features in Auditory Neuropathy. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2002;128:1026-1030.
32. Rance G, Beer DE, Cone-Wesson B, Shepherd RK, Dowell RC, King AM, Rickards FW, Clark GM. Clinical findings for a group of infants and young children with auditory neuropathy. *Ear Hear* 1999;20:238-252.
33. Kirkim G, Serbetcioglu B, Erdag TK, Ceryan K. The frequency of auditory neuropathy detected by universal newborn hearing screening program. *Int J Ped Otorhinol* 2008;72:1461-1469.
34. Berg AL, Spitzer, JB, Towers HM, Bartosiewicz C, Diamond BE. Newborn Hearing Screening in the NICU: Profile of failed Auditory Brainstem Response/failed Otoacoustic Emission. *Pediatrics* 2005;116:933-938.
35. Korver AMH, van Zanten GA, Meuwese-Jongejeugd A, van Straaten HLM, Oudesluys-Murphy AM. Auditory Neuropathy in a low-risk population: A review of the literature. *Int J Ped Otorhinol* 2012;76:1708-1711.



36. Varga R, Kelley P, Keats B, Starr A, Leal SM, Cohn E, Kimberling WJ. Non-syndromic recessive auditory neuropathy is the result of mutations in the otoferlin (OTOF) gene. *J Med Genet* 2003; 40:45-50.
37. Rodriguez-Ballesteros M, del Castillo FJ, Martin Y, Moreno-Pelayo MA, Morera C, Prieto F, Marco J, Morant A, Gallo-Terán J, Morales-Angulo C, Navas C, Trinidad G, Tapia MC, Moreno F, del Castillo I. Auditory Neuropathy in patients carrying mutations in the otoferlin gene (OTOF). *Hum Mutat* 2003;22:451-456.
38. Marlin S, Feldmann D, Nguyen Y, Rouillon I, Loundon N, Jonard L, Bonnet C, Couderc R, Garabedian EN, Petit C, Denoyelle F. Temperature-sensitive auditory neuropathy associated with an otoferlin mutation: deafening fever ! *Biochem Biophys Res Commun* 2010; 394:737-742.
39. Rouillon I, Marcolla A, Roux I, Marlin S, Feldmann D, Couderc R, Jonard L, Petit C, Denoyelle F, Garabédian EN, Loundon N. Results of cochlear implantation in two children with mutations in the OTOF gene. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2006;70:689-696.
40. Thirlwall AS, Brown DJ, McMillan PM, Barker SE, Lesperance MM. Phenotypic characterization of hereditary hearing impairment linked to DFNA25. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2003;129:830-835.
41. Baig SM, Koschak A, Lieb A, Gebhart M, Dafinger C, Nürnberg G, Ali, A, Ahmad I, Sinnegger-Brauns MJ, Engel J, Mangoni ME, Farooq M, Khan HU, Nürnberg P, Striessnig J, Bolz HJ. Loss of Ca(v)1.3(CACNA1D) function in a human channelopathy with bradycardia and congenital deafness. *Nat Neurosci* 2011;14:77-84.
42. Shelton C, Luxford WM, Tonokawa LL, Lo WW, House WF. The narrow internal auditory canal in children: a contraindication to cochlear implants. *Otolaryngol Head Neck Surg*,1989;100:227-221.
43. Moxham JP, Dickson JM, Sargent MA, Ludemann JP. Cochlear nerve aplasia detected through kindergarten hearing screening. *J Otolaryngol Head Neck Surg* 2009;38:409-415.
44. Adunka OF, Jewells V, Buchman CA. Value of computed tomography in the evaluation of children with cochlear nerve deficiency. *Otol Neurotol* 2007;28:597-604.
45. Laury AM, Casey S, McKay S, Germiller JA. Etiology of unilateral neural hearing loss in children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2009;73:417-427.
46. Zanetti D, Guida M, Barezzi MG, Campovecchi C, Nassif N, Pinelli L, Giordano L, Olisio G. Favorable Outcome of Cochlear Implant in VIIIth Nerve Deficiency. *Otol Neurotol* 2006;27:815-823.
47. Oker N, Loundon N, Marlin S, Rouillon I, Leboulanger N, Garabédian EN. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2009;73:1470-1473.
48. Casselman JW, Offeciers FE, Govaerts PJ, Kuhweide R, Geldof H, Somers T, D'Hont G. Aplasia and hypoplasia of the vestibulocochlear nerve : diagnosis with MR imaging. *Radiology* 1997;202:773-781.
49. Marlin S, Jonard L, Loundon N, Bonnet C, Leboulanger N, Van Maldergem L, Gherbi S, Louha M, Delfenre P, Collette JL, Couderc R, Garabedian EN, Denoyelle F. Genetic Update on Auditory Neuropathy. *Audiol Neurotol Extra* 2011 ;1 :20-29.
50. Cameron S, Dillon H. The Listening in Spatialized Noise-Sentences Test (LISN-S): Comparison to the Prototype LISN and Results from Children with Either a Suspected (Central) Auditory Processing Disorder or a Confirmed Language Disorder. *J Am Acad Audiol* 2008;19:377-391.
51. Rance G, Corben LA, Delatycki MB. Auditory pathway changes mirror overall disease progress in individuals with Friedreich ataxia. *J Neurol* 2012;259:2746-2748.
52. O'Leary SJ, Mitchell TE, Gibson WP, Sanli H. Abnormal positive potentials in round window electrocochleography. *Am J Otol* 2000;21:813-818.
53. McMahon CM, Patuzzi RB, Gibson WPR, Sanli H. Frequency-specific electro-cochleography indicates that presynaptic and postsynaptic mechanisms of auditory neuropathy exist. *Ear Hear* 2008;29:314-325.
54. Wynne DP, Zeng FG, Bhatt S, Michalewski HJ, Dimitrijevic A, Starr A. Loudness adaptation accompanying ribbon synapse and auditory nerve disorders. *Brain* 2013;136:1626-1638.
55. Dimitrijevic A, Starr A, Bhatt S, Michalewski HJ, Zeng FG, Pratt H. Auditory cortical N100 in pre- and post-synaptic auditory neuropathy to frequency or intensity changes of continuous tones. *Clin Neurophysiol* 2011;12:594-604.
56. Wunderlich JL, Cone-Wesson BK. Maturation of CAEP in infants and children: a review. *Hear Res* 2006;212:212-223.
57. Ponton CW, Eggermont JJ. Of Kittens and Kids: Altered Cortical Maturation following Profound Deafness and Cochlear Implant Use. *Audiol Neurootol* 2001;6:363-380.
58. Swanepoel D, Ebrahim S. Auditory steady-state response and auditory brainstem response thresholds in children. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2009;266:213-219.
59. <http://hearing.screening.nhs.uk/audiology> Consulté le 02/09/2013.
60. King AM, Purdy SC, Dillon H, Sharma M, Pearce W. Australian Hearing Protocols for the Audiological Management of Infants Who Have Auditory Neuropathy. *Austr New Zeal J Audiol* 2005; 27: 69-77.
61. Berlin CI, Morlet T, Hood LJ. Auditory neuropathy/dyssynchrony. Its diagnosis and management. *Ped Clin N Am* 2003 ;50 :331-340.
62. Rance G, Barker EJ. Speech Perception in Children with Auditory Neuropathy/Dyssynchrony Managed with Either Hearing Aids or Cochlear Implants. *Otol Neurotol* 2008;20:179-182.
63. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.141.1803&rep=rep1&type=pdf> - Consulté le 02/09/2013.
64. Narne VK, Vanaja CS. Effect of Envelope Enhancement on Speech Perception in Individuals with Auditory Neuropathy. *Ear Hear* 2008;29:45-53.
65. Narne VK, Vanaja CS. Speech Identification with Temporal and Spectral Modification in Subjects with Auditory Neuropathy. *ISRN Otolaryngology* doi:10.5402/2012/671247
66. Hood LJ, Wilensky D, Li L, Berlin CI. The Role of FM Technology in the Management of Patients with Auditory Neuropathy Dys-synchrony. [http://www.phonakpro.com/content/dam/phonak/b2b/Events/conference\\_proceedings/1st\\_fm\\_conference\\_2003/2003proceedings\\_chapter9.pdf](http://www.phonakpro.com/content/dam/phonak/b2b/Events/conference_proceedings/1st_fm_conference_2003/2003proceedings_chapter9.pdf) consulté le 03/09/2013.
67. Rance G, Corben LA, Du Bourg E, King A, Delatycki MB. Successful treatment of auditory perceptual disorder in individuals with Friedreich ataxia. *Neurosci* 2010;171:552-5.
68. Rouillon I, Marcolla A, Roux I, Marlin S, Feldmann D, Couderc R, Jonard L, Petit C, Denoyelle F, Garabedian EN, Loundon N. Results of cochlear implantation in two children with mutations in the OTOF gene. *Int J Pediatr Otolaryngol* 2006;70:689-696.



## Optimiser les performances pour enrichir des vies

La **Gamme étendue de communication sans fil Phonak** propose des accessoires qui améliorent la compréhension de la parole au-delà des aides auditives existantes d'un patient.

Prenez nos deux nouveaux microphones Roger. Des scientifiques indépendants ont prouvé que ces microphones offrent des gains de performances allant jusqu'à 54%<sup>(1)</sup> par rapport aux systèmes FM ou aux systèmes numériques équivalents. Et l'accès à ces performances est simple, car nos accessoires sont aussi faciles à utiliser, et à expliquer, que d'appuyer sur un bouton.

Commencez dès maintenant : [www.easyguide.phonakpro.com](http://www.easyguide.phonakpro.com) et contactez votre délégué commercial pour découvrir ces nouveautés !

(1) Professor Linda Thibodeau PhD, University of Texas, Dallas, USA, 2013, Comparison of speech recognition with adaptive digital and FM wireless technology by listeners who use hearing aids. International Journal of Audiology

# Particularités fonctionnelles du système efférent olivocochléaire médian chez les musiciens professionnels



## Préambule

Pour ce numéro spécial en hommage à Jean-Louis Collette, on m'avait demandé de rédiger un article se rapportant à son thème de prédilection : l'« audition centrale ». Bien sûr, Jean-Louis était un éminent spécialiste de cette question : ses compétences cliniques et ses connaissances bibliographiques sur ce sujet étaient unanimement reconnues. Mais en me remémorant notre dernière rencontre à Lyon, je me suis souvenu que nous avons surtout parlé de musique, et notamment de l'incroyable longévité du grand pianiste Aldo Ciccolini (alors âgé de 88 ans). En effet, Jean-Louis était un mélomane averti et un pianiste amateur, à la culture musicale tout aussi vaste que son savoir audiologique. J'ai donc un peu dévié de mon objectif initial et choisi de présenter une revue de la littérature sur les particularités fonctionnelles du système efférent chez les musiciens professionnels, sujet que j'ai eu la chance d'explorer avec mes mentors, Lionel Collet et Christophe Michéyl.

Nul doute que Jean-Louis, dont la voix résonne souvent à mes oreilles, aurait approuvé ce choix. Que la musique céleste accompagne son repos.

## Abréviations

**BLB** : bruit à large bande  
**CCE** : cellules ciliées externes  
**FOC(M)** : faisceau olivocochléaire (médian)  
**MCA** : mécanismes cochléaires actifs  
**Mus Pro** : musiciens professionnels  
**Non Mus** : non musiciens  
**OCM** : olivocochléaire médian  
**OEA(P)** : otoémissions acoustiques (provoquées)  
**PDA** : produits de distorsion acoustiques  
**SACD** : système auditif corticofuge descendant  
**SEOC(M)** : système efférent olivocochléaire (médian)

## 1 Introduction

Le système auditif possède deux particularités anatomo-fonctionnelles remarquables. D'une part, sur le versant périphérique, la fonction de l'organe de Corti ne se résume pas à un simple processus de transduction passive du stimulus sonore. Il comporte également des "mécanismes cochléaires actifs" (MCA), qui jouent un rôle essentiel dans la sélectivité fréquentielle et la sensibilité auditive fine. Leur substratum cellulaire est représenté par les capacités électromotiles des cellules ciliées externes (CCE) (Ashmore et coll., 2010). L'activité vibratoire de ces cellules est impliquée dans la génération des otoémissions acoustiques (OEA), qui peuvent être recueillies de manière non invasive au niveau du conduit auditif externe (Kemp, 2002). D'autre part, sur le versant central, le

système auditif est le seul système sensoriel à posséder des voies efférentes agissant directement sur l'organe récepteur périphérique (Winer, 2006). Ce système, connu sous le nom de système efférent olivocochléaire médian (SEOCM), a largement été étudié chez l'animal (Guinan, 2011). Il a ainsi été montré que son action modulatrice passait par une inhibition des MCA. Chez l'humain, ce système peut être étudié grâce à la procédure de suppression controlatérale des OEA provoquées (Collet et coll., 1990).

De manière intéressante, plusieurs études expérimentales, tant chez l'animal (Xiao et Suga, 2002) que chez l'humain (Perrot et coll., 2006), ont révélé l'existence de voies descendantes prenant leur origine au niveau du cortex auditif et se projetant sur le SEOCM. Ce système auditif corticofuge assurerait un rétrocontrôle modulateur du cortex cérébral sur la périphérie auditive. Par ce mécanisme, le cerveau pourrait modifier le fonctionnement cochléaire et ainsi faciliter la perception auditive, notamment en milieu bruyé. Or, chez l'humain, il a été mis en évidence des différences interindividuelles d'activité du SEOCM, avec notamment une augmentation bilatérale de l'effet inhibiteur chez les musiciens professionnels (Mus Pro). Sur la base de nombreuses données en faveur d'une plasticité cérébrale liée à la pratique musicale, ces résultats ont été interprétés comme le reflet d'un renforcement du contrôle corticofuge sur le SEOCM chez les Mus Pro, sans pouvoir éliminer l'hypothèse alternative d'un renforcement périphérique de l'activité réflexe olivocochléaire médiane, entraîné par une exposition sonore chronique.

Dans cet article, nous présenterons une vue d'ensemble des principaux résultats expérimentaux concernant le fonctionnement du SEOCM chez les sujets musiciens. Puis, nous discuterons des différents mécanismes physiologiques potentiels sous-jacents, notamment en termes de neuroplasticité centrale ou périphérique. Enfin, nous décrirons les conséquences fonctionnelles, perceptives et cognitives, sur le système auditif et le traitement des signaux acoustiques.

## 2 Données générales sur le système efférent olivocochléaire médian

Pour replacer cet article dans son contexte, nous commencerons par un bref rappel des caractéristiques anatomo-physiologiques du SEOCM (pour une revue détaillée, voir : Guinan, 2011).

### 2.1. Organisation du système olivocochléaire

Le système efférent olivocochléaire (SEOC) relie le complexe olivaire supérieur à la cochlée. L'existence de cette voie nerveuse –aussi appelée faisceau olivocochléaire de Rasmussen– est connue depuis la fin des années 1940,

## Dr Xavier PERROT

Hospices Civils de Lyon  
Centre Hospitalier  
Lyon-Sud  
Service d'Audiologie  
et Explorations  
Orofaciales  
Pavillon Chirurgical 3A  
165, chemin du Grand  
Revoyet  
69310 Pierre-Bénite  
e-mail : xavier.perrot@  
chu-lyon.fr

Centre de Recherche en  
Neurosciences de Lyon  
INSERM U1028 -  
CNRS UMR5292  
Université Lyon 1  
Equipe Dynamique  
Cérébrale et Cognition  
Centre Hospitalier Le  
Vinatier  
Bâtiment 452  
95, Boulevard Pinel  
69500 Bron

grâce à des études réalisées chez le chat. Deux sous-systèmes anatomiquement et fonctionnellement distincts ont été identifiés (cf. Figure 1).

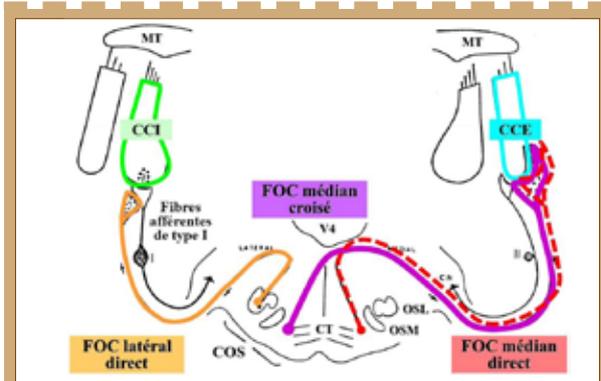


Figure 1 : Représentation schématique du système efférent olivocochléaire. Les fibres efférentes sont issues du complexe olivaire supérieur (COS), au niveau de la région péri-olivaire et du noyau olivaire médian (OSM) pour la composante médiane et au niveau du noyau olivaire latéral (OSL) pour la composante latérale. CT = corps trapézoïde, FOC = faisceau olivocochléaire, MT = membrane tectoriale, V4 = quatrième ventricule. (D'après Eybalin, 1993)

### 2.1.1. Système efférent olivocochléaire médian

Il est composé de gros neurones myélinisés, ayant une distribution essentiellement controlatérale –par le faisceau olivocochléaire médian croisé– ; il a des connexions directes avec les CCE, dont il module l'activité par l'intermédiaire de synapses cholinergiques.

### 2.1.2. Système efférent olivocochléaire latéral

Il est composé de petits neurones non myélinisés, ayant une distribution majoritairement ipsilatérale –par le faisceau olivocochléaire latéral direct– ; il fait synapse avec les fibres auditives de type I, dont il module le message afférent grâce à de multiples neurotransmetteurs –acétylcholine, GABA, dopamine, enképhalines–.

### 2.1.3. Système efférent olivocochléaire chez l'humain

Même s'il existe d'importantes variations anatomiques inter-espèces, l'organisation du SEOC chez l'humain est globalement superposable à celle décrite chez les mammifères et les primates non-humains (Hilbig et coll., 2009). Une exception, cependant, concerne l'importance relative des deux sous-systèmes : la composante latérale est prédominante chez la plupart des mammifères, alors qu'elle ne représente au mieux que 50% des projections efférentes chez l'humain.

## 2.2. Physiologie du système olivocochléaire médian

### 2.2.1. Caractéristiques importantes

Le SEOCM a deux propriétés physiologiques importantes. D'une part, ses fibres peuvent être activées par un grand nombre de stimulations acoustiques –par exemple, des clics, des bouffées tonales ou des sons purs modulés en amplitude–, qu'elles soient unilatérales ou bilatérales. D'autre part, l'activité spontanée de ses fibres pourrait refléter un tonus basal contrôlant en permanence le fonctionnement cochléaire.

### 2.2.2. Modalités d'action

L'action du SEOCM sur le système auditif périphérique passe principalement par l'inhibition de l'électromotilité des CCE, support des MCA (pour une revue récente, voir : Ashmore et coll., 2010). Les conséquences sont doubles : d'une part, une réduction du gain d'amplification cochléaire ; d'autre part, une diminution des réponses des fibres auditives afférentes.

Un point important est que les effets du SEOCM sur les réponses afférentes aux stimulations acoustiques transitoires sont variables en fonction du niveau de bruit ambiant, avec une réduction de la sensibilité auditive dans le silence, mais une amélioration de la discriminabilité –par effet de démasquage– en présence d'un bruit de fond continu (Lieberman et Guinan, 1998).

### 2.2.3. Réflexes olivocochléaires médians

Sur le plan fonctionnel, l'organisation en deux faisceaux olivocochléaires médians (FOCM) direct et croisé est le support de deux types de réflexe « acoustico-physiologique » : le réflexe OCM ipsilatéral –impliquant le FOCM croisé– et le réflexe OCM controlatéral –impliquant le FOCM direct– (cf. Figure 2).

## 2.3. Modulation corticofuge du système efférent olivocochléaire médian

### 2.3.1. Organisation anatomique

Le système auditif corticofuge descendant (SACD) se présente globalement comme une image en miroir du système auditif ascen-

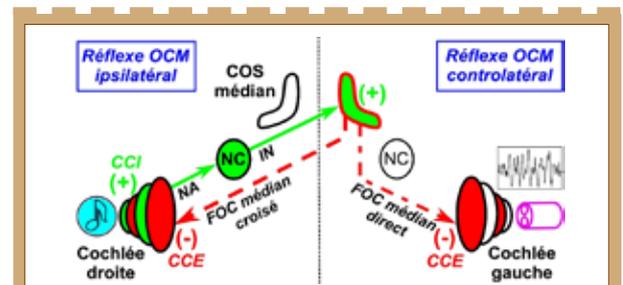


Figure 2 : Organisation anatomo-fonctionnelle des réflexes olivocochléaires médians (OCM) ipsilatéral et controlatéral. Les boucles réflexes sont activées par une stimulation acoustique (représentée par une note bleue) ; les termes « ipsilatéral » et « controlatéral » faisant référence au côté où est appliquée la stimulation par rapport au côté où agit le système OCM. Les voies afférentes activatrices sont en traits pleins verts et les voies efférentes inhibitrices sont en traits pointillés rouges. Le réflexe OCM ipsilatéral implique les structures suivantes : cochlée ipsilatérale (ici, cochlée droite), avec activation des cellules ciliées internes (CCI) – fibres afférentes de type I du nerf auditif (NA) – noyau cochléaire (NC) ipsilatéral – interneurones (IN) croisés – complexe olivaire supérieur (COS) médian controlatéral – faisceau OCM croisé, avec retour sur la cochlée ipsilatérale et inhibition des cellules ciliées externes (CCE). Le réflexe OCM controlatéral implique les mêmes structures jusqu'au COS médian, puis le faisceau OCM direct (ou non-croisé), qui se projette sur la cochlée opposée à la stimulation (ici, cochlée gauche), avec inhibition des CCE. C'est cette dernière boucle réflexe qui est mobilisée dans la procédure de suppression controlatérale des otoémissions acoustiques provoquées, enregistrées avec une sonde (représentée en violet) placée dans le conduit auditif externe de l'oreille opposée à celle où est appliqué le bruit suppresseur. (D'après Liberman et Guinan, 1998)



nant (pour une revue récente, voir : Winer, 2006). Naissant au niveau du cortex auditif, il se projette sur les relais auditifs sous-corticaux et les noyaux du tronc cérébral –principalement en ipsilatéral–, par des connexions réciproques établissant de multiples boucles de rétro-contrôle avec les voies auditives ascendantes (cf. Figure 3).

### 2.3.2. Action physiologique

De nombreuses données expérimentales chez l'animal ont ainsi montré que le SADC pouvait moduler l'information auditive afférente et, par l'intermédiaire du SEOCM et des MCA, modifier le fonctionnement cochléaire (Xiao et Suga, 2002). Plus récemment, il a été démontré –lors de la réalisation de cartographies cérébrales chez des patients épileptiques– qu'une modulation cortico-olivo-cochléaire était également présente chez l'humain (Perrot et coll., 2006). Sur le plan fonctionnel, cette modulation pourrait permettre une amélioration de la transduction auditive périphérique et de la qualité du message auditif afférent.

De manière intéressante, l'asymétrie interaurale de l'effet inhibiteur du SEOCM –plus marqué dans l'oreille droite chez les sujets droitiers– (Khalfa et coll., 1998), suggérerait une influence asymétrique du SADC sur l'activité du SEOCM. Cette latéralisation « cortico-olivo-cochléaire » pourrait être en rapport avec la dominance hémisphérique gauche pour le traitement du langage (Lazard et coll., 2012).

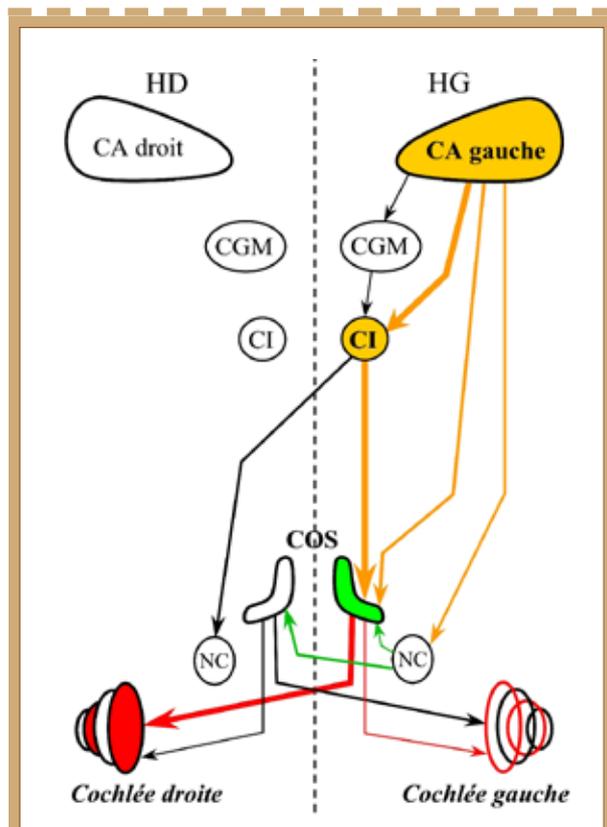


Figure 3 : Schéma global du système auditif corticofuge descendant. L'épaisseur des traits illustre l'importance relative de chaque voie. Par souci de clarté, toutes les projections bilatérales n'ont pas été représentées. De même, les projections du complexe olivaire supérieur (COS) sur le noyau cochléaire (NC) ont été omises. CA = cortex auditif, CGM = corps genouillé médian, CI = colliculus inférieur, HD = hémisphère droit, HG = hémisphère gauche. (D'après Winer, 2006)

## 2.4. Exploration du système efférent olivocochléaire médian au moyen des otoémissions acoustiques

Une procédure expérimentale, s'appuyant sur les propriétés neuro-physiologiques du SEOCM et les particularités des CCE, a été mise au point pour évaluer de manière non-invasive l'activité du SEOCM chez l'humain (Collet et coll., 1990).

### 2.4.1. Caractéristiques des otoémissions acoustiques

Les OEA sont des vibrations émises par l'oreille interne et transmises de manière rétrograde à l'oreille moyenne puis au conduit auditif externe, où elles peuvent être enregistrées grâce à un microphone ultrasensible (pour une revue générale, voir : Kemp, 2002). Elles sont produites à la fois par des mécanismes physiologiques et biophysiques actifs –liés à l'activité électromotile des CCE– et passifs –comme la réflexion linéaire–. Selon les modalités de génération, on distingue trois principaux types d'OEA : les otoémissions acoustiques spontanées, les otoémissions acoustiques provoquées (OEAP) et les produits de distorsion acoustique (PDA). Les deux derniers types sont induits par des stimulations acoustiques –clics brefs et répétés pour les OEAP et combinaisons de sons purs continus pour les PDA–.

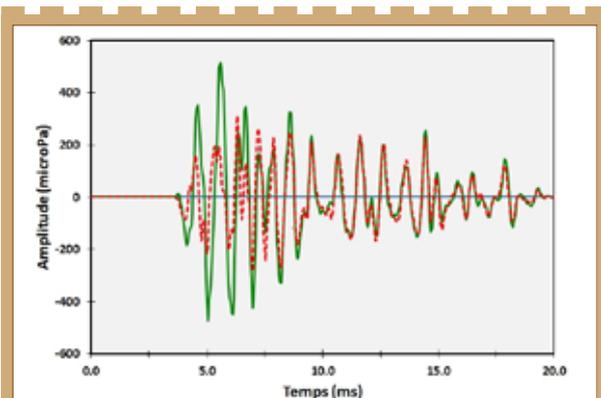


Figure 4 : Atténuation contrôlatérale des otoémissions acoustiques provoquées (OEAP). Les OEAP ont été enregistrées dans l'oreille droite d'un sujet musicien, en l'absence (trace en trait plein vert) et en présence (trace en trait pointillé rouge) d'un bruit à large bande (BLB) de 50 dB SPL, appliqué dans l'oreille gauche (fenêtre temporelle d'analyse : 20 ms). En présence du BLB contrôlatéral, l'amplitude globale des OEAP diminue de quelques décibels. (D'après Perrot et coll., 1999)

## 3

### Activité du système efférent olivo-cochléaire médian chez les musiciens

Les quelques études ayant exploré cette thématique ont pour la plupart comparé des sujets Mus Pro ou assimilés<sup>1</sup> et des sujets non musiciens (Non Mus). L'évaluation des différences intergroupes portait sur deux paramètres principaux : la force de l'effet suppressor olivocochléaire et son degré d'asymétrie interaurale (pour une revue détaillée récente, voir : Perrot et Collet, 2014).

1. Pour toutes ces études, les Mus Pro avaient pour caractéristiques communes : un apprentissage musical de plus de dix années et une durée de pratique quotidienne de plus de trois heures. Par ailleurs, il s'agissait principalement d'instrumentistes classiques.

### 3.1. Force de l'effet supprimeur olivocochléaire

#### 3.1.1. Amplitude de l'effet

Plusieurs études ont montré que l'effet supprimeur était plus important chez les Mus Pro que chez les Non Mus, aussi bien pour l'oreille droite (Michéyl et coll., 1995 et 1997) que pour l'oreille gauche (Brashears et coll., 2003 ; Perrot et coll., 1999) (cf. Figure 5). Ces résultats reflètent une plus forte activité du SEOCM chez les Mus Pro, en sachant que ces études ont utilisé aussi bien la suppression controlatérale –impliquant le FOC médian direct– que la suppression binaurale –impliquant également le FOC médian croisé.

#### 3.1.2. Variabilité de l'effet

Un point important doit cependant être souligné, à savoir que la variabilité interindividuelle de l'effet supprimeur était plus marquée pour les Mus Pro que pour les Non Mus (Perrot et coll., 1999). Cette particularité soulève la question de l'implication de certains facteurs musicaux –par exemple : l'âge de début de l'apprentissage de la musique, l'instrument joué ou la possession de l'oreille absolue–, déjà identifiés pour les phénomènes de plasticité cérébrale liée à la pratique musicale (pour une revue récente, voir : Herholz et Zatorre, 2012). Ainsi, des différences interindividuelles de « biographie musicale » pourraient expliquer, au moins en partie, la variabilité intra-groupe observée pour le renforcement de l'activité du SEOCM chez les Mus Pro. Par ailleurs, les fonctions cognitives étant également influencées par l'expertise musicale (Oechslin et coll., 2013), des différences interindividuelles dans le niveau d'activation cognitive –par exemple, une orientation attentionnelle involontaire vers les stimulations acoustiques utilisées pendant les expérimentations– pourraient avoir interféré avec la modulation cortico-olivocochléaire du fonctionnement auditif périphérique (de Boer et Thornton, 2007 ; de Boer et coll., 2012 ; Giard et coll., 1994).

### 3.2. Asymétrie interaurale de l'effet supprimeur olivocochléaire

Les deux études ayant évalué l'activité du SEOCM dans les deux oreilles n'ont pas réussi à mettre en évidence une différence significative dans le degré d'asymétrie interaurale de l'effet supprimeur, entre les Mus Pro et les Non Mus (Brashears et coll., 2003 ; Perrot et coll., 1999) (cf. Figure 5). Ainsi, les Mus Pro présentaient un renforcement bilatéral de l'activité du SEOCM, mais avec la même prédominance droite de l'effet supprimeur que les Non Mus. Ce résultat suggère que l'effet de la pratique musicale et/ou de l'exposition musicale sur le renforcement du SEOCM est global, plutôt que latéralisé.

4

#### Mécanismes explicatifs du renforcement de l'effet supprimeur olivocochléaire chez les musiciens

Deux mécanismes principaux peuvent être proposés pour expliquer le renforcement de l'activité du SEOCM chez les Mus Pro : d'une part, un mécanisme central, impliquant le SACD ; d'autre part, un mécanisme périphérique, limité à la boucle réflexe olivocochléaire.

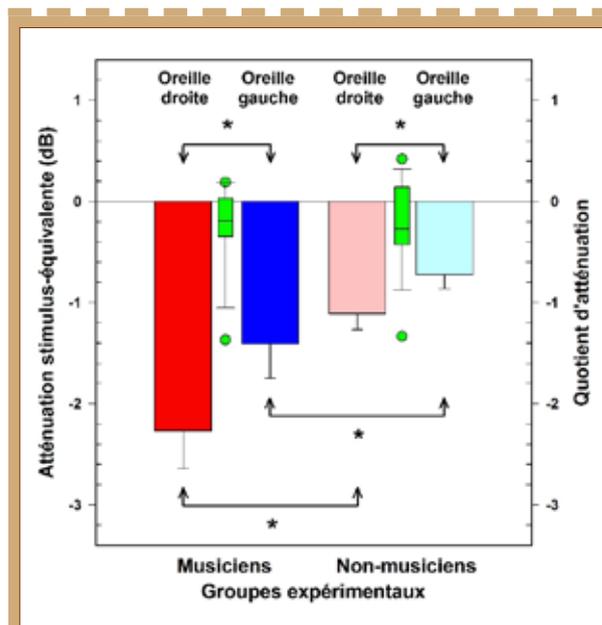


Figure 5 : Comparisons de l'effet de suppression controlatérale des otoémissions acoustiques provoquées (OEAP) entre des sujets musiciens professionnels (Mus Pro) et des sujets non-musiciens (Non Mus). La mesure de l'effet supprimeur lié à l'activation du système olivocochléaire médian (diagramme à barres) est basée sur le principe de l'atténuation stimulus-équivalente (ASE) des OEAP (axe des ordonnées de gauche, en dB). Les comparaisons intragroupes et intergroupes montrent que cet effet supprimeur sur les OEAP est significativement plus important (valeur de l'ASE plus négative) chez les Mus Pro (à gauche) que chez les Non Mus (à droite) pour les deux oreilles (\*  $p < 0.05$ ), et dans l'oreille droite (couleurs rouges) par rapport à l'oreille gauche (couleurs bleues) pour les deux groupes (\*  $p < 0.05$ ). Les barres d'erreurs représentent l'erreur standard de la moyenne. Le quotient d'atténuation (boîtes à moustaches vertes et axe des ordonnées de droite) reflète le degré d'asymétrie interaurale de l'effet supprimeur (valeur négative pour une prédominance droite). Il n'existe pas de différence entre Mus Pro et Non Mus. Les barres (barres d'erreur) représentent les 25ème, 50ème et 75ème (10ème et 90ème) percentiles ; les cercles inférieurs et supérieurs représentent la moyenne des données en dehors des 5ème et 95ème percentiles. (D'après Perrot et Collet, 2014)

#### 4.1. Hypothèse centrale : plasticité du système auditif corticofuge descendant liée à la pratique musicale

Cette première hypothèse implique un renforcement de la modulation cortico-olivocochléaire liée à la pratique musicale. Pour ce type de plasticité liée à l'expérience, trois conditions sont requises : (i) l'existence d'une modulation corticofuge descendante du SEOCM ; (ii) la présence d'une activité tonique basale du SACD ; (iii) des modifications plastiques de ces mécanismes, induites par l'entraînement musical.

##### 4.1.1. Modulation corticofuge descendante du fonctionnement cochléaire

Outre les arguments présentés précédemment (cf. partie 2.3.2), d'autres résultats expérimentaux obtenus chez l'humain sont en faveur d'une implication du SACD dans la modulation attentionnelle de l'activité olivocochléaire (pour une revue récente, voir : Giard et coll., 2000).



En modalité auditive, plusieurs études ont montré des modifications différentielles de l'amplitude des OEAP induites par l'orientation attentionnelle vers l'une ou l'autre des oreilles (de Boer et Thornton, 2007 ; Giard et coll., 1994). Ainsi, en augmentant l'effet supprimeur dans une oreille, quand l'attention se focalise sur l'autre oreille, ce mécanisme de filtrage auditif périphérique serait le support de l'attention sélective auditive (de Boer et coll., 2012). Des résultats semblables ont également été décrits en modalité visuelle, avec des variations d'amplitude des PDA lors de tâches attentionnelles visuelles (Srinivasan et coll., 2012).

#### 4.1.2. Activité tonique cortico-olivaire basale

Des études expérimentales, tant chez l'animal que chez l'humain, ont montré qu'une atteinte du cortex auditif modifiait l'activité du SEOCM, indépendamment de tout processus perceptivo-cognitif (Khalfa et coll., 2001 ; León et coll., 2012)<sup>2</sup>. Ces données suggèrent donc l'existence d'une activité tonique corticofuge basale régulant le fonctionnement spontané du SEOCM.

#### 4.1.3. Apprentissage perceptif et effet de l'entraînement auditif

Plusieurs études cliniques –basées sur la procédure de suppression controlatérale des OEAP– ont montré qu'un entraînement perceptif audiovisuel ou auditivo-verbal pouvait modifier le fonctionnement du SEOCM, soit en termes d'amplitude de l'effet supprimeur, soit en termes de degré d'asymétrie interaurale de cet effet (Veuillet et coll., 2007 ; de Boer et Thornton, 2008). Même si ces résultats ont été obtenus chez des sujets Non Mus –enfants dyslexiques ou adultes normoentendants–, il est tout à fait concevable que l'entraînement musical facilite le développement des voies cortico-olivocochléaires pendant l'enfance, en améliorant la transduction auditive périphérique et le traitement auditif central des sons musicaux (Brashears et coll., 2003 ; Perrot et coll., 1999 ; Strait et coll., 2012).

### 4.2. Hypothèse périphérique : plasticité du système efférent olivocochléaire médian liée au conditionnement sonore

Chez les musiciens classiques professionnels, la durée de la pratique musicale peut atteindre 45 heures par semaine (Pawlaczyk-Luszczynska et coll., 2013). Il est donc concevable que cette exposition prolongée à des sons d'intensité souvent forte ait induit un conditionnement du système auditif périphérique, avec un renforcement du réflexe olivocochléaire médian (Brashears et coll., 2003).

#### 4.2.1. Arguments directs chez l'animal

Chez les rongeurs, il a clairement été montré qu'une exposition répétée à des sons d'intensité modérée induisait une augmentation de la sensibilité du SEOCM aux stimulations acoustiques (Brown et coll., 1998). Le mécanisme sous-jacent pourrait être une neuroplasticité à long terme au niveau du complexe olivaire supérieur.

2. Chez l'animal, il s'agissait de procédures d'inactivation physique ou pharmacologique du cortex auditif (León et coll., 2012) ; chez l'humain, la procédure était basée sur une résection neurochirurgicale du cortex auditif chez des patients épileptiques (Khalfa et coll., 2001).

#### 4.2.2. Arguments indirects chez l'humain

Chez les musiciens, l'existence concomitante d'une augmentation de l'effet supprimeur du SEOCM et d'une réduction de l'effet d'adaptation de sonie –lors de la présentation d'un son continu– pourrait suggérer que l'exposition musicale chronique et régulière renforce le réflexe OCM (Michey et coll., 1995).

5

### Conséquences fonctionnelles et perceptivo-cognitives du renforcement de l'effet supprimeur olivocochléaire chez les musiciens

En se basant sur les données actuellement disponibles concernant le rôle du SEOCM dans la perception auditive (Francis, 2012 ; Guinan, 2011), trois bénéfices potentiels peuvent être attendus chez les musiciens.

#### 5.1. Protection contre les traumatismes acoustiques

Les données épidémiologiques relatives à l'audition des musiciens retrouvent des résultats apparemment paradoxaux. Alors que les Mus Pro sont exposés de manière prolongée et habituelle à des sons de forte intensité –et devraient donc avoir un plus grand risque de traumatisme acoustique et de surdité professionnelle–, plusieurs études transversales n'ont pas montré de différence intergroupe significative entre Non Mus et Mus Pro pour les seuils d'audition (Obeling & Poulsen, 1999 ; Pawlaczyk-Luszczynska et coll., 2013). Cette constatation suggère que la pratique musicale pourrait rendre les musiciens moins vulnérables aux traumatismes acoustiques.

Cette hypothèse est en accord avec les données expérimentales concernant le conditionnement sonore du SEOCM (cf. Partie 4.2) et son effet protecteur, tant chez l'animal (Kujawa et Liberman, 1999) que chez l'humain, où il a été montré une moindre fatigabilité auditive chez les sujets musiciens (Michey et coll., 1995).

#### 5.2. Amélioration de la perception auditive en milieu bruyé ou concurrentiel

##### 5.2.1. Perception d'un signal bruyé

Les données expérimentales chez l'animal ont clairement montré un effet de démasquage lié à l'activation du SEOCM (cf. Partie 2.2.2). Ce mécanisme de « débruitage » permettrait une meilleure perception des signaux acoustiques transitoires dans un bruit de fond continu (Liberman et Guinan, 1998).

Chez l'humain, les résultats sont mitigés, mais montrent néanmoins une amélioration de la détection ou de la discrimination des signaux acoustiques simples et complexes –incluant les stimulations verbales– en milieu bruyé, qui est corrélée à l'activité du SEOCM (de Boer et Thornton, 2008 ; Garinis et coll., 2011). Par ailleurs, des travaux récents suggèrent une participation des processus attentionnels dans cette amélioration perceptuelle (Francis, 2012). Enfin, chez les musiciens, il a été montré de meilleures performances de perception de la parole dans le bruit, couplées à des réponses électrophysiologiques sous-corticales mieux définies (Parbery-Clark et coll., 2009). Cependant, pour ces derniers résultats, l'implication du SEOCM reste hypothétique.

### 5.2.2. Localisation sonore dans le bruit

L'implication du SEOCM dans la localisation spatiale auditive en milieu bruité est connue chez l'animal. Chez l'humain, une étude récente a montré une corrélation entre les capacités de localisation sonore tridimensionnelle dans le bruit et la force du réflexe OCM (Andéol et coll., 2011).

Ces données sont à mettre en relation avec les résultats obtenus chez les chefs d'orchestre professionnels, qui ont révélé des capacités auditives supérieures pour la perception dans le champ spatial périphérique horizontal, probablement en rapport avec des processus attentionnels médiés par le SADC (Münste et coll., 2001).

### 5.3. Amélioration de l'attention sélective auditive

Les données expérimentales suggérant une implication du SADC –via les processus attentionnels– dans la modulation de l'activité olivocochléaire et les variations d'amplitude des OEA ont déjà été présentées (cf. Partie 4.1.1). Dans cette perspective, le SEOCM serait la voie finale permettant de relier le cerveau à la cochlée (Giard et coll., 2000 ; Perrot et coll., 2006). La question des mécanismes sous-jacents et des différences interindividuelles observées pour les effets attentionnels reste cependant posée (de Boer et coll., 2012 ; Francis, 2012). Trois hypothèses peuvent être proposées.

#### 5.3.1. Liens avec l'amélioration de l'effet supprimeur induite par l'entraînement auditif

Chez les Non Mus, plusieurs études suggèrent que les sujets pourraient ou non utiliser une stratégie d'écoute impliquant le SEOCM, en fonction de son efficacité individuelle en milieu bruité (de Boer et coll., 2012). Ainsi, le renforcement corticofuge de l'effet supprimeur par l'entraînement auditif serait déterminé par l'avantage perceptif procuré par la mobilisation attentionnelle du SEOCM (Guinan, 2011).

#### 5.3.2. Liens avec les modalités d'activation du SEOCM

Il semblerait que l'activation du SEOCM puisse être possible aussi bien en condition monaurale –par un mécanisme attentionnel impliquant le SADC–, qu'en condition binaurale –lors de la mobilisation périphérique du réflexe OCM– (de Boer et coll., 2012). À l'extrême, l'augmentation de la charge attentionnelle lors d'une tâche perceptive auditive pourrait même compenser l'absence d'environnement bruité susceptible d'activer la boucle réflexe du SEOCM (Francis, 2012).

#### 5.3.3. Liens avec les capacités cognitives

Plusieurs études chez les Mus Pro adultes et chez les enfants débutant l'apprentissage de la musique ont montré une triple relation entre : (i) les capacités cognitives générales, notamment attentionnelles et mnésiques ; (ii) les capacités perceptives auditives élémentaires ; et (iii) le degré d'expérience musicale (pour une revue récente, voir : Schellenberg et Weiss, 2013).

Une interprétation spéculative de ces données serait que la pratique musicale prolongée puisse de manière conjointe améliorer les capacités cognitives et renforcer le contrôle corticofuge du système auditif périphérique, augmentant du même coup les performances perceptives auditives (Oechslin et coll., 2013).

## 6

## Conclusion et Perspectives

Les données expérimentales recueillies chez les sujets Mus Pro ont montré qu'une pratique musicale prolongée pouvait renforcer le contrôle du système nerveux central auditif sur le fonctionnement périphérique cochléaire, en augmentant l'activité modulatrice du SEOCM dans les deux oreilles. Ainsi, les avantages fonctionnels procurés par ces modifications pourraient permettre aux musiciens de limiter le risque de traumatisme auditif lié à une exposition sonore intensive et de faciliter le traitement des sons musicaux, notamment lors de la pratique orchestrale –assimilable à une perception auditive en milieu bruité ou concurrentiel–.

Cependant, les mécanismes neurophysiologiques sous-jacents restent discutés. Dans une conception unitaire, on pourrait considérer que les phénomènes de neuroplasticité survenant chez les Mus Pro impliquent à la fois des processus centraux liés à l'entraînement musical intensif –et améliorant le contrôle attentionnel du SADC– et des processus périphériques, liés au conditionnement sonore chronique –et renforçant la boucle réflexe du SEOCM, indépendamment de la modulation corticofuge– (Perrot et Collet, 2014). La réalisation d'études complémentaires paraît donc nécessaire, pour préciser les mécanismes impliqués et révéler tout leur potentiel applicatif.

## Références

- Andéol, G., Guillaume, A., Micheyl, C., Savel, S., Pellieux, L., Moulin, A., 2011. Auditory efferents facilitate sound localization in noise in humans. *J. Neurosci.* 31, 6759–6763.
- Ashmore, J., Avan, P., Brownell, W.E., Dallos, P., Dierkes, K., Fettiplace, R., Grosh, K., Hackney, C.M., Hudspeth, A.J., Jülicher, F., Lindner, B., Martin, P., Meaud, J., Petit, C., Santos-Sacchi, J., Sacchi, J.R.S., Canlon, B., 2010. The remarkable cochlear amplifier. *Hear. Res.* 266, 1–17.
- Brashears, S.M., Morlet, T.G., Berlin, C.I., Hood, L.J., 2003. Olivocochlear efferent suppression in classical musicians. *J. Am. Acad. Audiol.* 14, 314–324.
- Brown, M.C., Kujawa, S.G., Liberman, M.C., 1998. Single olivocochlear neurons in the guinea pig. II. Response plasticity due to noise conditioning. *J. Neurophysiol.* 79, 3088–3097.
- Collet, L., Kemp, D.T., Veuille, E., Duclaux, R., Moulin, A., Morgon, A., 1990. Effect of contralateral auditory stimuli on active cochlear micro-mechanical properties in human subjects. *Hear. Res.* 43, 251–261.
- de Boer, J., Thornton, A.R.D., 2007. Effect of subject task on contralateral suppression of click evoked otoacoustic emissions. *Hear. Res.* 233, 117–123.
- de Boer, J., Thornton, A.R.D., 2008. Neural correlates of perceptual learning in the auditory brainstem: efferent activity predicts and reflects improvement at a speech-in-noise discrimination task. *J. Neurosci.* 28, 4929–4937.
- de Boer, J., Thornton, A.R.D., Krumbholz, K., 2012. What is the role of the medial olivocochlear system in speech-in-noise processing? *J. Neurophysiol.* 107, 1301–1312.
- Eybalin, M., 1993. Neurotransmitters and neuromodulators of the mammalian cochlea. *Physiol. Rev.* 73, 309–373.



- Francis, N.A., 2012. Auditory task-dependent control of human cochlear responses to sound (Ph. D. Thesis). Harvard University, Massachusetts Institute of Technology - Division of Health Sciences and Technology, Cambridge (Massachusetts), 73 p. Available at: <http://dspace.mit.edu/handle/1721.1/70814>.
- Garinis, A.C., Glattke, T., Cone, B.K., 2011. The MOC reflex during active listening to speech. *J. Speech Lang. Hear. Res.* 54, 1464–1476.
- Giard, M.H., Collet, L., Bouchet, P., Pernier, J., 1994. Auditory selective attention in the human cochlea. *Brain Res.* 633, 353–356.
- Giard, M.H., Fort, A., Mouchetant-Rostaing, Y., Pernier, J., 2000. Neurophysiological mechanisms of auditory selective attention in humans. *Front. Biosci.* 5, D84–94.
- Guinan, J.J., Jr, 2011. Physiology of the Medial and Lateral Olivocochlear Systems, in: Ryugo, D.K., Fay, R.R. (Eds.), *Auditory and Vestibular Efferents*. Springer New York, New York, NY, pp. 39–81.
- Herholz, S.C., Zatorre, R.J., 2012. Musical training as a framework for brain plasticity: behavior, function, and structure. *Neuron* 76, 486–502.
- Hilbig, H., Beil, B., Hilbig, H., Call, J., Bidmon, H.-J., 2009. Superior olivary complex organization and cytoarchitecture may be correlated with function and catarrhine primate phylogeny. *Brain Struct. Funct.* 213, 489–497.
- Kemp, D.T., 2002. Otoacoustic emissions, their origin in cochlear function, and use. *Br. Med. Bull.* 63, 223–241.
- Khalfa, S., Bougeard, R., Morand, N., Vuillet, E., Isnard, J., Guenot, M., Ryvlin, P., Fischer, C., Collet, L., 2001. Evidence of peripheral auditory activity modulation by the auditory cortex in humans. *Neuroscience* 104, 347–358.
- Khalfa, S., Vuillet, E., Collet, L., 1998. Influence of handedness on peripheral auditory asymmetry. *Eur. J. Neurosci.* 10, 2731–2737.
- Kujawa, S.G., Liberman, M.C., 1999. Long-term sound conditioning enhances cochlear sensitivity. *J. Neurophysiol.* 82, 863–873.
- Lazard, D.S., Collette, J.-L., Perrot, X., 2012. Speech processing: from peripheral to hemispheric asymmetry of the auditory system. *Laryngoscope* 122, 167–173.
- León, A., Elgueta, D., Silva, M.A., Hamamé, C.M., Delano, P.H., 2012. Auditory cortex basal activity modulates cochlear responses in chinchillas. *PLoS ONE* 7, e36203.
- Liberman, M.C., Guinan, J.J., Jr, 1998. Feedback control of the auditory periphery: anti-masking effects of middle ear muscles vs. olivocochlear efferents. *J. Commun. Disord.* 31, 471–482.
- Micheyl, C., Carbonnel, O., Collet, L., 1995. Medial olivocochlear system and loudness adaptation: differences between musicians and non-musicians. *Brain Cogn.* 29, 127–136.
- Micheyl, C., Khalfa, S., Perrot, X., Collet, L., 1997. Difference in cochlear efferent activity between musicians and non-musicians. *Neuroreport* 8, 1047–1050.
- Münste, T.F., Kohlmetz, C., Nager, W., Altenmüller, E., 2001. Neuroperception. Superior auditory spatial tuning in conductors. *Nature* 409, 580.
- Obeling, L., Poulsen, T., 1999. Hearing ability in Danish symphony orchestra musicians. *Noise Health* 1, 43–49.
- Oechslin, M.S., Van De Ville, D., Lazeyras, F., Hauert, C.-A., James, C.E., 2013. Degree of musical expertise modulates higher order brain functioning. *Cereb. Cortex* 23, 2213–2224.
- Parbery-Clark, A., Skoe, E., Lam, C., Kraus, N., 2009. Musician enhancement for speech-in-noise. *Ear Hear.* 30, 653–661.
- Pawlaczyk-Luszczynska, M., Dudarewicz, A., Zaborowski, K., Zamojska, M., Sliwinska-Kowalska, M., 2013. Noise induced hearing loss: research in Central, Eastern and South-Eastern Europe and Newly Independent States. *Noise Health* 15, 55–66.
- Perrot, X., Collet, L., 2014. Function and plasticity of the medial olivocochlear system in musicians: A review. *Hear. Res.* 308, 27–40.
- Perrot, X., Micheyl, C., Khalfa, S., Collet, L., 1999. Stronger bilateral efferent influences on cochlear biomechanical activity in musicians than in non-musicians. *Neurosci. Lett.* 262, 167–170.
- Perrot, X., Ryvlin, P., Isnard, J., Guénot, M., Catenoix, H., Fischer, C., Mauguière, F., Collet, L., 2006. Evidence for corticofugal modulation of peripheral auditory activity in humans. *Cereb. Cortex* 16, 941–948.
- Schellenberg, E. G., Weiss, M. W., 2013. Music and cognitive abilities, in: Deutsch, D. (Ed.), *The Psychology of Music*, 3rd Edition. Elsevier Academic Press, San Diego, pp. 499–550.
- Srinivasan, S., Keil, A., Stratis, K., Woodruff Carr, K.L., Smith, D.W., 2012. Effects of cross-modal selective attention on the sensory periphery: cochlear sensitivity is altered by selective attention. *Neuroscience* 223, 325–332.
- Strait, D.L., Parbery-Clark, A., Hittner, E., Kraus, N., 2012. Musical training during early childhood enhances the neural encoding of speech in noise. *Brain Lang* 123, 191–201.
- Vuillet, E., Collet, L., Morgon, A., 1992. Differential effects of ear-canal pressure and contralateral acoustic stimulation on evoked otoacoustic emissions in humans. *Hear. Res.* 61, 47–55.
- Vuillet, E., Magnan, A., Ecalle, J., Thai-Van, H., Collet, L., 2007. Auditory processing disorder in children with reading disabilities: effect of audiovisual training. *Brain* 130, 2915–2928.
- Winer, J.A., 2006. Decoding the auditory corticofugal systems. *Hear. Res.* 212, 1–8.
- Xiao, Z., Suga, N., 2002. Modulation of cochlear hair cells by the auditory cortex in the mustached bat. *Nat. Neurosci.* 5, 57–63.

# WIDEX CROS

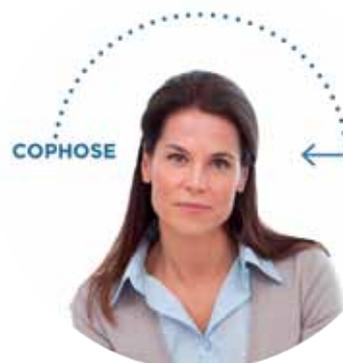
## POUR UNE AUDITION À 360°

**WIDEX CROS**  
L'AUDITION À 360°





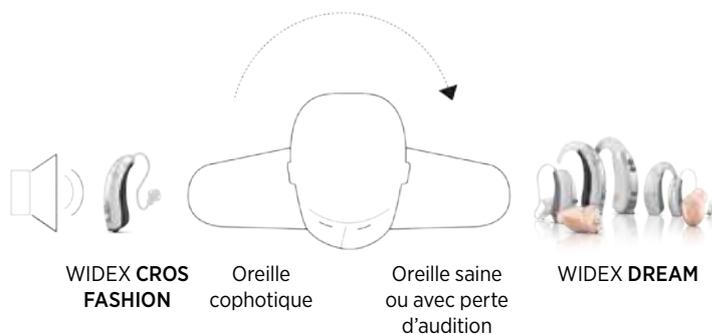
## WIDEX CROS EST LA SOLUTION IDÉALE POUR LES PATIENTS PRÉSENTANT UNE SURDITÉ UNILATÉRALE.



Facile à utiliser et à programmer, WIDEX CROS peut être configuré en CROS ou BiCROS, afin d'accroître la sensibilité et l'écoute.

### CARACTÉRISTIQUES CLEFS :

- Une consommation d'énergie extrêmement basse
- Un design moderne et raffiné
- Une superbe image sonore
- Une excellente écoute de la parole, sans écho ni distorsion
- Compatible avec les appareils auxiliaires d'aide à l'écoute DEX (hors transmission)
- 4 niveaux de performance





# Métier et Technique

## La prise en charge de l'Enfant précoce (EIP)

**Hervé BISCHOFF**

Audioprothésiste D.E.

LCA E. Bizaguet

20 rue Thérèse

75001 Paris

herve.bischoff@lcab.fr



### Introduction

La précocité intellectuelle chez l'enfant est mal connue. Les connaissances que l'on peut en avoir sont souvent inexactes voire erronées en partie à cause de la présentation qu'en font les différentes émissions de télévision ou articles de journaux à grand tirage.

Lorsque l'on entend parler dans les médias d'enfants précoces, les exemples donnés sont comme toujours ceux qui font de l'audience : un tel bachelier à 14 ans ou un tel autre avec un diplôme d'ingénieur en poche à 16 ans. La réalité est en fait tout autre.

Il nous paraît donc important en amont de l'étude de cas que nous présentons, de mieux connaître ce qu'est la précocité intellectuelle, son impact, ses tenants et aboutissants. Quel terme utiliser pour les qualifier, comment mesurer leur QI, pourquoi s'en préoccuper, comment les reconnaître et quelle conduite tenir une fois dépistés, sont quelques questions auxquelles nous allons essayer de répondre.

### Quel terme utiliser pour les qualifier ?

Quelle que soit la dénomination que l'on peut donner à un enfant précoce ou Enfant Intellectuellement Précoce (EIP), le terme précoce ne convient guère car cette précocité apparente ne l'est que lorsque l'on compare l'aptitude de ces enfants à celle des autres. En fait ils ne sont pas en avance sur les autres dans tous les domaines, mais leur cerveau fonctionne simplement différemment<sup>1</sup>.

Par ailleurs le terme précoce soulève plusieurs questions : jusqu'à quel âge un enfant est-il précoce ? S'arrête-t-on d'être précoce à la majorité ou bien devient-on un adulte précoce ce qui ne veut rien dire<sup>2</sup>.

Quant aux termes surdoué ou super doué, ils ne rendent pas compte de la situation car cela pourrait faire penser que ces enfants auraient des pouvoirs presque surnaturels ou qu'ils seraient au-dessus des autres. Il n'en est rien et c'est parfois même le contraire qui se produit lorsque leur don se retourne contre eux avec une dyssynchronie<sup>3</sup> importante, un effet Pygmalion négatif (Figure 1)<sup>4</sup>, des troubles du sommeil retrouvé chez 2/3 des enfants précoces<sup>5</sup>, un trouble anxieux<sup>6</sup> voire une dépression<sup>7</sup>.

Certains les appellent des zèbres, en référence aux rayures blanches et noires, symbolisant le meilleur comme le pire dont les EIP sont capables<sup>8</sup>.

Comment mieux expliquer cela que l'exemple ci-dessous.

Lors d'un contrôle de mathématiques, voici la réponse typique qu'un enfant précoce a donnée (Figure 1) : Cette réponse amusante paraît aberrante à première vue, mais pour un enfant précoce il est aussi facile de trouver x sur la feuille que de le calculer en appliquant le théorème de Pythagore. Dans ces conditions l'enfant ne comprenant pas l'intérêt de l'exercice, va donner la réponse

qui correspond le mieux à la question - qui n'est pas calculer x, mais trouver x. Derrière cet exemple « amusant » se cache une réalité bien plus triste que le Dr Gauvrit décrit par le complexe de l'Albatros<sup>9</sup> (Image de l'enfant précoce qui doit inhiber ses potentialités pour s'adapter à un système scolaire qu'il trouve souvent peu stimulant pour lui et pour se faire socialement accepter).

Cet exemple permet également d'aborder la notion de « seuil d'activation » décrit par le Professeur S. Clark<sup>10</sup>.

Le seuil d'activation du cerveau dépend du rapport entre l'intelligence du sujet et le niveau de difficulté de la tâche proposée. Lorsque la tâche proposée est trop facile pour un sujet, en fonction de son niveau intellectuel élevé, le cerveau s'active très peu et les ressources du cerveau sollicitées sont moins nombreuses. Lorsque les demandes d'attention et de performances augmentent, les régions du cerveau impliquées dans une tâche augmentent.

Que se passe-t-il chez un enfant qui n'est pas intéressé par les apprentissages scolaires proposés parce qu'ils sont trop simples pour lui ? Au mieux il s'endort et ne dérange pas

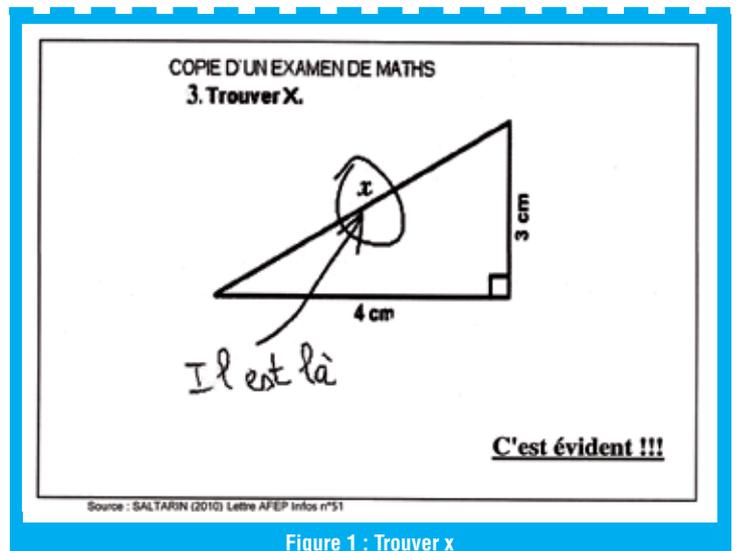


Figure 1 : Trouver x



et au pire il s'agite; à moins que ne soit le contraire, au mieux il dérange et au pire il s'endort.

L'exercice proposé étant trop facile, l'enfant précoce n'est pas allé chercher plus loin que le premier degré de réponse.

On peut imaginer aisément toutes les difficultés scolaires qui peuvent s'en suivre selon la réaction du professeur. Certains considérant l'enfant comme impertinent, d'autres à la limite débile léger, etc.

Toutes ces réactions négatives pouvant aboutir progressivement à une phobie scolaire <sup>11,12</sup>.

Dans les milieux spécialisés se développe la notion de Haut Potentiel Intellectuel HPI à profil Complexe ou Laminaire <sup>13</sup>, qui reflète mieux leur situation réelle. Vous pouvez avoir un potentiel qui s'il n'est pas connu, entraîné et valorisé pourra conduire à l'échec notamment scolaire.

Les moins répandus et les moins traités dans la littérature car ils sont très peu présents dans les consultations thérapeutiques, sont les enfants à Haut Potentiel Intellectuel à profil Laminaire (HPI-L). Ils bénéficient de capacités cognitives, psychomotrices et relationnelles de bon niveau et -surtout- en adéquation avec leur environnement. Ils n'éprouvent ainsi pas la nécessité de défendre ou d'imposer leur place au sein du monde, puisqu'ils sentent cette position déjà acquise. Si aucun traumatisme ne vient freiner leur évolution, le parcours de vie de ces enfants se révèle en général constructif et adapté.

Quant aux enfants à Haut Potentiel Intellectuel à profil Complexe (HPI-C), ils sont plus répandus ou du moins les retrouvera-t-on davantage dans les différentes consultations thérapeutiques. Ils bénéficient d'une pensée hors normes, d'une grande créativité et d'une capacité d'attachement considérable. Cependant leur inconstance dans l'effort et les irrégularités dans leurs capacités

cognitives, psychomotrices et relationnelles font d'eux des enfants souvent fragiles <sup>1</sup>, isolés et en souffrance qu'il convient d'accompagner pour valoriser leur potentiel et minimiser leurs handicaps.

Cette terminologie HPI-L ou HPI-C bien que plus juste est cependant moins utilisée par les non spécialistes. C'est pour cela que la terminologie d'enfant précoce ou EIP, bien qu'inexacte sur le plan littéral, est utilisée plus fréquemment.

## L'efficacité intellectuelle

Lorsque l'on parle d'enfant précoce, on est inévitablement amené à parler d'efficacité intellectuelle. Elle est mesurée par les tests de Quotient Intellectuel (QI).

La passation et l'analyse d'un test de QI représentent une spécialité à part entière que nous n'avons pas l'habitude de côtoyer dans notre profession. Ils doivent donc être réalisés par des psychologues spécialisés et compétents qui connaissent bien la précocité intellectuelle. Tous les tests réalisés sur internet ou dans des revues sont donc à proscrire.

Ce professionnel devra notamment être capable de repérer une inhibition intellectuelle <sup>9</sup> s'inscrivant dans un contexte d'effet pygmalion négatif, car cette inhibition va fausser négativement les résultats des tests de QI. L'observation fine du comportement de l'enfant pendant le bilan vient en complément. Une discordance entre les deux (test et observation) permet de suspecter une « automutilation de l'intelligence ».

Il n'est malheureusement pas rare de dépister des enfants précoces qui avaient été testés négativement quelques années auparavant par un professionnel insuffisamment formé ou utilisant des tests inappropriés. Les associations comme l'AFEP ou l'ANPEIP proposent des adresses de professionnels compétents.

Autre exemple de l'effet Pygmalion ou automutilation de l'intelligence : C'est un enfant précoce en 6<sup>ème</sup> dans une école privée de bon niveau. Il passe le concours Kangourou et finit 1<sup>er</sup> de son école et très bien placé (600<sup>ème</sup>/50 000), alors qu'il ne s'était pas entraîné préalablement. L'année suivante cet enfant maintenant en 5<sup>ème</sup>, passe à nouveau le concours et

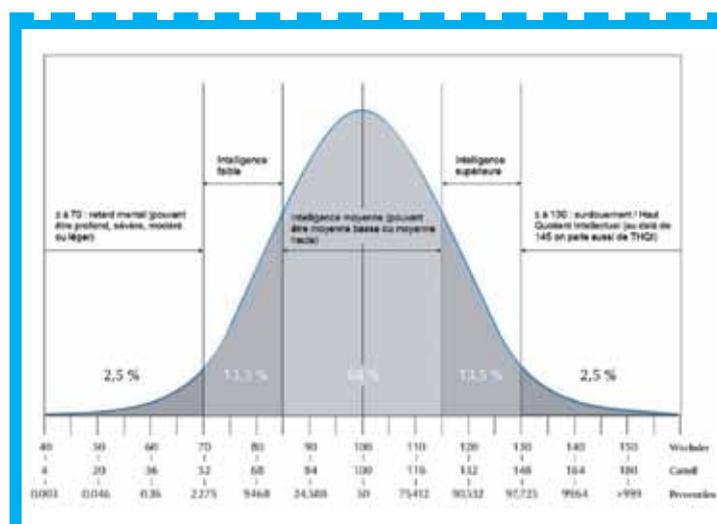


Figure 2 (QI) – Légende : Répartition des résultats aux tests de QI avec percentiles. Source site : <http://les-tribulations-dun-petit-zebre.com/2013/01/04/table-de-conversion-percentile-score-de-qi/>



finit beaucoup moins bien placé. Son papa lui demande s'il a trouvé le niveau plus élevé; l'enfant lui répond « non, mais j'ai fait exprès de mal répondre car l'année dernière mes copains m'ont traité d'intello et quand je marchais dans la cour on me montrait du doigt en chuchotant : c'est lui qui a fini 1<sup>er</sup> au concours Kangourou dans notre école ».

## Les tests de Quotient intellectuel

Fin du 19<sup>ème</sup> siècle avec l'arrivée de la « psychologie scientifique », les premières recherches sur l'intelligence voient le jour. Plusieurs tests de mesure de l'intelligence sont mis au point. Aujourd'hui, les tests les plus couramment utilisés sont ceux de David WECHSLER<sup>14</sup> qui sont répartis par classe d'âge :

- le Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence version 3 (WPPSI III) pour deux tranches d'âge de 2 ans 6 mois à 3 ans 11 mois et 4 ans à 7 ans 3 mois,
- le Wechsler Intelligence Scale for Children version 4 (WISC IV) 2005 de 6 ans à 16 ans 11 mois,
- le Wechsler Adult Intelligence Scale (WAIS) à partir de 17 ans.

Les résultats moyens pour une population vont montrer une courbe en forme de cloche (courbe de Gauss) où deux tiers de la population aura un QI compris entre 85 et 115; 5% un QI > 125; 2,3% un QI > 130 et 0,1% un QI > 145 (Figure 2).

Le WISC IV comprend quatre indices :

- de compréhension verbale (ICV) : logique, abstraction, compréhension des valeurs et des normes sociales, déduction,
- de raisonnement perceptif (IRP) : logique (non verbale), déduction, abstraction et raisonnement visuo-spatial,
- de mémoire de travail (IMT) : mémoire auditivo-verbale à court terme,
- de vitesse de traitement (IVT) : qui implique la rapidité de travail grapho-moteur.

Le QI total est la synthèse de ces quatre indices et non sa moyenne arithmétique.

Le résultat de ce test présentera donc 5 notes. Il sera intéressant d'apprécier si les notes sont homogènes ou hétérogènes, car les EIP hétérogènes montrent des disparités plus marquées accompagnées des difficultés afférentes plus importantes -troubles DYS (dysorthographe par exemple) ou ayant un Trouble Déficit de l'Attention avec Hyperactivité (TDAH)<sup>15,16</sup> -

que les EIP avec des résultats homogènes. Ces résultats sont cependant à interpréter avec prudence car ils ne sont pas le reflet d'une « intelligence supérieure » mais d'une intelligence différente que les tests de QI classiques ne sont peut être pas adaptés à mesurer. Si les résultats donnent une courbe de Gauss, c'est tout simplement parce qu'ils sont étalonnés pour le faire. Ils comportent un petit nombre de questions très difficiles (à laquelle très peu répondront), un petit nombre de questions très simples (seules les personnes ayant un retard intellectuel n'y répondront pas) et la plupart des autres sert à évaluer ceux qui sont dans la moyenne. Les questions sont donc ajustées et étalonnées jusqu'à ce que leurs résultats produisent la fameuse courbe en cloche.

Les tests de QI ont donc été mis au point pour une population d'individus «normaux» qui font une analyse séquentielle de l'information. Or les enfants précoces font une analyse globale de l'information. Lorsqu'ils résolvent un problème, les hypothèses sont traitées de manière multiple et heuristique. Le résultat sera trouvé presque de manière intuitive sans pouvoir expliquer les étapes intermédiaires pour y arriver.

Ce mode de fonctionnement va mettre en défaut le résultat des tests de QI, aboutissant à des valeurs de QI global extravagantes et supérieures à 130.

Par ailleurs les tests de QI ne mesurent pas toutes les formes d'intelligences. Howard Gardner parle notamment d'intelligence : spatiale, intra et interpersonnelle,

corporelle-kinesthésique, musicale, existentielle, etc. qui sont toutes aussi importantes<sup>17</sup>.

## Lorsque l'on décèle des indices de précocité chez un enfant, pourquoi s'en préoccuper, lui qui aux yeux de la plupart des gens a déjà tellement plus que les autres ?

Parce qu'il est toujours difficile d'être hors norme et que cet enfant est anormal au sens statistique du terme. Ce qui entraîne une souffrance pour lui et sa famille.

Malgré son Haut Potentiel, l'EIP va rencontrer des difficultés spécifiques de l'apprentissage. Il n'est pas rare de retrouver des enfants précoces parmi la population des «DYS» (dys-orthographe, dys-praxie dys-, etc.) ou parmi les enfants ayant un Trouble Déficit de l'Attention avec Hyperactivité (TDAH) 18%<sup>15,16</sup>. On l'a vu plus haut l'analyse globale permet d'obtenir un résultat rapide mais sans possibilité d'expliquer comment. Or à l'école, le résultat sans explication vaut souvent zéro.

De plus, alors qu'il a tout pour réussir (pourrait-on croire), la réussite scolaire n'est pas la règle. Au collège vont apparaître les premiers échecs comme le montre le tableau ci-dessous (Figure 3).

Puis dans les niveaux supérieurs selon une étude menée auprès de 145 enfants précoces sur une période de 10 à 20

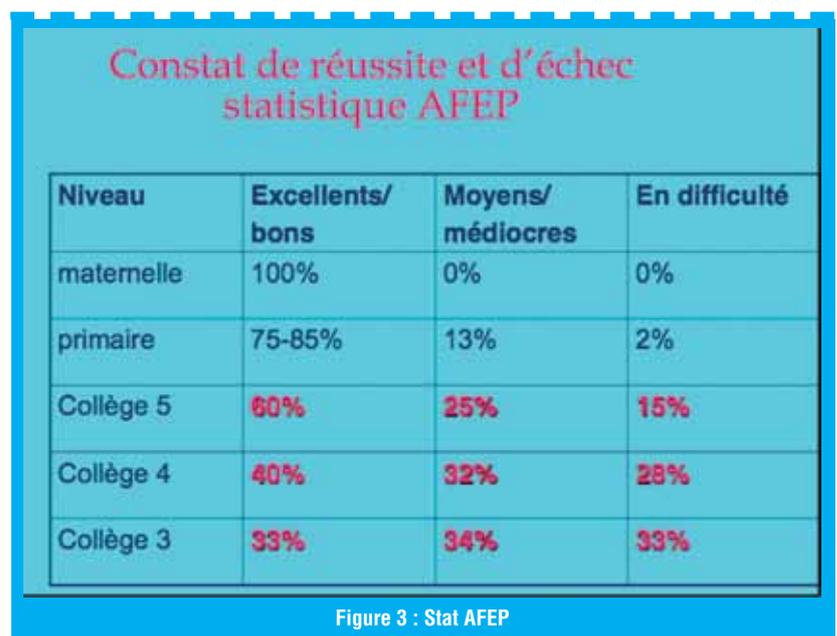


Figure 3 : Stat AFEP



ans, il apparaît que ces enfants ont vécu un cursus scolaire chaotique : seuls 40% d'entre eux ont atteint ou dépassé bac+2, 9% se sont arrêtés au bac et 43% ont eu un BEP ou un CAP. De plus, à ces niveaux de QI (QI>140), la réussite scolaire est paradoxalement inversement proportionnelle au QI. Au total, c'est donc plus de la moitié des EIP qui n'aura pas le baccalauréat et fera des études sans rapport avec ses capacités intellectuelles<sup>18</sup>.

Ces enfants se posent beaucoup de questions et notamment des questions d'adulte alors qu'ils ont un développement psychologique et affectif d'un enfant de leur âge (dyssynchronie), ce qui entraîne une grande anxiété, les poussant souvent à se réfugier dans un comportement enfantin. Or plusieurs études ont montré que la réussite scolaire est inversement associée aux différentes manifestations de l'anxiété et d'estime de soi<sup>19,22</sup>.

## **Pour un « profane », comment reconnaître un EIP ?**

Ces enfants ne laissent jamais indifférents. Ils parlent bien, utilisent un vocabulaire d'adulte avec le bon mot adapté à la bonne situation. Ils apprennent à lire très tôt et souvent tout seul (57% savent lire avant 6 ans).

Ils posent beaucoup de questions. Cela commence avec l'acquisition du langage où dès qu'il le peut demandera « c'est quoi » toute la journée. Puis apparaîtra « pourquoi », qui sera poussé dans ses derniers retranchements. Enfin arriveront très tôt les questions existentielles auxquelles l'adulte n'a pas forcément de réponse déjà pour lui-même.

Ces enfants préfèrent la compagnie des adultes plutôt que celle de leurs pairs et seront souvent isolés à l'école (il y a en moyenne un à deux enfants précoces dans une école primaire). Dans certaines écoles privées de bon niveau (non-spécialisées) on peut retrouver 30 à 40 % d'enfants précoces par classe et ils se lieront naturellement entre-eux. Les EIP sont plus nombreux dans les établissements privés, car après avoir été dépistés, l'inadéquation du système public pour les prendre en charge va fréquemment être le catalyseur pour déclencher un changement d'établissement.

Les garçons seront plus facilement identifiés car leurs réactions sont plus marquées, ils cachent plus difficilement

la souffrance et sont moins sujets à la timidité qui est un facteur masquant. Ils ont assez fréquemment une hyperactivité (18% selon l'étude ASEP 2001), ajouté à cela l'ennui de l'école; ce qui fait d'eux des élèves dits « turbulents » ou les « amuseurs de la classe ».

Le parcours scolaire des enfants précoces est émaillé de difficultés qui sont corrélées à des stades de leur maturité. On pourra retrouver des difficultés en maternelle, au CE2, en 4<sup>ème</sup> ou en 1<sup>ère</sup>.

Plus généralement, l'enfant précoce étant stressé de par sa nature, tout événement stressant s'y ajoutant pourra amener sa situation à se dégrader et à décompenser (cas des HPI-L)<sup>13</sup>.

Ces quelques caractéristiques ne suffisent bien évidemment pas pour reconnaître et qualifier un enfant précoce. Il n'y a pas de modèle unique de l'EIP. L'échange au sein de l'équipe pluridisciplinaire permet d'émettre des doutes sur la présence d'indices de précocité, alors que la raison première de consultation est toute autre (hyperacousie par exemple).

Une fois dépisté, il sera possible de mettre en place une prise en charge spécifique et permettre aux parents de changer de comportement.

Il ne s'agit pas de fabriquer une élite, mais d'éviter souffrance et échec. Chaque enfant a la même valeur humaine, et il s'agit d'essayer d'apporter, à chaque enfant, selon ses besoins propres.

## **Conduite à tenir face à un enfant suspecté de précocité vu en consultation quelle qu'en soit la raison première<sup>23</sup>.**

Il pourra être proposé aux parents de faire réaliser un test de QI à leur enfant en leur expliquant l'intérêt.

La première chose à faire après l'annonce de la précocité est de prendre du recul. Comme cela se retrouve lors de l'annonce d'une surdité, les parents sont à la fois soulagés et tristes. Soulagés car inconsciemment ils savaient que leur enfant était différent. Et tristes car leur enfant est anormal et ils vont devoir faire le deuil de l'enfant parfait.

Il pourra être proposé aux parents de contacter une association d'enfants précoces afin d'obtenir une aide psychologique, des renseignements sur la précocité et des pistes pour la poursuite du

cursus scolaire dans les meilleures conditions possibles (adaptation dans la classe actuelle, saut de classe, changement d'école, etc.).

Le but est d'éviter de stigmatiser l'enfant précoce, d'éviter de le considérer comme une bête de cirque ou de le ghettoïser dans une école spécialisée. Il n'a pas demandé à être précoce et avant toute chose cet enfant ne veut qu'une chose c'est être comme les autres, avoir des copains comme les autres, jouer comme les autres...

La réalité s'impose cependant à lui et il devra néanmoins composer avec. Un enfant précoce au delà de ses capacités intellectuelles habituellement prises en compte va avoir des réflexions d'adulte mais son développement psychologique et affectif est celui d'un enfant. De plus il n'aura pas l'expérience d'un adulte pour analyser les questions existentielles qu'il se posera. Ce qui les rend plus fragiles psychologiquement : ce sont des « hypersensibles ». Cela les rend plus anxieux, voire même plus dépressifs que les autres enfants.

Les associations aideront les parents afin qu'ils ne cherchent pas à changer leur enfant mais l'accepter comme il est, l'accompagner, l'aider à apprendre et à s'épanouir. Souvent les parents trouveront des réponses pour eux-mêmes également car la précocité est génétique et si l'enfant est précoce l'un des parents voire les deux le sont fréquemment aussi (les précoces ont l'habitude de se retrouver).

Parmi les associations que l'on pourra citer : l'AFEP (Le Vésinet) et l'ANPEIP (Paris)

## **Conclusion**

Pour conclure sur une vision positive voici une petite histoire qui permet de prendre en compte le quiproquo constant dans lequel vit l'enfant précoce :

C'est un écolier de 10 ans, qui soudain, ne travaille plus en classe. Il est devenu rêveur, regarde tout le temps sa maîtresse, l'air absent. Il répond de travers. Un désastre. La maîtresse, charmante vieille demoiselle, fait venir son écolier : - Qu'est-ce qui t'arrive ? Tu ne travailles plus, tu es toujours ailleurs maintenant. Dis-moi. Lui, baisse la tête, ne veut pas répondre. -Allez ! Raconte moi ce qui ne va pas. Il rougit, bredouille, puis se lance : - Mademoiselle, je suis amoureux. Elle se doute bien de qui mais feint l'innocence



## > MÉTIER ET TECHNIQUE

et demande : - Amoureux ! Mais de qui ? De qui donc ? - De vous, Mademoiselle. Elle rit beaucoup et dit : - Écoute! Je veux bien un mari ! Mais pas un enfant ! Lui, rassurant : - Ne vous inquiétez pas Mademoiselle. On fera tout ce qu'il faut pour éviter ça !

Les parents sont souvent un bon indicateur car ils vivent avec l'enfant et le voient évoluer (75% des tests de QI réalisés à la demande des parents révèlent un enfant précoce ou à la limite de la précocité). A l'inverse certains parents sont surpris du résultat car ils situaient leur enfant plutôt dans la moyenne basse (mais qu'elle moyenne ? la leur ?).

L'équipe pluridisciplinaire joue un rôle très important dans la prise en charge des enfants et sans être nécessairement des spécialistes de la précocité nous pouvons émettre des doutes lorsque nous rencontrons un enfant qui nous paraît un peu plus vif que d'habitude. Et suggérer de le faire tester.

Notre rôle n'était bien sûr pas de remplacer les professionnels de la précocité mais simplement d'en tenir compte dans notre prise en charge sans sortir de notre métier d'audioprothésiste.

Et parce qu'un professionnel sensibilisé sera plus efficace voici quelques caractéristiques les plus répandues d'un enfant précoce :

- apprentissage précoce et rapide de la lecture avec richesse du vocabulaire,
- avidité pour la lecture, notamment des dictionnaires et encyclopédies,
- difficultés grapho-motrices fréquentes et répugnance pour l'écrit, la main ayant du mal à suivre le rythme de la programmation mentale,
- tendance à avoir des camarades plus âgés et à aimer dialoguer avec les adultes,
- posent beaucoup de questions, notamment sur les origines de l'Univers,

- jugent volontiers les gens avec perspicacité et de façon perspicace,
- sont très sensibles aux injustices et aux aphorismes iniques,
- ont le sens de l'humour (fait rire les adultes mais pas ses copains),
- ont horreur de la routine,
- aiment les jeux de stratégie gordiens,
- préfèrent travailler seuls.

### Bibliographie

1. Siaud-Facchin (2004) «Un Q.I. élevé peut cacher une fragilité» La Recherche n°381 lien : <http://www.cogitox.com/Upload/Downloads/La%20Recherche%20Pdf.pdf>
2. Siaud-Facchin (2002) Livre : «L'enfant surdoué» Editions Odile Jacob
3. Terrassier (2005) «Les dyssynchronies des enfants intellectuellement précoces» Presses Universitaires de Rennes
4. Miller, Vandome, McBrewster (2011) «Pygmalion Effect» Alphascript Publishing
5. Agostino, Bammatter (2001) Enquête ASEP Association Suisse des Enfants Précoces
6. Chamont (1982) «Les angoisses chez les enfants et adolescents précoces» ALREP
7. Revol (2004) «L'enfant précoce signes particuliers» Neuropsychiatrie de l'Enfance et de l'Adolescence Vol 52
8. Lien : <http://www.les-tribulations-dun-petit-zebre.com>
9. Gauvrit (2001) Communication «Le complexe de l'albatros – L'inhibition intellectuelle chez l'enfant intellectuellement précoce» lien : <http://pedagogie.ac-toulouse.fr/garsep/gauvrit.htm>
10. Clark (2003) «Seuil d'activation du cerveau» CHU Lausanne
11. Ajuriaguerra (1982) «Psychopathologie de l'enfant» Ed. Masson
12. Ajuriaguerra (1977) «Problèmes psychosociologiques posés par les enfants surdoués» Manuel de psychiatrie de l'enfant Ed. Masson
13. Nusbaum (2011) «Les deux formes d'expression du Haut Potentiel Intellectuel chez l'enfant» Lettre AFEP Infos n°56
14. Sattler & Dumont (2004) «Assessment of children : WISC-IV and WPPSI-III supplement» coll. J.M. Sattler Publisher, San Diego
15. Lecendreux, Konofal, Touzin (2007) «L'hyperactivité – TDAH» Paris Solar
16. Revol (2013) «On se calme, enfants agités, parents débordés» JC.Lattès
17. Gardner (1983) «Frames of Mind: the Theory of Multiple Intelligence» - Traduction française (1997) «Les formes de l'intelligence» Odile Jacob
18. Jankech (2006) «Surdouance et échec scolaire» exposé Malleray
19. Marsh (1992) «Content specificity of relations between academic achievement and academic self-concept» Journal of Educational Psychology, vol. LXXXIV, n° 1
20. Bandura (2002) «Autoefficacité. Le sentiment d'efficacité personnelle» De Boeck
21. Schunk (2003) «Self-efficacy for reading and writing: Influence of modeling, goal setting, and self-evaluation» Reading and Writing Quarterly, vol. XIX, n° 2
22. Rosenholtz et Simpson (1984) «The formation of ability conceptions: Developmental trend or social construction ?» Review of Educational Research, vol. LIV, n° 1
23. Robert, Kermarrec, Guignard and Tordjman (2010) «Alert symptoms and related disorders in gifted children» Archives de Pédiatrie Volume 17, Issue 9

### Sites internet

[www.afep.asso.fr](http://www.afep.asso.fr)  
[www.anpeip.fr](http://www.anpeip.fr)

# Cas clinique

## L'hyperacousie chez l'enfant, symptôme de précocité ?



Nous allons maintenant aborder les difficultés que peuvent rencontrer les enfants précoces au cours de leur vie, au travers du cas de Thomas. Nous essayerons également de répondre à la question posée dans le titre. Coïncidence ou non : sur 6 enfants suivis au Laboratoire pour hyperacousie, 6 étaient précoces.

### Anamnèse

Thomas, 8 ans, en CE2, audition normale, ressent une hypersensibilité aux bruits suite à une agression par ses copains de classe. Il a été maintenu au sol par plusieurs camarades de classe pendant que le « chef d'équipe » lui faisait entendre des coups de corne de stade à 10 cm de la figure.

Au-delà du choc sonore, le choc psychologique très important, le choc du harcèlement préexistant qu'il subissait depuis plusieurs mois atteignant son paroxysme avec cet acte gratuit, a été pris en compte. Il a notamment changé d'établissement et a été suivi par un psychiatre.

Lorsque je l'ai vu, Thomas avait déjà rencontré bon nombre de spécialistes et c'est un médecin ORL avisé qui me l'envoie car l'hypersensibilité auditive qu'il décrit depuis plusieurs mois ne disparaît pas.

Thomas me raconte son histoire alors qu'habituellement c'est plutôt les parents qui parlent pour l'enfant. Il me décrit avec de nombreux détails sa situation. Son vocabulaire est très riche, précis et bien articulé. Il parle lentement avec un très bon contrôle de sa voix.

Il ressent une hypersensibilité aux bruits forts et aigus qui entraîne une douleur intense au niveau de ses tympans comme si on lui plantait une aiguille. Cette hypersensibilité s'est développée à la suite de l'agression dont il a été victime. Il ne porte pas de protection auditive mais commence à refuser d'aller dans les milieux bruyants ou alors il

se bouche les oreilles quand il y a des motos par exemple.

Il pleure souvent et se renferme. Sa maman semble complètement dépassée. Elle ne sait plus quoi entreprendre pour aider son enfant qu'elle voit souffrir et s'enfermer tous les jours un peu plus.

Plusieurs signes et indices de précocité sont présents et le questionnaire complémentaire d'anamnèse pour enfant (notamment précoce) me confirme ces premiers doutes.

L'acquisition de la marche se fait à douze mois avec un passage à quatre pattes très bref (15 jours).

Il a été nourri au sein pendant 3 mois puis mixte biberon-sein pendant 1 mois puis biberon seul jusqu'à l'âge de la diversification qui se fait comme proposé par le pédiatre vers 7 mois sans difficulté particulière.

Il n'a pas de problème de santé particulier.

Après la reprise du travail par sa maman, il a été gardé chez une nounou jusqu'à l'entrée en maternelle.

L'acquisition des premiers mots se fait aux âges habituels vers 12 mois. Par contre son vocabulaire s'enrichit plus vite que la moyenne. Vers quatre ans et demi il est capable de suivre le texte du doigt dans son livre d'histoire préféré, donnant l'impression qu'il sait lire. Ce qui ne tarde pas car en fin de maternelle il connaît les lettres de l'alphabet, sait compter jusqu'à 69 et est capable de déchiffrer des textes simples. Il éprouve cependant des difficultés pour apprendre les couleurs et pour écrire.

Les dessins qu'il réalise à tout âge sont très élaborés, il utilise beaucoup de couleurs et dessine beaucoup de détails mais le trait est incertain.

L'entrée en primaire se passe bien sur le plan scolaire si ce n'est qu'il commence à dire qu'il s'ennuie en classe et qu'il éprouve des difficultés d'apprentissage spécifique notamment pour l'écriture. Il est intéressé pour comprendre mais pas pour

apprendre. Il fait ses devoirs très rapidement.

Il se lie peu avec ses camarades et préfère discuter avec les adultes qu'il abreuve de questions.

Thomas est le second d'une fratrie de deux enfants. Il s'entend bien avec ses parents et ses grands-parents qu'il voit régulièrement.

Au niveau de son sommeil, l'endormissement est difficile ce qui l'épuise. Il pose une infinité de questions au moment du coucher sur des sujets angoissants (pour lui). Au cours de la nuit il se réveille régulièrement puis se rendort. Au petit matin il se réveille en général avant tout le monde et s'occupe dans sa chambre avec des constructions « futuristes ».

Ses centres d'intérêt extra-scolaire se tournent vers l'astronomie et l'aéronautique. Il est incollable sur les noms des différents avions.

Plusieurs signes et indices de précocité sont présents.

Ces premiers indices : CE2, ennui en classe, pas ou peu d'amis, incessantes questions, lecteur acharné, dyssynchronie évidente que l'on retrouve fréquemment chez les HPI-C (décalage entre sa maturité affective et psychomotrice, et son développement intellectuel), me poussent à contacter le médecin pour qu'il conseille aux parents de faire réaliser un test d'efficacité intellectuelle. (Figure 4 EIP QI)

Les résultats du test de QI confirment sa précocité; (ICV : 14-16-17, IRP : 15-15-15, IMT : 16-15, IVT : 14-16). Soit un QI global de 147.

Conclusion du test de QI de Thomas : « ...Thomas présente les caractéristiques des enfants précoces et peut donc vivre des problèmes liés à ce potentiel : ennui en classe, manque du sens de l'effort, manque de méthode et d'approfondissement, ceci pouvant aboutir à une démotivation scolaire complète. Sa grande sensibilité, son sens aigu de la justice et les difficultés d'inté-

**Hervé BISCHOFF**

Audioprothésiste D.E.  
LCA E. Bizaguet  
20 rue Thérèse  
75001 Paris

[hervé.bischoff@lcab.fr](mailto:hervé.bischoff@lcab.fr)





# > CAS CLINIQUE

gration aux autres peuvent accentuer ses problèmes scolaires.

D'autre part Thomas somatise et montre beaucoup d'anxiété. A-t-il une assez bonne image de lui-même ?... »

Sur le plan général, pas de vertige signalé, pas d'allergie connue, pas d'opération de l'oreille, pas d'otite.

L'évaluation par questionnaires (sensibilité et GUF) n'a pas été réalisée en raison de son âge. Je lui ai cependant demandé d'évaluer sa gêne avec une Echelle Visuelle Analogique EVA qu'il m'a placée sur 9,5.

## Audiogramme

Les seuils stapédiens sont retrouvés par le médecin ORL entre 65 et 70 dB sur 500, 1k et 2kHz en lpsi et controlatéral. Les seuils d'inconfort n'ont volontairement pas été mesurés. (Figures 2, 3)

## Adaptation prothétique

Deux générateurs de son avec des dômes ouverts ont été adaptés et réglés avec un bruit blanc mesuré au niveau du tympan. L'audition de Thomas étant normale et sans scotome, aucun correctif n'a été appliqué au bruit blanc. Le port quotidien, du matin au soir est recommandé. Le volume des générateurs de son est augmenté progressivement pour se fixer

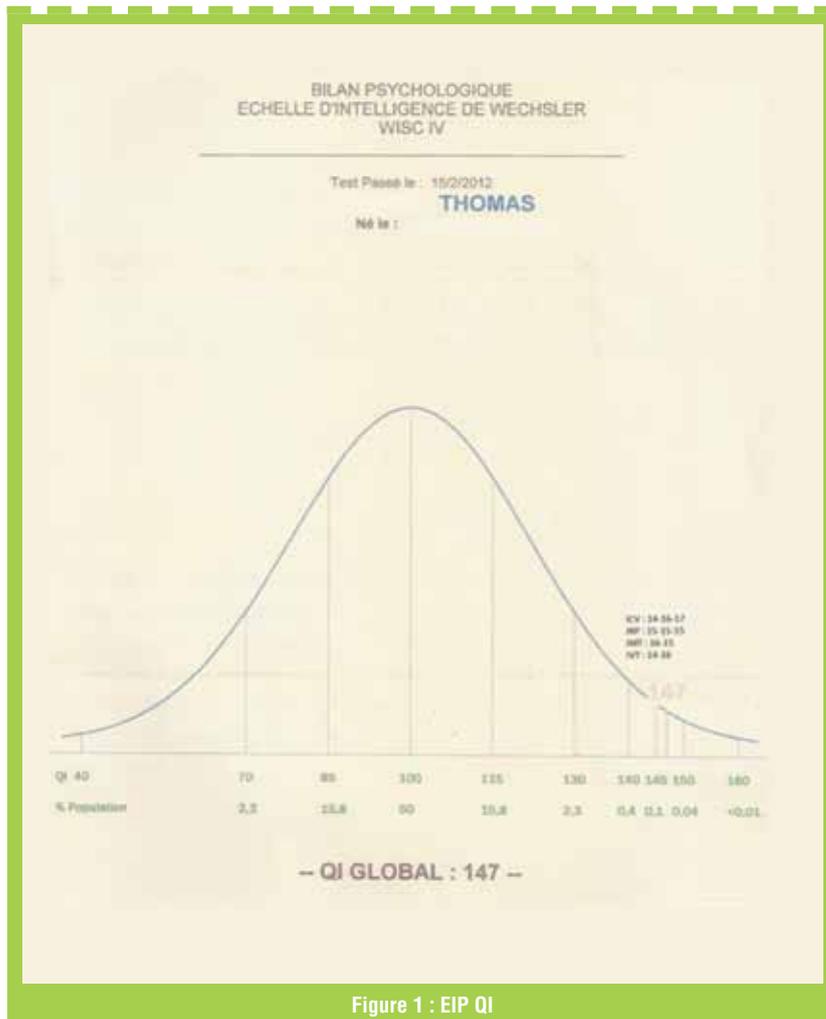


Figure 1 : EIP QI



Figure 2 : Audiométrie tonale et vocale de Thomas



en dessous de la voix faible pour ne pas la perturber. A ce stade le volume reste inchangé jusqu'à la fin du traitement.

### Evolution des réglages

Après un mois de port, Thomas a ressenti une amélioration très importante. Il ne ressent plus les piqures dans le tympan lorsqu'il y a des bruits forts. Il reste fébrile avec les bruits de la rue, mais globalement il les supporte mieux.

Il a augmenté le niveau du bruiteur plus rapidement que nous ne le faisons pour l'adulte, le cerveau des enfants étant plus plastique.

Il n'aime pas trop porter les bruiteurs car cela lui rappelle l'agression mais est conscient que cela l'aide et accepte néanmoins de les porter toute la journée.

### Suivi prothétique à 3 mois

L'hyperacousie a disparu et la dynamique auditive s'est normalisée.

Thomas supporte de plus en plus difficilement la contrainte des bruiteurs d'autant que l'hyperacousie s'est résorbée.

Noël approchant, nous avons convenu ensemble qu'il pourrait les retirer comme cadeau de Noël, si le résultat restait stable.

Le traitement par bruiteur que nous proposons dure habituellement en moyenne 8 mois. Ce délai a été déterminé par l'expérience sur plus de 300 patients. Nous avons remarqué que lorsque les bruiteurs étaient retirés trop rapidement après l'amélioration, le risque de rechute était grandement augmenté.

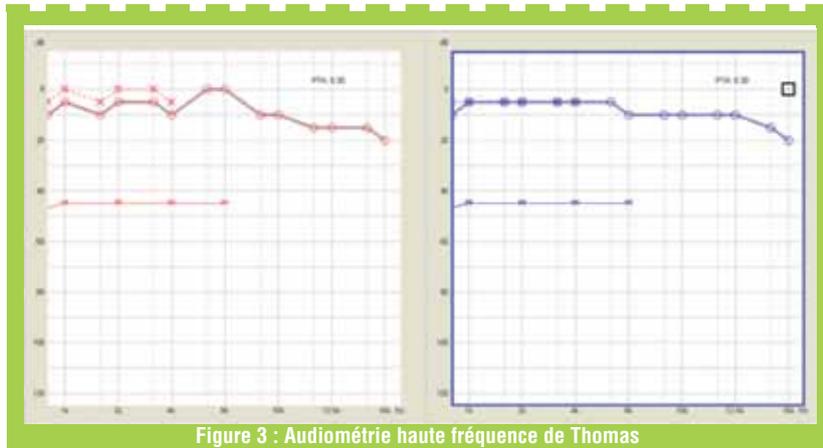


Figure 3 : Audiométrie haute fréquence de Thomas

Mais chez l'enfant tout doit aller plus vite et son cerveau est plus plastique que chez l'adulte. Un enfant n'a pas la même notion du temps qu'un adulte : 8 mois pour un enfant de 8 ans est une éternité alors que pour un adulte de 70 ans c'est tout à fait concevable.

### Suivi prothétique à 6 mois – 1 an :

Thomas a retiré comme promis les bruiteurs pour Noël soit après quatre mois de port. A la rentrée de septembre il a changé d'école pour intégrer une école privée parisienne de très bon niveau.

Il s'est fait plusieurs copains qui sont comme lui et vit aujourd'hui une scolarité stimulante et enrichissante.

### Conclusion

L'hyperacousie survient très fréquemment en lien avec un choc sonore ou une acti-

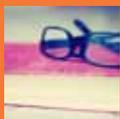
tivité exposée au bruit. Mais cette condition n'est pas forcément suffisante.

Une condition très souvent présente est l'anxiété ou un trouble anxieux. C'est en cela que la précocité mérite que l'on s'y intéresse car de par sa nature l'enfant précoce est très souvent anxieux.

Il est toujours très difficile de prendre en charge la souffrance d'autant plus quand elle touche des enfants.

Etre un Enfant Intellectuellement Précoce est une chance mais elle s'accompagne d'une grande sensibilité et d'une grande fragilité qui peut entraîner ces enfants vers des attitudes dépressives et les mettre en danger «d'asocialité», de repliement sur soi et de perte de désir d'apprendre.

Cependant, ceci ne deviendra pas un handicap s'il est reconnu assez tôt et si tous les acteurs autour de lui (parents, enseignants, corps médical) prennent des dispositions adaptées à ses particularités.



**François DEGOVE**

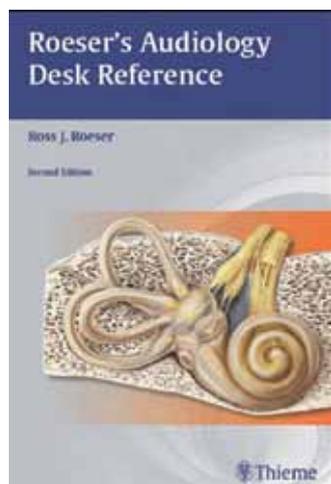
Membre du  
Collège National  
d'Audioprothèse

francois.degove@  
wanadoo.fr



## **ROESER'S AUDIOLOGY DESK REFERENCE**

**Ed. : R. J. ROESER  
Second Edition  
THIEME 434p; 2013**

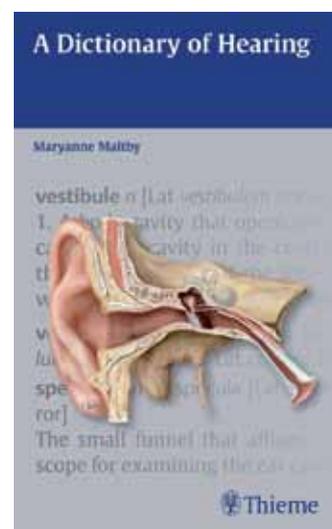


Il s'agit d'un livre de référence comme son titre l'indique. Son but est un peu différent d'un dictionnaire puisque qu'il s'organise en chapitres divers et variés - il en contient 11 - les connaissances que tout audiologiste devrait posséder pour maîtriser son métier et ses connaissances. Si on le compare à la version 1 on s'aperçoit que le travail d'une telle compilation n'est plus aussi simple qu'il y a une bonne quinzaine d'années (1996). En effet comme le note l'auteur avec une pointe d'humour: « l'information est à portée des doigts ». C'est vrai Internet est une source importante et facile d'accès. Mais lorsqu'on veut entrer dans un champ de connaissance particulier il faut le plus souvent partir en vadrouille et passer beaucoup de temps pour collecter l'information qui le plus souvent est partielle, non hiérarchisée et souvent non contrôlée. Est-ce que ce je lis est exact ? Pas toujours facile de le savoir. Il a donc semblé important à l'éditeur de retrouver dans un ouvrage unique de format facile à manipuler un ensemble d'informations triées et validées par un conseil de lecture composé de 4 spécialistes compte tenu de l'étendue des connaissances. Le chapitre 1 traite de l'anatomie et de la physiologie. Ce chapitre comporte 117 pages c'est dire l'importance que les professionnels accordent à ces connaissances.

On le comprend. Lorsque nous présentons 3 ouvrages traitant de l'oreille moyenne il nous apparaît que la compréhension de son fonctionnement et de sa physiologie ne pouvait être séparée des connaissances de son anatomie. Il en va de même pour les voies auditives. Rappelez-vous les conférences et numéros spéciaux du Dr JL Collette qu'il traite de « Central Auditory Processing Disorder » ou de « Neuropathie Auditive » pour faire court, il commençait toujours ses conférences ou faisait commencer les publications qu'il codirigeait par un rappel d'anatomie conséquent. L'orateur ne manquait alors jamais de rappeler qu'il fallait impérativement mémoriser un minimum d'anatomie des voies auditives pour comprendre ce qui se passait. Cela se confirme donc. Le chapitre 2 traite d'acoustique physique. En fait il s'agit plus de décliner une série de tableaux qui vont des unités qu'autre chose. On y retrouvera bien d'autres tableaux concernant les écouteurs et leurs caractéristiques ainsi que les caractéristiques d'atténuation interaurale, les différents dB, etc. Le chapitre 3 aborde les connaissances ayant trait à l'audiométrie. On y retrouve les données d'étalonnage des audiomètres en fonction des casques, des inserts, les seuils dits normaux en champ libre, etc. Le chapitre 4 traite des procédures audiologiques et des matériels, des différents types de surdités et leur classification, des différents tests qui vont de l'audiométrie tonale à l'électrophysiologie, la tympanométrie avec référence aux publications, etc. Ce chapitre comporte un très grand nombre de tableaux qui permettent de synthétiser facilement des données qui pour le coup ne sont pas faciles à trouver dans la littérature tellement elle est dispersée : une vraie mine ! Le chapitre 5 traite des acouphènes, de leur classification, de leur prise en charge présente des tableaux des moyens d'évaluation ainsi qu'un ensemble de publications qui vont avec. Le chapitre 6 aborde la préservation de l'oreille et donc la meilleure manière d'éviter aux gens de subir des traumatismes sonores. Là aussi toute une littérature est synthétisée sous forme de tableaux immédiatement exploitables de même, les

références légales. Le chapitre 7 traite des problèmes vestibulaires et de la réhabilitation qui s'y rapporte. Là aussi on trouve de nombreuses informations qui sont d'une grande utilité pour les professionnels car en effet même si ces questions sont un peu éloignées de notre pratique on n'imagine pas un instant ne pas en être informé tant elles sont fréquentes chez les patients que nous prenons en charge. Le chapitre 8 aborde les questions d'aides auditives, de couplage, de coupleurs, de différences entre coupleurs et oreilles réelles, des conditions de mesurage des performances des aides auditives, etc. Le chapitre 9 des aspects sociaux et économiques de la surdité et des conséquences et de sa prise en charge. Le chapitre 11 traite d'une part des organisations de type associations, académies, sociétés savantes et autres regroupement professionnels et, d'autre part des moyens d'expression et de communication de ces organismes qui constituent la base même de la vie scientifique et pratique de toute activité de santé. Il nous semble très important de faire l'acquisition d'un tel outil qui permet de faire un point sur un sujet donné très rapidement avant de se plonger dans une problématique pratique se rapportant à notre activité.

## **A DICTIONARY OF HEARING M. TATE-MALBY THIEME 249p; 2014**



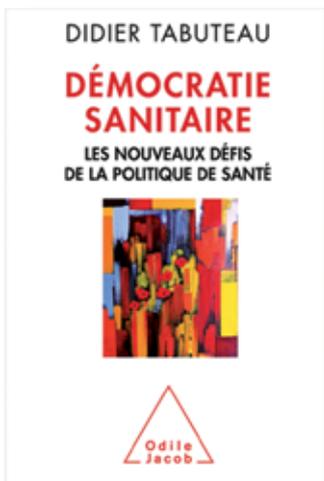


Un dictionnaire de l'audiologie, voilà une bonne idée. Nous avons présenté ci-dessus une compilation d'informations techniques, physiologiques et anatomiques indispensables à la pratique. Il n'est pas rare cependant de se retrouver face à des difficultés sur une définition d'un terme technique ou d'une définition particulière. C'est donc tout l'intérêt de posséder un dictionnaire. Ainsi qu'est-ce qu'une « Obscure Auditory Dysfunction » (OAD), que signifie le terme « Myrinx »... Bref nous n'allons pas faire la liste des termes ou expressions qui n'ont pas toujours une définition bien claire dans notre tête mais voilà, tout l'intérêt d'un dictionnaire est là. Au passage cela pourrait inspirer le Collège ou la Société Française d'Audiologie. Ce serait très utile aussi en français.

## DEMOCRATIE SANITAIRE Les Nouveaux Défis de la Politique de Santé

D. TABUTEAU

ODILE JACOB 290p. 2013



Chacun sait que la santé est devenue un droit et cela à tel point que les politiciens englués dans l'unique objectif de leur réélection n'osent plus fixer de limites. Ils sont aujourd'hui dans l'incapacité d'en réformer et d'en éclaircir les objectifs qui devraient être leurs mais aussi de les réactualiser. Ceux-ci étant maintenant tellement éparpillés entre des exigences d'efficacité dont il est parfois incapable parfois du seul fait d'un manque de connaissances mais aussi dans bien des cas par manque de moyens un système

devenu par certains aspects ingérable. Résultat, ils préfèrent laisser pourrir et renvoyer leur semblant d'action vers les acteurs libéraux du monde de la santé mutuelles et autres assurances qui eux ne se présentent pas aux élections. Du coup ce sont les acteurs personnels de santé, médecins, paramédicaux etc... qui vont supporter en grande partie les changements hasardeux et souvent peu éclairés de ces simulacres politiques. Certaines actions collectives ont eu des effets très significatifs. Ainsi l'hygiène, perçue comme une prescription collective agit-elle sur un mode préventif. Et c'est à ses avancées que l'on doit sans doute une bonne part des progrès dans la domaine de la santé au XXe siècle. Dans les domaines des pratiques professionnelles les efforts des sociétés savantes, des centres de recherche ou d'évaluation font un travail de fond la plupart du temps sans moyen. Nous le savons, l'histoire l'a montré donc nous y réfléchissons et y travaillons nous nous y investissons. Pour preuve, le dernier EPU sur le bruit et la nécessité réaffirmée à la fois d'informer et de protéger les personnes qui sont soumises aux bruits et d'accepter en ce qui nous concerne de se réformer pour y répondre efficacement à ces nouvelles exigences. La réflexion sur l'accessibilité auditive qui au même titre que l'accessibilité physique par des plans inclinés ou des ascenseurs implique des changements importants dans les lieux où le public doit accéder : immeubles, cabinets médicaux, laboratoires, administrations. Si ceux-ci restent techniquement assez simples les mises en œuvre n'en sont pas moins très techniques et nécessitent de vrais spécialistes donc de formations. Ces aspects sont naturellement traités de manière générale dans le livre. L'auteur montre au passage que dans une volonté de généralisation des concepts et donc en s'élargissant ceux-ci perdent de leurs précisions voire dans certains cas demandent un réel effort pour redéfinir le concept lui-même dans un cadre qui lui est étranger. En effet, seriez-vous à même de définir rigoureusement « l'accessibilité auditive » ? Probablement non puisque ce terme ne fait pas partie du langage courant dans le monde de l'audiologie. Il va donc falloir se mettre à niveau scientifiquement pour transposer cette idée intéressante. Il faudra pour entrer en action expliquer clairement ce que l'on entend par là puisqu'il faudra établir un certain nombre de recommandation cohérentes tant sur le plan législatif que sur le plan

scientifique. A ce sujet d'ailleurs il est amusant de lire dans la préface du livre que de recommandations en recommandations collectives nous risquons de passer si ce n'est déjà fait à un impérialisme qui conduira et conduit déjà parfois à des pratiques qui deviennent peu à peu liberticide sur le plan individuel. L'intérêt de cet ouvrage clair et facile à lire écrit par quelqu'un qui connaît bien le sujet est de montrer la nécessité d'une certaine refondation des pratiques et d'une implication des professionnels dans la transformation de leur environnement et d'une certaine façon sa préservation. Nous sommes dans une économie que la plupart des économistes considèrent comme particulière ou « à part » mais dont il apparaît que les choix qui lui sont appliqués après être passés dans une mystérieuse moulinette administrative relèvent le plus souvent d'un arbitraire total et d'une incompetence qui laisse pantois. Voir les lunettes vendues sur Internet... Le plus déroutant pour les professionnels de tous les bords c'est à la fois de devoir se soumettre à des règles de formations et de pratiques exigeantes et coûteuses pour découvrir assez rapidement que ce qu'on exige d'eux est souvent bafoué, bousculé, rejeté sans raisons précises par des textes dont on ne sait qui les a écrits mais qui clairement les mettent au pied d'un mur sans leur donner de quoi le finir. Oui, il faut lire ce livre qui vous donnera à la fois un peu de courage tout en ne vous laissant que des espoirs mesurés sur ce que l'on peut attendre en termes de changements. Comme d'habitude on vous dira qu'on ne peut pas tout avoir donc que si vous n'avez rien ce n'est pas si mal, vous pourriez avoir moins ! D'ailleurs n'est-ce pas un peu ce qui se produit ?



# Veille acouphène

## Etude des liens entre gêne due à l'acouphène et capacité à faire face

### Philippe LURQUIN

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



### Maud REAL

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



### A. BENMEZIAN

Audioprothésiste,  
CHU St Pierre,  
1000 Bruxelles



### Introduction

Si les caractéristiques de l'acouphène ne permettent pas de prédire l'impact sur la qualité de vie et le bien-être du patient, d'autres facteurs peuvent-ils en être la cause ?

Il est intéressant de rassembler le plus d'informations possibles sur les caractères propres du symptôme notamment en mettant en évidence les aptitudes fonctionnelles et les aspects psychologiques et sociaux vécus par les patients acouphéniques.

L'évaluation de ces divers aspects sera établie au travers de deux questionnaires pour une quantification dans une symptomatologie entièrement subjective.

Les deux questionnaires étudiés sont : en premier, le Tinnitus Coping Style Questionnaire (TCSQ) de Budd et Pugh (1996) composé de quarante questions. Il s'intéresse aux stratégies d'ajustement (coping) mises en place par le patient acouphénique et permet de préciser si ces techniques sont adaptées ou non. Le deuxième, le Tinnitus Disability Index (TDI) de Cima et al. (2011), est composé de sept questions et évalue l'indice de gêne causée par l'acouphène. Cet outil, tout juste publié, n'a pas encore fait l'objet d'études similaires. Le résultat final donnera un indice de gêne général ressenti par le patient en fonction de diverses situations qui lui seront proposées.

L'analyse des réponses devrait permettre de répondre à une question fondamentale : suivant le degré de gêne occasionnée par les bourdonnements ou les sifflements, les mécanismes d'ajustement concordent-ils d'un patient à l'autre ?

En d'autres termes, deux acouphènes de même indice influencent-ils de la même manière la qualité de vie des personnes concernées et comment ces personnes font-elles pour y faire face.

On s'attend à ce que plus les stratégies d'ajustement sont altérées, plus l'acouphène sera perçu comme gênant.

### Impact psychologique et social

La présence d'acouphènes entraîne des modifications visibles du comportement et une détérioration très nette de la qualité de vie. Irritabilité, tension, inquiétude, dégradation du sommeil sont fréquemment décrites par les patients eux-mêmes et par leur entourage (Simeon et al., 2001). Les acouphènes affectent également la vie professionnelle ou familiale des patients et ils exercent notamment un impact important sur les relations intra-familiales, en particulier à cause des difficultés de compréhension du problème par l'entourage (El Refaie et al., 1999). Les patients acouphéniques se plaignent donc régulièrement de troubles psychosomatiques et de problèmes dans la vie sociale (Schönweiler et al., 1989).

Un patient acouphénique présente en général trois types de plaintes (Fowler, 1948 ; Hallam, 1989 ; Hallam, Jakes et Hinchcliffe, 1998 ; Hallam, Rachman et Hinchcliffe, 1984 ; Tyler et Baker, 1983):

Un problème audiolinguistique (surdité, hyperacousie), des troubles émotionnels (dépression, anxiété, irritabilité), et des troubles fonctionnels (difficultés d'attention et de concentration, troubles de la mémoire ou du sommeil) (Andersson, 2003 ; Holgers et al. 2005 ; Hiller et Goebel 2006).

Le lien entre l'acouphène et la détresse psychologique a été investigué par de multiples études (Collet et al., 1990 ; Halford et Anderson, 1991 ; Harrop-Griffiths et al., 1987 ; Kirsch, Blanchard et Parnes, 1989 ; McKenna, Hallam et Hinchcliffe, 1991 ; Simpson et al., 1988 ; Stephens et Hallam, 1985 ; Wood et al., 1983).

Il a été reporté par l'étude de McKenna, Hallam et Hinchcliffe (1991) que près de 45% des patients acouphéniques sont atteints de troubles psychologiques.

Simpson et al. (1988) ont démontré que 46% des sujets évalués présentaient des troubles de l'humeur. Certaines études ont montré le lien entre l'acouphène et la dépression (Hinchcliffe et King, 1992 ; Wilson et al., 1991) tandis que d'autres ont mis en évidence l'importance de la présence d'anxiété chez ces patients (McKenna et Hallam, 1999).

Comme c'est le cas pour la majorité des maladies chroniques, la capacité à faire face (coping ou stratégie d'ajustement) ne semble pas être liée à la sévérité de celui-ci (Hallam, Rachman et Hinchcliffe, 1984). Outre les évaluations psychologiques de la perception de l'acouphène, de nombreuses études ont décrit des résultats contradictoires au sujet des mesures psychoacoustiques (intensité, fréquence) et la durée de l'acouphène depuis l'apparition.

Van Veen et al. (1998) n'ont pas pu démontrer de corrélation significative entre la sévérité de l'acouphène et l'intensité de l'acouphène. Folmer et al. (1999) n'ont trouvé aucune différence d'intensité de l'acouphène chez des patients avec et sans dépression, bien que les patients dépressifs avaient des scores significativement plus élevés sur les questions relatives à la sévérité de l'acouphène que les patients sans dépression.

De plus, la fréquence des acouphènes ne semble pas avoir un fort impact sur la gravité des acouphènes (Stouffer et al., 1991 ; Henry, 2000) ; de même les résultats ont révélé que la fréquence avait tendance à demeurer stable, même lorsque la gravité de l'acouphène augmentait (Newlan et al., 1997).

Certains auteurs ont insisté sur l'importance de l'ancienneté de l'acouphène (Stouffer et al. 1991 ; Scott et al. 1990).



Leurs résultats ont révélé que l'intensité des acouphènes et la gravité qui y est liée augmenteraient en fonction du nombre d'années écoulées depuis l'apparition.

Pris dans leur ensemble, les études rapportées ne fournissent pas les résultats homogènes de facteurs pertinents qui devraient avoir un impact important sur la gravité des acouphènes. En effet, différents investigateurs ont noté qu'il n'y aurait pas de relation claire entre les mesures subjectives de l'acouphène par l'acouphénométrie et les mesures subjectives du désagrément et de la détresse causés (Stephens et Hallam, 1985 ; Reed, 1960 ; Andersson 2003 ; Jastreboff et Hazell, 2004).

Ceci pourrait s'expliquer par la présence de nombreux facteurs psychologiques qui combinés aux caractéristiques propres à l'acouphène accentuent son côté intrusif (Tyler et al., 1992). Ainsi, certains patients souffrant d'acouphène seraient capables de s'adapter à celui-ci, tandis que d'autres personnalités en seraient incapables (Budd et Pugh, 1995).

## Locus de contrôle

Certains individus auront tendance à établir un lien causal entre leurs actions et les conséquences qu'ils reçoivent en retour; on dit qu'ils ont un contrôle interne. D'autres ne perçoivent pas l'existence d'une telle relation et attribuent leur acouphène à une causalité externe, hors de leur volonté.

L'internalité (le fait d'avoir un contrôle interne), serait un choix existentiel consistant à croire à une emprise possible sur les événements (Thompson, 1995). Ainsi par exemple, une personne souffrant d'un acouphène et ayant un contrôle externe aura tendance à percevoir son acouphène comme étant contrôlé par des phénomènes extérieurs.

Elle fournira peu d'efforts pour y faire face pensant que seul un élément externe peut avoir une influence sur la situation. Par contre, une autre personne ayant un contrôle interne utilisera des stratégies d'ajustement plus actives afin de contrôler son acouphène (Erlandson et Hallberg, 1993). Une étude réalisée en 1995 par Budd et Pugh a d'ailleurs montré que la sévérité perçue de l'acouphène était liée à un locus de contrôle externe ! En ce sens l'adaptation d'une aide auditive amplificatrice ou d'un producteur de bruit blanc donne un outil au sujet acouphénique lui permettant de contrôler l'émergence de l'acouphène, le contraste auditif et par là, l'aide à se réapproprié un locus de contrôle interne. Ces mêmes auteurs ont d'ailleurs affirmé que plus le lieu de contrôle interne est marqué chez la personne moins les caractères néfastes liés à l'acouphène l'atteindront.

## Stratégies d'ajustement ou « coping »

L'individu ne subit pas passivement les événements, il essaie d'y « faire face » (to cope). On parle de coping pour désigner les réponses, réactions, que l'individu va élaborer pour maîtriser, réduire ou simplement tolérer une situation aversive. Ce terme, d'abord traduit par «stratégies d'ajustement» (Dantchev, 1989 ; Dantzer, 1989) est admis dans le vocabulaire français depuis 1999. Confronté à un « stressor », l'individu établit diverses tentatives pour faire face aux exigences de la situation, compte tenu de l'évaluation préalable de ses ressources personnelles et sociales.

Dans le but d'évaluer le coping, diverses échelles ont été construites. La plus utilisée est celle de Lazarus et Folkman :

- 1) Résolution du problème, dont la recherche d'information
- 2) Esprit combatif ou acceptation de la confrontation
- 3) Prise de distance ou minimisation des menaces
- 4) Réévaluation positive
- 5) Auto-accusation
- 6) Fuite-évitement
- 7) Recherche d'un soutien social
- 8) Maîtrise de soi

**Tableau 1 : Echelle de Lazarus & Folkman composée de 67 items répartis en 8 sous-échelles (les deux premières sous-échelles correspondent au coping centré sur le problème et les six autres au coping centré sur l'émotion et le soutien social) Extrait de « The Ways of Coping Checklist » (Lazarus & Folkman, 1984)**

## Efficacité

Une stratégie est efficace si elle permet à l'individu de maîtriser la situation et/ou de diminuer son impact sur son bien-être physique et psychique. Ceci implique que l'individu arrive à contrôler ou résoudre le problème, mais aussi qu'il parvienne à réguler ses émotions négatives. D'après Suls et Fletcher (1985), il est généralement préférable de recourir à une stratégie de coping, quelle qu'elle soit, plutôt qu'à aucune. L'évitement protégerait le sujet des expériences stressantes, du moins dans un premier temps (annonce du diagnostic d'une maladie grave). Mais à moyen terme, les stratégies vigilantes deviendraient plus efficaces si la situation aversive persiste.

Les premières recherches ont montré que les stratégies centrées sur le problème étaient plus efficaces que les stratégies centrées sur l'émotion (Mikulincer et Solomon, 1985). Toutefois des recherches récentes



ont montré qu'un coping centré sur le problème réduit la tension subie par l'individu en atténuant ou éliminant le stresser (Bolger, 1990 ; Terry, 1994). En conclusion, l'efficacité d'une stratégie dépend aussi des caractéristiques de la situation. Un coping centré sur le problème ne serait efficace que si la situation est contrôlable ou perçue comme telle (Lazarus et Folkman, 1984). Inversement, un coping centré sur l'émotion serait plus fonctionnel dans une situation incontrôlable (Aldwin, 1991 ; Carver et al., 1999 ; Vitaliano et al., 1990). Il n'y a donc pas UNE stratégie de coping efficace.

## Etude originale

L'étude a été réalisée au Centre Hospitalier Universitaire Saint-Pierre situé à Bruxelles. Le but étant de mettre en évidence une éventuelle corrélation statistiquement significative entre les méthodes inadaptées utilisées par le patient et l'indice de gêne occasionnée par l'acouphène.

## Population

Nous avons analysé un échantillon composé de 40 patients acouphéniques. L'âge moyen était de 49,95 ans (écart-type =10,41). L'échantillon était composé de 60% d'hommes et 40% de femmes. 35% des acouphènes étaient unilatéraux.

## Questionnaires

Deux questionnaires ont été distribués aux sujets questionnés :

### 1) Le Tinnitus Coping Style Questionnaire (TCSQ)

Ce premier questionnaire (cf. Annexe 1), étudié par Budd et Pugh en 1996 et composé de quarante items, s'intéresse aux stratégies d'ajustement mises en place par le patient acouphénique pour faire face aux différents caractères néfastes qui peuvent se présenter à lui. Les quarante questions, évaluant un large éventail de stratégies d'adaptation, sont divisées en deux facteurs.

**Facteur 1 :** les stratégies d'adaptation dites inadaptées. Cette catégorie comprend des éléments qui mettent l'accent sur les tentatives du patient pour éviter l'acouphène en prenant des médicaments par exemple, de prier pour que son acouphène disparaisse, ou de fantasmer de ne pas avoir d'acouphène. Il comprend également des éléments qui décrivent différentes stratégies d'adaptation ina-

daptées, y compris: écouter sans cesse son acouphène, expliquer aux autres combien ce bruit intrusif est désagréable et dramatiser sur les conséquences de l'acouphène.

**Facteur 2 :** les stratégies d'adaptation dites efficaces. Il s'agit notamment de l'utilisation d'un bruit de fond pour masquer l'acouphène, pratiquer des séances de relaxation, et demander de l'aide et des conseils professionnels ou encore s'engager dans des activités minimisant le caractère intrusif de l'acouphène.

### 2) Le Tinnitus Disability Index (TDI)

Ce deuxième questionnaire (cf. Annexe2) introduit par Cima et al. en 2011 est composé au départ de sept items que nous avons réduits à 6 par l'exclusion de la question cinq jugée trop intime par la majorité des patients. Il évalue l'indice gêne causée par l'acouphène.

La réponse se présente sous forme d'échelle visuelle analogique allant de 0 (pas gênant) à 10 (complètement invalidant). La simple addition de chaque item donne un score total sur 60 à diviser par 6 afin d'obtenir un score final sur 10. Si ce dernier est compris entre 0 et 2, l'indice de gêne n'est pas significatif. S'il est compris entre 3 et 5, l'acouphène induit une gêne modérée. Au-delà de 5, la gêne est sévère.

## Résultats

Indice de gêne moyen obtenu pour l'ensemble des questions. (Figure 1)

### Age

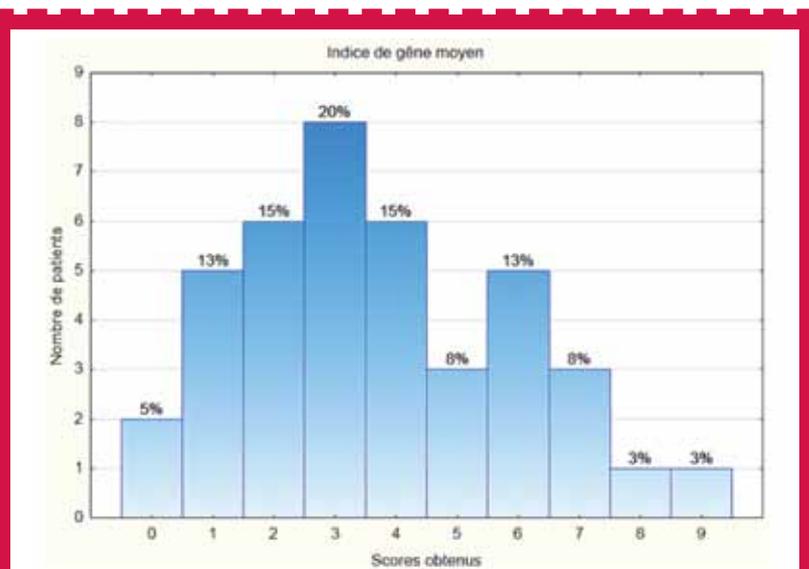
Il n'existe pas de relation linéaire significative entre l'âge des patients et les scores obtenus pour le TDI moyen. La valeur du coefficient de corrélation de Bravais Pearson vaut  $r=0,20$ .

### Sexe

On peut remarquer une différence entre les moyennes des scores obtenus pour le TDI moyen chez les hommes (3,8) et chez les femmes (4,4). Mais cette différence n'est pas statistiquement significative.

### Ancienneté

On remarque qu'il y a absence de corrélation linéaire entre les scores obtenus au TDI et l'ancienneté de l'acouphène. Certains auteurs ont insisté sur l'importance de la durée de l'acouphène depuis son apparition (Stouffer et al. 1991 ; Scott et al. 1990). Leurs résultats ont révélé que l'intensité des acouphènes et la gravité qui y est liée augmenteraient en fonction du nombre d'années écoulées depuis l'apparition. Mais d'après les présents résultats,



**Figure 1 : Scores obtenus pour l'indice de gêne moyen : L'histogramme repris ci-dessus reprend les scores moyens obtenus chez tous les patients pour les 6 questions réunies. La moyenne s'élève à 4,07 soit à un indice relativement modéré. Le minimum est de 0,3 tandis que le maximum est de 9,33. L'écart-type s'élève à 2,24. On constate que pour les 6 situations proposées par le questionnaire, l'indice de gêne se situe principalement à des scores compris entre 2 et 5 ce qui correspond à un impact modéré induit par l'acouphène pour cette population.**



il n'y aurait pas de corrélation significative entre l'indice de gêne et l'ancienneté de l'acouphène.

## Latéralisation

L'indice de gêne moyen indiqué par les sujets souffrant d'un acouphène bilatéral vaut 4,7 tandis que celui donné par les sujets souffrant d'un acouphène unilatéral s'élève à 2,8. La gêne occasionnée est donc plus importante chez les patients qui présentent un acouphène dans les deux oreilles. Rejet de  $H_0$  pour  $\alpha = 0,01$ . Globalement, il est intéressant de constater que les acouphènes perçus dans les deux oreilles sont les formes les plus sévères. Ceci a d'ailleurs déjà été démontré dans une étude d'Axelsson (1995). La prévalence de l'acouphène a été évaluée en fonction de la latéralisation et de sa sévérité. Une étude réalisée par Geoffroy et Chéry-Croze (1999) confirme ces données.

## Coping

Les sujets utilisant un coping inadapté rêvent souvent à la vie sans acouphène et prient régulièrement pour que leur acouphène disparaisse. Plus important encore, ce type d'adaptation est lié à une pensée catastrophique marquée sur les conséquences de l'acouphène, cer-

tains patients ont déclaré craindre que l'acouphène leur crée une «dépression nerveuse», ils pensent souvent à ne pas être en mesure de faire face à ces bruits intrusifs et se demandent ce qu'ils ont fait pour mériter cela. En outre, les sujets ont indiqué qu'ils tentent d'éviter leur acouphène en allant se coucher et en évitant les situations sociales.

Les résultats montrent que les stratégies d'adaptation inadaptées sont fortement corrélées à l'indice de gêne causée par l'acouphène.

En revanche, il n'existe pas de corrélation statistiquement significative entre les scores obtenus au TDI moyen et ceux obtenus au TCSQ (F2) pour  $\alpha = 0,01$ . Ceci est également soutenu par une étude antérieure, réalisée par Budd et Pugh (1992), dans laquelle les auteurs ont rapporté que « les stratégies d'adaptation efficaces » ne semblent pas être liées à la détresse des acouphéniques.

## Conclusion

Il est donc primordial de comprendre ces différents concepts afin de guider au mieux le patient vers un rejet progressif des stratégies inefficaces qui lui permettront de maîtriser la situation et/ou diminuer son impact sur son bien-être physique et psychique. Sans cette guidance,

l'individu risque d'utiliser des méthodes définies comme inappropriées et sombrer ainsi dans une détresse psychologique alarmante caractérisée par de la dépression et de l'anxiété.

## Bibliographie

Andersson, G. (2001). The role of psychology in managing tinnitus : A cognitive behavioral approach. *Sem Hear*, 22, 65-76.

Andersson, G. (2003). Tinnitus loudness matchings in relation to annoyance and grading of severity. *Auris Nasus Larynx*, 30, 129-133.

Andersson, G., & Mc Kenna, L. (2006). The role of cognition in tinnitus. *Acta Otolaryngol Suppl*, 126, 29-43.

Baigi, A., Oden, A., & al. (2011). Tinnitus in the general population with a focus on noise and stress : A public health study. *Ear Hear*, 32, 787-789.

Buchon-Schweitzer. (2002). *Psychologie de la santé : Modèles, concepts et méthodes*. Paris: Dunod, ed.

Budd, J., & Pugh, R. (1996). Tinnitus coping style and its relationship to tinnitus severity and emotional distress. *J Psychom Res*, 41, 327-335.

Cima, R., Vlaeyen, J., & Combret, G. (2011). Catastrophizing and fear of tinnitus predict quality of life in patients with chronic tinnitus. *Ear Hear*, 32, 634-641.

Cima, R., Vlaeyen, J., Combret, G., & al. (2011). Tinnitus interferes with daily life activities : A psychometric examination of the Tinnitus Disability Index. *Ear Hear*, 32, 623-633.

Coles, R. (1984). Epidemiology of tinnitus: Prevalence. *J Laryngol Otol*, 9, 7-15.

Dineen, R., Doyle, J., & Bench, J. (1993). Coping strategies : An approach to understanding how people manage tinnitus. *Br J Audiol*.

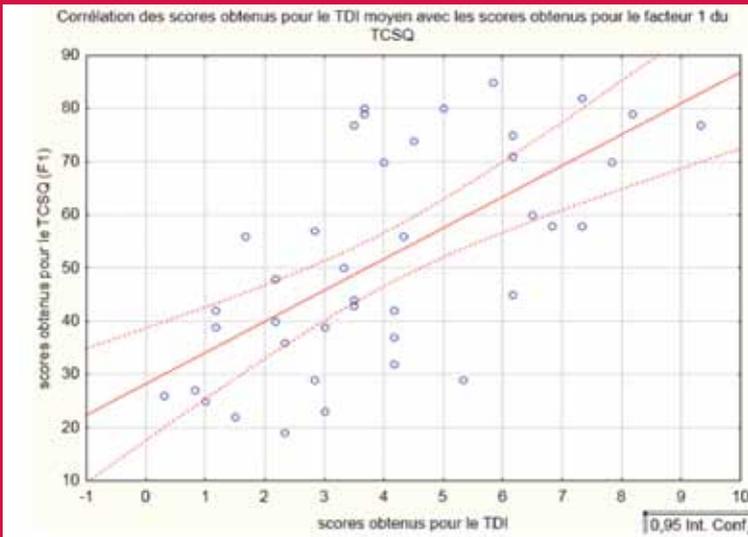
Dineen, R., Doyle, J., & Bench, J. (1997). Audiological and psychological characteristics of a group of tinnitus sufferers, prior to tinnitus management training. *Br J Audiol*, 31.

Duval, T., & Lurquin, P. (2010). Croyances et distorsions cognitives des sujets acouphéniques. *Cah Aud*.

El Refaie, A., Davis, A., Kayan, A., & al. (2004). A questionnaire study of the quality of life and quality of family of individuals complaining of tinnitus pre- and post-attendance at a tinnitus clinic. *Int J Audiol*, 43, 410-416.

Erlandsson, S. H. (1993). Tinnitus characteristics in tinnitus complainers and noncomplainers. *Br J Audiol*, 27.

Erlandsson, S., & Hallberg, L. (2000). Prediction of quality of life in patients with tinnitus. *Br J Audiol*, 34, 11-20.



**Figure 2 : Corrélation des scores obtenus pour le TDI moyen avec les scores obtenus pour le facteur 1 (coping inadapté) du TCSQ**

**Il existe une bonne corrélation linéaire positive statistiquement significative pour  $r = 0,65$  entre les scores obtenus au TDI et ceux obtenus au TCSQ (F1).  $r$  vaut 0,65 pour un niveau de confiance à 0,95.**

**La courbe de régression illustre l'indice de gêne qui augmente, lorsque le sujet utilise des méthodes de coping inappropriées.**



- Erlandsson, S., Hallberg, L., & Axelsson, A. (1992). Psychological and audiological correlates of perceived tinnitus severity. *Audiology*, 31.
- Folmer, R. G., Martin, W., & al. (1999). Tinnitus severity, loudness, and depression. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 121, 48-51.
- Folmer, R., Griest, S., & Martin, W. (2001). Chronic tinnitus as phantom auditory pain. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 124, 395-400.
- Halford, J., & Anderson, A. (1991). Anxiety and depression in tinnitus sufferers. *J Psychom Res*, 35, 4-5.
- Hallam, L., & Stephens, S. (1985). The Crown-Crisp Experiential index in patients complaining of tinnitus. *Br J Audiol*, 19, 151-158.
- Hallam, R. (1986). Psychological approaches to the evaluation and management of tinnitus distress. London: Hazell J, ed.
- Hallam, R., & Stephens, S. (1985). Vestibular disorder and emotional distress. *J Psychosom Res*, 29, 151-158.
- Hallam, R., Jakes, S., Chambers, C., & Hinchcliffe, R. (1985). A factor analytic study of tinnitus complaint behavior. *Audiology*, 24, 195-206.
- Hallam, R., McKenna, L., & Davies, S. (1995). Relaxation and cognitive therapy: A controlled trial in chronic tinnitus. *Psychol Health*, 10, 129-143.
- Hallam, R., McKenna, L., & Shurlock, L. (2004). Tinnitus impairs cognitive efficiency. *Int J Audiol*, 43, 218-226.
- Hallam, R., Rachman, S., & Hinchcliff, R. (1984). Psychological aspects of tinnitus. Oxford: Pergamon: Rachman S, ed.
- Hallberg, L., Erlandsson, S., & Carlsson, S. (1992). Coping strategies used by middle-aged males with noises induced hearing loss, with and without tinnitus. *Psychol Health*, 7, 273-288.
- Harrop-Griffiths, J., Kayton, W., & al. (1987). Chronic tinnitus association with psychiatric disorders. *J Psychosom Res*, 37, 613-621.
- Heller, A. J. (2006). Classification and epidemiology of tinnitus. *Otolaryngol Clin North Am*, 369,239-248.
- Henry, J., & Wilson, P. (1995). Coping with Tinnitus: Two Studies of Psychological and Audiological Characteristics of Patients with High and Low Tinnitus-Related Distress. *Int Tinnitus J*, 2, 85-92.
- Henry, J., Dennis, K., & Schechter, M. (2005). General review of tinnitus: Prevalence, mechanisms, effects and management. *J Speech Lang Hear Res*, 48, 1204-1235.
- Hiller, W., & Goebel, G. (2004). Rapid assessment of tinnitus-related psychological distress using themini-TQ. *Int J Audiol*, 43, 600-604.
- Hiller, W., & Goebel, G. (2006). Factors influencing tinnitus loudness and annoyance. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*, 132, 1323-1330.
- Holger, K., Zoger, S., & Svedlund, K. (2005). Predictive factors for development of severe tinnitus suffering-further characterisation. *Int J Audiol*, 44, 584-592.
- House, P. (1981). Personality of tinnitus patients. *CIBA Found Symp*, 85, 193-199.
- Jastreboff, P. J. (1990). Phantom auditory perception (tinnitus): Mechanisms of generation and perception. *Neurosci Res*, 8, 221-254.
- Jastreboff, P. J., & Hazell, J. W. (1993). A neurophysiological approach to tinnitus: Clinical implications. *Br J Audiol*, 27, 7-17.
- Jastreboff, P. J., & Hazell, J. W. (2004). Tinnitus Retraining Therapy: Implementing the Neurophysiological Model. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kirsch, C., Blanchard, E., & Parnes, S. (1989). Psychological characteristics of individuals high and low in their ability to cope with tinnitus. *Psychosom Med*, 51, 209-215.
- Kuk, F. K., Russell, D., & al. (1990). The psychometric properties of a tinnitus handicap questionnaire. *Ear Hear*, 11, 434-445.
- Lazarus, R., & Folkman, S. (1984). Stress, appraisal and coping. Springer publishing company.
- Llewelyn, S., & Kennedy, P. (2003). Handbook of clinical health psychology. Chichester: John Wiley and Sons Ltd.
- McKinnen, D., Lockwood, C., & Hoffman, J. a. (2002). A comparison of methods to test mediation and other intervening variable effects. *Psychol Methods*, 7, 83-104.
- Meikle, M. B., Griest, S. E., Stewart, B. J., & al. (1995). Measuring the negative impact of tinnitus: A brief severity index. *Abstr Assoc Res Otolaryngol*, 167.
- Meikle, M. B., Griest, S. E., Stewart, B. J., & al. (2007). Assessment of tinnitus: Measurement of treatment outcomes. *Prog Brain Res*, 166, 511-521.
- Meikle, M., & Vernon, J. (1985). Clinical insights into possible psychological mechanisms of tinnitus. *Head Neck Surg*, 439-446.
- Meikle, M., Vernon, J., & Johnson, R. (1984). The perceived severity of tinnitus: Some observations concerning a large population of tinnitus patients. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 689-696.
- Meric, C., Gartner, M., Collet, L., & Chéry-Croze, S. (1997). Psychopathological profile of tinnitus sufferers: Evidence concerning the relationship between tinnitus features and impact on life. *Audiol Neurootol*, 3, 240-252.
- Meyer, B., & al. (2001). Acouphènes et hyperacousie. Paris: Soc française d'Oto-rhinolaryngologie et de chirurgie de la face et du cou, ed.
- Newman, C. W., Jacobson, G. P., & Spitzer, J. B. (1996). Development of the Tinnitus Handicap Inventory. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*, 122, 143-148.
- Noble, W., & Tyler, R. (2007). Physiology and phenomenology of tinnitus: Implications and treatment. *Int J Audiol*, 46, 569-574.
- Phillips, H., & Rachman, S. (1980). Psychology and behavioral medicine. New-York: Cambridge University.
- Richard, Z., Samuel, A., & Raven, B. (2011). Readability of patient-reported outcome questionnaires for use with persons with tinnitus. *Ear Hear*, 32, 671-673.
- Scott, B., Lindberg, P., Lyttkens, L., & Melin, L. (1985). Psychological treatment of tinnitus. *Scand Audiol*, 14, 223-230.
- Scott, B., Lindberg, P., Lyttkens, L., & Melin, L. (1990). Predictors of tinnitus discomfort, adaptation and subjective loudness. *Br J Audiol*, 24.
- Sinopoli, T., Davis, P., & Hanley, P. (2005). Tinnitus: Addressing Neurological, Audiological, and Psychological Aspects with Customized Therapy. *Hear Rev*.
- Stevens, C., Walker, G., Boyer, M., & al. (2007). Severe tinnitus and its effect on selective and divided attention. *Int J Audiol*, 46, 208-216.
- Sweetow, R. (1984). Cognitive behavioral modification in tinnitus management. *Hearing Instruments*, 35, 14-19.
- Sweetow, R. (1986). Cognitive aspects of tinnitus patient management. *Ear Hear*, 390-396.
- Tonndorf, J. (1987). The analogy between tinnitus and pain: A suggestion for a physiological basis of chronic tinnitus. *Hear Res*, 28, 271-275.
- Tyler, R. S. (2000). Tinnitus Handbook. Iowa city: Cengage Learning.
- Tyler, R. S. (2005). Neurophysiological models, psychological models, and treatments for tinnitus. New-York: Thieme Medical Publishers.
- Tyler, R. S., Aran, J.-M., & Dauman, R. (1992). Recent advances in tinnitus. *Am J Audiol*, 1, 36-44.
- Tyler, R., & Baker, L. (1985). Difficulties experienced by tinnitus sufferers. *J Speech Hear Disorders*, 48, 150-154.
- Wagenaar, O., Wieringa, M., & Verschuure, H. (2010). A cognitive model of tinnitus and hyperacusis: A clinical tool for patient information, appeasement and assessment. *Int J Audiol*, 16, 66-72.
- Wilson, P. H., & Henry, J. (2001). The Psychological Management of Chronic Tinnitus: A Cognitive-Behavioral Approach. Boston: Allyn & Bacon.
- Wilson, P. H., Henry, J., Bowen, M., & al. (1991). Tinnitus reaction questionnaire: Psychometric properties of a measure of distress associated with tinnitus. *J Speech Hear Res*, 34, 197-201.



## Annexes

### Tinnitus Disability Index : TDI Indice de gêne de l'acouphène

Sur une échelle de 0 à 10 allant de pas gênant du tout à complètement invalidant, veuillez indiquer la gêne occasionnée par votre acouphène dans les situations décrites ci-après :

#### 1) Les responsabilités familiales et du domicile

Cette catégorie regroupe les activités liées à la famille et le domicile. Elle inclue les travaux ménagers et les devoirs au sein du foyer.  
Ex : travaux de jardin, commissions (courses) ou services à rendre pour les autres membres de la famille (accompagner les enfants à l'école).

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

#### 2) Les divertissements

Ex : Hobby, sport, ou autres activités de loisirs similaires.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

#### 3) Les activités relationnelles (sociales)

Cette catégorie se réfère aux activités qui impliquent une participation avec des amis et des connaissances autres que la famille. Cela inclue sorties, fêtes, théâtre, concert, dîner, et autres fonctions sociales.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

#### 4) Occupation

Cette catégorie regroupe toutes les activités en relation directe avec le travail (job, profession). Cela reprend également les jobs non rémunérés (bénévolat, travail volontaire, femme au foyer).

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

#### 5) Comportement intime

Cette catégorie se réfère à la fréquence et la qualité de la vie sexuelle.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

#### 6) Le bien-être

Activités qui impliquent l'entretien de soi et l'organisation de sa propre vie au quotidien  
Ex : prendre une douche, conduire la voiture, s'habiller, ...

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

#### 7) Les besoins vitaux

Cette catégorie reprend les comportements vitaux.

Ex : manger, dormir, respirer.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10



# > VEILLE ACOUPHÈNES

## Questionnaire relatifs aux aménagements mis en place par le patient acouphénique : TCSQ (Tinnitus Coping Style Questionnaire)

Depuis quand souffrez-vous d'acouphène(s) ? ..... semaines / mois / années.

<b>Cela vous est-il déjà arrivé de/d' :</b> (Veuillez cocher la bonne case merci)		1	2	3	4	5	6	7
1	Utiliser un masqueur d'acouphène ? (Bruit blanc)							
2	Penser à quelque chose de plaisant plutôt que de vous concentrer sur votre acouphène ?							
3	Penser à abandonner ?							
4	Vous rappeler que votre vie est généralement satisfaisante ?							
5	Penser au caractère déplaisant et horrible de ces sons ?							
6	Utiliser un oreiller haut-parleur pour vous aider à dormir ?							
7	Utiliser un bruit de fond pour masquer votre acouphène ?							
8	Souhaiter que votre acouphène diminue ou disparaisse soudainement ?							
9	Faire un effort conscient pour que votre acouphène cesse ?							
10	Expliquer aux autres, combien votre acouphène est horrible ?							
11	Imaginez ce que serait votre vie sans votre acouphène ?							
12	Vous demandez qu'avez-vous fait pour mériter cela ?							
13	Ecoutez la radio, la musique ou regarder la TV pour masquer votre acouphène ?							
14	Penser de votre acouphène comme faisant partie des bruits de fond quotidiens ?							
15	Prétendre que votre acouphène n'est pas là ?							
16	Eviter les situations sociales à cause de votre acouphène ?							
17	Focaliser votre attention uniquement sur ce que vous faites ou de ce qu'il se passe autour de vous ?							
18	Dormir la journée afin de fuir votre acouphène ?							
19	Vous rassurer que vous pouvez apprendre à accepter ou ignorer votre acouphène ?							
20	Essayer de ne pas penser à votre acouphène ?							
21	Consulter un professionnel ou un psychologue afin d'apprendre de nouvelles manières à faire face à votre acouphène ?							
22	Adapter des loisirs ou des intérêts pour vous distraire de votre acouphène ?							
23	Penser que votre acouphène a gâché votre qualité de vie ?							
24	Vous rassurer que vous pouvez faire avec votre acouphène maintenant car vous y avez fait face dans le passé ?							
25	Ecouter votre acouphène ?							
26	Penser aux choses qui pourraient vous distraire de votre acouphène ?							
27	Vous rappeler que vous pouvez encore jouir de la vie malgré votre acouphène ?							
28	Espérer qu'un remède à votre acouphène sera bientôt trouvé ?							
29	Vous dire que l'acouphène n'est qu'une épreuve de plus à votre vie ?							
30	Prendre des médicaments prescrits par votre médecin pour vous aider à dormir ?							
31	Regarder les autres autour de vous qui se trouvent dans une situation plus grave que vous afin de dédramatiser votre acouphène ?							
32	Penser au temps où vous n'aviez pas encore d'acouphène ?							
33	Rester occupé(e) ou actif(ve) pour distraire de votre acouphène ?							
34	Penser que vous ne pouvez rien faire pour y faire face ?							
35	Espérer que vous ne laisserez pas votre acouphène obtenir le meilleur de vous ?							
36	Vous rassurer que vous bénéficierez d'un soutien et de conseils de professionnels ?							
37								
38	Vous inquiéter que les bruits vous conduiront vers un stress démolisseur ?							
39	Etudier et pratiquer des séances de relaxation ?							
40	Penser que vous n'êtes pas en mesure							

**1 = Jamais ; 2 = Rarement ; 3 = Occasionnellement ; 4 = Parfois ; 5 = Souvent ; 6 Presque Toujours ; 7= Toujours**  
Source : " Tinnitus coping style and its relationship to tinnitus severity and emotional distress"  
Richard J Budd and Rachel Pugh, Journal of psychosomatic research vol 41(4) pp 327-335. 1996

SONIC | bliss.

Le bonheur  
commence comme ça.



bliss

4 ans  
garantie fabricant

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



[www.sonici.com](http://www.sonici.com)  
Parc des Barbannières - 3 Allée des Barbannières - CS4006  
92635 Gennevilliers Cedex - Tél. +331 41 86 00 88

**SONIC**  
Everyday Sounds Better



# Mesures objectives en audiologie

## Fiche n°1 :

## L' « ABC » de la tympanométrie#

**Fabrice GIRAUDET**

Laboratoire de  
Biophysique  
Neurosensorielle  
UMR INSERM 1107  
Faculté de Médecine -  
Université d'Auvergne  
Clermont Ferrand

# Selon la classification  
de Jerger

Dans bien des situations, il n'est pas rare de s'interroger sur l'état fonctionnel de l'oreille moyenne, de la mobilité tympanique du patient (à l'approche de la période hivernale, ou chez le jeune enfant sujet à des « otites à répétitions »<sup>1</sup>). Si dans le bilan audiométrique de première intention la tympanométrie est une recommandation, cet examen non invasif -facilement et rapidement réalisable- peut lever bien des interrogations. L'objectif de cet article est de placer l'utilisation de cet outil d'exploration du système tympano-ossiculaire dans un contexte pragmatique et surtout pratique.

Les considérations biophysiques ne seront pas abordées et nous vous conseillons de vous plonger dans la lecture d'ouvrages de référence...

### Introduction

Par définition la tympanométrie est l'étude de la mobilité du système tympano-ossiculaire. Elle a été développée à la fin des années 50 (Terkildsen & Thomsen).

La plupart des appareils commerciaux actuels, qu'ils soient portatifs ou de table, permettent une exploration du système tympano-ossiculaire de façon automatique, voire semi-automatique. La simplification d'utilisation, arguent commercial pour la démocratisation des tests exploratoires (et donc des ventes d'appareils), est malheureusement accompagnée d'une « mise à l'écart » des notions théoriques, sans doute rébarbatives mais non moins indispensables pour l'interprétation des résultats. Paradoxalement, ces dispositifs proposent une multitude de menus - bien souvent sous utilisés - combinant d'autres mesures également facilement accessibles : mesure de la pression

1. Dans leur étude de suivi longitudinal de plus de 3000 enfants âgés de 8 à 12mois, Widen et coll. (2000) indique que 30% présentaient une otite sérumuqueuse au moment des tests.

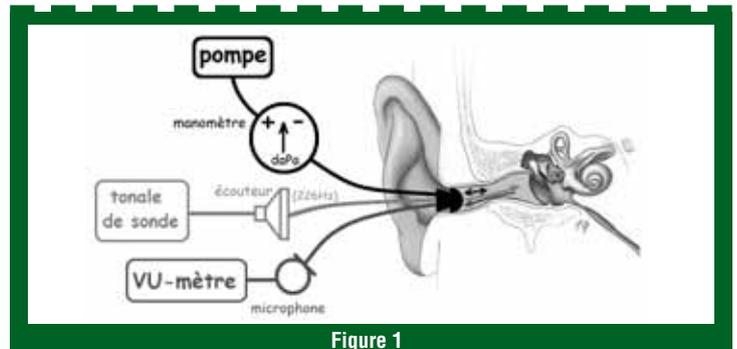


Figure 1

dans l'oreille moyenne, étude de la fonctionnalité de la trompe d'Eustache, étude du réflexe stapédien.

La tympanométrie est donc essentielle dans la batterie des tests d'exploration audiolinguistique\*. Dans les recommandations<sup>2</sup>, c'est un élément incontournable du « bilan auditif de base ». Toutefois la tympanométrie ne peut se concevoir sans une otoscopie. En effet, la présence d'un bouchon de cérumen obstructif, un conduit auditif externe (CAE) tortueux ou une sténose de ce dernier rendent l'examen non interprétable.

### L'appareil de tympanométrie

D'une façon schématique, un appareil de tympanométrie est constitué de 5 modules :

#### La sonde

C'est cette partie, surmontée d'un bouchon à usage unique permettant d'assurer une étanchéité pressionnelle, qui sera délicatement introduite dans le CAE. Elle est elle-même composée de trois éléments (présents dans le corps de la sonde ou déportés dans l'appareil à proprement dit). Ainsi lorsque l'on examine une sonde on constate la présence de trois orifices : un correspondant à l'écouteur, un pour le microphone et un dernier en rela-

2. Guides de Bonnes Pratiques en Audiométrie de l'Adulte et de l'enfant – Société Française d'Audiologie

tion avec le système pneumatique (cf. **figure 1**). L'écouteur émet en continu un son pur dont la fréquence est généralement de 226Hz (voire 220 ou 275Hz) sur les appareils standards. Les appareils multi-fréquentiels offrent généralement un panel de plusieurs fréquences : 226 Hz, 678 Hz, 800 Hz, 1000Hz, 2000Hz (utilisations différentes selon la procédure de tests). L'intensité de ce son, appelé « tonale de la sonde », est souvent une donnée dite constructeur. Elle est généralement de 85dB SPL lors de la mesure de calibration dans une cavité de 2cm<sup>3</sup> (ou 2cc). D'après les normes, ce niveau ne doit pas dépasser les 90dB SPL. Sur leurs notices, certains constructeurs indiquent ce niveau en dB HL, et que ce niveau est automatiquement ajusté selon le volume du conduit. En effet, quand un stimulus acoustique de 90dB SPL (calibration dans cavité de 2cc) est présenté dans la cavité d'un nouveau né (de 0,25cc) ceci se traduit par une présentation acoustique de 108dB SPL ! Ce paramétrage du niveau acoustique de la tonale de la sonde prend tout son sens dans le cadre pédiatrique.

### Le système pneumatique

Cette partie de l'appareil réalise une variation de la pression dans le CAE qui vient s'exercer sur la membrane tympanique. Il est donc impératif qu'il n'y ait pas de fuite au niveau de la sonde (bonne adaptation du bouchon pour une bonne étanchéité). Parallèlement la pression est continue-

# MESURES OBJECTIVES EN AUDIOLOGIE ◀



ment mesurée. Elle est exprimée en daPa ou mmH<sub>2</sub>O (lire « décaPascal » et « millimètre d'eau »). Le gradient de pression appliqué est classiquement entre -400 et +200daPa, et peut varier selon les appareils (gamme de pression -600 à +300daPa). Le balayage pressionnel peut être réalisé des valeurs négatives vers les valeurs positives (protocole classique) ou inversement. De même, la vitesse de variation de la pression est un paramètre ajustable sur certains appareils (avec généralement 4 vitesses proposées d'environ 10, 50, 200 et 500 daPa/s). Elle peut conditionner les résultats.

## Le système de mesure de l'impédance acoustique (impédancemétrie)

Le système tympano-ossiculaire a pour fonction de transmettre les vibrations acoustiques du CAE à l'oreille interne. Cette transmission est imparfaite et une certaine quantité d'énergie sonore n'est pas transmise à la cochlée, elle est dite réfractée (réfléchi). Le principe de l'impédancemétrie permet de mesurer cette quantité d'énergie réfléchi par le système. L'écouteur envoie un son continu (« tonale de sonde ») et le microphone de la sonde va mesurer l'onde réfractée. Cette mesure d'impédance n'a pas d'application clinique directe réelle. Cependant, une mesure d'impédancemétrie continue combinée à des variations progressives et contrôlées de pression dans le CAE a toute son utilité en exploration audiolinguistique : c'est le principe de la tympanométrie.

La transmission du son au niveau de la chaîne tympano-ossiculaire est parfaite lorsque la pression atmosphérique (mesurée dans le CAE) et la pression dans l'oreille moyenne sont égales (autrement dit : la différence entre les deux pressions est nulle). Dans ce cas, l'impédance du système tympano-ossiculaire est optimale. Donc connaissant la pression au niveau du CAE il est donc possible d'en déduire celle régnant

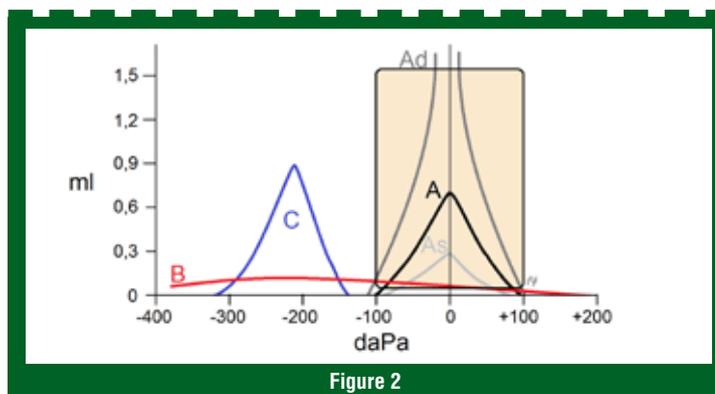


Figure 2

dans l'oreille moyenne. De plus, la tympanométrie étudie le comportement de l'impédance du système tympano-ossiculaire lors de l'application d'un gradient de pression (positif ou négatif) de part et d'autre du tympan. Il est donc nécessaire d'avoir une étanchéité au niveau du bouchon de la sonde et une intégrité du tympan (absence de perforation). Ainsi la tympanométrie renseigne donc sur la mobilité du tympan (également appelée compliance ou compliance équivalente pour un volume d'air donc exprimée en cc ou ml – synonyme d'admittance)<sup>3</sup>. Le graphe obtenu, soit par transcription manuelle (après lecture du déplacement de l'aiguille sur l'écran du vomètre) soit de façon plus actuelle par affichage direct à l'écran, des variations d'impédance acoustique ou variations de compliance en fonction de la pression d'air dans le CAE est appelé tympanogramme (cf. figure 2).

## Le système permettant l'application de stimulations acoustiques pour l'étude du réflexe stapédien

Ce module permet de délivrer soit de façon ipsilatérale soit de façon contralatérale des stimulations acoustiques. Ainsi des sons purs

3. L'admittance est exprimée en Siemens, c'est l'inverse de l'impédance.

de 500Hz, 1, 2 ou 4kHz ou un bruit blanc peuvent être appliqués et contrôlés en durée (environ 1,5ms) et en intensité (des intensités croissantes sont appliquées avec un maximum 110dBHL).

## Un module « informatique »

C'est le cœur de l'appareil. Il génère les différents protocoles proposés et l'automatisation des mesures (émission de la « tonale de sonde » à la fréquence choisie, mesure continue de l'impédance acoustique, application des gradients de pression, émission des sons choisis pour l'étude du réflexe stapédien). Il permet également la sauvegarde des mesures et leur impression.

## Les données et leurs interprétations

Deux mesures sont principalement examinées et interprétées lors du test de tympanométrie : la compliance tympanique (ou mobilité du tympan) et la pression à laquelle est observé le pic du tympanogramme. Les autres paramètres mesurés qui peuvent être étudiés sont : le volume du CAE, le gradient, le réflexe acoustique.

## Le volume équivalent du CAE

Les valeurs de normalité du volume du CAE sont comprises entre 0,6 et 2,5cc (ou ml) chez l'adulte et 0,4 et



# > MESURES OBJECTIVES EN AUDIOLOGIE

0,9cc chez l'enfant. Une lecture du volume du CAE avec des valeurs hors norme doivent attirer l'attention. Un très petit volume peut être lié à un mauvais positionnement de la sonde (sonde en contact avec la paroi du CAE, obstruction du CAE par un bouchon de cérumen), et un volume excessif incluant le volume d'oreille moyenne peut être retrouvé en cas d'une perforation tympanique (suite à un barotraumatisme ou à la pose d'un aérateur).

## Le tympanogramme

Il s'agit d'un graphe sur lequel est reporté sur l'axe des abscisses la pression (en daPa), et sur l'axe des ordonnées est reportée la compliance (en ml, variations du volume du CAE suite aux variations de pressions appliquées dans CAE). Différentes mesures sont disponibles lors de la lecture d'un tympanogramme.

La pression à laquelle est observé le maximum de compliance (pic de compliance du tympanogramme) correspond du point d'équipression (entre pression dans CAE et pression dans oreille moyenne). On a donc une lecture directe de la pression qui règne dans l'oreille moyenne. L'amplitude de ce maximum de compliance est un paramètre également informatif. La compliance statique correspond au différentiel de compliance observé entre la pression de +200daPa et au niveau du point d'équipression. Le gradient correspond à la largeur du tympanogramme. Il est déterminé en examinant les pressions atteintes à 50% de la compliance statique (cf. **figure 3**). Ce paramètre qui permet d'apprécier la forme du tympanogramme (plus ou moins large) est peu utilisé comme indice diagnostique.

Selon la classification de Jerger (1970), qui est couramment utilisée, il existe 5 types de tympanogrammes.

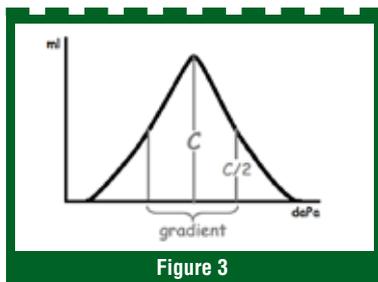


Figure 3

### - Tympanogramme normal - type A

Le tympanogramme normal, souvent décrit en « toit de pagode », présente un pic centré sur 0daPa (normalité de -100 à +50daPa), une compliance entre 0,6 et 2,5cc chez l'adulte et 0,4 et 0,9cc chez

l'enfant. Souvent pour une lecture rapide et simplifiée des tracés de tympanométrie un rectangle délimitant la zone de normalité dans laquelle doit se dessiner le tympanogramme est indiqué.

Il existe deux sous types de tympanogrammes de type A, qui ne sont plus considérés comme normaux. Le type Ad (de l'anglais « deep » - « profond ») avec une compliance supérieure à la normale (pic fuyant, hors graphique) souvent associé à un tympan quasi normal car hypersouple ou à un problème ossiculaire (fracture ou dislocation). Le type As (de l'anglais « shallow » - « superficiel ») présente un pic centré mais une amplitude peu ample. Il est retrouvé en cas de rigidité tympanique ou une ankylose de la chaîne ossiculaire.

### - Tympanogramme plat - type B

La présence d'épanchement liquidien au niveau de l'oreille moyenne (otite moyenne séreuse) se traduit par une impossibilité de mise en mouvement du tympan. L'impédance est élevée. Selon l'importance ou la viscosité de l'épanchement liquidien présent dans la caisse du tympan, le tympanogramme sera plus ou moins plat. Un tracé plat peut également être retrouvé dans le cadre d'un tympan totalement rétracté. Ainsi le tympanogramme ne présente pas de pic maximum de compliance, il est dit plat. Ce type de tympanogramme associé avec un volume du CAE hors norme peut également être retrouvé en cas de perforation tympanique ou d'un aérateur transtympanique (volume important) ou en cas de CAE obstrué (volume extrêmement petit).

### - Tympanogramme décalé - type C

Le pic maximum de compliance est décalé au-delà des valeurs de normalité (vers les valeurs négatives). Ceci traduit la présence d'un épanchement liquidien, une dépression dans l'oreille moyenne associée avec un trouble de la perméabilité de la trompe d'Eustache. De nombreuses configurations d'amplitude peuvent être retrouvées, mais une diminution de compliance est souvent constatée.

## Conclusion

La tympanométrie est un test non invasif, extrêmement rapide (moins de 2 minutes pour tester les deux oreilles), réalisable à tous âges, renseignant sur la mobilité du tympan et sur l'état fonctionnel de l'oreille moyenne. De nombreux appareils permettent d'en démocratiser l'utilisation.

Cependant cette facilité d'utilisation ne doit pas refouler certaines précautions tant du point de vue de la réalisation, que de l'interprétation des résultats. Par exemple, chez le très jeune enfant de moins de 6 mois, du fait de l'immaturité de son oreille moyenne avec une fréquence de résonance plus élevée, il est préconisé d'utiliser une « tonale de sonde » haute fréquence (600-1000Hz) (Holte et al. 1991, McKinley et al. 1997).

D'autres tests disponibles avec les mêmes appareils de tympanométrie sont un complément dans le bilan exploratoire audiolgique et le renfort (réflexe stapédien). Ils seront développés dans une prochaine fiche.

Il faut bien garder à l'esprit que la tympanométrie n'est pas au sens strict du terme un test auditif et qu'une « tympanométrie normale » ne signifie en aucun cas audition normale. De même, dans le diagnostic des surdités de transmission, la tympanométrie est un complément objectif à l'observation l'otoscopique.

## Bibliographie

- Holte, L., Margolis, R. H., and Cavanaugh, R. M., Jr. 1991. "Developmental changes in multifrequency tympanograms," *Audiology* 30, 1-24
- Jerger J. Clinical experience with impedance audiometry. *Arch Otolaryngol.* 1970 Oct;92(4):311-24.
- McKinley AM, Grose JH, Roush J: Mult-frequency tympanometry and evoked otoacoustic emissions in neonates during the first 24 hours of life. *J Am Acad. Audiol* 1997, 8:218-223.
- Terkildsen, K. and K.A. Thomsen (1959). The influence of pressure variations on the impedance measuring bridge for clinical use. *J. Laryngol. Otol.* 73, 409-418.
- Widen JE, Folsom RC, Cone-Wesson B, et al.: Identification of neonatal hearing impairment: Hearing status at 8 to 12 months corrected age using a visual reinforcement audiometry protocol. *Ear Hear* 2000, 21:471-487.

## Quelques ouvrages de références ou à consulter

- Hall JW III & Swanepoel, D. (2010). *Objective Assessment of Hearing*. San Diego: Plural Publishing
- Katz J., Medwetsky L., Francis Buckard R.F. & Hood L. J (2009) - *Handbook of Clinical Audiology*- Lippincott Williams and Wilkins
- Legent F., Bordure P., Calais C, Malard O. Chays A, Roland J., Garnier S., Debrulle X. (2011) *Audiologie pratique – Audiométrie*. Elsevier/Masson.
- Margolis RH, Hunter LL. *Tympanometry: basic principles and clinical applications*. In: Musiek FE, Rintelmann WF. (1999) *Contemporary perspectives in hearing assessment*. Boston: Allyn and Bacon.

# Veille Technique

## Les innovations des industriels



### Oticon

**Offrez « l'Essentiel » à vos clients ! Découvrez Oticon Ria, la nouvelle famille d'aides auditives, qui redéfinit le segment entrée de gamme grâce à une qualité sonore remarquable, et des fonctions de personnalisation jusqu'ici non disponibles dans ce segment.**



La nouvelle famille d'aides auditives Oticon Ria redéfinit ce que les patients peuvent attendre d'appareils entrée de gamme. Oticon Ria Pro et Oticon Ria viennent compléter la gamme Performance qui propose déjà des solutions Premium avec Oticon Alta, et des solutions Avancées avec Oticon Nera. Les trois familles sont bâties sur la puissante plateforme de traitement Inium et offrent ainsi les meilleures caractéristiques technologiques et audiologiques dans leur segment respectif.

« Oticon Ria ajoute de nouvelles fonctions audiologiques exclusives au segment entrée de gamme » indique Christophe Aubert, Directeur Oticon France. « Alta et Nera ont relevé le niveau des attentes des patients en matière de performances, de personnalisations et de qualité sonore, et à présent, Ria confère ces « must have » dans ce segment « Essentiel » du marché. »

### Pour une meilleure compréhension de la parole

Disponible pour la première fois dans ce segment entrée de gamme, la Synchronisation Binaurale garantit que deux aides auditives Ria Pro fonctionnent ensemble pour permettre aux patients de participer plus facilement aux conversations. Associée à des micros directionnels, la Synchronisation Binaurale confère une image sonore plus équilibrée permettant aux patients de comprendre plus facilement la personne avec qui ils parlent, tout spécialement dans les situations d'écoute difficiles.

La directivité Free Focus Essentiel est également proposée dans Oticon Ria afin que les patients se concentrent davantage sur les sons qu'ils doivent entendre, et ce, même dans les environnements sonores plus complexes.

Le profil par défaut de YouMatic Essentiel comprend 3 positions de personnalisation qui permettent d'ajuster les paramètres automatiques de base. Ainsi, les audioprothésistes peuvent ajuster la programmation des appareils en prenant en compte les préférences sonores de vos clients, afin de personnaliser au mieux les aides auditives. L'avantage est que les clients obtiennent une solution auditive personnalisée et bénéficient d'une expérience auditive plus confortable et plus satisfaisante.

### Réduire le Larsen pour optimiser l'audibilité

Oticon Ria délivre une qualité sonore remarquable, avec un signal clair et non déformé, affichant ainsi des performances inégalées à ce niveau de gamme « Essentiel ». Ce sont les fonctions et le traitement de la puissante plateforme Inium qui rendent cela possible. Le feedback shield d'Inium et le processeur Quad Core Inium maintiennent la netteté du signal sonore et réduisent considérablement les sifflements. Le feedback shield d'Inium réduit efficacement le Larsen tout en préservant les détails les plus fins des sons. Oticon Ria offre ainsi une qualité sonore remarquable avec moins d'artéfacts, ce qui permet à vos clients de se concentrer sur les sons du monde réel. Vos clients sont donc en mesure d'entendre plus clairement, sans effort, et ce même dans les environnements difficiles.

### Une connectivité sans limite...

Avec le développement rapide des technologies de communication et de divertissement, l'importance de la connectivité ne cesse d'augmenter chaque jour. Notre système ConnectLine est la solution qui offre le plus d'opportunités de connectivité réunies en un seul système intégré.

Fonctionnant en toute transparence avec les 3 familles – Alta, Nera et Ria – ConnectLine permet à vos clients de communiquer avec leur





téléphone portable ou fixe, d'écouter de la musique, de regarder la télévision, de profiter des systèmes à boucle magnétique, de la FM et bien plus encore. Ils peuvent également bénéficier d'une communication en face à face dans les situations sonores délicates. Connect-Line offre un maximum de possibilités de connexion au travers d'un seul dispositif simple à utiliser : le Streamer Pro.

## Des styles pour répondre aux besoins de chacun

Robustes et fiables, les solutions auditives Oticon Ria sont certifiées IP 57. Ainsi, les styles mini RITE, RITE, mini BTE et BTE possèdent une conception unique et intelligente qui les protège de l'eau, de la poussière et des débris les plus petits.

Pour davantage d'informations sur la nouvelle famille d'aides auditives Oticon

Ria, contactez le service commercial Oticon au 01 41 88 01 50 ou visitez les pages : [www.myoticon.fr](http://www.myoticon.fr) et [www.facebook.com/OticonFrance](http://www.facebook.com/OticonFrance)

Contact Marketing et Communication :  
Auréliе Zambeaux  
Responsable Marketing  
& Communication Oticon  
Tel : 01 41 88 01 59  
[ac@oticon.fr](mailto:ac@oticon.fr)



## Le CAMPUS Oticon vous aide à renforcer vos compétences commerciales et à vous développer !

### Découvrez vite les nouveaux modules Campus Oticon pour 2014 !

4 modules Audioprothésistes et 2 modules Assistantes vous donnent les clés pour progresser dans la motivation, la vente et l'accompagnement de vos clients, et - **nouveauté 2014** ! - pour lutter contre une concurrence agressive en termes de devis...

Dans un contexte économique de plus en plus exigeant, les centres d'audioprothèse ont besoin de **savoir mieux argumenter** sur la valeur autour de l'appareillage.

Les patients d'hier sont devenus des consommateurs, qui attendent beaucoup plus de l'expert qu'ils sont venus rencontrer : qu'on les rassure, qu'on les accompagne, certes, mais aussi **qu'on les convainque et qu'on les motive...** au risque, sinon, qu'ils n'aillent tout simplement voir ailleurs !

Oticon et Clavia Conseil ont bâti les modules du CAMPUS pour vous apporter des solutions clés en mains pour faire face à ces attentes et vous aider à vous positionner avec fermeté dans un paysage concurrentiel tendu.

#### Les 4 modules Audioprothésistes :

- Renforcer ses compétences commerciales dans la Vente/Conseil (1 jour) : le 24 octobre 2014
- Renforcer et perfectionner ses compétences commerciales dans la Vente/Conseil (2 jours) : les 26 et 27 juin 2014
- NOUVEAU ! Comment se positionner dans un contexte ultra concurrentiel : le 26 septembre 2014
- Développer son relationnel ORL : le 6 octobre 2014

#### Les 2 modules Assistantes :

- Mieux accueillir, rassurer et motiver le patient : le 9 juin 2014
- Renforcement commercial (vente des accessoires & traitement des objections) pour mieux fidéliser : le 29 septembre 2014

#### Informations administratives & financières

Bon à savoir : ces formations sont conventionnées et elles peuvent être prises en charge à 100% par l'organisme de formation auprès duquel vous cotisez. Oticon vous accompagne dans ces démarches : demandez-nous le mémo qui vous expliquera toutes les démarches à effectuer.

Pour plus d'informations sur les **sessions du Campus Oticon**, merci de contacter **Sandrine Nadaud**, Responsable Business Support au 06 70 97 91 93 ou par mail à l'adresse suivante [sn@oticon.fr](mailto:sn@oticon.fr)



## Phonak Gamme de communication sans fil



### Téléphone sans fil Phonak DECT

#### De quoi s'agit-il ?

Phonak DECT CP1 est le téléphone idéal pour une utilisation à domicile ou dans une petite entreprise. Le signal du téléphone est diffusé sans fil directement dans les deux aides auditives Phonak, ce qui offre une qualité sonore inégalée et améliore la compréhension. En plus de la fonction de diffusion, le téléphone dispose également d'une sortie acoustique classique ; il peut donc également être utilisé par les personnes ne portant pas d'aides auditives. Il est possible de connecter jusqu'à 6 combinés à une seule base, ce qui est particulièrement utile pour les petits bureaux. Les fonctions du téléphone : 12 tonalités soigneusement sélectionnées, des boutons de volume, un mode « Booster » de volume, un mode mains libres, une fonction vibreur, etc.

#### Quels sont les avantages ?

Pour les utilisateurs d'aides auditives, parler au téléphone peut représenter un vrai défi, surtout s'ils souffrent d'une perte auditive importante. Recevoir le signal téléphonique dans les deux oreilles améliore considérablement l'intelligibilité vocale au téléphone, en particulier en présence de bruit ambiant. Des études indépendantes ont montré que l'utilisation d'un téléphone DECT, plutôt qu'un téléphone standard, peut améliorer la compréhension de la parole de plus de 40 %.

#### Comment l'utiliser ?

Le téléphone DECT est simple d'utilisation : aucune programmation ni aucun appareil supplémentaire n'est nécessaire, l'utilisateur n'a qu'à prendre le combiné et parler ! Il peut être utilisé comme un

téléphone classique, inutile de changer manuellement les programmes de l'aide auditive. L'utilisateur place le téléphone à moins de 25cm des aides auditives pour une connexion automatique. Pour une démonstration rapide et efficace de la qualité sonore, pressez quelques secondes le bouton vert sur le côté.

### Etude Téléphone DECT CP1 Amélioration de l'intelligibilité de la parole et de la satisfaction des patients

#### Objectif

L'objectif de cette étude consistait à examiner si l'utilisation du téléphone sans fil Phonak DECT CP1 dans le bruit ambiant se traduirait par une meilleure intelligibilité de la parole par rapport à l'utilisation d'un téléphone standard. L'étude visait également à comparer la satisfaction des utilisateurs liée à l'utilisation du Phonak DECT CP1 par rapport à un téléphone standard.

#### Protocole de l'étude

Quinze sujets souffrant d'une perte auditive moyenne à sévère ont participé à l'étude. Les sujets présentaient une perte auditive sur les graves d'au moins 45 dB HL et un rinne ne dépassant pas 10 dB HL. Le groupe de participants était constitué de 7 hommes et 8 femmes de 57 à 83 ans. Tous les sujets étaient équipés d'aides auditives Phonak Naída Q90-SP, programmées pour la première adaptation avec la formule d'appareillage Phonak Digital Adaptive. Les aides auditives étaient couplées à des embouts sans évent et programmées pour disposer d'un programme de téléphone acoustique dans lequel la fonction DuoPhone était désactivée. Ce programme était utilisé pour la condition de test avec le téléphone standard monaural. Les aides auditives étaient également dotées d'un programme de diffusion par défaut disponible pour le Phonak DECT CP1 basé sur un situation calme avec une atténuation du microphone de 6 dB. L'étude était conçue en deux parties : un test d'intelligibilité de la parole et un questionnaire. Pour le test d'intelligibilité, les sujets étaient assis au centre d'un cercle, comme l'illustre la figure 1. Les sujets étaient entourés de quatre haut-parleurs aux angles suivants : 45°, 135°, 225° et 315°. Chacun des haut-parleurs émettait le signal ISTS (International Speech Test Signal) avec

des délais légèrement différents. Ce chevauchement du signal génèrait un environnement parole bruit diffus dont le niveau variait en fonction des réponses des sujets pendant le test d'intelligibilité de la parole afin d'obtenir un SRV (Seuil de reconnaissance vocale) de 50 % de la reconnaissance correcte des chiffres (TDT) (Voir Fig. 1).

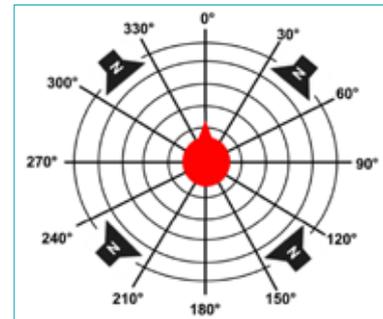


Figure 1 : Configuration du test d'intelligibilité de la parole. Les sujets étaient assis au centre du cercle entourés de quatre haut-parleurs produisant un bruit ISTS avec un niveau de bruit adaptatif. Le matériel vocal était présenté via le téléphone à un niveau constant de 65 dB (A).

Le choix de cette configuration visait à imiter la situation de la vie quotidienne suivante : au cours d'une conversation avec plusieurs personnes à la maison, le téléphone sonne et le malentendant apparaît tente de parler au téléphone tandis que les autres personnes continuent leur discussion dans la même pièce. Le matériel du test de parole utilisé était le test des trois chiffres (TDT) (Zokoll et al. (2012, 2013)) constitué de combinaisons orales de trois chiffres. Ce matériel vocal était présenté aux sujets via le combiné téléphonique (un téléphone acoustique standard ou le Phonak DECT CP1). Le téléphone acoustique standard utilisé dans l'étude était un Phonak DECT CP1 avec diffusion sans fil désactivée. Sans la diffusion sans fil, sa sortie équivaut à celle d'un téléphone standard et cela garantit que la sortie acoustique pour les deux conditions de test soit la même. Les participants devaient ensuite saisir les chiffres qu'ils avaient entendus à l'aide d'un écran tactile. L'ordre dans lequel les deux conditions de test ont été réalisées était aléatoire. Le matériel vocal était étalonné à l'aide du KEMAR (Knowles Electronic Manikin for Acoustic Research) afin de présenter un niveau constant de parole de 65 dB (A). La collecte des notes de satisfaction subjective des utilisateurs s'est



faite après les tests d'intelligibilité de la parole. Le questionnaire déterminait l'effort auditif, la qualité sonore, la sonie de la parole et du bruit, l'effort pour trouver la bonne position du récepteur, et l'impression globale sur le téléphone standard et le Phonak DECT CP1.

## Résultats

Les résultats du test d'intelligibilité de la parole sont résumés à la figure 2. Le SRV médian était de 5 dB en utilisant le téléphone standard et de -4 dB en utilisant le Phonak DECT CP1. Cela correspond à une amélioration du SRV de 9 dB lors de l'utilisation du Phonak DECT CP1. La faible variance montre que presque tous les participants ont eu de meilleurs résultats d'intelligibilité de la parole, indépendamment de leur perte auditive. Le résultat est statistiquement significatif selon le test de niveau de signification de 0,005 (test de Wilcoxon).

Les figures 3 et 4 illustrent les résultats du jugement subjectif lors de l'utilisation du Phonak DECT par rapport au téléphone standard. La figure 3 montre que la recherche de la meilleure position du combiné pour obtenir le meilleur signal téléphonique a été jugée nettement moins difficile avec le Phonak DECT qu'avec le téléphone standard. La position d'écoute appropriée d'un téléphone est importante. Le résultat à la figure 3 illustre cet effet. Dans le cas du téléphone standard, la zone de sensibilité maximale (c.-à-d. à proximité du microphone) est très petite et se révèle donc difficile à trouver. Cela explique la mauvaise notation du téléphone standard à la figure 3. Lors de l'utilisation du Phonak DECT, cette zone de sensibilité maximale est plus étendue et un couplage optimal du signal vocal devient donc beaucoup plus aisé.

La figure 4 montre que les sujets ont indiqué une impression générale sur le Phonak DECT sensiblement meilleure par rapport au téléphone standard. Cela peut être attribué à un très faible effort auditif, ainsi qu'à une qualité sonore et une sonie de la parole améliorées. Une étude récente a montré que le Phonak DECT est également très facile à utiliser (Stuermann, 2013).

Le Phonak DECT a également été évalué comme nettement meilleur que le téléphone standard en termes d'effort auditif, de qualité sonore et de sonie du bruit. La sonie de la parole pour le téléphone standard a été jugée plutôt « trop faible » par rapport à celle du Phonak DECT.

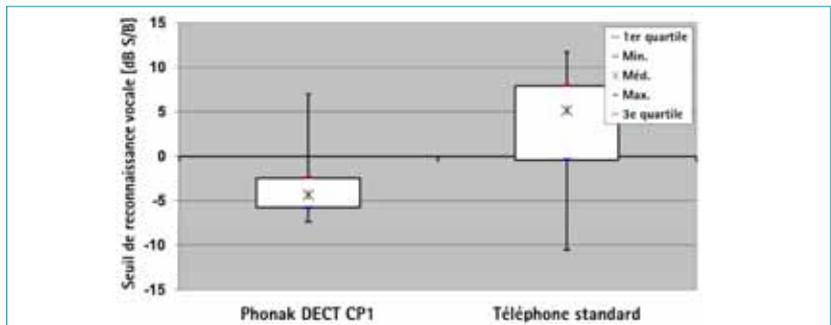


Figure 2 : Seuils de reconnaissance vocale pour 50 % de la reconnaissance correcte des chiffres dans le bruit adaptatif avec utilisation du téléphone acoustique et du téléphone sans fil Phonak DECT. Le graphique présente les valeurs médianes du SRV, les 1<sup>er</sup> et 3<sup>ème</sup> quartiles ainsi que les valeurs minimales et maximales.

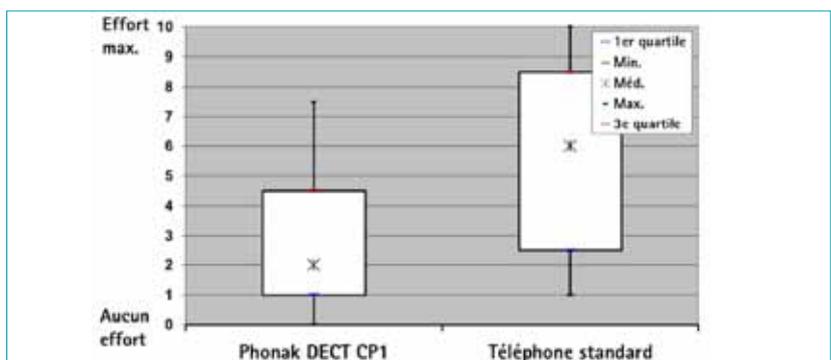


Figure 3 : Notation subjective de l'effort pour trouver la position d'écoute appropriée. Les sujets devaient évaluer l'effort nécessaire, sur une échelle de 0 à 10, pour trouver une position du récepteur leur permettant de bien entendre à la fois avec le Phonak DECT et le téléphone standard. Le graphique présente les valeurs de notation médianes de l'effort pour trouver la bonne position du récepteur, les 1<sup>er</sup> et 3<sup>ème</sup> quartiles ainsi que les valeurs minimales et maximales.

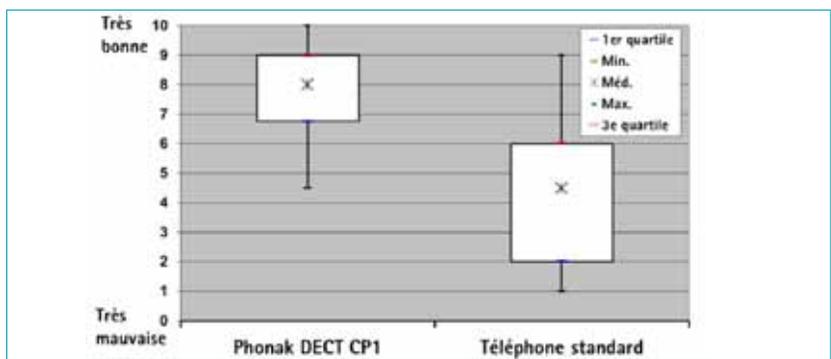


Figure 4 : Notation subjective de l'impression générale. Les sujets devaient évaluer, sur une échelle de 0 à 10, leur impression générale à la fois sur le Phonak DECT et sur le téléphone standard. Le graphique présente les valeurs médianes de la notation globale, les 1<sup>er</sup> et 3<sup>ème</sup> quartiles ainsi que les valeurs minimale et maximale.

## Conclusion

L'utilisation du téléphone sans fil Phonak DECT CP1 a donné lieu à une amélioration de 9 dB du SRV médian par rapport à l'utilisation d'un téléphone standard. Les questionnaires ont révélé que les participants ont nettement mieux noté le Phonak DECT que le téléphone standard en termes d'effort auditif, de qualité sonore, d'effort pour trouver la meilleure

position du récepteur et d'impression générale. Ces résultats peuvent être attribués au fait que les sujets pouvaient entendre le signal téléphonique dans les deux oreilles avec le Phonak DECT. L'atténuation supplémentaire de la sensibilité du microphone de l'aide auditive réduit le bruit ambiant concurrent et améliore le rapport signal sur bruit. Kochkin (2010) a montré que la satisfaction globale avec des aides auditives dépend du nombre de



situations auditives dans lesquelles les aides auditives sont jugées bénéfiques. Le Phonak DECT a prouvé sa capacité, à la fois objectivement et subjectivement, à être nettement bénéfique pour les utilisateurs d'aides auditives lors de l'utilisation du téléphone.

## Solutions Roger pour adultes et adolescents

### De quoi s'agit-il ?

Roger est un standard numérique sans fil qui utilise la technologie 2,4 GHz pour améliorer la compréhension de la parole à tous les niveaux de bruit et à distance. Sans fil, il transmet la voix de l'orateur directement à l'auditeur. Les solutions Roger pour adultes et adolescents se composent de deux microphones sans fil élégants et faciles à utiliser : le discret Roger Pen et le Roger Clip-On Mic pour des conversations en tête-à-tête. Intégrés au design, les récepteurs Roger se fixent simplement aux aides auditives Phonak sélectionnées pour constituer une solution auditive élégante. Le récepteur miniature Roger X est compatible avec presque toutes les aides auditives, processeurs d'implants cochléaires et processeurs Baha®.

### Quels sont les avantages ?

La technologie roger permet une amélioration de la compréhension de la parole dans le bruit atteignant jusqu'à 35 % par rapport à Dynamic FM et même 54 % par rapport aux autres systèmes FM.<sup>1</sup>

Au niveau pratique, la connexion Emetteur-Récepteur est très simple. Il vous suffit d'appuyer sur le bouton de connexion pour relier les microphones Roger aux récepteurs Roger et à d'autres microphones Roger.

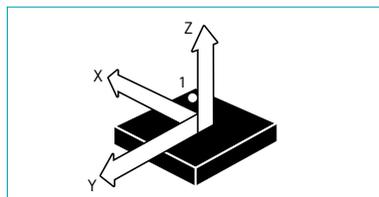
### Quand l'utiliser ?

Roger est idéal pour les personnes ayant une perte auditive importante et qui souhaitent mieux comprendre la parole dans des situations d'écoute difficiles, notamment dans le bruit, ou lorsque leur orateur est trop éloigné. Le Roger Pen analyse en continu le bruit ambiant ainsi que la parole et son orientation. Selon qu'il

est posé sur une table, tenu à la main ou porté par l'orateur, il configure automatiquement le mode microphonique, la directivité, la suppression du bruit et le gain afin d'offrir les meilleures performances possibles. Avec ses fonctionnalités Bluetooth, le Roger Pen peut également être utilisé comme kit mains-libres avec un téléphone portable ou être connecté par câble audio à une télévision et à d'autres sources audio. Le Roger Clip-On Mic offre la même qualité sonore remarquable que le Roger Pen, mais sans connectivité Bluetooth. Il peut être utilisé seul en microcravate par un interlocuteur, ou en réseau avec d'autres émetteurs Roger.

## Roger Pen Traitement du signal en fonction du contexte

Roger Pen est performant, en raison de ses réglages entièrement automatisés. Pour permettre cette automatisation, l'appareil utilise deux types d'entrée différents : le son et l'accélération. La présence d'un signal vocal acoustique, le niveau de ce signal vocal et le niveau de bruit ambiant permettent d'orienter le gain, ainsi que les différents algorithmes de suppression du bruit et la directivité.



**Figure 5 : Vue de dessus d'un accéléromètre et directions des accélérations détectables. Les accéléromètres peuvent ne mesurer que quelques millimètres.**

Roger Pen possède également un accéléromètre, qui informe l'appareil de son orientation par rapport à la gravité. Un accéléromètre est un composant électronique et mécanique miniature, qui mesure l'accélération en trois dimensions (X, Y et Z) à grande vitesse et avec un niveau de précision élevé (voir la figure 5). Les smartphones, par exemple, utilisent des accéléromètres afin de garantir la rotation de l'image à l'écran en même temps que celle du téléphone.

Roger Pen est capable de détecter s'il se trouve en position horizontale (sur une table au dîner ou lors d'une réunion de travail, par exemple), s'il est tenu à la main à la manière d'un journaliste ou

s'il se trouve autour du cou de l'orateur. Cette information, ainsi que la classification acoustique mentionnée ci-dessus, est prise en compte lors de l'optimisation des réglages du Roger Pen. Et tout est automatique. De plus, lorsque Roger Pen est posé sur une surface plane (une table, par exemple), un poids supplémentaire soigneusement placé à l'intérieur de l'appareil le positionne de manière à ce que ses microphones soient toujours orientés vers le haut. Cela permet un accès au son optimal et évite de couvrir les ouvertures du microphone.

## Regarder la télévision et écouter de la musique



Roger Pen et Roger Clip-On Mic sont tous deux fournis avec une station d'accueil. Celle-ci ne sert pas seulement de chargeur de batterie. Lorsqu'elle est connectée à une télévision (ou à un autre appareil multimédia), elle permet également la diffusion audio, en envoyant le son de la télévision dans les aides auditives ou les processeurs d'IC de l'auditeur via les récepteurs Roger.

## Conclusion

La Gamme de Communication Sans fil de Phonak permet aux patients de mieux entendre dans des situations d'écoute difficiles : au téléphone, devant la télévision, dans des endroits bruyants et bien plus encore. Cette gamme toujours plus étendue d'accessoires comprend nos microphones Roger révolutionnaires, qui ont démontré des performances supérieures à tout autre microphone du marché, et le téléphone sans fil DECT CP1. Ces solutions sont simples à utiliser et à expliquer. Désormais, plus rien n'empêche vos patients de profiter d'une amélioration très nette de la communication.

Plus d'informations sur :

[www.phonakpro.com/evidence-fr](http://www.phonakpro.com/evidence-fr) :

-Phonak Field Study News (2013) : Téléphone sans fil Phonak DECT CP1. Phonak AG: 2013

-Phonak Insight (2013): Roger Pen. Comblent le manque de compréhension

-Phonak Fast Facts (2013): Solutions Roger pour adultes et adolescents

1. Professeur Linda Thibodeau, PhD (2013) Comparison of speech recognition with adaptive digital and FM wireless technology by listeners who use hearing aids, Université du Texas, Dallas, États-Unis, International Journal of Audiology.



## ■ Siemens

### La compression fréquentielle micon™



La **compression fréquentielle** micon est une fonctionnalité disponible sous Connexx™ 7. Elle a pour but de restaurer l'audibilité de fréquences inaudibles en les comprimant dans une zone fréquentielle qui est toujours audible pour le patient.

### La compression fréquentielle

La **compression fréquentielle** est une fonctionnalité innovante d'amélioration de l'audibilité et de l'intelligibilité pour les patients souffrant d'une perte auditive sévère à profonde et présentant des zones mortes cochléaires.

Une zone morte cochléaire est une zone de la cochlée dont les cellules ciliées internes ou/et le nerf auditif ne fonctionnent plus ou trop peu (Moore et al, 2010). Pour ces patients, l'amplification traditionnelle n'est pas suffisante et ne permet pas de restituer les indices sonores indispensables à la perception du signal et à la bonne intelligibilité.

La **compression fréquentielle** micon est une méthode permettant de comprimer les hautes fréquences dans une zone plus basse en fréquence, là où la perception du patient est meilleure. Le résultat de cette compression est une détection, par le patient, des sons non perçus dans la zone morte cochléaire, dans une autre plage fréquentielle. Les indices fréquents sont ainsi déplacés et comprimés dans une zone fréquentielle différente, produisant une sensation auditive différente de celle normalement perçue mais apportant au patient ces indices sonores si importants pour la bonne intelligibilité de la voix et pour la bonne perception de l'environnement [Figure 1].

La **compression fréquentielle** micon nécessite de définir des fréquences de fonctionnement, desquelles découlera un facteur de compression fréquentielle.

Ces fréquences sont automatiquement paramétrées après un pré-réglage, en se basant sur les résultats de recherches

scientifiques approuvées (White paper micon Frequency compression, paragraphes IV et V), mais le pré-réglage n'activera la fonction que si elle est utile au patient. L'objectif fixé étant d'améliorer l'audibilité des hautes fréquences, tout en apportant une meilleure compréhension de la parole en particulier dans les milieux bruyants.

Cette stimulation accrue des régions cochléaires proches de la zone morte aide à la prévention de futures privations sensorielles, mais pallie aussi à la sur-stimulation pouvant survenir au niveau de la zone morte cochléaire. La zone des plus basses fréquences du signal restituée au patient n'étant pas comprimée, elle permet d'offrir une sonorité aussi naturelle que possible pour le patient, tout en conservant intactes des informations fréquentielles importantes pour l'intelligibilité.

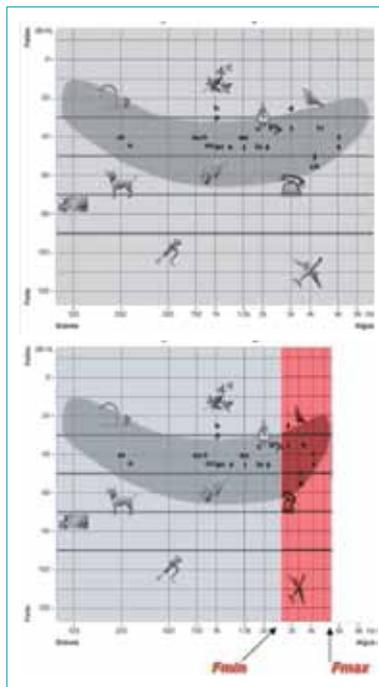


Figure 1 : principe de la compression fréquentielle.

Figure 1 (haut) : compression fréquentielle désactivée (signal non comprimé)

Figure 1 (bas) : compression fréquentielle activée (signal non comprimé avant  $f_{min}$  et signal comprimé entre  $f_{min}$  et  $f_{max}$ ). Sur cette illustration, on peut voir en gris, la zone linéaire, non comprimée et en rouge, la zone entre  $f_{min}$  et la limite de la bande passante de l'appareil (12 KHz) comprimée entre  $f_{min}$  et  $f_{max}$ .

### Dans quels cas utiliser la compression fréquentielle micon

La philosophie Siemens quant à l'utilisation de la **compression fréquentielle** est unique car elle est basée sur les résultats d'études cliniques.

Cette **compression fréquentielle** est recommandée pour les patients dont la perte sur les aigus est trop importante pour bénéficier d'une amplification traditionnelle, et en particulier pour ceux présentant des zones mortes cochléaires [Figure 2].

La réussite d'une adaptation utilisant la compression fréquentielle nécessite un choix méticuleux en fonction de la perte. En effet, il a été montré que pour certaines pertes auditives (ex : pertes moyennes), l'utilisation de système de compression fréquentielle pouvait dégrader l'intelligibilité de la parole en milieux bruyants (Glista et al, 2009).

Ce choix d'utiliser ou non la compression fréquentielle peut être déterminé en fonction de l'audiogramme. Siemens suit les recommandations établies par Moore en

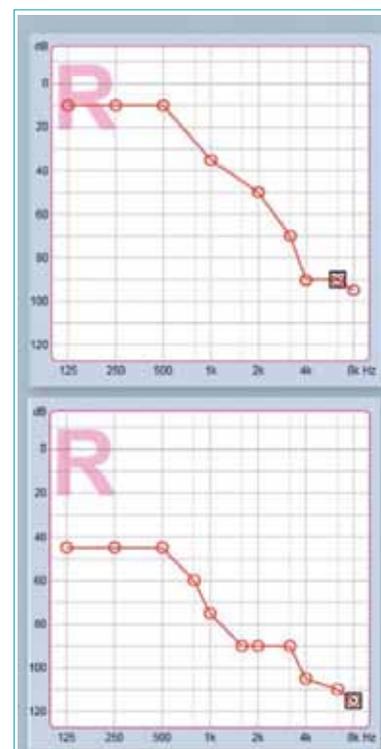


Figure 2 : exemples d'audiogramme pour lesquels la compression fréquentielle est activée.

En haut : perte en pente de ski.

En bas : perte sévère.

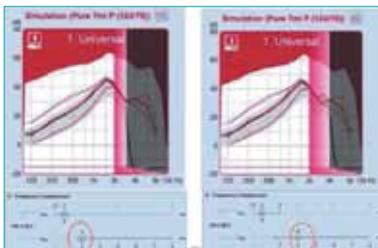


Figure 5 : améliorer la qualité sonore pour les patients souffrant d'une perte sévère.

A gauche : exemple de pré-réglage.  
A droite : réglage modifié en augmentant  $f_{max}$ \*

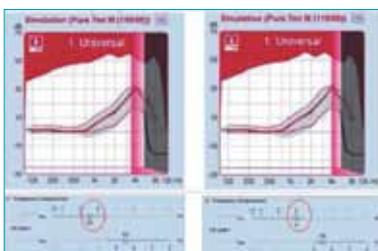


Figure 6 : améliorer la qualité sonore pour les patients souffrant d'une perte en pente de ski.

A gauche : exemple de pré-réglage.  
A droite : réglage modifié en augmentant  $f_{min}$ \*

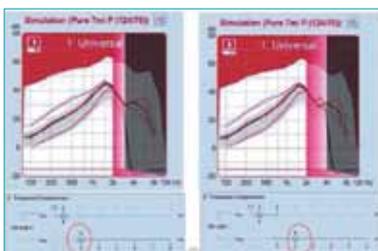


Figure 7 : améliorer l'audibilité et la perception pour les patients avec une perte sévère.

A gauche : exemple de pré-réglage.  
A droite : réglage modifié en diminuant  $f_{max}$ \*

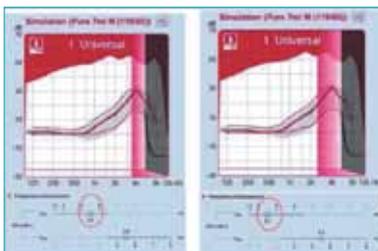


Figure 8 : améliorer l'audibilité/la perception pour les patients souffrant d'une perte en pente de ski.

A gauche : exemple de pré-réglage.  
A droite : réglage modifié en diminuant  $f_{min}$ \*

2010 pour déterminer les zones mortes cochléaires. Ces critères imposent une perte auditive en pente importante ( $\geq 50$  dB par octave) ainsi qu'un seuil auditif d'au moins 80 dB HL. Dans ces conditions, la **compression fréquentielle** sera activée.

Par ailleurs, dans le cas d'une adaptation ouverte, la **compression fréquentielle** sera désactivée par défaut pour éviter une détérioration de la qualité du son liée à la superposition d'un son comprimé (provenant de l'appareil) avec un autre son (son naturel de l'environnement).

## Conseils de réglages pour la compression fréquentielle

Siemens pré-règle les paramètres de la **compression fréquentielle** afin d'obtenir la meilleure acceptation spontanée et la meilleure audibilité pour le patient. Il est donc recommandé de conserver ces paramètres après un pré-réglage pendant une période d'environ 2 semaines, afin que le patient puisse s'habituer à cette nouvelle sonorité. Pendant cette période, vous pouvez proposer au patient quelques exercices de lecture et d'écoute afin de s'exercer à discriminer certaines sonorités (ex : « s », « ch », « f », etc.).

Il est malgré tout essentiel de conserver une grande flexibilité et une bonne précision de réglage de cette fonction afin de pouvoir affiner et personnaliser cette fonction, si besoin, au fur et à mesure de l'adaptation du patient.

## Améliorer la qualité sonore

Dans le cas où les réglages de la **compression fréquentielle** entraînent une plage non comprimée (dans les basses fréquences) relativement faible (ex : si  $f_{min} < 2,5$  KHz, dans le cas d'une perte sévère comme en figure 5 droite)

et qu'une amélioration de la qualité sonore est nécessaire, les réglages de la **compression fréquentielle** peuvent aboutir à une compression trop forte. Afin de réduire cette compression, vous pouvez augmenter la valeur de  $f_{max}$ . Le résultat sera une compression moins forte du signal restitué au patient.

Dans le cas où la plage non comprimée est plus large (ex : perte en pente de ski, figure 6 gauche), augmentez la valeur de  $f_{min}$  afin d'augmenter la zone non comprimée et de restituer une plage linéaire plus importante au patient.

## Améliorer l'audibilité et la perception

Dans le but d'améliorer la perception des sons aigus, dans le cas de pertes sévères par exemple, il peut être intéressant de réduire la valeur de  $f_{max}$  afin de redonner au patient plus d'informations dans sa zone audible [Figure 7].

Dans le cas où l'audition résiduelle du patient s'étend plus loin dans les aigus (perte en pente de ski sévère), il peut être intéressant d'abaisser la valeur de  $f_{min}$  par rapport aux valeurs préconisées par défaut [Figure 8].

Nous vous souhaitons beaucoup de succès dans vos adaptations avec la **compression fréquentielle** et nous tenons à votre disposition pour toute information complémentaire.

**Toutes les aides auditives micon sont équipés de la fonctionnalité compression fréquentielle : Ace™, Pure™, Siemens Life, Aquaris™, la famille Motion™ (SX, M, PX et P), Insio™, Insio iMini™ et Nitro™ (Intra-auriculaire et contour d'oreille).**

N'hésitez pas à contacter notre hotline produits au 01 49 33 94 72.





## ■ Starkey Recherche en Sciences de l'audition : améliorer les performances des aides auditives

Sridhar Kalluri, Ph.D.

**Les sciences de l'audition s'intéressent à la façon dont les différentes parties de l'oreille et du cerveau s'imbriquent pour permettre l'ensemble des fonctions auditives. Comprendre ce mode de fonctionnement est essentiel pour relever le principal défi que constitue l'amélioration des performances des aides auditives.**

Les aides auditives modernes sont des appareils extrêmement sophistiqués qui opèrent un traitement du signal audio complexe et ce, dans un contenant de très petite taille, avec une consommation d'énergie minime. Le but premier de leur conception consiste à optimiser la compréhension de la parole. Cette ambition affichée signifie que les technologies présentes dans les aides auditives sont développées pour une meilleure audibilité de la parole chez les patients souffrant de perte auditive. Une approche qui a porté ses fruits puisque les patients qui se déclarent satisfaits de leurs aides auditives sont bien plus nombreux qu'auparavant (Kochkin, 2009-Eurotrak2012).

Cependant, des difficultés majeures subsistent. L'une d'entre elles dans l'observation clinique relativement fréquente qu'une même aide auditive peut être efficace pour un patient et inefficace pour un autre et ce, malgré la similitude de leur déficience.

Les audioprothésistes consacrent beaucoup de temps et d'énergie à régler précisément les aides auditives de chaque patient, mais le résultat n'est pas toujours concluant aux yeux de chacun d'entre eux. En effet, le résultat d'un traitement varie grandement en fonction des individus, même avec des paramètres de recherche contrôlés. Une telle disparité au niveau des résultats explique le faible engouement des patients qui pourraient

pourtant bénéficier d'aides auditives et l'adhésion limitée de ceux à qui des aides auditives ont été prescrites.

Autre difficulté, l'environnement. Même si les aides auditives sont généralement satisfaisantes dans des environnements calmes, elles peuvent présenter certaines limites dans les environnements sonores complexes. Notamment en présence de multiples interlocuteurs, de réverbération, ou lorsque la personne, en milieu bruyant, doit prêter attention et se concentrer sur différents interlocuteurs afin de saisir le sens de chaque message. Elle doit alors adopter une posture dynamique vis-à-vis des interlocuteurs et des sources sonores. Tant que les industriels ne développeront pas des technologies qui fonctionnent efficacement dans ces environnements sonores, nos patients chercheront à les éviter, à se mettre en retrait socialement parlant, voire même à s'isoler, avec le risque inhérent de déclin cognitif (Lin et al., 2011 ; Tun, Williams, Small & Hafter, 2012).

Jusqu'à récemment, le but premier de la réalisation d'aides auditives consistait à restaurer l'audibilité, en se focalisant à tort sur l'audiogramme. Celui-ci n'expliquant pas à lui seul la cause de la perte auditive, cette méthode basée sur l'audibilité peut donner des résultats différents chez des patients différents. De plus, l'ambition affichée d'améliorer l'audibilité de la parole n'intègre pas totalement la complexité des environnements et des tâches à gérer par les patients. Il n'est donc pas étonnant que des outils qui se montrent performants dans des scénarios simples échouent face à des scénarios plus complexes.

À l'avenir, les sciences de l'audition joueront un rôle majeur en relevant deux défis de taille : améliorer l'efficacité des traitements de signaux dans des situations complexes et dynamiques en les personnalisant en fonction de chaque utilisateur.

En médecine, un tel degré de personnalisation du traitement est possible grâce aux progrès de la génomique personnelle. Les progrès des tests génétiques permettent de qualifier des maladies complexes en matière de marqueurs génétiques sous-jacents et donc de personnaliser le traitement en fonction du code génétique d'un individu. De même, en audiologie, ces interventions sur-mesure promettent de donner de meilleurs résultats pour les malentendants, dont le nombre ne cesse de croître. De nouveaux outils de diagnostic, capables de repérer les dysfonctionnements de l'oreille et du cerveau à l'origine de la déficience auditive, vont voir le jour. Ils permettront de traiter



### À propos de l'auteur :

Sridhar Kalluri travaille au Centre de recherches Starkey depuis 2004. D'abord chercheur, il est ensuite devenu Directeur du département des sciences de l'audition. Son domaine de prédilection porte sur les interactions entre les aides auditives, la cognition et l'audition spatiale et binaurale. Auparavant, Sridhar s'intéressait à la neurophysiologie du système auditif. Il a acquis ce bagage scientifique en effectuant un stage postdoctoral à l'Université du Maryland, suite à un doctorat obtenu au Massachusetts Institute of Technology.

la cause de la déficience chez un patient donné. Deux patients avec le même audiogramme pourront ainsi bénéficier de solutions totalement différentes en fonction des causes à l'origine de leurs problèmes, telles que diagnostiquées par les tests des fonctions cochléaire et cérébrale. Ces précieux outils de mesure ne pourront provenir que des sciences de l'audition, dont l'essence même est de comprendre mécaniquement comment l'oreille et le cerveau génèrent un effet cliniquement pertinent. Pour améliorer les bénéfices dans des environnements réels, la conception des aides auditives devra s'appuyer sur les inconvénients constatés lors de scénarios complexes en situation réelle. Pour y parvenir, il importe de disposer au préalable de résultats objectifs sur l'expérience des patients dans des scénarios d'écoute complexes, car ces résultats contribuent à l'élaboration et à la mise en oeuvre des objectifs. Les sciences de l'audition sont primordiales à cet égard. Il est important, pour concevoir des outils de mesure des résultats et des solutions efficaces, de comprendre comment ces dernières interagissent avec l'oreille et le cerveau pour produire un résultat comportemental dans un environnement complexe. La recherche en audiologie d'aujourd'hui utilise les méthodes de l'acoustique, de la biologie, de la neurophysiologie, de la psychoacoustique, des sciences cognitives, de la modélisation informatisée et du traitement de signal pour étudier la



fonction auditive. Elle élabore une vision détaillée du mode de fonctionnement des parties constitutives de l'oreille et du cerveau, des microscopiques cellules ciliées aux sous-systèmes cognitifs abstraits tels que la mémoire de travail et l'attention, pour créer la fonction auditive. La mission du département de recherche en audiologie de Starkey consiste à exploiter cette vision et à l'étayer afin de concevoir des solutions capables de réduire le handicap auditif. Nos scientifiques ont plus de 35 ans d'expérience cumulée dans la recherche en audiologie, et plus de 20 ans d'études supérieures en audiologie. Ils réunissent ainsi toutes les compétences nécessaires à l'étude de ce champ interdisciplinaire.

En outre, des partenariats et des collaborations avec des universitaires et des professionnels du monde entier viennent compléter l'expertise interne au département. Les chercheurs de Starkey ont fait des progrès considérables en matière de défis à relever, à savoir améliorer les performances dans les scénarios complexes en situation réelle et la personnalisation des solutions.

## Références

- Kalluri, S. & Edwards, B. (2007). *Impact of hearing impairment and hearing aids on benefits due to spatial hearing. Paper presented at the International Congress of Acoustics, Madrid, Spain.*
- Kochkin, S. (2009). *MarkeTrak VIII : 25-year trends in the hearing health market. Hearing Review, 16, 12-31.*
- Lin, F.R., Metter, E.J., O'Brien, R.J., Resnick, S.M., Zonderman, A.B., & Ferrucci, L. (2011). *Hearing loss and incident dementia. Archives of Neurology, 68(2), 214-220.*
- Sarampalis, A., Kalluri, S., Edwards, B., & Hafter, E. (2009). *Objective measures of listening effort: effects of background noise and noise reduction. Journal of Speech Language and Hearing Research, 52(5), 1230-1240.*
- Tun, P.A., Williams, V.A., Small, B.J., & Hafter, E. (2012). *The effects of aging on auditory processing and cognition. American Journal of Audiology, In press.*
- Woods, W.S., Kalluri, S., Nooraee, N., & Pentony, S. (2012). *On the factors affecting speech reception in a multi-talker listening scenario. Paper presented at the International Hearing Aid Research Conference 2012.*
- Xia, J., Strelcyk, O., Dundas, D., Schwartz, A., Kalluri, S., & Edwards, B. (2012). *Effects of bilateral compression on spatial unmasking in hearing-impaired listeners. Paper presented at the International Hearing Aid Research Conference 2012.*



## Sciences de l'audition : les deux défis à relever

- **Améliorer l'efficacité dans des environnements sonores complexes et des scénarios dynamiques** : il faut aller au-delà des outils de mesure standards en matière de compréhension de la parole dans le bruit pour obtenir des résultats plus précis et plus fidèles au monde réel. Les chercheurs de Starkey, en collaboration avec des collègues de l'Université Berkeley (Californie), se sont penchés sur le problème de la fatigue de l'utilisateur résultant des conversations en milieu bruyant. Ils en ont conclu, pour la première fois et grâce aux outils de mesure objectifs, que la technologie des aides auditives permettait de réduire l'effort d'écoute de la parole dans le bruit. Ces résultats s'annoncent prometteurs pour développer des algorithmes de traitement de signal qui amélioreront la compréhension de la parole mais réduiront également l'effort d'écoute (Sarampalis, Kalluri, Edwards, & Hafter, 2009) pour libérer des ressources cognitives. Autre exemple, l'étude rôle de l'audition spatiale. Ces recherches ont porté sur le cloisonnement spatial opéré par les utilisateurs pour focaliser leur attention sur un interlocuteur privilégié dans un environnement sonore avec de multiples interlocuteurs. Ces recherches ont montré que notre don naturel à opérer un cloisonnement spatial peut être affecté par des aides auditives, mais qu'une certaine coordination des aides auditives entre l'oreille gauche et l'oreille droite préserve les avantages du cloisonnement spatial (Kalluri & Edwards, 2007 ; Xia et al., 2012).

Personnaliser en fonction de chaque utilisateur : les chercheurs en sciences de l'audition de Starkey travaillent avec l'Université de Salamanque pour développer de nouveaux outils de diagnostic basés sur les toutes dernières méthodes en psychoacoustique et sur les mesures des otoémissions acoustiques mettant en évidence le mécanisme du dysfonctionnement cochléaire à l'origine de la déficience auditive. Ces outils serviront ensuite à personnaliser la compression de l'aide auditive en fonction du type de dysfonctionnement avéré par les audiogrammes.

Dans un autre registre, les chercheurs de Starkey cherchent à isoler les facteurs responsables des problèmes de communication avec plusieurs interlocuteurs rencontrés par les utilisateurs d'aides auditives dans un milieu bruyant. Ces recherches ont été les premières à montrer que ces difficultés pouvaient être anticipées en fonction des capacités cognitives générales d'un individu à se concentrer (Woods, Kalluri, Nooraee, & Pentony, 2012).



## Widex Sources ordinaires de Champs Electro-Magnétiques

Un recueil non exhaustif qui traite des « ondes » et des « radiations » de façon simple, essentiellement dans le but de dédramatiser le sujet.

### 1. Les radiations naturelles

Le soleil est notre générateur principal, notre plus grande source d'énergie EM. Sa puissance est incomparablement grande.

Il existe, en permanence, un champ électromagnétique naturel terrestre. Le champ électrique naturel varie beaucoup selon la météorologie : sa puissance, peu élevée par temps ordinaire, peut augmenter jusqu'à 100 fois lors d'un orage par exemple. Le champ magnétique varie en intensité et en orientation en fonction de la position par rapport aux pôles : son intensité ne subit pas de variation supérieure à +/- 15 %.

### 2. La téléphonie mobile et les antennes relais

La communication via les téléphones mobiles se fait par émission/réception d'ondes électromagnétiques dans l'étendue des hautes fréquences.



Le téléphone portable transforme, à l'aide de l'énergie fournie par la batterie rechargeable, le son d'une conversation en ondes électromagnétiques émises par l'antenne du téléphone jusqu'à la station de base (ou antenne-relais) qui couvre cette partie du territoire (ou cellule). Le signal est ensuite relayé par l'ensemble du réseau.

En France, le système GSM (Global System for Mobile communication) ainsi que les nouveaux réseaux occupent plusieurs étendues de fréquences. Nous pouvons citer entre autres :

- Le GSM 900 dont l'étendue en fréquence est comprise entre 872 et 960 MHz, initialement développé par Orange® et SFR®.
- Le GSM 1800 dont la fréquence va de 1710 à 1875 MHz, développé au départ par Bouygues Telecom®.
- Le système UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) pour les télécommunications de 3ème génération

(3G) emprunte des fréquences de 1885 à 2025 MHz et de 2110 à 2220 MHz (mégaHertz).

#### a) Le téléphone portable

Un téléphone portable émet et reçoit des ondes électromagnétiques du domaine des radiofréquences. Lors d'une conversation, le mobile émet une série d'impulsions de durée brève pour délivrer l'information. Ces impulsions sont répétées à intervalles réguliers, à raison de 217 impulsions par seconde. Le fait de téléphoner à proximité d'une chaîne Hi-Fi, des enceintes de l'ordinateur, etc, fait que, très souvent, le bruit caractéristique de l'émission puisse être distinctement entendu dans les haut-parleurs ; c'est un exemple parmi d'autres de pollution indésirable, bien qu'innoffensive.

Le téléphone adapte sa puissance d'émission au minimum nécessaire pour avoir une qualité de son optimale, en fonction du réseau. Ceci permet d'économiser la batterie et d'augmenter l'autonomie du téléphone (et de réduire les émissions, NDR). La puissance utilisée et, par conséquent, rayonnée, peut ainsi être diminuée jusqu'à un facteur 100 par rapport à la puissance maximale du téléphone, uniquement quand de bonnes conditions de transmission/réception du réseau le permettent.

Les téléphones portables deviennent de véritables centraux de communication multi-utilités. Ces dernières années les smartphones se sont octroyés une large part de marché. Ils possèdent des fonctions telles qu'ils continuent d'émettre et de recevoir des données, même au repos ; ils engendrent ainsi, qualitativement et quantitativement, beaucoup plus de rayonnements EM que leurs équivalents plus anciens (GSM + WiFi + Bluetooth + 3G, etc.).

Les émissions importantes, même en veille, dépendent de la technologie (2G, 3G, ...) ainsi que des réglages des smartphones en mode terminal. Dans ces cas, l'activation des modes spécifiques PUSH et/ou PULL, pour la connexion permanente aux messageries, sont responsables d'émissions EM supplémentaires, ainsi que de surconsommation.

#### b) Les antennes relais (ou stations de base)

On distingue 2 types d'antennes relais. Les antennes micro-cellulaires et les antennes macro-cellulaires.

Les antennes macro-cellulaires sont les plus utilisées. Elles ont une puissance de 20 à 30 watts et peuvent couvrir une large étendue (jusqu'à quelques dizaines de kilomètres). Les antennes micro-cellulaires ont une puissance moindre (< 10 watts) et couvrent une distance plus petite. Elles sont utilisées dans des zones denses d'utilisateurs, en ville par exemple.

Une antenne relais se présente comme suit : l'antenne, généralement portée par un mât, émet un champ électromagnétique avec un angle de 120° dans un plan horizontal et de 10° dans un plan vertical pour couvrir une large zone. Le faisceau est légèrement incliné et n'atteint le sol qu'à une distance de 50 à 200 mètres selon la hauteur et l'inclinaison de l'antenne. Une plaque métallique, placée à l'arrière de l'antenne, réfléchit le champ électromagnétique.

En face de l'antenne elle-même (et non du mât qui la porte) à une distance de 1 m, l'intensité du champ électrique dépasse la valeur maximale d'exposition recommandée, puis elle décroît proportionnellement à la distance.

En dessous du faisceau, le champ est beaucoup plus faible et provient en grande partie des antennes des cellules voisines. De nombreuses mesures de champ sont indiquées sur le site Cartoradio de l'ANFR (<http://www.cartoradio.fr>).

Ainsi, pour ne pas dépasser les valeurs limites d'exposition indiquées par la recommandation européenne, les distances minimales à respecter à proximité d'une station de base sont 1,5 m pour une antenne micro-cellulaire et 2,5 m pour une antenne macro-cellulaire en face de l'antenne (et non du mât qui la porte), et 0,5 m sur les côtés et en dessous.

Une fiche de renseignements est disponible sur le site radiofréquences du gouvernement : [http://www.radiofréquences.gouv.fr/IMG/pdf/Fiche\\_antennes-relais.pdf](http://www.radiofréquences.gouv.fr/IMG/pdf/Fiche_antennes-relais.pdf)

#### c) Connexions téléphone - antenne relais

Au début d'une communication, la puissance émise au niveau du téléphone est maximale, puis diminue en quelques secondes jusqu'au niveau minimum nécessaire pour garder une bonne qualité du son (puissance optimale). Si l'utilisateur se déplace, les antennes de plusieurs cellules consécutives vont se relayer.



De ce fait, pour chaque changement de cellule, le téléphone va émettre pendant un court instant à sa puissance maximale. Une bonne habitude : éteindre son téléphone portable chaque fois que l'on se trouve dans des locaux fermés avec parois métalliques (ex. : métro...). Dans ces endroits où la réception est plus qu'aléatoire, le téléphone émet souvent au maximum de sa puissance dans la tentative de garder ou de trouver le contact. Et, comme c'est aussi le cas de tous les autres portables se trouvant à proximité, on imagine bien le déferlement énergétique dans un pareil endroit aux heures de pointe. A consulter : <http://www.radiofréquences.gouv.fr/spip.php?article44>

### 3. Et les aides auditives ?

Compte tenu de leur puissance dérisoire, les AA ne participent que très marginalement à l'accroissement de la pollution EM. Voici un extrait d'un exposé très récent, traitant du sujet en question (Doc. WIDEX) : « Nous comprenons votre désir d'être soumis le moins possible aux radiations électromagnétiques en tout genre, y compris celles éventuellement émises par certaines aides auditives.

Nous sommes entourés au quotidien par des ondes électromagnétiques, la lumière en faisant partie. Le Soleil est, en effet, le plus grand générateur d'ondes EM qui nous affecte quotidiennement.

L'homme a rajouté bon nombre de générateurs d'OE pendant ces dernières décennies : le réseau de distribution de l'électricité, la radio, la télévision, le Wi-Fi, le Bluetooth, le téléphone cellulaire, etc.

Les AA ne font pas exception ; dans les années à venir, bon nombre d'entre elles seront équipées de dispositifs nécessitant une communication interaurale® par OE.



Nous voudrions cependant attirer votre attention sur le fait que la quantité d'énergie EM émise par nos AA est incomparablement faible, par rapport aux sources usuelles auxquelles nous sommes coutumiers. Nous utilisons la puissance à peine nécessaire - et pas plus - pour couvrir la distance de 30 cm, indispensable pour la communication entre les deux AA.

La puissance apparente rayonnée reçue au niveau de la tête est 100 000 fois

inférieure à celle émise par un téléphone portable (valeur de référence : 2W/kg). Il ne saurait en être autrement car, vu le peu d'énergie dont nous disposons pour le fonctionnement de l'AA dans son intégralité, il faudrait changer trop souvent de pile.

Quant au fait d'activer ou pas certaines fonctions de ces AA, cela n'y change que peu : l'AA continue à émettre un minimum, même quand les fonctions interaurales® sont désactivées. »

#### Acronymes :

AA = Aide Auditive ; EM = ÉlectroMagnétique ; OE = Onde ÉlectroMagnétique

CE = Champ Électromagnétique ; CEM = Compatibilité ElectroMagnétique ; interaurale = inter auriculaire

### Annexe technique

#### Aides auditives

Puissance du CE émis par l'AA : toujours inférieure à 20 nW (nanowatts).

Champ magnétique équivalent : toujours inférieur à 0,2  $\mu$ A/m (microampères par mètre), mesuré à 10 m ; fréquence d'émission : 10,6  $\pm$  0,4 MHz

#### Wi-Fi et Bluetooth

Le rayonnement radiofréquence utilisé pour ces technologies se situe aux alentours de 2450 MHz. La puissance des bornes est au maximum de 100 mW (milliwatts) et dépend du débit de transfert des données. L'intensité du champ électrique décroît proportionnellement avec la distance.

On distingue pour les bornes deux configurations d'exposition, pour lesquelles les valeurs limites recommandées portent sur un paramètre différent : A distance normale d'utilisation, supérieure à 20 cm, le champ électrique peut être mesuré : dans ce cas, il est toujours inférieur à 6 V/m. Rappelons-nous que la valeur maximale recommandée à la fréquence de 2450 MHz est de 61 V/m ; cette dernière inclut déjà une marge de sécurité très appréciable.

A toute proximité ou au contact, l'exposition est très localisée et est parfois définie avec la terminologie «en champ proche» ; il y a dans ces conditions des interférences entre la sonde de mesure et la borne (on parle de «couplage») et la mesure du champ électrique dans ces conditions est inexacte. Le paramètre d'exposition

pertinent est alors le Débit d'Absorption Spécifique ou DAS. Le DAS, produit au contact des bornes WiFi, varie pour un certain nombre de modèles entre 0,02 et 0,2 W/kg. Comme pour les téléphones portables, la valeur limite recommandée pour cette configuration d'exposition est de 2 W/kg.

Le Bluetooth (BT) fait état d'un DAS comparable, entre 0,01 et 0,1 W/kg. Les valeurs plus élevées sont celles des oreillettes BT (du fait de la proximité avec la tête), tandis que les plus faibles sont en rapport avec les imprimantes BT, appareils photo, PC, kit mains libres automobile (sans oreillette), etc.

Source : [http://www.arcep.fr/uploads/tx\\_gspublication/synth-etudesupelec-wifi-dec06.pdf](http://www.arcep.fr/uploads/tx_gspublication/synth-etudesupelec-wifi-dec06.pdf)

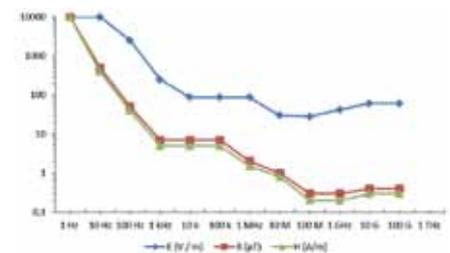
#### TCO

A titre d'exemple, la TCO 99 préconise pour les CEM les limites suivantes :

Pour les champs électriques : < 10 V/m (à 50 cm, pour les fréquences de 2 à 400 Hz)

Pour les champs magnétiques : < 200mT à 30 cm de l'écran et à 50 cm autour pour les fréquences de 5 Hz à 2 KHz

Pour plus de détails, <http://tcodevelopment.com/>



Valeurs limites d'exposition du public : niveaux des champs EM.

#### Autres sources :

<http://www.anses.fr/fr/node/98071>

<http://www.senat.fr/rap/r09-506/r09-50662.html>

[http://www.hst.fr/inrs-pub/inrs01.nsf/IntranetObject-accesParReference/HST\\_ND%202143/\\$File/ND2143.pdf](http://www.hst.fr/inrs-pub/inrs01.nsf/IntranetObject-accesParReference/HST_ND%202143/$File/ND2143.pdf)

Liens web testés, fonctionnels au 10/08/2013.  
Sources citées non exhaustives.

Mise à jour de cette édition : 26/08/2013

Pour retrouver l'exhaustivité de ce document, rendez-vous sur [www.widexpro.fr](http://www.widexpro.fr)

Extrait d'un article rédigé par Marco TORREANI, Directeur Technique WIDEX France



# Actualités du monde de l'audiologie



## Un concept solidaire en faveur du monde de l'Audition : AuditionSolidarité.Org

AuditionSolidarité est une association reconnue d'intérêt général, créée par 3 femmes en 2008 : Christine Bourger, Carole Ercole et Odile Petit.

### Les 3 actions d'AuditionSolidarité :

1. Action Humanitaire en France : AuditionSolidarité se rallie à de grandes associations reconnues dans la solidarité et appareille des adultes Sans Domicile Fixe sourds et malentendants.
2. Action Humanitaire à travers le monde : AuditionSolidarité appareille chaque année plus de 500 enfants sourds et malentendants vivant dans la grande précarité.
3. Action de Prévention Auditive : AuditionSolidarité intervient gra-

tuitement dans les écoles et les conservatoires de musique afin de sensibiliser les élèves, les professeurs et les parents à prendre soin de leurs oreilles.

En 5 ans, AuditionSolidarité a réalisé 16 missions à l'étranger, 5 missions en France et a sensibilisé plus de 50 000 musiciens chaque année à prendre soin de leurs oreilles.

Toutes les actions et missions sont en vidéos version courte sur :

[www.auditionsolidarite.org](http://www.auditionsolidarite.org)

AuditionSolidarité est aujourd'hui de notoriété nationale et internationale dû aux différents Prix remportés :

- Le Prix des Femmes pour le développement durable dans le cadre du recyclage des appareils auditifs usagés sur toute la France
- Le Prix Solidarité France Bleu
- Le Prix Europe 1 Solidarité
- Le Prix du Trophée des Associations EDF

Le programme 2014 est bien chargé : concernant le monde, AuditionSolidarité part en mission en Guinée, au Maroc puis à Madagascar. En France, AuditionSolidarité programme 2 missions à Paris, 1 en avril, impulsée par Mr Martin Hirsch et en partenariat avec les Enfants du Canal. Et concernant l'action de prévention, Jean-Yves Paquelet, le responsable a déjà planifié de sensibiliser 85 structures musicales... sans oublier le fameux Week-End Solidaire annuel (prévu en octobre à Lyon) où tous les mécènes se rencontrent et partagent ce joli mot : « solidarité » !

Pour réaliser ces belles actions, AuditionSolidarité utilise comme outil, le mécénat.

A ce jour, plus de 190 chefs d'entreprise dont 155 audioprothésistes sont devenus mécènes afin de financer AuditionSolidarité en déclinant dans leur entreprise un produit solidaire.

Le produit solidaire qu'AuditionSolidarité propose aux audioprothésistes est le suivant : sur chaque aide auditive vendue, l'audioprothésiste devenu mécène reverse 10€ à AuditionSolidarité ; il bénéficie de 60% de réduction fiscale ainsi un don de 10€ ne coûte, après déduction fiscale, que 4€. L'audioprothésiste affiche tout un kit de communication très solidaire, se valorise auprès de ses patients d'autant qu'en plus, il récupère les appareils auditifs usagés en apposant une boîte de récupération dans l'accueil de son centre.





Etre mécène est bien sûr un soutien financier et surtout une démarche active : l'audioprothésiste-mécène s'il le souhaite part en mission humanitaire et participe à des actions de prévention auditive dans

les structures musicales de sa région.

A ce jour, AuditionSolidarité est également soutenue par des institutions : le Ministère chargé de la Santé, des ARS (Agence Régionale de Santé), L'INPES (Institut National de Prévention et d'Education pour la Santé) et par l'UNSAF (Union Nationale du Syndicat des Audioprothésistes Français) représentée par Luis Godinho.

AuditionSolidarité est également soutenue par des fondations : la Fondation AIR France, la Fondation

EDF et la Fondation TOTAL.

Si vous avez envie de rejoindre ce concept solidaire, contactez Carole Ercole ou Odile Petit

au 05 58 35 42 32

Merci pour votre soutien !

[www.auditionsolidarite.org](http://www.auditionsolidarite.org)



## Enseignement

### Innovations technologiques en otologie - Vendredi 28 mars 2014

Groupe hospitalier Pitié-Salpêtrière-Service ORL, Otologie, Implants auditifs et Chirurgie de la base du crâne.

Pr. Olivier Sterkers, Pr. Bernard Meyer, Pr. Frédéric Tankéré, Dr Daniele Bernardeschi, Dr Didier Bouccara, Dr Evelyne Ferrary, Dr Isabelle Mosnier, Dr Yann Nguyen, Dr Assia Terranti.

Avec la participation de Advanced Bionics, Amplifon, Cochlear France, Collin, Medtronic, Neurelec, Pourêt Médical, Vibrant Med-El Hearing Technology, Zambon, Zeiss

#### Programme

9h00 : Introduction. Olivier Sterkers

#### Implantation cochléaire

09h05 : Comparaison des forces d'insertion de trois techniques d'insertion dans un modèle anatomique de scala tympani. Yann Nguyen (Pitié-Salpêtrière)

09h30 : Utilisation du Cone Beam peropérateur lors de l'implantation cochléaire. Isabelle Mosnier (Pitié-Salpêtrière)

9h55 : Accès mini-invasif robotisé guidé par navigation à la cochlée. Brett Bell (Bern, Suisse)

10h30 PAUSE

11h00 : Impact du choix de la longueur de l'électrode sur le décalage entre fréquence de stimulation et fréquence des neurones auditifs. Frédéric Venail (Montpellier)

11h25 : Intérêt des potentiels évoqués électriques lors de l'implantation cochléaire. Assia Terranti (Pitié-Salpêtrière)

11h50 : Intérêt du cone beam en otologie. Mathieu Marx (Toulouse)

12h15 : Implants chargés en dexa-méthasone et préservation de l'audition dans un modèle animal. Doro-thée Douchement (Lille)

12h40 : Déjeuner

14h00 : Reprise des présentations

#### Oreille moyenne

14h00 : Anticiper les pièges de la chirurgie de l'otospongiose à partir du scanner préopérateur. Frédéric Tankéré (Pitié-Salpêtrière)

14h25 : Dépose et repose du conduit auditif externe. David Bakhos (Tours)

14h50 : Projet RobOtol : résultats et perspectives. Yann Nguyen (Pitié-Salpêtrière)

15h15 : Simulation interactive de la chirurgie de l'otospongiose. Guillaume Kazmitcheff (UMR-S 1159, Paris)

15h40 : Discussion et conclusions : Quels outils d'avenir en otologie ? Quelles priorités ?

Modérateur : Daniele Bernardeschi  
Participants : David Bakhos, Mathieu Marx, Bernard Meyer, Isabelle Mosnier, Yann Nguyen, Frédéric Tankéré

16h15 : cloture de la journée

#### Renseignements

Otologie, Implants Auditifs et Chirurgie de la Base du Crâne  
Secrétariat : Véronique Pieters  
Tél. : 01 42 16 26 04  
Fax : 01 42 16 26 05  
[veronique.pieters@psl.aphp.fr](mailto:veronique.pieters@psl.aphp.fr)

#### Lieu de la réunion

Hôpital Pitié-Salpêtrière  
Institut de Cardiologie  
Adicare, Auditorium, 5e étage  
56, bd Vincent Auriol - 75013 Paris



## Communiqués de presse

### Le Moxi Kiss d'Unitron remporte le prix du design iF 2014



#### Une conception raffinée et intelligente fait entrer l'aide auditive d'Unitron sur la scène mondiale

5 février 2014 - Kitchener, Canada – Unitron, pionnier international en matière d'aides auditives sophistiquées, est fier d'annoncer que son modèle Moxi™ Kiss vient de remporter le prestigieux prix international du design iF 2014.



Depuis 60 ans, le prix du design iF occupe un statut international privilégié, et cette marque est devenue un symbole de réussite exemplaire en matière de design. Moxi Kiss a été sélectionné parmi quelque 3 200 produits comme l'un des lauréats de cette année, par un jury constitué d'experts et de designers reconnus issus des quatre coins du monde. Ce jury a évalué chacun des candidats en fonction de plusieurs critères, notamment la conception, la qualité, la finition, le choix des matériaux, le degré d'innovation, etc.

Commercialisé en mars 2013, le Moxi Kiss représente le premier jalon de la stratégie d'Unitron visant à faire évoluer le

design des aides auditives de la marque, qui occupera un rôle de premier plan pendant de nombreuses années. Alors que le produit Moxi Kiss était encore à l'étude, les équipes de conception produit d'Unitron ont analysé, conjointement avec des designers renommés, les grandes tendances du design industriel. C'est alors qu'a été instauré un cadre de travail global exprimant au mieux l'essence de la marque Unitron, ainsi que le fonctionnement et la personnalité distinctive de ses gammes de produits. Cette immersion dans le monde du design a été au cœur de la création de la silhouette naturelle et fluide du Moxi Kiss.

« Le Moxi Kiss est conçu pour être aussi intelligent qu'esthétiquement plaisant », déclare Ara Talaslian, vice-président des activités de recherche et développement d'Unitron. « La coque extérieure de cette aide auditive a été méticuleusement conçue, notamment grâce à un outillage dont la précision est de l'ordre du micron et à une courbure G2, afin d'obtenir une finition particulièrement soignée. Les dernières avancées en matière de design fonctionnel permettent au Moxi Kiss d'incarner la volonté d'Unitron de proposer un son naturel haute-fidélité, tout en procurant aux personnes appareillées un confort d'écoute supérieur, même dans les environnements bruyants les plus difficiles. »

Au cours d'un sondage récent, les clients d'Unitron de plusieurs pays ont décerné au Moxi Kiss d'excellentes notes de satisfaction, en particulier au niveau du confort de port, du design et de la forme dans leur ensemble, ainsi que de la qualité visuelle et tactile.

« Nous sommes très fiers de voir le Moxi Kiss récompensé par ce prix du design iF. Le fait qu'il ait été sélectionné parmi des milliers d'autres produits est, bien

sûr, un honneur. Mais il s'agit aussi d'une réelle consécration pour notre équipe et pour les efforts considérables qu'elle a déployés dans le but de concevoir une aide auditive hautement fonctionnelle et esthétiquement séduisante », se réjouit Jan Metzdorff, le président d'Unitron. « Lorsque nous avons créé le Moxi Kiss, nous souhaitions concevoir une aide auditive que les personnes appareillées qualifieraient d'élégante, discrète et confortable, et que les professionnels de l'audition seraient fiers de représenter. Je pense que nous avons été à la hauteur de ce défi. Le Moxi Kiss est en effet esthétique, performant, et maintenant reconnu par un prix international. »

#### À propos d'Unitron

Unitron est une entreprise globale qui mesure à quel point le métier de la santé auditive repose sur de solides relations personnelles. Nous travaillons en étroite collaboration avec les professionnels de l'audition pour améliorer la vie des personnes concernées par une perte auditive. En tant que membre du groupe Sonova, Unitron bénéficie d'une grande expérience dans l'innovation de solutions auditives permettant une qualité de son naturelle et une intelligibilité de la parole exceptionnelle. Basée au Canada, Unitron distribue ses gammes d'aides auditives dans plus de 60 pays. Pour plus d'informations, rendez-vous sur le site Web d'Unitron à l'adresse [unitron.com](http://unitron.com).

Contact :  
Katja Kessler  
PR France  
04 26 23 22 07  
[katja.kessler@unitron.com](mailto:katja.kessler@unitron.com)



## MARS 2014

### 17<sup>e</sup> Journée Nationale de l'Audition

#### Acouphènes et hyperacousie : quelles solutions ?

Le 13 mars 2014

Focus sur des troubles de l'audition qui pourraient bien s'avérer les maux de notre siècle

Professionnels de l'audition, Médecins, Associations, Audioprothésistes, villes et Collectivités, Institutions de Retraites et de Prévoyance, Mutuelles, Entreprises, Organismes de prévention-santé, Orthophonistes, Ecoles...

Info : [www.journee-audition.org](http://www.journee-audition.org)



### GEORRIC

#### L'implant cochléaire chez les personnes présentant des besoins particuliers : troubles associés à la surdité, personnes âgées

Les 20 et 21 Mars 2014 à Lyon

Info : <http://georric.com/journees-georric/>



## MAI 2014

### 49th Biap convention

Du mercredi 30 Avril 2014  
au dimanche 04 Mai 2014

VIENNA - AUSTRIA

[www.biap.org](http://www.biap.org)



### 10<sup>ème</sup> Congrès International Francophone de Gériatrie et Gériatologie

#### Les défis de la longévité : créativité et innovations

Du 14 au 16 mai 2014 à Liège - Belgique  
Palais des Congrès

« Les défis de la longévité : créativité et innovations » sont des thèmes qui doivent permettre à toutes les personnes intéressées par l'intégration du vieillissement et de ses particularités dans la société de pouvoir échanger et apporter leur expérience.

Info : [www.cifgg2014.com](http://www.cifgg2014.com)

### ACFOS

#### Formation professionnelle

#### Grammaire classique et Psychomécanique de Gustave Guillaume

Les 22 et 23 mai 2014 à Paris

Info : [contact@acfos.org](mailto:contact@acfos.org)



## AVRIL 2014

### 5th International Workshop Clermont-Audiologie

Les 1<sup>er</sup> et 2 avril - Clermont-Ferrand

Info : [fabrice.giraudet@udamail.fr](mailto:fabrice.giraudet@udamail.fr)

### UNSAF

#### Congrès national des audioprothésistes

Du 3 au 5 avril au CNIT  
Paris La Défense

Info : [contact@acfos.org](mailto:contact@acfos.org)



### ACFOS

#### Formation professionnelle

#### De la communication à la construction de la langue chez l'enfant sourd

Les 10 et 11 avril 2014 à Paris

Info : [contact@acfos.org](mailto:contact@acfos.org)



## JUIN 2014

### ACFOS

#### Formation professionnelle

#### Indications, réalisation pratiques et explorations objectives des voies auditives

Les 02 et 03 juin 2014 à Paris

Info : [contact@acfos.org](mailto:contact@acfos.org)



### ACFOS

#### Formation professionnelle

#### Mise en place d'un dépistage généralisé de la surdité à l'échelle régionale : organisation de la maternité au diagnostic

Les 12 et 13 juin 2014 à Paris

Info : [contact@acfos.org](mailto:contact@acfos.org)





## OCTOBRE 2014

### ACFOS Formation professionnelle

Retard d'évolution linguistique après implant cochléaire : quel bilan, quelles solutions ?

Les 13 et 14 octobre 2014 à Paris

Info : [contact@acfos.org](mailto:contact@acfos.org)



## DÉCEMBRE 2014

### ACFOS Formation professionnelle

L'accompagnement parental et l'orthophoniste. Du très jeune enfant à l'adolescent

Les 1<sup>er</sup> et 02 décembre 2014 à Paris

Info : [contact@acfos.org](mailto:contact@acfos.org)



## NOVEMBRE 2014

### 34<sup>èmes</sup> Journées Annuelles de la Société Française de Gériatrie et Gérologie

Du 25 au 27 novembre 2014 - Cité des Sciences La Villette

Info : <http://www.jasfgg2013.com/>



### ACFOS Formation professionnelle

Utilisation des techniques d'atelier d'écriture avec les enfants et adolescents sourds

Les 04 et 05 décembre 2014 à Paris

Info : [contact@acfos.org](mailto:contact@acfos.org)




**AUDITION CONSEIL RECRUTE**

**Audioprothésistes D.E.**  
postes à pourvoir toutes régions

Merci de nous faire parvenir votre candidature en précisant la région souhaitée :  
[o.delatour@auditionconseil.fr](mailto:o.delatour@auditionconseil.fr)

Audition Conseil, 325 centres en France  
[www.auditionconseil.fr](http://www.auditionconseil.fr)

**VOUS ÊTES AUDIOPROTHÉSISTE ET VOUS AVEZ L'ÂME D'UN ENTREPRENEUR...**



**NOUS AVONS UN PROJET DE DÉVELOPPEMENT DANS LES DEPARTEMENTS DU 91 ET DU 28**

**NOUS VOUS PROPOSONS DE CRÉER UN OU PLUSIEURS CENTRES DANS LESQUELS VOUS SEREZ ACTIONNAIRE.**

**Vos intérêts**

- Vous êtes et restez un audioprothésiste dynamique et autonome
- Vous êtes chef d'équipe et gérant de votre structure
- Vous êtes décisionnaire dans vos centres
- Ayez la rémunération en conséquence de votre statut

**Notre apport**

- Mise en place de votre cabine
- Communication et formation
- Accession à notre centrale d'achat
- Financement et gestion

**REJOIGNEZ NOUS !**  
45, Rue du Général de Gaulle - 91610 Ballancourt-sur-Essonne  
[contact@assoc-audio.fr](mailto:contact@assoc-audio.fr) - 06 27 67 10 67



MUTUALITE FRANCAISE  
ANJOU MAYENNE  
67 rue des Ponts de Cé  
49028 ANGERS cedex 1



## 1 Audioprothésiste (H/F)

Basé à Saumur et Doué la Fontaine (49)

Responsable de la clientèle des centres dans lesquels vous évoluerez, vous contribuerez à sa fidélisation et à son développement, dans le respect des valeurs de l'enseigne AUDITION MUTUALISTE.

Vous réalisez des tests audiométriques et vous assurez la sélection, l'adaptation, la délivrance et le suivi des appareils qui répondent le mieux aux besoins et à la satisfaction de vos patients.

Titulaire d'un diplôme d'état d'audioprothésiste, vous êtes autonome, votre sens commercial et vos qualités humaines sont reconnus.

Rejoignez un réseau d'audioprothésiste d'envergure nationale à l'écoute de vos aspirations.

**CDI à pourvoir immédiatement  
Temps plein – débutants acceptés**

Merci d'adresser votre lettre + CV  
à Claire GARNIER – Chargé RH  
Mutualité Française Anjou Mayenne  
67 rue des Ponts de Cé - 49028 ANGERS cedex 01  
Tél : 02 41 68 89 43

www.mfam.fr



*L'audition pour passion*

**DYAPASON recherche  
des audioprothésistes DE  
pour différents membres  
adhérents à son réseau.**

**Merci de faire parvenir  
votre candidature en précisant  
la région souhaitée à :  
Philippe Delbort 06 98 20 64 46  
philippe.delbort@gmail.com**



**La Mutualité Française Union Territoriale  
de Tarn et Garonne recrute pour  
son centre d'audition de Montauban**

**un AUDIOPROTHÉSISTE (H/F)**

- ▶ Diplôme d'Etat d'Audioprothésiste
- ▶ CDI temps plein
- ▶ Statut Cadre
- ▶ Poste à pourvoir rapidement

**CV + lettre motivation à adresser à :**

**Mutualité Française Union Territoriale de Tarn et Garonne  
15 allée de l'Empereur - 82000 Montauban  
Pour toute information complémentaire, vous pouvez  
contacter Mme Odile FERRARA, Directrice Générale**

**AVEC EAR-WELL  
DITES  
OUI**

**EN PLEIN DÉVELOPPEMENT, EAR-WELL COMPTE SUR VOTRE ESPRIT D'ENTREPRISE !**

Inscrit dans une dynamique commerciale visionnaire qui a su intégrer le digital au bon moment, Ear-Well n'attend plus que vous pour poursuivre sa croissance.

Rejoignez-nous pour proposer l'alternative que tous les patients attendent : l'accessibilité à la rééducation auditive pour tous avec le meilleur service au meilleur prix, les meilleurs produits et les meilleurs audioprothésistes. Et ce, en toute transparence, sur tout le territoire national.

Flashez pour comparer votre ADN au nôtre !



ear-well.com

Envoyer votre candidature à Frédéric Bouzat : frederic.bouzat@ear-well.com

RESTEZ CONNECTÉS

ear-well



# ➤ ANNONCES



La **MUTUALITE FRANCAISE CHAMPAGNE ARDENNE SSAM** est un organisme gestionnaire sur toute la Région de services de soins constitué de quatre pôles : BIEN MEDICAUX (audition, optique), SOINS PREMIER RECOURS (pharmacies, centres de santé), SANITAIRE (Soins infirmiers à domicile, hospitalisation à domicile) et MEDICO-SOCIAL (Résidences pour personnes âgées, Centre d'hébergement de réinsertion sociale).

Nous recherchons :

## Un AUDIOPROTHESISTE (H/F) CDI TEMPS PLEIN OU PARTIEL

En liens directs avec les patients, vous :

- prenez connaissance des examens médicaux et les complétez éventuellement,
- proposez l'appareillage le plus adapté selon le type de surdités/l'utilisation,
- montez, adaptez et réglez les prothèses auditives,
- effectuez les petites réparations d'entretien courant ou de premier niveau,
- contrôlez la qualité de la correction et assurez le suivi de l'appareillage,
- expliquez au patient/sa famille le fonctionnement de l'appareil,
- gérez le fichier client et le stock (matériel, pièces détachées).

Vous êtes titulaire du diplôme d'audioprothésiste.

Rémunération à définir selon l'expérience.  
Pour les salariés d'origine belge, possibilité d'avantages fiscaux.  
Lieu de travail : Ardennes

Merci d'adresser votre candidature (CV et lettre de motivation) à l'attention de :

**Mutualité Française Champagne-Ardenne SSAM**

11 rue de Elus

51100 REIMS

contact@mutualite-ardennes.fr

03 24 33 68 42



Dans le cadre de son développement,  
**Mutuelles de France Réseau Santé** recrute,  
pour ses centres « Audition Mutualiste » :

### 3 audioprothésistes :

- Vienne & Salaise sur Sanne (38)
- Grenoble Agglomération (38)
- Le Creusot (71)

- ▶ Vous souhaitez participer à un projet dynamique
- ▶ Vous êtes motivé(e) par le travail en équipe

Merci d'adresser votre CV et lettre de motivation à :

Mutuelles de France Réseau Santé

Secteur Audioprothèse

31 Rue Normandie Niemen - 38130 Echirolles

ou contactez le 06 70 99 98 51



www.nousrecrutonsdesaudios.com

Harmonie Services  
Mutualistes recrute  
pour son union  
Mutuelles de Vendée



## 1 Audioprothésiste

Poste basé sur les sites de  
Luçon & Fontenay le Comte (85)

Responsable de la clientèle de vos centres, vous contribuerez à sa fidélisation et à son développement, dans le respect des valeurs de l'enseigne AUDITION MUTUALISTE.

Vous réalisez des tests audiométriques et vous assurez la sélection, l'adaptation, la délivrance et le suivi des appareils qui répondent le mieux aux besoins et à la satisfaction de vos patients.

Titulaire du diplôme d'état d'audioprothésiste, vous êtes autonome, votre sens commercial et vos qualités humaines sont reconnus. Rejoignez un réseau d'audioprothésistes d'envergure nationale à l'écoute de vos aspirations.

CDI à pouvoir immédiatement  
Temps plein sur 4 jours - Débutants acceptés  
véhicule mis à disposition.

Merci d'adresser votre lettre manuscrite + CV à  
Thomas MENU, Responsable Ressources Humaines  
Mutuelles de Vendée, 110 Boulevard d'Italie

85934 La Roche sur Yon Cedex 9

Tél. 02 51 44 19 07 / thomas.menu@mutuelles-de-vendee.fr



La Mutualité Française Aude recherche  
pour ses centres AUDITION MUTUALISTE

**un(e) audioprothésiste  
(Diplôme d'Etat d'Audioprothésiste)  
en CDI.**

- Temps plein (33h) sur 4j/semaine
- Poste basé à Carcassonne et/ou Lézignan Corbières et/ou Narbonne (11) et à pourvoir immédiatement.
- Avantages sociaux (mutuelle, chèques déjeuners, CE...)



Adresser votre candidature :

MUTUALITE FRANCAISE AUDE

Mlle Virginie ZIMOCH, Directrice Générale

63, rue Antoine Marty - 11000 CARCASSONNE

contact@mutualite-11.com

SIEMENS



[www.siemens.fr/audiologie](http://www.siemens.fr/audiologie)

Bien plus qu'un fabricant d'aides auditives.  
Siemens Audiologie, votre partenaire au quotidien,  
grâce à des solutions sur mesure.

Siemens Audiologie, des prestations de qualité :

- Des solutions auditives à la pointe de la technologie
- Des accessoires exclusifs Siemens
- Un logiciel de programmation, Connexx™
- Un scanner d'empreinte pour les centres, iScan™
- Un système de diagnostic et d'adaptation audiolinguistique, Unity™
- Un accompagnement marketing personnalisé
- Des services clé en main



Life sounds brilliant.®

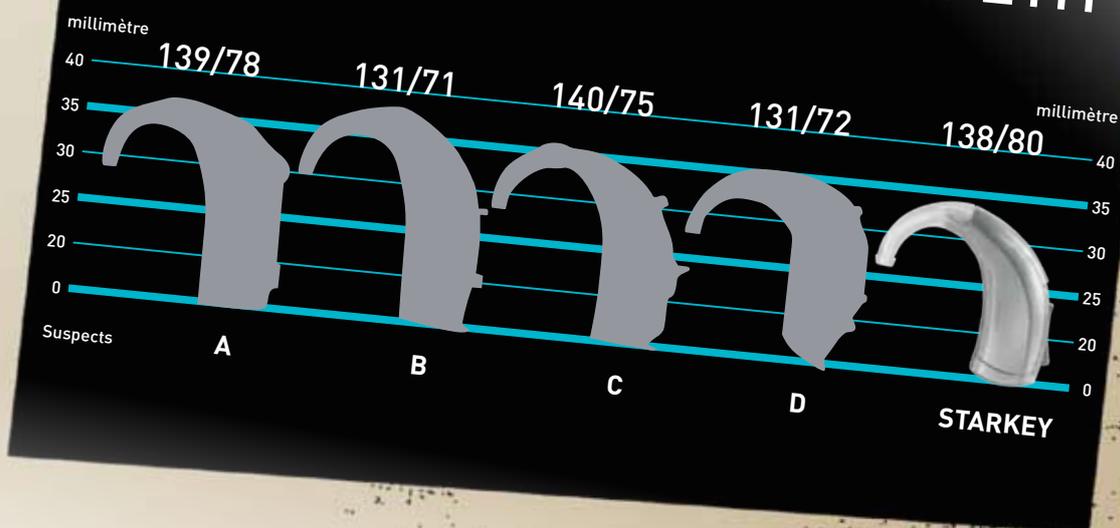
# POWER

# 3 series™ PLUS

Tri Series

## AVIS DE RECHERCHE

Le plus PUISSANT - Le plus PETIT



[www.starkeyfrancepro.com](http://www.starkeyfrancepro.com)  
[www.starkey.fr](http://www.starkey.fr)

Starkey France 23 rue Claude Nicolas Ledoux - Europarc  
94046 CRETEIL CEDEX - N° vert 0800 06 29 53



L'audition est notre mission