



# L' *les cahiers de* AUDITION

REVUE D'INFORMATIONS TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES - VOL. 17 - Septembre/Octobre 2004 - N°5 - ISSN 0980-3482

## **Dossier**

**Presbyacousie(s),  
audiométrie vocale  
à vitesse variable**

**GN ReSound**



**ReSound AIR™**

**conçu pour la vie moderne**

**GN ReSound sas** - Orlytech - 3, allée Hélène Boucher - PARAY-VIEILLE POSTE - 91781 WISSOUS CEDEX  
Tél.: 01 41 73 49 49 - Fax : 01 41 73 49 40 - [www.resoundair.net](http://www.resoundair.net)



**PUBLICATION DE LA S.A.R.L. GALATÉE** 12<sup>ter</sup>, Rue de Bondy - 93600 AULNAY SOUS BOIS  
http : www.soniclaire@infonie.fr

**GÉRANT** Daniel CHEVILLARD - 12<sup>ter</sup>, Rue de Bondy - 93600 AULNAY SOUS BOIS - Tél : 01 48 68 19 10 Fax : 01 48 69 77 66

**RÉDACTEUR EN CHEF** Professeur Paul AVAN - Faculté de Médecine Laboratoire de Biophysique - 28, Place Henri Dunant - BP 38 - 63001 CLERMONT FERRAND Cedex - Tél. : 04 73 17 81 35 - Fax : 04 73 26 88 18

**RÉDACTEURS** F. et C. DEGOVE - 5, avenue Maréchal Joffre - 92380 GARCHES - Tél. 01 47 41 00 14

**CONCEPTION - RÉALISATION** MBQ - 32, rue du Temple - 75004 Paris - Tél. : 01 42 78 68 21 - Fax : 01 42 78 55 27

**PUBLICITÉ** Christian RENARD - 50, rue Nationale - BP 116 - 59027 Lille Cedex - Tél. : 03 20 57 85 21 - Fax : 03 20 57 98 41

**ABONNEMENTS FRANCE** (1 an / 6 numéros) 90 € - Prix du numéro 20 €

**DEPOT LÉGAL** 5<sup>ème</sup> bimestre 2004 (Loi du 21.06.1943) - Septembre/ Octobre 2004 - Vol. 17 - N°5

**COMMISSION PARITAIRE** N°71357

Les Cahiers de l'Audition déclinent toute responsabilité sur les documents qui leur sont confiés,

## LISTE DES ANNONCEURS

ACOUREX  
AUDIO SERVICE  
+ AUDIO  
BELTONE  
BERNAFON  
GN RESOUND  
PHONAK  
OTICON  
SIEMENS  
STARKEY

## 2 INSTRUCTIONS AUX AUTEURS

## 5 ÉDITORIAL

Paul AVAN

## 6 ACTUALITÉS

François DEGOVE

## 14 APPROCHE SCIENTIFIQUE ET CONTRAINTES ÉCONOMIQUES

François DEGOVE

## 21 L'AUDIOMÉTRIE VOCALE À VITESSE VARIABLE (TEST A3V)

Léon DODELÉ - David DODELÉ

## 34 L'OREILLE INTERNE VIEILLISSANTE SON EXPLORATION EN 2004

Paul AVAN

## 43 VEILLE INFORMATIQUE

Charles ELCABACHE

## 46 LIVRES ET COMMENTAIRES

François DEGOVE

## 48 INFORMATIONS

# “LES CAHIERS DE L’AUDITION” SONT PLACÉS SOUS L’ÉGIDE DU COLLÈGE NATIONAL D’AUDIOPROTHÈSE

**Président :** Xavier RENARD

**Premier Vice-Président :** Eric BIZAGUET

**Chargé de Missions auprès du Président :**

Jean BANCONS

## Rédaction

**Rédacteur en Chef :** Professeur Paul AVAN

**Conception-Réalisation :** MBQ

**Publicité :** Christian RENARD

**Comité Biotechnologie Electronique et Acoustique :**

Professeur Christian GELIS

Philippe VERVOORT

**Comité Techniques Prothétiques et Audiologie de**

**l’Adulte et de l’Enfant :** François DEGOVE

Thierry RENGLLET - Frank LEFEVRE

Docteur Paul DELTENRE

**Comité Audiologie Expérimentale :**

Christian LORENZI

Stéphane GARNIER

Stéphane GALLEGO

**Comité Sciences Cognitives et Sciences du Langage**

**(phonétique) :** Benoît VIROLE

**Comité O.R.L. Audiophonologie :**

**Responsable :** Professeur Alain ROBIER

**Adjoint :** Professeur René DAUMAN

Docteur Dominique DECORTE

Docteur Christian DEGUINE

Docteur Olivier DEGUINE

Professeur Alain DESAULTY

Docteur Jocelyne HELIAS

Docteur Jacques LEMAN

Docteur Lucien MOATTI

Docteur Jean-Claude OLIVIER

Docteur Françoise REUILLARD

Professeur François VANEECLOO

Docteur Christophe VINCENT

**Comité Orthophonie Education et Rééducation**

**de la Parole et du Langage :** Annie DUMONT

**Comité Veille Technologique :** Robert FAGGIANO

**Comité Veille Informatique :** Charles ELCABACHE

**Comité Bibliographie :**

François DEGOVE - Philippe LURQUIN

**Relations avec les Etats-Unis et le Québec :**

François LE HER - Jean BELTRAMI

**Comité de Lecture :**

**Au titre de la Société Française d’Audiologie :**

**Président :** Professeur Bruno FRACHET

**Au titre de Membres du Collège National  
d’Audioprothèse :**

Jean-Claude AUDRY

Bernard AZEMA

Jean-Paul BERAHA

Hervé BISCHOFF

Geneviève BIZAGUET

Daniel CHEVILLARD

Arnaud COEZ

Christine DAGAIN

Ronald DE BOCK

Jacques DEHAUSSY

Jean-Pierre DUPRET

Jack DURIVAUT

Thierry GARNIER

Eric HANS

Bernard HUGON

Jérôme JILLIOT

Stéphane LAURENT

Jean MONIER

Maryvonne NICOT-MASSIAS

Jean OLD

Georges PEIX

Benoît ROY

Claude SANGUY

Philippe THIBAUT

Joany VAYSSETTE

Jean-François VESSON

Frédérique VIGNAULT

Alain VINET

**Au titre de Membres Correspondants Étrangers  
du Collège National d’Audioprothèse :**

Roberto CARLE

Leon DODELE

Philippe ESTOPPEY

André GRAFF

Bruno LUCARELLI

Carlos MARTINEZ OSORIO

Juan MARTINEZ SAN JOSE

Christoph SCHWOB

**Au titre de Présidents des Syndicats  
Professionnels d’Audioprothésistes :**

Francine BERTHET

Frédéric BESVEL

Luis GODINHO

**Au titre de Membres du Bureau de l’Association  
Européenne des Audioprothésistes :**

Corrado CANOVI

Marianne FRICHEL

Hubert KIRSCHNER

Leonardo MAGNELLI

Fred VAN SCHOONDERWALDT

**Au titre de Membres du Comité Européen  
des Techniques Audiologiques :**

Herbert BONSEL

Franco GANDOLFO

Heiner NORZ

**Au titre de Directeurs de l’Enseignement  
de l’Audioprothèse :**

Professeur Julien BOURDINIÈRE

Professeur Lionel COLLET

Professeur Pascale FRIANT-MICHEL

Professeur Alexandre GARCIA

Professeur Jean-Luc PUEL

Professeur Patrice TRAN BA HUY

**Au titre de Membres du Conseil d’Administration  
de la Société Française d’Audiologie :**

Professeur Jean-Marie ARAN

Bernadette CARBONNIÈRE

Docteur Jean-Louis COLLETTE

Docteur Marie-José FRAYSSE

Professeur Eréa-Noël GARABEDIAN

Docteur Bernard MEYER

Docteur Sophie TRONCHE

**Au titre des Membres de la Fédération Nationale  
des Orthophonistes : 3 membres**

**Au titre des Membres du Syndicat National  
des Oto-Rhino-Laryngologistes : 3 membres**

**Au titre de Membres du Syndicat National  
des Phoniâtres : 2 membres**

# INSTRUCTIONS AUX AUTEURS

## Généralités

Les travaux soumis à la rédaction des Cahiers de l'Audition sont réputés être la propriété scientifique de leurs auteurs. Il incombe en particulier à ceux-ci de recueillir les autorisations nécessaires à la reproduction de documents protégés par un copyright.

Les textes proposés sont réputés avoir recueilli l'accord des co-auteurs éventuels et des organismes ou comités d'éthique dont ils ressortent. La rédaction n'est pas responsable des textes, dessins ou photos publiés qui engagent la seule responsabilité de leurs auteurs.

L'acceptation par la rédaction implique le transfert automatique des droits de reproduction à l'éditeur.

## Esprit de la revue

De manière générale, les Cahiers de l'Audition sont une revue d'informations scientifiques et techniques destinée à un public diversifié : audioprothésistes, audiologistes, orthophonistes ou logopèdes, médecins en contact avec les différents secteurs de l'audition (généralistes, neurologues, électrophysiologistes, ORL, etc...).

Ce public souhaite une information qui soit à la fois à jour sur le plan scientifique et technique, et didactique. Le but des auteurs des Cahiers de l'Audition doit être de lui rendre accessible cette information, même aux non-spécialistes de tel ou tel sujet.

Bien que les Cahiers de l'Audition n'exigent pas d'un article qu'il présente des données originales, l'article lui-même doit être original c'est à dire ne pas avoir déjà été publié tel quel dans une autre publication sans l'accord explicite conjoint des auteurs et de la rédaction des Cahiers de l'Audition.

## Manuscrits

Ils sont à fournir en deux exemplaires (1 original + 1 copie, complets à tous égards). La remise de manuscrits électroniques (disquettes 3 pouces 1/2, format Macintosh ou PC Word 5 ou Word 6) est vivement encouragée. Elle est destinée à l'imprimeur et ne dispense pas de l'envoi des 2 exemplaires "papier". Ne pas faire soi-même de mise en page puisqu'elle sera faite par l'imprimeur.

Les schémas, dessins, graphiques doivent être ou des originaux ou des tirages bien contrastés, en trait noir sur papier blanc. Les tirages sur imprimante laser de qualité sont encouragés. Les diapositives de ces éléments ayant servi à une projection sont acceptées. L'encre bleue est prohibée pour des raisons techniques. Les photos doivent être de préférence des diapositives ou des tirages papier de grande qualité. Les illustrations doivent être référencées avec précision et leur emplacement souhaité dans le texte indiqué approximativement, ainsi que la taille souhaitée (noter que 1 colonne de revue = 5,3 cm de large).

En cas de demande expresse, les documents seront retournés aux auteurs après impression.

Les manuscrits, rédigés en français, devront comporter en 1<sup>ère</sup> page le titre de l'article, les noms des auteurs, leurs titres, leurs adresses, une table des matières et un résumé en français et en anglais indiquant brièvement le but général de l'article, les méthodes mises en œuvre et les conclusions proposées.

Le plan de l'article sera découpé en sections. La bibliographie ne sera pas forcément limitée à celle citée dans le texte : en effet, les auteurs peuvent rajouter quelques ouvrages de base dont ils recommandent la lecture à ceux qui souhaiteraient compléter leur information. Toutefois, l'usage extensif de références à des publications difficiles d'accès pour les lecteurs, ou trop spécialisées, n'est pas recommandé.

## Chronologie

Lorsque les auteurs ont été sollicités par un responsable de la rédaction, ils en reçoivent une confirmation écrite qui leur indique une date limite souhaitée pour la rédaction de leur article. Le respect de cette date est essentiel car il conditionne la régularité de parution de la revue. Lorsqu'un auteur soumet spontanément un article à la revue, la chronologie est indiquée ci-dessous.

Les manuscrits une fois reçus seront soumis au comité de lecture qui pourra demander des modifications ou révisions avant publication. L'avis du comité de lecture sera transmis aux auteurs dans un délai ne dépassant pas 1 mois. La publication doit donc survenir au plus tard 2 mois après réception de l'article sauf cas de force majeure (qui pourrait rajouter un délai de 3 mois). Ces indications n'ont pas valeur de contrat et le fait de soumettre un article aux Cahiers de l'Audition sous-entend l'acceptation des conditions de publication.

Une fois mis en page, l'auteur reçoit de l'imprimeur les épreuves de son article : celles-ci doivent être renvoyées corrigées sous les 3 jours. Les seules corrections admises portent sur ce qui n'a pas été respecté par rapport au manuscrit, ou sur la mauvaise qualité de la mise en pages ou de la reproduction de figures.

L'auteur ou l'équipe d'auteurs recevra 20 exemplaires gratuits du numéro de la revue où l'article est paru.

Les manuscrits sont à adresser à :

Professeur Paul Avan

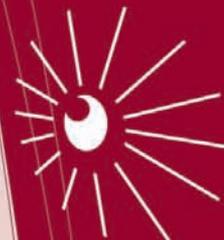
Les Cahiers de l'Audition

Laboratoire de Biophysique

Faculté de médecine, BP38

63001 Clermont-Ferrand cedex, France

Beltone™ CORUS



## Le monde s'ouvre à vous

**En appareillage ouvert ou classique, CORUS offre la certitude de faire bénéficier les malentendants des dernières avancées technologiques en matière d'audiologie :**

- « Open fitting » pour éviter les effets d'occlusion et d'autophonation : ventilation maximisée par « stepped vent », sans effet Larsen, pour un confort maximum et un son plus naturel.
- Anti Larsen AFC statique et actif avec signal en opposition de phase sans réduction de gain : réactivité immédiate et jusqu'à 15 dB de gain supplémentaire pour une meilleure compréhension.
- Compression Rapid™ WDRC : traitement ultra rapide du signal sur toute la bande en moins de 1,5 ms, pour éviter les phénomènes d'écho en appareillage ouvert et optimisation de la dynamique résiduelle sur 15 canaux.
- Directionnel adaptatif par modification automatique de la courbe polaire : analyse multi-microphonique des sons 650 fois par seconde pour détecter la provenance du bruit afin de l'atténuer et d'améliorer l'émergence du signal utile.
- Plus, un détecteur de spectre vocal plus rapide que l'ancienne génération, un réducteur de bruit performant, des coques céramiques ou laser 3D (TrueFit)...

Immeuble Le Newton C  
7, Mail B.Thimonnier - Lognes  
77437 Marne-la-Vallée Cedex 2  
e-mail : beltonefrance@beltone.fr

 **Beltone™**



En termes de marché de l'audioprothèse, et a fortiori lorsque l'on considère les tests pré-appareillage, la presbycousie est notre premier pourvoyeur et l'évolution de la démographie fait penser que cette première place va se consolider... Longtemps considérée comme une fatalité, et donc une banalité (mais aussi une tare à dissimuler, par exemple en la niant), la presbycousie n'a pas fait l'objet des efforts "audiologiques" qu'elle aurait mérités. Faut-il alors s'étonner de ce qu'en retour, elle n'a pas fait à notre endroit les efforts que nous attendions d'elle...? et que tant de personnes atteintes de presbycousie décident de se passer de bilan auditif ?

Mais heureusement, combien d'exemples connaissons-nous de personnes âgées qui, une fois bien conseillées et informées, finalement franchissent le pas, portent et renouvellent leurs aides auditives et s'en félicitent ? Et un récent dossier des Cahiers coordonné par Lionel Collet ne montre-t-il pas l'importance critique de ce pas franchi, porte ouverte vers une connectique plus harmonieuse des voies auditives centrales, vers une cognition rajeunie et une communication restaurée ?

L'actuel numéro se penche sur l'exploration de ce fourre-tout qu'est "la" presbycousie: les structures capables de se dégrader en vieillissant sont nombreuses et peuvent avoir des atteintes isolées ou combinées. Avant de qualifier une presbycousie de banale (elles n'ont de banal que leur propension à ne pas se faire appareiller, finalement), sommes-nous sûrs de la nature des dégâts, et pouvons-nous prédire le degré respectif des différents déficits perceptifs attendus? si oui, la diversité des aides auditives disponibles et la panoplie des réglages qu'elles proposent nous garantiraient de savoir y faire face, selon une démarche simple, hélas nous restons encore souvent dans le flou et l'empirisme. L'un des articles de ce dossier examine les données issues de la recherche sur l'animal et qui nous permettent de plus en plus facilement d'anticiper les lésions de l'organe sensoriel auditif, et de prédire leurs types de conséquences perceptives. Certaines données récentes semblent interroger sur l'uniformité de ces conséquences: pourrions-nous dans un proche avenir en tirer des conclusions utiles pour les réglages? En tout cas des pistes s'ouvrent, et les explorations proposées sont simples, ne prenant que quelques minutes.

Le souci de pragmatisme est aussi au premier plan du travail de Léon et David Dodelé : Partant de la constatation que l'élocution trop rapide de leurs interlocuteurs reste l'un des soucis principaux des personnes âgées, et du besoin de quantifier correctement l'impact du débit sur l'intelligibilité vocale, nos collègues nous proposent une évolution de leur test bien connu qui permet une passation à vitesse variable. Ils concluent par un plaidoyer qui pourrait servir de devise aux Cahiers de l'Audition: "l'évolution galopante des prothèses auditives nécessite l'adaptation des méthodes d'appareillage, des équipements et des mentalités". Les Cahiers s'y joignent d'autant plus volontiers qu'il leur semble que cette adaptation est largement dans nos cordes, une fois la nécessité admise bien sûr.

Paul AVAN

**INTERVIEW DE  
FRÉDÉRIC BESVEL**

**Le Monde** Félicitons Frédéric Besvel pour l'interview qu'il a donné au Monde (en date du 04/09/04). La pondération avec laquelle le journaliste a présenté le matériel au grand public est un gage de bonne maîtrise de la communication. Le fait qu'il soit souligné aussi que la disponibilité et la proximité du professionnel sont une nécessité importante nous paraît aussi très positif.

**FRANCHISEUR ET  
FRANCHISÉ**

La Franchise n'est pas très courante dans notre domaine mais sait-on jamais ? La cour d'appel de Paris a analysé les relations économiques entre franchiseur et franchisé (redevances et commissions) comme des preuves essentielles d'un contrat de société et, de ce fait, a permis aux créanciers de poursuivre le franchiseur en cas de défaillance du franchisé. Mais, l'un des points le plus dangereux pour le franchisé vient du fait que si le magasin est passé sous franchise dès sa création, la cour d'appel a considéré que la clientèle appartenait au franchiseur. Dans ce cas, il appartient au franchisé de démontrer, soit qu'il a une clientèle liée à son activité personnelle indépendamment de l'attrait de la marque, soit que l'élément qu'il apporte, le droit au bail, équivaut ou prévaut sur la marque. Notons au passage que la plupart des contrats de

franchise laissent toute liberté au franchiseur (ainsi qu'au franchisé) pour rompre le contrat sans motif particulier. Ce qui veut dire qu'un franchiseur qui jugera que votre apport en terme de pas de porte est insuffisant pourra mettre fin à votre contrat et le donner à quelqu'un d'autre sans que vous ne puissiez rien y faire.



**REMBOURSEMENT DES  
AIDES AUDITIVES**

Vous avez dû lire, comme tout le monde, la publication du JO du 09 septembre 2004. Celle-ci concerne le remboursement des aides auditives pour les enfants et les adolescents de moins de 20 ans ou des personnes atteintes de cécité quel que soit leur âge. On voit apparaître dans les commentaires des notes telles que : surdité simple, activité sociale simple, restriction de dynamique, asymétrie importante, profil audiométrique complexe. Cette classification porte-t-elle un éclairage nouveau sur

l'appareillage ? Est-elle structurante pour une future discussion avec les pouvoirs publics ou sera-t-elle le futur cheval de bataille des assurances privées qui, après avoir embauché des audioprothésistes, porteront un jugement sur les choix technologiques et/ou prothétiques ? J'aimerais qu'on m'explique pourquoi il faut choisir une prothèse de classe C lorsqu'il y a une réduction de dynamique et/ou une asymétrie importante ? Le choix d'une prothèse de classe D doit-il être considéré comme du luxe inutile voire une indécatesse d'un professionnel ? La seule chose que nous serions tentés de dire c'est que derrière ce texte il y a une incompétence profonde. Si la loi sur le handicap doit aider les personnes sourdes à surmonter leur handicap, le législateur, auteur du texte du 9 septembre 2004 ou celui, plus ou moins bien intentionné ou franchement incompétent, qui lui a guidé la main dans l'écriture de ce texte, aura fait faire un véritable "3 pas en arrière" pour la prise en charge de la surdité et plus encore si ce texte devait être compris comme l'alpha et l'oméga du choix prothétique !

**DROIT DE RÉPONSE  
DE LUIS GODINHO**

Le président de l'AAF, Luis Godinho, a utilisé un droit de réponse dans le journal Le Monde suite à un courrier envoyé par un lecteur qui semblait tout à fait mécontent non pas seulement de son

audioprothésiste, mais de tous les audioprothésistes Français. Nous ne nous attarderons pas sur le contenu de la lettre qui oscille entre l'ignorance et la candeur. Mais, ce que nous regrettons, c'est que le résultat aurait pu, peut-être, avoir quelque intérêt pour les professionnels s'il n'avait pas eu pour but de refaire le monde.

A n'en pas douter ce Monsieur a été déçu et, en tant que professionnel, nous le déplorons. Mais, une déception personnelle ne peut conduire à remettre à plat l'ensemble d'une organisation sociale et économique. Le fait que la Poste Française ne fasse pas toujours bien son travail nous amène à demander qu'elle tienne compte des réalités économiques mais non qu'elle soit liquidée au profit d'une quelconque autre entité. Le Monde n'est pas le lieu d'un débat interne sur la qualité des services que nous rendons. Mais, la médiocrité d'un résultat et peut-être d'un professionnel ne doit pas conduire à un tel comportement. Quel dommage que ce Monsieur n'est pas simplement fait part de son expérience et que, d'un échec personnel il n'est pas su tirer d'autres conclusions que celles qu'il essaie de faire partager en utilisant un langage et des références qu'il ne maîtrise absolument pas et donc qui vident de sens l'ensemble de son intervention.

Notre confrère Luis Godinho a fait une réponse qui honore les professionnels.

## LE MONDE - 26.09.2004

### Appareillage auditif

On peut se demander pourquoi la France est l'une des lanternes rouges de l'Europe en matière de consommation de prothèses auditives (*Le Monde* du 4 septembre). La réponse se décline en plusieurs points :

- La distribution des audioprothèses : dans les pays nordiques, vous pouvez obtenir, pratiquement contre remboursement intégral, vos prothèses auditives dans le secteur public. Si vous souhaitez plus de liberté de choix, vous vous tournez alors vers le secteur libéral, ce qui vous coûtera plus cher. Rien n'empêche dans la réglementation française actuelle que des institutions publiques vendent et distribuent des audioprothèses. Il leur suffit simplement d'avoir l'équipement et le personnel qualifié nécessaire.

Une concurrence public-privé pousserait très probablement les audioprothésistes du secteur privé à avoir une démarche plus scientifique pour l'adaptation des

audioprothèses.

- Les ORL : quel contraste entre la visite chez l'ophtalmologiste et la visite chez l'ORL ! Dans le premier cas, vous ressortez avec une ordonnance précise indiquant exactement la correction dont vous avez besoin. Dans le second cas, vous ressortez avec un certificat, accompagné d'un audiogramme, spécifiant que votre audition nécessite l'achat d'appareils auditifs.

Une fois appareillé, l'ORL prescripteur ne teste jamais votre audition (...), il considère que ce n'est pas de son ressort. Pourquoi n'existerait-il pas des ORL audiologistes capables de déterminer par des essais en cabine les gains et compressions nécessaires et capables de prescrire en conséquence ? Un léger changement de la réglementation et tout le monde y gagnerait...

Est-il besoin de préciser que cet audiologiste serait chargé de vérifier le résultat, c'est-à-dire l'audition du patient appareillé afin de déclencher le paiement et le remboursement de la prothèse ? (...)

- L'audioprothésiste : d'après les textes, la prestation payée à l'audioprothésiste comprend le

choix du ou des appareils, leur livraison, les séances nécessaires à l'adaptation (réglages) et le suivi du patient pendant toute la durée de vie de l'appareillage, soit environ cinq ans. Pourquoi faut-il payer à l'avance cinq ans de prestations ? On peut démissionner, mourir, se fâcher, ou simplement avoir envie de changer d'audioprothésiste. Où est la liberté de choix du consommateur là-dedans ? (...)

- Les consommateurs : ils portent une grosse responsabilité car 30 % à 50 % d'entre eux préfèrent (en premier appareillage) laisser leurs prothèses dans le tiroir et se taire, au lieu d'aller se plaindre de la médiocrité de la qualité auprès des associations de consommateurs ou d'adhérer à nos associations de malentendants.

Même si de gros progrès techniques ont été observés dans les trente dernières années, pour que la prothèse auditive se porte mieux en France il faut un effort de tous : du secteur public, des professionnels, du législateur, de la commission d'homologation et des consommateurs. (...)

Jacques Schlosser

Aix-en-Provence (Bouches-du-Rhône)

## AU COURRIER DES LECTEURS

### Prothèse auditive

Contrairement à ce que pense M. Jacques Schlosser (le courrier des lecteurs daté 26-27 septembre), la France n'est pas « l'une des lanternes rouges de l'Europe » dans le domaine. Avec 5,3 appareils auditifs pour 1 000 habitants, vendus en 2003, elle se situe plus exactement en milieu de peloton. En retard sur l'Allemagne (8,3) ou les Pays-Bas (9,4), mais largement en avance sur l'Italie (3,8) ou l'Espagne (2,8). Le remboursement par les organismes sociaux pour les adultes est proportionnel à ces chiffres : assez bonne prise en charge au nord de l'Europe, plus médiocre dans les pays du Sud, France y compris. (...)

La France compte de l'ordre de 2 000 centres d'audioprothèse, 70 % environ sont dirigés par des audioprothésistes indépendants et 30 % par des personnes morales (sociétés cotées et mutualités). Le nombre de centres a nettement progressé, depuis une dizaine d'années, et la très grande majorité de la population française a le choix entre plusieurs professionnels. Mais l'expérience montre qu'une concurrence exacerbée entraîne plus fréquem-

ment une progression des dépenses publicitaires qu'un investissement à long terme dans la qualité. (...) Il faut également savoir que la quasi-totalité des porteurs d'appareils présente une surdité de perception : c'est une dégénérescence variable de l'oreille interne, du nerf auditif et des voies auditives centrales.

Chez l'individu âgé, la surdité, appelée presbycusis, est compliquée par d'autres affaiblissements physiologiques dus à l'âge. Pour ces sujets, (...) les améliorations que l'on peut apporter grâce à une prothèse sont limitées. Une seule certitude : plus la prise en charge est précoce, meilleur est le résultat à court terme avec, de plus, une tendance à une dégradation moins marquée que pour l'oreille non appareillée.

Enfin, et contrairement à ce qu'écrit M. Schlosser, la comparaison ophtalmologiste-ORL n'est pas pertinente. La majorité des porteurs de lunettes présente une anomalie de réfraction de l'œil, la correction théorique est donc mesurable objectivement (...).

Il n'existe pas de mesure objective de la surdité, ni des résultats de l'ap-

pareillage. Notre travail passe en grande partie par la compréhension des sensations que nous décrit le malentendant qui nous permettra d'influer sur les dizaines de paramètres réglables offerts par les appareils auditifs récents.

Envisager une prescription d'appareillage avec des indications de gain et de compression n'a pas de sens aujourd'hui.

Les progrès technologiques des dix dernières années, notamment les avancées en traitement numérique du son, ont permis une amélioration très notable de la qualité de la compréhension de la majorité des malentendants. Les audioprothésistes ont accompagné cette évolution (...), et ce n'est pas en stigmatisant les audioprothésistes que nous ferons progresser l'acceptation et la banalisation des appareils auditifs auprès des 80 % de malentendants non équipés en France.

Luis Godinho  
Audioprothésiste

(Paris)

## LE MONDE - 10.10.2004



Grégory Gerbaud



Carlos De Benito



Lurdes Camara



Christian Renard

**PR  
EN ESPAGNE**

Cette année le PR se tenait en Espagne. Comme à l'habitude les journées furent bien remplies et les participants furent très assidus à des journées de travail qui commencent à 9 H et qui se terminent à 18 H 30 ou 19H.

Cette année était une année de transition, de passage à une équipe de jeunes dont tout le monde reconnaît le dynamisme et un esprit très convivial qui est bien utile dans ce genre de Société. Les plus âgés prennent petit à petit du champ après avoir bien rempli leur carrière professionnelle. Ils ont, il ne faut pas l'oublier, tiré dans leur sillage un nombre non

négligeable d'autres professionnels qui doivent les remercier de ce que leur métier est devenu aujourd'hui.

Mais revenons au PR. Tout d'abord, Christian Renard a rappelé les objectifs de la société scientifique vis à vis de l'exigence de rigueur dans l'apport de connaissance que la Société doit dispenser auprès de ses membres.

La première séance fut consacrée à une revue des examens d'exploration fonctionnelle. Ce rappel aura permis de rafraîchir les esprits avant d'attaquer un long exposé sur les Potentiels Evoqués à Etat Stable qui, bien qu'encore en développement, commencent à donner des résultats d'autant plus intéressants qu'ils appor-

tent, semble-t-il, une précision satisfaisante dans les mesures de seuils, en particulier dans les pertes importantes.

De plus chez l'enfant ces mesures permettent de déterminer les seuils, oreille par oreille, très tôt et ce, bien avant que cela soit possible par les méthodes classiques d'audiométrie pédiatrique.

Ces techniques permettent d'obtenir des seuils entre 45 dB et 115 dB dans la gamme des fréquences de 250Hz à 8000Hz.

Dans son intervention sur l'état du marché, Nacho Martinez a rappelé un certain nombre de données concernant le développement de l'électronique dédié à la prothèse auditive. En particulier, il a abordé la



question de la vitesse du traitement de l'information. Où sont les limites, se demandait-il, dès lors que les progrès ne cessent, d'année en année, de nous apporter des transistors de plus en plus petits ? Ceux-ci permettent de concevoir des machines de très petites dimensions ayant des caractéristiques de plus en plus étonnantes. Ce qui est surprenant, c'est de prendre conscience du fait que leur nombre ne cesse de croître et d'apprendre que dans les toutes dernières machines, la moitié de ces petites bêtes est dédiée au traitement des oscillations indésirables ! Et, ce n'est que le début... Mais à l'opposé, ce qui pose problème, ce sont les résultats de l'évaluation du niveau des professionnels pratiquant l'audiologie prothétique. Les analystes internationaux de ce marché qui se penchent régulièrement sur son état jugent tout à fait insuffisant le niveau moyen des professionnels et ceci d'autant plus que l'écart ne fait que s'accroître. Cette situation est tout aussi préjudiciable pour les concepteurs que pour les malentendants. Ne nous endormons pas en imaginant que notre niveau satisfait

pleinement tout le monde... Nous ne sommes pas surpris par les résultats de cette enquête. Cela fait des années que notre revue et le Collège National se battent pour faire évoluer le niveau de formation des professionnels de l'audiologie prothétique. Nous avons la chance, en France d'avoir un encadrement universitaire de très grande qualité et très ouvert à la coopération avec les professionnels que nous sommes. Tout le monde n'en profite pas. Mais, il faut continuer à faire des efforts. Il y a encore de trop nombreux points qui ne sont pas enseignés comme ils le devraient. Mais ce qui est fait depuis quelques années est très encourageant. Et ajoutons que ce qui est fait dans cette Société contribue largement à faire prendre conscience de l'écart qui s'installe entre les connaissances nouvelles, la technologie et les nécessités de comprendre certaines informations sans lesquelles notre pratique serait limitée.

Cette année, l'idée a été testée de demander à 4 professionnels de déterminer les niveaux de correction, les moyens utilisés ainsi que



Xavier Renard et Isidro Torner

l'ensemble des paramètres qui doivent conduire à régler une prothèse de sorte qu'elle soit convenablement adaptée. Tous les intervenants avaient une bonne expérience et - est-ce un effet de mode - compte tenu de la surdité qui était moyenne et plutôt centrée sur les hautes fréquences, deux intervenants sur quatre voyaient là un cas idéal d'appareillage par système ouvert. Les deux autres proposaient des systèmes plus classiques mais eux-aussi haut de gamme. Dans l'approche de la prise en charge, il était intéressant de voir que certains sont très centrés sur le rapport et l'écoute du patient. D'autres, sont plus centrés sur la méthodologie propre à la prothèse ce qui, de notre point de vue, est effectivement difficilement

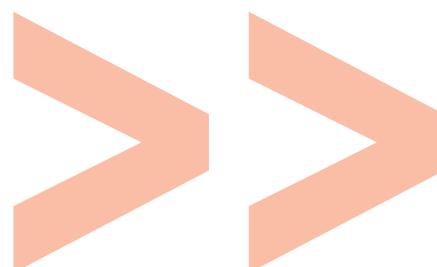
contournable. Ce qui nous gêne un peu plus dans ce type d'approche c'est qu'on ne discute pas assez en profondeur des choix de paramétrage en fonction des données audiologiques et des différents environnements. Il nous semble que nous ne sommes pas encore arrivés à un certain niveau de consensus sur certains points. Nous pourrions progresser sur ces points dans les années à venir.

Les cas et les patients difficiles, rappelle Christian Renard doivent être traités avec une très grande rigueur. Dans toutes les composantes de l'appareillage, il faut savoir aller chercher les informations manquantes. C'est souvent long et parfois fastidieux surtout

lorsqu'on a à faire à un patient nerveux, mais il faut savoir aller au-delà. Il est recommandé de parler des limites des résultats pour ne pas emmener un patient vers une illusion qui sera, là encore, un point de focalisation et de reproche pour la suite du suivi prothétique.

Carlos De Benito a su nous parler de questions relationnelles avec beaucoup d'humour et de psychologie. Les rapports avec les patients sont semés d'embûches ; il faut se souvenir qu'une personne atteinte de surdité va faire comme tout le monde, nier la réalité dans un premier temps, et si nous ne savons pas l'écouter et lui permettre de s'expliquer il y a peu de chance que nous arrivions au bout de l'appareillage sans incident. ■

François Degove



**OTICON-SYNCRO  
REÇOIT LE PRIX DU  
PRODUIT LE PLUS  
PRESTIGIEUX 2004**

Oticon- Syncro a reçu le prix du Produit le plus prestigieux de 2004 par la confédération d'industries danoises.

Chaque année, ce prix est attribué à la société qui a développé un produit

révolutionnaire. Cette année le prix a été remis à oticon, pour avoir mis avec brillance la technologie au service du malentendant pour qu'il obtienne une meilleure qualité de vie.

Le prix, un diplôme et une sculpture de bronze remis par l'artiste Mickael Felix lander au PDG Niel Jacobsen et certains membres de l'équipe du projet. ■



**ABONNEZ-VOUS MAINTENANT AU CAHIERS DE L'AUDITION  
EN RENVOYANT CE COUPON-RÉPONSE**

Nom	Prénom
Société	Fonction
Adresse	
Code postal	
Ville	

**Tarif : l'abonnement se prend pour l'année civile, 6 numéros, dont un gratuit.**

Europe	90 € TTC
Reste du monde	100 € TTC
Etudiants	50 € TTC

Ci-joint un chèque de ..... € à l'ordre des **Cahiers de l'Audition**  Demande de facture

A retourner aux **Cahiers de l'Audition** - 12ter, rue de Bondy - 93600 Aulnay-sous-Bois - Tél. : 01 48 68 19 10 - Fax : 01 48 69 77 66



## DES DECISIONS INTELLIGENTES en temps réel, à chaque instant

Que devez-vous attendre des systèmes d'audition intelligents ?

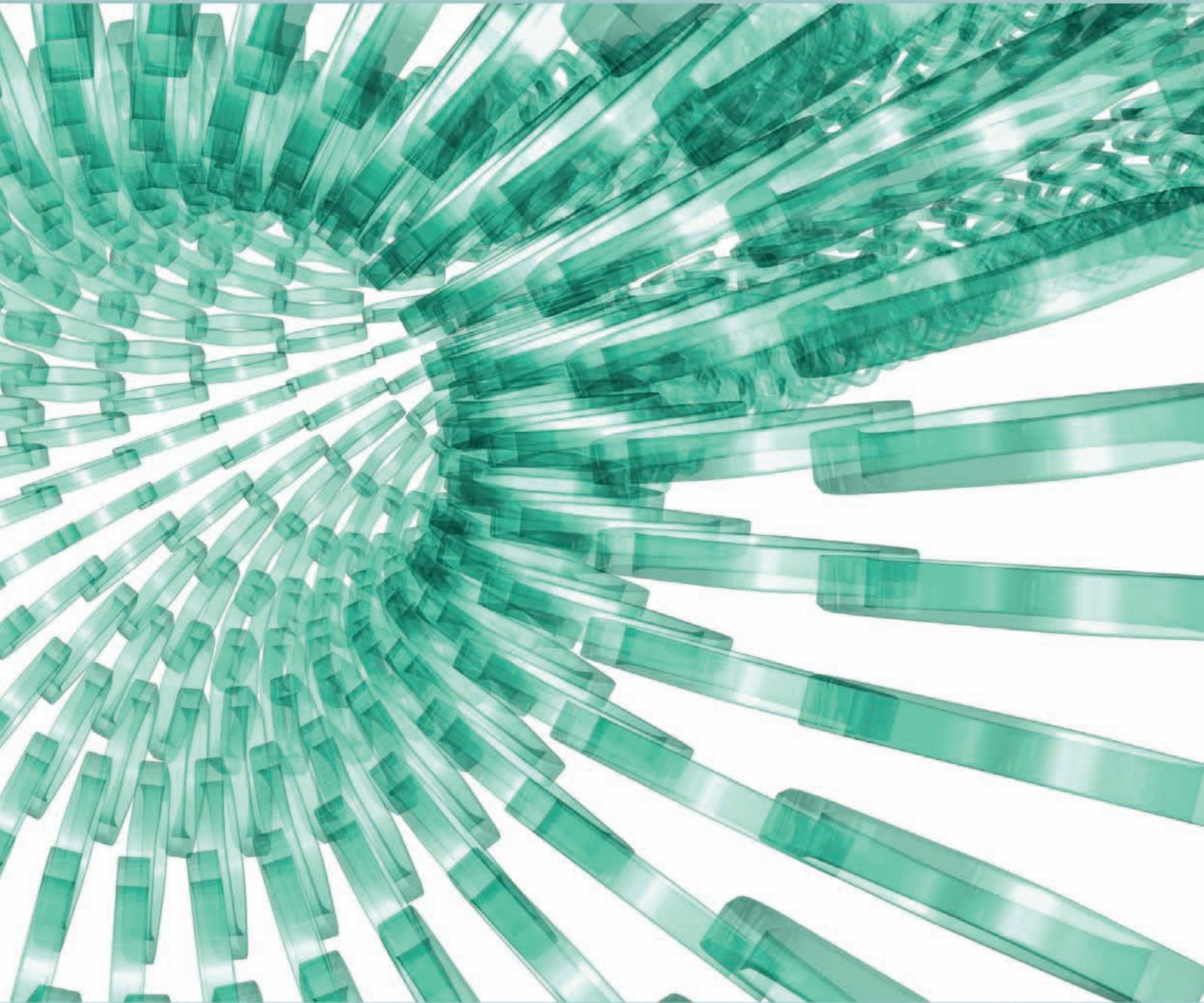
Le mot « intelligence » est de plus en plus largement utilisé pour le lancement de nouveaux produits. Pour Syncro, « intelligence » n'est pas un simple slogan publicitaire, c'est une véritable révolution du traitement du son. Cette révolution est devenue possible grâce à l'immense puissance de traitement inhérente à la nouvelle génération de processeurs utilisés dans Syncro.

Syncro évalue en temps réel le résultat potentiel de différentes combinaisons de ses systèmes de compression, de gestion du bruit et directivité. Il compare les différents résultats obtenus et sélectionne la combinaison la plus performante pour offrir le meilleur rapport Voix/Bruit à tout moment.

Dans un monde sonore imprévisible, c'est la seule façon de s'assurer que le système auditif fonctionne de façon optimale pour l'utilisateur ; l'Intelligence Artificielle explique pourquoi les utilisateurs d'appareils Syncro bénéficient d'améliorations prononcées de la compréhension de la parole et d'une qualité sonore inégalée. Prenez une décision intelligente. Appelez-nous aujourd'hui pour commander Syncro au numéro suivant : 01.41.88.00.80 ou bien par fax au 01.41.88.00.86.



L'Intelligence Artificielle (I.A.) est la science qui permet de simuler un comportement intelligent des ordinateurs. L'Intelligence Artificielle est mise en œuvre dans Syncro pour améliorer les performances dans les environnements sonores imprévisibles. Elle permet à Syncro de prendre les meilleures décisions parmi les différents résultats possibles afin d'optimiser l'expérience d'écoute en continu.



**oticon**  
PEOPLE FIRST

## APPROCHE SCIENTIFIQUE ET CONTRAINTES ECONOMIQUES

Conf. PR Nov 2004

### I. Généralité du processus macro-économique

Rappel sur quelques données macro-économiques favorisant la croissance de notre marché.

L'étude chiffrée du développement du marché de la prothèse auditive que nous avons présentée en 2001 à Paris montrait que son expansion ne reposait pas fondamentalement sur l'accroissement du nombre de centres\*, bien que ce fait ne soit pas négligeable, mais, essentiellement sur un modèle de développement économique que l'on qualifie de : "Modèle de croissance endogène". Celui-ci comme nous l'avons montré est intimement lié au développement de la technologie\*\* et de la connaissance et à l'espoir que cela suscite dans l'esprit des gens d'autant plus qu'il s'agit de répondre à des questions qui touchent à la santé.

(cf Les Cahiers Mai/juin 2001 et les 3 entretiens que nous

avons eus avec B. Azéma en 2000 qui ont été repris dans les Cahiers de cette même année).

L'expérience quotidienne du travail nous permet de prendre conscience indirectement de l'effet du modèle endogène dans l'esprit des futurs utilisateurs par le simple fait que nous entendions dire assez souvent par les patients : "Je voudrais essayer de nouvelles prothèses parce que j'ai entendu dire qu'il y a des progrès importants dans les appareils".

Cette réalité induit un cycle économique vertueux du fait que l'espoir placé dans le progrès permet :

- d'effacer plus ou moins les échecs du passé dans la tête des gens.
- pour les fabricants, de concevoir une amélioration des processeurs qui répondent à cette attente et qui sont, de fait, virtuellement vendus puisque attendus.

Concrètement, pour nous, ceci conduit :

- au maintien d'une croissance potentiellement durable de notre activité ;
- cette croissance engendre une

forme de travail dans lequel le stock de connaissances a un taux d'expansion relativement fort et dont le renouvellement est théoriquement valorisable économiquement. Il y a derrière cela une potentialisation de développement des avantages compétitifs pour qui sait en tirer parti.

- à contrario, ce modèle est source possible de nomadisation pour ceux qui ne feraient pas l'effort nécessaire pour s'informer ou pour informer. Donc il est aussi un risque pour l'entreprise.
- ne sont rémunérées dans ce type d'économie que la conceptualisation et la prescription comprises dans le sens du choix de la prothèse - c'est à dire de la technologie - et de la formule de compensation du déficit.
- collectivement ce type d'économie peut être source de marginalisation : les professionnels n'ayant plus le niveau de compétence pour appréhender et paramétrer les nouvelles technologies mises sur le marché, d'où une nécessité impérieuse de se former en permanence.

*\*Notons que ce fait est corroboré par la stratégie de développement des grandes enseignes qui préfèrent acheter souvent des laboratoires existants plutôt que d'en créer des nouveaux. Comme nous avons essayé de le montrer, l'accroissement de la demande est plus important que ne le montre la partie visible de la croissance annuelle du nombre de prothèses vendues (Degove les Cahiers 2001). De plus, l'accroissement du taux de pénétration n'est pas systématiquement corrélé (1 fois sur 2 ou 3 cf graphique) avec la variation du nombre de centres (cf Les Cahiers p44 combinées aux données démographiques cela conduit à montrer que c'est le taux de pénétration qui permet une amélioration des ventes du fait d'une offre dynamique assez bien maîtrisée face une attente du marché). A cela il y a plusieurs raisons mais l'essentiel vient du poids des habitudes des plus de 50 ans qui ne changent pas facilement d'interlocuteurs lorsqu'ils sont satisfaits, ils s'attachent à un professionnel qu'ils connaissent, ce sont de plus d'excellents ambassadeurs lorsqu'ils sont satisfaits ; on peut le constater par l'importance du bouche à oreille qui joue un rôle sensible...*

*\*\*La technologie rappelons-le au passage est définie comme : "Un ensemble de connaissances relatives à certains types d'évènements et d'activités associés à la production et à la transformation de matériaux". Le progrès technique désigne une augmentation de la capacité des hommes à maîtriser la nature (les lois de la physique par exemple) et l'information sous forme et à partir de nouveaux produits issus de la technologie.*

**II. Rechercher des avantages compétitifs dans le travail avec les patients**

**1. Les aspects généraux**

Dans les faits, il nous apparaît que le niveau moyen de pratique des professionnels dépend trop étroitement de l'information délivrée par les fabricants des produits. Si cet aspect des choses est plutôt positif pour l'ensemble des malentendants il est pour nous source de nivellement potentiel et peu porteur de différenciation individuelle.

Ce fait réintroduit une barrière au développement de l'entreprise en ce sens que, puisque l'accès est simplifié pour les nouveaux prétendants qui arrivent sur le marché, ceux-ci risquent de devenir très vite des concurrents plus durs pour vous.

Néanmoins, il faut tout de même noter que, les informations fournies ne permettent guère une classification prescriptive autre que celle découlant du niveau de la perte moyenne ou relative d'une zone de fréquences par rapport à une autre.

Il convient donc de rechercher une approche dans laquelle on peut exprimer sa maîtrise des problèmes dans la relation de face à face qui caractérise notre intervention professionnelle. L'objectif que nous devons donc viser professionnellement doit être celui d'une véritable compétence à extraire les particularités liées au déficit mais aussi qui conduit à éviter de faire preuve d'une certaine naïveté en tant que diffuseur de produits technologiques. Ainsi, nos 3 domaines d'expertise visés sont :

- Le domaine audiologique pour déterminer un paramétrage rigoureux dépendant de données liées non seulement au profil de la perte mais à certaines particularités comme celles définies par Paul Avan sur les différentes presbycousies. (cf dernier congrès à Paris) ou apprendre à discriminer les aspects neuropsychologiques des aspects liés au déficit auditif pur surtout chez l'enfant ou la personne très âgée.

- Le domaine technique du fait de la relative complexité des outils d'analyse à utiliser pour extraire des particularités perceptuelles à partir de sons phonémiques calibrés, avec ou sans signification, avec plusieurs rapports S/B (cf le travail de l'école rennaise dans les Cahiers Juillet/Août 2004), à partir de recherche de zones inertes (cf les travaux de BCJ Moore) ou bien de tests de modulation spécifiques.

- Le domaine technologique des aides auditives ceci permettant de mieux comprendre les limites des améliorations telles que :

- les anti-larsens statiques ou dynamiques,
- les systèmes d'atténuation adaptatifs du bruit selon qu'ils dépendent :
  - d'un seul microphone, mais utilisant un fonctionnement en boucle, permet par soustraction spectrale, un nettoyage du signal. Ce genre de technologie suppose une estimation du bruit qui peut se faire pendant les silences de la parole. Cependant, cette technique donne des résultats parfois peu satisfaisants dans certains environnements trop rapidement variables pour

qu'une estimation correcte puisse être faite entre deux sons de paroles. Dans ce cas les consignes de traitement ne peuvent être mises à jour correctement et le signal résultant sera abîmé ou restera bruité (Marche très bien avec un bruit blanc émis en même temps que de la parole dans un milieu sans réverbération).

- de deux microphones (ou plus) dont on rappelle que l'un, le micro de référence, est tourné vers la zone de bruit où le signal est le moins perceptible possible et l'autre, étant orienté à l'opposé est sensé être tourné vers le signal intéressant. Le problème de ces systèmes vient du fait que le signal de référence (appelé bruit) peut contenir des éléments perceptibles du signal de parole. Dans ce cas la soustraction pourra atténuer le signal pertinent et ceci d'autant plus que ce sont les pôles d'énergie les plus marqués qui vont passer et donc se trouver soustraits.

- le beamforming, sans doute actuellement encore, peut-être plus adapté aux systèmes d'accompagnement du fait qu'ils dépendent d'un réseau de microphones dont on peut pondérer la sortie en fonction de paramètres fixés à l'avance et définir une région privilégiée à transférer. L'efficacité de ces systèmes est fonction du nombre de microphones et de la séparation angulaire entre l'azimut du signal et l'origine du bruit. Remarquons que lorsqu'un azimut de provenance du signal est prédéterminé, par exemple si on choisit une préférence frontale, on peut

améliorer sensiblement l'efficacité du système. Revers de la médaille, ce système est susceptible comme tous les systèmes très directifs de jouer le rôle de filtre passe-bas si le signal n'est pas dans la direction d'optimisation prévue.

- Enfin, pour favoriser la perception d'un signal la technique du rehaussement est d'un apport théoriquement intéressant mais son efficacité potentielle dépend étroitement du rapport S/B ou de la capacité de la machine à extraire le signal du bruit et donc pour une bonne part des technologies dont nous venons de parler.

**2. Une approche possible du travail et de la stratégie personnelle de prise en charge**

Comme nous venons de le voir, connaître la technique et la technologie sont nécessaires pour valoriser les connaissances et les transformer en avantages opérationnels pour le patient. Sans entrer dans un débat très théorique, je voudrais suggérer une démarche de valorisation possible pour celles et ceux que cela peut intéresser en rappelant que :

- nous devons avoir des règles clairement établies d'appareillage et cela au moins pour pouvoir un jour défendre notre stratégie de travail car il faut rappeler que, si nous n'avons pas d'obligations de résultats, nous avons des obligations de moyens matériels et intellectuels ;
- nous devons impérativement définir les objectifs de compensation de la surdité à

court et à moyen terme. D'où je pars, où je vais. Nécessité d'autant plus impérieuse que je dois choisir, pour une oreille donnée, une aide auditive dont le paramétrage évoluera dans les premiers mois de l'appareillage, sans même parler des années à venir.

Pour répondre à ces exigences, nous devons essayer de mettre en relation des règles de calcul différentes (mais pas n'importe lesquelles) et de donner ainsi un peu de sens à la disparité qui règne assez souvent dans les propositions des différents logiciels des fabricants.

Pourquoi choisir DSL, NAL ou POGO ou une règle plus spécifique à tel ou tel concepteur ? Le dilemme est bien là ! Il faut de la méthode et des règles mais pas n'importe lesquelles et pas n'importe comment.

Une possibilité éventuelle est de considérer qu'on peut définir un espace d'optimisation entre une méthodologie optimale du point de vue de la quantité d'information délivrée (DSL ou POGO2) et une méthodologie comme NAL s'appuyant sur une vision plus pondérée qui est statistiquement jugée acceptable sur le plan de la réhabilitation mais qui de fait n'est pas nécessairement optimale si on considère la réhabilitation comme le transfert de l'ensemble des sons de parole (SMLTP + dynamique) et de tous les signaux

jugés importants dans le champ auditif résiduel.

En ce qui concerne NAL, puisque c'est la méthodologie la plus communément retenue par les fabricants, il faut souligner, avant d'aller plus avant, au moins les deux raisons qui la rendent si attractive pour la plupart des professionnels :

- des études très régulières et sérieuses de mise à jour qui sont faites par l'équipe australienne.
- en minorant les niveaux d'amplification elle n'apparaît pas comme contre-productive pour la vente de la prothèse qui dépend aussi du fait-même qu'elle ne fait pas de larsen\* en permanence et qu'elle n'est pas trop gênante...

Dans le cadre d'une stratégie opérationnelle, nous considérons cette offre plurielle de règles de calcul non pas comme une source d'incohérence ou de difficultés mais (puisque'il faut toujours positiver), comme une opportunité pour mettre du sens en mettant en relation deux méthodologies - une optimale et une pondérée - pour déterminer un espace d'optimisation à l'intérieur duquel l'ensemble des points de l'audiogramme du sujet appareillé devront obligatoirement se trouver quand on fera un contrôle tonal en champ libre.

Pour revenir au PR, vous pourrez remarquer, si vous en faites le calcul mais ce n'est vraiment plus du tout mon sujet ici, que les cibles se retrouvent systématiquement dans cette zone. Cette méthode apparaît pratiquement toujours comme une méthode optimale légèrement pondérée et qu'on ne dépasse pratiquement jamais. Mais, pour un fabricant, par rapport à DSL par exemple, elle le protégerait moins du fait qu'elle peut être théoriquement sous-optimale par rapport à la dynamique du spectre et donc, techniquement ou juridiquement, moins incontestable. De ce fait, dans la pratique, nous vous conseillons de remplacer DSL par le PR sous réserve de bien déterminer des niveaux d'inconforts proches des niveaux de douleurs.

Donc, pour revenir à la base de la stratégie, l'espace ainsi défini peut être considéré :

- soit comme un espace optimal avec un niveau de départ et un niveau à atteindre,
- soit comme une enveloppe, les cibles basses correspondant à l'amplification en régime statique, les cibles hautes en régime dynamique (avec rehaussement).

Mais, si nous sommes d'accord pour accepter la mise en relation de la méthode NAL traditionnelle avec une autre méthodologie, nous sommes

très réservés sur l'alternative proposée par certains fabricants qui opposent NAL NLI et DSL.

Appliquer en routine une méthodologie telle que NAL NLI même si cette approche mérite de la considération nous gêne beaucoup. Le fait de remettre en cause de manière systématique et automatique le principe d'audibilité qui corréle les capacités perceptuelles de la parole avec la quantité d'information accessible dans le spectre à long terme de la parole est en soi une démarche intéressante et nous n'en disconvenons pas. Mais cela ne peut pas devenir une règle automatique.

Le fait que dans la pratique dans certains cas de pertes auditives, le choix de ce type de correction conduite à une élimination quasi systématique d'une partie de l'information à caractère phonémique nous pose problème du fait qu'il s'agit d'une méthode probabiliste. De notre point de vue, dans le domaine médical la règle étant l'exception, un tel choix ne peut être fait qu'à posteriori après élimination des formules plus classiques, ou pendant une période, ou à la suite d'une période d'observation et en cohérence avec certains résultats de l'exploration de l'efficacité prothétique fonctionnelle immédiate et différée.

\*Rappelons que NAL supprime rapidement l'amplification sur les hautes fréquences du fait que les calculs préconisent en gros de rétablir une pente plus proche du tiers que de la moitié de celle de la pente.

\*\*En effet, cette position revient à dénoncer le fait que la performance en terme de perception de la parole croît linéairement avec l'audibilité. Même si nous sommes d'accord avec l'intérêt de concepts comme ceux d'audibilité effective ou de facteur de désensibilisation auditive (HLDf) comme somme de toutes les distorsions résiduelles liées au moins en partie à la perte de résolution temporelle et fréquentielle ou bien encore avec le facteur de distorsion de niveau (LDF) plus classique de la distorsion liée aux niveaux élevés de présentation des mots. Même en s'appuyant sur un ensemble de données expérimentales obtenues à partir d'évaluations rigoureuses et, même si la stratégie retenue est cohérente avec une approche théorique qui semble valider ou plus précisément ne pas invalider les résultats expérimentaux. Ce que nous ne savons pas dans les cas étudiés par Hogan et Turner en 1998 ou par Murray et Byrne en 1986 c'est s'ils ont pour origine l'une des particularités que nous avons énoncées plus haut et qui sont décrites par Paul Avan ou Brian Moore.

Les fabricants ne devraient pas proposer cette alternative à DSL. Mettre à notre disposition les outils issus de la recherche la plus récente ; oui ; mais, il ne faut pas créer les conditions d'un geste qui ne serait pas indiscutable surtout dans certains cas.

Voilà en quelques mots un premier éclairage sur un exemple de ce qu'un patient est censé rétribuer : une vision à la fois analytique et globale des approches méthodologiques. C'est précisément cela que le patient rémunère lorsqu'il vient chez nous : une capacité d'expertise.

### III. Stratégie professionnelle et réponse au consommateur

#### 1. La perception du travail par les consommateurs

Préalablement à tout choix d'un mode opérationnel de prise en charge du patient, il faut déjà que celui-ci pousse la porte du laboratoire. Pour cela, il faut tout d'abord que votre image soit celle d'un bon professionnel aux yeux des clients potentiels ainsi qu'aux yeux des différents prescripteurs. Mais être un bon professionnel qu'est ce que cela signifie ? Et même si c'est le cas, cela ne suffit pas. Il faut encore que le client potentiel nous perçoive comme une entreprise pratiquant des prix ayant un rapport avec ce qui se fait ailleurs en gardant à l'esprit que trop de professionnels pensent ajouter de la valeur en pratiquant leur activité d'une manière qui leur est particulière mais, que dans bien des cas, ce supplément n'est évident qu'à leurs yeux et non à ceux du consommateur.

Essayons de définir quelques banalités très utiles pour la suite :

- une aide auditive est un produit potentiellement testable
- la testabilité est un argument important pour les achats non répétitifs
- cependant, les produits très innovants sont perçus par les consommateurs comme pouvant, à la limite, ne pas être vraiment testables par eux-même. En d'autres termes, ils peuvent dans certains cas n'émettre aucun jugement pertinent sur le produit même après l'avoir testé (Cette prothèse est-elle mieux que telle autre pour moi ? N'y a-t-il pas aussi bien moins cher ? La sophistication est-elle nécessaire ? ). Si votre audioprothésiste vous dit que si vous vous appelez, votre audition se dégradera moins vite que si vous ne le faites pas ; vous n'avez aucun moyen de savoir si cette assertion est vraie ou fausse (faut-il lui faire confiance ?). Les patients n'ont que deux possibilités :

- faire confiance au professionnel
- aller se renseigner auprès d'un expert et, la répétition faisant sens, si le médecin et les médias tiennent les mêmes propos que vous, on vous croira plus aisément que dans le cas contraire et vous acquerez alors peut-être aux yeux du patient une part de crédibilité.

Il faut aussi garder à l'esprit que, de plus en plus souvent, le patient lui-même acquiert ou peut acquérir une capacité d'expertise (Internet donne beaucoup d'information sur les appareils) parfois bien réelle,

mais, parfois à côté de la réalité. Le seul fait qu'il y croit cela donne à ses yeux une grille de lecture ou de décryptage des informations que vous lui donnez qui bien que plus ou moins exacte le guide dans ses choix.

Cette capacité d'expertise ex ante doit être évaluée lors de l'entretien préliminaire à l'appareillage pour vérifier s'il n'y a pas trop de fausses croyances dans l'esprit des gens (les intras sont plus performants que les contours équation plus petits = plus récents = plus performants).

Si le consommateur se sent dans l'incapacité de choisir par lui-même, ce sont les effets de labels qui seront les facteurs d'assurance les plus évidents.

#### 2. Les obligations des professionnels et les comportements biaisés.

Les professionnels de santé n'ont en général pas d'obligations de résultats. Mais cela ne veut pas forcément dire qu'ils ne pourront pas se voir opposer :

- une justification du choix de la technologie du savoir-faire. Les prix pourront être comparés à des prix de référence sur le marché voire leur être opposables par les assureurs du fait de leur stratégie d'allègement des coûts d'acquisition pour les patients selon le schéma classique de l'offre et de la demande, surtout quand elle est subventionnée (il suffit de lire le nouveau texte de loi concernant la prescription des prothèses pour les enfants. Il est actuellement peu contraignant mais il ne faudra pas 10 ans pour évoluer) ;

- une exigence de satisfaction de la part du patient.

Il ne s'agit pas dans ce cas de protéger un patient d'une erreur médicale mais de faire économiser un achat à un consommateur qui peut se retrouver à faire l'acquisition d'une aide auditive dans des conditions qui sont marquées par une particularité que les économistes nomment l'asymétrie d'information. Ceci signifie que vous savez beaucoup de choses que votre interlocuteur ne sait pas.

Le choix d'une stratégie de prise en charge des patients doit donc reposer sur des données spécifiques telles que la prise en compte des éléments impliqués dans la perception d'un bon service par le consommateur.

Celle-ci repose sur :

- la définition des besoins explicites des patients (ceux qui sont attendus par le patient)
- la définition des besoins implicites (ceux qui lui paraissent aller de soi par exemple le fait que l'appareil ne tombe pas en panne tous les 3 mois ou bien le fait que vous fassiez votre travail consciencieusement ou encore le fait que vous soyez compétent)

Il est important de remarquer que la perception peut évoluer dans le temps parce qu'elle repose sur trois éléments eux-mêmes susceptibles d'évoluer :

- Les filtres psychologiques que sont : mémoire, connaissance et croyance
- les filtres physiques que sont : la vision, la sensation et le niveau de fiabilité

- l'image de soi et de l'objet après l'avoir porté par exemple.

Dans cette présentation nous avons essayé de montrer qu'à tous les niveaux les signaux délivrés par les professionnels sont susceptibles d'interférer et d'orienter l'idée positive ou négative qu'un patient peut se faire de l'objet et/ou du service qui lui est attaché.

C'est pourquoi il est important que, dès l'anamnèse et en

même temps qu'on s'attache à connaître ses attentes explicites, il faut essayer d'obtenir des informations sur les attentes implicites en aidant le patient à exprimer ce qu'il va certainement plus ou moins rechercher à obtenir en dehors du fait d'entendre un peu mieux.

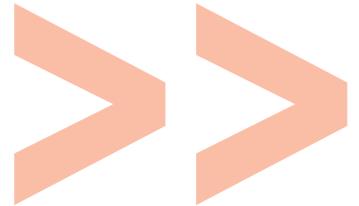
En conclusion on peut souligner que si les facteurs explicites sont bien pris en compte ils seront source de motivation et que, si les facteurs implicites

sont négligés, ils seront source de déception.

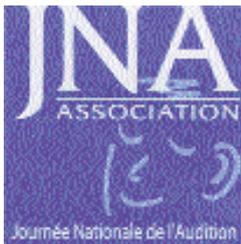
La démarche d'un professionnel de santé se complique par le fait que l'objet et le service requis n'ont en général rien de banal et que la personne concernée attend très logiquement beaucoup de sérieux de la part du prestataire, tant dans le choix de l'objet que dans le travail qui lui est attaché ainsi que dans le service. "Il n'y a de marché que local".

C'est sur cette phrase de Philip Kotler que je vais laisser votre réflexion revisiter vos choix stratégiques et peut-être un peu à la lueur de ce que nous venons de dire. ■

François Degove



**ACUALITÉS**



**JOURNÉE NATIONALE DE L'AUDITION 10 MARS 2005**

Cette 8ème Journée Nationale de l'Audition est placée sous le parrainage du Ministère de la Santé et de la Protection Sociale, du Ministère de l'Écologie et du Développement Durable et du Secrétariat d'Etat à l'Assurance Maladie.

Cette manifestation d'envergure nationale se donne des objectifs précis : sensibiliser le public aux risques liés à l'audition, informer sur les mesures de prévention et les solutions en matière de correction auditive.

Le thème de la campagne 2005 est "le confort auditif : bien entendre, bien écouter".

A l'occasion de cette campagne, un thème fort sera développé : le confort auditif.

A travers la plupart de ses partenaires et participants, l'association JNA organise tous les ans dans le cadre de la Journée Nationale de l'Audition, des contrôles gratuits de l'audition par audiométrie tonale.

Un numéro azur permettra au public de connaître le programme des actions dans toutes les régions. Une équipe expérimentée se tiendra à la

disposition du public pour l'écouter, l'informer et l'orienter vers une consultation gratuite au plus près de son domicile.

Le site internet : [www.audition-infos.org](http://www.audition-infos.org) est un site permanent et gratuit toute l'année.

1er portail spécialisé dans le domaine de l'audition, il accueille la Journée Nationale de l'Audition et présente la liste des participants à l'opération dans toute la France, ainsi que le programme complet des manifestations région par région. ■





## Entrée de Gamme Numérique: la logique de prix "lumineuse" d'une évolution



**Ces caractéristiques dont ne disposaient, jusqu'ici, que les aides auditives de haut de gamme sont désormais disponibles dans le segment d'entrée de gamme numérique.**

- ✓ 5 canaux
- ✓ OpenFit™
- ✓ Adaptive Feedback Cancellation
- ✓ Réduction dynamique du bruit de fond en 8 bandes de fréquences
- ✓ Micros directionnels
- ✓ Plusieurs programmes
- ✓ Gestion des sons faibles™
- ✓ Bips pour les fonctions importantes
- ✓ Bobine téléphonique automatique
- ✓ Amplification bobine téléphonique
- ✓ Commande des fonctions par bouton poussoir
- ✓ Réglage du volume
- ✓ Compatibilité FM

**bernafon**<sup>®</sup>  
Innovative Hearing Solutions

Bernafon AG  
Morgenstrasse 131  
3018 Bern  
Suisse  
Tél. +41 (0)31 998 15 15

Prodition S.A.  
37-39, Rue Jean-Baptiste Charcot  
92402 Courbevoie cedex  
France  
Tél. 01 41 88 00 80

[www.bernafon.com](http://www.bernafon.com)

**neo**  
Connected to the world

# L'AUDIOMÉTRIE VOCALE À VITESSE VARIABLE (TEST A3V)

Une élocution rapide pénalise d' autant plus un sujet âgé que son audition périphérique et centrale est souvent dégradée.

Dans cet article, nous décrivons l' étude réalisée à ce sujet par Raphaël LEBOUTTE ainsi que la mise au point d' un test d' audiométrie vocale réalisé à l' aide de logatomes et de phrases.

Ce nouveau test permet à l' audioprothésiste d' évaluer rapidement et méthodiquement l' impact de la vitesse d' élocution sur l' intelligibilité vocale.

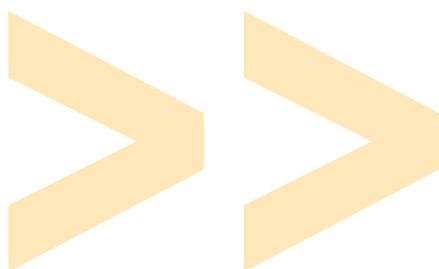
Nous apportons également quelques précisions issues de plusieurs années de pratique intensive des listes Verbo-Fréquentielles et du test AVfB.

*Faster articulation speed will have more negative consequences for the elderly, since their peripheral and central auditory system will be degraded in most cases.*

*In this article, we discuss a study on this topic by Raphaël LEBOUTTE and the development of a speech in noise test using logatomes and sentences.*

*This new test will allow the dispenser to evaluate the impact of articulation speed on speech intelligibility in fast and systematic way.*

*We will also report on further developments after years of experience in regards to the use of the*



## Léon DODELÉ

Gradué en électronique  
Audioprothésiste  
Membre du Collège National  
d'Audioprothèse

## David DODELÉ

Gradué en audiologie  
Audioprothésiste

Centre Auditif Dodelé sa  
Route du Lion, 2  
B1420 Braine l'Alleud  
Tél : 00 32 23 84 73 79

# 1 INTRODUCTION

**“Ne parlez pas plus fort ! Parlez-moi simplement PLUS LENTEMENT”.**

Il est bien connu que le débit vocal (vitesse d'élocution) peut avoir un impact sur la compréhension de la parole. Ainsi, par exemple, “le traitement des indices pour

l'identification phonétique et la durée du délai d'établissement du voisement (VOT) dépendent du débit” (MILLER, 1981). Des études menées par LINDBLOM (1963, 1983, 1994), GAY (1981), JANSE (2003) ont démontré que plus le débit de parole est élevé, plus la différence d'intensité entre les voyelles est réduite.

D'autres facteurs d'influence interviennent également, comme ceux qui dépendent :

- **de l'auditeur** : son âge, la qualité de son audition, sa connaissance de la langue et autres facteurs psycholinguistiques, son niveau culturel et intellectuel,

# 2 DESCRIPTION DE L'ÉTUDE

son état émotionnel ainsi que des facteurs cognitifs tels que ses capacités mnésiques, la vitesse de traitement central de l'information, la fatigue, l'attention, etc. ;

- **du locuteur** : l'intensité et la vitesse d'élocution, le sexe, la qualité de l'articulation et de la prononciation, mais également des composantes suprasegmentales, à savoir, les différents éléments linguistiques qui ne se conforment pas à l'articulation des phonèmes ;

- **de l'environnement** : la distance entre auditeur et locuteur, les caractéristiques acoustiques du local, le rapport S/B, la présence d'éléments distrayants tels que d'autres conversations ou des bruits ambiants, etc.

Lors de la réalisation de son mémoire de fin d'étude, intitulé "**Influence de la vitesse d'élocution sur l'intelligibilité vocale**" (Marie Haps 2003), Raphaël LEBOUTTE a étudié l'impact de l'intensité et de la vitesse d'élocution du locuteur sur l'intelligibilité vocale de l'auditeur et ce, en fonction de son âge et de la qualité de son audition périphérique.

Afin de limiter l'influence d'éléments centraux et d'éviter ainsi qu'interviennent les facultés linguistiques et cognitives, l'étude a été réalisée à l'aide de **logatomes**. L'utilisation de mots **sans signification** est, en effet, la meilleure façon d'isoler et de tester essentiellement **l'audition périphérique**. L'utilisation de stimuli tels que les phrases ou les mots significatifs, fait intervenir inévitablement les fonctions centrales.

De plus, au terme d'une importante revue bibliographique, il est apparu que les logatomes n'avaient pas encore été utilisés pour effectuer ce genre d'étude.

Le nouveau test, mis au point à l'occasion de ce travail de fin d'étude, a été intitulé "**Test d'Audiométrie Vocale à Vitesse Variable** ou **Test A3V**".

## Choix du matériel vocal

Pour les raisons évoquées plus haut, Raphaël LEBOUTTE a choisi de réaliser son étude à l'aide des "Listes Verbo-Fréquentielles de Dodelé".

Depuis leur publication en 2000 (Cahiers de l'Audition Vol. 13, N°6) et l'enregistrement des listes sur "Le Vocalist" (CD distribué en France par PHONAK), de nombreux audioprothésistes nous ont fait part de l'intérêt qu'ils trouvaient dans l'utilisation de ce nouveau matériel d'audiométrie vocale et plusieurs étudiants l'ont utilisé dans le cadre de la réalisation de leur mémoire. Le Professeur Lionel COLLET préconise l'utilisation des listes Verbo-Fréquentielles et de notre test AVfB auprès de ses collaborateurs et de ses étudiants (nous en sommes très flattés).

Pour rappel, les Listes Verbo-Fréquentielles présentent les particularités suivantes :

- chaque liste est composée de 17 mots de type VCV. Les 34 voyelles de chaque liste sont représentatives de **l'occurrence de la voyelle** dans la langue française parlée.

Les 17 consonnes centrales sont, elles aussi, très représentatives (f ; s ; ch ; v ; z ; j ; p ; t ; k ; b ; d ; g ; m ; n ; gn ; r ; l).

*NB : dans certains cas, l'analyse des erreurs permet d'observer des transferts et des confusions phonétiques systématiques et, dans les situations les plus significatives, d'apporter des corrections prothétiques susceptibles de remédier à ces confusions. Toutefois, nous attendons impatiemment que des spécialistes en phonétique et en psychoacoustique nous expliquent clairement et pratiquement ce qu'il faut modifier aux réglages prothétiques pour remédier à telle ou telle confusion phonétique ! Ce jour-la, l'audiométrie vocale fera un grand pas et aura*

*beaucoup plus d'intérêt, surtout pour le malentendant.*

- les listes sont équilibrées en difficultés : présentées dans les mêmes conditions d'écoute, les cinq listes aboutissent à des pourcentages d'intelligibilité sensiblement équivalents ;

- elles ne permettent pas de faire intervenir la suppléance mentale. L'identification des logatomes repose donc essentiellement sur la perception des indices acoustiques et reflète idéalement l'audition périphérique ;

- comme elles sont enregistrées, la lecture labiale n'intervient pas : "*qui peut le plus*";

- le risque de mémorisation des mots étant très faible, chaque liste peut être utilisée plusieurs fois, ce qui permet de faire des tests réellement comparatifs (entre différents réglages, différents aca, différents types de microphones et de traitements du son, etc.) ;

- une liste d'entraînement, constituée de mots statistiquement les plus simples, est utilisée pour familiariser le sujet à la répétition de mots sans signification ;

- le premier mot de chaque liste est un mot d'appel qui n'est pas coté. Il éveille l'attention du sujet et permet au technicien d'identifier le numéro de la liste qui va passer.

- à côté de chaque mot figure un Indice Statistique de Difficulté (ISD = 0 à 9). L'indice "0" signifie que ce mot est statistiquement facile à reconnaître. A l'opposé, l'indice "9" concerne un mot statistiquement difficile à comprendre. Une erreur sur un mot réputé facile est donc plus "anormale" qu'une erreur sur un mot réputé facile,

- contrairement à ce que pensent certains audioprothésistes (surtout ceux qui n'ont pas encore découvert l'intérêt des listes de logatomes), ce type de stimuli ne présente aucun problème d'utilisation, même chez des sujets très âgés ; en plusieurs années d'utilisation journalière intensive, nous n'avons rencontré que très rarement des blocages de la part des sujets testés.

## Listes V.C.V. de logatomes - Test A3V - écriture pseudo française

Patient : \_\_\_\_\_ Opérateur : \_\_\_\_\_ Date : \_\_\_\_\_

L0		L1	L2	L3	L4	L5
	Signal	dB	dB	dB	dB	dB
Liste d'entraînement	Débit	2,5 / 5 / 7,5 syllabes/sec				
<b>o d un</b>		<b>a d un</b>	<b>ai d eu</b>	<b>an tr oi</b>	<b>o k a</b>	<b>a ss ain</b>
ai f a	<b>f</b> 1,4	<sup>6</sup> eu f an	<sup>4</sup> ai f a	<sup>4</sup> eu f é	<sup>4</sup> au f ai	<sup>4</sup> é f au
eu ss a	<b>s</b> 5,8	<sup>5</sup> u <u>ss</u> ai	<sup>4</sup> eu ss a	<sup>4</sup> i ss eu	<sup>4</sup> ai ss i	<sup>2</sup> ai ss a
an ch é	<b>ch</b> 0,6	<sup>4</sup> eu ch é	<sup>3</sup> an ch é	<sup>3</sup> a ch ou	<sup>3</sup> é ch a	<sup>4</sup> i ch an
i v é	<b>v</b> 2,7	<sup>6</sup> ain v a	<sup>3</sup> a v au	<sup>3</sup> i v é	<sup>4</sup> a v on	<sup>6</sup> on v a
i z a	<b>z</b> 1,5	<sup>3</sup> ai z au	<sup>9</sup> ou z eu	<sup>9</sup> on z a	<sup>4</sup> i z ain	<sup>6</sup> ou z é
a j on	<b>j</b> 1,5	<sup>1</sup> a j on	<sup>4</sup> u j ai	<sup>4</sup> u j é	<sup>4</sup> é j o	<sup>4</sup> eu j i
é p a	<b>p</b> 4	<sup>4</sup> i <u>p</u> a	<sup>2</sup> é p a	<sup>2</sup> au p eu	<sup>4</sup> eu p é	<sup>6</sup> eu p ain
a t o	<b>t</b> 5,3	<sup>5</sup> <u>ai</u> t é	<sup>7</sup> i t eu	<sup>7</sup> a t o	<sup>5</sup> i t a	<sup>5</sup> ai t i
ou k an	<b>k</b> 4	<sup>4</sup> eu k é	<sup>3</sup> i k a	<sup>3</sup> ou k an	<sup>4</sup> an k ou	<sup>5</sup> u k a
a b ain	<b>b</b> 1,1	<sup>4</sup> i b an	<sup>6</sup> ai b eu	<sup>6</sup> eu b a	<sup>3</sup> a b ain	<sup>6</sup> eu b an
a d é	<b>d</b> 4,3	<sup>7</sup> eu d a	<sup>5</sup> ain d eu	<sup>5</sup> ain d an	<sup>4</sup> an d eu	<sup>3</sup> a d é
an g o	<b>gu</b> 0,6	<sup>5</sup> eu gu ain	<sup>4</sup> é gu an	<sup>4</sup> ai gu eu	<sup>6</sup> eu g ai	<sup>4</sup> an g o
a m ai	<b>m</b> 3,6	<sup>5</sup> o <u>m</u> an	<sup>7</sup> i m ain	<sup>7</sup> a m ai	<sup>5</sup> i m é	<sup>5</sup> eu m ai
é n a	<b>n</b> 2,9	<sup>4</sup> ai <u>n</u> ou	<sup>3</sup> é n an	<sup>3</sup> é n a	<sup>7</sup> ou n eu	<sup>6</sup> eu n ain
ai w a	<b>w</b> 1	<sup>3</sup> é <u>w</u> a	<sup>5</sup> on w ai	<sup>5</sup> ain w i	<sup>2</sup> ai w a	<sup>0</sup> a w é
a r i	<b>r</b> 7,8	<sup>2</sup> <u>a</u> r é	<sup>1</sup> o r i	<sup>1</sup> ai r ai	<sup>5</sup> an r a	<sup>3</sup> a r i
A l ou	<b>l</b> 6,2	<sup>3</sup> i <u>l</u> ou	<sup>1</sup> a l ou	<sup>1</sup> i l an	<sup>5</sup> u l ou	<sup>2</sup> ai l on
Total phonèmes déformés		/50	/50	/50	/50	/50

Listes Verbo-Fréquentielles® de Dodelé

### Choix et création des différentes vitesses d'élocution

L'être humain est capable de percevoir une conversation émise à une vitesse très importante. Mais il lui est difficile de parler de façon intelligible à une vitesse supérieure à **7 syllabes/sec.** (7,31 syllabes/ sec selon TSAO & WEISNER). Cette limite est, entre autres imposée physiologiquement par certains organes permettant la production de

la parole, comme le déplacement et le poids de la mâchoire (MILLER, 1951).

Selon les normes ISO/TR 4870 (1998), la vitesse d'élocution normale, sans les pauses, est d'environ 5 syllabes/sec.

D'autre part, Raphaël LEBOUTTE a mesuré qu'à l'origine, les listes Verbo-Fréquentielles ont été enregistrées à un débit (vitesse d'élocution) stable, mais relativement lent : **2,5 syllabes/sec.** Cette mesure a été effectuée à l'aide du logiciel COOL EDIT.

Sur la base de ces observations, les 3 vitesses d'élocution du test ont ainsi été déterminées :

- **2,5 syllabes/seconde pour la vitesse d'élocution LENTE,**
- **5 syllabes/seconde pour la vitesse d'élocution NORMALE**
- **7,5 syllabes/seconde pour la vitesse d'élocution RAPIDE.**

## Techniques de compression temporelle

Le but de la compression temporelle est d'accélérer artificiellement le débit de parole.

Cette technique est utilisée, par exemple, pour accélérer l'enregistrement de longs textes destinés aux aveugles et mal-voyants.

Au fil des années, différentes techniques permettant de modifier le débit **sans modifier la fréquence**, ont été utilisées. Citons quelques grandes étapes :

- l'effacement régulier de petits segments de parole (MILLER & LICKLIDER, 1950) ;
- le "sampling", qui consiste à effacer d'abord des segments de parole à intervalles réguliers et ensuite à recoller les segments retenus (FAIRBANKS, 1954) ;
- l'amélioration de la technique de FAIRBANKS par synchronisation d'intervalles retenus et effacés à la fréquence fondamentale de la parole (SCOTT, 1972).

L'accélération des listes figurant sur le CD (Le Vocalist) a été réalisée à l'aide de la technique PSOLA (Pitch Synchronous Overlap Add) décrite par CARPENTIER & STELLA en 1986. Cette technique de modification de l'échelle temporelle est actuellement la plus utilisée car l'intelligibilité du signal modifié de la sorte et sa qualité sont très bonnes.

Les vitesses normales et rapides ont été réalisées à l'aide du logiciel PRAAT (version 4.0.51 / BOERSMA et WEENINK, 2003) spécialisé dans le traitement de signal phonétique. Ce logiciel permet de modifier le débit vocal sans modifier la fréquence de la voix du locuteur.

Après traitement temporel des listes, les temps de pauses entre chaque mot ont été rétablis afin qu'un logatome soit présenté toutes les 4 secondes.

Ces nombreux traitements informatiques ont permis de créer 15 listes de logatomes :

- L1L = liste N°1 à vitesse lente (2,5 syllabes/seconde)
- L2L = liste N°2 à vitesse lente
- L3L = liste N°3 à vitesse lente
- L4L = liste N°4 à vitesse lente
- L5L = liste N°5 à vitesse lente
- L1N = liste N°1 à vitesse normale (5 syllabes/seconde)
- L2N = liste N°2 à vitesse normale
- L3N = liste N°3 à vitesse normale
- L4N = liste N°4 à vitesse normale
- L5N = liste N°5 à vitesse normale
- L1R = liste N°1 à vitesse rapide (7,5 syllabes/seconde)
- L2R = liste N°2 à vitesse rapide
- L3R = liste N°3 à vitesse rapide
- L4R = liste N°4 à vitesse rapide
- L5R = liste N°5 à vitesse rapide

## Population étudiée

Trois groupes de sujets ont participé à l'étude :

- 8 sujets jeunes normo entendants (de 15 à 45 ans / SA entre 500 & 4000 Hz < 20 dB HL),
- 8 sujets âgés et normo entendant (de 65 à 80 ans / SA < 40 dB HL),
- 8 sujets âgés malentendants (de 65 à 80 ans / SA > 50 dB / pertes symétrique de type presbyacousie / aucun antécédent otologique).

*NB : la presbyacousie a été retenue parce qu'elle représente la grande majorité de nos appareillages (53 % des malentendants appareillables selon une étude statistique portant sur plus de 22.000 patients – DODELE, 1993).*

## Procédure

Chez chaque sujet a été réalisée :

- une otoscopie,
- une mesure des SA à toutes les fréquences,
- une mesure du Digit SPAN (test de mémoire immédiate bien connu réalisé à l'aide d'empans de chiffres),

- une mesure du SDT (Seuil Différentiel Temporel),
- une audiométrie vocale dans le silence aux 3 vitesses d'élocution sélectionnées.

## Le Digit SPAN

Ce test, très simple à réaliser, permet d'évaluer sommairement les performances de la mémoire immédiate. Il consiste à lire, à un niveau d'intensité confortable, des séries croissantes de chiffres (empans de 3 à 9 chiffres) et à demander au sujet de répéter chaque série dans le même ordre (forward span) ou dans l'ordre inversé (backward span). Chez l'adulte, la norme de répétition est de 7 plus ou moins 2.

## Le SDT (Seuil Différentiel Temporel) ou PST (Pouvoir Séparateur Temporel)

La résolution, ou acuité temporelle auditive, est définie comme la **capacité d'un sujet à séparer des événements sonores ou à détecter des modifications dans l'enveloppe temporelle d'un son et non dans la structure temporelle fine** (HUMES, 1992 / MOORE, 1997).

Bien que de nombreuses études aient démontré qu'une atteinte périphérique affecte peu l'acuité temporelle auditive, nous avons voulu vérifier s'il existait une éventuelle corrélation entre la dégradation du SDT et la dégradation de l'intelligibilité vocale à débit rapide.

Pour mesurer le SDT de chaque sujet, nous avons utilisé la technique de détection d'un intervalle de silence au sein d'un bruit (GAP detection).

## Le Test A3V (Audiométrie vocale à Vitesse Variable)

La procédure suivante a été appliquée :

- 1° lecture d'une liste d'entraînement à vitesse lente et à une intensité confortable afin de familiariser le sujet à la répétition de logatomes.

Dès que quelques mots sont correctement répétés, l'intensité est progressivement diminuée pour trouver, par tâtonnement, l'intensité correspondant à une intelligibilité vocale d'environ 50 % (soit I<sub>50%</sub>),

2° à cette intensité (I<sub>50%</sub>) sont lues et cotées les listes L1L, L2L & L3L,

3° à I<sub>50%</sub> - 10 dB, sont lues et cotées les listes L4L, L5L & L1L,

4° si l'intelligibilité est supérieure à 30 %, la mesure est poursuivie en diminuant l'intensité par pas de 10 dB (I<sub>50%</sub>-20 dB, I<sub>50%</sub>-30 dB, etc. ) jusqu'à obtention d'une intelligibilité vocale proche de 0 %,

5° la courbe est complétée par la lecture de listes aux intensités supérieures à I<sub>50%</sub> et jusqu'à obtention de l'intelligibilité vocale maximale (si possible 100 %),

6° la même procédure (points 1° à 6°) est reproduite à vitesse "normale" et "rapide".

Pour chaque sujet, ont ainsi été obtenues 3 courbes d'intelligibilité vocale (1 courbe par vitesse d'élocution).

Pour chaque groupe de 8 sujets, les résultats ont été moyennés afin d'obtenir 3 courbes par groupe (voir graphique ci-dessous).

## Résultats

1) **Test "Digit SPAN"** : des problèmes de mémoire immédiate n'ont pas été mis en évidence, aucun sujet des 3 groupes n'ayant obtenu un score inférieur à 5.

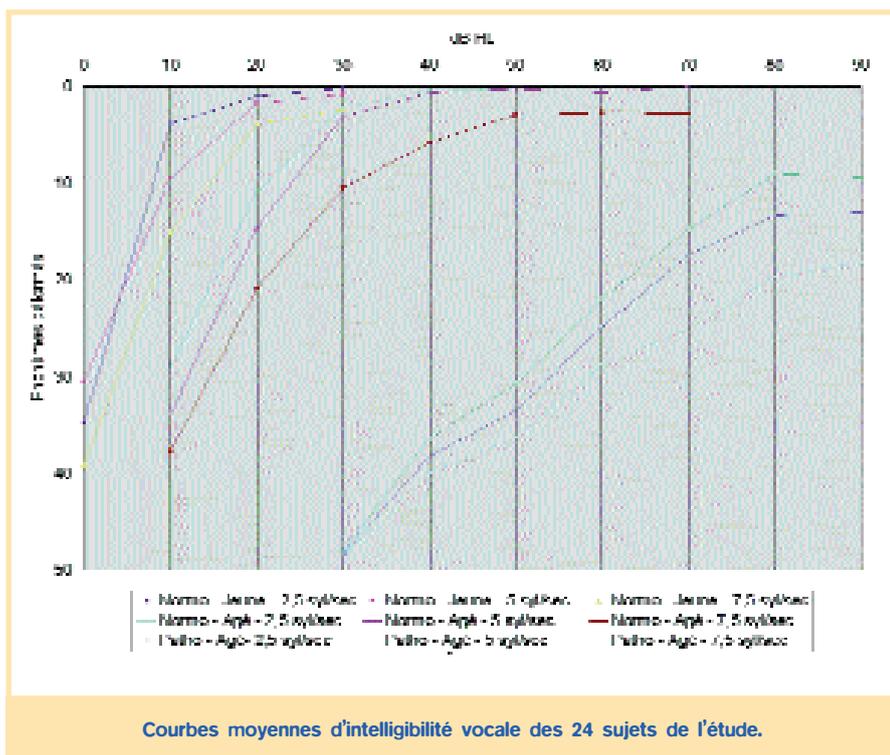
2) **Test SDT (Seuil Différentiel Temporel)** : le seuil de détection d'un intervalle de silence au sein d'un bruit est typiquement de 2 à 3 secondes et à peine supérieur pour les sujets présentant des lésions cochléaires (LORENZI, 1999). Le seuil de détection obtenu lors de l'étude fut inférieur à 3 ms pour le groupe de sujets jeunes et il fut inférieur à 5 ms pour les sujets âgés normo et malentendants. NB : différentes études suggèrent que la dégradation du SDT n'est pas liée à la déficience auditive, mais plutôt à l'avancée en âge (exemples : MOORE & al., 1992 / SCHNEIDER & al., 1994 / SNELL, 1997).

### 3) Test A3V :

- **sujets jeunes, normo entendants** : nous remarquons qu'à intensité relativement faible, la vitesse d'élocution ne perturbe pas l'intelligibilité des sujets jeunes. Par contre, à une intensité proche du seuil d'audition, les performances à vitesse lente sont légèrement inférieures à celles obtenues à vitesse normale et rapide. Les sujets jeunes, habitués à une élocution très rapide, seraient-ils perturbés par une lenteur d'élocution ?

- **sujets âgés, normo entendants** : à élocution normale (5 syllabes/seconde), le score vocal est très proche de celui obtenu à élocution lente, les courbes étant uniquement plus inclinées que les courbes de références obtenues chez le sujet jeune. Par contre, à débit rapide et à voix faible, le score vocal est sensiblement inférieur et, de plus, les 100 % ne sont jamais atteints, quelle que soit l'intensité.

- **sujets âgés, malentendants** : nous remarquons clairement que, plus la vitesse augmente, plus la courbe d'intelligibilité vocale est inclinée. La dégradation due à l'augmentation de la vitesse est, de plus, aggravée par la diminution de l'intensité d'émission.



Les résultats de cette étude complètent ceux de quatre autres études également destinées à mettre en évidence l'impact de la vitesse d'élocution sur la perception de la parole :

- Intelligibilité de mots monosyllabiques compressés temporellement, en fonction de l'âge et de la perte (STICHT & GRAY, 1969) : "une interaction entre la perte et l'âge est possible et le déclin des performances est accentué en cas de déficience auditive d'origine centrale".

- Facteurs temporels et performances de reconnaissance de mots signifiants chez des sujets jeunes et âgés (GORDON-SALANT & FITZGIBBONS, 1993) :

"l'âge, la déficience et le taux de compression ont un effet sur l'intelligibilité vocale. L'effet de l'âge est indépendant de la perte".

- Effet de l'âge, de la vitesse d'émission vocale et du type de test sur le traitement auditif temporel (VAUGHAN & LETOWSKI, 1997) ; étude réalisée à des vitesses d'élocution très rapides.
- Origine des difficultés relatives à l'âge dans la reconnaissance de la parole compressée temporellement (GORDON-SALANT & FITZGIBBONS, 2001) : "une des sources de la difficulté relative à l'âge dans la reconnaissance de la parole compressée temporellement est la difficulté à traiter les indices acoustiques très brefs et appauvris qui transmettent l'information de la consonne".

26

## 3 CONCLUSIONS ET IMPLICATIONS

Le travail de Raphaël LEBOUTTE a permis d'aboutir à la création d'un nouveau test d'audiométrie vocale très utile à l'audio-prothésiste.

Cette étude a également mis en évidence les constatations suivantes :

- la vitesse d'élocution affecte la compréhension des logatomes chez tous les sujets. Toutefois, les conséquences sont nettement moins perceptibles chez le sujet normo entendants dont l'audition est proche de 100 %, même à voix faible. Par contre, chez les sujets âgés malentendants, les conséquences de l'accélération du débit vocal sont amplifiées par les problèmes déjà engendrés par la déficience auditive ;
- à faible intensité, les sujets bien entendants jeunes sont perturbés par une élocution lente ;

- il ne semble pas y avoir de corrélation entre les résultats obtenus aux tests de mesure du SDT (Seuil Différentiel Temporel), aux tests de mesure du "Digit SPAN" (évaluation de la mémoire immédiate) et au test A3V.

### Et dans la pratique ...

Le test A3V permet d'objectiver simplement et rapidement l'impact probable de la vitesse d'élocution sur l'intelligibilité vocale chez le sujet que nous appareillons. Pour mémoire, l'analyse des confusions phonétiques proposée par le Phono-Scan de Benoît VIROLE, donne également des informations sur les distorsions énergétique, fréquentielles et temporelles.

*NB : comme l'a démontré JANSE (2003), la parole "naturellement" rapide est plus difficile à traiter que la parole artificiellement accélérée à l'aide d'un traitement informatique. Les conséquences d'un résultat positif au test A3V seront donc aggravées par une élocution réellement rapide, comme celle de la vie de tous les jours.*

Lors de l'orientation prothétique, un test A3V positif (dégradation de l'intelligibilité à vitesse d'élocution rapide vs vitesse lente ou normale) permet d'orienter le choix prothétique vers des prothèses dont les temps d'activation des systèmes de compression sont ajustables. Un test AV3 positif sera également le présage de probables difficultés d'appareillage.

Lors de l'adaptation prothétique, la passation du test A3V permet d'observer l'effet immédiat des modifications apportées aux réglages prothétiques. Toutefois, les prothèses actuelles n'étant pas encore aptes à gérer les problèmes de distorsions fréquentielles et temporelles nous nous limiterons souvent à informer le sujet et surtout son entourage des limites probables de l'appareillage en cas de test A3V positif. Nous insisterons tout particulièrement sur le besoin impératif de bien articuler et de parler lentement et face au malentendant concerné.

Le test A3V permet également de s'assurer qu'à débit rapide, **l'appareillage ne dégrade pas l'intelligibilité** par rapport au score vocal obtenu au casque !

Dans le futur, si un jour les logiciels et les traitements audioprothétiques permettent aux aides auditives de traiter les distorsions temporelles, le test A3V sera un outil intéressant pour tester ces nouveaux systèmes que nous proposeront les fabricants. Citons deux exemples de traitements possibles : l'expansion des consonnes et la compression des voyelles, le traitement des indices acoustiques tel que le VOT (cf. APOUX, LORENZI & FRACHET).

## 4 DISCUSSION

Comme l'a très justement remarqué Raphaël LEBOUTTE, "l'utilisation de logatomes est la meilleure façon de cibler les problèmes périphériques". Est-il besoin de rappeler qu'à ce jour et à **court terme**, nous nous limitons à compenser, les problèmes de **distorsions d'intensité** en restituant au malentendant la possibilité d'**entendre**. Cette fonction primordiale est le point de départ pour accéder aux étapes supérieures, beaucoup plus complexes, qui permettent au malentendant de **comprendre** le message (ce n'est pas parce que nous entendons parler en chinois que nous comprenons le chinois !).

**NB : à plus long terme, la restitution d'une bonne audition a des effets bénéfiques sur l'organisation cérébrale auditive (plasticité cérébrale et neuronale), ainsi que sur les capacités perceptives, mnésiques et psychopathologiques, comme l'ont brillamment démontré le Professeur COLLET et ses collaborateurs, lors des travaux du GDR consacrés aux prothèses auditives (cf. "AUDIO infos" hors série spécial ORL 2004), ainsi que dans le dossier publié par "Les Cahiers de l'Audition" vol. 17, N°3, juin 2004.**

Il serait toutefois intéressant d'étendre l'investigation par des études similaires :

- en passant le test A3V, non seulement dans le silence (test A3Vs), mais aussi en présence d'un bruit calibré de type "cocktail party" (test A3Vb) ;
- en passant le test A3V chez des sujets malentendants très jeunes, afin d'éliminer le facteur âge et d'isoler l'effet de la perte auditive ;
- en testant, pour un même groupe d'âge, différentes déficiences auditives telles que les pertes de type "H" (horizontales), de type "I" (inversées), de type "C" (en cloche), de type "U" (ou en cuillère), ou de type "S" (pentes ou tremplin de Ski), mais aussi les pertes de type "A" (atténuation = dégradation quantitative) vs type "D" (distorsion = dégradation qualitative de l'audition, surtout en présence de bruit).

### Le test A3V réalisé avec des phrases

L'intérêt de l'utilisation de logatomes a été largement décrit, mais il faut bien admettre que, dans la vie de tous les jours, le malentendant sera essentiellement concerné par la compréhension de phrases combinant ses performances auditives périphériques et centrales.

Il nous est donc apparu intéressant de mettre en place un test d'A3V réalisé à l'aide de phrases. A l'usage, il est apparu que ces deux tests, "A3V-logatomes" et "A3V-phrases", étaient parfaitement complémentaires.

Comme matériel vocal, nous avons sélectionné les listes de phrases mises au point par Jocelyne WABLE à l'occasion du mémoire présenté pour l'obtention de son D.E. d'audioprothésiste.

L'intérêt majeur de ses 17 listes de 8 phrases (voir Cahiers de l'Audition Vol. 14, N° 1), est qu'elles sont **équilibrées en difficultés**. Cet équilibrage est, en effet, la qualité essentielle pour qu'un matériel vocal permette d'effectuer des mesures représentatives et comparatives.

Pour mettre au point notre test "A3V-phrases", nous avons utilisé deux techniques :

- la lecture en temps réel des différentes listes aux trois vitesses d'élocution sélectionnées pour le test "A3V-logatomes" (pour rappel : 2,5 / 5 et 7,5 syllabes par secondes) ;
- le traitement temporel, à l'aide du logiciel PRAAT, des listes enregistrées à vitesse d'élocution normale (5 syllabes/sec.) afin de ralentir la vitesse d'élocution à 2,5 syllabes/sec. et de l'accélérer à 7,5 syllabes/sec.

Ce double travail nous permettra, à l'usage, d'évaluer les deux techniques d'enregistrement.

Dans la foulée, nous avons également procédé à l'enregistrement de "**listes de phrases à confusions volontaires**", également traitées aux trois vitesses précitées.

Il s'agit de phrases formées à partir de mots qui induisent des confusions si le sujet n'a pas une bonne intelligibilité vocale. La cotation des erreurs s'effectue sur les 3 mots soulignés.

Exemple de phrases extraites de nos listes :

- "J'ai rangé les six gomes." qui peut se confondre avec "J'ai mangé les dix pommes."
- "Il a troué cing branches." qui peut se confondre avec "Il a trouvé vingt planches."

Ces nouvelles listes sont encore "en chantier" et nous n'en dirons pas plus pour le moment.

## 5 COMPLÉMENTS D'INFORMATIONS

CONCERNANT LES LISTES VERBO-FRÉQUENTIELLES ET LE TEST AVFB (AUDIOMÉTRIE VERBO-FRÉQUENTIELLES EN PRÉSENCE DE BRUIT CALBRÉ).

Pour terminer cet article, voici quelques remarques et conseils pratiques issus de l'utilisation quotidienne des listes Verbo-Fréquentielles et du Test AVFB. Nous remercions au passage les utilisateurs qui nous ont fait part de leur intérêt et de leurs remarques.

### 1° à propos des listes Verbo-Fréquentielles.

L'objectif essentiel des listes Verbo-Fréquentielles était de disposer de listes **enregistrées** et **équilibrées en difficulté**, permettant de réaliser des mesures réellement informatives et comparatives. A l'usage, il apparaît que ces objectifs ont été atteints avec toutefois un léger déséquilibre en difficultés pour la liste N° 4.

À la condition impérative de bien passer le texte de consignes, il a été confirmé que **l'utilisation de logatomes ne pose aucun problème** pour la grande majorité des patients.

L'intérêt des "mots d'appel" (1<sup>er</sup> mot, non coté, de chaque liste) et de la "liste d'entraînement" a également été confirmé.

Nous suggérons en particulier d'utiliser la "liste d'entraînement" pour :

- vérifier la bonne compréhension des consignes ;
- rechercher, au casque, l'intensité correspondant à l'intelligibilité vocale optimale ;
- mesurer sommairement le pourcentage d'intelligibilité vocale obtenu au S/B=0.

Le deuxième objectif des listes Verbo-Fréquentielles était de **procureur à l'audioprothésiste un outil lui permettant d'améliorer ses appareillages** et donc l'audition des malentendants.

Pour y parvenir, les listes fournissent des indicateurs tels que :

- l'**ISD** (Indice Statistique de Difficulté) : si des logatomes réputés "de compréhension facile" sont moins bien perçus que des logatomes réputés "de compréhension difficiles" (ISD>6), il y a lieu de s'interroger sur les réglages prothétiques. Il en va de même si certains logatomes compris au casque, ne le sont plus avec appareillage ;

- le choix de la **consonne centrale**, répondant à une logique de confusions phonétiques ;
- la possibilité d'**analyser horizontalement la compréhension des consonnes**, permettant d'observer des omissions et/ou des transferts systématiques facilement interprétables ( /f/ transformé en /v/, /p/ en /b/, /t/ en /d/, etc.) ;
- après modification des réglages, la relecture des logatomes mal répétés permet de **vérifier instantanément l'efficacité (ou l'inefficacité) des modifications**, tant acoustiques qu'électroniques, apportées à l'appareillage.

NB : la **notation des erreurs, confusions et omissions**, est indispensable si l'on souhaite analyser ces erreurs afin de les utiliser. Si l'on se contente de "compter les points", on se limite forcément au tracé de courbes sur un graphique, ce qui est peu profitable à l'appareillage du patient.

Toutefois, pour cet objectif d'interprétation des erreurs, nous restons sur notre faim car il n'est pas évident de traduire les confusions phonétiques en termes de réglages prothétiques !

Répetons-le, nous attendons impatiemment que nos spécialistes en phonétique et en psycho-acoustique nous expliquent clairement comment traduire les confusions phonétiques en terme de modifications des réglages prothétiques !

## 2° à propos du test AVfB

*"Les essais prothétiques dans le silence n'apportent que peu d'informations quant à l'efficacité de la prothèse auditive dans la vie courante"* (AZEMA, 1980).

Actuellement, la grande majorité des audioprothésistes adaptent des aca 100 % numériques dont ils vantent à leurs patients la possibilité d'améliorer la compréhension de la parole en milieu bruyant. Mais, paradoxalement, certains se limitent encore à réaliser essentiellement des tests d'audiométrie vocale en milieu calme (AVS) !

L'efficacité des microphones directionnels, des traitements vocaux, de l'appareillage stéréophonique et de l'appareillage de pertes légères ne peut s'évaluer correctement qu'à l'aide de tests d'audiométrie vocale réalisés en présence de bruit (AVB).

Pour être le plus représentatif possible, un test d'AVB doit idéalement répondre aux caractéristiques suivantes :

- le signal et le bruit doivent être séparés ;
- le signal doit être diffusé par un seul HP, face au sujet, autorisé à modifier l'orientation de la tête ;
- le bruit doit être de type "cocktail party" (nous utilisons l'OVG) ou éventuellement un bruit blanc modulé au rythme d'une enveloppe de parole (type RASTI) ;
- selon l'objectif du test, le bruit est diffusé dos au sujet (pour l'évaluation des microphones directionnels) ou en champs diffus (pour les autres tests d'AVB).

Dans notre laboratoire, nous utilisons 4 HP disposés autour du sujet pour diffuser le bruit, le 5<sup>ème</sup> HP faisant face au sujet. Cette technologie est désormais très abordable, grâce à la vulgarisation des cartes son 5.1.

L'originalité du test AVfB dans sa "version automatique" est d'avoir été enregistré à des niveaux de rapport S/B prédéterminés (S/B = 9 à -9 dB par pas de 3 dB). Cette version permet de réaliser le test à l'aide d'un équipement minimal.

Lorsque l'on dispose d'un audiomètre à 2 canaux, la "version manuelle" offre beaucoup plus de souplesse : choix des rapports S/B, du pas, du paramètre - Signal ou Bruit - dont on souhaite modifier l'intensité, etc.

Pour que ce test soit le plus rapide et le plus "rentable" possible, nous préconisons la **procédure suivante** :

**Lors de l'OP** (Orientation prothétique / tests réalisés au casque)

1° énoncé des consignes, au micro et à la meilleure oreille, à une intensité confortable déterminée lors de l'AVS.

2° passage des premiers mots de la liste d'entraînement (niveau confortable / sans apport de bruit).

3° en cas de répétition de mots significants, relectures des consignes enregistrées (piste R9 du VocaList).

NB : si l'ORL a déjà passé le test AVfB, les étapes 1° à 3° s'en trouvent fortement simplifiées.

4° après passage des quelques mots correctement répétés, nous ajoutons l'OVG (dans le même écouteur) à un niveau de S/B = +20dB (Bruit = Signal - 20 dB).

5° après chaque mot correctement répété, nous augmentons l'OVG par pas de 5 dB.

6° dès que nous arrivons au rapport S/B=0, la lecture de la liste d'entraînement est interrompue et le test AVfB peut commencer.

Cette première approche permet au sujet de se familiariser au test.

7° passage de la liste N°1 au rapport S/B = 0,

8° passage des listes suivantes en dégradant le rapport S/B (une liste au S/B = -3 dB, une liste au S/B = -6 dB, etc.). Dès que l'intelligibilité vocale est inférieure à 40 %, nous passons au point suivant :

9° passage des listes en améliorant le rapport S/B (une liste au S/B = +3 dB, une liste au S/B = +6 dB, etc.). Dès que l'intelligibilité vocale atteint 100 %, le test est interrompu.

10° la même procédure (points 7, 8 & 9) est appliquée à l'oreille opposée.

**Par cette procédure simplifiée, nous précisons en quelques minutes la stratégie d'appareillage et nous cernons les problèmes que nous risquons de rencontrer pendant la séance d'adaptation prothétique.**

**Lors de l'AP** (Adaptation Prothétique)

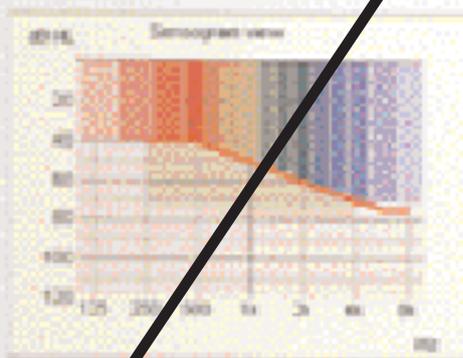
Le sujet ayant été familiarisé au test AVfB durant la séance d'OP, la lecture des consignes et le passage de la liste d'entraînement ne sont généralement plus nécessaires.

## La différence numérique Widex

### [ Le Sensogramme ]

**Audiométrie in situ plus précise que jamais et unique en audioprothèse**

- Seuils mesurés directement à l'aide d'un film dans l'oreille du malentendant.
- Sensogramme axi sur 4 bandes principales pour affiner le processus de mesure : 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz et 4000 Hz.
- Possibilité d'élargissement du Sensogramme sur 14 bandes, pour un affinement de réglage dans des situations particulières. Un intervalle d'un tiers d'octave, de 250 Hz à 8000 Hz.
- Si plusieurs fréquences sont compensées, la fréquence automatique est réglée sur la largeur de bande critique correspondant à la fréquence centrale de chaque bande.



Le Sensogramme est pour l'audioprothésiste l'assurance d'une adaptation réussie dès la première visite avec la possibilité supplémentaire d'affiner le réglage pour des cas particuliers.

Sensia Diva  
La première aide auditive de haute définition au monde

Le test s'effectue en champ libre, à une intensité de 55 dB (A), pour chaque oreille appareillée et selon la procédure décrite précédemment (points 7 à 10).

Cette procédure permet :

- de vérifier l'efficacité du choix et des réglages prothétiques ;
- d'effectuer des comparaisons rapides et significatives entre différents aca, différentes corrections acoustiques et différents réglages prothétiques ;
- de mesurer l'efficacité des micros directionnels et des "débruiteurs", ainsi que de prouver rapidement la supériorité de l'appareillage binaural stéréophonique et/ou la nécessité de l'appareillage en cas de pertes légères ;
- de rassurer le patient qui se rend compte que nous effectuons des tests proches de la réalité et des problèmes qu'il rencontre dans sa vie de tous les jours.

**Lorsque, pour un rapport S/B=0, le score vocal au test AVfB est inférieur à 70 %, nous effectuons des tests complémentaires plus spécifiques tels que le Digit SPAN, la mesure des ZIC (Zone Inertes Cochléaires) et/ou une mesure simplifiée de courbes d'accord. Pour dépister d'éventuels problèmes temporels, nous effectuons un test d'A3V (logatomes et/ou phrases) et une mesure des SDT (Seuils Différentiels Temporels).**

**Lors des CP et des SP (Contrôle d'efficacité Prothétique et Suivis Prothétiques)**

Après un minimum de 2 semaines de rééducation et, si nécessaire, à l'occasion des SP suivants, les réglages sont affinés à l'aide de la "Procédure APA" afin d'atteindre notre cible essentielle : un équilibre interauriculaire aussi parfait que possible aux intensités ET aux fréquences conversationnelles (voir Cahiers de l'Audition Vol. 15, N° 5).

**L'évolution galopante des prothèses auditives nécessite l'adaptation des méthodes d'appareillage, des équipements et des mentalités !**

**Les tests d'audiométrie tonale et vocale, traditionnellement réalisés dans le silence, doivent être complétés par des tests de localisation spatiale, d'échelle de croissance, de mesure des ZIC, de mesures temporelles et, bien sûr, par des tests d'audiométrie vocale, voire même d'émergence tonale, réalisés en présence de bruit.**

**C'est, nous semble-t-il, un passage obligé si l'on souhaite optimiser les réglages et gérer au mieux les nombreuses possibilités techniques des aides auditives modernes.**

C'est aussi une nécessité pour améliorer l'audition et la qualité de vie de nos patient(e)s et justifier la délivrance d'appareillages de plus en plus coûteux.

## BIBLIOGRAPHIE

**APOUX F., LORENZI C., FRACHET B.** (1999). Quel algorithme de renforcement de la parole pour les prothèses numériques ? Les Cahiers de l'Audition, Vol.12, N°3.

**ARONS B.** (1992). Techniques, Perception and Applications of Time-Compressed Speech. Speech Research Group, MIT Media Lab. Cambridge.

**AZEMA B.,** (1980). Pour une pratique systématique de tests d'appareillages en présence de bruit perturbant. Audition et Parole, N°2, 41- 45. Masson, Paris.

**COLLET L. & coll.** (2004). Au-delà de l'aide auditive. AUDIO infos spécial ORL.

**COLLET L. & coll.** (2004). Conséquences de l'appareillage auditif du malentendant. Dossier GDR CNRS Prothèses auditives. Les Cahiers de l'Audition Vol. 17, N°3.

**DODELÉ L.,**(1993). Etude statistique concernant plus de 22.000 audiométries. Les Cahiers de l'Audition, Vol. 6, N°4.

**DODELÉ L., DODELÉ D.** (2000). L'audiométrie vocale en présence de bruit et le test AVfB. Les Cahiers de l'Audition, Vol. 13, N°6.

**DODELÉ L., DODELÉ D.** (2002). La Procédure APA (Procédure d'Affinement Post Appareillage). Les Cahiers de l'Audition, Vol. 15, N° 5.

**FAIRBANKS G., EVERITT W.L. & JAEGER R.P.** (1954). Method for time or frequency compression-expansion of speech. Transactions of the Institute of Radio Engineers Professional Group on Audio, AU2, 7-12.

**FAIRBANKS G. & KODMAN F.** (1957). Word intelligibility as a function of time compression. JASA Vol. 29, 636-641.

**GARNIER S.** (2000). Les troubles du codage temporel. AUDIO infos N°48.

**GAY T.** (1981). Mechanisms in the control of speech rate. Phonetica, N° 38, 148-158.

**GORDON-SALANT S., FITZGIBBONS P.J.** (1993). Temporal factors and speech recognition performance in young and elderly listeners. J.S.H.R., Vol. 36, 1276-1285.

**GORDON-SALANT S. & FITZGIBBONS P.J.** (1995). Recognition of multiply degraded speech by young and elderly listeners. J.S.H.R., Vol. 38, 1150-1556

**GORDON-SALANT S. & FITZGIBBONS P.J.** (1999). Profile of auditory temporal processing in older listeners. JSLHR, Vol. 42, 300-311.

**GORDON-SALANT S. & FITZGIBBONS P.J.** (2001). Sources of age-related recognition difficulty for time-compressed speech. JSLHR, Vol. 44, 709-719.

**HUMES L.E. & CHRISTOPHERSON L.** (1991). Speech identification difficulties of hearing-impaired elderly persons: the contributions of auditory processing deficits. J.S.H.R. Vol. 34, 686-693.

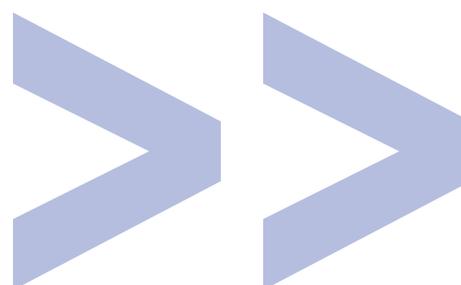
**JANSE E.** (2003). Production and perception of fast speech. Thèse de doctorat en phonétique. Université d'Utrecht

**LANDERCY A. & RENARD R.** (1997). Eléments de phonétique (2ème édition). Ed. Didier, Bruxelles.

**LEBOUTTE R.,** (2003). Influence de la vitesse d'élocution sur l'intelligibilité vocale. Mémoire de fin d'études. Marie Haps.

**LETWSKI T., VAUGHAN N.E.** (1997). Effects of age, speech rate and type of test on temporal auditory processing. J.S.H.R. 40, 1992-1200.

- LINDBLOM B.** (1963). Spectrographic study of vowel reduction. *JASA* Vol.35, 1773-1781.
- LINDBLOM B.** (1983). Economy of speech gestures. In P.F. Mac Neilage Ed. *The production of speech*. 217-246. New York : Springer.
- LORENZI C.** (1999). Effets des lésions périphériques et centrales sur l'acuité temporelle auditive. *Les Cahiers de l'Audition*, Vol. 12, N° 1.
- LORENZI C., APOUX F.** (2000). Importance du traitement temporel des informations auditives. *Les Cahiers de l'Audition*, Vol 13, N° 4.
- MILLER J.L. & LICKLIDER J.C.R.** (1950). The intelligibility of interrupted speech. *JASA* Vol.22, 167-173.
- MILLER J.L.**, (1981). Effect of speaking rate on segmental distinctions. In P.D. Eimas and J.L. MILLER Ed., *Perspectives on the study of speech*. 39-74, Hillsdade : Erbaum.
- MOORE B., PETERS R. & GLASBERG B.** (1992) Detection of temporal gaps in sinusoids by elderly subjects with and without hearing aids. *JASA* Vol. 92, 1923-1932.
- POLET M.A., DODELÉ L., DODELÉ D.** (2004). Towards a new approach of speech audiometry. *Oto-Rhino-Laryngologica Belgica* (à paraître).
- QUERESHI S.U.H.** (1974). Speech compression by computer. S. DUKER Ed. *Time compressed speech*, 618-623.
- RENARD X., RENARD C.** (1993). Pouvoir séparateur temporel et discrimination temporelle. *Journées SSIPR*, Rome.
- RENARD C.** (1994) Mémoire immédiate et discrimination temporelle. *Journées SSIPR*, Bordeaux.
- SCOTT R.J. & GERBER S.E.** (1972). Pitch-synchronous-compression of speech. In conference on speech communication and processing, *IEEE*, 63-65.
- SCHNEIDER B.A, PICHORA-FULLER M.K, KAWALCHUK D. & LAMB M.** (1994). Gap detection and the precedence effect in young and old adults. *JASA* Vol. 95, 980-991.
- ROOIJ J., PLOMP R.** (1990) Auditive and cognitive factors in speech perception by elderly listeners. *JASA* Vol. 88, N°6, 2611-2624.
- SNELL K.B.** (1997). Age related changes in temporal detection. *JASA* Vol. 101, 2214-2220.
- STICHT T.G. & GRAY B.B.** (1969). The intelligibility of time-compressed words as function of age and hearing. *J.S.H.R.*, Vol. 12, 443-448.
- STROUSE A. and coll.** (1998) Temporal processing in the aging auditory system. *JASA* Vol. 104, N° 4, 2385-2396.
- TSAO Y.C. & WEISMER G.** (1997). Interspeaker variations in habitual speaking rate : evidence for a neuromuscular component. *JSLHR* Vol. 40, 858-866.
- VAN SUMMERS W.S., LEEK M.R.** (1992). The role of spectral and temporal cues in vowel identification by listeners with impaired hearing. *J.S.H.R.* Vol. 35, 1189-1199.
- VAUGHAN N.E. & LETOWSKI T.** (1997). Effects of age, speech rate and type on temporal auditory processing. *JSLHR* Vol. 40, 1192-1200.
- VIROLE B.** (1999). Phonétique acoustique appliquée en audioprothèse. viroleb@worldnet.fr
- WABLE J.** (2000). Normalisation d'un test de reconnaissance de la parole dans le bruit chez le sujet déficient auditif. Mémoire de recherche présenté en vue de l'obtention du diplôme d'état d'audioprothésiste. Université Paris VII.
- WABLE J.** (2001). Normalisation d'un test de reconnaissance de la parole dans le bruit chez le sujet déficient auditif. *Les Cahiers de l'Audition*. Vol.14, N°1.
- ZEMLIN W.R., DANILOFF R.G., SHRINER T.H.** (1968) The difficulty of listening to time-compressed speech. *J.S.H.R.* N°11, 875-881.



# L'harmonie naturelle des sons



3x3 SoundSelect™ – La liberté  
de composer la meilleure solution auditive

# Valeo™

avec SoundSelect™

## 3 modes de traitement du signal

- Compression numérique de toute la gamme dynamique (dWDRC), pour une qualité sonore naturelle et un grand confort auditif
- Super Compression numérique (dSC), pour assurer la clarté optimale de la parole dans le bruit
- Limitation numérique (dLimiting), pour préserver la sonie

## 3 moyens de renforcer les performances

- Dispositif anti-larsen numérique – élimine tout risque de sifflement
- Système anti-bruit très performant avec l'AudioZoom et le réducteur de bruit numérique
- Jusqu'à trois programmes auditifs disponibles

## 3 niveaux d'appareillage

- Niveau de base, y compris le *SoundSelect* Manager
- Niveau standard pour l'adaptation fine automatique personnalisée
- Niveau détaillé pour l'adaptation fine manuelle, avec différentes possibilités de configuration des curseurs de réglage

# L'OREILLE INTERNE VIEILLISSANTE

## SON EXPLORATION EN 2004

En ce qui concerne la presbyacousie, les données de référence restent celles de Schuknecht, d' une part, qui décrit 4 types d' atteintes neurosensorielles basiques, touchant la membrane basilaire, les cellules sensorielles, la strie vasculaire et/ou les neurones auditifs isolément ou en combinaison, et celles de Rosen et Glorig, d' autre part, montrant l' absence d' effet de l' âge sur l' audition chez certains sujets à la vie privilégiée, loin de la civilisation industrielle. Si, en l' absence de facteurs pathogènes, on ne devient pas sourd en vieillissant, c' est que la presbyacousie est due à des facteurs pathogènes, l' exposition chronique au bruit étant le plus évident. Des facteurs génétiques ou encore chimiques ototoxiques ont pu être bien identifiés également. Il existe désormais des méthodes audiologiques fines pour déterminer la part de chacune des atteintes de Schuknecht dans une presbyacousie, et l' utilité de ce travail d' enquête (qui ne doit pas négliger les aspects éventuellement plus centraux de l' audition et du vieillissement) est indéniable car l' appareillage idéal n' est probablement pas le même selon le type d' atteinte: des modèles (certes un peu caricaturaux) de pathologies des divers éléments de la cochlée le suggèrent fortement. Cet exposé discute la physiopathologie derrière plusieurs types de cas et propose une réflexion sur une démarche diagnostique visant à mieux caractériser une presbyacousie avant d' en envisager l' appareillage.

*Presbycusis is still correctly described by Schuknecht's classification in 4 subgroups, involving sensory cells, neurons, stria vascularis or basilar membrane. Rosen and Glorig's data show, on the other hand, that presbycusis is not fatality, and instead, that it results from varied damages induced by pathogenic factors. Objective audiological tests, e.g. based upon otoacoustic emissions, enable researchers to reliably distinguish among several factors involved in presbycusis. The goal of this presentation is to suggest that it is of importance to reach a correct diagnosis of which factor is involved and which cochlear element is damaged, because the physiological, and likely the perceptive consequences and the challenge to hearing aid fitting, may not be the same.*

Au début du XXIème siècle, la presbyacousie reste la grande pourvoyeuse de statistiques relatives à la surdité comme grand problème de Santé publique (4 millions de malentendants en France, parmi eux une large majorité de personnes de plus de 60 ans), mais aussi relative à l'appareillage auditif, à son marché potentiel et à ses difficultés de pénétration dans le grand public. L'image ou plutôt le fantasme de la surdité comme marque de vieillissement, assimilable à une marque de dégradation intellectuelle et sociale, répandue dans le grand public comme parmi les décideurs au plus haut niveau, pèse lourd dans les difficultés rencontrées par les sourds et ceux qui s'en occupent pour faire reconnaître leurs droits.

La cochlée est une cible privilégiée des lésions dues au vieillissement, et la description de leur physiopathologie reste marquée par les quatre catégories identifiées par Harald Schuknecht, largement basées sur des observations morphologiques de cochlées âgées (fig.1). Une autre cible du vieillissement est constituée par le système nerveux central, dont l'exploration clinique sera abordée au sein d'un dossier à venir des Cahiers de

l'Audition. Les atteintes centrales ne feront donc pas l'objet du présent exposé. Nous nous bornerons à rappeler qu'elles impliquent sans doute des processus neuro-dégénératifs non spécifiques et donc capables d'atteindre aussi d'autres centres, non auditifs. On se doute alors que des circuits impliqués dans les processus cognitifs ou mnésiques peuvent aussi être atteints, processus dont le degré d'atteinte pourra forcer parfois à reconsidérer la question d'un appareillage.

Les connaissances quant aux mécanismes du fonctionnement cochléaire à l'époque où la catégorisation de Schuknecht a été proposée étaient encore très frustes, puisque, par exemple, on ignorait encore l'essentiel de la micromécanique de l'organe de Corti. Pourtant, comme nous allons le développer, cette classification conserve sa pertinence pour comprendre les anomalies périphériques du système auditif liées au vieillissement, et pour cerner l'origine des déficits perceptifs dont souffrent les personnes presbyacousiques. Malgré cela, et peut-être à cause de la banalité de certains symptômes, leur exploration fonctionnelle reste trop souvent superficielle : l'audiogramme tonal de dépistage, même complété par quelques

### Paul AVAN

laboratoire de Biophysique sensorielle,  
Faculté de Médecine de Clermont-Ferrand

Présentation effectuée au congrès français  
d'audioprothèse 2004, journée scientifique

épreuves vocales et par quelques essais empiriques, nous le savons tous, ne peut suffire à constituer un bilan. Attribuer à cela la médiocre pénétration des aides auditives, même numériques, dans la population concernée serait certainement caricatural. Il n'en reste pas moins que la crédibilité de nos plaidoyers auprès des pouvoirs publics pour une meilleure prise en charge des personnes âgées handicapées auditives passe par l'intégration aux bilans pré-appareillage des méthodes les plus fines issues de la recherche en physiologie : nous retrouvons la fameuse notion d'obligation de moyens à laquelle nous sommes assujettis, ce que les Cahiers de l'Audition se plaisent à rappeler depuis longtemps.

Autrement dit, si les approches du vieillissement auditif en termes de marché pour les aides auditives sont parfaitement légitimes, car la compétition pour la conquête de ce marché est un moteur pour les innovations techniques, elles doivent être complétées par une approche scientifique à la hauteur des ambitions du XXIème siècle. Le but de cet article est de montrer que dès maintenant, il existe des outils d'exploration fonctionnelle assez raffinés pour servir de point de départ à une approche physiologique et non plus seulement histologique.

Schuknecht proposait donc 4 catégories de presbyacousie périphérique, qui sont les suivantes (flèches sur la fig.1) :

- presbyacousie par atteinte des cellules sensorielles (on sait maintenant qu'il faudra distinguer deux sous-types selon que les cellules ciliées internes ou externes sont les plus déficitaires),
- presbyacousie de type neural par atteinte des cellules ganglionnaires du ganglion spiral,
- presbyacousie de type strial ou métabolique,
- presbyacousie de type "transmissionnel" (il ne s'agit pas du sens traditionnel de cette notion, mais de la transmission des vibrations acoustiques à l'intérieur de la cochlée). Une rigidification excessive des

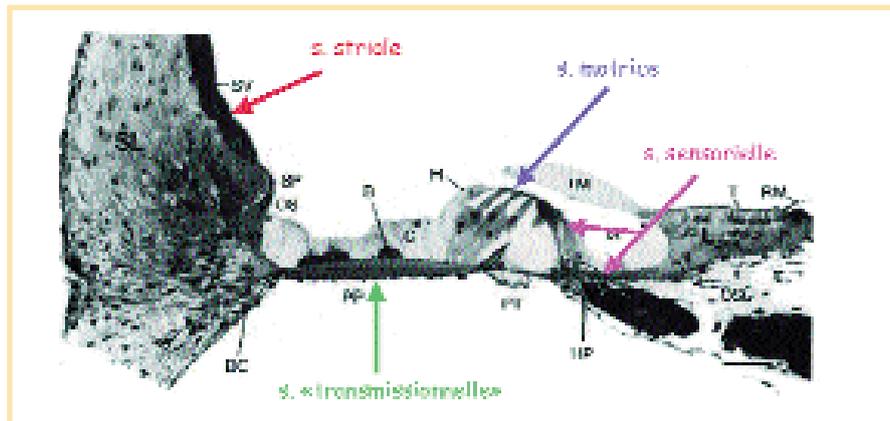


Fig.1 : coupe transversale de cochlée de mammifère en microscopie optique, sur laquelle les principales structures impliquées dans les presbyacousies sont repérées par des flèches : de droite à gauche, les neurones auditifs, bien visibles au niveau du ganglion spiral, les cellules sensorielles ciliées externes, la membrane basilaire et la strie vasculaire.

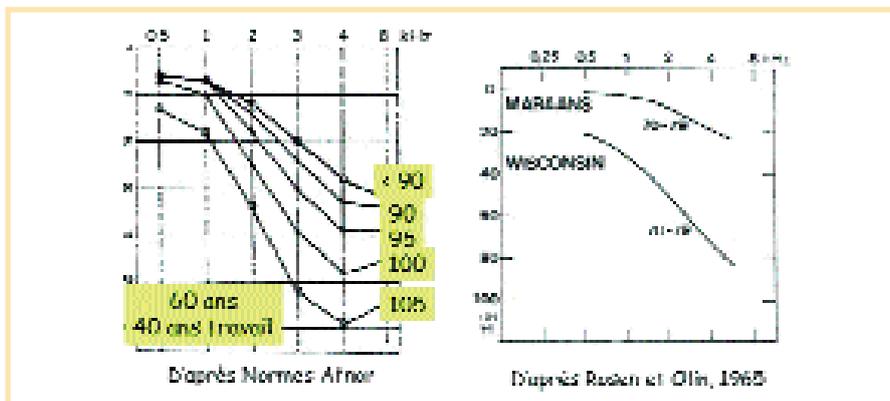


Fig.2 : [à gauche] d'après les données de l'AFNOR, audiogrammes tonaux moyens de populations de sujets âgés de 60 ans et ayant connu environ 40 ans de vie professionnelle, soit en milieu silencieux (courbe du haut), soit avec une exposition quotidienne (en niveau continu équivalent) indiquée à droite de chaque audiogramme. [à droite] audiogrammes moyens de deux cohortes de personnes âgées entre 70 et 79 ans, selon qu'elles vivent en milieu urbain ou appartiennent à une ethnie à la vie traditionnelle protégée, à l'abri des nuisances de la vie moderne (modifié d'après Rosen et Olin, 1965).

structures de l'oreille interne pourrait survenir, et l'énergie parvenant aux cellules sensorielles pourrait s'en trouver diminuée (parmi les 4 catégories, c'est celle-ci qui reste la moins documentée; d'autres comme Tonndorf ont fait appel à une notion similaire dans le cadre de la maladie de Menière, où un hydrops excessif, en réduisant l'espace disponible pour la transmission des vibrations via la rampe vestibulaire de la cochlée, pourrait perturber la transmission intracochléaire des sons... ce concept est intéressant mais encore hypothétique, nous n'y reviendrons pas dans la suite de cet exposé).

La diversité des mécanismes sous-jacents à la presbyacousie peut-être soupçonnée devant la diversité des résultats d'appareillage, que nous connaissons bien, mais elle peut l'être déjà devant les aspects épidémiologiques. Si les normes audiométriques établies au sein de populations standard issues de pays industrialisés établissent clairement que le vieillissement affecte progressivement les seuils auditifs, en moyenne, selon un profil évolutif classique (fig.2, d'après des documents de l'AFNOR), ces normes révèlent aussi une considérable inégalité devant les effets auditifs de l'âge. Par exemple, l'écart audiométrique entre les 10% de sujets ayant les meilleurs audio-

grammes et les 10% de sujets du même âge ayant les moins bons audiogrammes atteint environ 50 dB autour de 2 à 4 kHz. Egalement, les travaux bien connus de Rosen et Glorig ont révélé que certaines ethnies ayant la chance de vivre dans des régions préservées et selon un mode de vie calme pouvaient conserver un audiogramme presque parfait à des âges avancés (fig.2). Ces résultats nous apprennent deux choses : que la presbycusie n'est en aucun cas une fatalité, mais aussi que l'exposition chronique à certains facteurs typiques de la vie moderne en milieu urbain ou industriel contribuent à accélérer la dégradation fonctionnelle de l'audition. Parmi ces facteurs, on peut soupçonner le bruit, même pour les personnes non exposées professionnellement. A fortiori lorsque l'exposition au bruit peut être évaluée, on en constate les effets moyens sous forme d'une aggravation des pertes auditives, dominant le plus souvent dans les hautes fréquences (là où de manière naturelle, la presbycusie pure agit le plus tôt). La fig.2 montre les audiogrammes moyens en fonction de l'exposition estimée, pour des sujets de 60 ans ayant une carrière professionnelle en milieu plus ou moins bruyant de 40 ans environ.

Certaines prédispositions génétiques entraînant un vieillissement anormalement rapide ou une plus grande sensibilité aux facteurs adverses de l'environnement commencent à être repérées, au moins chez certaines souches animales (et celles-ci ont sans aucun doute des homologues humains). Le cumul d'expositions aux sons forts, à des substances ototoxiques, à des conditions métaboliques imparfaites (au sens large), agit défavorablement, souvent avec des potentialisations qui aggravent les effets lorsqu'une combinaison de facteurs existe.

Sur le plan fonctionnel, la cochlée comporte :

- un étage d'amplification et de filtrage des sons incidents. Cet étage repose sur une propriété clé que seules possèdent les cellules ciliées externes (CCE), leur électromotilité et leur aptitude à exercer

une action mécanique sur la partition cochléaire. L'existence de cet étage a été proposée pour la première fois par Thomas Gold, astrophysicien et cosmologiste d'origine autrichienne, émigré en Angleterre puis aux Etats-Unis et tout récemment disparu.

- un étage de transduction proprement dite où les cellules ciliées internes (CCI) répondent au stimulus une fois amplifié, trié et compressé convenablement, et transforment les vibrations sonores résultantes en oscillations électriques (sous forme de variations cadencées de leur potentiel de membrane). Au-delà des synapses qu'ils donnent avec les CCI, les neurones auditifs véhiculent l'information sous forme d'impulsions électriques. Les étapes de traitement par les CCI et les neurones sont mécaniquement plus simples que celles des CCE, mais même si le message auditif a été affiné par l'action des CCE, il risque encore de subir des dégradations lors des étapes ultérieures et notamment celle-ci : CCI et neurones doivent avoir un fonctionnement correct. Il faut en particulier que les impulsions électriques véhiculées par les neurones auditifs conservent par rapport au stimulus acoustique un minimum de synchronisme de phase. En l'absence de synchronisme, la présence de bruit peut se révéler exagérément néfaste.

- enfin on ne doit pas oublier l'étage "métabolique" : aucune cellule sensorielle ne fonctionne correctement, même si elle est structurellement intacte, si la strie vasculaire de la cochlée ne fournit pas la batterie nécessaire à l'alimentation des systèmes. Il faut une différence de potentiel au repos de près de 150 mV (différence entre les +80 à +100 mV du compartiment endolymphatique et les -40 à -70 mV à l'intérieur des cellules sensorielles), pour que l'électromotilité et la transduction puissent se faire de manière correcte. La strie vasculaire a un métabolisme élevé dont l'efficacité dépend de la quantité d'oxygène apportée par l'artère labyrinthique.

Au cas où cette artère, qui est terminale, est obstruée (par exemple à la suite d'une compression par un neurinome) ou subit un spasme, ou encore en cas d'hypoxie importante, le potentiel endocochléaire chute. Les ions K<sup>+</sup> de l'endolymphe sont poussés moins efficacement dans les cellules sensorielles lorsque leurs stéréocils sont défléchis. A cause d'un courant potassium moindre, la dépolarisation des membranes des CCE induite lors de l'étape de transduction mécano-électrique est moindre. De ce fait, les CCE perdent en efficacité dans leur action micromécanique : leur électromotilité est en effet conditionnée par l'existence d'une différence de potentiel suffisante pour actionner les petits moteurs protéiques à base de prestine situés dans les membranes cellulaires. Si ces moteurs protéiques perdent en efficacité, le gain acoustique apporté par les CCE à la cochlée chute. En fait, ce gain peut pratiquement s'annuler même s'il existe encore un potentiel endocochléaire substantiel, dès lors qu'il est insuffisant. On se trouve alors dans la situation où les CCE peuvent être intactes et même (nous le verrons par la suite) garder des capacités résonantes éventuelles, mais se trouvent inefficaces. Incidemment, si la strie vasculaire fonctionne mal, il ne faut pas oublier que la transduction au niveau des CCI souffrira également de l'insuffisance du potentiel endocochléaire.

La fig.3 résume les séquences de traitement et de transduction, au niveau des CCE et des CCI. Les diagrammes dans la partie inférieure de la figure représentent une courbe d'accord neuronale lorsque la région cochléaire d'où provient le neurone enregistré est normale (références en traits fins à droite et à gauche, avec la forme en V profond caractéristique). Lorsque les CCE perdent leur capacité de rétrocontrôle sur la partition cochléaire (diagramme de gauche, tracé en gras), la courbe d'accord perd sa pointe à la fréquence caractéristique de l'endroit où le neurone est relié (surdité "motrice"). Cependant, la partie de la courbe d'accord qui répond aux autres fréquences

## cochlées motrice / sensorielle

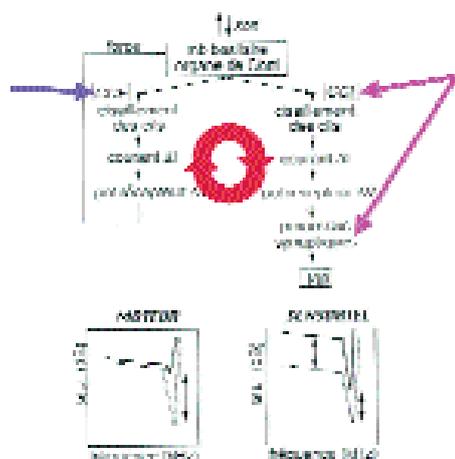


Fig.3 : Schémas synoptiques de la fonction des CCE (à gauche) et des CCI (à droite), les deux diagrammes du bas montrant des courbes d'accord neuronales unitaires normales (en traits fins) ou pathologiques (en traits gras), selon que les cellules correspondantes sont normales ou inopérantes.

capable d'évaluer leur état et leur nombre, et on est obligé de le faire autrement que par l'histologie ! Il semble actuellement que ceci soit possible de manière à la fois objective et non invasive grâce à des méthodes fines à base de recherche d'otoémissions acoustiques sélectives en fréquence (les produits de distorsion acoustiques). Le rapport privilégié entre otoémissions acoustiques (OEA) et état fonctionnel des CCE est bien connu dans ses grandes lignes : c'est lui qui est à la base des méthodes de dépistage néonatal par OEA. Les produits de distorsion acoustiques sont une variété particulière d'OEA engendrées lorsque des couples de sons de fréquences voisines,  $f_1$  et  $f_2$ , sont appliqués au moyen d'une sonde miniature dans le conduit auditif externe. Il suffit de recueillir et d'analyser quelques fractions de secondes de signal acoustique dans le conduit auditif externe, ce que fait le microphone de la sonde, pour mettre en évidence un signal supplémentaire non présent dans le stimulus, à la fréquence  $2f_1-f_2$ . Ce signal à  $2f_1-f_2$  est une intermodulation (celle que les fabricants d'aides auditives traquent car elle témoignerait d'un dysfonctionnement des circuits ou des transducteurs). Mais en ce qui concerne la cochlée, la lecture de la présence de signal à  $2f_1-f_2$  est bien différente : elle signe la présence de CCE capables d'effectuer un travail efficace, en réponse aux stimulations à  $f_1$  et  $f_2$ . C'est l'absence d'intermodulation qui signale un dysfonctionnement cochléaire. À côté de l'intermodulation à  $2f_1-f_2$  existent également, mais à des niveaux souvent moindres, des intermodulations à d'autres combinaisons,  $2f_2-f_1$ ,  $3f_1-2f_2$ , etc...

## Conséquences physiologiques d'une surdité « motrice »

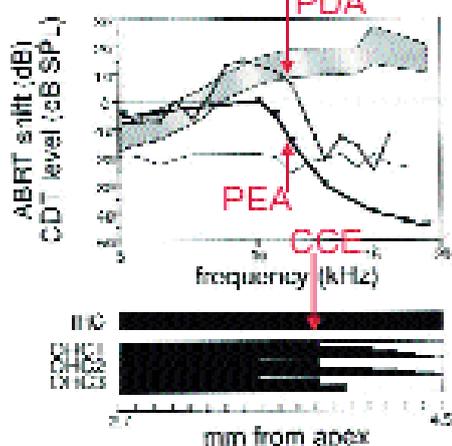


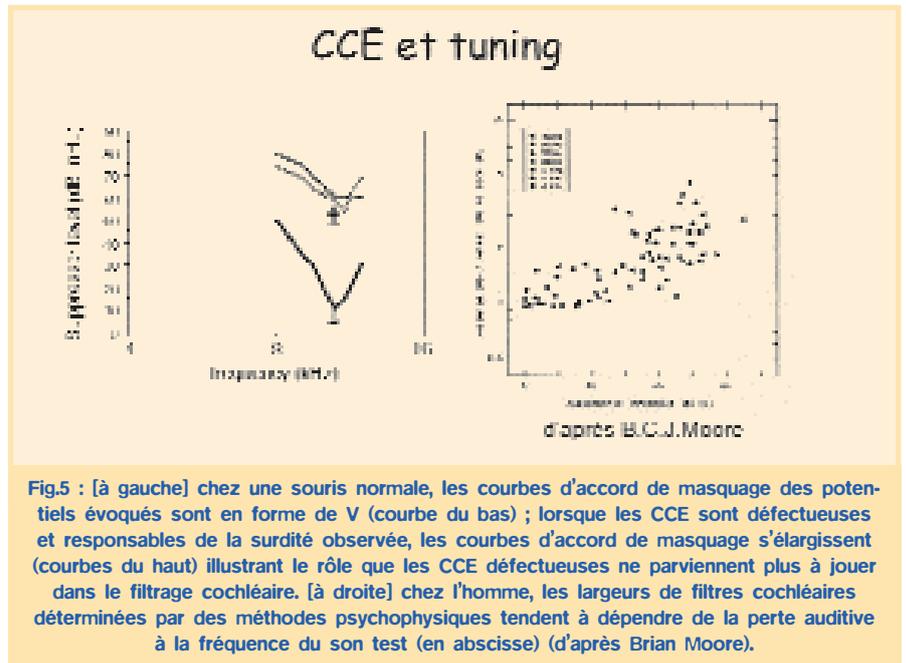
Fig.4 : Certaines souches de souris présentent une dégénérescence des CCE de la base à l'apex. La cochlée analysée ici avait des seuils aux PEA sélectifs en fréquence normale (0 dB nHL) en basses fréquences, jusqu'à 12 kHz. Les produits de distorsion acoustiques à  $2f_1-f_2$  restaient dans la gamme normale (bande grisée) jusqu'à 12 kHz également, montrant que la surdité objectivée par les PEA était d'origine entièrement attribuable à des lésions des CCE. En effet, après sacrifice de l'animal, les CCE étaient absentes (zones blanches) au-delà de la zone codante pour 12 à 15 kHz. Les CCI étaient partout normales.

reste inchangée. Quand le déficit provient des CCI (diagramme de droite, tracé en gras), la courbe d'accord neuronale se trouve décalée en bloc d'une certaine quantité vers le haut. Cette quantité correspond à la perte auditive, mais à l'inverse de ce qui se passait lorsque les CCE étaient défectueuses, elle est indépendante de la fréquence, la résonance mécanique étant restée intacte puisque sous la dépendance d'une autre étape (surdité "sensorielle").

Le vieillissement affecte en moyenne les cellules sensorielles de la manière suivante. L'atteinte la plus évidente est celle des CCE, dont on sait que la densité à la base de la cochlée décroît en moyenne de 1% par an (sur un total d'environ 10 000). Ce taux de dégénérescence irréversible assez rapide ne surprend pas : de par leur rôle électromoteur, les CCE subissent des contraintes mécaniques qui les rendent certainement vulnérables. Dans le bilan d'une presbycusie, on devrait donc être

CCE sont absentes à partir de l'endroit de la cochlée codant pour 12 kHz jusqu'à la base n'a ni produits de distorsion acoustique ni seuils normaux aux PEA précoces, précisément à partir de la même fréquence 12 kHz: les produits de distorsion nous offrent bien une cartographie précise des lésions des CCE.

Or, comme nous l'avons vu plus haut, les deux configurations possibles correspondent à deux catégories différentes de presbycusie qu'il conviendrait de pouvoir différencier, et cela semblait impossible. Notons que malgré cette impossibilité alléguée, identifier un fonctionnement incorrect des CCE n'en reste pas moins une performance fort intéressante, car l'action des CCE conditionne trois performances importantes du système auditif (voir le dossier des Cahiers de l'Audition 2002 sur la compression, et voir aussi la fig.5). Ces performances sont la sensibilité à des sons de bas niveau, la sélectivité en fréquences et l'existence d'une compression naturelle. Que les CCE soient détruites ou non fonctionnelles par "panne striale", les trois performances disparaissent de concert. Et les produits de distorsion acoustique aussi... La figure 5 montre à gauche les courbes d'accord de masquage des PEA chez une souris normale (courbe du bas en forme de V pointu) et chez deux souris porteuses à 10 kHz de lésions des CCE (courbes plus haut situées que la courbe précédente puisqu'il faut un niveau de base supérieur pour observer des PEA, en raison de la perte de sensibilité due à la panne des CCE, mais surtout plus aplaties, en V beaucoup plus ouvert que les courbes normales). Le diagramme de droite reproduit une figure classique extraite des travaux de Brian Moore chez des sujets humains porteurs de surdités cochléaires. On constate une tendance nette à un élargissement de plus en plus marqué de leurs filtres auditifs au fur et à mesure que le seuil audiométrique s'élève. Les deux approches de la fig.5, l'une basée sur des réponses électriques physiologiques, l'autre sur des méthodes psychophysiques, donnent des résultats similaires.



En fait, il apparaît depuis peu que l'utilisation des produits de distorsion peut être raffinée. Le raisonnement est le suivant : pour exister, une intermodulation a tout d'abord besoin d'un système non linéaire dans lequel "entrent" deux fréquences différentes  $f_1$  et  $f_2$ . Parce que le système est non linéaire, en mélangeant  $f_1$  et  $f_2$ , il engendre des combinaisons arithmétiques de ces fréquences (dont  $2f_1-f_2$ ). Une deuxième condition est nécessaire : il faut que l'intensité à laquelle entrent les deux fréquences soit suffisante pour que la non-linéarité s'exprime. Nous savons en effet qu'une aide auditive abîmée peut rester exempte de distorsions tant que son gain reste très faible ou tant que le signal d'entrée est peu intense. La non linéarité qui permet aux CCE d'engendrer des produits de distorsion est très probablement associée à leur touffe de stéréocils. Celle-ci, qui contient les canaux de mécano-transduction, présente une caractéristique courant / déflexion en forme de courbe sigmoïde. Lorsque la déflexion est sinusoïdale (à  $f_1$ ,  $f_2$  ou un mélange des deux) et suffisamment intense, le potentiel de membrane résultant est distordu (contient donc une composante additionnelle à  $2f_1-f_2$ ).

Les produits de distorsion acoustique sont le plus souvent recherchés au moyen de stimulations acoustiques à  $f_1$  et  $f_2$  autour

de 60 dB SPL ou moins. Si les CCE fonctionnent bien, elles produisent un gain important, qui d'une part est à l'origine de la haute sensibilité cochléaire, et d'autre part crée à partir des stimulations à  $f_1$  et  $f_2$  une stimulation effective des stéréocils suffisante pour engendrer de grands produits de distorsion. Si les CCE fonctionnent mal, qu'elles soient lésées ou privées de fonction par une défaillance striale, la stimulation effective des stéréocils est alors trop faible pour produire des produits de distorsion détectables. Si, en plus, les stéréocils sont lésés, ceci rajoute une raison supplémentaire pour que les produits de distorsion ne soient plus détectables : celle-ci est radicale, sans stéréocils, la source même de distorsion a disparu !

Mais si l'on utilise maintenant des stimulations plus intenses que 60 dB SPL, par exemple 70 ou 75 dB SPL, deux configurations sont alors bien distinctes :

- Si les CCE fonctionnent mal à cause d'une défaillance striale, mais que leurs stéréocils sont restés intacts, malgré l'absence de gain cochléaire les produits de distorsion réapparaissent dès que la stimulation des stéréocils est suffisante, et cela est le cas à 70-75 dB SPL car il a été démontré que la réponse de la cochlée ne dépend plus de l'action des CCE pour des stimulations de cet ordre de niveau.

- Si les CCE fonctionnent mal à cause de lésions affectant les stéréocils, les produits de distorsion ne réapparaissent pas quelque soit le niveau de stimulation car la source de non linéarité est absente.

Il devient donc possible de distinguer, en tout cas au moins sur un modèle animal où l'origine de chaque déficit peut être contrôlée et vérifiée après coup, l'effet

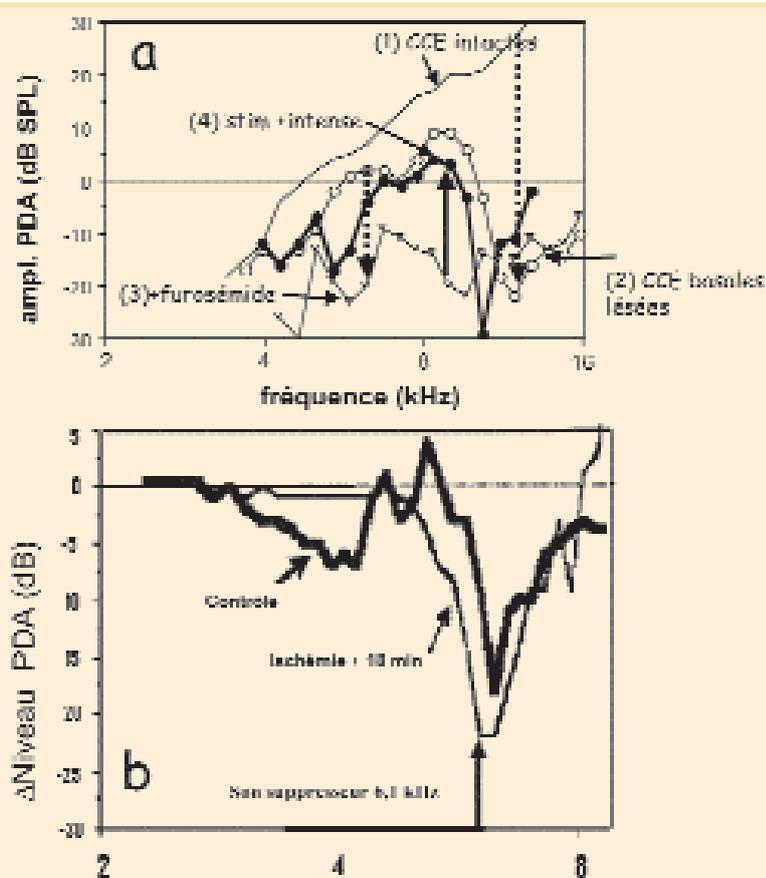
d'une surdité par dommage aux CCE de celui d'une surdité striale : en comparant les résultats de deux tests de produits de distorsion, l'un en dessous de 60 dB SPL et l'autre au-dessus de 70 dB SPL. L'absence de produits de distorsion au plus bas niveau de stimulation signe la surdité par atteinte des CCE, et selon que les produits de distorsion réapparaissent ou non au dessus de 70 dB SPL, la surdité est due à

des CCE inefficaces mais intactes, ou à des CCE détruites.

L'enjeu de ce type de recherches n'est peut-être pas seulement académique. Il est déjà bien admis que les surdités avec CCE endommagées ou absentes ont une perte de sélectivité cochléaire due à l'absence de filtrage des stimuli acoustiques lors de l'étape mécanique dont les CCE ont la charge : c'est cette perte de sélectivité qui est visible sur les deux diagrammes de la fig.5. Il semble alors a priori étonnant que les produits de distorsion conservent une délimitation nette entre zones avec et sans CCE lésées, comme décrit plus haut (par exemple sur la fig.4), puisque là où les CCE sont peu fonctionnelles en cas de surdité striale, et même là où les CCE sont fonctionnelles mais stimulées à 70 dB SPL ou plus, les résonances de la membrane basilaire sont connues pour être émoussées, et en fait peu dépendantes de l'action des CCE.

En réalité, il semble n'en être rien, même en cas d'insuffisance striale, les produits de distorsion acoustique continuent à identifier avec grande précision les zones avec et sans CCE lésées, au kHz près. Plus encore, les méthodes d'analyse des résonances des produits de distorsion (les courbes dites "d'accord de masquage") montrent que même quand la strie vasculaire est totalement hors d'usage (en cas d'anoxie prolongée), les produits de distorsion gardent une résonance intacte très longtemps (en tout cas plus d'une heure, et en fait tant que les CCE parviennent à survivre). Tout se passe comme si les sources des produits de distorsion possédaient leur résonance propre, que celle de la cochlée soit ou non opérationnelle : ceci n'est qu'à peine surprenant car ces fameuses sources sont soupçonnées d'être les stéréocils des cellules ciliées externes, dont on peut supposer non seulement qu'ils ont une résonance, mais que c'est elle que le mécanisme de Gold amplifie et affine, pour en faire "profiter" la cochlée toute entière.

La figure 6 (à gauche) montre ce qui arrive aux produits de distorsion acoustiques, tracés en fonction de la fréquence testée,



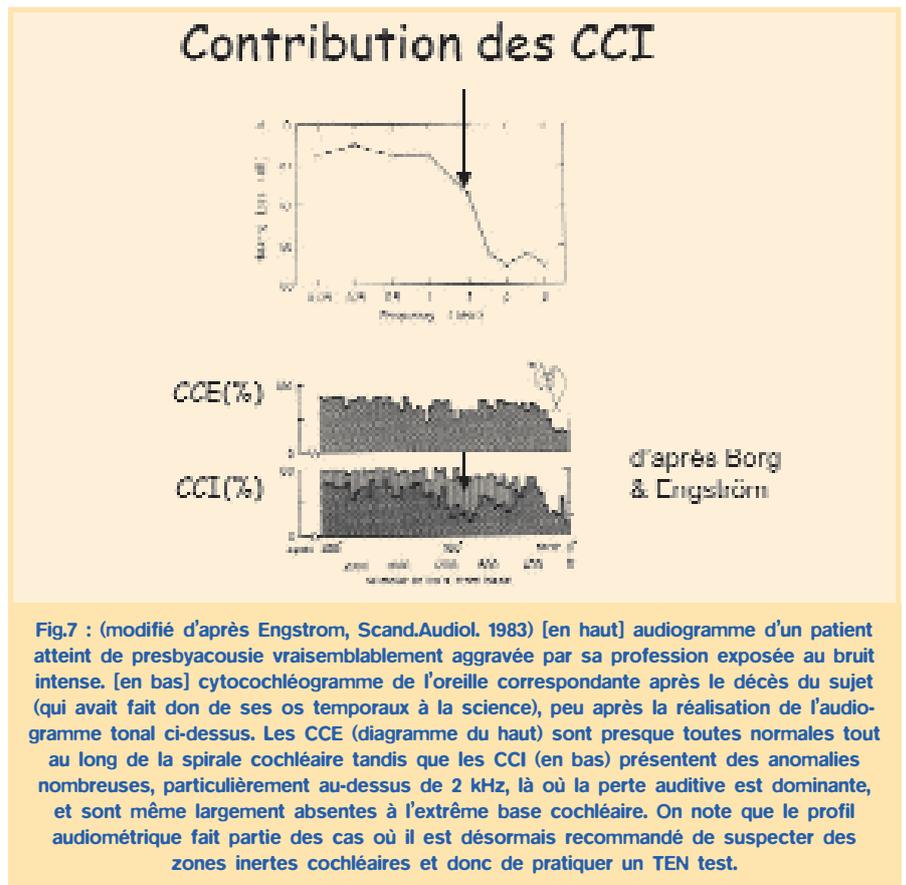
**Fig.6 :** (a) diagramme de produits de distorsion dans une oreille de souris initialement normale (courbe 1), puis exposée à un bruit traumatissant qui lèse ses CCE basales (courbe 2, cercles blancs, avec réponses quasi normales en dessous de 10 kHz, absentes au dessus). En administrant une forte dose de diurétique à cette souris, on provoque un dysfonctionnement des CCE apicales (sans pour autant les léser), si bien que les produits de distorsion disparaissent à toutes les fréquences (stade 3, triangles blancs).

Toutefois, à ce stade, il suffit de stimuler plus fort pour compenser la perte de gain des CCE et retrouver pratiquement à l'identique le diagramme de produits de distorsion du stade 2 (courbe 4 en gras, cercles noirs), donc en particulier avec une localisation précise des CCE lésées (lors du passage du stade 1 au stade 2, en l'occurrence). (b) Courbe en gras: diminution de niveau des produits de distorsion lorsqu'on rajoute un son dit supprimeur de fréquence 6,1 kHz: chez l'animal normal, la diminution se produit de manière intense au voisinage immédiat de 6,1 kHz (courbe en V très pointu).

Dix-huit minutes après l'interruption totale du flux artériel cochléaire, lorsque le potentiel endocochléaire s'est donc annulé, la courbe de suppression reste très fine et traduit donc vraisemblablement le fait que l'interaction négative entre son supprimeur et zoner de génération des produits de distorsion reste limitée à une zoner très étroite, probablement là où la source des produits de distorsion est en résonance à la fréquence 6,1 kHz. Cette résonance existe donc malgré l'inefficacité de la strie vasculaire et par là même, de la boucle de rétroaction des CCE sur la cochlée. Mais il ne faut pas oublier que les CCE sont intactes, bien que réduites à l'inactivité.

lorsqu'une cochlée initialement intacte perd des CCE basales, détruites par une exposition à un son excessivement intense (les produits de distorsion acoustiques disparaissent au dessus de 10 kHz), puis lorsque la strie vasculaire de la même cochlée est intoxiquée temporairement par l'injection d'un diurétique qui fait diminuer le potentiel endocochléaire (les produits de distorsion acoustiques disparaissent partout lorsque les stimuli utilisés pour les évoquer sont de niveau modéré, < 60 dB SPL). Mais lorsqu'on stimule plus fort (70 dB SPL ou plus), les produits de distorsion acoustiques réapparaissent dans les intervalles fréquentiels où il reste des CCE, comme avant la prise de furosémide. La frontière entre zones avec et sans CCE reste très abrupte comme si les produits de distorsion acoustiques gardaient une précision d'analyse en fréquences même en l'absence de résonance cochléaire fine (puisque l'absence de potentiel endocochléaire ne permet plus à la boucle de rétrocontrôle de Gold d'être efficace). Sur la partie droite de la figure 6, on voit deux courbes d'accord de masquage des produits de distorsion acoustiques, l'une avant et l'autre après l'interruption du flux sanguin artériel cochléaire. La première est donc réalisée dans une cochlée aux résonances mécaniques normales, l'autre plusieurs dizaines de minutes après la perte de ces résonances par "panne" striale. Pourtant les produits de distorsion acoustiques continuent à montrer la même résonance qu'avant l'arrêt du fonctionnement de la strie vasculaire, et comme cela ne peut être le reflet de la résonance cochléaire globale, ce ne peut être que le reflet de résonances propres aux sources de produits de distorsion acoustiques (sans doute les stéréocils des CCE).

Se pourrait-il que ces résonances résiduelles, encore présentes avec les CCE lorsque la strie vasculaire ne fonctionne plus bien, suffisent à assurer un avantage sur le plan perceptif ? il ne faut en effet pas oublier que les réponses résiduelles des stéréocils des cellules sensorielles (en cas de surdité de perception non totale, il y en a forcément) sont ce qui détermine



**Fig.7 :** (modifié d'après Engstrom, Scand.Audiol. 1983) [en haut] audiogramme d'un patient atteint de presbyacousie vraisemblablement aggravée par sa profession exposée au bruit intense. [en bas] cytochloéogramme de l'oreille correspondante après le décès du sujet (qui avait fait don de ses os temporaux à la science), peu après la réalisation de l'audiogramme tonal ci-dessus. Les CCE (diagramme du haut) sont presque toutes normales tout au long de la spirale cochléaire tandis que les CCI (en bas) présentent des anomalies nombreuses, particulièrement au-dessus de 2 kHz, là où la perte auditive est dominante, et sont même largement absentes à l'extrême base cochléaire. On note que le profil audiométrique fait partie des cas où il est désormais recommandé de suspecter des zones inertes cochléaires et donc de pratiquer un TEN test.

l'audition résiduelle, bien plus directement que les réponses de la cochlée globale.

Autrement dit, la connaissance du nombre de CCE résiduelles par intervalle de fréquence permet avec précision de connaître la sensibilité résiduelle de la cochlée, mais on peut peut-être aussi anticiper sur les capacités résiduelles de résonance et de compression mécanique, puisque les trois propriétés que sont la sensibilité, la finesse de résonance et la compression mécanique résultent du même aspect du travail des CCE et de leurs stéréocils. Ceci pourrait conditionner les performances du sujet en termes d'intelligibilité, de dynamique résiduelle et aussi dans une certaine mesure de compréhension dans le bruit. Bien sûr, ces hypothèses doivent être vérifiées ou infirmées non plus chez l'animal, mais cette fois sur des sujets humains qu'on aurait pu trier selon que leur presbyacousie est à dominante "absence des CCE" ou "déficit strial" : ce travail est actuellement en cours.

Il est courant d'insister sur la part des CCE dans les presbyacousies, ce que nous venons de faire. Il ne faut quand même pas oublier que les CCI subissent, elles aussi, des lésions progressives qui sont loin d'être quantitativement négligeables (0,7% dégèrent par an à la base, et 0,3% dans les régions plus apicales, sur un total d'environ 3000). Dans certains cas, l'atteinte des CCI se révèle même dominante : certains cas isolés ont été documentés sur le plan histologique et publiés dans la littérature ; leur représentativité est difficile à évaluer dans la mesure où il y a globalement très peu de cas sérieusement analysés de ce point de vue.

L'équipe d'Erik Borg, en Suède, a apporté dans ce domaine plusieurs contributions très significatives, la première en étudiant l'histologie d'os temporaux humains chez quelques-uns de leurs patients régulièrement suivis sur le plan audiométrique. Les résultats de certaines histologies (reproduits sur la figure 7, extraite de la thèse de B.Engstrom) sont frappants en ce que malgré un profil typique de perte auditive

liée au bruit (il s'agit là d'une personne âgée ayant été exposée au bruit de tronçonneuse pendant une carrière professionnelle de bûcheron), les CCE paraissent intactes et sont en tout cas largement présentes tout au long de la spirale cochléaire, tandis que les CCI sont très altérées précisément dans la zone codant pour l'intervalle de fréquences où la surdité domine. La deuxième contribution de l'équipe de Borg porte sur des expositions expérimentales de lapins de laboratoire, et ils montrent que les CCE ou les CCI sont les cibles privilégiées, selon le type d'exposition au bruit (bruit intense de courte durée, ou bruit moins intense mais plus prolongé: la règle iso-énergétique habituellement vraie est donc violée ici puisqu'à énergies totales égales, les cellules atteintes sont de types différents).

En fait l'exposition au bruit (considérée bien sûr en tant que l'un des facteurs contribuant à la presbycusie), peut spécifiquement, dans certaines conditions de présentation, atteindre le couple CCI /

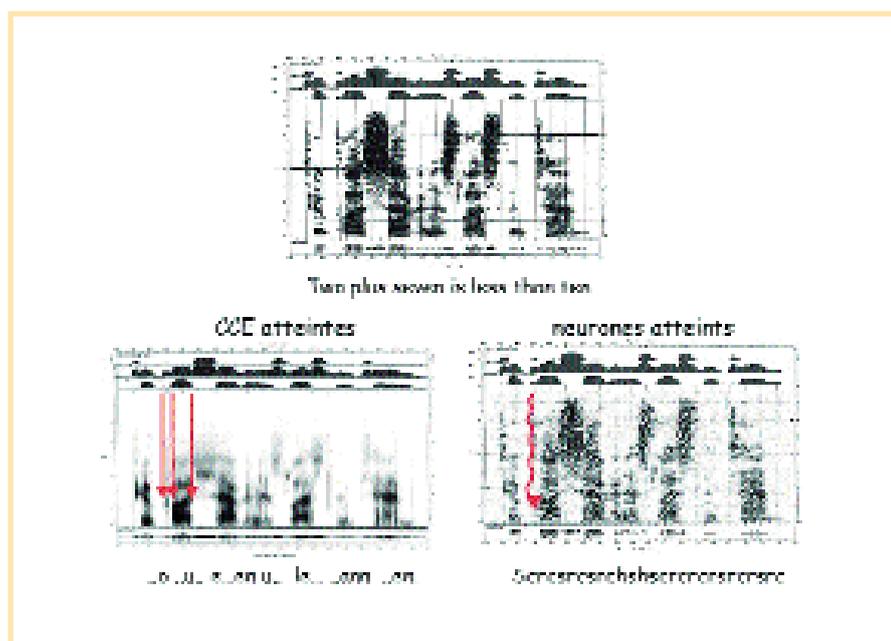
synapses avec les neurones auditifs par excitotoxicité - voir les travaux de l'équipe de J.L.Puel sur la synapse glutamatergique CCI / neurones auditifs- tout en respectant éventuellement l'intégrité des CCE.

Les profils avec atteinte des CCI s'accompagnent alors d'otoémissions parfaitement normales, et c'est donc a contrario devant un tel résultat ("paradoxal, mais en fait de mieux en mieux documenté à l'heure actuelle) qu'on est amené à suspecter les CCI et neurones, à l'instar de ce qui se passe chez l'enfant quand on détecte une neuropathie auditive. On peut prévoir des conséquences fonctionnelles similaires : pas d'atteinte de la sensibilité mécanique (donc aucun bénéfice à attendre d'un gain prothétique, hélas), en revanche des perturbations disproportionnées en termes d'intelligibilité dans le silence et dans le bruit. L'explication est la suivante.

La figure 8 (diagramme de gauche) présente une simulation (très "naïve") de ce qui correspondrait à un sonagramme "transformé" par un déficit des CCE: cette

simulation n'est pas totalement irréaliste dans la mesure où l'on sait que le profil d'activité des populations neuronales du nerf auditif ou des voies auditives centrales est assez similaire à un sonagramme (voir l'article de Bertrand Delgutte dans un précédent numéro des Cahiers de l'Audition). Le résultat typique attendu est un flou concernant la dimension verticale, en raison de l'élargissement des filtres auditifs (voir la figure 5 et les résultats de Brian Moore), et un manque d'audibilité des hautes fréquences en raison de l'élévation des seuils en général plus marquée dans cette gamme. Lorsque le couple CCI / neurones fonctionne mal, on risque d'observer soit une absence totale d'audibilité dans la zone atteinte, soit éventuellement un flou mais qui cette fois atteint les deux dimensions, fréquentielle et temporelle. La conservation des éléments temporels du "sonagramme" en cas d'atteinte des CCE (flèches verticales sur le diagramme de gauche) aidait à conserver une certaine intelligibilité, au moins dans le silence, car on sait que la simultanéité des attaques est un indice utilisé pour l'analyse des scènes auditives. A l'inverse, une atteinte de type neuropathique ne permet pas cette intelligibilité, même dans le silence et a fortiori en présence de bruit ambiant, car l'indice de synchronie a subi de graves dommages.

En cas d'atteinte majeure des CCI / neurones auditifs, on peut considérer que la zone correspondante est morte. On est alors en terrain connu (depuis peu)... Le test des zones mortes cochléaires mis au point par Brian Moore, le TEN test, permet en effet de caractériser de telles zones. Grâce à lui, on sait que l'audiogramme tonal peut être faussement optimiste car les zones non mortes voisines peuvent répondre en donnant des contributions "hors-fréquence", fantômes. L'équipe de B.Moore a aussi montré qu'il n'est pas souhaitable d'amplifier les sons dans les intervalles de fréquence "morts", par risque d'interférer négativement avec la perception dans les intervalles voisins.



**Fig.8 :** [en haut] sonagramme de référence. [en bas à gauche] sonagramme modifié pour simuler l'existence d'une surdité due à des anomalies motrices (CCE) : la sensibilité aux hautes fréquences est insuffisante (aspect trop pâle et peu contrasté) et la sélectivité en fréquences est mauvaise (flou vertical) mais le synchronisme des attaques reste préservé (flèches verticales). [en bas à droite] sonagramme modifié pour simuler l'existence d'une surdité due à des anomalies sensorielles (CCI et/ou neurones) : la sensibilité peut ne pas poser problème (contraste normal) mais le synchronisme des attaques est brouillé (flou horizontal).

## En conclusion :

Les otoémissions contribuent à distinguer sans ambiguïté entre les situations avec CCE intactes mais inactivées et les CCE absentes ou irréversiblement lésées, ce qui ouvre des perspectives pour affiner notre étude au cas par cas des conséquences fonctionnelles d'une presbyacousie, à audiogramme tonal égal : Le bon vieil audiogramme tonal ne supporte plus d'être tout seul dans un dossier, sans confirmation ou recoupement avec de nombreux autres tests...

L'utilisation combinée d'explorations fonctionnelles objectives (ou non) simples et rapides, avec notamment le TEN test pour les zones mortes cochléaires, permettra rapidement, en croisant les résultats, de

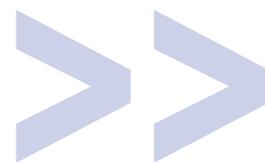
détecter dans une presbyacousie les composantes liées aux :

- CCE
- CCI - neurones
- strie vasculaire

La recherche en cours vise à déterminer dans quelle mesure les tests objectifs (et ceux décrits dans cet article ne nécessitent vraiment que quelques minutes) peuvent se substituer aux tests plus lourds destinés à évaluer les performances perceptives proprement dites. Il serait important d'aboutir car les tests psychophysiques lourds (voir pour leur description, notamment, les excellents ouvrages et articles de Brian Moore) ne sont pas envisageables autrement que dans un laboratoire de recherche avec des sujets volontaires capables de consacrer plusieurs heures,

séance après séance, à la recherche. Nous avons amorcé ici quelques pistes montrant que cette perspective n'est pas totalement utopique. Mieux, peut-être, certains tests objectifs semblent donner accès à des paramètres intimes du fonctionnement cochléaire jusqu'alors inaccessibles, si ce n'est in vitro...

En tout cas, les données physio-pathologiques actuelles montrent bien que seule une méthodologie rigoureuse et complète peut permettre d'anticiper les problèmes inhérents à chaque pathologie, une fois les gains et compressions réglés. Ceci sera de plus en plus utile pour assurer un appareillage réussi avec le moins de tâtonnements possibles.



**Restez dans la course avec +Audio !**  
**100% compatible**




**Laboratoire + Audio - Informatique**  
 (C. Elcabache ou C. Vial)  
 4 rue Gambetta - 89100 SENS  
 Tél : 03 86 83 89 29



# VEILLE INFORMATIQUE

## **ET SI LA PREMIÈRE VERTU D'UN LOGICIEL ÉTAIT LA FACILITÉ !!!**

Avec les versions successives de nos programmes informatiques, nous bénéficions de fonctions sans cesse plus nombreuses.

On peut qualifier cette inflation de "course à la puissance".

Si nous n'utilisons qu'un seul programme, cette "richesse fonctionnelle" serait toujours la bienvenue.

Les utilisateurs chevronnés de programmes type "Adobe Photoshop" sont toujours à l'affût d'une évolution et de nouvelles possibilités.

Dans notre domaine, nous vivons (subissons) une évolution pratiquement constante des différents programmes que nous utilisons (gestion, programmation, audiophonologie), aussi nous en arrivons à quelque fois ne plus mémoriser toutes les nouveautés, à sous employer nos merveilleux logiciels en ne sachant plus comment faire tel ou telle tâche.

La simplicité et la facilité d'emploi d'un logiciel sont notre garantie que les fonctions seront utilisées car compréhensibles, la formation sera réduite et beaucoup de temps sera épargné.

**C. ELCABACHE**  
Membre du Collège National  
d'Audioprothèse

# Edito

# LES FAX

Plusieurs nouveautés intéressantes dans les dernières mises à jour de nos modules logiciels sous NOAH ; nous reviendrons en détail sur les plus significatives.

## OTICON (Génie 5.1)

Il restait un vœux à exaucer : "accélérer le module OTICON". Génie 5.1 l'a fait !

## CONNEXX 5

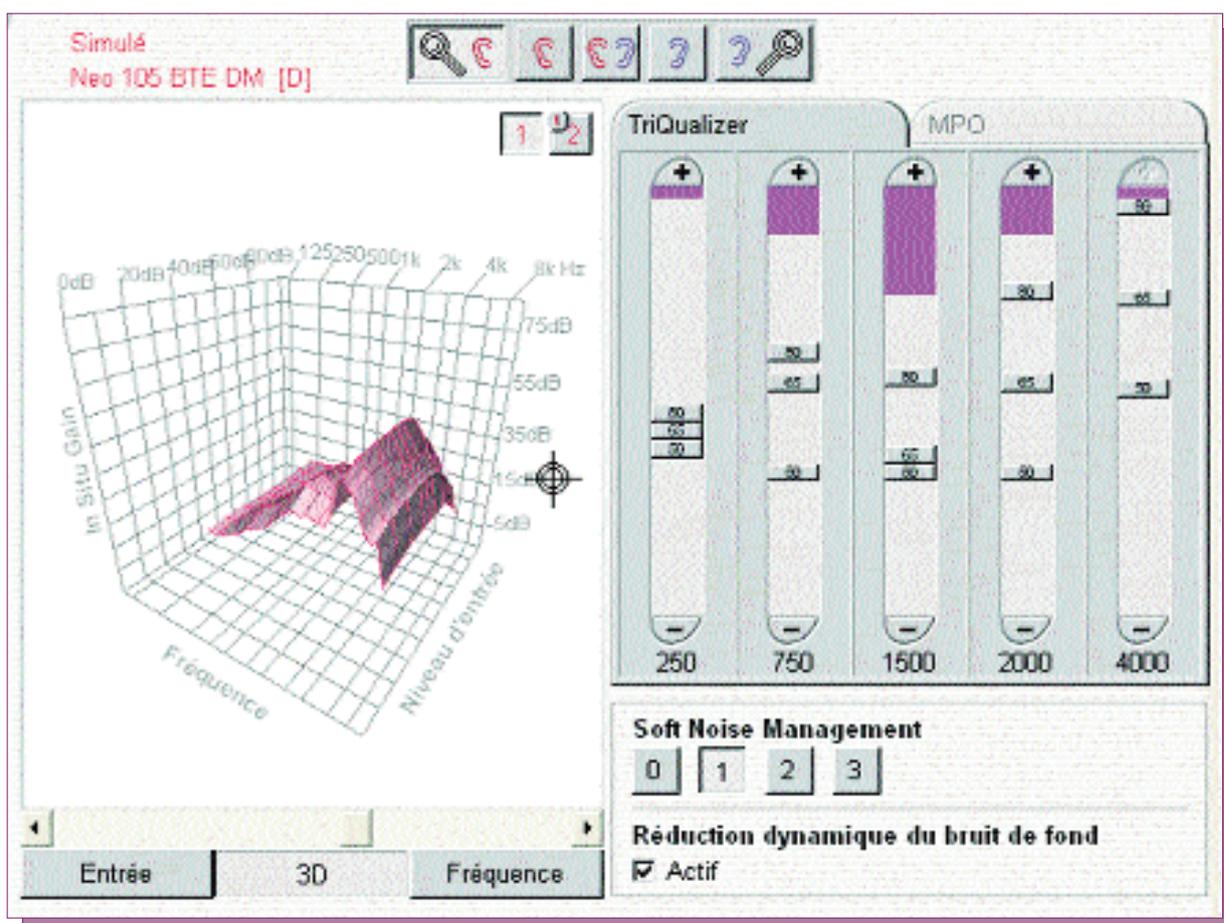
Pour la mise en œuvre de sa nouvelle gamme ACURIS, SIEMENS nous propose une toute nouvelle version de CONNEXX aux fonctions très intéressantes et à l'ergonomie totalement revisitée. Nous y reviendrons prochainement un peu plus en détail...à suivre.

## OASIS PLUS V4

La nouvelle gamme NEO est pour BERNAFON l'opportunité d'une mise à jour de son logiciel OASIS.

Nous retrouvons avec plaisir la représentation 3D des courbes de réponse en fonction des niveaux d'entrée et une nouvelle approche du réglage des différents gains avec le "TRIQUALIZER", égaliseur doté de trois curseurs agissant indépendamment sur les sons faibles (50 dB), les sons moyens (65 dB) et les sons forts (80 dB).

C'est très pratique et très parlant.



## BELTONE SOLUCE

Voici un module dont la mise en œuvre et l'apprentissage sont d'une facilité et d'une clarté déconcertante.

Nous y reviendrons dans un prochain numéro. ■

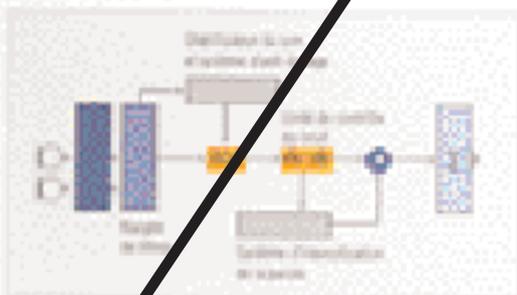
## La différence numérique Widex

[ Réduction du bruit et intensification de la parole ]

**Une caractéristique qui assure le meilleur confort d'écoute en toute situation**

- L'algorithme de réduction du bruit agit sur les niveaux d'entrée élevés pour préserver l'intelligibilité et la parole tout en évitant l'effet de masquage produit par le bruit.
- La distribution des niveaux du signal d'entrée est analysée dans les 15 canaux afin de pouvoir évaluer le rapport signal/bruit.
- Chaque canal dispose d'une détection de parole jusqu'à 50 dB SPL.
- Système d'intensification de la parole (SIP) qui favorise la parole et réalise une analyse du rapport signal/bruit sur chacune des bandes, pour ensuite redistribuer l'amplification sur chacun des 15 canaux.
- Un champ d'action ultra flexible assurant la meilleure intelligibilité et le meilleur confort d'écoute possible.

# Films chez vous



La caractéristique Réduction du bruit et intensification de la parole, caractéristique unique à Sanno Divina, assure le confort du malentendant, en particulier dans le bruit. Le malentendant peut porter son appareil toute la journée sans éprouver de fatigue.

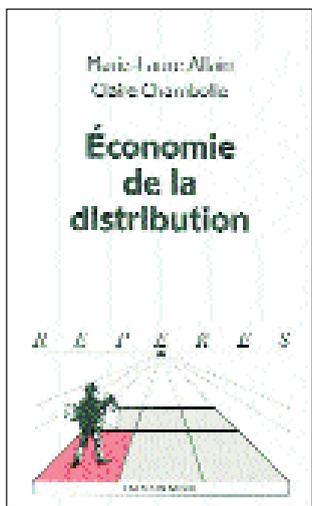


Sanno Divina  
La première aide auditive de haute définition au monde

**ECONOMIE DE LA DISTRIBUTION**

M-A. ALLAIN ET C. CHAMBOLLE

LA DECOUVERTE 121P. 2003.



et qu'à ce titre nous avons un rôle essentiel à jouer car les biens que nous distribuons font l'objet d'un statut particulier comme le médicament par exemple et ne peuvent être assimilés à des biens de consommation courante. La deuxième caractéristique de ce bien c'est qu'il n'est pas banal mais "anomal" et se définit comme un bien de forte valeur unitaire, durable, acheté peu fréquemment. Il faut savoir que les consommateurs sont prêts à passer beaucoup de temps pour acquérir ces biens. Ce petit ouvrage vous apportera beaucoup d'informations qui devraient vous permettre de mieux comprendre ce que vous faites.

François Degove

**SPEECH PROCESSING IN THE AUDITORY SYSTEM**

S. GREENBERG ; W. A. AINSWORTH

A. N. POPPER ET R. R. FAY

SPINGER 476P. 2004.



Depuis bien longtemps ce thème nous intéresse beaucoup et rares sont les bons

ouvrages qui sortent sur ce sujet. Le plus souvent, ils se répètent ou se copient les uns les autres avec une iconographie à peine différente de l'un à l'autre. Mais voilà, de temps à autre, une surprise arrive. Le système auditif fait un travail remarquable en permettant de transférer des données de la physique

acoustique en informations de parole ayant un sens. Le moyen par lequel il y arrive reste à ce jour bien mystérieux. La simple observation d'un enregistrement d'une voyelle et d'une consonne nous laisse entrevoir l'idée que ces entités ne seront sans doute pas traitées de la même manière par le système auditif lui-même. La conception la plus classique stipule que le décodage se fait selon un découpage temporel précis puis est transformé en donnée ayant un sens par les centres dédiés au traitement cognitif. La dégradation du système de représentation spectrale quelle qu'en soit l'origine conduirait d'après cette conception à une perte de capacité du système à analyser convenablement l'information. L'influence de cette conception est très marquée dans les domaines de l'analyse de la parole et de la conception des aides auditives récentes. Mais, l'analyse d'un spectre qui défile n'est pas très réaliste dans le cas d'une écoute dans un bruit de cocktail party par exemple. Bien d'autres éléments interviennent dans la reconnaissance de la parole. Par exemple, la vitesse de variation de l'enveloppe spectrale dans le temps qui peut être brève ou lente. Il y a aussi les niveaux d'énergie qui varient. D'autres éléments interviennent sur des temps plus longs tels que les éléments de prosodie. Ceux-ci doivent être intégrés à l'ensemble du signal et participent à donner du sens. Malgré une conceptualisation qui évolue sensiblement, les particularités de l'audition elle-même ont été trop longtemps négligées comme cadre possible de la compréhension

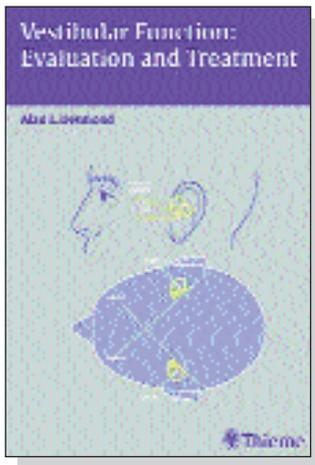
de la structure et de la fonction du signal de parole en tant que tel. Traditionnellement, les contraintes associées au signal de paroles ont été plus étroitement corrélées à la mécanique articulaire. Face à ce type d'approche, la théorie motrice de la perception qui stipulait que la perception serait très liée à l'articulation dans la mesure où le geste articulaire serait étroitement corrélé au spectre acoustique. Pour de multiples raisons, cette approche pose de nombreux problèmes, entre autres par rapport à la perception de sons de paroles et à leur différenciation par certains animaux, ou par les nouveaux-nés qui sont bien incapables d'avoir des gestes articulaires. Bien d'autres aspects de la perception de la parole sont abordés. Ainsi, par exemple la modulation d'amplitude à basse fréquence qui pourrait jouer un rôle non négligeable dans l'encodage de l'information au niveau central. Bref, des scènes auditives au codage en passant par la représentation corticale du signal de parole, de la représentation spectro-temporelle des détails aux capacités des canaux de transfert de l'information ou bien de la protection de l'information pendant son transfert, il y a tellement de questions qui se posent et de réponses qui commencent à émerger que le moins qu'on puisse dire c'est que cet ouvrage est plutôt bien venu et apportera un savoir souvent très dispersé et indispensable pour qui veut accéder à une compréhension fine de ces questions.

FD

## VESTIBULAR FUNCTION : EVALUATION AND TREATMENT

A. L. DESMOND

THIEME 228P. 2004.



Une approche pratique d'un problème commun dans le domaine de la santé. C'est ainsi que cet ouvrage est présenté. Des étiologies variées et un manque d'évidence clinique contribuent à faire du diagnostic des vertiges ou de la perte d'équilibre un challenge intéressant pour le médecin. Cette question, bien sûr, nous intéresse indirectement dans la mesure où elle est finalement très banale chez les gens à partir de 75 ans. Ce livre qui s'adresse à des praticiens est une introduction qui prend en compte de nombreux aspects de la demande y compris des considérations sur le marché et la réponse que le spécialiste peut apporter en développant une activité centrée sur ce domaine à la fois si important pour la population et si étroit qu'il implique de toute évidence un travail personnel sur ce sujet pour en sortir quelque chose de structuré et de "vendable" à d'autres spécialistes et au

public. Ce genre d'ouvrage présente de toute évidence un intérêt pour son aspect pratique et aussi du fait qu'il remet l'activité médicale dans la réalité économique ce qui semble tout à fait normal lorsqu'on regarde le niveau de la demande. Cette remarque, nous le soulignons, n'est pas une incitation à utiliser les fonds de l'assurance maladie pour le plaisir d'un petit nombre. Elle est simplement liée au fait qu'il serait urgent de trouver une formule qui permette à ceux qui veulent consommer une partie de leurs revenus dans la médecine de pouvoir le faire tout en préservant l'essentiel pour ceux qui aimeraient bien s'en passer mais qui en ont réellement besoin.

FD

## AUDITORY DISORDER IN SCHOOL CHILDREN (4<sup>ÈME</sup> ÉDITION)

R. J. ROESER ET M. P. DOWNS

THIEME 469P. 2004.

Un tandem dont chacun des protagonistes est bien connu des spécialistes de l'audiologie. C'est avec enthousiasme que les coordinateurs de l'ouvrage s'attaquent à l'évaluation des connaissances qui ont fait évoluer très sensiblement la prise en charge de la surdité de l'enfant quel que soit son niveau. Il ne se passe pas un mois sans qu'une nouveauté qu'elle soit matérielle, technique (chirurgicale ou prothétique) ou qu'elle relève de la connaissance par

exemple, dans le domaine de la génétique, pour que le regard que l'on porte sur tel ou tel enfant ayant une surdité dont on ignorait l'origine soit mieux identifiée et du coup permette d'adapter une prise en charge plus adaptée du fait du regroupement de connaissances sur des cas approchants. L'ouvrage comprend 3 grandes sections. La première très courte traite des questions d'éducation et des textes de lois qui encadrent ces activités et qui permettent aux personnes déficientes de bénéficier de droits (une certaine forme de discrimination positive) leur permettant d'avoir accès à des centres d'enseignement ou à des avantages en matière de soutien qui sont des conditions nécessaires pour niveler les écarts. La seconde traite de la question de l'identification. Dans cette partie, sont traitées les questions de mesures objectives et subjectives, les aspects médicaux des désordres auditifs, les évaluations etc...

La troisième section aborde la remédiation dans ces aspects les plus divers : en partant des effets de la surdité en passant par la maintenance, l'acoustique des classes, les systèmes d'amplification pour les étudiants dans les salles, les conseils aux familles etc...

Cet ensemble fait de cet ouvrage une excellente revue de la question à ce jour.

FD ■

## ENSEIGNEMENT POST-UNIVERSITAIRE D'AUDIOPROTHÈSE

### LES AIDES AUDITIVES IMPLANTABLES

**VENDREDI 10 &  
SAMEDI 11 DECEMBRE 2004**

Organisé par le Collège National  
d'Audioprothèse avec les Directeurs  
d'enseignement d'audioprothèse

Sous les parrainages du Ministère de  
l'Éducation Nationale, de l'Enseignement  
Supérieur et de la Recherche et du  
Ministère de la Santé et de la Protection  
Sociale

#### **Vendredi 10 Décembre 2004**

**8 h 00**

Accueil des participants

**9 h 00 - 9 h 15**

**Introduction à l'E.P.U. 2004**

X. RENARD, Lille

Président du Collège National  
d'Audioprothèse

**Séance du matin**

**9 h 15 - 10 h 45**

**L'implant à ancrage osseux :**

Indications, adaptation, résultats

DR J.-N. HANSON,

Oto-Rhino-Laryngologiste, Lille

C. RENARD, Lille

**11 h 15 - 12 h 30**

**L'implant d'oreille moyenne**

Pr O. DEGUINE,

Oto-Rhino-Laryngologiste, Toulouse

J. F. VESSON, Lyon

**Séance de l'après-midi**

**14 h 00 - 15 h 00**

**L'implant d'oreille moyenne (suite)**

F. VIGNAULT, Toulouse

**15 h 00 - 15 h 30**

**Les limites de la prothèse conventionnelle**

A. COEZ, Paris

**16 h 00 - 17 h 45**

**L'implant cochléaire**

Les différents implants cochléaires

Techniques et stratégie

Codage et perception de la parole

B. AZEMA, Paris

F. VIGNAULT, Toulouse

F. LEFEVRE, Rennes

#### **Samedi 11 décembre 2004**

**8 h 45**

Accueil des participants

**Séance du matin**

**9 h 00 - 10 h 15**

**L'implant cochléaire (suite)**

Le bilan pré-implantation

L'information des patients

Pr A. ROBIER,

Oto-Rhino-Laryngologiste, Tours

B. ROY, Tours

**10 h 45 - 12 h 15**

**L'implant cochléaire (suite)**

Les réglages de l'implant cochléaire

F. LE HER, Rouen

E. BIZAGUET, Paris

E. HANS, Montbéliard

**12 h 15 - 12 h 45**

**L'implant cochléaire (suite)**

Les résultats

E. BIZAGUET, Paris

**Séance de l'après-midi**

**14 h 15 - 14 h 45**

**L'implant cochléaire (suite)**

Le suivi, la prise en charge

orthophonique

DR D. BUSQUET, Phoniatre, Paris

B. AZEMA, Paris

**14 h 45 - 15 h 30**

**L'implant cochléaire (suite)**

Rôle de l'audioprothésiste

B. AZEMA, E. BIZAGUET, E. HANS,

F. LEFEVRE, F. LE HER, T. RENGLLET,

B. ROY, F. VIGNAULT

**16 h 00 - 16 h 45**

**L'implant électro-acoustique :**

Complémentarité de l'implant cochléaire

et de la prothèse auditive ipsilatérale.

Indications, réglages et premiers résultats.

PR B. FRAYSSE,

Oto-Rhino-Laryngologiste, Toulouse

E. BIZAGUET, Paris

**16 h 00 - 16 h 45**

**Synthèse, conclusion et**

**introduction à l'EPU 2005**

X. RENARD, Lille

E. BIZAGUET, Paris

**Clôture de l'EPU**

#### **Inscriptions et renseignements :**

Danièle KORBA

COLLEGE NATIONAL

D'AUDIOPROTHESE

50, rue Nationale BP 116

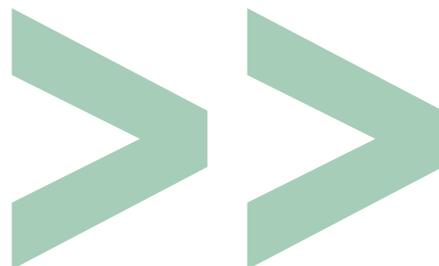
59027 LILLE cedex

Tél : 03 20 57 37 37

Fax : 03 20 57 98 41

E-mail :

College.Nat.Audio@wanadoo.fr ■





**TRIANO**

Le meilleur  
du numérique

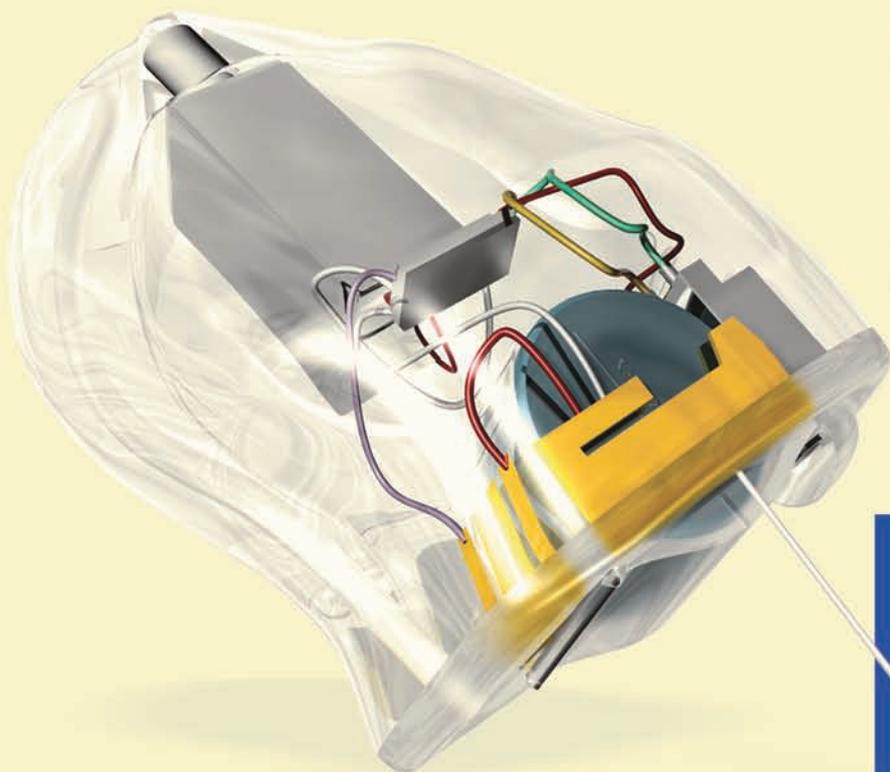
Pour plus d'information sur Triano contactez nous : 01 49 00 15 86



**SIEMENS**

# CLARITY®

mieux entendre en toute transparence



La solution  
numérique  
idéale

dès les premiers  
signes de gêne auditive.

TRANSPARENCE  
VISUELLE



TRANSPARENCE  
ACOUSTIQUE

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



## STARKEY CREE CLARITY

Une coque transparente qui promet une totale discrétion : c'est en pensant aux nouveaux seniors qui accordent autant d'attention à leur allure qu'à leur audition, que nous avons créé Clarity.

Doté du circuit **AXENT II**, bénéficiant de l'annulateur de larsen le plus évolué du marché, il permet une aération très importante pour un confort maximum.