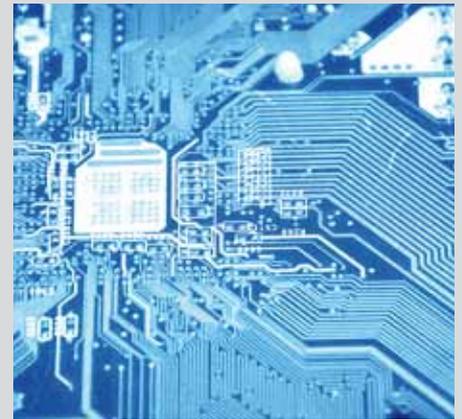


## L'audiométrie vocale

- > Guide des bonnes pratiques de l'audiométrie vocale
- > Recommandations de la société française d'audiologie (SFA) et de la société française d'orl et de chirurgie cervico-faciale (SFORL) pour la pratique de l'audiométrie vocale dans le bruit chez l'adulte



### Veille technique

Les innovations des industriels



### Notes de lecture

François DEGOVE



### Veille acouphènes

Evolution comparée de la plainte d'acouphène et d'hyperacousie après thérapie sonore (TRT) - Partie 1

Philippe LURQUIN, Morgane VIALLA



### Métier et Technique

Facteurs influençant les résultats d'une réhabilitation auditive chez l'adulte

Elsa LEGRIS, Julie BESTEL, Jean-Marie Aoustin, Mathieu ROBIER, David BAKHOS



### Actualités

Enseignement



# ReSound ONE sur

- Une campagne de communication mettant en valeur les audioprothésistes et les bénéficiaires de l'appareillage
  - BFM TV : 1<sup>er</sup> média info tous médias confondus
  - Une période tactique pour les ventes d'aides auditives (20 passages avant les fêtes de fin d'année à partir du 7/12/2020)
    - Des horaires premium : 2 passages / jour (+500.000 téléspectateurs sur ces tranches horaires en moyenne)

**REJOIGNEZ-NOUS !**  
**PARLEZ-EN À VOTRE RESPONSABLE COMMERCIAL GN**

Suivez-nous aussi sur notre page LinkedIn GN Hearing France ou sur notre site [pro.resound.com](http://pro.resound.com)



## 3 Editorial

Paul AVAN



## 5 Le mot du Président

François Le HER



## 6 Dossier : L'audiométrie vocale

### 7 Guide des bonnes pratiques de l'audiométrie vocale

Éric BIZAGUET, Pr René DAUMAN, Matthieu DEL RIO, François Le HER,  
Pr Bernard MEYER, Dr Christian MEYER-BISCH,  
Dr Françoise STERKERS-ARTIÈRES, Pr Christophe VINCENT

### 15 Recommandations de la société française d'audiologie (SFA) et de la société française d'orl et de chirurgie cervico-faciale (SFORL) pour la pratique de l'audiométrie vocale dans le bruit chez l'adulte

C.A. JOLY, P. REYNARD, K. MEZZI, D. BAKHOS, F. BERGERON,  
D. BONNARD, S. BOREL, D. BOUCCARA, A. COEZ, F. DEJEAN,  
M. DEL RIO, F. LECLERCQ, P. HENRION, M. MARX, T. MOM,  
I. MOSNIER, M. POTIER, C. RENARD, T. ROY, F. STERKERS-ARTIÈRES,  
F. VENAIL, P. VERHEYDEN, E. VEUILLET, C. VINCENT, H. THAI-VAN



## 33 Métier et Technique

### Facteurs influençant les résultats d'une réhabilitation auditive chez l'adulte

Elsa LEGRIS, Julie BESTEL, Jean-Marie Aoustin, Mathieu ROBIER,  
David BAKHOS



## 43 Veille acouphènes

### Evolution comparée de la plainte d'acouphène et d'hyperacousie après thérapie sonore (TRT) - Partie 1

Philippe LURQUIN, Morgane VIALLA



## 49 Veille technique

### Les innovations des industriels

PHONAK, RESOUND, STARKEY, SIGNIA, WIDEX



## 62 Notes de lecture

François DEGOVE



## 63 Annonces



## 64 Actualités

Enseignement

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

## Editeur

Collège National d'Audioprothèse

Président François LE HER

LCA - 20 rue Thérèse

75001 Paris

Tél. 01 42 96 87 77

francoisleher@orange.fr

## Directeur de la publication et rédacteur

Arnaud COEZ

LCA - 20 rue Thérèse

75001 Paris

Tél. 01 42 96 87 77

acoetz@noos.fr

## Rédacteur en chef

Paul AVAN

Faculté de Médecine

Laboratoire de Biophysique

28, Place Henri DUNANT - BP 38

63001 Clermont Ferrand Cedex

Tél. 04 73 17 81 35

paul.avan@u-clermont1.fr

## Conception et réalisation

MBQ

Stéphanie BERTET

48 avenue Philippe Auguste

75011 Paris

stephanie.bertet@mbq.fr

## Abonnements, publicités & annonces

editions-cna@orange.fr

## Dépôt Légal à date de parution

Septembre/Octobre 2020

Vol. 33 N°5

Imprimé par INORE GROUPE

# Le Collège National d'Audioprothèse

Président    Président d'honneur    Président d'honneur Secrétaire Général    Président d'honneur    1<sup>er</sup> Vice Président    2<sup>e</sup> Vice Président    Trésorier Général    Trésorier Général adjoint    Secrétaire général adjoint    Directeur Cahiers de l'audition



François LE HER    Xavier RENARD    Eric BIZAGUET    Stéphane LAURENT    Matthieu DEL RIO    Christian RENARD    Eric HANS    Thomas ROY    Frank LEFEVRE    Arnaud COEZ

## Membres du Collège National d'Audioprothèse



Charlotte BALET    Hervé BISCHOFF    Jean-Jacques BLANCHET    David COLIN    François DEJEAN    Jean-Baptiste DELANDE    Xavier DELERCE    STÉPHANE GALLEGO



Stéphane GARNIER    Alexandre GAULT    Grégory GERBAUD    Céline GUEMAS    Jehan GUTLEBEN    Bernard HUGON    Jérôme JILLIOT    Yves LASRY



Yvan NAHMANI    Morgan POTIER    Frédéric REMBAUD    Mathieu ROBIER    Benoit ROY    Jean-François VESSON    Alain VINET    Paul-Edouard WATERLOT

## Membres honoraires du Collège National d'Audioprothèse



Patrick ARTHAUD    Jean-Claude AUDRY    Jean-Paul BERAHA    Geneviève BIZAGUET    Daniel CHEVILLARD    Christine DAGAIN    Ronald DE BOCK    Xavier DEBRUILLE



François DEGÔVE    Jean-Pierre DUPRET    Charles ELCABACHE    Robert FAGGIANO    Francis FONTANEZ    Maryvonne NICOT-MASSIAS    Claude SANGUY    Philippe THIBAUT

## Membres Correspondants étrangers du Collège National d'Audioprothèse



Roberto CARLE    Léon DODELE    Bruno LUCARELLI    Philippe LURQUIN    Leonardo MAGNELLI



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



Paul AVAN

L' évolution des connaissances en physiologie de l'audition a permis d'identifier la diversité des cadres dans lesquels les performances auditives en situations réalistes obéissent à des logiques variées, tantôt avec des atteintes concordantes de tous les tests classiques, tantôt avec des discordances. On arrive de mieux en mieux à comprendre ces dernières en corrélant les caractéristiques des sons tests les moins bien identifiés et la nature et la fonction des éléments anormaux du système auditif. L'audiométrie vocale est évidemment au carrefour de cette recherche de corrélations. Le présent numéro fournit une synthèse des réflexions menées ces dernières années par des groupes représentatifs de praticiens.

Le premier document du dossier, rédigé en 2013 sous l'égide de la Société Française d'Audiologie, vise à harmoniser les pratiques, qui sont potentiellement très nombreuses (silence, bruit... stationnaire ou multilocuteurs; champ libre; mots, phonèmes; enfants, adultes, etc.) et dont l'absence de standardisation est parfois avancée comme une (mauvaise) raison pour ne pas se sentir incité à pratiquer ces tests. Le texte précise donc les modalités de passation des diverses épreuves et explique leurs différentes présentations et leur interprétation.

Le deuxième document détaille l'audiométrie vocale dans le bruit et chez l'adulte, sous le sceau d'une liste de spécialistes des Sociétés françaises d'ORL et d'audiologie. Belges et Québécois viennent compléter ce large panel de compétences. La motivation est claire, et impérieuse, le mieux est de citer celle-ci in extenso : « L'arrêté du 14 novembre 2018 portant modification sur les modalités de prise en charge des aides auditives introduit dans les indications d'appareillage la dégradation significative de l'intelligibilité, c'est-à-dire de la compréhension de la parole, en présence de bruit. » Comment décider qu'il y a indication d'appareillage, et ne pas évaluer cette dégradation en présence de bruit ? Une telle approche légère est désormais hors la loi. L'évolution des esprits est d'ailleurs intéressante pour le scientifique, car elle affirme haut et fort, pour la prise en charge, la prévalence de la gêne en situation écologique sur le degré de perte tonale, reconnaissant la pleine légitimité de la prise en charge des neuropathies auditives et des troubles centraux : un pas de géant ! Le dossier est très bien structuré, émaillé d'encarts avec des avis d'experts, et validé par un groupe de lecture.

Le dossier est très utilement prolongé par l'équipe de David Bakhos qui a effectué une analyse approfondie des facteurs de succès d'une réhabilitation auditive, intrinsèques, extrinsèques, avec une très complète liste des méthodes d'évaluation sous forme de tableau. Parmi les facteurs extrinsèques, évidemment et ce qui rejoint une des préoccupations du dossier, la démarche menée par le professionnel de santé vis-à-vis de l'évaluation des besoins de son patient. Bonne lecture, donc !

# WIDEX MOMENT™

LE SON QUI CHANGE TOUT



## LE SON QUI CHANGE TOUT

### □ CHARGEUR LITHIUM-ION INDUCTION

La plus petite aide auditive RIC rechargeable au monde.

### □ NOUVELLE DOUBLE PUCE

ZeroDelay™ : une vitesse de traitement inégalée pour un son sans écho.

### □ TRUACOUSTIC™

Des réglages plus précis pour toutes les identités acoustiques.

### □ REMOTE CARE

Service de réglage à distance pour tous les utilisateurs.

### □ MACHINE LEARNING

Intelligence artificielle pour un réglage 100% sur mesure dans la vie quotidienne.



# Le mot du Président du Collège

## François LE HER



**François  
LE HER**  
Audioprothésiste D.E.  
Président du  
Collège National  
d'Audioprothèse

« J'entends mais je ne comprends pas la parole surtout lorsqu'il y a du bruit » combien de fois avez-vous pu entendre ces propos que vous soyez professionnel de santé ou tout simplement en relation proche d'un jeune presbycousique.

Nous savons tous bien que la presbycousie est une surdité insidieuse qui se caractérise par une perte sélective de perception des sons de fréquences aigües qui entraîne des troubles de l'intelligibilité de la parole en milieu sonore perturbé.

Néanmoins il faut aussi savoir qu'il peut exister des troubles de la compréhension de la parole en milieu bruyant sans perte tonale marquée.

Le premier objectif de tout professionnel de santé du monde de l'audiologie est de faire la part des différentes causes, à l'origine de cette plainte du malentendant, par une mesure de l'intelligibilité de la parole en milieu calme et en milieu bruyant à l'aide de l'audiométrie vocale.

C'est sur ce grand sujet que porte le dossier de ce numéro 5 des cahiers de l'audition, sujet d'autant plus important qu'il est au cœur des nouvelles mesures législatives concernant les modalités de prise en charge des aides auditives et des prestations associées.

Ce processus d'intelligibilité de la parole aussi nommé plus communément compréhension de la parole est un mécanisme complexe qui fait appel à différentes caractéristiques psychoacoustiques.

La psychoacoustique, cette discipline qui se trouve aux confins de l'acoustique et de la psychologie auditive, est caractérisée par toutes les étapes entre les caractéristiques perceptibles d'un son et les sensations cognitives qu'il provoque.

Cette science nous permet de comprendre comment notre mécanisme auditif peut transformer une perception auditive en objet signifiant.

La première étape, celle de la perception auditive est le fait de percevoir un objet qui met en jeu le sens de l'audition. Recevoir la perception auditive des objets, c'est éprouver une sensation auditive : « Je perçois quelque chose d'auditif... Mais quoi ? ».

Ensuite commence le mécanisme d'analyse de cette perception, le sens auditif est bien éveillé mais le processus d'intégration du message doit désormais comparer cette forme sonore avec d'autres formes sonores stockées en mémoire.

Pour entreprendre cette intégration, il faut passer au stade de la détection, c'est-à-dire exécuter la tâche de détecter, de déceler la présence de : « Je décele la présence de sons de parole... mais je ne comprends pas la langue ? »

Si je peux m'aider de mécanismes de comparaison avec un stock lexical de sons de parole connus par moi, je deviens capable de discrimination, c'est-à-dire de reconnaître si ces signaux acoustiques de parole sont semblables ou différents de ceux que j'ai mémorisés : « je reconnais une sonorité de voix latine qui ressemble plutôt à du français... mais je ne comprends pas les paroles ? ».

Si le rapport signal bruit s'améliore, l'intensité du signal vocal a augmenté ou celle du bruit perturbant a diminué.

Il est alors possible d'atteindre un niveau d'intelligibilité suffisant pour me permettre de comprendre le message vocal : « La parole que j'entends peut-être saisie par mon esprit parce que je peux l'identifier et la comprendre, elle est signifiante pour moi ».

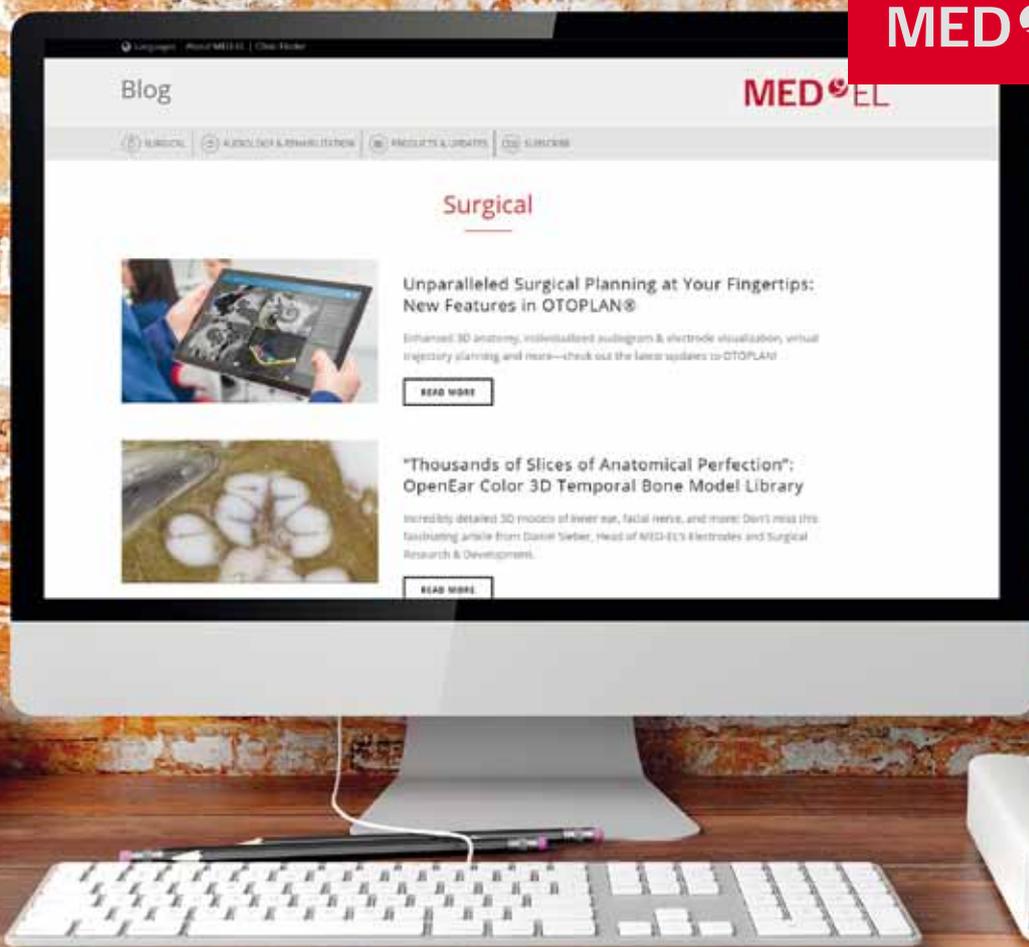
Mais pour certaines personnes cette augmentation de l'intensité du signal de parole ne provoque pas cette amélioration de ce processus de compréhension car le signal reste brouillé, trop rapide ou noyé dans le bruit.

Il est désormais reconnu que de mauvais scores d'intelligibilité de la parole dans le bruit par les malentendants ne peuvent pas être entièrement expliqués par une dégradation des seuils d'audition en audiométrie tonale.

Pour bien comprendre ces mécanismes de décodage de la parole en présence de bruit perturbant il est donc nécessaire de considérer d'autres facteurs dégradants les performances d'extraction du message vocal dans le bruit.

C'est toute cette répartition entre les dégradations d'intelligibilité dues à la perte auditive tonale elle-même et celles liées à des facteurs de distorsions perceptives du signal qu'il va falloir analyser.

Ce n'est que grâce à une parfaite maîtrise des mesures en audiométrie vocale dans le calme, le bruit, avec et sans aide auditive que les opérateurs avertis vont pouvoir relever les indices contribuant à faire la part des facteurs perceptifs et cognitifs à l'origine de la plainte du patient.



## Blog MED-EL pour les professionnels

Vous êtes un professionnel de l'audition ? Retrouvez une multitude de thèmes et de ressources utiles sur notre blog.

- Articles argumentés sur des thèmes spécifiques
- Cas cliniques chirurgicaux
- Webinars (réglages, formations...)
- Ressources audiologiques
- Nouveautés produits

Abonnez-vous pour recevoir les nouveaux articles directement dans votre boîte mail.

[my.medel.com/fr](https://my.medel.com/fr)

**Créez votre compte dès aujourd'hui**  
(un délai d'activation peut s'appliquer)



## Guide des bonnes pratiques de l'audiométrie vocale

**Ce guide, destiné aux ORL, a été réalisé en 2013 par un groupe de travail pluridisciplinaire constitué au sein de la Société Française d'Audiologie, composé de : M. Éric Bizaguet, audioprothésiste, Pr René Dauman, ORL, M. Matthieu Del Rio, audioprothésiste, M. François Le Her, audioprothésiste, Pr Bernard Meyer, ORL, Dr Christian Meyer-Bisch, médecin consultant en acoustique, Dr Françoise Sterkers-Artières, ORL, Pr Christophe Vincent, ORL.**

### Introduction

Complémentaire des précédents Guide des Bonnes Pratiques en Audiométrie de l'Adulte (1 et 2) et Guide des Bonnes Pratiques en Audiométrie de l'Enfant, ce document, centré sur l'audiométrie vocale, a pour but de :

- Préciser les modalités de passation, de recueil et d'interprétation des épreuves,
- Harmoniser les pratiques.

L'audiométrie vocale voit sa place renforcée par les progrès otologiques, audioprothétiques, orthophoniques et technologiques. Elle est, plus que jamais, une étape « obligatoire », aussi bien pour analyser les difficultés de communication des patients, que pour définir les modalités et les résultats de la prise en charge.

L'audiométrie vocale est une mesure globale de la fonction auditive chargée d'évaluer les capacités de reconnaissance de la parole. Elle joue un rôle essentiel dans l'appréciation des facultés de communication orale d'un individu.

Son association à l'audiométrie tonale est indispensable.

C'est un examen qui implique non seulement l'appareil neurosensoriel de l'audition, mais aussi la connaissance de la langue, de la culture et des capacités de suppléance mentale.

L'audiométrie vocale permet une appréciation qualitative et objective de certaines plaintes auditives du patient. Elle oriente le diagnostic. Elle est fondamentale dans le choix et les adaptations des différentes techniques de réhabilitation des surdités.

Les résultats de l'audiométrie vocale sont utilisés aussi bien par l'ORL, l'audioprothésiste et l'orthophoniste. Cependant, l'interprétation des tests vocaux par chacun de ces acteurs n'est pas semblable, soulignant l'intérêt d'une équipe interdisciplinaire.

### 1

### Intérêt de l'audiométrie vocale

Les raisons qui justifient la pratique systématique de l'audiométrie vocale sont nombreuses.

La plainte principale du malentendant ou de son entourage est relative à la difficulté de suivre une conversation à plusieurs ou dans le bruit. L'audiométrie tonale ne peut pas, à elle seule, rendre compte de la gêne sociale du patient. En voyant sur le graphique sa courbe d'intelligibilité comparée à celle du sujet normal, il devient plus facile au patient de reconnaître ses difficultés, de comprendre les raisons de sa gêne et de prendre conscience de l'intérêt de l'appareillage auditif.

On peut appliquer un raisonnement similaire au patient relevant d'une intervention chirurgicale. Il comprend mieux où se situe son audition actuelle et le bénéfice qu'il peut escompter de l'opération. En outre, le choix de l'oreille à opérer dans le cas d'une pathologie bilatérale devient plus facile pour le chirurgien.

L'audiométrie vocale est souvent un indicateur plus sensible que l'audiométrie tonale dans certaines pathologies comme les surdités brusques. La perte initiale y est souvent plus importante qu'en audiométrie tonale, l'amélioration auditive est plus aisée à traduire visuellement et plus facile à accepter si elle n'est pas complète.

Ainsi, l'audiométrie vocale occupe une place majeure dans l'exploration auditive. Elle contribue largement à l'évaluation des capacités de compréhension et des progrès du malentendant. Elle est donc réellement irremplaçable.

Les tests utilisés en audiométrie vocale ont pour but d'évaluer la qualité de la réception/reconnaissance des items utilisés. La répétition correcte du message permet de juger du niveau et de la qualité de réception. Néanmoins, un message bien répété peut ne pas avoir été compris.

En effet, la compréhension du message dépend également d'autres facteurs, comme le niveau linguistique du sujet ou son niveau culturel.

La reconnaissance des items proposés (capacité de reconnaître par analogie une image sonore mémorisée) peut s'exprimer notamment par (recommandation BIAP 28-1) :

- Des réactions corporelles, des expressions du visage, des gestes, des signes, des productions verbales ;
- La désignation d'un objet, d'une image symbolisant la stimulation sonore non linguistique ;
- La répétition d'un phonème ou d'un logatome (pseudo-mot), ou, par ailleurs, d'un mot ou d'une phrase sans en comprendre nécessairement la signification.

Chez l'enfant, l'audiométrie vocale permet à la famille de prendre conscience du déficit auditif et de la nécessité d'y remédier rapidement. Il est nécessaire d'adapter les tests vocaux au développement de l'enfant.

## 2

### Normes, calibration, représentation graphique

#### 2.1 L'environnement d'examen requiert une bonne cabine

Les normes internationales (NF EN ISO 8253-1) donnent des indications très précises sur les niveaux de pression acoustique acceptables, par bande d'octave, pour réaliser un examen audiométrique dans un lieu défini. Ces valeurs sont d'autant plus faibles que l'on désire tester les fréquences graves (125 Hz) et la conduction osseuse, puisque dans ce cas, l'oreille nue ne bénéficie plus de l'atténuation sonore provoquée par le coussin de l'écouteur, comme d'ailleurs dans les tests en champ libre.

Il existe deux moyens de mesurer le bruit de fond d'une cabine audiométrique. Au sonomètre, on mesure le niveau global en dBA (position slow) pendant quelques minutes à un moment de la journée représentatif de l'activité future. Le filtre A du sonomètre permet de pondérer le niveau acoustique des basses fréquences. L'autre possibilité, plus précise, nécessite l'usage d'un sonomètre disposant d'une analyse en tiers d'octave. Le sonomètre est alors en mode linéaire et slow. On rapporte le niveau de bruit par 1/3 d'octave.

En pratique, on ne devrait pas tolérer un niveau global de pression acoustique supérieur à 27 ou 30 dBA, dans les locaux où est pratiquée l'audiométrie clinique. Ces conditions ne sont pas simples à obtenir, mais elles devraient être requises dans les cabines des ORL et dans celles des audioprothésistes même si pour ces derniers, la réglementation actuelle, ancienne, n'exige que 40 dBA.

Il convient de noter que si le niveau de bruit de fond de la cabine augmente de 8 dBA, l'incertitude de mesure augmente de 5 dB.

Pour obtenir des niveaux de bruit de fond aussi faibles, il faut installer la cabine audiométrique sur un sol très stable (lourd), sans contact avec une paroi sonore (cage d'escalier ou d'ascenseur, mur côté rue...), les bruits les plus difficiles à éliminer étant les bruits de basse fréquence transmis par voie solidienne.

Il est utile de disposer d'une double cabine, les parties réservées au testeur et au sujet testé étant isolées acoustiquement par un double vitrage qui permet l'observation du sujet et la communication visuelle entre testeur et testé. La communication orale est assurée par un interphone, souvent intégré à l'audiomètre. Les connexions se font au moyen de platines de connecteurs disposées en baïonnette.

Si on utilise un ordinateur, il faut choisir un matériel silencieux et un écran ne produisant pas de chaleur. Une ventilation (ou climatisation) suffisante, filtrée et construite en chicane, arrêtée pendant les examens, doit permettre d'assurer une température agréable en toute saison. Enfin, un éclairage basse tension à variateur (transformateur et variateur à l'extérieur de la cabine) présente le triple avantage d'être silencieux, froid et de spectre agréable.

Le sujet doit être installé confortablement dans une salle calme, à température agréable.

Son attention ne doit pas être perturbée par des stimulations visuelles, des événements ou des mouvements de personnes.

Pour les examens en champ libre ou acoustique, le sujet doit être assis à un mètre des haut-parleurs (HP), situés à hauteur de sa tête (ISO 8253-2). Pour les tests binauraux, on utilise un haut-parleur frontal. Pour les tests vocaux en présence d'un bruit de fond, le signal vocal doit être appliqué au haut-parleur frontal et le bruit de fond provenir de deux haut-parleurs situés à 45°.

Toute disposition différente est possible à condition d'être précisée.

Signalons que le décret 85-590, qui fixe les conditions d'aménagement du local réservé à l'activité d'audioprothésiste et le matériel dont il doit disposer, précise qu'il doit y avoir au moins trois haut-parleurs de façon à tester l'orientation spatiale.

L'isolement électromagnétique de la cabine, difficile à obtenir, est rarement indispensable, sauf pour la pratique de l'électrophysiologie (PEA...).

#### 2.2 Matériel de mesure et calibration

##### • Choisir son audiomètre et ses accessoires (transducteurs)

Les caractéristiques des audiomètres sont définies par la série de normes internationales CEI 645.

En pratique clinique, il faut utiliser des audiomètres de type 2 ou, mieux, de type 1 (les types 3 et 4 étant réservés au dépistage). Le type doit être clairement indiqué sur la plaque constructeur.

Les écouteurs utilisables en audiométrie ont des propriétés électro-acoustiques bien précises, mais aussi des caractéristiques géométriques adaptées au couplage à « l'oreille artificielle » utilisée dans l'étalonnage. Ce sont les suivants :

- Écouteurs supra-auraux : « aucune partie de l'écouteur ou de son coussin ne doit dépasser le pavillon ». En pratique, il en existe deux. Le plus répandu, le TDH 39, peut aussi se trouver dans une coquille anti-bruit. Plus moderne, le DT 48 était considéré comme la référence par les ingénieurs du son.
- Écouteurs circum-auraux : désormais homologué depuis l'arrivée du Sennheiser HDA 200.

Leur intérêt réside dans ses propriétés d'isolement acoustique et dans leur confort d'utilisation. Leurs caractéristiques (montage, nature du coussin) sont censées éviter toute transmission osseuse non désirée.

Il y a moins de transfert transcrânien avec un insert qu'avec un casque, surtout pour les fréquences inférieures à 2000 Hz. En théorie, le masquage est moins souvent nécessaire avec l'utilisation d'inserts (**Fig. 1**).

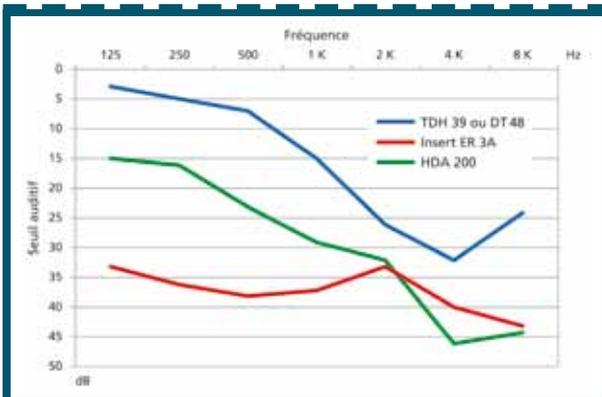


Figure 1 : Réponse des différents écouteurs utilisés en audiométrie. Noter l'efficacité de l'atténuation du bruit de fond obtenue avec un HDA 200 et, mieux encore, avec un insert.

### • Installer et entretenir périodiquement son matériel (haut-parleur, informatique)

Pour que la mesure des seuils d'audition soit indépendante du matériel utilisé, il faut que l'ensemble de la chaîne de mesure (audiomètre et transducteurs) soit calibrée dans des conditions normalisées. Cette calibration a pour but d'ajuster les zéros audiométriques (dB HL) à l'aide de coupleurs standardisés.

Pour cette calibration, on utilise des coupleurs pour écouteurs ou oreilles artificielles (CEI 318), des simulateurs de conduit auditif ou d'oreille occluse (CEI 711) et des coupleurs mécaniques ou mastoïdes artificielles (CEI 373). La série des normes ISO 389 donne les valeurs attendues en dB SPL fréquence par fréquence.

Calibrer un instrument consiste à le régler pour que la mesure qu'il donne soit conforme à ce qui est attendu. Étalonner un instrument consiste à le comparer à un étalon. Lorsqu'un audiomètre est calibré, sa réponse est réputée exacte ; lorsqu'il est étalonné, on connaît l'erreur de mesure dont il faut tenir compte avant de délivrer les résultats. La calibration est spécifique d'un transducteur, on ne peut donc pas changer de casque même si il est de même type sans effectuer une nouvelle calibration de l'ensemble. A fortiori, il ne faut pas changer de type d'écouteur (insert, TDH 39, HDA 200...).

## 2.3 Présentation de l'audiogramme vocal

Pour présenter les résultats de l'essai d'audiométrie vocale sous forme graphique (audiogramme), porter en ordonnée le score de

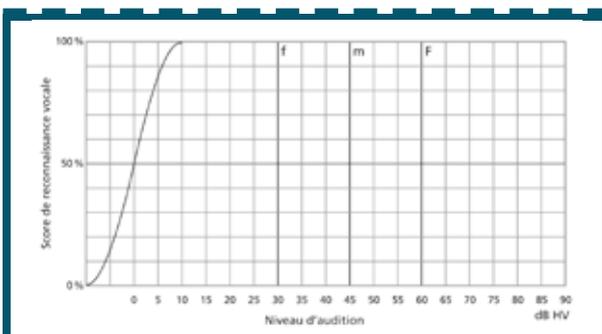


Figure 2 : Exemple de charte graphique pour l'audiométrie vocale avec la courbe de référence pour les listes dissyllabiques.

f : Niveau de voix faible m : Niveau de voix moyenne

F : Niveau de voix forte

NOTE : Il est souhaitable de représenter sur un audiogramme la courbe d'intelligibilité vocale de référence correspondant au message vocal utilisé.

reconnaissance vocale, en pourcentage, et en abscisse le niveau vocal, en décibels, ou le niveau d'audition de la parole, en décibels, ou le rapport parole/bruit, en décibels (Fig. 2). Il convient que le rapport d'échelle soit de 20% pour 10 dB. Le type de message vocal utilisé doit être noté.

L'audiomètre ayant été calibré selon les normes ISO en vigueur (cf. calibration), il est souhaitable de ne faire apparaître qu'une échelle en dB vocaux pour éviter toute confusion.

## 3

### La pratique de l'audiométrie vocale dans le silence

Le choix du type de liste utilisé dépend des renseignements que l'on souhaite obtenir, exemples :

- Listes dissyllabiques pour mesurer le seuil d'intelligibilité,
- Listes monosyllabiques pour mesurer le score ou pourcentage de discrimination,
- Listes cochléaires de Lafon pour rechercher la discrimination phonémique...

De manière générale, plus le mot est court, moins fortement intervient la suppléance mentale et plus l'épreuve vocale teste le système auditif périphérique. Dans l'absolu, on peut s'affranchir de la suppléance mentale en présentant des phonèmes sans signification (logatomes).

En pratique audioprothétique, les listes utilisées sont souvent monosyllabiques avec analyse des erreurs de discrimination et des confusions phonémiques.

En pratique orthophonique, les listes vocales sont utilisées pour le travail d'éducation auditive (détection, discrimination, identification et compréhension). Elles participent à l'évaluation des performances auditives et du niveau de lecture labiale.

Les épreuves vocales sont réalisées au casque oreille par oreille ou en champ libre<sup>1</sup>.

Comme pour l'audiométrie tonale, il est parfois nécessaire de masquer une oreille quand il existe une différence de plus de 40 à 45 dB entre le seuil d'intelligibilité de cette oreille et la moyenne, pour les fréquences conversationnelles, des seuils en conduction osseuse de l'autre oreille. Le masquage se fait suivant les mêmes principes qu'en audiométrie tonale : masquage efficace mais non retentissant.

### 3.1 La courbe d'intelligibilité vocale

En pratique ORL, deux informations sont essentiellement recherchées actuellement :

- Le seuil d'intelligibilité (ou SRT pour Speech recognition threshold),
- Le score ou pourcentage de discrimination (ou SDS pour Speech discrimination score).

Le seuil d'intelligibilité permet de vérifier la concordance tonale-vocale et de fixer le niveau (+35 dB) auquel on va présenter les mots monosyllabiques pour mesurer le score de discrimination. Ce dernier est utilisé dans toutes les classifications actuelles de mesure de l'audition (Gardner-Robertson, AAO-HNS, Tokyo).

1. On définit le champ libre comme un champ acoustique dans lequel l'effet de la salle de mesure sur les ondes sonores est négligeable (pas de réverbération).

Dans de nombreux pays, les cliniciens se contentent de donner leurs résultats à l'aide de ces deux paramètres : seuil d'intelligibilité (SRT) et score ou pourcentage de discrimination (SDS).

### 3.1.1 La courbe d'intelligibilité vocale en pratique chez l'adulte

La courbe d'intelligibilité vocale est tracée à partir des scores de reconnaissance vocale pour différents niveaux de parole. Le score de reconnaissance vocale est le pourcentage d'items correctement répétés dans une liste 2.

Le matériel utilisé habituellement est constitué des listes dissyllabiques de Fournier comprenant 10 items par liste 3. Les listes dissyllabiques sont utilisées pour mesurer le seuil d'intelligibilité, car leur courbe varie de 0 à 100% en peu de dB, caractéristique utile à la mesure d'un seuil. Cette caractéristique est retrouvée dans d'autres langues (anglais, allemand).

L'épreuve débute à un niveau situé 20 à 30 dB au-dessus de la moyenne des seuils sur les fréquences conversationnelles (500, 1 000 et 2 000 Hz). Le score de reconnaissance vocale est déterminé en diminuant de 5 à 10 dB le niveau auquel chaque liste est présentée. En modifiant le niveau vocal, on obtient une série de points qui dessinent la courbe d'intelligibilité vocale.

Il est essentiel de tester les forts niveaux au-delà du score maximal pour observer son maintien ou sa dégradation. Il faut en général 4 à 5 points pour tracer une courbe complète sur laquelle on peut identifier le seuil d'intelligibilité vocale soit en reliant les points, soit en extrapolant.

Dans certains cas (simulateurs, audiométrie tonale difficile...), il peut être utile d'effectuer une mesure rapide du seuil d'intelligibilité vocale.

L'épreuve débute à un niveau situé 20 à 30 dB au-dessus de la moyenne du seuil tonal des fréquences conversationnelles. On présente trois items. Si toutes les réponses sont correctes, on représente trois items 5 dB plus bas puis à des niveaux décroissants par pas de 5 dB jusqu'à la première mauvaise réponse. À ce niveau, on présente une liste complète de dix items et on note le score :

- Si le score est inférieur à 50%, le seuil d'intelligibilité est à un niveau supérieur. On augmente donc de 5 dB et on présente une nouvelle liste de dix items. Le score doit être supérieur à 50%. Le seuil d'intelligibilité vocale se détermine par intrapolation entre ces deux points.
- Si le score est supérieur à 50%, il faut abaisser le niveau de 5 dB et procéder de façon semblable.

### 3.1.2 NOTATION DES RÉSULTATS

Les scores vocaux sont rapportés sur un graphique rectangulaire, appelé audiogramme vocal (**Fig. 3**). Il comporte en abscisse les niveaux vocaux exprimés en décibels et en ordonnée les pourcentages de mots reconnus à une intensité donnée.

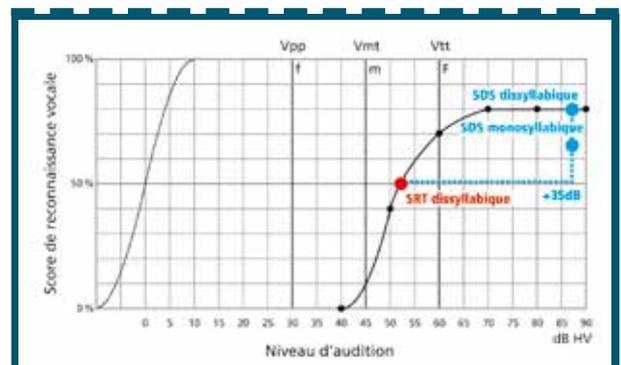
Chez un sujet normo-entendant, la courbe d'intelligibilité a une forme de S allongé. Les normes ISO précisent que le rapport d'échelle de l'audiogramme vocal doit être de 20% pour 10 dB.

La courbe d'intelligibilité vocale fournit les indices suivants :

- Le seuil d'intelligibilité vocale (SRT) correspond au niveau le plus bas pour lequel le sujet répète correctement 50% des mots. Le seuil d'intelligibilité peut, à lui seul, donner une indication du niveau social de l'audition. Il requiert l'utilisation de listes de mots dissyllabiques (Fournier).

La pente de la courbe s'apprécie à l'intersection avec l'axe de 50% de mots compris, par l'angle qu'elle forme avec l'axe des abscisses. La pente est peu accentuée pour les listes de mots dissyllabiques, elle l'est davantage pour les listes de mots monosyllabiques (moindre suppléance mentale).

- Le pourcentage ou score de discrimination (SDS) est le pourcentage de mots reconnus à 35 dB au-dessus du seuil d'intelligibilité. Pour déterminer ce score, il est recommandé d'utiliser des listes de mots monosyllabiques (Fournier, PBK) possédant un nombre d'items suffisamment grand (au moins 20 mots).
- Le maximum d'intelligibilité, ou score maximal de reconnaissance vocale, est le pourcentage d'intelligibilité au point culminant de la courbe.
- Le seuil de distorsion peut se déterminer dans les courbes en cloche. Il correspond alors au niveau, en dB, du début de la décroissance de la courbe.



**Figure 3 : Résultats d'une audiométrie vocale.**  
Les résultats d'une audiométrie vocale se reportent sur un diagramme selon les conventions de notation identiques à celles utilisées en tonale. La courbe de référence varie suivant le type de liste utilisée. La courbe habituellement représentée est celle des listes dissyllabiques de Fournier. SRT : Seuil d'intelligibilité vocal. SDS : Score de reconnaissance vocale.

### 3.2 Les tests phonétiques : une audiométrie qualitative

Bien qu'on puisse utiliser un matériel vocal semblable à celui de l'audiométrie vocale habituelle, il est recommandé d'utiliser les listes monosyllabiques pour tester l'aspect qualitatif de l'intelligibilité. Le test est alors orienté vers l'analyse des erreurs phonémiques très utile pour le réglage des prothèses auditives et le suivi de l'éducation auditive et prothétique.

Les listes cochléaires de Lafon, au nombre de 20, comprennent 17 mots de 3 phonèmes phonétiquement équilibrés (score sur 51 phonèmes arrondi à 50). L'unité d'erreur est le phonème. Les phonèmes surnuméraires au début et à la fin ne sont pas comptés comme erreur. Un mot non répété peut être répété une fois en fin de liste (**Fig. 4**).

Le niveau de présentation est supraliminaire (20 à 30 dB au dessus du seuil tonal à 2 000 Hz, généralement + 20 dB).

La passation du test se fait habituellement selon différentes modalités (audition oreille nue et sans lecture labiale, audition + prothèse, audition + lecture labiale, audition + lecture labiale + prothèse).



O nues	Voix
O + ACA	M
Sans LL	F
Avec LL	E
2	
billé	
dors	
sage	
gaine	
fil	
cru	
boule	
cale	
bonne	
rive	
sol	
tempe	
fauve	
phase	
mule	
chatte	
règne	

Figure 4 : Test phonétique. Exemple de liste de Lafon.

Liste 2 du test phonétique du Dr J.C. Lafon. Chacune des 20 listes phonétiquement équilibrées comprend 17 mots composés de 3 phonèmes. Chaque liste comporte donc 51 phonèmes, ce chiffre est ramené à 50 pour aboutir à un pourcentage de distorsion cochléaire. Le test est effectué en monaural à une intensité supraliminaire comprise entre 40 et 110 dB. Pour chaque mot répété, le nombre de phonèmes déformés est comptabilisé. Par exemple si à 50 dB, on obtient 10 phonèmes déformés, cela veut donc dire que sur 100 phonèmes on obtiendrait 20 phonèmes déformés, et qui équivaudrait à 80 % d'intelligibilité.

Ce test peut être effectué oreilles nues ou avec aides auditives, et également avec ou sans lecture labiale. Ce matériel vocal est disponible sur les CD du Collège National d'Audioprothèse pour des voix d'hommes, de femmes et d'enfants.

Légende : M = Voix d'homme, F = Voix de femme, E = Voix d'enfant, O nues = Oreilles nues, O + ACA = Oreilles avec aides auditives, Sans LL = Sans lecture labiale, Avec LL = Avec lecture labiale.

Précis d'Audioprothèse, Tome1, Le Bilan d'Orientation Prothétique, Les Éditions du Collège National d'Audioprothèse.

## 4

### Les particularités du champ libre

On définit le champ libre comme un champ acoustique dans lequel l'effet de la salle de mesure sur les ondes sonores est négligeable (pas de réverbération).

Un champ acoustique diffus se caractérise par l'uniformité statistique de la densité d'énergie dans une région donnée, et par la distribution aléatoire des directions de propagation, quel que soit le point considéré.

En pratique, on cherche à obtenir un champ quasi-libre, c'est-à-dire dans lequel les réverbérations sont très limitées. Pour le vérifier, il faut utiliser un sonomètre et effectuer des mesurages autour du point de référence (centre de la tête du sujet, mais en son absence) en utilisant le même signal vocal. Le niveau doit alors être stable, à 2 dB près.

Les prescriptions réglementaires données aux audioprothésistes exigent que le temps de réverbération à 500 Hz soit inférieur à 0,5 seconde.

Pour obtenir de telles caractéristiques, il faut que les parois soient absorbantes et ne soient pas, bien sûr, recouvertes d'affiches ou de matériels réverbérants.

L'utilisation de sons purs n'est jamais possible en pratique (risque d'ondes stationnaires).

## 5

### Particularités des tests vocaux chez l'enfant

L'audiométrie vocale chez l'enfant doit être réalisée dès que possible en s'adaptant aux capacités et au niveau lexical de l'enfant. Elle est l'un des indicateurs de l'entrée dans la langue orale et doit évoluer avec le développement du langage et de la parole.

Comme l'audiométrie tonale, l'audiométrie vocale demande la participation de l'enfant. Le principe est de faire désigner ou répéter des mots, des phrases ou des éléments phonétiques. Ces tests

dépendent du niveau de langage de l'enfant. Il est parfois utile de s'aider d'un bilan orthophonique (bilan d'articulation, bilan lexical) pour interpréter les tests d'audiométrie vocale et distinguer ce qui relève d'un trouble de la production d'un trouble de la perception auditive.

### 5.1 Passation

Les tests se déroulent en cabine, en champ libre ou au casque :

- Le plus souvent, à voix nue en champ libre avec mesure éventuelle de l'intensité vocale par un sonomètre ;
- Au microphone en champ libre ou au casque si l'enfant le tolère avec un amplificateur en double cabine ;
- Sous forme de listes enregistrées en champ libre ou au casque si l'enfant le tolère avec un amplificateur en double cabine.

En champ libre, les épreuves peuvent se dérouler dans le silence ou dans le bruit, oreilles nues ou appareillées, avec ou sans lecture labiale. Il est conseillé de débiter par une épreuve vocale où l'enfant ne risque pas d'être en situation d'échec, pour créer un climat relationnel favorable à l'échange, puis d'augmenter progressivement la complexité du test. La mise en confiance peut par exemple être obtenue en débutant le test à voix nue, par désignation d'images ou de couleurs (avec lecture labiale si nécessaire). Si l'épreuve s'avère trop simple, on passera au niveau immédiatement supérieur (par exemple, à une épreuve de répétition en champ libre sans lecture labiale), et ainsi de suite jusqu'aux capacités maximales de l'enfant (vocale au casque).

L'audiométrie vocale adaptée à l'âge et aux capacités de l'enfant est réalisée dès que possible pour vérifier l'utilisation réelle des appareils auditifs.

L'audiométrie vocale avec prothèses conduit à privilégier ponctuellement ou de façon plus continue le mode de communication nécessaire au développement harmonieux des fonctions cognitives, et participe au choix des différentes techniques de réhabilitation des surdités et guide le processus rééducatif.

De manière générale, le test est adapté à l'âge, à la compréhension et à la participation de l'enfant.

### 5.2 Types de listes

Le matériel vocal peut être :

- Interjections, mots connus, mots simples et courants (par exemple : parties du corps) ;
- Listes dissyllabiques pour enfant (par exemple : listes enfant de Boorsma, Borel-Maisonny, Lafon), listes de mots monosyllabiques (par exemple : Phonetically Balanced Kindergarten Word List PBK), listes cochléaires, logatomes. Pour les enfants les plus grands, les listes adultes peuvent être utilisées.

On parle de listes fermées lorsque tous les mots utilisés sont représentés sur la planche d'images ou une liste écrite, de listes ouvertes lorsqu'aucune indication sur les mots n'est donnée, et de listes semi-ouvertes sur un thème annoncé (exemple : les animaux).

Chez un tout petit (2½ - 3½ ans), on utilise des tests de désignation d'images ou des objets familiers. Plusieurs images sont présentées à l'enfant et le testeur lui demande de désigner celle correspondant au mot entendu : il s'agit d'une liste fermée.

À la présentation du mot à intensité variable en direct ou enregistré, l'enfant montre du doigt l'image ou saisit l'objet correspondant au mot prononcé (exemple : petits jouets). Dans ce cadre, le temps



nécessaire à la réponse peut être variable d'un enfant à l'autre et son âge peut conduire à choisir un test adapté à ses capacités.

Chez l'enfant plus grand, on peut réaliser un test d'intelligibilité en liste ouverte : il s'agit de présenter des mots à intensité variable en voix directe ou enregistrée ; l'enfant répète le mot entendu en ayant cependant pris soin de choisir un matériel vocal adapté au vocabulaire connu de l'enfant. Les listes de mots sont préétablies, équilibrées phonétiquement et adaptées au niveau de langage de l'enfant (comme par exemple les listes adaptées en français du PBK, listes de 50 mots monosyllabiques phonétiquement équilibrés).

Il importe d'établir des niveaux d'intensité nécessaire pour faire répéter sans erreur 100% des mots de la liste, 50% de ceux-ci et 0% enfin.

Chez le grand enfant, il est possible de réaliser une épreuve vocale avec les listes phonétiques de Lafon, listes de mots comprenant trois phonèmes (20 listes de 17 mots de trois phonèmes ; nombre de phonèmes par liste ramené à 50 (51), suppléance mentale réduite).

L'examineur obtient pour chaque liste un pourcentage d'erreurs, correspondant aux phonèmes déformés ou non répétés (résultats : nombre de phonèmes non perçus ou erronés par liste). Ce test permet une appréciation plus fine des confusions phonétiques. Il permet également, comme le test d'intelligibilité, d'apprécier l'importance de la lecture labiale, selon que l'épreuve est réalisée en cachant ou non le visage de l'opérateur.

### 5.3 Tests vocaux dans le bruit

Chez l'enfant, en fonction de son âge, il est possible de réaliser des tests vocaux dans le bruit, notamment pour l'évaluation des perceptions de la parole dans le cadre des bilans et du suivi de l'implantation cochléaire<sup>2</sup>.

On adapte la difficulté du test chez l'enfant comme pour l'audiométrie dans le silence.

Il y a deux moyens permettant de faciliter la passation du test :

- Le choix d'un matériel vocal avec forte suppléance mentale (par exemple, listes dissyllabiques avec support imagé, listes de phrases) ;
- L'utilisation d'un rapport parole / bruit plus favorable (+ 10 dB ou mieux).

### 5.4 Les résultats

L'analyse des résultats doit tenir compte de l'âge de l'enfant, de sa volonté de participation, de son vocabulaire, de son articulation, ainsi que de son degré de surdité éventuelle.

Quand elle est possible et fiable, l'audiométrie vocale apporte des éléments d'orientation diagnostique, en la comparant à l'audiométrie tonale. Une courbe vocale très dégradée par rapport aux seuils en tonale doit faire évoquer une neuropathie ou une autre atteinte centrale.

Alors que chez l'adulte les tests vocaux (avec et sans bruit) reflètent les difficultés rencontrées en milieu social, les mêmes tests chez l'enfant doivent être corrigés en fonction de ses capacités cognitives (langage, attention). La répétition n'implique pas la compréhension, et on ne peut déduire la gêne sociale de l'enfant à partir de

l'audiométrie vocale. Pour explorer la compréhension du langage, il faudra un bilan orthophonique.

Les graphiques de saisie des résultats chez l'enfant sont identiques à ceux de l'adulte, en indiquant le mode de passation.

En résumé, l'audiométrie vocale chez l'enfant contribue à :

- L'évaluation des capacités de répétition et de ses progrès en communication,
- Poser l'indication d'une réhabilitation auditive,
- La prise de conscience de la nécessité de cette réhabilitation,
- Au choix et à l'optimisation de la technique (appareillage conventionnel, implant cochléaire, matériel HF,...),
- L'évaluation de l'adaptation et du contrôle d'efficacité prothétique.

## 6 Tests dichotiques

Le test dichotique consiste à étudier la réponse d'une oreille par rapport à l'autre dans le cas de la présentation simultanée de deux stimuli différents. Il contribue à évaluer la fonction auditive centrale et compare les performances des deux hémisphères cérébraux.

Ce test est utilisé dans certains cas : lors du test pré-prothétique pour déterminer l'oreille dont la compétence théorique pour décoder le message oral à un niveau central est la plus grande ou bien encore dans un domaine non audiolinguistique comme l'exploration des enfants dyslexiques.

## 7 Glossaire

### BRUIT DE FOND **Competing sound**

Son supplémentaire présenté au cours des essais de reconnaissance vocale. *Bruit volontairement ajouté pour entrer en compétition avec le signal vocal.*

### CLASSE DE PHONÈMES **Phoneme class**

Sous-groupe de phonèmes présentant de fortes similitudes du point de vue du mode de production vocale et des propriétés des signaux acoustiques.

### COURBE D'INTELLIGIBILITÉ VOCALE DE RÉFÉRENCE

**Reference speech recognition curve** Pour un signal vocal et un mode de présentation du signal spécifiés, courbe de variation, en fonction du niveau vocal, du score de reconnaissance vocale médian d'un nombre suffisamment élevé de sujets otologiquement normaux des deux sexes, âgés de 18 ans à 25 ans inclus, pour lesquels les messages vocaux utilisés sont appropriés.

### COURBE D'INTELLIGIBILITÉ VOCALE

#### **Speech recognition curve**

Pour un sujet donné et pour un signal vocal et un mode de présentation spécifiés, courbe de variation du score de reconnaissance vocale en fonction du niveau vocal.

### DIFFÉRENCE DE NIVEAU PAROLE/BRUIT [RAPPORT PAROLE/BRUIT (RPB)]

#### **Speech-to-noise level difference**

Différence entre le niveau vocal et le niveau de bruit de fond.

On utilise souvent improprement le terme « rapport signal / bruit » à la place de « rapport parole/bruit ».

2. Test d'identification de phrases du quotidien - Common Phrases Test - Version française (Robbins et coll., 1998), Test de phrases dans le bruit de M.L Laborde et Cormari, Hearing in Noise Test (HINT).



### ENREGISTREMENT DE RÉFÉRENCE D'UN MESSAGE VOCAL (ENREGISTREMENT MAÎTRE)

#### Reference recording of speech material

Enregistrement parfaitement défini qui représente le message vocal et qui sert à sa validation et à son application.

#### ITEM Test item

Mot ou logatome monosyllabique ou polysyllabique particulier, ou phrase, ou fragment de parole enchaînée limité dans le temps, utilisé lors d'un essai d'audiométrie vocale selon des règles définies de présentation et de comptabilisation.

La comptabilisation peut être basée sur un item complet ou des parties d'item correctement identifiées.

### LISTE D'ITEMS PERCEPTUELLEMENT ÉQUILIBRÉE

#### Perceptually balanced test list

Liste d'items fournissant des résultats équivalents en termes de reconnaissance vocale, avec une variance très réduite, pour un niveau vocal spécifié et dans des conditions équivalentes (mode de présentation spécifié et groupe d'auditeurs spécifié).

Le groupe d'auditeurs spécifié est habituellement composé de sujets otologiquement normaux âgés de 18 ans à 25 ans inclus. Pour les essais spéciaux, il est admis d'avoir recours également à des groupes différents (par exemple, des enfants otologiquement normaux appartenant à un groupe d'âge spécifié).

### LISTE D'ITEMS PHONÉMIQUEMENT ÉQUILIBRÉE

#### Phonemically balanced test list

Liste d'items contenant les différents phonèmes en proportion sensiblement égale à celle dans laquelle ils sont présents dans une conversation type dans une langue donnée.

#### LISTE D'ITEMS Test list

Groupe d'items sélectionnés, présenté et comptabilisé comme un essai élémentaire.

#### LOGATOME Logatom

Unité syllabique n'ayant pas de signification pour l'auditeur. Un logatome est parfois appelé « syllabe vide de sens ».

#### MESSAGE VOCAL FERMÉ Closed-set test material

Série d'items dans laquelle le nombre de réponses alternatives pour chaque item est limité.

#### MESSAGE VOCAL OUVERT Open-set test material

Série d'items dans laquelle le nombre de réponses alternatives pour chaque item est illimité.

#### MESSAGE VOCAL Speech material

Série complète d'items utilisée pour des essais de reconnaissance vocale.

Le message vocal est normalement subdivisé en plusieurs listes d'items.

# VENEZ PARTAGER NOS VALEURS AUDILAB

VOUS ÊTES  
**ÉTUDIANT**



VOUS ÊTES  
**INDÉPENDANT**



VOUS ÊTES  
**SALARIÉ**



### Des valeurs reconnues

Depuis 7 ans, Audilab est l'unique réseau d'audioprothésistes à détenir 3 certifications (ISO 9001, ISO 14001 et NF Service 518) qui affichent de façon objective la prise en charge optimale des patients.

### Des valeurs communes

Le réseau est composé de plus de 230 centres. Il est dirigé par des audioprothésistes associés (souvent anciens stagiaires ou salariés) pour favoriser le partage des expériences et la montée en compétences par des sessions de formation.

### Des valeurs partagées

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

**REJOIGNEZ LE RÉSEAU AUDILAB**

02 47 64 64 20 | [recrutement.audio@audilab.fr](mailto:recrutement.audio@audilab.fr)

Profitez de multiples opportunités sur tout le territoire national. Confidentialité garantie.



RÉSEAU  
**Audilab**

Retrouvez toutes les informations  
sur [www.audilab.fr](http://www.audilab.fr)

### **NIVEAU D'AUDITION DE LA PAROLE** Hearing level for speech

Pour un signal vocal et un mode de présentation du signal spécifiés, différence entre le niveau vocal et le niveau liminaire d'intelligibilité vocale de référence approprié.

### **NIVEAU DE CONFORT OPTIMAL POUR LA PAROLE**

#### **Most comfortable level for speech**

Pour un sujet donné et un mode de présentation du signal spécifié, niveau vocal auquel la sonie du signal vocal est considérée par le sujet comme correspondant au niveau de confort optimal.

### **NIVEAU DE MASQUAGE EFFECTIF DE LA PAROLE**

#### **Effective masking level for speech**

Niveau du son masquant entraînant une élévation du niveau liminaire d'intelligibilité vocale (niveau de masquage efficace). Ce niveau de masquage effectif dépend de la nature du bruit masquant.

### **NIVEAU DE PRESSION ACOUSTIQUE CONTINU ÉQUIVALENT (LeqT)**

#### **Equivalent continuous sound pressure level**

Dix fois le logarithme décimal du rapport de la moyenne temporelle du carré de la pression acoustique,  $p$ , pendant un intervalle de temps spécifié de durée  $T$  (commençant à  $t_1$  et se terminant à  $t_2$ ), au carré d'une valeur de référence,  $p_0$ , exprimé en décibels où la valeur de référence,  $p_0$ , est 20 Pa [ISO/TR 25417].

*En raison des limites pratiques imposées par les instruments de mesure, on considère toujours que  $p_2$  désigne le carré d'une pression acoustique pondérée en fréquence et à bande de fréquences limitée. Il convient d'indiquer, le cas échéant, l'application d'une pondération fréquentielle spécifique, telle que spécifiée dans la norme CEI 61672-1, et/ou l'utilisation de bandes de fréquence spécifiques en utilisant des indices appropriés ; par exemple,  $L_{p,A,10}$  s désigne le niveau de pression acoustique moyenné dans le temps et à pondération A pendant 10 secondes.*

### **NIVEAU DE PRESSION ACOUSTIQUE DU BRUIT DE FOND**

#### **Competing sound pressure level**

Niveau de pression acoustique continu équivalent d'un bruit de fond, mesuré dans un coupleur ou un simulateur d'oreille approprié ou dans un champ acoustique en utilisant la pondération fréquentielle C selon la norme CEI 61672-1.

### **NIVEAU LIMINAIRE D'INTELLIGIBILITÉ VOCALE**

#### **Speech recognition threshold level (SRT)**

Pour un sujet donné et pour un signal vocal et un mode de présentation du signal spécifiés, niveau vocal ou rapport parole/bruit le plus faible pour lequel le score de reconnaissance vocale est égal à 50 %.

*Le seuil d'intelligibilité vocale était autrefois dénommé « seuil de réception vocale ».*

### **NIVEAU LIMINAIRE D'INTELLIGIBILITÉ VOCALE DE RÉFÉRENCE**

#### **Reference speech recognition threshold level**

Pour un signal vocal et un mode de présentation du signal spécifiés, valeur médiane des niveaux liminaires d'intelligibilité vocale d'un nombre suffisamment grand de sujets otologiquement normaux des deux sexes, âgés de 18 ans à 25 ans inclus, pour lesquels les messages vocaux utilisés sont appropriés.

### **NIVEAU LIMINAIRE DE PERCEPTION VOCALE**

#### **Speech detection threshold level**

Pour un sujet donné et pour un signal vocal et un mode de présentation du signal spécifiés, niveau vocal auquel le message vocal est perçu (mais pas forcément compris) dans 50 % des essais.

### **NIVEAU VOCAL DEMI-OPTIMAL** Half-optimum speech level

Pour un sujet donné et pour un signal vocal et un mode de présentation du signal spécifiés, niveau vocal auquel la moitié du score maximal de reconnaissance vocale est obtenue.

### **NIVEAU VOCAL OPTIMAL** Optimum speech level

Pour un sujet donné et pour un signal vocal et un mode de présentation du signal spécifiés, niveau vocal ou gamme de niveaux vocaux auxquels le score maximal de reconnaissance vocale est obtenu.

### **NIVEAU VOCAL** Speech level

Niveau de pression acoustique continu équivalent du message vocal, mesuré dans un coupleur ou un simulateur d'oreille approprié ou dans un champ acoustique en utilisant la pondération fréquentielle C selon la norme CEI 61672-1. Pour les listes d'items vocaux basées sur des items isolés séparés par des intervalles de silence, l'intégration ne comprend pas les intervalles en question.

*Pour les listes d'items basées sur des items isolés comportant une phrase porteuse, l'intégration comprend uniquement les items. Dans un enregistrement numérique, les intervalles de silence peuvent être supprimés lors de la lecture. On peut également procéder à une correction numérique en déterminant la durée totale des items et la durée totale des intervalles de silence.*

### **PAROLE(S) ENCHAÎNÉE(S)** Connected speech

Message émis en continu avec une intonation naturelle, composé de phrases consécutives reliées par des connexions logiques.

### **PHONÈME** Phoneme

Plus petite unité sonore identifiable dans une langue naturelle donnée.

### **PHRASE PORTEUSE** Carrier phrase

Phrase ou segment de phrase contenant un item dont la reconnaissance correcte est indépendante du contexte ou de la signification de la phrase ou du segment de phrase.

### **SCORE DE RECONNAISSANCE VOCALE**

#### **Speech recognition score (SRS) ou Speech discrimination score (SDS)**

Pour un sujet donné et pour un signal vocal, un mode de présentation du signal et un niveau vocal spécifiés, pourcentage d'items correctement reconnus ou d'items susceptibles d'être comptabilisés si la méthode de comptabilisation n'est pas basée sur des items complets.

### **SCORE MAXIMAL DE RECONNAISSANCE VOCALE**

#### **Maximum speech recognition score**

Pour un sujet donné et pour un signal vocal et un mode de présentation du signal spécifiés, valeur maximale du score de reconnaissance vocale obtenue indépendamment du niveau vocal.

### **SÉRIE D'ITEMS** Set of test items

Groupe d'items sélectionné dans une liste d'items.

### **SIGNAL VOCAL** Speech signal

Signal acoustique porteur d'information dans une langue donnée. Un signal vocal peut être un signal de voix ou un signal acoustique simulant un signal de voix.

### **SPONDÉE** Spondee

Mot composé de deux syllabes également accentuées.

### **SYLLABE** Syllable

Segment de parole constitué d'une voyelle, accompagnée ou non d'une ou plusieurs consonnes la précédant ou la suivant immédiatement.

# Dossier <

## L'audiométrie vocale



## Recommandations de la société française d'audiologie (SFA) et de la société française d'ORL et de chirurgie cervico-faciale (SFORL) pour la pratique de l'audiométrie vocale dans le bruit chez l'adulte

**G.A. Joly<sup>1,2</sup>, P. Reynard<sup>1,2</sup>, K. Mezzi<sup>1</sup>, D. Bakhos<sup>3</sup>, F. Bergeron<sup>4</sup>, D. Bonnard<sup>1,5</sup>, S. Borel<sup>6</sup>, D. Bouccara<sup>7</sup>, A. Coez<sup>1,8</sup>, F. Dejean<sup>9</sup>, M. Del Rio<sup>10</sup>, F. Leclercq<sup>11</sup>, P. Henrion<sup>9</sup>, M. Marx<sup>12</sup>, T. Mom<sup>13</sup>, I. Mosnier<sup>6</sup>, M. Potier<sup>14</sup>, C. Renard<sup>15</sup>, T. Roy<sup>16</sup>, F. Sterkers-Artières<sup>17</sup>, F. Venail<sup>18</sup>, P. Verheyden<sup>19</sup>, E. Vuillet<sup>1,2</sup>, C. Vincent<sup>15</sup>, H. Thai-Van<sup>1,2</sup>.**

1. Institut de l'Audition - Centre de Recherche de l'Institut Pasteur, Equipe Exploration clinique et translationnelle des synaptopathies auditives, Inserm U1120, Paris, FRANCE
2. Service d'Audiologie et d'Explorations Otoneurologiques, Hôpital Edouard Herriot – Pavillon U, HCL, Lyon, FRANCE
3. Service Oto-Rhino-Laryngologie et Chirurgie du Cou et de la Face, CHRU de Tours, Tours, FRANCE iBrain, INSERM U1253, Université de Tours, Tours, FRANCE
4. Université Laval, Québec, CANADA Centre interdisciplinaire de recherche en réadaptation et intégration sociale, Québec, CANADA
5. Service d'Oto-rhino-laryngologie, CHU de Bordeaux, Bordeaux, FRANCE
6. APHP Sorbonne, Centre référent implant cochléaire et du tronc cérébral adulte d'Ile de France, Unité fonctionnelle implants auditifs et explorations audio-vestibulaires, Service Oto-Rhino-Laryngologie, GH Pitié-Salpêtrière, Paris, FRANCE
7. Service Oto-Rhino-Laryngologie et Chirurgie du Cou et ORL et chirurgie cervico-faciale, Hôpital européen Georges-Pompidou, Paris, FRANCE
8. Laboratoire de correction auditive Eric Bizaguet, Paris, FRANCE
9. Société Française d'Audiologie, Paris, FRANCE
10. Ecole d'Audioprothèse - Université de Bordeaux, Bordeaux, FRANCE. Caudéran Audition, Bordeaux, FRANCE
11. Laboratoire Dehaussy-Renard, Lille, FRANCE 12 : Service d'Otologie, Otoneurologie et Oto-Rhino-Laryngologie pédiatrique, Hôpital Pierre-Paul Riquet, CHU Toulouse Purpan, Toulouse, FRANCE Laboratoire Cerveau et Cognition, UMR 5549, Université Toulouse III, Toulouse, FRANCE
13. Service Oto-Rhino-Laryngologie et Chirurgie Cervico-Faciale, CHU Gabriel Montpied, Clermont-Ferrand, FRANCE Laboratoire de Biophysique Neurosensorielle, Inserm UMR 1107, Université Clermont Auvergne, Clermont-Ferrand, FRANCE
14. Laboratoire d'Audiologie Clinique, 26 Boulevard Marcel Sembat, 11100, Narbonne, FRANCE
15. Service d'Otologie et d'Otoneurologie, Hôpital Salengro, CHU Lille, Lille, FRANCE Université de Lille, Lille, FRANCE
16. Laboratoires F. Le Her, Rouen, FRANCE Service Oto-Rhino-Laryngologie et Chirurgie Cervico-Faciale, CHU Charles Nicolle, Rouen, FRANCE
17. Service Audiophonologie, Hôpital Institut Saint Pierre, Palavas Les Flots, FRANCE
18. Unité Otologie et Otoneurologie, Service Oto-Rhino-Laryngologie et Chirurgie Maxillo-Faciale, CHU Gui de Chauliac, Montpellier, FRANCE Institut des Neurosciences de Montpellier, Equipe Audition, INSERM U 105, Université Montpellier, Montpellier, FRANCE
19. Département Audiologie, Haute Ecole Léonard de Vinci Site Marie Haps, Bruxelles, Belgique



## Résumé

Ce document présente les particularités des principaux tests d'audiométrie dans le bruit disponibles et utilisés en France. Il précise leurs conditions de réalisation et recense les critères permettant de sélectionner parmi ces tests ceux correspondant aux besoins des professionnels.

Les recommandations sont basées sur une analyse systématique de la littérature réalisée par un groupe multidisciplinaire réunissant des médecins, des audiologistes et des audioprothésistes provenant de toute la France, mais aussi de Belgique et du Canada. Elles sont classées en grade A, B, C ou accord professionnel selon un niveau de preuve scientifique décroissant.

Pour être complète, l'évaluation du statut auditif d'un sujet nécessite que soit testée sa compréhension de la parole dans le bruit. L'examen doit débiter par un minimum de deux mesures familiarisant le sujet avec la procédure de passation. Dans le cadre du diagnostic initial, les procédures adaptatives visant à établir le seuil des 50% d'intelligibilité dans le bruit (SIB50) sont à privilégier pour obtenir une mesure rapide et standardisée de la perception de la parole dans le bruit.

Lorsque l'on souhaite mesurer la compréhension de la parole de la façon la plus écologique possible, les tests à base de phrases, les bruits multi locuteurs et la diffusion en champ libre sont à privilégier.

Le gain prothétique est évalué exclusivement en champ libre. Seule cette modalité permet d'évaluer l'apport de la binauralité et de mesurer la perception dans le bruit dans un environnement au plus proche de la réalité. Afin d'éviter les interférences acoustiques en champ libre, l'emploi d'un minimum de cinq haut-parleurs est recommandé, notamment pour l'évaluation de l'efficacité des microphones directionnels, d'un appareillage CROS, ou d'une adaptation bimodale.

### Mot clés :

Recommandation, surdité, audiométrie vocale dans le bruit, langue française

### Abreviations :

- ACA : Appareils de Correction Auditive
- AVfB : Audiométrie Verbo-Fréquentielle
- HINT : Hearing In Noise Test
- HP : Haut-Parleur
- MBAA : Marginal Benefit from Acoustical Amplification
- OVG : Onde Vocale Globale
- RSB : Ratio Signal sur Bruit
- SIB50 : Seuil des 50% d'Intelligibilité dans le Bruit
- SWN : Speech Weighted Noise
- TCA : Troubles Centraux Auditifs
- VCV : Voyelle Consonne Voyelle
- VRB : Vocale Rapide dans le Bruit

## 1

## Introduction- Contexte

L'arrêté du 14 novembre 2018 portant modification sur les modalités de prise en charge des aides auditives introduit dans les indications d'appareillage la dégradation significative de l'intelligibilité, c'est-à-dire de la compréhension de la parole, en présence de bruit. (<https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000037615111>)

Or, les indications pour un appareillage auditif ont initialement été établies à partir des scores d'audiom tries tonales et vocales dans le silence. Bien que ces mesures restent utiles et informatives, elles sont peu sensibles lorsqu'il s'agit de mettre en évidence des troubles centraux auditifs (TCA) ou des pertes auditives émergentes et donc peu importantes. En effet, les difficultés à comprendre la parole dans le bruit font partie des premiers signes de perte auditive notamment en cas de presbycousie (perte auditive liée au vieillissement) ou de TCA. L'évaluation et la quantification de ces difficultés en milieu bruyant, permettraient d'effectuer un dépistage précoce des presbycousies et des TCA.

Ainsi, dès 1970, Carhart et Tillman (1) (Niveau de Preuve : 4) sugg raient que les difficultés auditives devaient être testées dans des conditions plus écologiques, c'est-à-dire plus proches des situations rencontrées dans la vie quotidienne, que celles des audiom tries tonales ou vocales dans le silence. Ces recommandations ont abouti, à la fin des années 1970, au développement des premiers tests de compréhension de la parole dans le bruit (2,3) (Niveaux de Preuve : 4, 4). L'intérêt de ces tests tant pour le diagnostic des déficiences auditives que dans le cadre de la recherche fondamentale ou clinique a entraîné la mise au point de nombreux tests de perception de la parole dans le bruit dont certains ont été développés ou adaptés en langue française. Tous ces tests reposent sur la mesure de la compréhension de la parole lorsqu'un signal ou bruit perturbant est diffusé simultanément. Généralement, ces tests permettent de déterminer le ratio signal sur bruit (RSB), en décibels, pour lequel la moitié de la parole est comprise. Ces ratios correspondent à la différence entre le niveau de la parole (signal) et du bruit. Aussi lorsque le niveau de la parole est supérieur à celui du bruit, le RSB est positif (par exemple +5 dB RSB pour un niveau de parole à 70 dB et un niveau de bruit à 65 dB). Il est négatif lorsque le bruit est présenté à un niveau supérieur à celui du signal. Ainsi, en comparant les RSB pour différentes conditions d'écoute (monaurale vs binaurale, avec ou sans appareils de correction auditive (ACA), diotique - un même signal présenté sur les 2 oreilles - ou dichotique - un signal diff rent présenté sur chaque oreille) il est possible d'évaluer le gain prothétique et/ou celui de la binauralité. Cependant l'utilisation des tests de perception de la parole dans le bruit dans le cadre des indications pour les ACA est très et encore peu pratiqu e. Puisque la plus petite variation de RSB susceptible d'entraîner une modification de la perception de la qualité du son est de 3 dB (4) (Niveau de Preuve : 4), le Journal Officiel de la République Française prévoit qu'une dégradation de l'intelligibilité en présence de bruit de 3 dB RSB par rapport à la valeur normative du test utilisé est une indication pour l'ACA. Si cette limite peut paraître rigide face au grand nombre de tests disponibles et à la variation observée entre leurs valeurs normatives, elle reste généralement supérieure aux limites suggérées pour les différents tests (plage de normalité au niveau de confiance 95%) et retranscrit, pour la plupart de ces tests, une perte d'intelligibilité significative.



Si en France la pratique de l'audiométrie vocale dans le silence a été sujette à des recommandations de la SFORL, la pratique de l'audiométrie vocale dans le bruit ne faisait pas jusqu'à ce jour l'objet d'un consensus. Dans cet article, nous aborderons aussi les principaux critères à considérer lors du choix d'un test ou de son utilisation ainsi que l'analyse des fonctions d'intelligibilité. Nous présentons les tests de mesure de l'intelligibilité dans le bruit les plus usités en français, leurs particularités, leurs indications ainsi que leurs valeurs normatives.

## 2

## Matériels et méthodes

L'établissement de ces recommandations est basé 1) sur une revue systématique de la littérature scientifique internationale mais aussi 2) sur les recommandations de pratique de l'audiométrie dans le bruit dans d'autres pays (Belgique, Royaume Uni) et 3) l'étude de la pratique de l'audiométrie dans le bruit rapportée par un groupe multidisciplinaire réunissant des médecins ORL, des audiologistes et des audioprothésistes provenant de toute la France, mais aussi de Belgique et du Canada.

Pour l'analyse systématique de la littérature, la base de données PUBMED a été interrogée sur la période 1967 - 2020 avec pour mots clés « speech », « audiometry », « noise », « french ».

La recherche a aussi ciblé les validations en français de tests publiés initialement en anglais. Au total 57 articles ont été trouvés grâce à la recherche PUBMED parmi lesquels ont été retenus 7 articles de validation de test d'audiométrie dans le bruit disponible en français (Digit triplet et Triplet antiphasique, FIST, Framatrix, HINT, SUN, VRB), un article de validation supplémentaire a été trouvé via la recherche d'adaptation de tests anglophone (FrBIO), deux derniers tests nous ont été rapportés par les professionnels de l'audition (AVfB-Dodelé, Lafon-Marie Haps).

Conformément aux préconisations de la HAS (<https://www.has-sante.fr/>), les articles ont été classés par niveau décroissant de preuve (1, 2, 3 ou 4) et les recommandations par grade (A, B, C ou Avis d'expert) en fonction des données disponibles dans la littérature.

## 3

## Considérations générales sur l'audiométrie dans le bruit

## 3.1 Principe général

L'audiométrie vocale dans le bruit consiste à mesurer la compréhension de la parole, souvent appelée intelligibilité, lorsqu'un signal ou bruit perturbant est diffusé simultanément. Tous les tests d'audiométrie vocale dans le bruit évaluent donc l'intelligibilité en fonction du rapport signal sur bruit (RSB) en dB qui correspond à la différence entre le niveau de présentation de la parole et celui du bruit concurrent.

Il est possible de représenter intelligibilité en fonction du RSB (Figure 1). Cette fonction d'intelligibilité correspond à une fonction logistique de type :

$$\text{Intelligibilité}(x) = \frac{\text{Max}}{1 + e^{(-4p \times (x - \text{RSB}^{\text{Max}/2}))}}$$

Où Max est le maximum d'intelligibilité (en %) atteint par le sujet.  $\text{RSB}^{\text{Max}/2}$  et  $p$  sont des constantes individuelles déterminables par ajustement logistique.

Le  $\text{RSB}^{\text{Max}/2}$  correspond, pour un test donné et un niveau de parole ou de bruit fixé, au RSB (en dB) nécessaire pour que le sujet comprenne la moitié de ce qu'il perçoit au maximum. Chez le normo-entendant, il s'agit donc du seuil des 50% d'intelligibilité dans le bruit (SIB50), c'est-à-dire le RSB nécessaire pour comprendre  $100\%/2 = 50\%$  de la parole qui lui est présentée.

La pente est calculée au niveau du SIB50 et représente le gain d'intelligibilité par unité de RSB, elle est souvent exprimée en %/dB. Dans ce cas, une valeur de pente de 14%/dB indique que si l'on augmente (ou diminue) le RSB de 1 dB par rapport au SIB50, l'intelligibilité augmentera (ou diminuera) de 14% et sera ainsi de 64% (ou 36%).

Pour les sujets normo-entendants, chez qui les valeurs normatives sont établies, le maximum d'intelligibilité est 100% et la formule devient :

$$\text{Intelligibilité}(x) = \frac{100}{1 + e^{(-4p \times (x - \text{SIB50}))}}$$

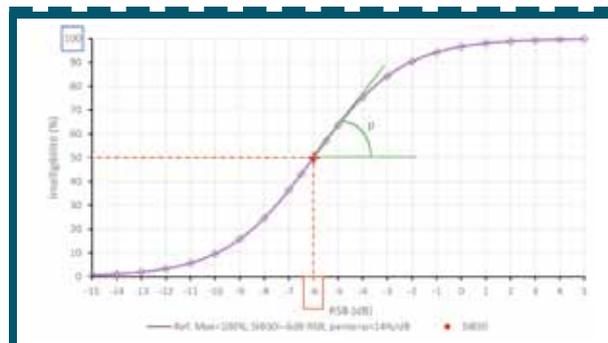


Figure 1 : Exemple de fonction d'intelligibilité dont avec un maximum d'intelligibilité de 100% ; un SIB50 = -6 dB RSB et une pente  $p = 14\%/dB$

Lorsque l'audition dans le bruit est dégradée, chaque paramètre peut être affecté. La valeur « Max » peut alors plafonner à des valeurs inférieures à 100% ; la pente peut être plus faible, traduisant la nécessité d'une augmentation plus importante du RSB pour obtenir le même gain d'intelligibilité ; et surtout, le SIB50 - lorsqu'atteint - se trouvera augmenté par rapport aux valeurs normatives établies chez le normo-entendant.

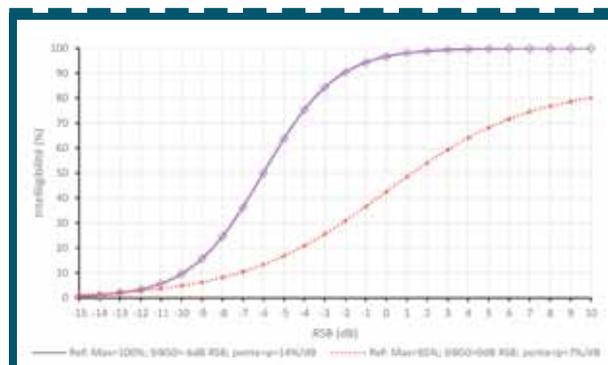


Figure 2 : Exemple de 2 fonctions d'intelligibilité. En violet la courbe de référence avec un maximum d'intelligibilité de 100%, un SIB50 de -6 dB RSB et une pente de 14%/dB ; en rouge une courbe altérée où le maximum d'intelligibilité est de 85%, le RSB pour atteindre la moitié de ce maximum est  $\text{SIB}(85/2) = \text{SIB}42.5 = 0 \text{ dB}$  et la pente égale à 7%/dB.

Chaque test a sa propre fonction d'intelligibilité avec des paramètres (SIB50, pente) définis chez les sujets normo-entendants par ajustement logistique des mesures d'intelligibilité pour différents RSB fixés.

### 3.2 Calibration

Comme toute audiométrie, l'audiométrie vocale dans le bruit est règlementée par des normes ISO (<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:8253:-3:ed-2:v1:fr>).

Les valeurs normatives des tests étant établies dans ces conditions, toute évaluation d'audiométrie vocale dans le bruit doit être faite dans des conditions répondant aux normes réglementaires pour rester informative et pertinente.

### 3.3 Particularités des tests

De nombreux tests d'audiométrie vocale dans le bruit en langue française ont été créés ou adaptés à partir de tests anglophones. S'ils proposent tous une évaluation plus ou moins complète de la compréhension de la parole lorsqu'un signal ou bruit perturbant est diffusé, ils comportent de nombreuses différences et particularités selon le type de signal, de bruit, le matériel utilisé, et la procédure choisie.

#### 3.3.1 Matériel audio

##### 3.3.1.1 Signal

Le matériel vocal constituant le signal est l'une des principales différences entre les tests proposés. On distinguera ainsi les pseudos mots - tels que les logatomes de Dodelé (5) (Niveau de Preuve : 4) ou les syllabes VCV (voyelle consonne voyelle) (6) (Niveau de Preuve : 4), les mots dissyllabiques - par exemple ceux de Lafon (7) (Niveau de Preuve : 4) utilisé dans le cadre de la procédure Marie Haps (8) (Niveau de Preuve : 4) pour l'audiométrie vocale dans le bruit, ou encore les phrases utilisées dans de nombreux tests (9–16) (Niveaux de Preuve : 4).

Il est communément admis que les logatomes permettent de tester la périphérie du système auditif alors que les mots et les phrases font intervenir la suppléance mentale, la connaissance sémantique du sujet et permettent donc de tester l'audition dans des conditions plus proches des situations rencontrées dans la vie quotidienne.

Il est à noter que certains tests utilisent pour matériel vocal les chiffres (17,18) (Niveaux de Preuve : 4) qui présentent l'intérêt d'être connus de tous, indépendamment du niveau linguistique.

#### Choix du matériel vocal

- Lorsque l'on souhaite mesurer la compréhension de la parole dans un environnement au plus proche de la réalité, les tests à base de phrases sont à privilégier (Grade A).
- En revanche, si l'on souhaite s'affranchir des capacités langagières du sujet et des effets de suppléance mentale, les pseudo-mots ou logatomes peuvent être utilisés (Avis d'expert).

##### 3.3.1.2 Bruit

Les bruits utilisés lors de ces tests n'ont pas été choisis aléatoirement : afin d'obtenir un effet de masquage proche de celui généré

par une conversation de groupe, les bruits sont construits afin de représenter plus ou moins fidèlement le spectre de la voix humaine par superposition de plusieurs voix (masquage informatif) ou filtrat de bruit blanc selon le spectre à long terme des items des listes (masquage stationnaire). Il ne s'agit pas de bruit standard (blanc, rose, etc.), car diffuser ce type de bruit lors d'une audiométrie vocale ne conduit pas à une mesure efficace de l'audition dans le bruit.

#### Choix du bruit masquant

- Les bruits stationnaires proposent un masquage uniforme et constant et sont à privilégier lorsque l'on souhaite des conditions de bruit reproductibles d'une passation à l'autre (Avis d'expert).
- Les bruits multi locuteurs sont proches des bruits rencontrés dans la vie réelle et permettent des évaluations en situation écologique (Avis d'expert).

#### 3.3.2 Procédure

##### 3.3.2.1 Type de procédure

Si les valeurs normatives des différents tests sont généralement établies chez les normo-entendants en mesurant l'intelligibilité pour différents RSB fixés, beaucoup de tests n'ont pas vocation à être réalisés ainsi et proposent des procédures adaptatives où le RSB est ajusté en fonction des réponses du participant (9,10,16,17,11,8,18) (Niveaux de Preuve : 4) (Figure 3a et b). Ce choix méthodologique permet de réduire considérablement la durée des tests et, malgré cette différence, les valeurs normatives établies à RSB fixe, restent valides pour les procédures adaptatives. Le plus souvent, le niveau de présentation du bruit est fixe pendant le test et le niveau de présentation du signal est ajusté : il décroît lorsque le sujet a répété correctement l'item précédent (augmentation du RSB) et décroît lorsque le sujet a échoué (diminution du RSB). Les procédures adaptatives ont toutefois le désavantage de se focaliser sur une mesure unique de l'intelligibilité, généralement le SIB50, et rares sont ceux proposant une estimation de la pente de la fonction d'intelligibilité (11) (Niveau de Preuve : 4).

D'autres tests proposent cependant d'évaluer l'intelligibilité dans le bruit pour différents RSB fixés (5,15) (Niveaux de preuve : 4). Cette approche permet une évaluation de la perception de la parole pour différents RSB plus proches des conditions réelles (RSB positifs), mais comporte un risque d'effet seuil ou plafond (0% ou 100% de réponses pour tous les RSB testés).

Dans le cas du test de Vocale Rapide dans le Bruit (14) (Niveau de Preuve : 4), une formule permet d'estimer le SIB50 à partir du score obtenu pour des RSB prédéterminés allant de -3 à +18 dB.

##### 3.3.2.2 Habituation

Lors de l'utilisation répétée d'un test, il est important de considérer la notion « d'habituation » : les sujets ayant tendance à améliorer significativement leurs performances entre les 3 premières réalisations (11). Il est donc particulièrement important de réaliser 2 entraînements avant de comparer plusieurs conditions d'écoute chez un même sujet.

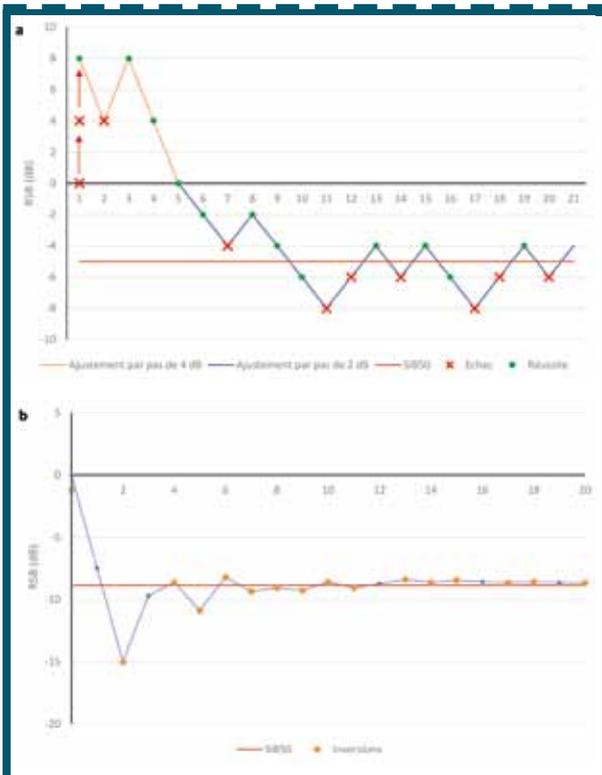


Figure 3 : Exemple d'ajustement du RSB au cours de procédure adaptatives.

a) Pour le HINT, lorsque le sujet ne parvient pas à répéter la première phrase, le niveau de signal est augmenté de 4 dB. Dès que la première phrase est correctement répétée, le test se poursuit sans discontinuer avec des ajustements du niveau de signal de 4 dB pour les 4 premières phrases (orange) puis de 2 dB pour les 16 ajustements suivants (bleu). Le SIB50 correspond à la moyenne des 17 derniers niveaux (de 5 à 21, tracé bleu).

b) Pour le Framatrix, le niveau de présentation du signal est ajusté pour faire varier le RSB après chaque phrase en fonction du nombre de mots correctement répétés (de 0/5 jusqu'à 5/5) et du nombre d'inversions (en orange) ayant eu lieu au cours du test. Le SIB50 est calculé automatiquement par le logiciel.

### Familiarisation avec la procédure de test

- Pour s'assurer de sa validité, toute audiométrie vocale dans le bruit doit débuter par au moins 2 mesures blanches afin de familiariser le sujet avec la procédure de passation (Grade A).

#### 3.3.2.3 Importance du retest

Similairement, en plus de la familiarisation, un minimum de 2 évaluations successives est conseillé afin de s'assurer de la reproductibilité des résultats.

#### 3.3.2.4 Type d'écoute

Les valeurs normatives de chaque test sont définies pour un type d'écoute (casque/inserts ou champ libre). Certains tests ont des valeurs normatives pour différentes conditions d'écoute. Le test doit ainsi être choisi en fonction de son utilisation : si les inserts ou le casque sont recommandés dans le cadre du dépistage des surdités ou pour le diagnostic initial, ils ne sont pas compatibles avec l'évaluation chez les sujets appareillés.

### Conduction aérienne avec transducteurs (inserts ou casque)

- L'utilisation de transducteurs en conduction aérienne est recommandée chaque fois qu'une évaluation oreilles nues séparées est indiquée (Avis d'expert).

Le champ libre, en plus de permettre de tester les sujets appareillés, permet aussi de tester le sujet dans des conditions plus écologiques et/ou plus variées. Si un seul haut-parleur (HP) peut suffire dans certaines indications, un minimum de 4 HP est nécessaire pour restituer la sensation de bruit diffus (19) (Niveau de Preuve : 4).

### Champ Libre

- Seule la réalisation en champ libre permet d'évaluer ou de comparer des gains prothétiques, l'apport de la binauralité ou de mesurer la perception dans le bruit dans un environnement au plus proche de la réalité (Avis d'expert).
- Les configurations à 2 HP peuvent servir à émettre sur 2 HP différents le signal et le bruit face au sujet ou à l'évaluation du bénéfice binaural, car ils permettent la restitution de différences interaurales physiologiques d'intensité et de temps (Grade A).
- Un minimum de 5 HP (4 pour le bruit et un pour le signal) ou plus est recommandé afin d'éviter les interférences acoustiques (Grade C).

## 3.4 Utilisation

Le choix du test doit être fait en fonction des objectifs de sa réalisation : dépistage, diagnostic, mesure du gain prothétique ou de l'apport de la binauralité.

### 3.4.1 Dépistage

Les tests à base de chiffres (17,18) (Niveaux de Preuve : 4) sont des tests de dépistage des surdités. Ils sont facilement accessibles (internet ou application smartphone) et sont conçus pour être auto-administrés. Ainsi, en tant que tests de dépistage, ils permettent de mettre en évidence des difficultés auditives significatives (surdité de perception symétrique mais aussi surdité de perception asymétrique ou surdité de transmission pour le test antiphase) mais ne suffisent pas au diagnostic. Lorsque leurs résultats suggèrent une détérioration de l'audition, il convient de s'orienter vers un spécialiste afin d'établir un diagnostic précis.

### 3.4.2 Diagnostic initial

Les valeurs normatives des tests sont établies chez le sujet normo-entendant. Ainsi, quand ces tests sont réalisés dans des conditions cliniques adéquates, ils peuvent participer au diagnostic voire à la quantification de troubles de l'audition.

- Lorsqu'elle est réalisée dans le cadre du diagnostic initial, l'audiométrie dans le bruit doit s'inscrire dans le cadre d'une évaluation complète de l'audition du sujet (audiométrie tonale, audiométrie vocale dans le silence, mesures objectives) (Grade A).
- Les procédures adaptatives visant à établir le SIB50 sont à privilégier dans le cadre du diagnostic initial lorsqu'on souhaite obtenir pour tous les sujets une mesure rapide et standardisée de la perception de la parole dans le bruit (Grade A)



Au-delà du diagnostic des surdités neurosensorielles ou de transmission, l'audiométrie vocale dans le bruit peut aussi servir à la mise en évidence d'autres troubles auditifs dont le diagnostic pourra être confirmé par une série de tests dédiée (<http://www.biap.org/fr/recommandations/%20recommandations/ct-30-processus-auditifs-centraux-p-a-c>).

- En cas de discordance entre l'audiométrie tonale et vocale, et en l'absence d'anomalie rétro cochléaire visible en IRM, un trouble spécifique de l'audition (trouble du traitement auditif, spectre des neuropathies auditives, surdité cachée) doit être recherché (Grade A).

### 3.4.3 Indication de l'appareillage auditif

Le décret de 2018 relatif à la nouvelle nomenclature des prothèses auditives (<https://beta.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORF-TEXT000037615111>) définit l'éligibilité à l'appareillage auditif sur la base d'un écart >3 dB par rapport à la référence établie chez le normo-entendant.

- Seuls les tests dont les valeurs normatives sont établies en RSB (dB) peuvent servir de base à l'indication pour l'appareillage auditif (Avis d'expert).

### 3.4.4 Mesure du gain prothétique

Chez le patient appareillé, ces tests peuvent aussi servir à mesurer le gain prothétique afin de vérifier l'apport des dispositifs de réhabilitation auditive (appareillage conventionnel par voie aérienne, implant cochléaire, prothèse à ancrage osseux, par conduction osseuse) et éventuellement d'adapter leurs réglages.

- Le gain prothétique est évalué exclusivement en champ libre (Avis d'expert).
- Si l'on veut obtenir son estimation rapide, les tests adaptatifs visant à mesurer le SIB50 sont à privilégier (Avis d'expert).
- Les procédures utilisant plusieurs RSB fixes donnent une idée plus complète des performances des patients dans le bruit (Avis d'expert).
- En cas de découragement du patient en raison d'un test jugé trop difficile et afin d'éviter les effets de seuils ou de plafonds inhérents aux tests à RSB fixes, mieux vaut délivrer le signal de parole à des niveaux plus favorables par rapport au bruit, permettant par exemple la mesure du SIB70, c'est-à-dire le RSB permettant au sujet de reconnaître 70% du signal de parole (Grade B).
- L'apprentissage entraînant une amélioration du SIB50 à mesure des passations, le gain prothétique sera surestimé si les mesures sont d'abord conduites dans les conditions les plus défavorables (oreilles nues). À l'inverse, si on mesure le SIB50 d'abord avec prothèses, on évitera de surestimer le gain prothétique (Avis d'expert).

Similairement, les tests d'audiométrie vocale dans le bruit peuvent aussi servir à évaluer l'utilité et l'efficacité des traitements de signal implémentés dans les dispositifs de réhabilitation les plus récents.

- Pour prendre en compte les algorithmes de traitement du signal présents dans les dispositifs médicaux actuels, le bruit doit être diffusé par au moins 4 HP en amont du signal et de façon continue (Avis d'expert).
- L'évaluation de l'efficacité des microphones directionnels, d'un appareillage CROS, ou d'une adaptation bimodale, nécessite un minimum de 5 HP pour restituer un environnement le plus écologique possible. Les modalités d'évaluation doivent permettre de faire varier l'azimut du signal de parole pour tester différentes configurations spatiales (Avis d'expert).

### 3.4.5 Mesure du gain binaural

L'audiométrie vocale dans le bruit peut aussi servir à mesurer l'apport de la binauralité (gain binaural) c'est-à-dire l'amélioration des performances lorsque le sujet perçoit son environnement sonore avec ses 2 oreilles. Dans ce cas, le signal provient généralement d'un HP situé face au sujet, le bruit venant d'un HP situé soit à gauche, soit à droite du sujet.

- Les principales mesures de gain binaural (démasquage, ombre de tête, sommation) sont obtenues en champ libre avec 2 HP placés sur un héli cercle de 1 m de rayon (Grade A).
- Avant d'effectuer les mesures de gain binaural avec les sources de signal et de bruit séparées, une familiarisation au test avec le signal et le bruit provenant tous deux de face est recommandée (Grade A).

### 3.4.6 Etudes cliniques

Ces tests ont été conçus pour le dépistage ou le diagnostic d'atteintes auditives dans un cadre clinique, mais peuvent être utilisés dans le cadre d'un protocole de recherche. Les tests ayant des équivalents internationaux (Framatrix, FrBIO, VRB) sont alors particulièrement intéressants, car ils font l'objet d'autres études dans la littérature internationale.

- Si l'objectif est d'inclure dans une étude à large échelle des patients gênés dans le bruit, un test de dépistage trouvera toute son utilité (Grade A).
- Sinon, des tests dont les conditions de passation permettent une évaluation fine et stratifiée du bénéfice d'une intervention thérapeutique sont à privilégier (Grade A).

## 4

## Description des tests

### 4.1 Audiométrie Verbo-Fréquentielle (AVFB) / DODELÉ

#### 4.1.1 Matériel

##### 4.1.1.1 Format du test :

CD audio spécialement enregistré pour la méthode dite « automatique », N°4 du Collège National d'Audioprothèse.



#### 4.1.1.2 Matériel Audio :

##### 4.1.1.2.1 Parole

5 listes de logatomes (mots sans sens) de 3 phonèmes chacun + 2 listes d'entraînement.

Chaque liste est composée de 18 logatomes qui sont de la forme voyelle-consonne-voyelle (VCV) dont le premier sert à capter l'attention du patient.

L'unité d'erreur est le phonème.

Voix masculine.

Équilibré pour des patients presbycusiques.

##### 4.1.1.2.2 Bruit

Bruit Onde Vocale Globale (OVG), constitué par un mélange de paroles issues de deux couples mixtes (femme homme), l'un parlant anglais l'autre français.

#### 4.1.2 Procédure

##### 4.1.2.1 Durée

L'AVfB utilise 6 listes, dont une d'entraînement, et dure moins de 10 minutes (une liste dure 72 secondes).

##### 4.1.2.2 Conditions d'écoute

- Monaurale au casque.

- Binaurale diotique en champ libre. Pour la procédure dite « automatique », lorsque deux haut-parleurs (HP) sont utilisés, ils doivent être situés à hauteur d'oreille et à 1m, la parole est diffusée en face du patient et le bruit en arrière (à 180°). D'autres configurations sont possibles avec 4 et 7 HP. Dans ces cas, il est recommandé de diffuser la parole au moyen d'un seul haut-parleur situé face au sujet et de diffuser le bruit sur les autres haut-parleurs situés à intervalles réguliers autour du sujet (par exemple : signal de face + 3 HP situés à 90°, 180° et -90) pour le bruit en configuration 4 HP).

##### 4.1.2.3 Déroulement du test

Il s'agit d'un test à RSB fixes.

Pour un sujet normo-entendant ou non appareillé, il est conseillé de fixer le niveau de parole au Seuil Subjectif de Confort Vocal, soit l'intensité minimale pour atteindre le pourcentage maximal d'intelligibilité vocale.

La description ci-dessous correspond à la procédure dite « automatique ».

La première liste d'entraînement non évaluée est lue à +12 dB RSB afin de familiariser le patient à l'exercice, puis, pour le test, on fait varier le RSB de +9 à -9 dB en faisant varier le niveau de bruit par pas de 3 dB.

Le premier logatome n'a pour but que de fixer l'attention du sujet et n'est pas pris en compte pour l'évaluation. Les 17 logatomes suivants comportent au total 51 phonèmes, nombre arrondi à 50. Le nombre de phonèmes incorrects est comptabilisé puis multiplié par 2 afin d'obtenir le pourcentage d'erreur. puis on multiplie ce résultat par deux pour obtenir le pourcentage de confusion phonémique. Le score d'intelligibilité est alors calculé selon la formule :

Score intelligibilité = 100 - 2 x nombre de phonèmes incorrects

Le test peut être arrêté lorsque que le patient atteint un score d'intelligibilité inférieur à 50%.

#### 4.1.3 Valeurs normales

n=51 normo-entendants, âges non précisés.

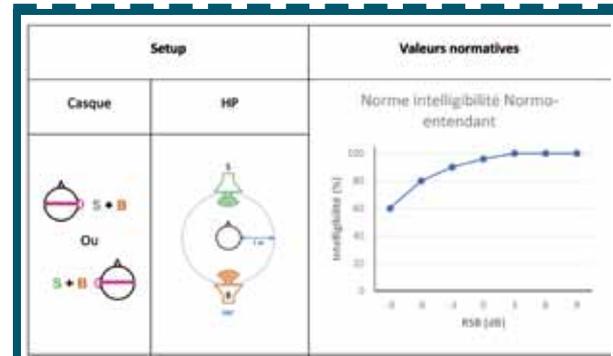


Tableau 1 : Setup et courbe de référence de l'AVfB

Le score d'intelligibilité devient inférieur à 100% pour les RSB inférieurs à 3 dB ; à -9 dB, le score d'intelligibilité est de 60%.

#### 4.1.4 Utilisation

L'AVfB est utilisé dans le diagnostic de la surdité chez l'adulte et permet de comparer le gain prothétique après appareillage.

#### 4.1.5 Références bibliographiques

(5,21) (Niveaux de Preuve : 4, Non Concerné)

### 4.2 Speech Understanding in Noise (SUN)

Développé initialement en italien, le SUN a été adapté en plusieurs langues dont le français.

#### 4.2.1 Matériel

##### 4.2.1.1 Format du test :

Logiciel + ordinateur + audiomètre

##### 4.2.1.2 Matériel audio :

###### 4.2.1.2.1 Parole :

Liste de 12 consonnes intercalées entre deux voyelles (VCV)

###### 4.2.1.2.2 Bruit :

Speech Weighted Noise = Bruit blanc filtré pour présenter la même densité spectrale qu'un signal de parole.

#### 4.2.2 Procédure

##### 4.2.2.1 Durée

Moins d'une 1 minute par liste

Un entraînement à RSB fixe (+8 dB) est recommandé avant l'évaluation, l'ensemble entraînement et test représente moins de 2 minutes par oreille.

###### 4.2.2.2 Conditions d'écoute

Monaurale au casque.



### 4.2.2.3 Déroulement du test

Il s'agit d'une procédure à RSB fixes où le niveau de la parole est fixe (il est conseillé de tester au niveau de parole de 60 dB SPL). Le niveau de présentation initial du bruit est à 58 dB SPL (RSB +2 dB) et croît de 2 dB à chaque présentation jusqu'à 68 dB SPL (-8 dB RSB).

A chaque présentation le sujet doit choisir parmi 3 réponses via un écran tactile (choix forcé). Le nombre de bonne réponse est comptabilisé à l'issue de la liste.

### 4.2.3 Valeurs normatives

n=150 adultes avec moyennes tonales variées, de 40 à 89 ans

Les résultats correspondent aux nombres de bonnes réponses :

- 9 bonne réponses ou plus : aucune difficulté d'écoute
- 7 ou 8 bonne réponses : contrôle de l'audition souhaitable
- 6 bonnes réponses ou moins : contrôle de l'audition recommandé

### 4.2.4 Utilisation

C'est un test de dépistage de la presbycusie permettant une évaluation rapide de l'audition afin d'aiguiller le patient vers un spécialiste lorsque le nombre de bonne réponse est inférieur à

En utilisant les VCV et un paradigme de réponse en choix forcé automatisé, l'influence des interactions auditives-cognitives et le rôle des fonctions non auditives sont limités par rapport à une tâche ouverte et permettrait ainsi de tester les auditeurs maîtrisant mal le français.

### 4.2.5 Références bibliographiques

(6) (Niveaux de Preuve : 4)

## 4.3 Lafon dissyllabique - Procédure Marie Haps

La procédure Marie Haps est une adaptation des listes de mots dissyllabiques de Lafon à l'audiométrie dans le bruit, cette procédure a été mise au point en Belgique et fait partie des tests recommandés par l'Institut national d'assurance maladie-invalidité belge (<https://www.inami.fgov.be/fr/professionnels/sante/audiciens/Pages/circulaires-audicien.aspx>)

### 4.3.1 Matériel

#### 4.3.1.1 Format du test :

CD audio N°2 du Collège National d'Audioprothèse.

#### 4.3.1.2 Matériel Audio :

##### 4.3.1.2.1 Parole

Listes dissyllabiques de Lafon : 10 listes de 10 mots.

L'unité d'erreur est le mot.

En Français.

Voix féminine.

Équilibrées phonétiquement.

##### 4.3.1.2.2 Bruit

Bruit vocal = bruit blanc filtré pour ne conserver que les fréquences basses et médiums (atténuation des aigus).

### 4.3.2 Procédure

#### 4.3.2.1 Durée

Moins de 2 minutes par liste.

Il est recommandé de faire une liste d'entraînement avant d'effectuer les tests, soit moins de 10 minutes pour 1 entraînement + 3 listes.

#### 4.3.2.2 Conditions d'écoute

Monaurale au casque.

Binaurale diotique en champ libre soit avec le signal et le bruit sur un même HP situé face au sujet, à hauteur d'oreille et à 1m ; soit avec 3 HP situés à hauteur d'oreille et à 1m : l'un situé face au sujet et diffusant le signal, les 2 autres situés de part et d'autre du premier à 45° et -45° et diffusant le bruit.

#### 4.3.2.3 Déroulement du test

Il s'agit d'une procédure adaptative où le bruit est fixé à 75 dB SPL. Initialement le niveau de signal (parole) est réglé à 55 dB (RSB = -20 dB) ; pour un sujet appareillé ou implanté il est possible de commencer avec un RSB plus favorable en choisissant un niveau de présentation de la parole plus élevé : 65 dB SPL par exemple (RSB = -10). Le niveau de la parole (et donc le RSB) diminue de 3 dB lorsque le sujet répète correctement le mot, le niveau de la parole (RSB) augmente de 3 dB lorsque le mot n'a pas été correctement répété, ou de 6 dB s'il s'agit du premier mot.

Les conditions initiales sont telles que le sujet ne doit normalement pas réussir à identifier le premier mot. Tant que le premier mot n'est pas correctement identifié, le niveau de la parole (donc le RSB) est augmenté de 6 dB et le premier mot est à nouveau présenté au sujet. Dès que celui-ci est correctement répété, le niveau de la parole est diminué de 3 dB et le test se poursuit sans interruption jusqu'à la fin de la liste en conservant un pas de 3 dB.

Le score (RSB correspondant à une intelligibilité de 50%, appelé SIB50 pour seuil des 50% d'intelligibilité dans le bruit) correspond à la moyenne des 8 derniers RSB ajustés en prenant en compte le RSB ajusté après le 10ème mot bien que celui-ci ne soit pas présenté ensuite.

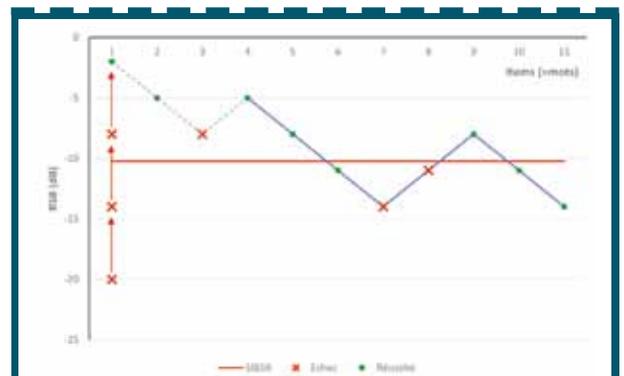


Figure 4 : Exemple de RSB au cours du test adaptatif utilisant les listes de Lafon dissyllabiques. Le niveau du signal est ajusté par pas de 6 dB jusqu'à ce que le premier mot soit répété, puis par pas de 3 dB ensuite (tracé bleu). Le SIB50 (ligne rouge) correspond à la moyenne des 8 derniers RSB (tracé plein).

### 4.3.3 Valeurs normatives

n=131 normo-entendants, moyenne tonale BIAP <20 dB, de 17 à 30 ans.



Setup	Valeurs normales SIB50 en dB RSB		
	Bruit vocal		
	Moyenne	Ecart-type	Intervalle de confiance
Casque  Ou 	3.2	1.5	[0.2 ; 6.2]
1 HP 	0	1.2	[-2.4 ; 2.4]
3 HP 	-2.9	1.5	[-5.9 ; 0.1]

Tableau 2 : Setup et valeurs normales du test Lafon dissyllabique pour les différentes conditions d'écoute en présence de bruit vocal chez l'adulte

#### 4.3.4 Utilisation

Le test adaptatif dissyllabique de Lafon peut permettre de mettre en évidence des troubles auditifs dans le bruit lorsque les résultats du sujet sont hors des intervalles de confiance correspondants aux conditions d'écoute : par exemple hors de l'intervalle [0.2 ; 6.2] lorsqu'il est administré monoralement au casque.

Il peut également être utilisé pour mesurer le gain prothétique en comparant les scores avec et sans appareillage.

#### 4.3.5 Références bibliographiques

(8) (Niveaux de Preuve : 4)

### 4.4 French Digit Triplet Test

Le French Digit Test est la version francophone du test de dépistage de l'Organisation Mondiale de la Santé.

#### 4.4.1 Matériel

##### 4.4.1.1 Format du test :

Site internet + écouteurs (existe en version application smartphone = hearWHO mais uniquement en anglais pour l'instant).

##### 4.4.1.2 Matériel audio :

###### 4.4.1.2.1 Parole

10 listes de 27 triplets de chiffres. Voix féminine.

###### 4.4.1.2.2 Bruit

Speech Weighted Noise = Bruit blanc filtré pour présenter la même densité spectrale qu'un signal de parole.

#### 4.4.2 Procédure

##### 4.4.2.1 Durée

La durée de l'examen est de 5 minutes environ.

#### 4.4.2.2 Conditions d'écoute

Le French Digit Triplet test a été originellement développé pour permettre une réalisation du test en monaurale via un téléphone fixe et en utilisant le pavé numérique pour répondre aux différentes présentations.

Il est désormais disponible sur le site internet <https://www.hein-test.fr/> et peut être réalisé à l'aide d'écouteurs standards.

#### 4.4.2.3 Déroulement du test

La procédure ci-dessous correspond à la version téléphonique du test. Il s'agit d'une procédure adaptative où le bruit est fixé.

On commence la présentation de la parole -8 dB RSB par la présentation d'une séquence de trois chiffres (compris de 1 à 9) choisis aléatoirement. Le sujet doit alors indiquer ses 3 réponses via un pavé numérique et le triplet est considéré comme correct lorsque tous les chiffres sont restitués. Le niveau de parole est ajusté par ajustement -2 dB RSB si le triplet est correct et de +2 dB RSB si le triplet est faux. Au total, 27 triplets sont présentés à chaque test.

Le résultat est donné par la moyenne RSB des 22 dernières itérations (incluant le RSB ajusté après la 27ème présentation).

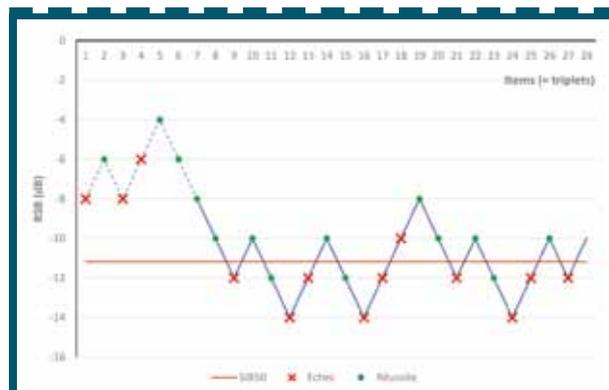


Figure 5 : Exemple de RSB au cours du test adaptatif French Digit Test au casque. Le niveau du signal est ajusté par pas de 2 dB. Le SIB50 correspond à la moyenne des 22 derniers RSB ajustés (tracé plein).

#### 4.4.3 Valeurs normales

n=6 normo-entendants, moyenne tonale BIAP <20 dB, de 16 à 49 ans.

Setup	Valeurs normales SIB50 en dB RSB		
	Moyenne	Ecart-type	Intervalle de confiance
Casque  Ou 	-10.2	0.5	[-11.2 ; -9.2]

Tableau 3 : Setup et valeurs normales du French Digit Triplet Test

## 4.4.4 Utilisation

Le French Digit Test permet une auto-administration du test grâce au site internet. C'est un test qui a pour but le dépistage de la presbycusie, afin d'aiguiller le patient vers un spécialiste pour évaluer la fonction auditive ultérieurement lorsque ses résultats sont en dehors des intervalles de confiance.

## 4.4.5 Références bibliographiques

(17) (Niveau de Preuve : 4)

## 4.5 Test des 3 chiffres antiphasique

### 4.5.1 Matériel

#### 4.5.1.1 Format du test :

Application smartphone (Höra) + écouteurs

#### 4.5.1.2 Matériel audio :

##### 4.5.1.2.1 Parole

120 listes de 3 chiffres tirés aléatoirement.

Voix féminine.

##### 4.5.1.2.2 Bruit

Speech Weighted Noise = Bruit blanc filtré pour présenter la même densité spectrale qu'un signal de parole

### 4.5.2 Procédure

#### 4.5.2.1 Durée

La durée du test est de 3 minutes par liste.

#### 4.5.2.2 Conditions d'écoute

Binaurale dichotique au casque. La parole est émise en dichotique antiphasique, c'est-à-dire que les signaux sont en opposition de phase entre les deux oreilles. Le bruit est émis en diotique.

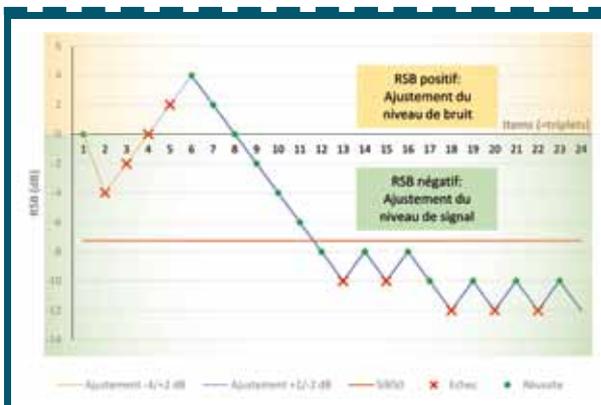


Figure 6 : Exemple de RSB au cours du test des trois chiffres antiphasique. Les ajustements sont de  $-4/+2$  dB RSB pour les 3 premiers triplets (tracé orange), puis de  $-2/+2$  dB RSB pour les suivants (tracé bleu) en ajustant le niveau de bruit lorsque le RSB est positif (zone supérieure jaune) et le niveau de signal lorsque le RSB est négatif (zone inférieure verte). Le SIB50 correspond à la moyenne des 19 derniers RSB ajustés (tracé plein).

### 4.5.2.3 Déroulement du test

Il s'agit d'une procédure adaptative. On commence la présentation à 0 dB RSB. On présente successivement trois chiffres de 0 à 9 au patient. Le triplet est considéré comme correct si tous les chiffres sont restitués. Pour les trois premiers triplets, le pas est de  $-4$  dB RSB en cas de réussite et de  $+2$  dB RSB en cas d'échec. Pour le reste de la procédure le pas est de  $-2$  dB en cas de réussite et de  $+2$  dB en cas d'échec. Pour les RSB négatifs, c'est le niveau de parole qui varie tandis que pour les RSB positifs c'est le niveau de bruit qui est ajusté. 23 triplets sont présentés à chaque test.

Le SIB50 est calculé en faisant la moyenne des 19 dernières itérations (incluant le RSB ajusté après la 23ème présentation). (Figure 6)

### 4.5.3 Valeurs normatives

$n=26$  anglophones normo-entendants, moyenne tonale BIAP  $<15$  dB, de 19 à 67 ans.

Setup	Valeurs normatives SIB50 en dB RSB		
	Moyenne	Ecart-type	Intervalle de confiance
Casque	-18.4	1.4	[-21.2 ; -15.6]

Tableau 4 : Setup et valeurs normatives du test des trois chiffres antiphasique.

### 4.5.4 Utilisation

Le test des 3 chiffres antiphasique permet l'auto-administration grâce à l'application smartphone. La sensibilité est grandement améliorée dans le cas du test antiphasique comparé au French digit triplet test, particulièrement dans le cas des surdités unilatérales et des troubles centraux de l'audition (auxquels le French Digit Test n'est pas sensible). C'est un outil de dépistage précoce de la presbycusie, mais aussi des « surdités cachées » telles que les neuropathies et les troubles centraux de l'audition. L'OMS met à disposition l'application et la version française (Höra) est disponible depuis novembre 2019

### 4.5.5 Références bibliographiques

(18) (Niveau de Preuve : 4)

## 4.6 French Intelligibility Sentence Test (FIST)

### 4.6.1 Matériel

#### 4.6.1.1 Format du test :

CD audio

#### 4.6.1.2 Matériel Audio :

##### 4.6.1.2.1 Parole

14 listes de 10 phrases + 1 liste d'entraînement de 20 phrases ;

Voix masculine ;

Équilibrées en difficulté.

##### 4.6.1.2.2 Bruit

Speech Weighted Noise = Bruit blanc filtré pour présenter la même densité spectrale qu'un signal de parole.



## 4.6.2 Procédure

### 4.6.2.1 Durée :

Moins de 4 minutes par liste

### 4.6.2.2 Condition d'écoute :

Test binaural au casque ; il n'existe aucune indication concernant le champ-libre mais avec une calibration adéquate, ce test pourrait être réalisé dans cette configuration en utilisant une source de signal et de bruit située face au sujet.

### 4.6.2.3 Déroulement du test :

Il s'agit d'une procédure adaptative où le bruit est fixé à 65 dB SPL, initialement le niveau de signal (parole) est réglé à 65 dB SPL (RSB = 0).

Le niveau de la parole (et donc le RSB) diminue de 2 dB lorsque le sujet répète correctement la phrase (aux substitutions acceptées près), le niveau de la parole (RSB) augmente de 2 dB lorsque le sujet n'a pas correctement répété la phrase.

Pour définir le RSB initial, le sujet doit répéter la première phrase, si celle-ci n'est pas correctement répétée le niveau de la parole est augmenté de 2 dB et la première phrase est rediffusée. Dès que celle-ci, est correctement répétée, le niveau de la parole est diminué de 2 dB et le test se poursuit sans interruption jusqu'à la fin.

Le SIB50 correspond à la moyenne des 6 derniers RSB.

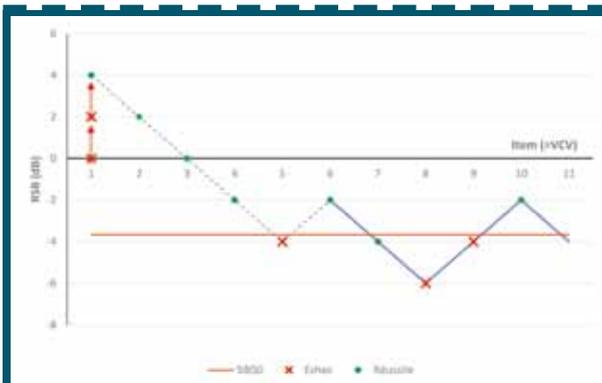


Figure 7 : Exemple de RSB au cours du test adaptatif FIST. Lorsque le sujet ne parvient pas à répéter la première phrase, le niveau de signal est augmenté de 2 dB. Dès que la première phrase est correctement répétée, le test se poursuit sans discontinuer avec des ajustements du niveau de signal de 2 dB. Le SIB50 correspond à la moyenne des 6 derniers RSB ajustés (tracé plein).

## 4.6.3 Valeurs normatives

n=20 adultes francophones normo-entendants (10 Français + 10 Belges), moyenne tonale BIAP <25 dB, âge non précisé.

Setup		Valeurs normatives SIB50 en dB RSB			Valeurs normatives Pente en %/dB		
Casque	Haut-Parleur	Moyenne	Ecart-type	Intervalle de confiance	Moyenne	Erreur de la moyenne	Intervalle de confiance
		-7.4	0.7	[-8.8 ; -6.0]	20.2	2.6	[15.0 ; 25.4]

Tableau 5 : Valeurs normatives du test FIST chez l'adulte

## 4.6.4 Utilisation

Lorsqu'administré binauralement au casque, le FIST peut servir à diagnostiquer une perte d'intelligibilité dans le bruit lorsque le SIB50 d'un sujet n'est pas dans l'intervalle de confiance [-8.8 ; -6.0] dB RSB.

## 4.6.5 Références bibliographiques

(16) (Niveau de Preuve : 4)

## 4.7 Framatrix

Le Framatrix est l'adaptation francophone du test international Matrix.

### 4.7.1 Matériel

#### 4.7.1.1 Format du test :

Setup complet (ordinateur + logiciel + audiomètre + casque et/ou HP)

#### 4.7.1.2 Matériel Audio :

##### 4.7.1.2.1 Parole

28 listes de 10 phrases de 5 mots générées à partir de 50 mots (10 noms + 10 verbes + 10 nombres + 10 objets + 10 couleurs) ; regroupées par 2 ou 3 (20 ou 30 phrases)

Voix féminine ;

Équilibrées phonétiquement.

##### 4.7.1.2.2 Bruit

Bruit spectralement équilibré avec le signal issu de la concaténation des 280 phrases possibles du test.

### 4.7.2 Procédure

#### 4.7.2.1 Durée

Environ 4 minutes par liste de 20 phrases.

Il est recommandé d'utiliser 2 listes de 20 phrases pour entraîner le sujet (10 minutes environ) ; il faut donc compter une vingtaine de minutes pour 2 listes de 20 phrases avec entraînement préalable.

#### 4.7.2.2 Conditions d'écoute

-Monaurale au casque.

-Binaurale diotique de face en champ libre avec 2 HP situés face au sujet, à hauteur d'oreille et à 1m (procédure clinique standard). D'autres configurations d'écoute sont possibles en séparant les sources de signal et de bruit pour mesurer l'apport de la binauralité par exemple.

Quel que soit le mode de diffusion, le calibrage doit être effectué et être approuvé par la société commercialisant le Framatrix (HörTech Institute).

#### 4.7.2.3 Déroulement du test

Il s'agit d'une procédure adaptative où le bruit est fixé à 65 dB SPL. Initialement, le niveau de signal (parole) est réglé à 65 dB SPL (RSB = 0 dB).

Le sujet doit - soit répéter la phrase de 5 mots (condition ouverte),  
- soit choisir les mots entendus à partir de la matrice contenant les 50 mots du test répartis en catégories (condition fermée), cette condition peut permettre de rendre le test accessible à certains patients ne pouvant effectuer le test en condition ouverte (défaut de maîtrise du français, troubles cognitifs).

Le RSB est ajusté après chaque phrase en prenant en compte le nombre de mots correctement répétés et le nombre d'inversions. Une inversion correspond au passage d'une séquence décroissante du RSB à une séquence croissante ou inversement. Dans le cas du Framatrix, une inversion intervient lorsque le sujet passe d'une séquence où il reconnaît plus de la moitié de la phrase (3 mots ou plus) à une séquence où il reconnaît moins de la moitié de la phrase (2 mots ou moins), ou inversement.

Le logiciel détermine automatiquement le SIB50 (en dB RSB) à la fin de la liste.



Figure 8 : Exemple de RSB au cours du test Framatrix. Le niveau de présentation du signal est ajusté pour faire varier le RSB après chaque phrase en fonction du nombre de mots correctement répétés (de 0/5 jusqu'à 5/5) et du nombre d'inversions (en orange) ayant eu lieu au cours du test. Le SIB50 est calculé automatiquement par le logiciel.

### 4.7.3 Valeurs normatives

n=20 normo-entendants, moyenne tonale BIAP <20 dB, de 20 à 29 ans.

Setup		Valeurs normatives SIB50 en dB RSB			Valeurs normatives Pente en %/dB		
Casque	Haut-Parleur	Moyenne	Ecart-type	Intervalle de confiance	Moyenne	Ecart-type	Intervalle de confiance
		-6,0	1	[-8,0 ; -4,0]	14	1,6	[10,8 ; 17,2]

Tableau 6 : Setup et valeurs normatives du test Framatrix chez l'adulte.

### 4.7.4 Utilisation

Lorsqu'il est administré monoralement au casque, le Framatrix peut servir à diagnostiquer une perte d'intelligibilité dans le bruit lorsque le SIB50 d'un sujet n'est pas dans la plage de normalité [-8 ; -4] dB RSB.

Il peut également être utilisé pour mesurer le gain prothétique ou mesurer l'apport de la binauralité (démasquage binaural) par comparaison des scores obtenus en condition binaurale et monaurale.

### 4.7.5 Références bibliographiques

(11,12,22) (Niveaux de Preuve : 4, 4, Non Concerné)

## 4.8 FrBio

Le FrBio est l'adaptation francophone internationale du test AzBio très utilisé en Amérique anglophone.

### 4.8.1 Matériel

#### 4.8.1.1 Format du test :

Fichiers audio au format WAV (phrases et bruit compétitifs) disponible sur CD ou à partir de la plateforme Happy Neuron.

#### 4.8.1.2 Matériel Audio :

##### 4.8.1.2.1 Parole

30 listes équilibrées de 20 phrases (longueur entre 3 et 12 mots, 2 voix féminines et 2 voix masculines).

##### 4.8.1.2.2 Bruit

Le bruit peut être multi-locuteurs (créé à partir du mélange de 10 phrases produites par les 4 locuteurs) ou un bruit de spectre de parole (speech noise). Le test AzBio d'origine propose un bruit multi-locuteur.

### 4.8.2 Procédure

#### 4.8.2.1 Durée

La passation d'une liste requiert environ 5 minutes. Il est proposé d'utiliser 2 listes pour chaque condition d'évaluation afin de contrôler la variance, soit 15 minutes au total avec entraînement préalable.

#### 4.8.2.2 Conditions d'écoute

Binaurale diotique en champs champ libre.

Le test peut être diffusé soit avec le matériel clinique classique (1 ou 2 HP de face, à hauteur d'oreille et à 1m + audiomètre + ordinateur) soit avec le Système Immersion 360 (8 haut-parleurs réels et 8 virtuels disposés sur les 360 degrés d'un cercle horizontal situé à hauteur d'oreille et à 1m). Dans ce cas, toutes les configurations de positionnement du signal et du bruit sont possibles.

Le FrBio peut aussi être administré sur un ordinateur à partir de la plate-forme Happy Neuron.

#### 4.8.2.3 Déroulement du test

Il s'agit d'un test à RSB fixes. Pour chaque liste, la parole est envoyée à 63 dB Level A-weighted equivalent (LAeq) et le bruit est émis à 53, 58 ou 63 dB LAeq soit des RSB de +10, +5 et 0 dB respectivement. Le score correspond au pourcentage de mots correctement restitués par liste (mot restitué/mot dans la liste x100).

### 4.8.3 Valeurs normatives

n = 15 sujets Français et 15 sujets Québécois, tous normo-entendants, de 18 à 30 ans.



Conditions d'écoute	RSB	Moyenne (% de mots restitués)	Ecart-type	Intervalle de confiance
Silence		99.42	0.61	[98.2 ; 100.64]
Bruit de parole (de face)	+10 dB	99.19	0.96	[97.27 ; 101.11]
	+5 dB	99.19	0.96	[97.27 ; 101.11]
	0 dB	93.19	3.37	[86.45 ; 99.93]
Bruit multi-locuteur (de face)	+10 dB	98.62	0.71	[97.2 ; 100.04]
	+5 dB	96.06	2.31	[91.44 ; 100.68]
	0 dB	80.25	6.77	[66.71 ; 93.79]

Tableau 7 : Valeurs normatives des scores du FrBio pour les différentes conditions d'écoute

#### 4.8.4 Utilisation

Le FrBio est applicable auprès de tout patient adulte francophone et permet de diagnostiquer une perte d'intelligibilité dans le bruit lorsque la performance individuelle se situe sous l'intervalle de confiance.

#### 4.8.5 Références bibliographiques

(13,15) (Niveaux de Preuve : 4, 4)

### 4.9 Hearing In noise Test (HINT)

#### 4.9.1 Matériel

##### 4.9.1.1 Format du test :

CD audio N°3 du Collège National d'Audioprothèse (5 listes)

##### 4.9.1.2 Matériel Audio :

###### 4.9.1.2.1 Parole

12 listes de 20 phrases + 2 listes d'entraînement ;

En Français Québécois (les 5 premières listes utilisables en France sont celles présentes sur le CD3 du Collège national d'audioprothèse) ;

Voix masculine ;

Équilibrées phonétiquement ;

Substitution autorisée (par exemple : ma/ta/sa, les substitutions autorisées sont indiquées dans les listes).

###### 4.9.1.2.2 Bruit

Bruit blanc filtré spectralement selon le spectre à long terme de l'ensemble des listes

#### 4.9.2 Procédure

##### 4.9.2.1 Durée

Environ 3 minutes par liste.

Il est recommandé de faire une liste d'entraînement dans le silence avant d'effectuer les tests dans le bruit, il faut compter 10 minutes pour 1 liste d'entraînement et 2 listes de test.

##### 4.9.2.2 Conditions d'écoute

Binaurale diotique ou dichotique au casque ou en champ libre (2 HP

nécessaires pour 3 emplacements : gauche = -90°, face = 0° et droite 90 ; tous à hauteur d'oreille et à 1m de distance avec calibration pour reproduire les mêmes niveaux sonores qu'au casque).

Source du signal (parole) à 0° (face au sujet) ; bruit soit à -90° (gauche), à 0° (face ; dans ce cas possibilité d'utiliser le même HP que pour le signal) ou à 90° (droite)

#### 4.9.2.3 Déroulement du test

Il s'agit d'une procédure adaptative pour laquelle le bruit est fixé à 65 dBA. Initialement le niveau de signal (parole) est réglé à 60 dBA (Ratio Signal sur Bruit : RSB = -5 dB) ; pour un sujet appareillé ou implanté il est possible de commencer avec la parole au même niveau que le bruit : 65 dB (RSB = 0). Le niveau de la parole (et donc le RSB) diminue lorsque le sujet répète correctement la phrase (aux substitutions acceptées près), le niveau de la parole (RSB) augmente lorsque le sujet n'a pas correctement répété la phrase.

Pour définir le RSB initial, le sujet doit répéter la première phrase aux substitutions autorisées près. Si celle-ci n'est pas correctement répétée le niveau de la parole est augmenté de 4 dB et la première phrase est rediffusée. Dès que celle-ci, est correctement répétée, le niveau de la parole est diminué de 4 dB et le test se poursuit sans interruption jusqu'à la fin de la liste. Les ajustements sont de 4 dB pour les 4 premières phrases puis de 2 dB ensuite.

Le SIB50 correspond à la moyenne des 16 derniers RSB. En plus des scores pour chacune des configurations, il est également possible de calculer un score composite à partir des scores obtenus dans chacune des conditions de bruit selon la formule :

$$ScoreComposite = \frac{2 \times ScoreBruit_{Face} + ScoreBruit_{Gauche} + ScoreBruit_{Droit}}{4}$$

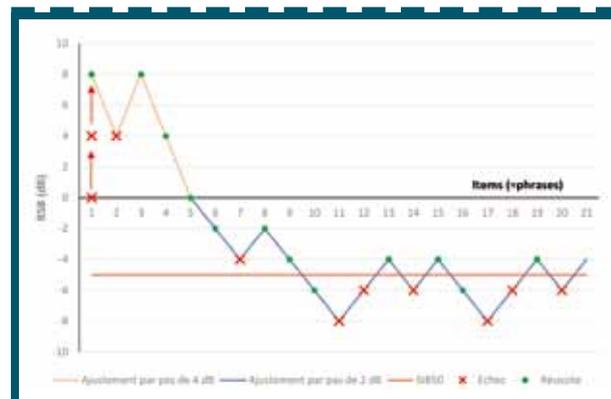


Figure 9 : Exemple de RSB au cours du test adaptatif HINT. Lorsque le sujet ne parvient pas à répéter la première phrase, le niveau de signal est augmenté de 4 dB. Dès que la première phrase est correctement répétée, le test se poursuit sans discontinuer avec des ajustements du niveau de signal de 4 dB pour les 4 premières phrases (orange) puis de 2 dB pour les 16 ajustements suivants (bleu). Le SIB50 correspond à la moyenne des 17 derniers RSB ajustés (tracé bleu).

#### 4.9.3 Valeurs normatives

n = 36 sujets québécois normo-entendants, moyenne tonale BIAP <15 dB, de 18 à 45 ans.

Condition	Setup		Valeurs normales SIB50 en dB RSB		
	Casque	Haut-Parleur	Moyenne	Ecart-type	Intervalle de confiance
Bruit de Face (F)			-3	1.1	[-5.2 ; -0.8]
Bruit Gauche (G)			-11.4	1.3	[-14.0 ; -8.8]
Bruit Droit (D)					
Score composite	$\frac{2 \times F + G + D}{4}$		-7.2	0.8	[-8.8 ; -5.6]

**Tableau 8 : Setup et valeurs normales du test HINT pour les différentes conditions d'écoute**

#### 4.9.4 Utilisation

Le HINT peut permettre de mettre en évidence des troubles auditifs dans le bruit lorsque les résultats du sujet sont hors des intervalles de confiance correspondants aux conditions d'écoute : par exemple hors de l'intervalle [-5.2 ; -0.8] pour une écoute binaurale diotique en champ libre.

Il peut également être utilisé pour mesurer le gain prothétique ou mesurer l'apport de la binauralité (démasquage binaural) par comparaison des scores obtenus en condition binaurale et monaurale.

#### 4.9.5 Références bibliographiques

(9,10) (Niveaux de Preuve : 4, 4)

### 4.10 Vocale Rapide dans le Bruit (VRB)

#### 4.10.1 Matériel

##### 4.10.1.1 Format du test :

En champ libre : logiciel + ordinateur + 1 ou 5 HP  
 Au casque : CD Audio

##### 4.10.1.2 Matériel Audio :

###### 4.10.1.2.1 Parole

15 listes de 9 phrases (et 2 listes d'entraînement) issues du corpus Marginal Benefit from Acoustical Amplification (MBAA), avec 3 mots clés par phrase.

Voix féminine.  
 Équilibrées phonétiquement.

###### 4.10.1.2.2 Bruit

Bruit Onde Vocale Globale (OVG).

#### 4.10.2 Procédure

##### 4.10.2.1 Durée

Le test dure environ 5 minutes, il est conseillé d'utiliser la liste d'entraînement avant le test et il est recommandé d'utiliser un minimum de 4 listes pour obtenir une précision statistique suffisante.

#### 4.10.2.2 Conditions d'écoute

- Binaurale diotique au casque THD-39 ou en champ libre.
- En champ libre on utilise soit 1 HP situé face au patient, soit 5 haut-parleurs situés à 0° d'azimut et à 60°, 120°, -120°, -60° autour du patient, à hauteur d'oreille et à 1m de distance. Dans la configuration 1HP, bruit et signal sont diffusés sur le même haut-parleur. Dans la configuration 5 HP, le signal est émis de face (azimut 0°) et le bruit dans les 5 haut-parleurs.

#### 4.10.2.3 Déroulement du test

Il s'agit d'une procédure à RSB fixes où le niveau de la parole est fixe (il est conseillé de tester au niveau de parole de 65 dB SPL).

Pour chaque liste, la première phrase est énoncée dans le silence, évaluant ainsi l'intelligibilité maximale dans le silence. Les 8 phrases suivantes sont émises avec des RSB compris entre +18 dB et -3 dB échelonnés par pas de 3 dB.

Le score (noté/24 par liste) se compte en nombre de mot-clé correctement restitué (3 points possibles par phrase) sur les 8 dernières phrases de la liste. Le test se termine à la fin des 9 phrases ou précocement si le patient obtient un score de 0 sur deux phrases consécutives.

La procédure est automatisée et permet d'obtenir simultanément la courbe de performance et le SIB50 calculé avec l'équation Spearman-Kärber :

Le Her, Rouen, FRANCE  
 arynologie et Chirurgie Cervico-Faciale, CHU Charles Nicolle, Rouen  
 onologie, Hôpital Institut Saint Pierre, Palavas Les Flots, FRANCE  
 t Otonéurologie, Service Oto-Rhino-Laryngologie et Chirurgie Maxillo-

i = Niveau initial de présentation du test (dB RSB)

d = Pas en dB

n = Nombre d'items testés par phrase

r = Nombre de réponses correctes

#### 4.10.3 Valeurs normales

##### 4.10.3.1 Valeurs normales pour le casque TDH-39

n = 12 sujets normo-entendants, moyenne tonale BIAP <20 dB, de 19 à 39 ans.

Setup	Valeurs normales SIB50 en dB RSB			Valeur normative pente (%/dB)
	Moyenne	Ecart-type	Intervalle de confiance	
	0.08	0.55	[-1.18 ; 1.02]	19.3

**Tableau 9 : Valeurs normales du test VRB au casque TDH-39**

##### 4.10.3.2 Valeurs normales en champ libre 5.1 HP (n=200)

n = 200 sujets normo-entendants, âges inconnus.



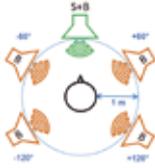
Setup	Moyenne	Ecart-type	Intervalle de confiance
	-0.37	0.98	[-2.33 ; 1.59]

Tableau 10 : Valeurs normatives du test VRB en champ libre 5.1

#### 4.10.4 Utilisation

Le test VRB est un outil de diagnostic rapide évaluant la perte de RSB d'un patient par rapport à des sujets normo-entendants par le calcul du SIB50. Comme pour l'audiométrie tonale en dB HL, le test VRB a été calibré pour qu'un sujet normo-entendant obtienne un SIB50 de 0 dB. Pour un patient, le SIB50 calculé à la fin du test correspond donc directement à sa perte de RSB et permet une évaluation immédiate du niveau de son niveau de gêne dans le bruit en le comparant à un sujet normo-entendant. Il permet aussi l'évaluation du bénéfice prothétique et mesurer l'apport de la binauralité.

#### 4.10.5 Références bibliographiques

(14) (Niveau de Preuve : 4)

## 5 Discussion

Nous avons choisi de présenter ici les tests les plus usités et/ou pour lesquels nous avons suffisamment d'informations concernant leur validation et leurs valeurs normatives. Les préconisations d'utilisations de ces tests sont indiquées dans le tableau 11 et leurs principales caractéristiques tableau 12.

Pour conclure, les valeurs normatives de chaque test diffèrent entre elles mais aussi, pour un même test, en fonction des conditions d'écoute (Figure 10). Cependant et conformément aux indications

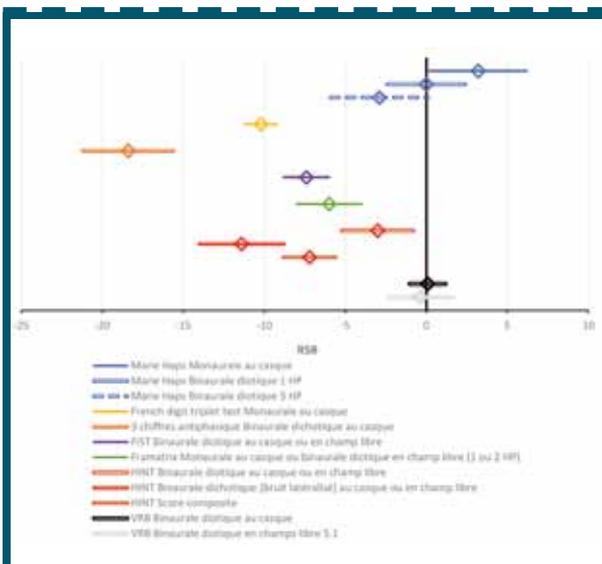


Figure 10 : Valeurs normatives SIB50 et plage de normalité des différents tests en fonction des conditions d'écoute.

	AVTB	SUN	Marie Haps	French Digit Triplet Test	Triplet Antiphoniques	Fra matrix	FrBIO	HINT	FIST	VRB
Dépistage	+	+++	+	+++	+++	+/-	+/-	**	+	**
Diagnostic initial	+++	+/-	+++	+/-	+	+++	+++	+++	+++	+++
Indication appareillage auditif	-	-	+++	+/-	+/-	+++	-	+++	+++	+++
Mesure gain audio prothétique	**	-	**	-	-	+++	**	+	+	+++
Implant cochléaire	+	-	**	-	-	+++	**	+	+	+++
Mesure gain binaural	+	-	+	-	-	+++	-	**	+	+/-
Etudes cliniques	+	-	**	+	+	+++	+++	+	**	**

Tableau 11 : Préconisations d'utilisation pour les différents tests francophones de compréhension de la parole dans le bruit présentés dans ce document

de prise en charge des appareils de correction auditive, on note qu'un score supérieur de 3 dB ou plus par rapport au SIB50 correspond toujours à un score hors norme (à l'exception du groupe des plus de 70 ans du VRB) (Figure 11).

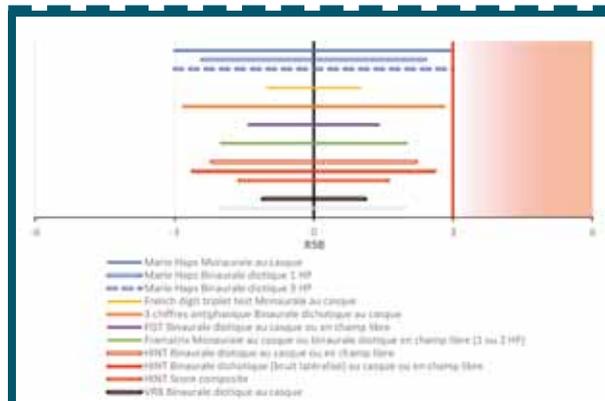


Figure 11 : Plage de normalité au niveau de confiance 95%. Les plages de normalité ont été centrées sur la valeur normative SIB50 correspondante, elles sont définies comme étant l'intervalle à  $\pm 2$  écart-types par rapport à cette valeur de référence. La zone en rouge correspond à un écart par rapport à la valeur normative de plus de 3 dB RSB, un sujet dont le score se situe dans cette zone est éligible pour un appareillage auditif.

Test	Matériel vocal	Bruit	Type d'écoute	Durée (entraînement + passation)	RSB
AVFB	Logatomes (correction au phonème)	Bruit d'Onde Vocale Globale (multi-locuteur)	Monaurale au casque Binaurale diotique en champ libre (2, 4 ou 7 HP)	<10 minutes	Fixe (7 niveaux de -9 à +9 par pas de 3)
SUN	VCV (voyelle-consonne-voyelle)	Bruit blanc filtré pour présenter la même densité spectrale qu'un signal de parole = Speech Weighted Noise	Monaurale au casque	<2 minutes	Fixe (11 niveaux de +2 à -8 par pas de 1 dB)
Marie Haps	Mots dissyllabiques de Lafon (correction au mot)	Bruit vocal	Monaurale au casque Binaurale diotique en champ libre (1 ou 3 HP)	<10 minutes	Adaptatif (bruit fixé)
French Digit Test	Chiffres (correction au triplet)	Speech Weighted Noise	Monaurale au casque en version téléphonique Binaurale au casque en version internet	5 minutes	Adaptatif (bruit fixé)
3 Chiffres Antiphásique	Chiffres (correction au triplet)	Speech Weighted Noise	Binaurale dichotique au casque	2 minutes/liste	Adaptatif (RSB>0 parole fixée ; RSB<0 bruit fixé)
FIST	Phrase (correction à la phrase)	Speech Weighted Noise	Binaurale diotique au ou en champ libre (1 HP)	<4min/liste	Adaptatif (bruit fixé)
Framatrix	Phrase (correction au mot)	Bruit équilibré avec le spectre à long terme de l'ensemble des listes	Monaurale au casque Binaurale diotique (signal et bruit sur une même source) ou dichotique (signal et bruit sur des sources séparées) en champ libre (2 HP)	20 minutes	Adaptatif (bruit fixé)
Test	Matériel vocal	Bruit	Type d'écoute	Durée (entraînement + passation)	RSB
FrBIO	Phrase (correction au mot)	Speech Weighted Noise ou Bruit Multi-Locuteur	Binaurale diotique en champ libre (1 ou 2 HP ou système immersion = 8 HP)	15 minutes	Fixe (3 niveaux de 0 à +10 par pas de 5 dB)
HINT	Phrase (correction à la phrase)	Bruit blanc filtré spectralement selon le spectre à long terme de l'ensemble des listes	Binaurale diotique ou dichotique au casque ou en champ libre (2 HP)	10 minutes	Adaptatif (bruit fixé)
VRB	Phrase (correction au mot-clé)	Bruit d'Onde Vocale Globale (multi-locuteur)	Binaurale diotique au casque ou en champ libre (1 ou 5 HP)	5 minutes	Fixe (8 niveaux de +18 à -3 par pas de 3 dB)

Tableau 12 : Récapitulatifs des tests francophones de compréhension de la parole dans le bruit présentés dans ce document

## Remerciements

Nous remercions particulièrement les membres du groupe de lecture :

### - Oto-rhino-laryngologistes

Dr Marie-José BOUNAIX, Clinique Ambroise Paré, Toulouse  
 Dr Philippe BROGNIART, Clinique des Côtes du Rhône, Roussillon  
 Dr Marie-Valérie CADENE, Cabinet Libéral, Castanet-Tolosan  
 Dr Liliane DORNIER, Cabinet Libéral, Besançon  
 Dr Dorothee DOUCHEMENT, Hôpital privé La Louvière, Lille  
 Dr Michel KOSSOWSKI, Centre d'explorations fonctionnelles otoneurologiques, Paris  
 Dr Karine MESLIN-HAUCHARD, Cabinet libéral, La Chaussée-Saint-Victor  
 Dr Nils MOREL, Cabinet libéral Medicentre, Echirrolles  
 Dr Laurent SCHMOLL, Cabinet Libéral, Strasbourg  
 Dr Sophie TRONCHE, Cabinet Libéral, Paris

### - Audioprothésistes

Julie BESTEL, Versailles  
 Catherine BOITEUX, Aubagne  
 Sandrine COSTET, Le Péage-de-Roussillon  
 Luc FRAYSSE, Toulouse  
 Yves LASRY, Nantes  
 Samira LE QUEAU, Blois  
 Johanna SAVIN, Paris  
 Paul VIUDEZ, Toulouse

## Références bibliographiques

- Carhart R, Tillman TW. Interaction of competing speech signals with hearing losses. Arch Otolaryngol Chic Ill 1960. mars 1970;91(3):273-9.
- Kalikow DN, Stevens KN, Elliott LL. Development of a test of speech intelligibility in noise using sentence materials with controlled word predictability. J Acoust Soc Am. mai 1977;61(5):1337-51.



3. Plomp R, Mimpen AM. Improving the reliability of testing the speech reception threshold for sentences. *Audiol Off Organ Int Soc Audiol*. févr 1979;18(1):43-52.
4. Mcshefferty D, Whitmer W, Akeroyd M. The Just-Noticeable Difference in Speech-to-Noise Ratio. *Trends Hear*. 21 déc 2015;19.
5. Dodelé L, Dodelé D. L'audiométrie vocale en présence de bruit et le test AVfB. *Les Cahiers de l'Audition*. déc 2000;13(6):15-31.
6. Paglialonga A, Tognola G, Grandori F. A user-operated test of suprathreshold acuity in noise for adult hearing screening: The SUN (SPEECH UNDERSTANDING IN NOISE) test. *Comput Biol Med*. 1 sept 2014;52:66-72.
7. Lafon JC. [AUDIOMETRY WITH THE PHONETIC TEST]. *Acta Otorhinolaryngol Belg*. 1964;18:619-33.
8. Ragonez E, Markessis E. Vers une procédure de normalisation de la méthode adaptative de l'audiométrie vocale dans le bruit dans le cadre de la nouvelle réglementation INAMI. Bruxelles: Institut Libre Marie Haps (ILMH); 2015. 87 f. (Mémoire audiologie).
9. Nilsson M, Soli S, Sullivan JA. Development of the Hearing In Noise Test (HINT) for the measurement of speech reception thresholds in quiet and in noise. *J Acoust Soc Am*. 1 mars 1994;95:1085-99.
10. Vaillancourt V, Laroche C, Mayer C, Basque C, Nali M, Eriks-Brophy A, et al. Adaptation of the HINT (hearing in noise test) for adult Canadian Francophone populations. *Int J Audiol*. juin 2005;44(6):358-69.
11. Jansen S, Luts H, Wagener KC, Kollmeier B, Rio MD, Dauman R, et al. Comparison of three types of French speech-in-noise tests: A multi-center study. *Int J Audiol*. 1 mars 2012;51(3):164-73.
12. Kollmeier B, Warzybok A, Hochmuth S, Zokoll MA, Uslar V, Brand T, et al. The multilingual matrix test: Principles, applications, and comparison across languages: A review. *Int J Audiol*. 1 mai 2015;54(sup2):3-16.
13. Bergeron F, Berland A, Fitzpatrick E, Vincent C, Giasson A, Cloutier D, et al. An ecological approach to assess auditory perception. *Can Acoust [Internet]*. 25 août 2016 [cité 19 nov 2019];44(3). Disponible sur: <https://jcaa.caa-aca.ca/index.php/jcaa/article/view/2986>
14. Leclercq F, Renard C, Vincent C. Speech audiometry in noise: Development of the French-language VRB (vocale rapide dans le bruit) test. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis*. 1 oct 2018;135(5):315-9.
15. Bergeron F, Berland A, Fitzpatrick E, Vincent C, Giasson A, Kam K, et al. Development and validation of the FrBio, an international French adaptation of the AzBio sentence lists. *Int J Audiol*. 10 mai 2019;58:1-6.
16. Luts H, Boon E, Wable J, Wouters J. FIST: A French sentence test for speech intelligibility in noise. *Int J Audiol*. 1 juill 2008;47:373-4.
17. Jansen S, Luts H, Wagener KC, Frachet B, Wouters J. The French digit triplet test: a hearing screening tool for speech intelligibility in noise. *Int J Audiol*. mai 2010;49(5):378-87.
18. De Sousa KC, Swanepoel DW, Moore DR, Myburgh HC, Smits C. Improving Sensitivity of the Digits-In-Noise Test Using Antiphase Stimuli. *Ear Hear [Internet]*. 18 oct 2019 [cité 22 oct 2019]; Publish Ahead of Print. Disponible sur: [https://journals.lww.com/ear-hearing/Abstract/publishahead/Improving\\_Sensitivity\\_of\\_the\\_Digits\\_In\\_Noise\\_Test.98760.aspx](https://journals.lww.com/ear-hearing/Abstract/publishahead/Improving_Sensitivity_of_the_Digits_In_Noise_Test.98760.aspx)
19. Hiyama K, Komiyama S, Hamasaki K. The Minimum Number of Loudspeakers and its Arrangement for Reproducing the Spatial Impression of Diffuse Sound Field. In *Audio Engineering Society; 2002 [cité 19 mai 2020]*. Disponible sur: <http://www.aes.org/e-lib/browse.cfm?elib=11272>
21. Dodelé L, Dodelé D. Le test d'Audiométrie Vocale en présence de Bruit de Dodelé. *Audio infos*. avr 2007;(110):70-4.
22. HörTech gGmbH. International Matrix Tests [Internet]. [cité 25 oct 2019]. Disponible sur: <https://www.hoertech.de/en/medical-devices/intma.html>



À l'écoute de nos adhérents, nous redéfinissons nos services en permanence.

2016

Plateforme  
partage

2017

e-learning  
ISO 9001

2018

Plateforme  
qualité  
Déploiement  
ISO 9001

2019

Chroniques  
Dyapason  
Plateforme  
patients  
Plateforme  
Chat

Un réseau national  
ouvert à tous.

J'ADHÈRE

Vincent GÉNOT  
06 87 83 93 32

Philippe DELBORT  
06 98 20 64 46

[dyapason.fr](http://dyapason.fr)  
[dyapason.audio](http://dyapason.audio)  
[dyapason.expert](http://dyapason.expert)  
[dyapason-chroniques.fr](http://dyapason-chroniques.fr)

**BIOTONE**  
TECHNOLOGIE MÉDICALE

# POUR LES CLIENTS QUI EXIGENT DE LA FIABILITÉ

M-CORE R RECONNAÎT JUSQU'À  
20 FOIS PLUS DE SITUATIONS  
SONORES, AUTOMATIQUEMENT



**M-CORE R 312**



**M-CORE R-LI**

Nos aides auditives M-CORE RIC primées intègrent désormais la technologie **Motion Core** éprouvée qui reconnaît et s'adapte automatiquement à 20 fois plus de situations sonores. Les utilisateurs entendront leur propre voix plus clairement et percevront automatiquement de façon plus fiable leur environnement. Les aides auditives M-Core RIC sont conçues pour être durables, pratiques et faciles à utiliser - et avec une batterie 312 ou une option rechargeable, vos clients peuvent compter sur Rexton en toutes situations.

**RX**  
M-CORE



## Facteurs influençant les résultats d'une réhabilitation auditive chez l'adulte

Elsa LEGRIS, Julie BESTEL, Jean-Marie Aoustin, Mathieu Robier, David Bakhos

legris.elsa@gmail.com

### Résumé

Face à une perte auditive, une prothèse auditive conventionnelle est la solution la plus souvent proposée. Celle-ci permet une amélioration de l'audibilité et de la qualité de vie, mais présente des résultats contrastés selon les utilisateurs. Cette satisfaction variable selon les individus peut s'expliquer par différents facteurs intrinsèques, liés au sujet, comme par exemple le temps de port, le genre, la durée de la surdité ou des facteurs cognitifs. D'autres facteurs extrinsèques peuvent également intervenir sur le bénéfice ressenti par le patient (par exemple le réglage de l'appareillage). Cette mise au point a pour objectif de mettre en évidence l'ensemble de ces facteurs, grâce aux données de la littérature, afin de pouvoir mieux appréhender les besoins des malentendants et y faire face.

**Mots clés :** Satisfaction, appareillage auditif, malentendants, facteur intrinsèque, facteur extrinsèque

### 1

### Introduction

Les troubles de l'audition affectent plus de 5% de la population, soit environ 466 millions de personnes dont 6 millions de français<sup>1,2</sup>. D'après une étude épidémiologique sur la perte auditive, 45,9% des adultes âgés de plus de 48 ans ont une perte auditive (le seuil tonal est défini comme étant > 25dB HL sur les fréquences allant de 500 à 4000 Hz)<sup>3</sup>. Cette baisse d'audition va retentir sur la vie sociale du sujet, qui aura plus de difficultés à communiquer avec son entourage. Ceci peut entraîner un sentiment de solitude, une isolation sociale, et de la frustration, pouvant mener à une dépression<sup>1,4-10</sup>. Une baisse d'audition peut également avoir un impact économique, avec des coûts plus importants dans le secteur de la santé (à l'exclusion du prix de l'appareillage), les coûts de l'assistance pédagogique, la perte de productivité, et les coûts sociétaux<sup>11</sup>. Enfin, il a été montré qu'une perte auditive est parfois associée à un déclin cognitif<sup>10,12</sup> et à des incidents de démence<sup>13,14</sup>. Pour pallier à une baisse d'audition, une réhabilitation auditive peut être prescrite. Le type de réhabilitation auditive dépend du degré de la perte auditive. Concernant les surdités légères, moyennes ou sévères, ce sont les audioprothèses qui seront utilisées. Ce type d'appareillage permet d'amplifier l'information acoustique, captée par un microphone, en

fonction des fréquences affectées sur l'audiogramme. Une compression est ensuite ajoutée. La compression est un traitement de signal permettant à la prothèse auditive d'ajuster l'amplification du niveau d'intensité entrant, et ainsi retranscrire le plus fidèlement possible la dynamique résiduelle du malentendant. L'information est ensuite délivrée par un écouteur placé proche du tympan, puis transmise à l'oreille moyenne, l'oreille interne et au cortex auditif<sup>15</sup>. Le résultat des performances prothétiques peut être évalué au moyen de questionnaires, et de divers tests visant à analyser l'évolution de leurs perceptions auditives avant et après l'appareillage. En routine clinique, ces tests sont : l'audiométrie tonale (détermination de l'intensité minimale entraînant une perception auditive) et l'audiométrie vocale (répétition de mots, phrases, ou logatomes à différentes intensités), qui peuvent être réalisées dans le silence ou dans le bruit. Afin d'évaluer l'efficacité prothétique, ces tests sont réalisés avec et sans appareils auditifs (gain prothétique tonal et vocal).

Des études récentes ont montré que l'appareillage auditif permettrait de limiter la baisse des performances auditives et l'évolution des maladies neurodégénératives<sup>12,16,17</sup>. Également, certains auteurs montrent l'existence d'une plasticité fonctionnelle liée à l'appareillage, entraînant des modifications pour la discrimination d'intensité<sup>18-21</sup>, la perception de la sonie<sup>19</sup> et la latence des Potentiels Evoqués Auditifs Précoces<sup>22</sup>. L'ensemble de ces études soulignent l'intérêt d'un appareillage précoce. Néanmoins, les résultats des performances auditives peuvent varier selon les utilisateurs, et montrent des bénéfices inégaux. D'après une étude de Abrams et Kihm (2015), 9% des personnes appareillées se considèrent comme insatisfaites de leur appareillage et 10% sont neutres sur le sujet<sup>23</sup>. Cette insatisfaction serait principalement liée au faible apport de l'appareillage, ressenti par les patients, en présence de bruit<sup>23</sup>, alors qu'il s'agit de la condition pour laquelle ils recherchent le plus de bénéfice<sup>24</sup>.

Une partie des patients reste insatisfaite, et ce mécontentement entraîne un port discontinu de l'appareillage, un déclin cognitif et une qualité d'écoute dégradée<sup>8,25</sup>. De multiples facteurs contribuent à la large variabilité des résultats des porteurs d'appareils auditifs. Cette revue de littérature s'intéresse aux facteurs conditionnant la réussite d'un appareillage audioprothétique, afin de pouvoir mieux appréhender le mécontentement des



**Tableau 1 : Etudes ayant évalué les facteurs intrinsèques à la réussite d'un appareillage.**

Auteurs (année)	Facteur évalué	Population(s)	Méthode d'évaluation	Résultats
<b>Salomon et al (1988)</b>	Temps de port	N=71 (âge : 70-75 ans)	Questionnaire réalisé pour l'étude groupant des informations psychosociales	Niveau de satisfaction plus élevé lors du port de l'appareillage.
<b>Kochkin et al (1997)</b>	Temps de port	N=270 (moyenne d'âge : 68 ans)	Questionnaire APHAB	Niveau de satisfaction plus élevé lors du port de l'appareillage.
<b>Megha et al (2019) <sup>26</sup></b>	Temps de port	N=30 Durée du suivi : avant et après 2 mois d'utilisation d'un appareillage auditif binaural	Questionnaire SSQ, audiométrie vocale dans le bruit, potentiels évoqués auditif corticaux	Amélioration des scores de compréhension de la parole dans le bruit et du questionnaire SSQ. Diminution de la latence des ondes P1 et N1.
<b>Humes et al (2002) <sup>27</sup></b>	Motivation	Trois groupes (âge 60-89 ans) : (1) N'ayant pas conservé leurs audioprothèses (n=26) ; (2) ayant des audioprothèses mais ne les portant pas (n=24) ; (3) Porteurs d'audioprothèses (n=26)	Questionnaire CHPI	Le groupe de non adhérents étaient dans le déni.
<b>Ridgway et al (2015) <sup>28</sup></b>	Motivation	N=253 (Moyenne d'âge : 70 ans)	Questionnaire TSRQ et WANT	L'adoption de l'aide auditive peut être prédite par la motivation autonome.
<b>Gatehouse et al (1994) <sup>30</sup></b>	Etat émotionnel et la personnalité du sujet	N=309 (moyenne d'âge : 66 ans). Durée du suivi : avant et après 6 mois avec un appareillage.	Questionnaire Crown Crisp Experimental Index. Audiométrie tonale et test d'identification de mots dans le silence et le bruit (FAAF)	Corrélation entre le bénéfice de l'appareillage et le type de personnalité.
<b>Cox et al (2007) <sup>30</sup></b>	Etat émotionnel et la personnalité du sujet	N=205, (âge : 41-95 ans), perte auditive neurosensorielle et symétrique. Durée du suivi : avant et 6 mois après l'appareillage.	Questionnaires (NEO-Five Factors Inventory, ECHO, HHIE et APHAB) avant l'appareillage	La personnalité du patient serait un facteur de prédiction du succès de l'appareillage.
<b>Garstecki et Eler (1998) <sup>31</sup></b>	Etat émotionnel et la personnalité du sujet	N=131 (âge > 65 ans)	Questionnaire MMPI-2	Les femmes ayant gardé leurs audioprothèses avaient une moins bonne audition et moins de tendance dépressive. Les hommes ayant gardé leurs audioprothèses se sentaient moins concernés par l'avis d'autrui sur le port d'un appareillage.
<b>Lopez-Poveda et al (2017) <sup>32</sup></b>	Acceptation de l'amplification de l'appareillage Et Acuité temporelle du système auditif	N= 68 (âge : 25-82 ans) perte auditive neurosensorielle 58 sujets n'utilisaient pas leur appareillage	Audiométrie vocale dans le bruit, Questionnaires COSI et IOI-HA, et une mesure « in vivo » (Real Ear Insertion Gain)	L'intelligibilité s'améliore lors d'une augmentation de l'amplification à des sons de faible intensité, et par l'utilisation d'une amplification plus linéaire pour les sons de haute intensité. La sensibilité à la fréquence de modulation et l'âge étaient les facteurs les plus sensibles à la réussite de l'appareillage.
<b>Cox et al (2000) <sup>33</sup></b>	Conscience des limites de l'appareillage	N=139 (âge : 60-89ans), Durée du suivi : avant et 12 mois après l'appareillage	Questionnaires ECHO et SADL	Les nouveaux patients ont des demandes irréalistes concernant l'appareillage.
<b>Parving et al (1991) <sup>34</sup></b>	Conscience des limites de l'appareillage	N=195 (âge médian : 93 ans) Durée du suivi : avant et après 6 mois d'appareillage	Questionnaire sur le bénéfice et l'utilisation de l'appareillage réalisé pour l'étude.	Les problèmes de manipulation sont plus fréquents chez les utilisateurs débutants.
<b>Jerram et al (1997) <sup>35</sup></b>	Facteurs démographiques : âge	N= 154 (âge > 50 ans), et expérience d'appareillage auditif > 2 ans	Questionnaire SHAPIE	Les facteurs d'impact sur les résultats d'un appareillage sont : l'environnement dans lequel se trouve le sujet et l'âge.
<b>Stahelin et al (2011) <sup>36</sup></b>	Facteurs démographiques : genre	N=8389 (âge moyen : 74 ans)	Questionnaire développé pour l'étude sur l'utilisation de l'aide auditive. Audiométrie tonale.	Les femmes portent plus régulièrement leur appareillage que les hommes.



Auteurs (année)	Facteur évalué	Population(s)	Méthode d'évaluation	Résultats
<b>Crowley et al (1996)</b> <sup>37</sup>	Facteurs démographiques : genre	N=46 (âge : 52-86 ans)	Audiométrie tonale et vocale dans le bruit (test SPIN), Questionnaire CPHI	Les scores du SPIN test et du questionnaire CHPI permettait de prédire le résultat de l'appareillage, contrairement au genre ou la perte auditive moyenne.
<b>Ahlistrom et al (2009)</b> <sup>38</sup>	Réhabilitation monaurale ou binaurale	N=21 (âge moyen = 75.3 ans), perte auditive neurosensorielle Réhabilitation auditive binaurale > 1 an	Audiométrie vocale dans le bruit (test de HINT), Test ANL	Amélioration de la compréhension dans le bruit et du résultat au test ANL lors du port d'un appareillage binaural
<b>Dawes et al (2013)</b> <sup>39</sup>	Réhabilitation monaurale ou binaurale	Trois groupes : (1) Patients nouvellement appareillés en monaural (n=17 ; âge moyen = 69 ans) ; (2) patients nouvellement appareillés en binaural (n=16, âge moyen = 67 ans) ; (3) patients déjà appareillés (n=13, âge moyen = 73 ans) Durée du suivi : 7 jours et 12 semaines après appareillage	Audiométrie vocale dans le bruit (liste CRM) Test sur la mémoire de travail (Weschler Adult Intelligence Scale III)	Le 1er groupe s'améliore du côté de l'oreille appareillée, et le 2 <sup>ème</sup> groupe sur les 2 oreilles appareillées.
<b>Bisgaard et Ruf (2017)</b> <sup>40</sup>	Réhabilitation monaurale ou binaurale	N=11 867 dont 4341 avec un appareillage binaural (âge moyen = 44 ans)	Questionnaire EuroTrak	Les sujets avec un appareillage binaural sont plus satisfaits et portent davantage leurs aides auditives que les sujets appareillés en monaural.

**Légende :** l'APHAB (Abbreviated version of the Profile of Hearing Aid Benefit), TSRQ (Treatment Self Regulation Questionnaire), HHIE (Hearing Handicap Inventory for the Elderly), COSI (Client Oriented Scale of improvement), IOI-HA (international outcome Inventory for Hearing Aids), ECHO (Expected Consequences of Hearing Aid Ownership), SHAPIE (Shortened version of the Hearing Aid Performance Inventory for the Elderly), MMPI-2 (Minnesota Multiphase Personality Inventory), WAIS-R (Wechsler Adult Intelligence Scale Revised), SADL (Satisfaction with Amplification in Daily Life), CHPI (Communication Profile for the Hearing Impaired), FAAF (four alternative auditory feature), WANT (Wishes and Needs Tool), CPHI (Communication Profile for the Hearing Impaired), SPIN (Speech Perception in Noise; HINT (Hearing in Noise Test); ANL (Acceptable Noise Level); CRM (Coordinate Response Measure).

patients. Ces facteurs peuvent être d'ordre intrinsèque, c'est-à-dire lié au sujet, mais également extrinsèque. L'ensemble des études recensées ici se focalisent sur des patients ayant une perte auditive bilatérale et symétrique.

## 2

## Discussion

Au travers des différents paragraphes exposés ici, l'ensemble des facteurs intrinsèques et extrinsèques seront détaillés dans plusieurs sous-parties.

### 2.1. Facteurs intrinsèques

Parmi les facteurs intrinsèques, on distingue les facteurs périphériques et centraux.

#### 2.1.1. Facteurs périphériques liés au sujet

L'ensemble des résultats et la méthodologie utilisés pour les études abordant les facteurs périphériques sont groupés dans le Tableau 1.

#### Temps de port de la réhabilitation auditive

Le temps de port est étroitement lié avec la satisfaction du patient <sup>41-43</sup>. Les études menées par Salomon et al (1988) ou Kochkin et al (1997) montrent que les sujets étaient plus satisfaits lorsqu'ils portaient quotidiennement leur appareillage <sup>41,43</sup>. Ces résultats s'expliquent par l'amplification de l'aide auditive qui permet : des modifications des performances auditives <sup>44</sup>, une normalisation des performances de sonie <sup>19</sup>, une amélioration des performances de

discrimination d'intensité <sup>19</sup>, et une meilleure perception d'un indice acoustique temporel (le voisement) <sup>45</sup>. Ces éléments suggèrent une meilleure synchronisation dans les fibres auditives et constituent un argument majeur en faveur d'une plasticité cérébrale fonctionnelle de réhabilitation auditive liée au port de la prothèse auditive. Enfin, l'étude de Megha et al (2019) montre une diminution de la latence des réponses auditives corticales après réhabilitation de l'audition, ce qui témoigne d'une amélioration du traitement neuronal des aires auditives corticales, influencé par le port régulier de l'appareillage <sup>26</sup>.

#### Motivation

Un autre facteur au succès d'un appareillage est l'implication du patient dans sa démarche. Si ce dernier est négatif, il ne pourra pas être satisfait. Cet élément est mis en avant dans l'étude de Humes et al (2003), où les patients n'ayant pas conservé leur appareillage étaient dans le déni (moins de conscience de leurs problèmes de communication), mais ils se sentaient également moins concernés et stressés au sujet de leurs problèmes auditifs.

La motivation peut se différencier selon 2 types : (1) la motivation autonome ou intrinsèque qui reflète les intérêts personnels, les valeurs et les croyances ; et (2) la motivation contrôlée ou extrinsèque, qui reflète les pressions externes posées par la théorie de l'autodétermination <sup>46</sup>. La théorie de l'autodétermination se base sur le principe que l'homme possède une tendance naturelle à vouloir s'améliorer <sup>47</sup>. Toutefois, certains facteurs sociaux peuvent interférer positivement ou négativement. Dans le cas de l'appareillage, la motivation extrinsèque vient de l'entourage ou de l'environnement professionnel du patient, qui l'incite à porter un appareillage. Au contraire, la motivation contrôlée viendrait plutôt



de la volonté du patient lui-même de porter un appareillage. Les résultats d'une récente enquête de Ridgway et al (2015) ont montré qu'en plus d'une déficience auditive accrue, l'adoption de l'aide auditive peut être prédite par la motivation autonome<sup>28</sup>. Ainsi, si le patient s'implique dans la démarche d'appareillage dès le début, le taux de réussite sera plus important (16% supplémentaire).

## L'état émotionnel et la personnalité du sujet

En plus de sa motivation, le patient doit également être dans de bonnes dispositions lorsqu'il se lance dans une démarche d'appareillage. En effet, certains facteurs psychosociaux peuvent en partie expliquer le résultat avec appareils. Plusieurs études ont cherché à mettre en avant l'impact de la personnalité pour de potentiels utilisateurs d'audioprothèse<sup>29-31</sup>. Leurs résultats montrent que la personnalité du patient serait un facteur de prédiction du succès de l'appareillage. Dans l'étude de Gatehouse et al (1994), les patients sujets à une dépression présentaient un port plus irrégulier de leur appareillage et reportaient moins de satisfaction<sup>30</sup>. Dans celle de Cox et al (2000), les patients névrotiques présentaient davantage de réactions négatives à l'environnement sonore, par rapport à des patients extravertis et ouverts<sup>30</sup>.

Dans l'étude de Garstecki et Eler (1998), la conservation de l'appareillage à l'issue de sa période d'essai a été évaluée en fonction du genre<sup>31</sup>. Il en ressort que les femmes ayant gardé leurs audioprothèses avaient une moins bonne audition, mais également moins de tendance dépressive que les femmes ne les ayant pas conservé. Pour les hommes, ceux ayant gardé leurs audioprothèses se sentaient moins concernés par l'avis d'autrui sur le port d'un appareillage. De manière plus générale, les patients ayant une plus grande responsabilité face à leurs problèmes de communication étaient plus enclins à porter des appareils.

## Acceptation de l'amplification de l'appareillage

Pour qu'un appareillage auditif soit efficace, son amplification doit être suffisante pour pouvoir retranscrire correctement l'environnement sonore. Dans l'étude de Lopez-Poveda et son équipe (2017), il ressort que l'intelligibilité tend à s'améliorer lors d'une augmentation de l'amplification à des sons de faible intensité, et par l'utilisation d'une amplification plus linéaire pour les sons de haute intensité<sup>32</sup>. Une sous amplification peut entraîner une diminution de l'efficacité prothétique, avec des conséquences sur la compréhension de la parole. Il est à noter que certains patients pourraient se plaindre d'une amplification trop forte avec ce type de réglage, et ensuite cesser de porter leurs appareils. Un compromis entre confort et efficacité est à établir par l'audioprothésiste et le patient.

## Conscience des limites de l'appareillage

Tout d'abord, les résultats pourraient être meilleurs si l'appareillage était capable de compenser la totalité de la perte du mécanisme d'amplification cochléaire. Aussi, il est important que les patients aient conscience des limites des audioprothèses, afin de ne pas se décourager si celles-ci n'apportent pas le niveau de satisfaction attendu.

Ensuite, l'image véhiculée par la publicité peut induire le patient en erreur quant aux capacités de récupération auditive avec un appareillage. Pour cette raison, des patients ayant déjà une expérience avec appareils ont une satisfaction plus élevée que des nouveaux utilisateurs, car ils sont plus réalistes sur l'appareillage. Cet élément a été mis en évidence dans une étude de Cox et al (2000), où les nouveaux patients présentaient des demandes irréalistes concernant l'appareillage<sup>33</sup>. Ceci pourrait s'expliquer

par une certaine anxiété des nouveaux utilisateurs quant au déroulement de l'appareillage, son prix, et son bénéfice. Aussi, les patients expérimentés ont moins de problèmes de manipulation, ce qui peut contribuer à une satisfaction plus importante. C'est ce que peut laisser suggérer l'étude de Parving et al (1991), dans laquelle les problèmes de manipulation étaient plus fréquents chez les utilisateurs débutants, malgré des explications<sup>34</sup>.

## L'âge, le genre et autres facteurs démographiques

Ainsi qu'en témoignent de nombreuses études, plus l'âge est avancé, plus la perte auditive est importante<sup>48</sup>. On observe également davantage de problèmes au niveau de la santé mentale, une perte de la mobilité et un isolement social<sup>39-41</sup>. Inévitablement, les performances avec appareils auditifs vont être affectées. C'est ce que met en avant une étude de Jerram et al (1997) où les facteurs d'impact sur les résultats d'un appareillage sont : l'environnement dans lequel se trouve le sujet (bruit ou calme), mais aussi l'âge<sup>35</sup>.

La prévalence d'une perte auditive augmente avec l'âge mais également en fonction du genre, puisqu'une majorité d'hommes est concernée. D'après une étude épidémiologique de Goman aux Etats-Unis (2016), un tiers des hommes de plus de 40 ans seraient sujets à une baisse d'audition, contre un cinquième de femmes<sup>48</sup>. Une étude de Staehelin et al (2011) montre que les femmes portent plus régulièrement leur appareillage que les hommes<sup>36</sup>. Aussi, un port moins régulier est observé chez les hommes avec une perte auditive sur les fréquences aiguës et chez les femmes de plus de 65 ans. On notera cependant, que l'étude de Crowley et al (1996) ne montre aucun effet du genre<sup>37</sup>.

## L'acuité temporelle du système auditif

L'étude de Lopez-Poveda (2017) et son équipe a montré que la sensibilité à la fréquence de modulation et l'âge étaient les facteurs les plus sensibles à la réussite de l'appareillage<sup>32</sup>. Plus le sujet avait une bonne sensibilité à la fréquence de modulation et plus jeune était son âge, meilleure était sa compréhension. La sensibilité à la fréquence de modulation était définie comme la fréquence de modulation minimale détectée par le sujet pour un son pur envoyé à 1,5 kHz et à une intensité de 30 dBSL. Son évaluation permet d'estimer la sensibilité du sujet à la structure temporelle fine du stimulus, et donc l'acuité temporelle du système auditif<sup>52</sup>. Dans le cadre de cette étude, les sujets avaient une perte auditive neurosensorielle, ce qui laisse suggérer des lésions au niveau des cellules ciliées internes. Si les cellules ciliées internes ne se dépolarisent pas en phase avec la fréquence de stimulation, alors des répercussions seront à noter sur la compréhension du message vocal.

## La durée de la surdité

Une perte auditive s'accompagne d'une diminution des entrées sensorielles auditives, induisant plus de difficultés pour participer aux activités sociales. Le cortex auditif est alors moins sollicité et la durée de privation sensorielle va affecter les possibilités de neuroplasticité cérébrale<sup>53</sup>. Le rôle de la durée de la baisse d'audition dans le résultat prothétique est très peu évalué chez les patients ayant une surdité légère à moyenne. Dans une revue de littérature de Pichora-Fuller (2015), l'auteur insiste cependant sur l'importance entre les interactions auditives et les aspects cognitifs dans la vie de tous les jours<sup>53</sup>. Plus l'appareil auditif est posé précocement, plus les interactions sociales pourront se rétablir rapidement, permettant une activité du cortex auditif plus accrue.



## Réhabilitation monaurale ou binaurale

Le choix d'un appareillage monaural ou binaural va impacter le résultat, avec un succès plus important pour les appareillages binauraux. Plusieurs études mettent en avant cette amélioration au moyen de questionnaire (Eurotrack) ou d'une audiométrie vocale dans le bruit<sup>38-40</sup>, témoignant d'une meilleure discrimination et d'une amélioration de la qualité d'écoute. Ces résultats s'expliquent par le démasquage binaural, qui permet au système auditif d'analyser les différences interaurales d'intensité et de temps entre les deux oreilles pour supprimer les bruits environnementaux et ainsi améliorer la discrimination de la parole<sup>54,55</sup>. Également, l'effet de sommation binaurale permet une redondance du signal grâce à une augmentation du rapport signal sur bruit, aidant à une meilleure perception<sup>56</sup>.

### 2.1.2. Facteurs centraux liés au sujet

Une perte auditive s'accompagne bien souvent d'un déclin cognitif<sup>10,12</sup> et d'épisodes de démence<sup>13,14</sup>. Inévitablement, un sujet

souffrant de troubles neurocognitifs, associé à la maladie d'Alzheimer ou une autre maladie neurodégénérative, présente une perte d'autonomie<sup>57,58</sup>. Ces sujets seront dépendants de leur entourage pour utiliser leur appareillage (sa mise en place et mise en fonction, par exemple), rendant plus complexe son utilisation au quotidien. L'étude de Humes et al (2002), montre que le niveau cognitif du sujet est l'un des facteurs les plus prédictifs des performances avec appareillage<sup>60</sup>. Ces éléments témoignent de l'incidence et des répercussions que peuvent avoir les troubles cognitifs sur les résultats prothétiques. Aujourd'hui, l'utilisation d'appareils auditifs rechargeables peut permettre de faciliter l'utilisation des prothèses auditives pour ces patients<sup>59</sup>.

### 2.2. Facteurs extrinsèques

Les études présentées dans cette étude et relatives aux facteurs extrinsèques sont détaillées dans le Tableau 2.

**Tableau 2 : Etudes ayant évalué les facteurs extrinsèques à la réussite d'un appareillage**

Auteurs (année)	Facteur évalué	Population(s)	Méthode d'évaluation	Résultats
<b>Ulusoy et al (2017) [61]</b>	Type d'appareillage et coût	N= 107 (âge moyen = 53.8 ans)	Questionnaire IOI-HA	Scores plus élevés pour les aides auditives disposant d'un nombre plus important de canaux de réglages, et avec une bande passante plus large
<b>Cox et Alexander (2001) [62]</b>	Type d'appareillage et coût	n=196 (âge : 23- 98 ans)	Questionnaire SADL	Les patients ayant financé leur appareillage étaient plus satisfaits
<b>Saunders et al (2009) [63]</b>	Les recommandations du professionnel de santé sur l'usage des audioprothèses	n=60 (âge : 55-81 ans) 3 groupes : (1) recevant une séance de conseils sur l'utilisation des audioprothèses, une évaluation de leurs performances prothétiques et, de modifications du réglage si celui-ci ne convient pas ; (2) recevant une séance de conseils sur l'utilisation de leurs audioprothèses, et une évaluation des performances prothétiques ; (3) recevant uniquement la séance de conseils sur l'utilisation des audioprothèses. Tests réalisés avant, puis après 1 semaine et 8 semaines d'appareillage.	Questionnaires COSI, HHIE, HHIA, APHAB, ECHO et PIADS	Les scores des questionnaires étaient meilleurs suite aux conseils fournis sur l'appareillage
<b>Steckers et al (2006), [75]</b>	Le rôle de l'entraînement auditif	2 groupes : (1) avec une expérience avec des appareils auditif > 1 an (n=8, âge moyen = 68 ans), (2) adultes primo appareillant (n=33, âge moyen = 69 ans). Test avant et après 8 semaines d'entraînement auditif.	Entraînement auditif (identification de voyelles en présence de bruit) entre 35 et 70 minutes par jour, et 5 fois par semaine. Audiométrie vocale dans le bruit (test NST).	Amélioration des scores NST après entraînement auditif chez l'ensemble des patients

**Légende :** IOI-HA (international outcome Inventory for Hearing Aids), SADL (Satisfaction with Amplification in Daily Life), HHIE (Hearing Handicap Inventory for the Elderly); COSI (Client-Oriented Scale of Improvement); HHIA (Hearing Handicap Inventory for Adults) NST (Nonsense Syllable Test); APHAB (Abbreviated Profile of Hearing Aid Benefit); ECHO (Expected Consequences of Hearing Aid Outcome); PIADS (Psychosocial Impact of Assistive Devices Scale)



## Facteurs liés au réglage de la réhabilitation auditive

Le réglage d'une aide auditive se base sur des méthodes de pré-réglage pour corriger la perte auditive<sup>64-68</sup>. Celles-ci consistent à prescrire un profil d'amplification en fonction des fréquences affectées sur l'audiogramme. Les formules de pré-réglage les plus couramment utilisées sont « NAL-NL2 »<sup>66</sup> ou « DSL v5 » [i/o]<sup>68</sup>. Les auteurs de ces formules précisent qu'elles ne garantissent pas la satisfaction du patient. Des appréciations qualitatives (par exemple, l'impression générale relative à l'amplification apportée par les audioprothèses) sont fournies par les patients, afin d'ajuster le réglage de leurs appareils auditifs<sup>69-74</sup>. Le réglage d'une aide auditive est donc basé sur des indices subjectifs, laissant de larges possibilités d'ajustement du gain par l'audioprothésiste. A ce jour, il n'existe pas de mesure objective pour évaluer le confort auditif, ce qui pourrait expliquer la difficulté des professionnels à réaliser un réglage confortable pour le patient. Les potentiels évoqués auditifs corticaux (PEAC) ont été utilisés comme outil clinique pour la validation des réglages avec les audioprothèses. Le système Hearlab® propose une mesure des PEAC par 3 électrodes (vertex, mastoïde et front) avec des stimuli vocaux, afin de s'assurer objectivement que la parole est audible pour l'utilisateur de l'aide auditive<sup>75</sup>. Cette utilisation s'est révélée utile pour les enfants et pour des populations difficiles à tester où les informations comportementales de perception de la parole avec les audioprothèses sont limitées et peu fiables<sup>76,77</sup>. Néanmoins, la réalisation et l'interprétation des PEAC sont des procédures longues et difficiles à mettre en place dans la pratique quotidienne et difficilement interprétables à l'échelon individuel.

## Type d'appareillage et coût

Le type d'appareillage interfère sur les résultats prothétiques. Les patients qui choisissent un appareillage intra auriculaire en sont plus satisfaits que ceux ayant opté pour des contours d'oreille, pour des raisons esthétique (image personnelle) ou l'utilisation du téléphone<sup>78</sup>.

Le choix de la technologie ou gamme de l'appareillage présente également un impact sur les performances prothétiques. La gamme de l'appareillage se caractérise comme la performance de l'aide auditive à traiter et retranscrire l'environnement sonore capté. Il peut par exemple s'agir du nombre de canaux fréquentiels sur lequel l'appareil auditif se base pour traiter l'information sonore, ou encore la quantité de fréquences traitées (bande passante). Plus l'appareil est de gamme élevée et plus cette capacité sera grande. Dans une récente étude d'Ulusoy et al (2017), les patients montraient une plus grande satisfaction et un temps de port plus important pour les aides auditives disposant d'un nombre plus important de canaux de réglages, et avec une bande passante plus large<sup>61</sup>.

L'impact du coût de la prothèse a été assez peu étudié. Une étude de Cox et Alexander (2001) évalue les différences entre des patients ayant un reste à charge, et ceux n'en ayant pas. Les mesures de la satisfaction montrent que les patients ayant financé leur appareillage étaient plus satisfaits<sup>62</sup>. Cependant, il est à noter que cet effet était très faible. Dans sa politique de prévention, la loi française prévoit en 2021 un appareillage n'entraînant pas de coût pour l'usager, afin de faciliter son acquisition. Par la suite, des études pourront plus facilement être mises en place pour évaluer le bénéfice et l'utilisation de l'appareillage lorsque celui-ci n'entraîne pas de reste à charge.

## Les recommandations du professionnel de santé sur l'usage des audioprothèses

Il est important de faire participer le patient à la démarche de l'appareillage et qu'il sache l'utiliser. Si le professionnel de santé n'explique pas aux patients correctement l'utilisation (mise en marche, nettoyage, mise en place) de l'aide auditive, celui-ci ne pourra pas en avoir un usage correct. L'étude de Saunders et al (2009) révèle l'importance des conseils fournis par l'audioprothésiste à son patient sur l'utilisation de ses appareils<sup>63</sup>. La première raison contribuant à la satisfaction des patients évalués, étaient le temps passé par professionnel de santé à délivrer des recommandations sur l'utilisation des audioprothèses. Aussi, les retours étaient plus positifs lorsque les réglages tenaient compte de l'avis du patient et étaient retouchés lors du suivi.

## Le rôle de l'entraînement auditif

Afin d'optimiser l'efficacité d'un appareillage, des séances d'entraînement auditif par un orthophoniste peuvent être nécessaires. L'entraînement auditif consiste à s'exercer par l'analyse, la comparaison, et la mémorisation des sons, afin d'améliorer les habiletés cognitives et la compréhension. L'étude de Steckers et al (2006) montre que les patients nouvellement appareillés, ou avec une expérience des aides auditives, présentaient une amélioration de leurs capacités à comprendre la parole suite à un entraînement auditif. Ces résultats témoignent de la plus grande habileté des sujets à utiliser les informations sensorielles auditive, et laisse entrevoir l'importance de l'entraînement auditif pour maximiser les bénéfices d'un appareillage<sup>79</sup>.

### 3

## Conclusion

À la suite d'une réhabilitation auditive, la satisfaction concernant son efficacité peut être variable. La réussite d'un appareillage est conditionnée par de nombreux facteurs intrinsèques, dépendant du sujet, comme par exemple son port constant ou sa motivation pour être appareillé. Une part importante des facteurs cognitifs (maladie neurodégénérative) ou des facteurs démographiques (âge, genre), viennent interférer sur le résultat de l'appareillage. D'autre part, des facteurs extrinsèques peuvent entrer en ligne de compte. Si le patient est en partie responsable de son résultat avec l'appareillage, le professionnel de santé le lui adaptant l'est aussi. Ce dernier doit lui fournir les explications suffisantes sur le fonctionnement de l'appareillage, mais également s'adapter aux besoins du patient et lui délivrer les séances de réglage nécessaires. Enfin, on notera la difficulté à réaliser un réglage, puisque celui-ci n'est réalisé qu'au moyen de données subjectives.

L'ensemble de ces facteurs vont interférer sur les résultats prothétiques, et peuvent expliquer la large variabilité obtenue. Il est important que les professionnels de santé et les patients appareillés en aient conscience afin de pouvoir, ensemble, optimiser au mieux la réussite d'un appareillage. Par ailleurs, bien que la littérature soit vaste sur le sujet, de nombreux problèmes n'ont pas été étudiés dans des études contrôlées, tel que l'impact de l'interaction entre le professionnel de santé et le patient ou le type de discours donné par l'audioprothésiste au patient. Des études longitudinales sur ces thèmes seraient nécessaires pour compléter la littérature.

**Conflit d'intérêt :** Aucun



1. Palmer AD, Newsom JT, Rook KS. How does difficulty communicating affect the social relationships of older adults? An exploration using data from a national survey. *J Commun Disord* 2016;62:131–46. <https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2016.06.002>.
2. OMS (Organisme mondial de la santé). Surdité et déficience auditive 2019.
3. Cruickshanks KJ, Zhan W, Zhong W. Epidemiology of Age-Related Hearing Impairment. In: Gordon-Salant S, Frisina RD, Popper AN, Fay RR, editors. *The Aging Auditory System*, New York, NY: Springer New York; 2010, p. 259–74. [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0993-0\\_9](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0993-0_9).
4. Mulrow CD, Aguilar C, Endicott JE, Tuley MR, Velez R, Charlip WS, et al. Quality-of-life changes and hearing impairment. A randomized trial. *Ann Intern Med* 1990;113:188–94.
5. Strawbridge WJ, Wallhagen MI, Shema SJ, Kaplan GA. Negative consequences of hearing impairment in old age: a longitudinal analysis. *Gerontologist* 2000;40:320–6. <https://doi.org/10.1093/geront/40.3.320>.
6. Arlinger S. Negative consequences of uncorrected hearing loss--a review. *Int J Audiol* 2003;42 Suppl 2:2S17–20.
7. Dalton DS, Cruickshanks KJ, Klein BEK, Klein R, Wiley TL, Nondahl DM. The Impact of Hearing Loss on Quality of Life in Older Adults. *Gerontologist* 2003;43:661–8. <https://doi.org/10.1093/geront/43.5.661>.
8. Chia E-M, Wang JJ, Rochtchina E, Cumming RR, Newall P, Mitchell P. Hearing impairment and health-related quality of life: the Blue Mountains Hearing Study. *Ear Hear* 2007;28:187–95. <https://doi.org/10.1097/AUD.0b013e31803126b6>.
9. Gopinath B, Wang JJ, Schneider J, Burlutsky G, Snowdon J, McMahon CM, et al. Depressive symptoms in older adults with hearing impairments: the Blue Mountains Study. *J Am Geriatr Soc* 2009;57:1306–8. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2009.02317.x>.
10. Lin FR, Yaffe K, Xia J, Xue Q-L, Harris TB, Purchase-Helzner E, et al. Hearing loss and cognitive decline in older adults. *JAMA Intern Med* 2013;173:293–9. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2013.1868>.
11. World Health Organization. Deafness and hearing loss. 2019.
12. Deal JA, Sharrett AR, Albert MS, Coresh J, Mosley TH, Knopman D, et al. Hearing impairment and cognitive decline: a pilot study conducted within the atherosclerosis risk in communities neurocognitive study. *Am J Epidemiol* 2015;181:680–90. <https://doi.org/10.1093/aje/kwu333>.
13. Deal JA, Betz J, Yaffe K, Harris T, Purchase-Helzner E, Satterfield S, et al. Hearing Impairment and Incident Dementia and Cognitive Decline in Older Adults: The Health ABC Study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2017;72:703–9. <https://doi.org/10.1093/gerona/glw069>.
14. Lin FR, Metter EJ, O'Brien RJ, Resnick SM, Zonderman AB, Ferrucci L. Hearing loss and incident dementia. *Arch Neurol* 2011;68:214–20. <https://doi.org/10.1001/archneurol.2010.362>.
15. Vincent C, Arndt S, Firszt JB, Fraysse B, Kitterick PT, Papsin BC, et al. Identification and evaluation of cochlear implant candidates with asymmetrical hearing loss. *Audiol Neurootol* 2015;20 Suppl 1:87–9. <https://doi.org/10.1159/000380754>.
16. Amieva H, Ouvrard C, Giulioli C, Meillon C, Rullier L, Dartigues J-F. Self-Reported Hearing Loss, Hearing Aids, and Cognitive Decline in Elderly Adults: A 25-Year Study. *Journal of the American Geriatrics Society* n.d.;63:2099–104. <https://doi.org/10.1111/jgs.13649>.
17. Dawes P, Emsley R, Cruickshanks KJ, Moore DR, Fortnum H, Edmondson-Jones M, et al. Hearing loss and cognition: the role of hearing AIDS, social isolation and depression. *PLoS ONE* 2015;10:e0119616. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0119616>.
18. Munro KJ. Reorganization of the Adult Auditory System: Perceptual and Physiological Evidence From Monaural Fitting of Hearing Aids. *Trends in Amplification* 2008;12:85–102. <https://doi.org/10.1177/1084713808316173>.
19. Philibert B, Collet L, Vesson J-F, Veuillet E. Intensity-related performances are modified by long-term hearing aid use: a functional plasticity? *Hear Res* 2002;165:142–51.
20. Robinson K, Gatehouse S. The time course of effects on intensity discrimination following monaural fitting of hearing aids. *J Acoust Soc Am* 1996;99:1255–8.
21. Robinson K, Gatehouse S. Changes in intensity discrimination following monaural long-term use of a hearing aid. *J Acoust Soc Am* 1995;97:1183–90.
22. Philibert B, Collet L, Vesson J-F, Veuillet E. The auditory acclimatization effect in sensorineural hearing-impaired listeners: evidence for functional plasticity. *Hear Res* 2005;205:131–42. <https://doi.org/10.1016/j.heares.2005.03.013>.
23. Abrams, H. B., & Kihm, J. An introduction to MarkeTrak IX: A new baseline for the hearing aid market. 2015:16.
24. Kochkin S. MarkeTrak VI: Consumers rate improvements sought in hearing instruments. 2002;9:18–22.
25. Chisolm TH, Johnson CE, Danhauer JL, Portz LJP, Abrams HB, Lesner S, et al. A systematic review of health-related quality of life and hearing aids: final report of the American Academy of Audiology Task Force On the Health-Related Quality of Life Benefits of Amplification in Adults. *J Am Acad Audiol* 2007;18:151–83.
26. Megha null, Maruthy S. Consequences of hearing aid acclimatization on ALLRs and its relationship with perceived benefit and speech perception abilities. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2019;276:1001–10. <https://doi.org/10.1007/s00405-019-05303-0>.
27. Humes LE, Wilson DL, Humes AC. Examination of differences between successful and unsuccessful elderly hearing aid candidates matched for age, hearing loss and gender. *Int J Audiol* 2003;42:432–41.
28. Ridgway J, Hickson L, Lind C. Autonomous motivation is associated with hearing aid adoption. *Int J Audiol* 2015;54:476–84. <https://doi.org/10.3109/14992027.2015.1007213>.
29. Gatehouse S. Components and determinants of hearing aid benefit. *Ear Hear* 1994;15:30–49.
30. Cox RM, Alexander GC, Gray GA. Personality, hearing problems, and amplification characteristics: contributions to self-report hearing aid outcomes. *Ear Hear* 2007;28:141–62. <https://doi.org/10.1097/AUD.0b013e31803126a4>.



31. Garstecki DC, Erlen SF. Hearing loss, control, and demographic factors influencing hearing aid use among older adults. *J Speech Lang Hear Res* 1998;41:527–37.
32. Lopez-Poveda EA, Johannesen PT, Pérez-González P, Blanco JL, Kalluri S, Edwards B. Predictors of Hearing-Aid Outcomes. *Trends Hear* 2017;21:2331216517730526. <https://doi.org/10.1177/2331216517730526>.
33. Cox RM, Alexander GC. Expectations about hearing aids and their relationship to fitting outcome. *J Am Acad Audiol* 2000;11:368–82; quiz 407.
34. Parving A, Philip B. Use and Benefit of Hearing Aids in the Tenth Decade - and Beyond. *Audiology* 1991;30:61–9. <https://doi.org/10.3109/00206099109072871>.
35. Jerram JC, Purdy SC. Evaluation of hearing aid benefit using the Shortened Hearing Aid Performance Inventory. *J Am Acad Audiol* 1997;8:18–26.
36. Staehelin K, Bertoli S, Probst R, Schindler C, Dratva J, Stutz EZ. Gender and hearing aids: patterns of use and determinants of nonregular use. *Ear Hear* 2011;32:e26–37. <https://doi.org/10.1097/AUD.0b013e3182291f94>.
37. Crowley HJ, Nabelek IV. Estimation of client-assessed hearing aid performance based upon unaided variables. *J Speech Hear Res* 1996;39:19–27.
38. Ahlstrom JB, Horwitz AR, Dubno JR. Spatial benefit of bilateral hearing AIDS. *Ear Hear* 2009;30:203–18. <https://doi.org/10.1097/AUD.0b013e31819769c1>.
39. Dawes P, Munro KJ, Kalluri S, Edwards B. Unilateral and bilateral hearing aids, spatial release from masking and auditory acclimatization. *J Acoust Soc Am* 2013;134:596–606. <https://doi.org/10.1121/1.4807783>.
40. Bisgaard N, Ruf S. Findings From EuroTrak Surveys From 2009 to 2015: Hearing Loss Prevalence, Hearing Aid Adoption, and Benefits of Hearing Aid Use. *Am J Audiol* 2017;26:451–61. [https://doi.org/10.1044/2017\\_AJA-16-0135](https://doi.org/10.1044/2017_AJA-16-0135).
41. Salomon G, Vesterager V, Jagd M. Age-related hearing difficulties. I. Hearing impairment, disability, and handicap—a controlled study. *Audiology* 1988;27:164–78.
42. Stark P, Hickson L. Outcomes of hearing aid fitting for older people with hearing impairment and their significant others. *Int J Audiol* 2004;43:390–8.
43. Kochkin S. Subjective Measures of Satisfaction and Benefit: Establishing Norms. *Semin Hear* 1997;18:37–48. <https://doi.org/10.1055/s-0028-1083008>.
44. Thai-Van H, Michey C, Norena A, Veuillet E, Gabriel D, Collet L. Enhanced frequency discrimination in hearing-impaired individuals: A review of perceptual correlates of central neural plasticity induced by cochlear damage. *Hearing Research* 2007;233:14–22. <https://doi.org/10.1016/j.heares.2007.06.003>.
45. Philibert B, Collet L, Vesson JF, Veuillet E. Auditory rehabilitation effects on speech lateralization in hearing-impaired listeners. *Acta Otolaryngol* 2003;123:172–5. <https://doi.org/10.1080/00016480310001033>.
46. Deci EL, Ryan RM. Self-determination theory: A macrotheory of human motivation, development, and health. *Canadian Psychology/Psychologie Canadienne* 2008;49:182–5. <https://doi.org/10.1037/a0012801>.
47. Sheldon KM, Elliot AJ, Kim Y, Kasser T. What is satisfying about satisfying events? Testing 10 candidate psychological needs. *J Pers Soc Psychol* 2001;80:325–39. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.80.2.325>.
48. Goman AM, Lin FR. Prevalence of Hearing Loss by Severity in the United States. *Am J Public Health* 2016;106:1820–2. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2016.303299>.
49. Welzl-Müller K, Stephan K. The benefit of hearing aids: Influence of hearing loss and age. *Scandinavian Audiology* 1986;15:115–9. <https://doi.org/10.3109/01050398609045962>.
50. Qualitative reports of hearing aid benefit - Sdg Stephens, R. Meredith, 1991 n.d. <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/026921559100500309> (accessed May 13, 2019).
51. Evenhuis HM. Medical aspects of ageing in a population with intellectual disability: II. Hearing impairment. *J Intellect Disabil Res* 1995;39 ( Pt 1):27–33.
52. Lorenzi C, Gilbert G, Carn H, Garnier S, Moore BCJ. Speech perception problems of the hearing impaired reflect inability to use temporal fine structure. *PNAS* 2006;103:18866–9. <https://doi.org/10.1073/pnas.0607364103>.
53. Pichora-Fuller MK, Mick P, Reed M. Hearing, Cognition, and Healthy Aging: Social and Public Health Implications of the Links between Age-Related Declines in Hearing and Cognition. *Semin Hear* 2015;36:122–39. <https://doi.org/10.1055/s-0035-1555116>.
54. Arsenault MD, Punch JL. Nonsense-syllable recognition in noise using monaural and binaural listening strategies. *J Acoust Soc Am* 1999;105:1821–30.
55. Bronkhorst AW, Plomp R. The effect of head-induced interaural time and level differences on speech intelligibility in noise. *J Acoust Soc Am* 1988;83:1508–16.
56. Von Békésy G, Wever EG. Experiments in hearing. New York : McGraw-Hill; 1960.
57. Haute Autorité de Santé (HAS). Guide parcours de soins des patients présentant un trouble neurocognitif associé à la maladie d'Alzheimer ou à une maladie apparentée 2018. [https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2018-05/parcours\\_de\\_soins\\_alzheimer.pdf](https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2018-05/parcours_de_soins_alzheimer.pdf).
58. Bakhos D, Villeuneuve A, Kim S, Hammoudi K, Hommet C. [Hearing loss and Alzheimer's disease]. *Geriatr Psychol Neuropsychiatr Vieil* 2015;13:195–204. <https://doi.org/10.1684/pnv.2015.0539>.
59. Johnson P. Updates in Hearing Technology. *N C Med J* 2017;78:104–6. <https://doi.org/10.18043/ncm.78.2.104>.
60. Humes LE. Factors underlying the speech-recognition performance of elderly hearing-aid wearers. *The Journal of the Acoustical Society of America* 2002;112:1112–32. <https://doi.org/10.1121/1.1499132>.
61. Ulusoy S, Muluk NB, San T, Cingi C. Evaluation of patient satisfaction with different hearing aids: A study of 107 patients. *Ear Nose Throat J* 2017;96:E22–8. <https://doi.org/10.1177/014556131709600103>.
62. Cox RM, Alexander GC. Validation of the SADL questionnaire. *Ear Hear* 2001;22:151–60.
63. Saunders GH, Lewis MS, Forsline A. Expectations, prefitting counseling, and hearing aid outcome. *J Am Acad Audiol* 2009;20:320–34.



64. Byrne D, Dillon H. The National Acoustic Laboratories' (NAL) new procedure for selecting the gain and frequency response of a hearing aid. *Ear Hear* 1986;7:257-65.
65. Keidser G, Dillon H, Carter L, O'Brien A. NAL-NL2 Empirical Adjustments. *Trends Amplif* 2012;16:211-23. <https://doi.org/10.1177/1084713812468511>.
66. Keidser G, Dillon H, Flax M, Ching T, Brewer S. The NAL-NL2 Prescription Procedure. *Audiol Res* 2011;1. <https://doi.org/10.4081/audiore.2011.e24>.
67. Moore BCJ, Glasberg BR, Stone MA. Development of a new method for deriving initial fittings for hearing aids with multi-channel compression: CAMEQ2-HF. *Int J Audiol* 2010;49:216-27. <https://doi.org/10.3109/14992020903296746>.
68. Scollie S, Seewald R, Cornelisse L, Moodie S, Bagatto M, Lournagaray D, et al. The Desired Sensation Level Multistage Input/Output Algorithm. *Trends in Amplification* 2005;9:159-97. <https://doi.org/10.1177/108471380500900403>.
69. Beck D. Programmable instruments and successive approximations 1997;4:21-26.
70. Jenstad LM, Van Tasell DJ, Ewert C. Hearing aid troubleshooting based on patients' descriptions. *J Am Acad Audiol* 2003;14:347-60.
71. Kuk F. How flow charts can help you troubleshoot hearing aid problems. *Hear J* 1999;52:46-52.
72. Kuk F. Using the i/o curve to help solve subjective complaints with WDRC hearing instruments. *Hear Rev* 1998:8-59.
73. Schum DJ, Burton C, Christensen J. The use of advanced fitting software in the counseling process. *Hear Rev* 1997;4:59-62.
74. Schweitzer C, Mortz M, Vaughan N. Perhaps not by prescription—but by perception. *High Perform Hear Solutions* 1999:58-62.
75. Van Dun B. HEARLab technical paper. 2017.
76. Purdy S, Katsch R, Dillon H, Storey L, Sharma M, Agung K. Aided Cortical Auditory Evoked Potentials for Hearing Instrument Evaluation in Infants 2018.
77. Carter L, Golding M, Dillon H, Seymour J. The detection of infant cortical auditory evoked potentials (CAEPs) using statistical and visual detection techniques. *J Am Acad Audiol* 2010;21:347-56. <https://doi.org/10.3766/jaaa.21.5.6>.
78. Baumfield A, Dillon H. Factors affecting the use and perceived benefit of ITE and BTE hearing aids. *Br J Audiol* 2001;35:247-58.
79. Stecker GC, Bowman GA, Yund EW, Herron TJ, Roup CM, Woods DL. Perceptual training improves syllable identification in new and experienced hearing aid users. *J Rehabil Res Dev* 2006;43:537-52.

## chroniques dyapason

Nos intervenants partagent sans langue de bois leur vision du monde de l'audiologie.



Parmi nos experts, le Pr André Chays de l'Académie nationale de médecine.

Inscrivez-vous sur  
dyapason-chroniques.fr

INNOVATION

Nouvel univers audiolgique

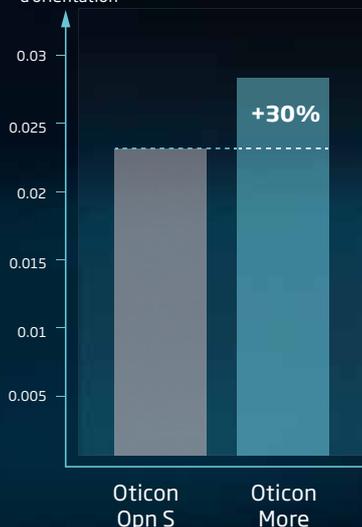
OTICON | More

# Oticon More™ donne accès à **PLUS** de sons et **PLUS** de clarté au cerveau

Tout en améliorant la compréhension de la parole et en réduisant l'effort d'écoute



Force du signal EEG dans le sous-système d'orientation



Une nouvelle étude indépendante a montré que le cerveau a besoin d'accéder à tous les sons. Et maintenant, de nouvelles méthodes innovantes de recherche, pour tester l'activité cérébrale avec EEG, prouvent comment Oticon More offre justement cela.

Comparé à notre génération précédente, Oticon Opn S™, la force du signal EEG montre qu'Oticon More fournit 30% de sons en plus au cerveau\*. Pour l'utilisateur, cela signifie avoir accès à une scène sonore complète et précisément équilibrée.

Parallèlement, Oticon More améliore la compréhension de la parole tout en réduisant l'effort d'écoute, permettant aux gens de se souvenir encore plus de ce qui est dit\*.

En savoir plus sur [oticon.fr/professionals/more](https://oticon.fr/professionals/more)

\*Santurette, S., Ng, E. H. N., Juul Jensen, J., & Man K. L., B. (2020). Oticon More clinical evidence. Oticon Whitepaper. Life-changing technology signifie Des technologies qui changent la vie. Prodition S.A.S., Parc des Barbanniers, 3 allée des Barbanniers, 92635 GENNEVILLIERS CEDEX SIREN 301 689 790 R.C.S. NANTERRE

**oticon**  
life-changing technology

# Veille acouphènes <

## Evolution comparée de la plainte d'acouphène et d'hyperacousie après thérapie sonore (TRT) - Partie 1



### a. Corrélats anatomiques du modèle neurophysiologique

Comment ne pas parler des acouphènes et de l'hyperacousie sans évoquer le modèle neurophysiologique de Jastreboff. Bien qu'il soit connu et reconnu dans le monde, rappelons tout de même son fonctionnement.

La schématisation du modèle de Jastreboff présente deux parties sous forme de « boucles » ou de « routes ». La boucle dite supérieure prend en compte en outre les zones conscientes du cerveau, la perception, l'évaluation encore la verbalisation. La route inférieure comprend les zones subconscientes tels que les noyaux extra lemniscaux avec le corps genouillé médian, l'amygdale ainsi le système nerveux autonome (Jastreboff et Jastreboff, 2008). Or, le corps genouillé médian ainsi que le cortex auditif sont en étroites connexion avec l'amygdale. Celui-ci fait partie des structures limbiques responsables de la régulation des émotions. Une augmentation de l'activité neuronale au niveau de l'amygdale (Langner & al 1999) peut être observée chez l'animal de laboratoire en corrélation parfaite ( $r = 0.99$ ) avec celle au niveau du cortex primaire. L'augmentation de la perception de l'acouphène est directement liée à la peur. La perception des émotions est donc plus importante (Auerbach et al, 2014). Ces étroites collaborations permettent de comprendre l'association des émotions négatives et la présence d'acouphènes et d'hyperacousie (Cima, Crombez et Vlaeyen, 2011).

Ainsi, ces deux symptômes génèrent un certain dérangement ou de l'incompréhension, entraînant l'émergence d'émotions ou d'autres conséquences néfastes telles que la peur, l'anxiété, des troubles du sommeil ou encore de la colère (Auerbach et al, 2014).

### b. Thérapie sonore

Sur bases des phénomènes cérébraux et neurophysiologiques, la thérapie sonore a vu le jour, sous le nom de TRT (Tinnitus Retraining Therapy).

Comme son nom l'indique il s'agit d'une thérapie de réutilisation, de remise en route, qui s'apparente davantage à une réhabilitation ou « kinésithérapie » des voies auditives. Cette remise en marche implique

- L'amplification acoustique pour enrichir la quantité d'information auditive signifiante qui atteint le cortex
- L'usage du bruit blanc qui tel un stimulateur externe en réhabilitation motrice va activer les fibres du nerf auditif afin de réutiliser les neurones qui lient l'oreille au cerveau
- Une sérieuse explication (counseling) avec support audiovisuel afin d'expliquer la démarche, justifier le modèle, évacuer les idées fausses et obtenir l'adhésion du patient.

La thérapie sonore a également pour but l'habituation des symptômes et non pas la suppression définitive des

acouphènes et de l'hyperacousie (Jastreboff, 2000). Elle permet d'atténuer les réactions négatives évoquées en associant à la place des images positives ou neutres et « de désamorcer un mécanisme inconscient d'emballlement du système d'alerte provoqué par la perception auditive » (Lurquin et Pelissier, 2016, Burkard et al, 2009).

Le TRT comprend des conseils éducatifs spécifiques et la mise en place d'une aide auditive avec un générateur de bruit. Le counseling permet d'expliquer l'apparition des symptômes et les mécanismes entraînant les réactions ou idées négatives qui viennent renforcer leur apparition sous forme de cercle vicieux. Quant au port des aides auditives, celles-ci ne sont pas obligatoires mais conseillées afin d'augmenter le niveau d'entrée sensoriel dans un environnement sonore complexe.

Avant le développement de la TRT, les audiologistes comprenaient déjà l'intérêt d'expliquer le fonctionnement du système auditif, que ce soit au niveau périphérique ou central. La théorie se base principalement sur le modèle neurophysiologique énoncé par Jastreboff et Hazell en 1993 (cité par Aazh, Moore, Lamming et Cropley, 2016). Ces explications, évoquées pour les acouphènes, s'adaptent aussi bien pour l'hyperacousie.

Un des objectifs de la TRT vise principalement à modifier les perceptions stéréotypées ou fausses que les patients ont pu se faire afin d'en créer de nouvelles, tout en favorisant un échange entre le patient et l'audiologiste. Ils discutent dans un premier temps des différentes hypothèses sur l'apparition des acouphènes et de l'hyperacousie. Le but est de réfuter certaines idées reçues afin de les éliminer (Rempp & Lurquin 2012, Aazh et al, 2016). D'autres auteurs soutiennent également l'utilisation de la TCC et son efficacité (Grewal, Spielmann, Jones, Hussain, 2014)

L'efficacité de tous ces outils d'aides apportent leur efficacité. Il est important de retenir que la combinaison de séance de counseling avec une aide auditive ou un générateur de bruit montrent de meilleurs résultats que leur utilisation séparément (Aazh et al, 2016). Nous pouvons conclure que le counseling et la TCC apporte un réel soutien pour les patients qui arrivent à gérer leurs acouphènes et/ou leur hyperacousie. (Aazh, Bryant et Moore, 2019).

### c. Profil comportemental du patient acouphénique et hyperacousique

Le profil comportemental d'un patient acouphénique et hyperacousique se démarque des autres patients par la présence de principales comorbidités. Certains critères sont davantage mis en évidence.

Tout d'abord, la présence de dépression est une comorbidité significative chez des personnes acouphéniques principalement (Pavaci et al, 2019). La relation entre la dépression et les acouphènes n'est cependant pas claire. Il serait intéressant

Philippe LURQUIN



Audioprothésiste,  
Membre du  
Collège National  
d'Audioprothèse,  
CHU Marie Curie  
Charleroi

Morgane VIALLA



Audioprothésiste,  
CHU Marie Curie  
Charleroi



de noter trois relations possibles entre la dépression et l'acouphène : « la dépression affectant les acouphènes, les acouphènes prédisposant les individus à la dépression et les acouphènes apparaissant comme une comorbidité chez les patients souffrant de dépression » (Geocze, Mucci, Penido, 2013). Nous nous attendons donc à observer une prévalence élevée de ce symptôme associé sans pour autant connaître les mécanismes responsables. D'autres études plus récentes renforcent ce constat en mettant en évidence la dépression comme un facteur de risque d'apparition des acouphènes (Kao et al. 2020). Cette comorbidité serait le critère le plus significativement amélioré à la suite d'un traitement (Fuller et al, 2020).

Deuxièmement, la présence d'anxiété serait une comorbidité significativement élevée (Pavaci et al, 2019). Il a été constaté la même observation dans l'étude de Kimball et ses trois collaborateurs dont le but était d'évaluer le comportement émotionnel de personnes acouphéniques et/ ou hyperacousiques ayant des conséquences négatives sur leur qualité de vie. D'une part, leur niveau émotionnel était négativement plus élevé. D'autre part, nous retrouvons des niveaux élevés d'anxiété, de dépression ainsi que de tristesse (Kimball, Hamilton, Benaar, Baldwin, 2019).

Troisièmement, l'insomnie serait la troisième comorbidité significativement améliorée lors de la thérapie sonore (Aazh et Moore, 2018).

Enfin, un profil comportemental caractéristique des personnes souffrant d'acouphènes s'est dressé à la suite de différents facteurs choisis tels que l'agrément, la conscience, l'extraversion, le névrosisme ou encore l'ouverture. Les facteurs qui fluctuent de manière plus importante sont l'agréabilité, le névrosisme et l'extraversion. De la sorte, les personnes acouphéniques présentent une évolution significative à l'agréabilité et au névrosisme par rapport aux autres facteurs testés. Plus les personnes se plaignent d'avoir des acouphènes, plus leur émotions négatives comme l'anxiété ou la colère se voient augmenter. A contrario, des personnes acouphéniques diminuent leurs échanges sociaux. (Jorge et al, 2019).

1

## L'évaluation de la thérapie sonore au travers de questionnaires

### 1. Questionnaire sur l'acouphène

La fiabilité et la cohérence interne dans le temps du THI (Tinnitus Handicap Inventory) a été démontré (Görtelmeyer, Schmidt, Suckfull, Jastreboff, Gebauer, Kruger, Wittman, 2011). L'évaluation individuelle au moyen du THI considère trois facteurs : émotionnel (anxiété, colère, frustration), fonctionnel (se compose principalement des problèmes d'attention et de concentration) et catastrophique. Ces trois facteurs permettent d'apporter des informations plus précises et plus sensibles (Goertelmeyer et al, 2011). Il est d'ailleurs intéressant de noter que le facteur émotionnel est celui qui fluctue le plus dans le temps tandis que les plus petites différences s'observent sur le facteur social. Ainsi, les échelles créées sont sensibles au comportement du patient concernant la complétude du traitement. L'étude suggérerait que 74,4 % des patients ont vu leurs plaintes diminuées. Dans l'ensemble, le THI est dit « un instrument simple, fiable et valide pour le diagnostic et l'évaluation des acouphènes et des troubles associés au fil du temps » (Gortelmeyer et al, 2011).

Les facteurs significatifs du THI tels que le névrosisme, l'anxiété, la dépression et la labilité émotionnelle ont été évalués à la suite de la thérapie sonore. A la suite de ce dernier, nous observons

différents groupes se former. Pour le groupe dont le résultat du THI s'est le plus amélioré, l'extraversion a augmenté, c'est à dire que les personnes retrouvent des échanges sociaux qu'ils évitaient auparavant. Néanmoins, pour le groupe dont le THI s'est aggravé, le névrosisme a augmenté (Jorge & al, 2019).

### 2. Questionnaire sur l'hyperacousie

Le Mini HQ9 est un test visant à évaluer l'impact de l'hyperacousie chez le patient. Il se base sur les questions les plus pertinentes de deux tests validés et abondamment utilisés jusqu'ici. (Voir Lurquin & Petit 2017 pour une revue)

#### a. Test de Khalfa

Le test de Khalfa a pour but d'évaluer l'impact de la sensibilité auditive du patient. Appelé également Hearing Sensitivity Questionnaire (HQ), il se compose de quatorze questions auxquelles le patient peut répondre par « non, oui un peu, oui modérément ou oui beaucoup ». Chaque réponse correspond respectivement au résultat de 0, 1, 2 ou 3. Le score global est de 42 points (Khalfa, Dubal, Veuillet, Perez-Diaz, Jouvent, Collet. 2002).

D'après Khalfa, la valeur médiane pour une hypersensibilité est un score de 28 (Khalfa et al, 2002). Cependant, d'autres études récentes ont montré un score moyen de 22 (Aazh et Moore, 2017). Grâce à ce test, il est intéressant d'observer la composante attentionnelle (les questions de 1 à 4), la composante sociale (les questions 5 à 10) et la dimension émotionnelle (les questions 11 à 14) de l'hyperacousie (Khalfa et al, 2002).

#### b. Test de Nelting

Un second test d'hypersensibilité, nommé Nelting ou GÜF, est constitué de 27 questions (version longue) mais seulement 15 questions sont principalement utilisées (version courte).

Comme le test précédent, chaque question correspond à un score :

- Non : 0
- Parfois : 1
- Souvent : 2
- Toujours : 3

Basé sur un total de 45 points, chaque somme correspond à un degré d'hypersensibilité, décomposé en quatre :

- Degré I (de 0 à 10) : incapacité légère
- Degré II (de 11 à 17) : incapacité modérée
- Degré III (de 18 à 25) : incapacité sévère
- Degré IV (de 26 à 45) : incapacité forte

Ce test vise à évaluer la réaction cognitive, le comportement somatique et enfin la composante émotionnelle (Nelting, Rienhoff, Hesse, Lamparter, 2002). Il est important de noter que la pertinence des items est également un critère d'évaluation fiable. Les items 8, 12, 10 seraient à exclure car ils n'évalueraient pas l'hyperacousie en elle-même (Glasing et al, 2010). L'item 6 : « J'ai très peur du bruit », aurait la validité de convergence la plus élevée, ce qui signifierait que la peur jouerait un rôle important dans l'hyperacousie. Une étude plus récente confirme l'association entre l'hyperacousie et un comportement d'évitement au bruit (Blaesing et Kroener-Herwig, 2012). Il est également pertinent de savoir que les équivalences ou les conversions de ce test traduit de l'allemand au français n'ont pas suivi l'objet de vérification et d'uniformisation.



### c. Mini HQ9

Le questionnaire Mini HQ 9 est un nouveau questionnaire qui regroupe les deux tests précédemment cités. Il reprend cinq questions du questionnaire du Nelting (les questions 5,6,10,12,13) et quatre de celui de Kalfa (les questions 5,8,9,12) (Lurquin et Petit, 2017).

## 3. Association des deux questionnaires

L'étude de Yoshitaka suggère une corrélation fortement positive entre les tests THI et Mini HQ9, montrant ainsi l'existence d'une corrélation entre les acouphènes et l'hyperacousie (Takanashi, Kawase, Sato, Katori, 2018). Un symptôme pourrait donc en entraîner un autre mais il serait difficile d'affirmer lequel des deux symptômes influence davantage l'autre.

L'étude de Aazh, Bryant et Moore montre, par l'intermédiaire des questionnaires THI et de Khalfa, une possibilité d'évaluation de la satisfaction et de l'efficacité d'une thérapie sonore ainsi qu'une analyse de la gestion de leur acouphènes et de leur hyperacousie. Les deux tests utilisés sont donc des questionnaires fiables de diagnostic pour évaluer ces deux symptômes (Aazh, Bryant, Moore, 2019).

Après thérapie sonore de type TRT, les scores du THI ont montré une amélioration significative après six mois d'utilisation d'un générateur de bruit, en cas d'acouphène associé à la présence d'hyperacousie (Par et al, 2017). Ainsi, la TRT est d'autant plus importante pour les patients souffrant d'acouphènes sévères et d'hyperacousie associée.

Il est important de noter que la thérapie sonore améliorerait la qualité de vie du patient en réduisant l'impact des acouphènes en fin de traitement mais avec de faibles certitudes. Il y aurait néanmoins un faible nombre de patients qui verraient leur situation s'aggraver mais ils n'en restent pas moins des cas rares (Fuller, Cima, Langguth, Mazurek, Vlaeyen, Hoare, 2020).

## 2

### Méthodologie

### 1. Objectifs

Nous allons baser notre travail sur une question de recherche essentielle : « Les patients acouphéniques et hyperacousiques ressentent-ils leurs symptômes s'améliorer de manière symétrique, synchrone et simultanée après trois mois de thérapie sonore ? »

### 2. Matériel

#### • Critères d'inclusion et d'exclusion

Les sujets de l'étude ont été choisis parmi le C.H.U. Marie Curie de Charleroi. La méthode d'échantillonnage est non-probabiliste puisque tout le monde n'a pas eu la chance d'être sélectionné.

Le critère d'inclusion, le plus important est la présence simultanée des deux symptômes étudiés. Chaque patient souffre donc à la fois d'hyperacousie et d'acouphènes. Les profils auditifs présentaient ou non une perte auditive. Ils ont été pris en charge en suivant une TRT (Tinnitus Retraining Therapy associant à la fois counseling et thérapie sonore au bruit blanc) pendant trois mois. Le sexe n'entre pas dans les critères d'inclusion de notre échantillon. L'âge limite a été fixé à 70 ans afin d'être certain de bénéficier d'une bonne plasticité cérébrale et d'une bonne compréhension des consignes.

Dans les critères d'exclusion citons les patients adressés par une

compagnie d'assurance dans le cadre de l'indemnisation d'un accident (de travail ou de circulation) dans cette étude ainsi que tout patient ayant rempli de façon incomplète les questionnaires, tout patient ne présentant pas les critères d'inclusions et enfin tout patient simulant ces symptômes précédemment cités.

### 3. Procédure

Afin d'évaluer l'efficacité de la thérapie sonore sur le patient, chaque patient ont été soumis à deux questionnaires : le THI et le Mini HQ9.

Une anamnèse est réalisée au préalable. Chaque patient a ensuite été invité à remplir les questionnaires THI et du mini HQ9 lors du premier rendez-vous. Les résultats obtenus déterminent le degré d'handicap de l'acouphène et de l'hyperacousie ainsi que le choix thérapeutique. Nous avons donc eu un contrôle sur les personnes participantes à mon étude.

Lors d'une seconde séance, la TRT est entamée. Cette dernière se déroule sur une durée de 3 mois durant lequel le patient bénéficie de quatre séances de counseling ainsi que pour d'éventuels réglages sur ses aides auditives. A la fin des 3 mois, les patients remplissent de nouveau les deux questionnaires.

## 3

### Résultat de l'étude clinique

#### a. Population

Vingt-cinq patients à la fois acouphéniques et hyperacousiques ont participé à l'étude.

Notre échantillon contient 52 % d'hommes et 48 % de femme. Nous observons que la répartition de l'échantillon est équilibrée entre les hommes et les femmes.

Les sujets sont âgés de 25 à 70 ans avec une moyenne de 52 ans. La médiane étant de 51 ans.

Dans notre échantillon les sujets souffrant d'acouphènes et d'hyperacousie sont âgés d'au moins une trentaine d'années. Aucun n'enfants ni adolescents ne participent à l'étude. Les valeurs d'âge sont entendues et disparates.

#### b. Perte auditive moyenne de notre échantillon

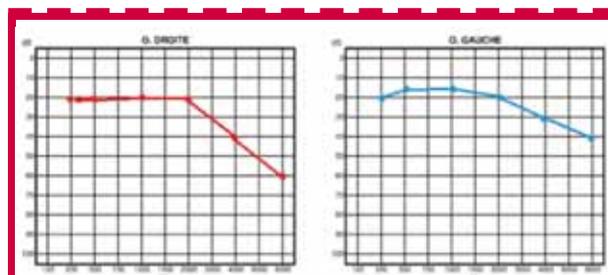


Figure 1 : Audiométrie tonale moyenne sur les deux oreilles.

D'après les résultats ci-dessus nous pouvons calculer la perte auditive moyenne d'après la méthode de calcul BIAP :

La perte auditive moyenne de l'échantillon est de 22dB.

Il est également observé que la perte auditive commence à s'apercevoir à partir de 2000 Hz pour chuter dans les fréquences aigües tandis que les fréquences graves sont à la fois peu impactées au niveau de la parole mais pas intactes pour autant.



# > VEILLE ACOUPHÈNES

Avant d'analyser les liens possibles entre les deux variables étudiées, nous allons observer si une amélioration est déjà visible au bout de trois mois pour prédire une efficacité de la thérapie sonore.

Pour cela, nous allons d'abord observer s'il existe une différence de moyennes des questionnaires de l'acouphène et de l'hyperacousie dans le temps. Une analyse de variance aux mesures répétées a été réalisée.

## • Différences de moyennes des questionnaires

Nous observons que la moyenne du score du test du THI passe de 66,560 avant la thérapie sonore à 27,960 trois mois plus tard et celle du Mini HQ 9 de 21, 240 avant la thérapie sonore à 12, 240 après trois mois.

Les résultats obtenus montreraient une diminution de 28 points (39%) pour l'acouphène et une diminution de 9 points (34%) pour l'hyperacousie. Donc des valeurs très proches.

Dans l'ensemble, une amélioration plus importante de l'intensité de l'acouphène a été obtenue par rapport à celle de l'hyperacousie.

## • Evolution de l'hyperacousie

Nous allons maintenant observer si cette amélioration est séparément significative.

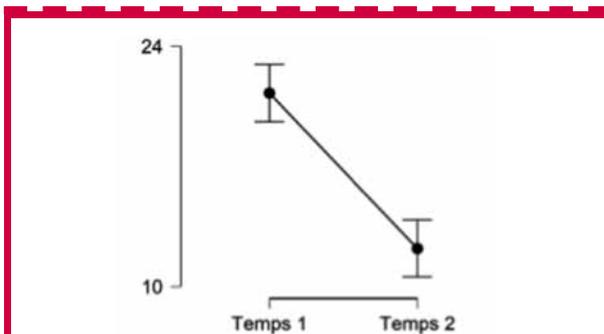


Figure 2 : Evolution de l'hyperacousie en fonction du temps 1 et du temps 2. Les barres d'erreurs indiquent les intervalles de confiance à 95%.

Les résultats montrent que l'évolution entre le temps 1 et le temps 2 soit trois mois est donc significative ( $F(1,24) = 62,785$  ;  $p < 0,001$ )

## • Evolution de l'acouphène

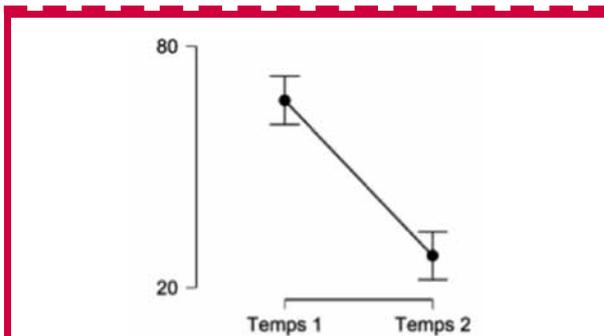


Figure 3 : Evolution de l'acouphène en fonction du temps 1 et du temps 2. Les barres d'erreurs indiquent les intervalles de confiance à 95%.

Les résultats montrent également une significativité de l'évolution entre les deux temps testés. ( $F(1,24) = 88,372$  ;  $p < 0,001$ ).

De ces résultats statistiques, nous déduisons qu'il y aurait une évolution significative des scores pour l'acouphène et pour l'hyperacousie trois mois après la thérapie sonore ainsi qu'une différence significative entre l'amélioration de l'intensité de l'acouphène et celle de l'hyperacousie.

## • Evolution individuelle

L'acouphène et l'hyperacousie ont donc respectivement une amélioration significative. Quant est-il de chacun de nos patients ?

Au niveau du test THI, seulement deux patients n'ont perçu aucune amélioration pour l'intensité de leur acouphène. Ces deux derniers présentaient respectivement au score du THI 22 et 28, ce qui correspond à des scores de catégorie modérée (2). Donc 92% des patients ont une amélioration significative de leurs acouphènes.

Au niveau du test Mini HQ9, seulement deux patients également n'ont perçu aucune amélioration pour l'intensité de l'hyperacousie. Ils obtenaient des scores de 9 et de 22 points. Le premier score correspond à la catégorie 2, il n'est donc pas surprenant de n'observer aucune amélioration. Cependant le second patient fait partie de la catégorie la plus élevée et donc surprenant de n'obtenir aucun résultat positif significatif. Dans l'ensemble, 92 % également de nos patients ont une amélioration significative de leur hyperacousie.

## • Evolution des symptômes en fonction des différentes catégories

Il est également intéressant d'observer cette amélioration au niveau des différentes catégories des deux tests utilisés.

Nous rappelons que le score THI se décompose suivant la catégorie : 1 correspond à une absence d'handicap ou un handicap léger numérotée de 0 à 16 points, la catégorie 2 est un handicap léger numérotée de 17 à 36 points, la catégorie 3 est un handicap modéré numérotée de 38 à 56 points, la catégorie 4 est un handicap sévère numérotée de 58 à 76 points, enfin un score compris entre 78 et 100 correspond à la catégorie 5 et un handicap catastrophique.

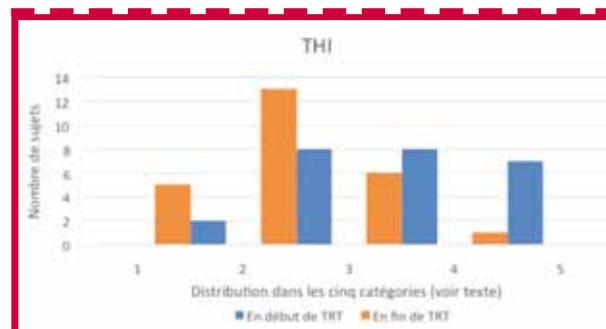
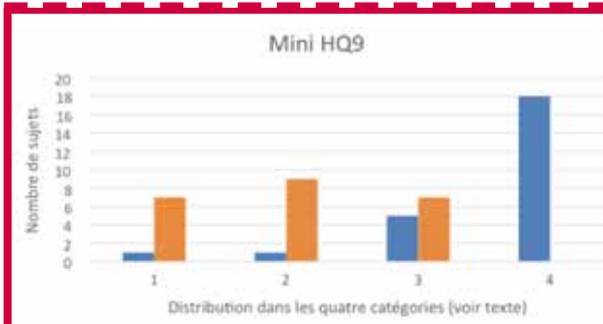


Figure 4 : Comparaison du score THI des cinq catégories en début de thérapie sonore et trois mois après.

Nous observons qu'en début de thérapie, les catégories de l'intensité de l'acouphène où le nombre de patients est le plus important sont les catégories 3 et 4 avec 8 patients compris dans chaque catégorie. Trois mois plus tard, la catégorie la plus présente est la numéro 2. L'amélioration s'observe également aux extrémités avec sept patients dans la catégorie cinq en début de thérapie mais aucun score en fin de thérapie. Il en va de même pour la catégorie une avec aucun patient en début de thérapie contre cinq trois mois plus tard.



Nous rappelons également les différentes catégories pour le test Mini HQ 9 : catégorie 1 de 0 à 8 points, la catégorie 2 de 9 à 13 points, la catégorie 3 de 14 à 18 points et la catégorie 4 de 19 à 27. La catégorie 1 correspond à une plainte légère, la catégorie 2 à une plainte moyenne, la catégorie 3 à une plainte sévère et enfin la catégorie 4 à une plainte importante.



**Figure 5 : Comparaison du score du Mini HQ9 selon les quatre catégories en début de thérapie sonore et trois mois après.**

La catégorie 4 est celle où le nombre de personnes est le plus important avec 18 patients en début de thérapie sonore. Trois mois plus tard, le nombre de patients compris dans cette même catégorie est de 2. La catégorie la plus présente en fin de thérapie sonore est la numéro 2. Nous observons donc une amélioration par catégorie de l'impact de l'hyperacousie.

#### • Evolution de l'acouphène en fonction de ses sous-échelles

Il est enfin intéressant de s'attarder sur les différents sous-ensembles des tests. Cette dernière analyse ne peut pas se réaliser pour le test Mini HQ9 dans la mesure où la littérature ne nous permet pas de séparer nettement les questions en différentes sous-composantes.



**Figure 6 : Evolution des scores moyens des trois composantes du THI en début de thérapie et trois mois plus tard.**

Nous observons une différence de scores moyens qui est de 8,4 pour la composante fonctionnelle, de 5,28 pour la composante émotionnelle et enfin de 3,32 pour la composante catastrophique. La composante fonctionnelle est celle où nous observons le plus grand score moyen en début mais également en fin de thérapie, bien que ce soit celle où nous constatons une meilleure amélioration.

Je rappelle la première question de recherche qui était la suivante : « Les patients acouphéniques et hyperacousiques ressentent-ils leurs symptômes s'améliorer après trois mois de thérapie sonore ? »

Tout d'abord, autant de femmes que d'hommes semblent être touchés par les acouphènes et l'hyperacousie. La majorité de mon échantillon se situe dans une tranche d'âge comprise en 41 ans et 55 ans. Alors que nous n'avons placé aucun critère d'exclusion entre 20 et 70 ans, peu de jeunes adultes et aucun enfant ni adolescent

ne font partie de cette étude. De plus, la perte auditive moyenne semble être qualifiée de légère, l'oreille droite ayant une perte auditive moyenne un peu plus importante que l'oreille gauche. Il est important de remarquer que la majorité de ces patients n'atteignent pas les critères de remboursement pour la surdité.

Ensuite, les résultats semblent concorder avec les données théoriques sur la consistance des questionnaires utilisés pour l'acouphène (THI) et pour l'hyperacousie (Mini HQ 9) (Görtelmeyer, R et al, 2011, Goebel et al, 2014).

Enfin, une amélioration semblerait s'observer au bout de trois mois de thérapie sonore comme le préconiserait Pawel J Jastreboff après 25 ans de TRT (Jastreboff, 2015). D'autres études telles que celle de Reddy, Chaitanya et Babu en arrivent également à la même conclusion. La TRT serait donc bénéfique pour les acouphènes et l'impact négatif se verrait diminuer (Lurquin et Fucks, 2015). La même conclusion serait déduite pour l'hyperacousie (Aazh et al, 2016). Dans l'ensemble, les patients jugent la TRT efficaces puisqu'ils arrivent à davantage gérer leur émotions négatives face aux symptômes et ainsi les symptômes eux-mêmes (Aazh, Bryant et Moore, 2019).

Cette évolution semble significativement plus importante pour l'intensité de l'acouphène que celle de l'hyperacousie. Concernant le test THI, la composante la plus sensible serait fonctionnelle. Cette dernière s'améliore également davantage au cours des trois mois de traitement. Les données théoriques ne concordent pas sur ce point puisque c'est la composante émotionnelle qui évoluerait le plus chez Görtelmeyer et al. (2011). Les deux composantes fonctionnelles et émotionnelles ont cependant obtenu la même amélioration lors d'une étude sur le questionnaire THI (Lurquin et al, 2015). Cette conclusion s'accorde sur l'apparition de comorbidités principales : l'anxiété, le stress la dépression ou encore l'insomnie, comprises dans ces deux sous-échelles.

Concernant l'amélioration de l'acouphène, celle-ci est significative chez 92% des patients si l'on considère la différence de score comme significative à partir de 7 points pour une comparaison individuelle (Zeman et al, 2011). Le score d'une différence significative pour un groupe d'individu est plutôt considéré à partir de 20 points en moyenne (Newman, 1996). Ces résultats démontreraient une efficacité du protocole utilisé. Or l'amélioration que nous avons observée au THI porte sur 34% en moyenne. De plus, l'évolution des scores moyens du THI sont sensiblement les mêmes que ceux de Lurquin et al. (2015). Une similitude dans les données statistiques et théoriques est donc observable. Concernant le Mini HQ 9, nous n'avons pas pu réaliser la même conclusion en l'absence des données théoriques. Néanmoins l'amélioration de l'hyperacousie est significative chez 23 patients sur 25. Ces résultats convergent également vers une efficacité de la prise en charge acoustico-émotionnelle (Aazh et al, 2019).

## Bibliographie

**Aazh, H, Bryant C, Moore BC. (2019). Patients' Perspectives About the Acceptability and Effectiveness of Audiologist-Delivered Cognitive Behavioral Therapy for Tinnitus and/or Hyperacusis Rehabilitation. American Journal of Audiology, 28, 973 85, doi: 10.1044 / 2019\_AJA-19-0045.**

**Aazh H, Moore BC, Lammaing K, Cropley M. (2016). Tinnitus and hyperacusis therapy in a UK National Health Service audiology department: Patients' evaluations of the effectiveness of treatments.**



- International Journal of Audiology, 55, 514-22. doi: 10.1080 / 14992027.2016.1178400.
- Aazh H, Moore BC. (2018). Effectiveness of Audiologist-Delivered Cognitive Behavioral Therapy for Tinnitus and Hyperacusis Rehabilitation: Outcomes for Patients Treated in Routine Practice. Doi: 10.1044/2018\_AJA-17-0096
- Aazh H. & Moore BCJ. (2017). Utilité des questionnaires d'Auto-évaluation pour l'évaluation psychologique des patients souffrant d'acouphènes et d'hyperacousie et points de vue des patients sur les questionnaires. *int J Audiol.* 57
- Auerbach, B. D., Rodrigues, P. V., & Salvi, R. J. (2014). Central gain control in tinnitus and hyperacusis. *Frontiers in Neurology*, 5. doi:10.3389/fneur.2014.00206
- Bläsing L, Goebel G, Flötzinger U, Berthold A, Kröner-Herwig B (2010). Hypersensibilité au son chez les patients souffrant d'acouphènes : analyse d'une construction basée sur un questionnaire et des données audiologiques. *International Journal of Audiology*. 49 (7). 518-526. doi: 10.3109 / 14992021003724996.
- Blaesing L, Kroener- Herwig. (2012). Self-reported and behavioral sound avoidance in tinnitus and hyperacusis subjects, and association with anxiety ratings. *International Journal of Audiology*, volume 51- p 611-617.
- Cima RF, Crombez G, Vlaeyen JW. La catastrophe et la peur des acouphènes prédisent la qualité de vie des patients souffrant d'acouphènes chroniques. *Ear Hear* (2011) 32 : 634-41.10.1097 / AUD.0b013e31821106dd
- Bottero M, Heyde C et Philippe L (2009). Acouphène et attention auditive. *Les Cahiers de l'Audition*. 22 (6): 27-46.
- Fuller T, Cima R, Langguth B, Mazurek B, Vlaeyen JW, Hoare DJ (2020). Thérapie cognitivo-comportementale des acouphènes. La base de données Cochrane des revues systématiques, vol. 1. doi: 10.1002 / 14651858.CD012614.pub2.
- Geocze L, Mucci S, Abranches DC, Marco MA, Penido N O (2013). Revue systématique des évidences d'une association entre acouphènes et dépression. *Braz J Otorhinolaryngol.* 79 (1): 106-11. Doi: 10.5935 / 1808-8694.20130018.
- Görtelmeyer, R, Schmidt J, Suckfull M, Jastreboff P, Gebauer A, Kruger H, Wittman Werner. (2011). Assessment of tinnitus-related impairments and disabilities using the German THI-12: Sensitivity and stability of the scale over time. *International Journal of Audiology*, 50 (8), 2011,523-29. doi: 10.3109/14992027.2011.578591.
- Grewal R., Spielmann PM, Jones SE, Hussain SS, (2014). Efficacité clinique de la thérapie de recyclage des acouphènes et de la thérapie cognitivo-comportementale dans le traitement des acouphènes subjectifs : une revue systématique. *J Laryngol Otol*, 128 : 1028-1033. doi : 10.1017 / S0022215114002849
- Hickox AE , Liberman MC, (2014). Is noise-induced cochlear neuropathy key to the generation of hyperacusis or tinnitus? *J Neurophysiol*,111 (3): 552-64. doi: 10.1152 / jn.00184.2013
- Jastreboff P.J, Jastreboff M.M (2000). Tinnitus Retraining Therapy (TRT) as a Method for Treatment of Tinnitus and Hyperacusis Patients.11 : 162-177
- Jastreboff, P.J. (2015). 25 ans de thérapie de recyclage des acouphènes, *HNO*, 63, (4). 307-11. doi: 10.1007 / s00106-014-2979-1.
- Jorge S, Winfried S, Martin S, Patrick N (2019). Big Five Personality Traits are Associated with Tinnitus Improvement Over Time,7, doi : 10.1038/s41598-019-53845-4
- Journée Nationale de l'Audition (2018). Acouphènes et hyperacousie : fléaux du XXIe siècle ? 21e édition de Journée Nationale de l'Audition, 1-8. Consulté sur : <https://www.journee-audition.org/pdf/cp-enquete-jna-ifop-2018.pdf>
- Khalfa S, Dubal S, Veuillet E, Perez-Diaz F, Jouvent R, Collet L (2002). Normalisation psychométrique d'un questionnaire d'Hyperacousie. *Orl J Otorhinolaryngol relat Spec*, 64, 436-442
- Kao LT, Shih JH, Yeh CB, Wang CH, Chen HC, Chien WC, Li IH (2020). Association between major depressive disorder and subsequent tinnitus: A population-based study. 263:367-372. doi:10.1016/j.jad.2019.11.141
- Kimball SH, Hamilton T, Benear E, Baldwin J (2019). Determining Emotional Tone and Verbal Behavior in Patients With Tinnitus and Hyperacusis: An Exploratory Mixed-Methods Study. 28(3):660-672. doi: 10.1044/2019\_AJA-18-0136
- Lurquin P, Fuks J (2015). Evaluation de l'efficacité de la TRT au moyen de questionnaires : 1) le THI. *Les Cahiers de l'Audition* 28(2):38-42
- Lurquin P, Pauwels A-L (2015). L'hyperacousie : Impact sur la vie sociale. *Les Cahiers de l'Audition* 28 (4). 56-59
- Lurquin P, Pelissier J.X (2016). La TRT un monde en image. Partie 1 ; utilisation de l'image dans la pratique du counseling. *Les cahiers de l'Audition*. 29 (6). 60-63.
- Lurquin P, Petit M (2017). Hyperacousie (6ème partie) : Les questionnaires pour évaluer l'hyperacousie. *Les Cahiers de l'Audition*.30 (5). 30 -34.
- Lurquin P, Real M, Rampont C (2013). Impact de l'acouphène sur le couple, *Les Cahiers de l'Audition*, 26. (4). 24 - 27
- Lurquin P, Soyer C (2017). Acouphènes et Stress, 3ème partie. *Les Cahiers de l'Audition*. 30 (4). 65-68
- Lurquin P, Violette H (2016). Hyperacousie (5ème partie) Faire face à une hyperacousie dans un couple ou le coping dyadique. *Les Cahiers de l'Audition*, 29 (2). 46- 52
- Nelting, Rienhoff M, Hesse G, Lamparter U (2002). Die erfassung des subjektiven Leidens unter Hyperakusis mit einem Selbstbeurteilungsbogen zur Geräuschüberempfindlichkeit (GÜF) *Laryngo-rhino-Otologie*. 81 (5). 327-33
- Newman, CW, Jacobson GP, Spiter J B (1996). Développement de l'inventaire des handicaps acouphènes. *Archives d'oto-rhino-laryngologie - Chirurgie de la tête et du cou*, 122. 143-48, doi: 10.1001 / archotol.1996.01890140029007.
- Parc J M, Kim W J, Ha J , Han J , Park S Y et Park S N (2017). Effet du générateur de sons sur les acouphènes et l'hyperacousie. *Acta Oto-Laryngologica*, 138, (2). 135-39, doi: 10.1080 / 00016489.2017.1386801.
- Pavaci S, Tortorella F, Fioretti AB, Angelone AM, Businco LDR, Lauriello M, Eibenstein A. (2019). Analyse des caractéristiques audiologiques et de la comorbidité chez les patients souffrant d'acouphènes chronique. *Audiology Research*, 9, doi: 10.4081 / audiores.2019.231.
- Reddy KVK, Chaitanya VK, Babu GR (2019). Efficacité de la thérapie de recyclage des acouphènes, une gestion moderne des acouphènes : notre expérience. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg*. 71 (1): 95-98doi: 10.1007 / s12070-018-1392-6
- Rempp C Lurquin P (2012) les distorsions cognitives de l'acouphénique. *Les Cahiers de l'Audition* vol 25 (4) pp 28-34
- Schaette R, McAlpine D, (2011). Acouphènes avec un audiogramme normal : preuves physiologiques de perte auditive cachée et modèle de calcul. *Society for Neuroscience*. 31 (38) doi: 10.1523 / JNEUROSCI.2156-11.2011.
- Shi L, Chang Y, Li X, Aiken S, Liu L, Wang J (2016). Synaptopathie cochléaire et perte auditive cachée induite par le bruit. Doi : 10.1155 / 2016/6143164
- Takanashi Y, Kawase T, Sato T, Katori Y (2018). Une étude de l'hyper-sensibilité auditive observée chez les patients acouphènes. Doi : 10.4295 / audiolgie.61.203
- Tien N-W, Kerschensteiner D (2018). Plasticité homéostatique dans le développement neuronal. doi: 10.1186 / s13064-018-0105-x
- Wu V, Cooke B, Eitutus A, Beyea J.A, Simpson M (2018). Prise en charge de l'acouphène. *Canadian Family Physician*. 64(7), e293-e298.
- Zeman F, Koller M, Figueiredo R, Aazevedo A, Rates M, Coelho C, Kleinjung T, de Ridder D, Langguth B, Landgrebe M (2011) Tinnitus handicap inventory for evaluating treatment effects: which changes are clinically relevant? *Otolaryngol Head Neck Surg*.145(2) : 282-7. Doi : 10.1177/0194599811403882



## Mode Edge : en démasquer les avantages pour les utilisateurs d'aides auditives dans les environnements sonores difficiles

Dave Fabry, Ph.D. | Thomas Burns, Ph.D.

### Introduction

Présentée en 2018 et dotée pour la première fois de capteurs de mouvement intégrés et de l'intelligence artificielle (IA), Livio AI de Starkey a permis à ses utilisateurs de mieux entendre et de mieux vivre en leur offrant la possibilité de suivre leur activité physique et leurs interactions sociales<sup>1</sup>. Au-delà d'une performance auditive remarquable, cette « réinvention » de l'aide auditive a été une passerelle vers la santé et le bien-être, transformant avec efficacité un appareil à vocation unique en un dispositif multifonction à usages multiples. Ainsi, parallèlement aux fonctionnalités traditionnelles des aides auditives modernes, Livio AI a été la première solution auditive capable de détecter automatiquement une chute et d'envoyer un message d'alerte à des personnes de confiance désignées<sup>2</sup>. En 2020, Livio Edge AI repousse encore les limites de cette plateforme avec l'introduction du mode Edge, qui met littéralement le pouvoir de l'intelligence artificielle au bout des doigts des patients. Le fonctionnement de Livio Edge AI fait que l'appareil suit et caractérise en continu l'environnement acoustique

grâce à une technologie d'apprentissage automatique intégrée, appliquant de manière dynamique les niveaux de gain appropriés et fonctions de gestion du bruit, directionnalité et autres uniquement lorsque nécessaire.

Lorsque le mode Edge est activé par l'utilisateur de l'aide auditive d'un double tapotement ou d'une pression sur le bouton-poussoir, les paramètres en place pour une écoute « tous azimuts » sont élargis, permettant à l'utilisateur d'accéder automatiquement à d'autres réglages qui optimisent le confort et la clarté dans les environnements sonores particulièrement difficiles.

De précédentes études ont montré que la plupart des patients trouvaient le mode Edge facile à utiliser et le préféraient au réglage « Normal » des aides auditives dans le bruit d'un restaurant, lorsqu'ils communiquaient dans une voiture et dans les environnements sonores réverbérants<sup>3</sup>.

L'actuelle pandémie de Covid-19 pousse les responsables sanitaires et gouvernementaux à encourager, voire imposer, le port du masque à l'échelle communautaire (à savoir masquage universel) pour réduire la potentielle transmission présymptomatique ou asymptomatique du SARS-CoV-2 (coronavirus 2 du syndrome respiratoire aigu sévère). Cette pratique, conjuguée à une distanciation physique (env. 2 mètres de distance), a aidé à « aplanir la courbe » pour les plus vulnérables à la maladie, mais a également créé une

barrière à la communication, en particulier pour les personnes présentant une perte d'audition<sup>4,5</sup>.

### L'impact des masques et de la distanciation physique sur l'audibilité de la parole

Les figures 1 à 3 montrent l'impact sur l'audibilité de la parole lorsqu'un masque est porté et une distanciation physique maintenue entre orateurs et auditeurs. Sur la figure 1, la courbe verte représente les niveaux enregistrés au simulateur d'oreille d'un mannequin KEMAR développé par Knowles Electronic pour une conversation normale enregistrée (texte « The Rainbow ») présentée à 65 dB SPL à une distance conversationnelle « typique » d'un mètre entre l'orateur et l'auditeur. La figure 2 montre l'impact d'une distanciation physique de deux mètres entre l'orateur et l'auditeur, avec une réduction des niveaux de pression acoustique d'environ 6 dB.

La figure 3 montre la réduction supplémentaire de l'audibilité lorsqu'un masque N95 (3M 8210 Plus) est porté avec une distanciation physique de deux mètres entre l'orateur et l'auditeur.

Manifestement, l'utilisation d'un masque et la distanciation physique réduisent l'audibilité de la parole, même pour les normo-entendants, dans la mesure où les niveaux de parole enregistrés au tympan de l'auditeur peuvent être

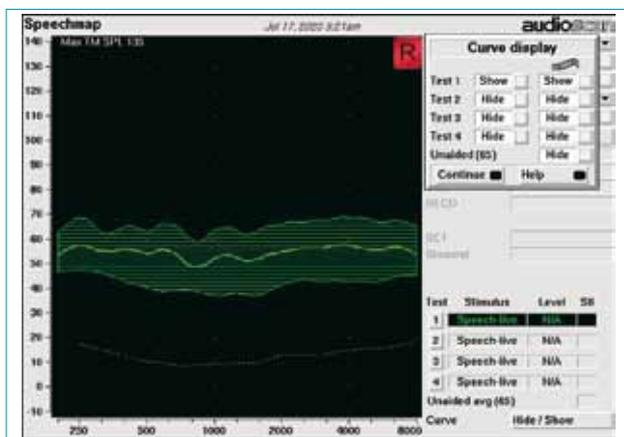


Figure 1. Niveaux de parole à long terme (courbe verte) mesurés au tympan de l'auditeur pour des signaux vocaux de type conversationnel à une distance orateur-auditeur d'un mètre lorsqu'aucun masque n'est porté.

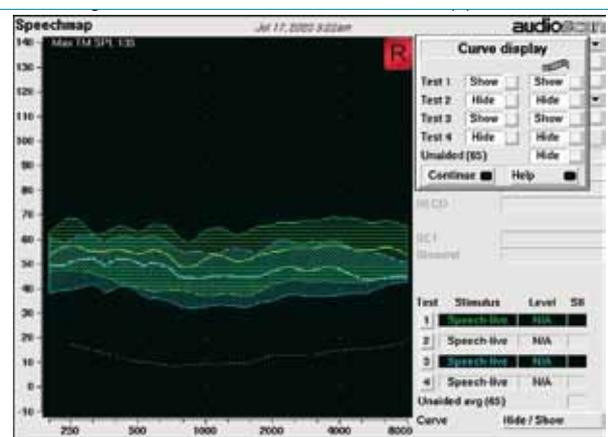


Figure 2. Niveaux de parole à long terme mesurés au tympan de l'auditeur pour des signaux vocaux de type conversationnel à une distance orateur-auditeur d'un mètre lorsqu'aucun masque n'est porté (courbe verte) et quand un masque N95 est porté (courbe bleu scellée).

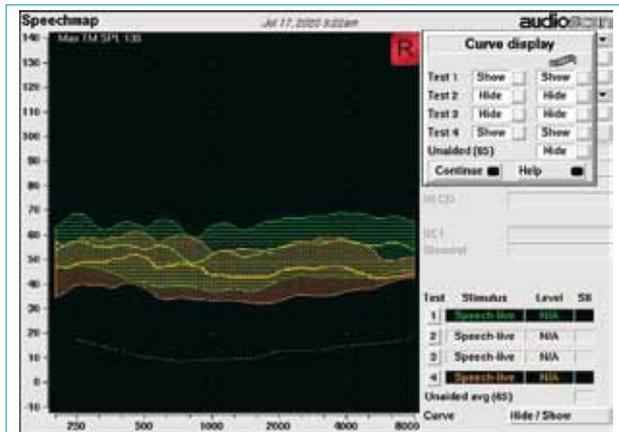


Figure 3. Niveaux de parole à long terme mesurés au tympan de l'auditeur pour des signaux vocaux de type conversationnel à une distance orateur-auditeur d'un mètre lorsqu'aucun masque n'est porté (courbe verte) et quand un masque N95 est porté avec une distance orateur-auditeur de deux mètres (courbe orange).

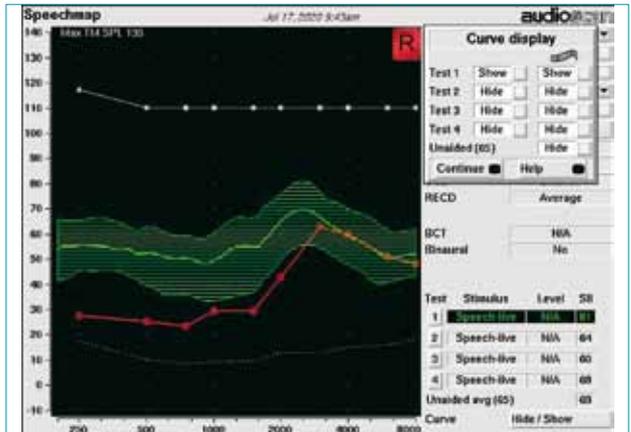


Figure 5. Niveaux de parole amplifiés (courbe verte) pour le programme « Normal » pour une personne présentant une perte auditive légère descendante dans les aigus, mesurée au tympan de l'auditeur pour des signaux vocaux de type conversationnel à une distance orateur-auditeur d'un mètre lorsqu'aucun masque n'est porté.

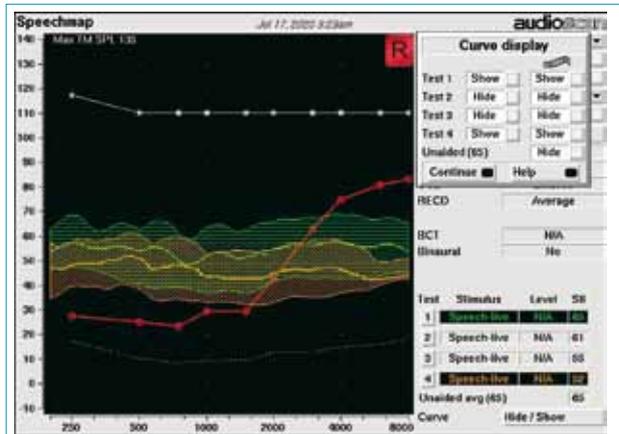


Figure 4. Niveaux de parole à long terme sans appareillage mesurés au tympan de l'auditeur pour des signaux vocaux de type conversationnel à une distance orateur-auditeur d'un mètre lorsqu'aucun masque n'est porté (courbe verte) et quand un masque N95 est porté pour une distance orateur-auditeur de deux mètres (courbe orange) pour une personne présentant une perte auditive légère descendante dans les aigus (courbe rouge). Ce qui est au-dessus de la courbe rouge est audible, ce qui est en-dessous est inaudible.

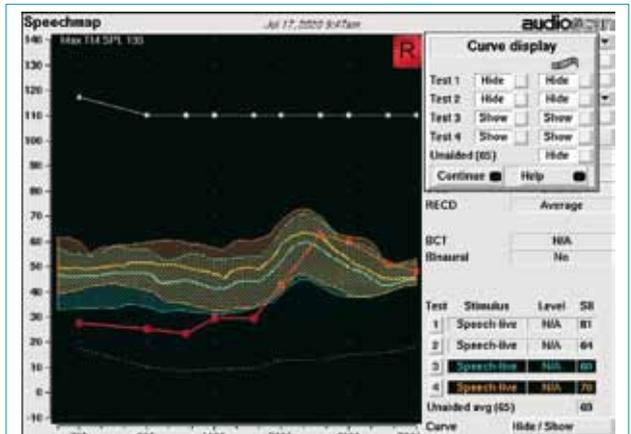


Figure 6. Niveaux de parole à long terme mesurés au tympan de l'auditeur pour des signaux vocaux de type conversationnel à une distance orateur-auditeur de deux mètres lorsqu'un masque N95 est porté pour le programme Normal (courbe bleu sarcelle) et lorsque le mode Edge est activé (courbe orange).

diminués jusqu'à 15 dB par rapport à une configuration sans masque et une distanciation physique « normale »<sup>6</sup>.

## La perte auditive complique encore plus le problème

Cette situation est aggravée pour les personnes souffrant de perte auditive. La figure 4 illustre l'impact sur l'audibilité de la parole sans appareillage pour une personne présentant une perte auditive dans les aigus descendante progressive dans les mêmes conditions que celles présentées à la figure 3. Pour cette personne, les informations essentielles dans les hautes fréquences sont réduites lorsque masque et distanciation physique accrue sont utilisés conjointement, ce qui

fait passer l'indice d'intelligibilité de la parole (Speech Intelligibility Index - SII) de 0,65 à 0,52 et laisse présager jusqu'à 25% de réduction de l'intelligibilité de la parole. Lorsqu'un bruit de fond est ajouté, les informations vocales essentielles peuvent être rendues presque inaudibles.

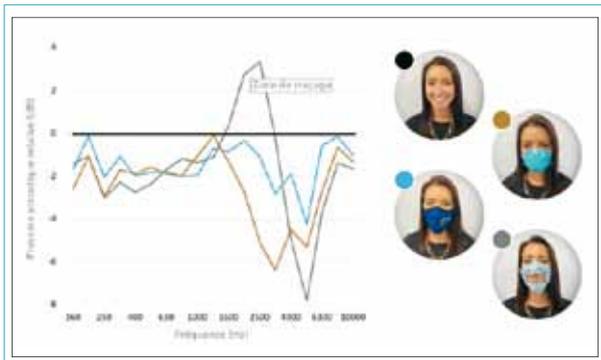
## Les aides auditives peuvent aider

La figure 5 montre comment des solutions auditives bien adaptées aident à compenser cette perte d'audibilité en amplifiant la parole et en restaurant l'audibilité au gain prescrit NAL-NL2, lorsqu'aucun masque n'est porté. La figure 6 montre toutefois comment l'utilisation combinée d'un masque N95 et d'une

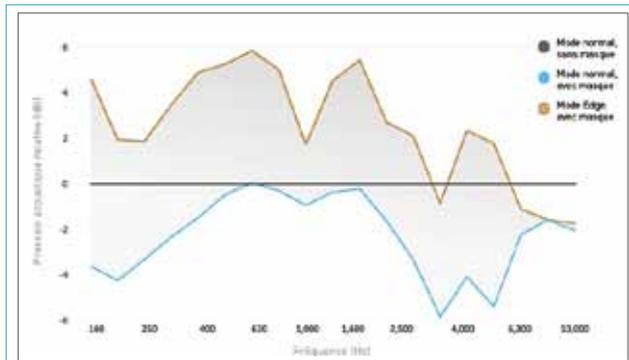
distanciation physique de deux mètres réduit l'audibilité pour le programme « Normal ». Tel est le dilemme du masque; tout en protégeant contre la propagation de la Covid-19, l'utilisation d'un masque, la distanciation physique et la perte des indices labiaux rendent la communication difficile, même avec des appareils auditifs convenablement adaptés.

## Tous les masques ne sont pas égaux

Six mois après le début de la pandémie, la population a accès à un large choix de masques de protection, notamment masques chirurgicaux jetables, masques en tissu lavables et masques transparents rendant à nouveau possible la lecture labiale.



**Figure 7. L'impact acoustique de différents masques, par rapport à l'absence de masque (courbe noire).**



**Figure 8. Niveau de pression acoustique relative (dB) avec appareillage lorsqu'aucun masque n'est porté (courbe noire) et lorsqu'un masque N95 est porté avec le mode « Normal » (bleu) et avec le mode Edge activé par l'utilisateur (or).**

Pour bon nombre, la solution retenue est le meilleur compromis possible entre protection, confort, commodité et bonne tenue. Un autre facteur, en particulier pour les malentendants, met de plus en plus l'accent sur la performance acoustique et la préservation des indices visuels.

Afin d'évaluer les différences d'atténuation des sons des différents masques, des mesures acoustiques ont été réalisées avec un grand nombre de modèles récents disponibles dans le commerce. La figure 7 en montre les différences pour un petit échantillon. Les données sont normalisées par rapport à une configuration sans masque, représentée par la ligne « zéro » sur l'axe des abscisses. Tandis que tous les masques réduisent les informations sonores importantes dans les hautes fréquences, il y a une variation significative entre les masques en tissu, chirurgicaux et papier, notamment ceux pourvus de « fenêtre » en plastique. De façon inattendue, il a été observé que les masques et visières utilisant du plastique transparent montraient une amélioration de plusieurs dB dans les fréquences basses/moyennes, associée à une réduction dans les hautes fréquences<sup>7</sup>. Ces données illustrent le défi que pose l'utilisation d'un système de compensation prédéterminé, avec ajustement fixe du gain dans les hautes fréquences, pour s'adapter à l'impact de la distanciation physique et de l'utilisation du masque.

Le mode Edge comme mode masque optimal pour restaurer l'audibilité de la parole Activé par l'utilisateur des aides auditives Livio Edge AI de Starkey, le mode Edge optimise l'audibilité de la parole et la qualité du son dans tous les environnements sonores en évaluant les niveaux de parole et de bruit qui sont présents à l'aide d'un modèle d'IA

embarqué entraîné par machine learning, puis en appliquant de manière dynamique les fonctions de gain, sortie, gestion du bruit, microphones directionnels et autres pour garantir l'optimisation des sons pour chaque utilisateur dans chaque environnement.

En pratique, le mode Edge reste « indépendant » du type de masque porté, de la distanciation physique ou de la présence de bruit de fond – son seul objectif étant de garantir une audibilité de la parole optimale dans chaque situation d'écoute.

Même si une meilleure audibilité ne garantit pas une meilleure intelligibilité, elle est tout de même un ingrédient essentiel de l'intelligibilité de la parole et de la qualité du son !

La figure 8 montre la différence relative en matière d'audibilité de la parole, avec une distanciation physique de deux mètres et un rapport signal bruit de +5 en configuration sans masque pour l'orateur avec le programme « Normal » et avec le mode Edge activé. Dans cet exemple, les niveaux de parole sont plus élevés que lorsqu'aucun masque n'est utilisé, ce qui offre des avantages supplémentaires pour compenser la perte d'indices visuels (par ex. lecture labiale) lorsqu'un masque est porté.

## Conclusion

Livio Edge AI met littéralement le pouvoir de l'intelligence artificielle au bout des doigts de vos patients en optimisant l'audibilité de la parole dans les environnements d'écoute difficiles – dans le bruit et dans le calme. Le mode Edge utilise l'IA pour optimiser instantanément l'audibilité de la parole et compenser les défis de communication posés par les masques,

la distanciation physique et le bruit de fond. En se concentrant sur l'optimisation du confort d'écoute, la clarté de la parole et la facilité d'utilisation, Starkey offre une expérience utilisateur simplifiée qui permet aux patients de mieux entendre – où et quand ils le veulent – d'un simple tapotement, sans avoir besoin d'utiliser les réglages manuels du volume ni les programmes.

## Références

- Hsu, J. (2018, August). Starkey's AI transforms hearing aids into smart wearables. Retrieved from <https://spectrum.ieee.org/thehuman-os/biomedical/devices/starkeys-ai-transforms-hearingaid-into-smart-wearables>
- Burwinkel, J., Xu, B., Crukley, J. (2020). Preliminary examination of the accuracy of a fall detection device embedded into hearing instruments. *J Am Acad Audiol*, 31(6), 393–403. <https://doi.org/10.3766/jaaa.19056>
- Harianawala, J., McKinney, M., Fabry, D. (2020). Intelligence at the Edge. [https://starkeypro.com/pdfs/technical-papers/Intelligence\\_at\\_the\\_Edge\\_White\\_Paper.pdf](https://starkeypro.com/pdfs/technical-papers/Intelligence_at_the_Edge_White_Paper.pdf)
- Eikenberry, S.E., Mancuso, N.M., Iboi, E., Phan, T., Eikenberry, K., Kuang, X., Kostelich, E., Gumel, A.B. (2020). To mask or not to mask: Modeling the potential for face mask use by the general public to curtail the COVID-19 pandemic. *Infectious Disease Modelling*, 5,293–308.
- Ten Hulzen, R.D., Fabry, D.A. (2020). Impact of hearing loss and universal masking in the COVID 19 era. *Mayo Clinic Pro*, 95(10), 2069–2072.
- Goldin, A., Weinstein, B., Shiman, N. (2020). How Do Medical Masks Degrade Speech Reception? *Hearing Review*, 27(5),8–9.
- Coney, R.M., Jones, U., Singer, A.C. (2020). Acoustic effects of medical, cloth, and transparent face masks on speech signals. [arXiv:2008.04521](https://arxiv.org/abs/2008.04521). <https://publish.illinois.edu/augmentedlistening/face-masks/>



## signia

Life sounds brilliant.

### ■ Styletto X , les aides auditives nouvelle génération.

### Avec Styletto, Signia fait entrer l'appareillage auditif dans une nouvelle ère.

En 2019 Signia a lancé la plateforme Xperience, avec un succès indéniable sur le marché français. Ce succès est dû au retour très positif des patients équipés qui apprécient la sensation « d'oublier qu'on porte des appareils ». Cette sensation est due à une sonorité jugée extrêmement naturelle, associée à un juste équilibre entre intelligibilité de l'interlocuteur et intégration dans son environnement sonore.

Styletto X associe aux bénéfices apportés par la nouvelle plateforme Xperience, un design d'avant-garde, déstigmatisant, et un concept de charge nomade unique très pratique d'usage. Grâce à son écouteur maintenant détachable, la plage d'adaptation, la souplesse d'utilisation et d'entretien, ainsi que les résultats prothétiques de Styletto sont identiques à ceux de Pure, et ce avec un pouvoir d'attraction nettement supérieur.

La raison principale de la création de Styletto est la volonté d'abaisser l'âge du premier appareillage en levant les freins psychologiques dus à la stigmatisation. La possibilité d'appareiller précocement permet d'élargir considérablement la patientèle en ciblant les patients ayant des pertes légères à moyennes, majoritairement non encore corrigées. Avec Styletto X, la correction auditive devient design, valorisante (Fig. 1).



Figure 1 : Forme innovante, SLIM RIC, de Styletto Xperience

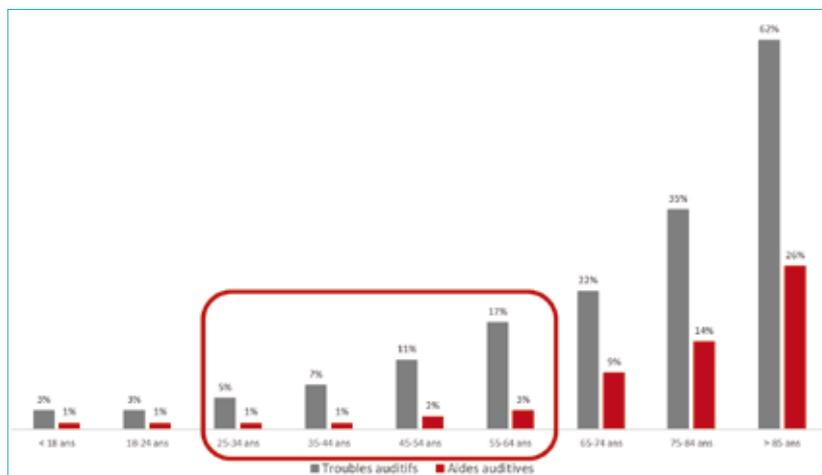


Figure 2 : Taux de perte auditive et d'équipement selon l'âge (Taylor, B. «20Q: Interventional Audiology - Changing the Way We Deliver Care». 2016).

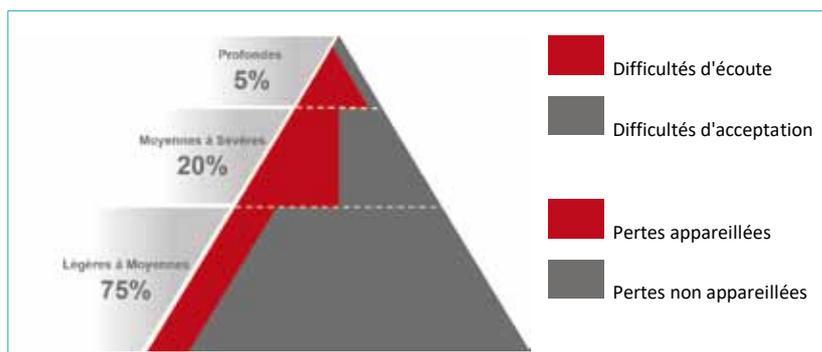


Figure 3 : Taux d'appareillage selon la perte (Taylor 2016).

## Les objectifs de Styletto X

### 1. Offrir une correction auditive dans laquelle les patients plus jeunes se reconnaissent

L'âge moyen du premier appareillage est de 71 ans en France, bien que les premiers troubles auditifs soient ressentis à l'aube de la soixantaine. La stigmatisation - «je ne veux pas faire vieux» - explique ce retard à réagir. En effet, les personnes dans la soixantaine se considèrent plus proches des personnes de la cinquantaine dans leur mode de vie, leurs centres d'intérêt et dans l'image qu'ils ont d'eux-mêmes [1].

L'offre conventionnelle d'aides auditives ne correspond pas à leurs critères esthétiques, ni à leurs attentes en matière de confort d'écoute et d'utilisation. En effet les moins de 65 ans refusent la stigmatisation générationnelle souvent

associée au port d'aides auditives, ils ne s'imaginent pas portant des appareils ressemblant à ceux de leurs parents ou grands-parents. D'où le trop faible taux d'appareillage dans cette population de jeunes presbyacousiques (Fig.2).

Les jeunes séniors sont d'autant plus exigeants sur les critères esthétiques qu'ils peuvent encore se passer de correction auditive, même au prix parfois d'efforts d'attention. En effet avec une perte légère à moyenne, les difficultés d'acceptation restent un critère plus déterminant que la gêne auditive (Fig. 3).

### 2. Bénéficiaire de tous les avantages de l'appareillage précoce

Appareiller dès la perte légère à moyenne, sans attendre qu'elle ne soit réellement gênante dans tous les aspects de la

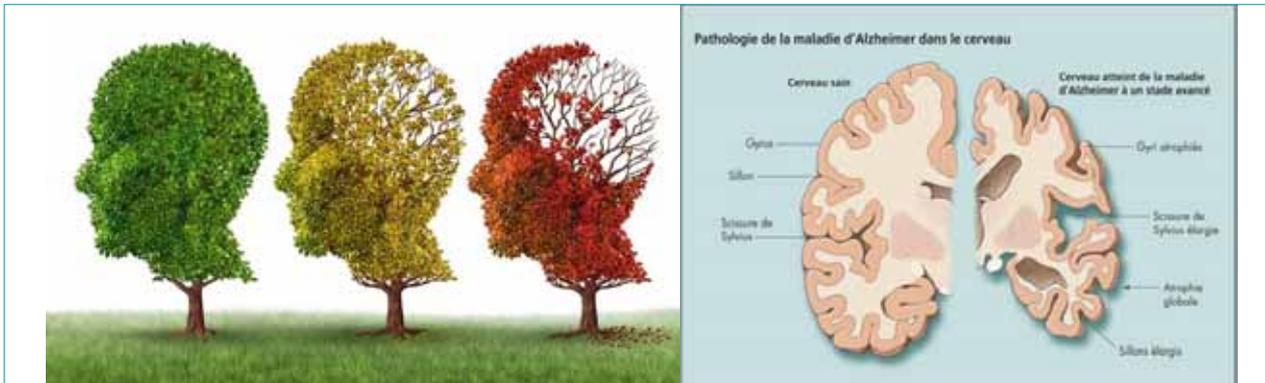


Figure 4 : Illustrations des conséquences de la maladie d'Alzheimer

vie quotidienne en devenant une perte moyenne à sévère, est le deuxième défi majeur que nous avons souhaité relever lors de la conception de Styletto X. En effet un appareillage tardif, à un âge plus avancé et sur une perte plus importante, entraîne des complications souvent méconnues des patients et parfois des prescripteurs. Les jeunes séniors et les séniors ne partent pas sur un pied d'égalité physiologique dans le traitement des sons par leur système auditif, même quand ils ont des audiogrammes similaires.

#### L'effet de l'âge peut entraîner d'importantes complications :

**La discrimination temporelle se dégrade avec l'âge**, et deux sons proches se confondent en un seul [2], dégradant ainsi la compréhension de la parole rapide. De plus, la distinction des différences de durée des sons, ainsi que la discrimination des modulations d'amplitude des signaux, se dégradent avec l'âge [3], entraînant de plus grandes difficultés à reconnaître les enveloppes temporelles de la parole. Gordon-Salant et Fitzgibbons [4] ont également montré qu'en environnements bruyants ou avec des temps de réverbération longs comme dans les grandes pièces, restaurants, administrations ou supermarchés, les deux facteurs – perte auditive et âge – ont un effet cumulatif dans la dégradation de l'intelligibilité de la parole.

**Le temps de traitement de l'information par le système auditif diminue avec l'âge**, ce qui ralentit la reconnaissance vocale et diminue la qualité du filtrage subcortical de l'information, laissant ainsi passer plus de bruit en zone corticale consciente. Cela induit aussi une conscience retardée des événements sonores [5]. Le temps de latence du réflexe stapédien et son seuil de déclenchement augmentent avec l'âge

pour les stimuli complexes, ce qui entraîne une diminution de la tolérance au bruit. Toutes ces atteintes temporelles dues à l'âge ont pour conséquence une difficulté accrue à discriminer et à interpréter la parole dans le bruit.

#### L'effet de la perte auditive non corrigée peut entraîner des troubles sérieux :

Il ne faut pas minimiser les conséquences de la perte d'audition qui, en plus d'avoir des conséquences sur l'écoute, la communication et la compréhension, peut aboutir à un isolement, une dépression et des troubles cognitifs et cérébraux.

En effet, une étude d'imagerie où les changements cérébraux ont été suivis chez 126 personnes pendant une période allant jusqu'à 10 ans, a révélé que **les personnes malentendantes présentaient des taux accélérés d'atrophie cérébrale, y compris dans les zones impliquées dans la mémoire** [6]. Cette même étude suggère qu'il est nécessaire de traiter la perte auditive avant qu'un rétrécissement important du cerveau ne se produise, afin d'atténuer le risque de démence.

Les études du GRAP Santé [7] en France et de l'Institut Johns Hopkins de Baltimore, ont montré un lien direct entre malaudition et Alzheimer (Fig. 4). L'étude de Lin et al. [8] indique que **le risque de survenue d'Alzheimer est multiplié par 2 pour une perte légère, et jusqu'à 5 pour une perte sévère**. Selon Livingstone, la perte auditive serait même le principal facteur de risque, mais sa correction précoce réduit ce risque de 9 % [9].

**Le cerveau a besoin d'un entraînement auditif quotidien pour continuer à faire la sélection entre bruits de fond et informations sonores utiles**, comme l'indique le Dr Poncet-Wallet : « Ainsi, quand on attend trop pour porter une

aide auditive, on se sent soudain envahi par la réapparition des bruits du quotidien qu'on avait oubliés, qui peuvent devenir intolérables. Et il est encore plus difficile d'entendre et de comprendre ce que l'on veut. C'est une cause d'échec des aides auditives » [10].

La dégradation de l'intelligibilité dans le bruit fait partie des tous premiers signes d'atteinte auditive, notamment en cas de presbycusie ou de TCA (troubles centraux auditifs). Depuis l'arrêté du 14 novembre 2018, un patient ayant une mauvaise intelligibilité dans le bruit, **même avec une audiométrie liminaire normale**, peut désormais obtenir une prise en charge par la Sécurité Sociale et les OCAM (Organismes Complémentaires d'Assurance Maladie) [11]. Il n'y a donc plus de raisons d'attendre une perte auditive moyenne d'au moins 30 dB pour équiper en binaural un patient qui ressent une gêne dans le bruit. Styletto X a été conçu pour répondre à cette demande de correction précoce, et répondre aussi aux autres besoins des patients jeunes adultes et des jeunes séniors.

#### En proposant Styletto X, le non-choix d'appareillage chute de 24% à seulement 10%.

La forme innovante et moderne de Styletto X, rappelant les écouteurs que les plus jeunes portent volontiers aux oreilles, permet une véritable déstigmatisation en répondant aux critères les plus récents d'esthétisme technologique, et de simplicité d'utilisation, ainsi qu'aux exigences audiologiques les plus élevées.

Une étude portant sur 508 personnes aux USA a été menée pour mesurer l'impact que le design de Styletto pourrait avoir sur leur décision de s'équiper d'aides auditives et leur choix de modèle. Ces personnes avaient une perte d'audition de légère à moyenne, un âge compris



entre 40 et 65 ans (moyenne de 58 ans) et une répartition égale entre hommes et femmes. Les participants étaient invités à donner leur préférence en cas d'appareillage entre un modèle en écouteur déporté (Pure), contour classique (Motion) ou encore aucun des 2.

Comme on peut le voir sur la figure 5, si la majorité des patients a choisi le Pure, 24% cependant ont préféré ne rien choisir, l'offre présentée ne correspondant pas à leurs attentes.

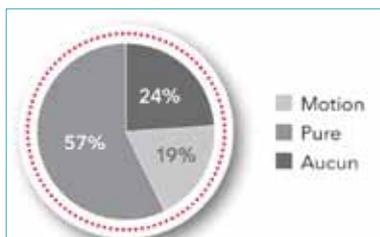


Figure 5 : Préférence d'appareillage des personnes interrogées avec une offre sans Styletto

Dans une seconde étape, les participants étaient invités à la même tâche mais cette fois-ci avec Styletto ajouté aux propositions. On voit en figure 6 que le choix se porte alors très majoritairement vers Styletto, et que le non-choix d'appareillage chute de 24% à seulement 10%.



Figure 6 : Préférence d'appareillage des personnes interrogées avec une offre avec Styletto

Ces résultats montrent bien la nette préférence des patients pour Styletto, ainsi que l'augmentation de 14% de la décision d'appareillage. Styletto et son design spécifique permet de mieux répondre aux besoins de plus de patients.

### Un design déstigmatisant avec écouteur détachable.

Il peut être adapté avec trois puissances d'écouteur, S, M ou P, offrant une plage d'adaptation réellement très large (Fig. 7). Vous pouvez donc équiper en Styletto X des patients ayant des pertes jusqu'à sévères avec des embouts canule sur-mesure, mais aussi ceux ayant des pertes

les plus légères comme c'est souvent le cas pour les patients plus jeunes. Ainsi la quasi-totalité des patients peut bénéficier d'une adaptation en Styletto X.

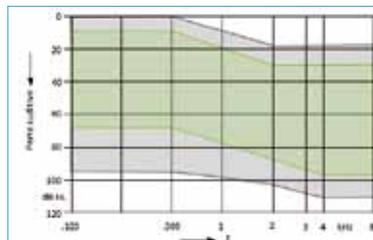


Figure 7 : plage d'adaptation de Styletto X

Outre cette plus large plage d'adaptation, l'écouteur détachable et remplaçable offre aussi une souplesse d'utilisation appréciable en cas d'essais comparatifs. Pouvoir essayer un nouvel écouteur peut aussi permettre un diagnostic plus précis et immédiat en cas de problème d'audibilité, ou d'apporter une solution immédiate en cas de panne éventuellement due à un écouteur bouché.

Si la forme fine et allongée de Styletto X a été rendue possible grâce à sa nouvelle génération de batterie Li-ion, son design élégant et sobre est quant à lui dû au retrait du rocker switch, le distinguant ainsi des aides auditives traditionnelles. Or l'adhésion au design de Styletto X des patients plus jeunes repose justement sur cette dissociation d'image. Styletto X est le premier Hearwear™.

### Un accompagnement personnalisé à portée de main avec Signia App.

L'application Signia App™, permet une action beaucoup plus discrète sur les réglages de Styletto. **Signia App permet au patient une interaction poussée avec les appareils.** En plus de gérer le volume, les programmes et la mise en veille, l'application Signia

App permet un large panel d'actions additionnelles incluant le réglage de la tonalité, de la directivité microphonique, du volume du bruiteur anti-acouphènes, l'activation d'un mode masque, l'état des batteries, l'activation et la sensibilité des connectivités Bluetooth. Elle permet également au patient d'interagir avec un assistant virtuel, Signia Assistant, ou encore à l'audioprothésiste de prendre la main sur les appareils à distance. Tout cela se faisant en toute discrétion et de manière intuitive, directement sur l'écran du smartphone [Fig.8].

### Le confort nomade.

Cette patientèle plus jeune a aussi des demandes et des attentes complémentaires à une meilleure intelligibilité dans le bruit. Elle a un mode de vie résolument actif.

À l'instar de leurs tablettes et smartphones, tous rechargeables, ils attendent de leurs aides auditives la même praticité d'utilisation au quotidien. Styletto X est rechargeable, **avec une autonomie d'une journée complète de 19 heures.** Le système de charge est extrêmement simple puisqu'il suffit de placer les appareils dans l'écran de charge, les indicateurs LEDs confirmant leur bon positionnement. 3 heures suffisent à recharger entièrement les appareils et 20 minutes permettent 5 heures d'autonomie supplémentaires. L'écran de charge éteint et rallume automatiquement les Styletto simplifiant encore la manipulation. Cet écran de charge, lui-même rechargeable et compatible avec la recharge inductive Qi, tient aisément dans une poche pour une utilisation nomade, offrant **quatre jours d'utilisation de Styletto sans avoir besoin d'aucun branchement secteur** (Fig. 9).



Figure 8 : Captures d'écran de l'application Signia App™ et de quelques fonctionnalités accessibles par l'utilisateur.



Figure 9 : Écrin de charge de Styletto X

### Styletto X est connecté.

**Styletto X intègre le protocole Bluetooth® Low Energy** offrant à l'utilisateur une connectivité optimale entre ses appareils et son environnement.

Avec un smartphone (iOS), **les appels téléphoniques, la musique ou le son des vidéos sont transmis en streaming direct et en stéréo**, dans les deux aides auditives, sans aucun relais intermédiaire. Ces fonctionnalités sont également disponibles avec tous les smartphones équipés de Bluetooth, grâce à la mise à disposition des accessoires adéquats.

En effet, les accessoires offrent de nombreuses possibilités. Le son du téléviseur est transmis directement dans les aides auditives grâce à StreamLine™ TV. Et, avec StreamLine Mic, les utilisateurs bénéficient du streaming audio en stéréo et des appels mains libres depuis tous les périphériques Bluetooth, ainsi que de la fonction micro-déporté, idéale pour les situations en réunion.

### Une nouvelle approche de l'aide auditive.

Avec Styletto X, nous proposons une nouvelle approche de l'aide auditive : une solution moderne, rechargeable, au design inédit sur le marché, offrant toutes les fonctionnalités de connectivité en

accord avec les attentes des nouveaux utilisateurs, et sans aucun compromis sur les performances audiologiques intégrées. Les études ont permis de mettre en évidence les immenses bénéfices d'un appareillage binaural précoce pour les patients présentant une perte légère à moyenne. **Par rapport à l'offre conventionnelle actuelle, Styletto permet une acceptation plus rapide de l'appareillage pour cette patientèle aujourd'hui trop peu équipée avec seulement 10% de taux d'appareillage.**

[1] Baromètre HUMANIS 2013  
 [2] Moore, Peters, & Glasberg (1992)  
 [3] Fitzgibbons & Gordon-Salant (1994)  
 [4] Gordon-Salant and Fitzgibbons (1993)  
 [5] Lin, Yaff et al. (Hearing loss and cognitive decline in older adults. 2013)

[6] Lin FR, Ferrucci L, An Y et al. (2014) Association of hearing impairment with brain volume changes in older adults. *NeuroImage* 90, 84-92.  
 [7] Pouchain D, Dupuy C, San Julian M, et al. La presbycousie est-elle un facteur de risque de démence ? *Étude AcouDem. La Revue de gériatrie* 2007 ; 32(6) : 439-445.  
 [8] Lin et al. (Hearing loss and incident dementia. 2011)  
 [9] Livingstone et al. – Dementia prevention, intervention and care (2017)  
 [10] Dr Christine Poncet-Wallet, ORL, Hôpital Avicenne, Bobigny (Le Figaro, 7 mars 2011)  
 [11] <https://www.legifrance.gouv.fr/eli/arrrete/2018/11/14/SSAS1830986A/jo/texte>

ASSURANCES  
aides auditives

Cabinet  
**BAILLY**

Fondé en 1907 – 52600 HORTES

Des garanties complètes :

PERTE (toutes causes)  
VOL  
CASSE  
PANNE

Des durées au choix :  
1 an ou 4 ans  
Appareils assurés pendant le prêt

Audioprothésistes,  
économisez jusqu'à 40% sur  
votre multirisque professionnelle !

A partir de 25€/an  
CONTRAT  
PARTENAIRES\*

Tél : 03.25.87.57.22  
Fax : 03.25.84.93.34  
Courriel : [ab2a.bailly@orange.fr](mailto:ab2a.bailly@orange.fr)  
Site internet : [www.ab2a.fr](http://www.ab2a.fr)

\* Pour vous : notre contrat multipro  
Pour vos clients : des garanties et tarifs revus  
**CONTACTEZ NOUS !!!**

SARL au capital de 1.000.000 € RCS Chaumont 451 620 298  
N° ORIAS : 07013032 <http://www.orias.fr>



## ReSound GN

### Pourquoi le module M&RIE est-il préféré pour la qualité sonore et la localisation ?

Charlotte T. Jespersen, MA;  
Brent Kirkwood, PhD; Isabel Schindewolf, MSc

#### Résumé

Les aides auditives Receiver-in-the-ear (RIE) sont les modèles d'aides auditives les plus populaires de nos jours.

Malheureusement, l'emplacement des microphones sur ces appareils prive les utilisateurs d'indices naturels pour une audition spatiale. ReSound ONE préserve ces signaux avec le module écouteur M&RIE. Il place un microphone dans le conduit auditif de l'utilisateur, avec l'écouteur, et permet de capter le son dans l'endroit le plus naturel. Cet article présente les résultats de deux expériences qui ont comparé les préférences en termes de qualité sonore et de performances de localisation entre M&RIE et l'emplacement traditionnel du microphone d'un RIE, ainsi que les algorithmes de compensation de pavillon utilisant les microphones embarqués RIE.

#### Introduction

Chacun de nous écoute le son façonné par notre pavillon, notre tête et notre torse au cours de notre vie. Ce filtrage personnel du son est un déterminant important de ce qui crée une sensation de naturel, de transparence et d'immersion dans l'environnement acoustique. Outre le niveau interaural et les différences de temps, les signaux spectraux fournis par notre anatomie individuelle et améliorés par la façon dont nous bougeons notre tête et notre corps nous aident à nous orienter dans notre environnement et à localiser et séparer les sons les uns des autres. Cela nous permet de nous concentrer sur les sons que nous voulons entendre, d'atténuer ceux que nous ne voulons pas et de nous sentir connectés à notre environnement. En substance, tout le monde entend différemment.

La philosophie ReSound Organic Hearing nous inspire pour développer des solutions qui permettent aux personnes

malentendantes de se connecter au monde de la manière la plus intuitive et la plus naturelle.

Avec ReSound ONE™, nous présentons une nouvelle technologie qui combine les avantages du modèle d'aides auditives Receiver-in-the-Ear (RIE) avec les avantages de collecter le son comme la nature l'a prévu : dans le conduit auditif. Le module écouteur M&RIE comprend un microphone placé dans le canal auditif, préservant ainsi le filtrage naturel et individuel du son par l'anatomie unique de chaque personne. En complément des microphones placés dans l'appareil RIE, le microphone intra-auriculaire de M&RIE offre à l'utilisateur une qualité sonore naturelle et immersive pendant les nombreuses heures où la plupart des gens portent leurs aides auditives dans des conditions relativement calmes. Dans les environnements d'écoute plus complexes, la directivité intelligente All Access Directionality active de manière transparente les microphones de l'appareil, permettant le traitement directionnel qui les aide à mieux entendre dans le bruit.



Figure 1. ReSound ONE peut être adapté avec l'écouteur M&RIE, qui contient à la fois un écouteur et un microphone dans un petit module. M&RIE permet au son d'être perçu dans le canal auditif, comme la nature l'a voulu.

#### L'audition la plus personnalisée dans un RIE

Les aides auditives RIE doivent en partie leur popularité au fait que l'écouteur est placé dans le conduit auditif de l'utilisateur plutôt que dans l'appareil. Cela donne des avantages par rapport à un contour d'oreille (BTE) cosmétiquement parce que les RIE peuvent être plus petits et sont équipés d'un fil à peine visible reliant l'appareil à l'écouteur. Il y a aussi des avantages pratiques et acoustiques, car

le niveau de puissance des RIE est déterminé par l'écouteur sélectionné par l'audioprothésiste et l'emplacement de l'électronique dans le conduit auditif élimine les résonances du tube qui peuvent être un défi d'adaptation avec le BTE. Cependant, le BTE et le RIE partagent l'inconvénient de placer les microphones dans le boîtier de l'aide auditive qui se trouve au-dessus et derrière le pavillon. Ce placement artificiel du microphone supprime le filtrage pavillonnaire naturel. Une atténuation de ce problème peut être obtenue en utilisant les deux microphones de l'aide auditive pour créer une réponse directionnelle similaire à l'oreille ouverte moyenne sur le plan horizontal. Ce type de traitement est proposé par la plupart des marques d'aides auditives. Ces fonctionnalités sont communément appelées algorithmes de « compensation de pavillon », de « restauration de pavillon » ou de « pavillon numérique ».<sup>1</sup> Bien qu'utiles, les algorithmes de compensation de pavillon sont incapables de façonner le son exactement comme le ferait le pavillon unique de l'utilisateur.

Jusqu'à présent, seules les aides auditives intra-auriculaires (ITE), avec leurs microphones placés dans le pavillon, ont pu préserver les repères spatiaux du pavillon, de la tête et du torse. ReSound ONE avec M&RIE change tout ceci. C'est le seul RIE qui offre aux utilisateurs les avantages personnalisés de l'emplacement du microphone intra-auriculaire et les avantages uniques d'un modèle RIE comme la directivité All Access.<sup>5</sup>

Les recherches menées pendant le développement de ReSound ONE et de M&RIE ont suggéré un avantage substantiel en termes de localisation et de qualité sonore.<sup>2</sup> Il est également très intéressant d'examiner si ces résultats positifs résistent à un examen plus approfondi du produit fini. Par conséquent, deux expériences ont été menées pour valider les avantages de la qualité sonore et de la localisation de M&RIE et ReSound ONE. Dans la première expérience, les auditeurs ont jugé la qualité sonore avec M&RIE par rapport à une réponse omnidirectionnelle utilisant le microphone avant de l'appareil ainsi que l'algorithme de compensation de pavillon à 2 microphones exclusif à ReSound. La deuxième expérience a testé la capacité des auditeurs à se localiser avec M&RIE par rapport à une réponse omnidirectionnelle utilisant le microphone avant de l'appareil, l'algorithme exclusif de compensation de pavillon à 2 microphones et les RIE d'autres marques dans leurs programmes



par défaut, y compris leurs algorithmes de compensation de pavillon.

Il est établi que les personnes ayant une perte auditive sont moins performantes que les personnes ayant une audition normale lors des tâches de localisation. Il s'ensuit qu'elles peuvent également être moins sensibles aux nuances de qualité sonore. De plus, l'amplification pour la compensation de la perte auditive peut masquer les effets acoustiques de l'emplacement du microphone sur une aide auditive. Par conséquent, les deux expériences incluaient des auditeurs avec une audition normale pour illustrer le bénéfice potentiel de la solution M&RIE, ainsi que des auditeurs avec une perte auditive pour illustrer le bénéfice typique et la gamme des bénéfices pour les utilisateurs réels.

## Expérience 1 : Préférence de qualité sonore Méthodes

### Participants

Dix auditeurs "normaux" avec des seuils supérieurs à 15 dB HL4 et dix auditeurs avec une perte auditive neurosensorielle bilatérale légère à modérée ont participé à l'expérience 1. L'âge médian était de 39 ans (1<sup>er</sup> quartile : 34 ans et 3<sup>ème</sup> quartile : 42 ans) pour les auditeurs avec une bonne audition et 59 ans (1<sup>er</sup> quartile : 53 ans et 3<sup>ème</sup> quartile : 66 ans) pour les auditeurs malentendants. Le groupe des malentendants comprenait des participants expérimentés ou non en amplification. Les auditeurs ayant l'expérience des aides auditives étaient des utilisateurs d'aides auditives RIE haut de gamme. Les années médianes d'expérience avec l'amplification étaient de 3 ans (premier quartile : moins d'un an et troisième quartile : 4 ans).

### Aides auditives et réglages

Les aides auditives RIE ReSound ONE ont été utilisées pour l'expérience de qualité sonore. Pour les auditeurs avec une bonne audition, les aides auditives étaient programmées avec 10 dB de gain linéaire plat. Pour les auditeurs malentendants, les aides auditives ont été programmées avec un gain prescrit, en fonction de leurs audiogrammes, par la méthodologie ReSound Audiogram+. Les aides auditives ont été paramétrées en omnidirectionnel dans un programme, Spatial Sense (qui inclut une compensation pavillonnaire et une compression binaurales<sup>3</sup>) dans un autre programme et M&RIE dans un troi-

sième programme. La gestion du Larsen était active dans tous les programmes. Les autres fonctionnalités avancées ont été désactivées.

### Conditions de test, méthodologie, matériel et installation

L'expérience de préférence de qualité sonore comprenait trois conditions : M&RIE, Spatial Sense et omnidirectionnel. Les trois conditions ont été programmées en trois programmes dans une paire d'aides auditives ReSound ONE réglées comme décrit ci-dessous.

ReSound et d'autres fabricants d'aides auditives ont souvent mené des expériences de qualité sonore en réalisant des enregistrements sur un mannequin acoustique et en demandant aux auditeurs d'évaluer les conditions au casque.<sup>6-7</sup> Cela permet un double aveugle et élimine plusieurs sources de biais. Cependant, le présent test a été réalisé en direct, avec les aides auditives sur les oreilles des auditeurs, pour s'assurer que les auditeurs ont bénéficié de leurs signaux de pavillon naturels individuels tels que préservés par M&RIE. Par conséquent, les comparaisons de qualité sonore ne sont effectuées que pour différentes configurations des aides auditives ReSound ONE afin d'éviter d'avoir à changer d'aides auditives entre les essais.

L'expérience de préférence de qualité sonore a été menée en utilisant une méthodologie de comparaison par paires. La tâche des auditeurs était d'écouter les programmes des aides auditives par paires, en alternant entre les programmes et en choisissant le programme de chaque paire qu'ils préféraient. L'application ReSound Smart 3D a été fournie aux auditeurs sur un iPhone afin qu'ils puissent l'utiliser pour basculer rapidement entre les programmes leur permettant d'effectuer le test d'écoute de comparaison par paires dans l'intervalle de temps de mémoire auditive de 2 à 4 secondes.<sup>8-10</sup> Les bips de changement de programme ont été désactivés pour rendre les programmes de commutation plus fluides. Les auditeurs ont indiqué leur préférence de programme sur papier.

Des comparaisons par paires ont été faites pour les trois programmes, mais les auditeurs ne savaient pas quels paramètres étaient dans chaque programme. L'ordre de test des conditions, M&RIE versus omnidirectionnel, et Spatial Sense versus M&RIE, était contrebalancé entre les auditeurs.

Les auditeurs ont répété les comparaisons par paires tout en écoutant plusieurs scénarios sonores. Une description des scénarios est présentée dans le tableau 1. Les scénarios ont été sélectionnés pour être représentatifs de différents environnements d'utilisateurs d'aides auditives.

L'ordre de test des scénarios a été randomisé pour chaque auditeur en utilisant la méthode des carrés latins.

Titre du scénario	Description
Discussion dans une cafétéria	Enregistrement dans une cafétéria très fréquentée à l'heure du déjeuner. Un danois bavard racontant une histoire a été superposé.
Trafic	Enregistrement depuis une intersection avec un trafic dense.
Gare	Enregistrement depuis une gare avec des trains à l'arrivée et au départ.

**Tableau 1. Scénarios sonores utilisés pour les comparaisons par paires.**

Les scénarios ont été enregistrés avec un réseau de 32 microphones, un modèle Eigenmike de MH Acoustics. Ils ont été lus sur un réseau de 39 haut-parleurs, en utilisant le système d'enregistrement et de lecture Ambisonics de 4<sup>ème</sup> ordre. Cela permet une reproduction réaliste des environnements sonores dans lesquels les informations sonores spatiales présentes dans les environnements d'origine peuvent être préservées. Ceci est important lors de l'évaluation des réglages d'aides auditives qui préservent des quantités variables d'indices spatiaux et signifie qu'il est possible de tester les aides auditives dans des environnements sonores réels, tout en maintenant la reproductibilité d'un environnement de laboratoire.

L'environnement de test est illustré à la figure 2.



**Figure 2. Environnement test avec 39 enceintes en réseau.**



## Résultats

Les auditeurs ayant une audition normale ont montré une forte préférence pour M&RIE par rapport au mode omnidirectionnel et pour M&RIE sur Spatial Sense dans les trois scénarios d'écoute : discussion dans une cafétéria, trafic et gare. Par conséquent, les résultats ont été fusionnés. Les résultats sont visibles sur la figure 3.

Des tests statistiques binomiaux ont été effectués pour déterminer si les résultats étaient statistiquement significatifs. M&RIE a été nettement préféré à l'omnidirectionnel ( $p < 0,001$ ) dans quatre-vingt-sept pour cent des essais par les auditeurs ayant une audition normale. M&RIE a été nettement préféré à Spatial Sense ( $p < 0,05$ ) dans 70% des essais par les auditeurs ayant une audition normale.

Les raisons rapportées par les auditeurs avec une bonne audition pour préférer M&RIE étaient : «Meilleure sensation de réduction du bruit et meilleur lors d'une discussion», «Clair, sans trop de netteté», «La parole est plus claire dans le scénario sonore de la cafétéria», «Moins de bruits de fond» et «Meilleure perception spatiale, bonne intelligibilité de la parole et qualité sonore».

dans les trois scénarios. Les résultats ont été fusionnés et sont présentés dans la Figure 3. Des tests statistiques binomiaux ont été effectués pour déterminer si les résultats étaient statistiquement significatifs. Les auditeurs malentendants ont préféré M&RIE à l'omnidirectionnel dans 70% des essais. M&RIE a été nettement préféré à l'omnidirectionnel ( $p < 0,05$ ).

Les auditeurs malentendants ont préféré M&RIE à Spatial Sense dans 57% des essais. Cette préférence n'était pas significative ( $p = 0,58$ ).

La moitié des auditeurs malentendants ont déclaré que les différences entre les programmes qu'ils comparaient étaient faibles. Les raisons décrites pour la préférence de M&RIE étaient : «La parole est plus distincte et le bruit de fond moins distinct», «Les sons les moins gênants», «Effort d'écoute réduit, plus confortable et parfois plus intelligible» et «Moins de bruit et meilleure localisation».

## Discussion

La plupart d'entre nous savent à quoi ressemble une bonne qualité sonore lorsque nous l'entendons, mais cela peut être difficile à décrire. La qualité sonore des aides auditives peut être encore plus difficile à décrire car les stratégies de traitement des aides auditives modifient considérablement les sons entrants car elles visent à compenser la perte de la fonction auditive.

Par conséquent, la qualité sonore pour l'utilisateur de l'aide auditive comprend nécessairement la façon dont les sons amplifiés s'adaptent à la perte d'audition de l'utilisateur, si les sons sont déformés et si le degré auquel les sons indésirables tels que les bruits de fond, le retour acoustique ou les artefacts de traitement du signal sont entendus et perturbants<sup>7</sup>. Cependant, la qualité sonore est plus que cela.

La préférence de qualité sonore est susceptible d'être influencée par l'audibilité, la reconnaissance vocale et la capacité à localiser et séparer les sons. Les raisons rapportées par les auditeurs pour préférer M&RIE dans ce test confirment que ces facteurs ont influencé leurs préférences. D'un point de vue théorique, cela a du sens. Un microphone placé dans l'oreille par rapport à une position haute peut améliorer la localisation, ce qui peut améliorer la capacité de ségrégation, facilitant ainsi la compréhension de la parole.

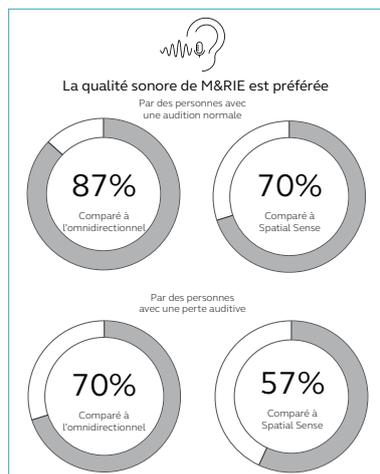
Le placement du microphone dans le pavillon est reconnu pour fournir une meilleure reconnaissance vocale dans le bruit depuis l'introduction des aides auditives ITE à la fin des années 70<sup>1-13</sup>. Il a également été démontré que la capacité de localiser les sources sonores<sup>14</sup> s'améliorait avec le placement du microphone dans le pavillon par opposition au placement du microphone BTE. Il a été démontré que la capacité de percevoir les sons dans l'espace, y compris leur direction et leur distance, diminue lors de l'écoute avec des aides auditives avec un placement de microphone non naturel au-dessus et derrière l'oreille<sup>15</sup>.

La préférence de qualité sonore pour M&RIE est susceptible d'être également influencée par les effets positifs de l'écoute de sons familiers et reconnaissables.

Dans les faits, avec M&RIE, les participants écoutaient le son tel que façonné par leur pavillon, leur tête et leur torse. Cela devait les rendre familiers et reconnaissables et contribuer à un sentiment de transparence et de naturel.

Bien que les résultats confirment fortement que cela est vrai pour les auditeurs normaux, le tableau est plus compliqué pour les auditeurs malentendants. Ceux qui n'ont pas d'expérience avec l'aide auditive se sont habitués à une audibilité réduite des signaux spectraux à haute fréquence. Ceux qui portent des aides auditives RIE sont habitués à écouter via des microphones situés au-dessus et derrière le pavillon de leurs aides auditives RIE, et ils peuvent encore avoir une audibilité réduite des informations hautes fréquences. Les effets de l'acclimatation sur la préférence de qualité sonore des auditeurs malentendants sont un sujet pertinent pour une enquête plus approfondie.

La préférence de qualité sonore pour M&RIE par rapport à l'omnidirectionnel est plus grande que la préférence pour M&RIE par rapport à Spatial Sense et cela s'applique à la fois aux auditeurs ayant une audition normale et aux auditeurs malentendants. Cette constatation est attendue car Spatial Sense inclut une compensation de pavillon à 2 microphones, qui vise à compenser l'emplacement désavantageux du microphone au-dessus et derrière l'oreille. Bien qu'il ait des effets positifs, il n'est pas individualisé et ne tient pas compte de toutes les localisations. Cependant, cela peut encore être acceptable pour certains auditeurs, comme le confirment nos conclusions. Nous suppo-



**Figure 3. Les auditeurs ayant une audition normale ont montré une forte préférence pour M&RIE en omnidirectionnel et avec Spatial Sense. Les auditeurs malentendants ont montré une nette préférence pour M&RIE par rapport à l'omnidirectionnel, et une préférence moins marquée pour M&RIE par rapport à Spatial Sense.**

Tous les auditeurs malentendants ou non ont montré une préférence pour M&RIE par rapport au mode omnidirectionnel et pour M&RIE par rapport au mode Spatial Sense



sons que le filtrage fourni par leur propre anatomie dans ces cas peut être assez similaire aux moyennes.

## Expérience 2 : localisation

### Méthodes

#### Participants

Les mêmes auditeurs avec une bonne audition de l'expérience 1 ont également participé à l'expérience 2. Le groupe avec une perte auditive comprenait neuf auditeurs de l'expérience 1 et une personne qui n'avait pas écouté l'expérience 1. L'âge et les caractéristiques de la perte auditive pour le groupe étaient inchangés. Les années médianes d'expérience avec l'amplification étaient de 3 ans (1er quartile : 1 et 3ème quartile : 5 ans).

#### Aides auditives et réglages

Les aides auditives ReSound ONE RIE et les aides auditives RIE haut de gamme de quatre autres marques ont été utilisées pour l'expérience de localisation. Les appareils auditifs de test étaient équipés bilatéralement de doubles dômes fermés adaptés à la taille et à la géométrie du conduit auditif de l'auditeur pour fournir une amplification sur toute la bande passante de fréquence de chaque appareil.

Toutes les aides auditives de test étaient programmées avec 10 dB de gain linéaire plat pour les auditeurs normaux. Pour les auditeurs malentendants, les aides auditives ReSound ONE ont été programmées avec un gain prescrit en utilisant la méthodologie Audiogram + de ReSound.

La sortie des aides auditives des autres marques a été adaptée à la sortie des aides auditives ReSound ONE dans un coupleur 2cc pour éviter les différences de puissance qui pourraient influencer les résultats de localisation. Les étalonnages de suppression du Larsen ont été effectués dans les oreilles de tous les auditeurs conformément aux recommandations de chaque fabricant.

Les aides auditives ReSound ONE ont été programmées avec un traitement omnidirectionnel dans un programme, Spatial Sense dans un autre programme et M&RIE dans un troisième programme. Les aides auditives RIE des autres marques ont été laissées avec leur programme par défaut comprenant des algorithmes de compensation de pavillon et des fonctions d'annulation de Larsen. Les autres fonctionnalités avancées ont été désactivées pour toutes les aides auditives.

#### Conditions de test, méthodologie, installation et signal cible

L'expérience de localisation comprenait les 8 conditions énumérées dans le tableau 2. Les auditeurs ne savaient pas quelle condition ils écoutaient pendant le test. L'ordre de test des conditions a été randomisé entre les participants au test.

Conditions de test
Sans aides auditives
ReSound ONE avec M&RIE
ReSound ONE avec le traitement Spatial Sense
ReSound ONE avec le traitement omnidirectionnel
Marque A programme par défaut
Marque B programme par défaut
Marque C programme par défaut
Marque D programme par défaut

Table 2. Conditions utilisées pour le test de localisation.

Le test de localisation a été effectué dans le même laboratoire que celui décrit dans l'expérience 1. Les auditeurs étaient assis au centre d'un réseau de 12 haut-parleurs séparés par 30° comme illustré sur la figure 4. On s'est assuré que les oreilles des auditeurs étaient approximativement sur le même plan horizontal que le centre des haut-parleurs. Les auditeurs ont été encouragés à garder la tête immobile tout au long du test.

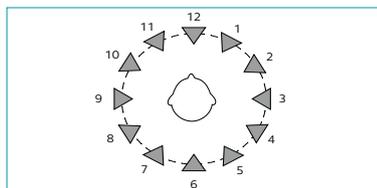


Figure 4. Croquis du réseau de 12 haut-parleurs utilisé pour les tests de localisation.

Un signal cible de bruit blanc de 250 ms à 65 dB SPL a été utilisé pour l'expérience de localisation. Le signal cible a été présenté de manière aléatoire à partir des haut-parleurs pour chaque auditeur selon la méthode des carrés latins.

Chaque angle a été testé 5 fois, ce qui a donné un total de 60 présentations de signaux par condition de test. La tâche de l'auditeur consistait à identifier le haut-parleur émettant le signal en nommant son numéro à l'aide d'une illustration imprimée de l'horloge.

Les auditeurs ont effectué un test avec un balayage de chaque haut-parleur avant le test proprement dit pour se familiariser. Le cycle d'entraînement s'est déroulé sans aide avec le niveau de stimulation réglé à

environ 10 dB au-dessus du seuil de la moins bonne oreille de l'auditeur à 2 kHz pour s'assurer de l'audibilité.

#### Résultats

Des comparaisons statistiques ont été effectuées entre M&RIE et les sept autres conditions de test. Le critère statistique Tukey Honest des différences significatives a été utilisé pour les comparaisons. L'erreur de localisation moyenne et l'erreur avant-arrière ont été calculées pour chaque condition de test.

L'erreur moyenne de localisation est la moyenne des différences, en degrés, des réponses des auditeurs par rapport aux emplacements réels des stimuli. L'erreur avant-arrière est calculée comme le pourcentage de fois, sur tous les essais, que les auditeurs ont signalé avoir entendu le stimulus venant de devant eux quand il venait de derrière eux et vice versa.

#### Localisation globale

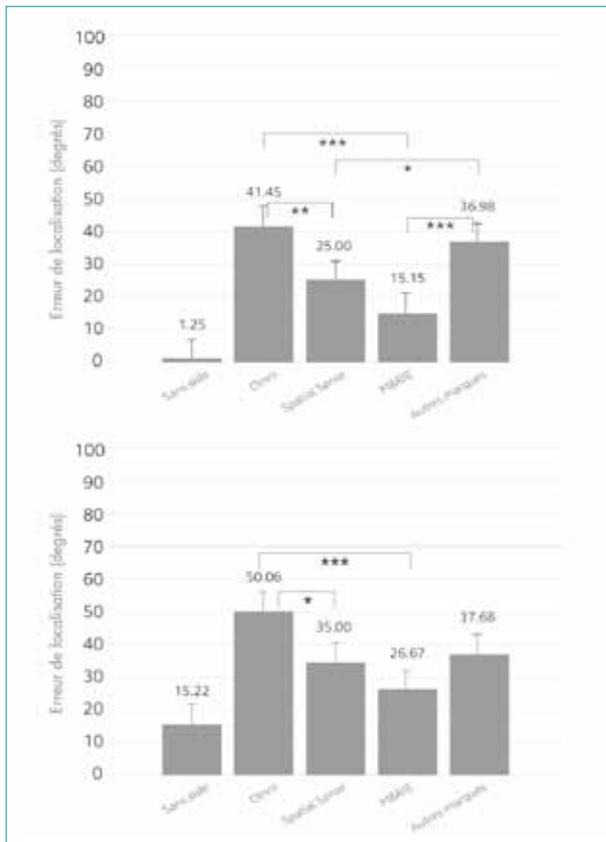
L'erreur moyenne de localisation globale pour les deux groupes de participants est présentée à la figure 5.

Les résultats des autres marques d'aides auditives ne différaient pas significativement les uns des autres et sont regroupés. La répartition des résultats est la même pour les deux groupes d'auditeurs. Les meilleures performances sont obtenues pour la condition non appareillé et les moins bonnes dans les conditions de microphone en omnidirectionnel. La meilleure performance suivante est montrée avec M&RIE suivi de Spatial Sense et d'autres marques.

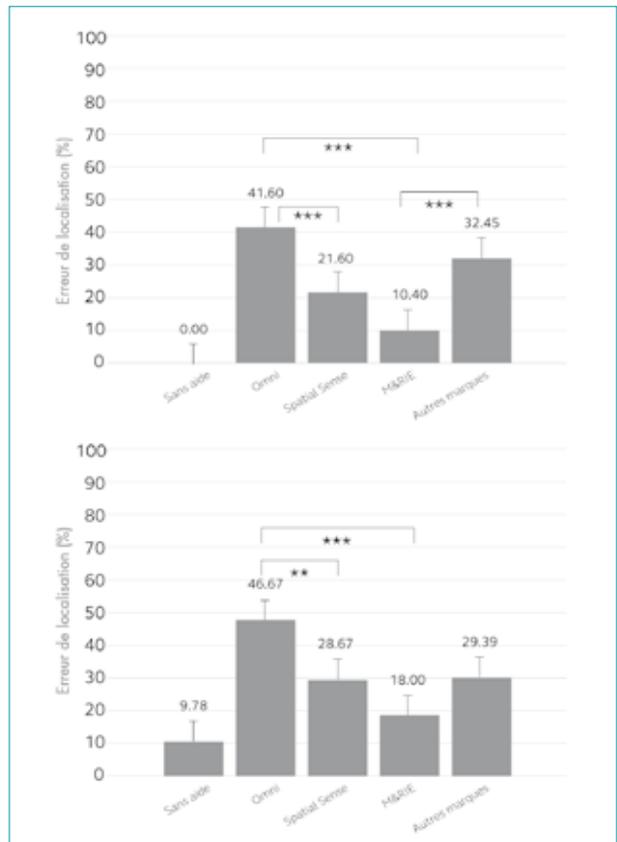
Les auditeurs ayant une audition normale ont montré de meilleures performances dans toutes les conditions que les auditeurs malentendants.

#### Localisation avant-arrière

Comme observé avec l'erreur de localisation globale, le modèle de résultats est le même pour les deux groupes. En moyenne, les deux groupes ont commis le moins d'erreurs de localisation avant-arrière sans aide. Il est intéressant de noter que les différences d'erreurs par rapport à celles non appareillées étaient nettement meilleures que toutes les autres conditions, à l'exception de M&RIE qui démontre de bons résultats. Le groupe d'auditeurs malentendants a globalement moins bien performé que les auditeurs ayant une audition normale.



**Figure 5. Erreur de localisation globale moyenne en degrés.** Le graphique supérieur montre les résultats pour les auditeurs ayant une audition normale et le graphique inférieur montre les résultats pour les auditeurs malentendants. Les barres inférieures indiquent de meilleures performances. Les barres d'erreur représentent des intervalles de confiance à 95%. Les astérisques montrent des différences significatives où \* indique  $p < 0,05$ ; \*\* indique  $p < 0,01$ ; \*\*\* indique  $p < 0,001$ . La condition sans aide était significativement meilleure que toutes les autres conditions sauf M&RIE.



**Figure 6. Erreur de localisation avant-arrière moyenne en %.** Le graphique supérieur montre les résultats pour les auditeurs ayant une audition normale et le graphique inférieur montre les résultats pour les auditeurs malentendants. Les barres inférieures indiquent de meilleures performances. Les barres d'erreur représentent des intervalles de confiance à 95%. Les astérisques montrent des différences significatives où \* indique  $p < 0,05$ ; \*\* indique  $p < 0,01$ ; \*\*\* indique  $p < 0,001$ . La condition sans aide était significativement meilleure que toutes les autres conditions à l'exception de M&RIE.

## Discussion

Il ressort clairement de ces résultats que les microphones omnidirectionnels placés au-dessus et derrière l'oreille compromettent les capacités de localisation. Un microphone placé au-dessus et derrière l'oreille supprime l'influence du pavillon de l'utilisateur de l'aide auditive, supprimant ainsi les informations précieuses qui, autrement, faciliteraient la localisation. Comme on peut le voir dans la performance sans aide, les auditeurs ont eu peu de mal à localiser quand leurs signaux de pavillon étaient préservés. Pour les auditeurs bien entendants et pour ceux ayant une perte auditive mais qui n'ont pas d'expérience avec l'appareillage, ce sont les mêmes indices spatiaux qu'ils écoutent tous les jours. Pour les personnes malentendantes qui portent des aides auditives RIE, ces résultats suggèrent que l'acclimatation au placement du microphone au-dessus de l'oreille ne signifie pas que

les utilisateurs ont «oublié» comment utiliser les repères de pavillon naturels.

Il est également clair que M&RIE préserve des informations précieuses qui facilitent la localisation. La condition M&RIE était la deuxième meilleure pour les deux groupes d'auditeurs. Ce résultat confirme également que l'acclimatation à un emplacement de microphone non naturel n'empêche pas nécessairement de bénéficier de l'emplacement naturel du microphone à l'intérieur du conduit auditif. Les candidats idéaux pour cette solution incluront des utilisateurs d'aides auditives inexpérimentés et expérimentés. La sélection sera déterminée par le gain utilisable, et non par le bénéfice potentiel de l'emplacement du microphone intra-auriculaire.

Enfin, Spatial Sense, qui implémente la directivité d'un pavillon moyen, de la tête et du torse, a permis aux auditeurs de mieux se localiser qu'avec des microphones omnidirectionnels, ce qui correspond à

des découvertes antérieures<sup>1,3</sup>. De plus, la qualité sonore a été jugée aussi bonne que M&RIE par les auditeurs malentendants près de la moitié du temps. Pour les utilisateurs qui ne peuvent pas s'adapter correctement à M&RIE, ces résultats confirment que Spatial Sense continue d'offrir une solution bien améliorée par rapport à l'omnidirectionnel.

Un examen plus approfondi des résultats pour les auditeurs individuels (non illustré) a révélé que certains ont mieux performé avec Spatial Sense qu'avec omnidirectionnel, tandis que d'autres ne l'ont pas fait. Les auditeurs qui ont bénéficié de Spatial Sense peuvent être ceux dont le filtrage spectral de leur anatomie ressemble aux moyennes utilisées dans la fonction Spatial Sense. Il convient de noter qu'aucun des auditeurs n'a montré de moins bonnes performances avec Spatial Sense qu'avec l'omnidirectionnel. Il en va de même pour M&RIE par rapport à l'om-



nidirectionnel. Aucun des auditeurs n'a montré de moins bonnes performances avec M&RIE, la grande majorité ayant de meilleures performances.

Dans l'ensemble, les résultats de ces expériences ont renforcé les résultats antérieurs obtenus avec ReSound ONE et M&RIE pendant le développement du produit. Les gens qui utilisent ReSound ONE et M&RIE auront un son unique, leur permettant d'entendre comme aucun autre.

## Résumé

ReSound ONE avec M&RIE combine les avantages du style RIE avec les bénéfices de la collecte du son dans le conduit auditif de l'utilisateur. Les avantages incluent la qualité sonore plus naturelle avec la possibilité de séparer les sources sonores et de juger de leur profondeur et de leur distance. Deux expériences ont été menées avec des groupes d'auditeurs ayant une perte d'audition et une audition normale pour valider ces bénéfices. Dans les deux expériences, le schéma des résultats était le même pour les deux groupes, mais les résultats étaient plus prononcés chez les personnes ayant une audition normale. La qualité sonore avec M&RIE a été préférée par les deux groupes à l'omnidirectionnel. Une préférence plus faible a été démontrée par rapport à la fonction de compensation de pavillon propriétaire utilisant les deux microphones. Les performances de localisation avec M&RIE étaient similaires à celles sans aide, et meilleures que l'omnidirectionnel ou avec la fonction de compensation de pavillon des diverses autres marques d'aides auditives.

## Références

1. Jespersen, C. Spatial hearing and severe hearing impairment. *Zeitschrift für Audiologie*. 2017; 56(2):66-68.
2. Groth, J. An innovative RIE with microphone in the ear lets users "hear with their own ears". ReSound white paper. 2020.
3. Groth, J. Binaural Directionality and Spatial Sense. ReSound white paper. 2015.
4. Clark, JG. Uses and abuses of hearing loss classification. *ASHA*. 1981; 23:493-500.
5. Groth, J. The evolution of the ReSound binaural hearing strategy: All Access Directionality and Ultra Focus. ReSound white paper. 2020.
6. Legarth SV, Simonsen CS, Dylund O, Bramsloev L, Jespersen C. Establishing and qualifying a hearing impaired expert listening panel. Poster presentation at ICHON. 2012, Lake Tahoe.
7. Jespersen, CT. Independent Study Identifies a Method for Evaluating Hearing Instrument Sound Quality. *Hearing Review*. 2014; 21(03):36-40.
8. Darwin C J, Turvey MT, & Crowder RG. An auditory analogue of the sperling partial report procedure: Evidence for brief auditory storage. *Cognitive Psychology*. 1972; 3(2):255-267.
9. Radvansky, GA. *Human memory*. Boston: Pearson/Allyn And Bacon: 2006
10. Thaut, MH. Musical echoic memory training (MEM). In M. H. Thaut & V. Hoemberg (Eds.), *Handbook of neurologic music therapy*. Oxford University Press; 2014. p 311-313
11. Risberg, DM, Cox, RM. Comparison of In-The-Ear and Over-The-Ear hearing aid fittings. *Journal of Speech and Hearing Disorders*. 1986 51(4):362-9.
12. Festen JM, Plomp R. Speech-reception threshold in noise with one and two hearing aids. *Journal of the Acoustical Society of America*. 1986; 79(2):465-471.
13. Pumford JM, Seewald RC, Scollie SD, Jenstad LM. Speech recognition with In-The-Ear and Behind-The-Ear dual-microphone hearing instruments. *Journal of the American Academy of Audiology*. 2000 Jan 1;11(1):23-35.
14. Westerman S, Topholm J. Comparing BTEs and ITEs for localizing speech. *Hearing Instruments*. 1985; 36(2):20-24.
15. Cubick J, Buchholz JM, Best V, Lavandier M, Dau T. Listening through hearing aids affects spatial perception and speech intelligibility in normalhearing listeners. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2018 Nov 20;144(5):2896-905.

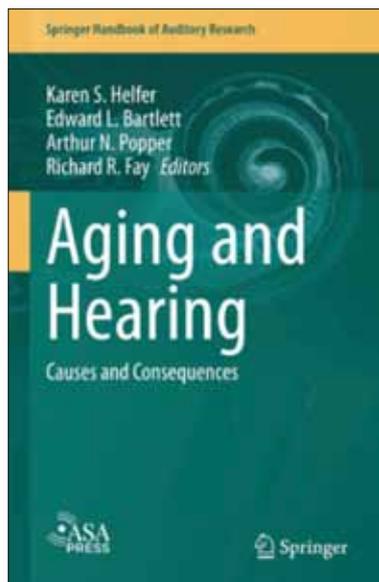
## AGING AND HEARING

### Causes and Consequences

**K. S. HELFER, E. L. BARLETT,**

**A. N. POPPER, R. R. FAY EDITORS**

**Springer Handbook of  
Auditory Research**



Depuis plusieurs années nous essayons de suivre cette collection qui est à chaque livraison un évènement à ne pas manquer. Ici le titre nous amène à étendre quelque peu le sens de ce qu'on a appelé depuis des décennies la « presbycousie » comme parallèle à la presbytie. Cette appellation est à notre sens assez trompeuse parce que si la presbytie relève essentiellement d'une modification des capacités adaptatives du cristallin lors de l'accommodation au près - modification d'un « paramètre » physique. Le sujet semble de nature très différente dans le domaine de l'audition. Bien sûr, les deux états résultent de l'âge mais si de bonnes de lunettes à verres progressifs compensent la plupart du temps le déficit visuel il n'en va pas de même en ce qui concerne la presbycousie. Il n'existe pas de formule prescriptive applicable sans ambiguïté ?

En effet, dans un certain nombre de cas le sujet peu conserver certaines difficultés perceptives bien qu'on lui apporte une compensation au sens quantitatif. Il y a bien des raisons à cela et certaines sont identifiées depuis plusieurs années.

Ce que les professionnels attendent ce sont avant tout des moyens d'explorer plus finement la fonction pour discriminer les sujets en fonction de l'origine (ex. Strie vasculaire/atteinte neurale) et bien sûr des appareils avec des fonctions permettant de remédier à des cas parfois difficiles.

L'un de sujets de préoccupation qui est loin d'être sans préoccupation au-delà de la compensation est que les personnes sont moins prêtes à porter des aides auditives qu'elles ne le sont à porter des lunettes. Ce refus ou cette hésitation amène bien des gens à repousser le plus longtemps possible -souvent au prix d'un certain mécontentement familial- le moment de l'appareillage et ainsi à subir des effets secondaires auxquels ces personnes ne pensent pas toujours dans leur démarche de procrastination alors que ceux-ci ont été identifiés depuis plus de 10 ans (cf pour mémoire S. Arlinger et col. et les travaux réalisés en France par L. Collet et son équipe, 2009-2010) :

- l'isolement social
- dépression
- risque de chute
- déclin cognitif

Ainsi, du seul fait qu'aujourd'hui les gens vivant plus longtemps ces effets risquent de les impacter avec des conséquences plus lourdes au-delà d'un certain temps de privation relative d'audibilité : perte d'habitudes dans le traitement central de l'information sonore avec les conséquences cognitives qui en résultent. Des avancées importantes ont été faites ces dernières années dans les domaines de la génétique, de la neuro-anatomie et de l'électrophysiologie, ainsi que dans la « remédiation » en tant que prise en charge globale. Ces avancées sont exposées dans cet ouvrage.

La présentation du livre est assez simple : du chapitre 1 au chapitre 5 les thèmes suivants sont traités :

- Chap. 1 présentation générale
- Chap. 2 les mutations génétiques qui affectent les seuils du système auditif
- Chap. 3 les types cellulaires, les composants cellulaires et les structures synaptiques ainsi que les modifications observées au niveau du nerf auditif qui sont impliqués dans la presbycousie.
- Chap. 4 les structures du tronc cérébral et sous-corticales recevant des messages du nerf auditif qui sont appauvris du fait des modifications des seuils (d'où l'importance du paramètre

d'audibilité et des méthodologies appareillages adaptées à une restitution totale où partielle contrôlée du déficit). Il est rappelé que la réhabilitation comme cela a été montré il y a plusieurs années peut aussi conduire à une nouvelle fonctionnalité après re-stimulation. (D'où, au passage, il faut rappeler la nécessaire prudence sémantique qu'il doit y avoir à parler de zones cochléaires « mortes » resp. « inertes ».)

- Chap. 5 traite de la partie corticale (anatomie et physiologie) une partie importante traite de l'animal.

Chapitres 6 et 7. Dans ces chapitres une approche transversale essaie de comprendre les modifications liées à l'âge à partir de l'électrophysiologie.

- Chap. 6 revient vers l'homme et l'évolution des réponses électrophysiologiques et en particulier sur l'onde 1. Ce chapitre intéressera entre autres les mélomanes car l'auteur (Harris Kelly soutient que : " ... an overview of research supporting two intriguing ideas: that training and/or musicianship may influence age-related alterations and in brainstem level-level and cortical-level responses (and perhaps speech recognition); and that evoked potential measures may be an early marker for cognitive decline.) "

- Chap. 7 Dans ce chapitre les auteurs essaient de montrer comment le vieillissement impacte la ségrégation des flux, précisément, des sources sonores. Ce déficit amène F. Gallun et V. Best à faire l'hypothèse qu'un déficit avéré dans ce domaine serait un indicateur potentiel de : « presbycousie centrale » car ils identifient ce type de presbycousie à un processus de médiation qui se produirait entre la périphérie (mécanisme de traitements supraliminaires, etc.) et le niveau cognitif (donc central). Ce chapitre inclut aussi une discussion sur les questions de discrimination (spectrale et/ou temporelle).

- Le chapitre 8 est consacré aux aspects épidémiologiques de la presbycousie : prévalence, facteurs de risques, etc.

- Les chapitres 9 et 10 traitent des changements comportementaux et des modifications observées à partir de l'imagerie permettant d'identifier des difficultés d'apprentissage et les corrélats neuro-anatomiques identifiables à partir de l'imagerie.



- Chap. 9 dans ce chapitre les auteurs font la revue des études analysant un éventuel « pourquoi » des difficultés de compréhension du langage parlé chez certaines personnes âgées. Avec ce chapitre on replonge dans le souvenir et les plaisirs de la linguistique et de son « exploitation » par le Pr J. C. Lafon).
- Chap. 10 Ici les auteurs effectuent un travail de recherche et de synthèse pour explorer à partir des travaux actuels comment l'imagerie pourrait aider à localiser et à identifier les difficultés évoquées au chapitre précédent.
- Dans les chapitres 11 et 12 les auteurs travaillent sur la remédiation. Comment identifier et compenser.

- Chap. 11 travail très intéressant à partir de la classification de l'OMS qui permet d'identifier et de coordonner une conceptualisation du handicap et des possibilités d'intervention. Cette présentation est intéressante car sans approche globale cohérente d'un pays à l'autre comment travailler, comment se comprendre, comment s'évaluer et enfin comment échanger ?
- Chap. 12. Bilan et possibilités d'intervention y compris pharmacologiques pour anticiper, aider, traiter et éviter les délais d'intervention, etc.

Au total, ce livre mérite d'être en bonne place dans les bibliothèques qu'elles soient universitaires où des laboratoires privés.



**François DEGOVE**  
Membre du Collège National  
d'Audioprothèse -  
francois.degove@wanadoo.fr

## ANNONCES <





**Avec AUDITION CONSEIL**  
3 solutions pour accompagner les indépendants :

<b>CRÉER SON ACTIVITÉ</b>	<b>TRANSFORMER SON CENTRE</b>	<b>S'ASSOCIER OU DEVENIR SALARIÉ</b>
Vous souhaitez vous installer en tant qu'indépendant ?	Vous êtes déjà en activité et souhaitez bénéficier de la force d'une enseigne nationale ?	Intégrez un réseau avec plus de 90% de centres exclusifs
↓	↓	↓

**Rejoignez AUDITION CONSEIL le 1<sup>er</sup> réseau d'audioprothésistes indépendants sous enseigne**

Contactez Denis Kocher,  
Directeur du développement



acparis@auditionconseil.fr  
01 56 56 75 61  
06 45 24 93 69



**AUDITION CONSEIL** fait partie des meilleures enseignes de France pour la 3<sup>e</sup> année consécutive

auditionconseil.fr



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

---

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

**Déposez**  
**vos petites annonces !**

*Pour tout renseignement :*

**Collège National d'Audioprothèse**  
**editions-cna@orange.fr**



## Enseignement

### ACFOS Formations professionnelles 2021

#### Education précoce : suivi orthophonique de l'enfant sourd avant 3 ans

**Contenu :** Avec le dépistage de la surdité à J+2, l'éducation précoce est un enjeu primordial. A partir de quelques rappels théoriques (diagnostic et degré de surdité, développement de l'enfant entendant de 0 à 3 ans, éducation de l'enfant sourd), les objectifs et les contenus de l'éducation précoce seront définis :

- Les outils de communication ;
- Les aides auditives, la place privilégiée de l'implant cochléaire ; L'éducation auditive
- Le projet éducatif du jeune enfant sourd et l'adaptation nécessaire à l'accueil d'enfants de moins de 1 an ;
- L'accompagnement parental : un savoir faire de l'orthophoniste au quotidien.

La place et le rôle d'une équipe pluridisciplinaire dans le suivi de l'enfant et de sa famille seront également abordés.

**Modalités :** Exposés théoriques, Analyse des pratiques (vidéo), Ateliers

**Type de formation :** Perfectionnement

**Intervenantes :**

Catherine COTT E, Orthophoniste et Directrice, CODALI, Paris

Agnès RUSTERHOLTZ, Orthophoniste et Chef de service, CODALI, Paris

Blandine de SENNEVILLE, Orthophoniste, CODALI, Paris

**Informations pratiques (formation réservée aux adhérents)**

**Dates :** 21 et 22 janvier 2021

**Durée :** 2 jours - 12h

**Lieu :** Espace Assomption, 17 rue de l'Assomption 75016 Paris

**Tarif :** 400 euros

**Public :** Orthophonistes - Professionnels de la surdité

**Nbre minimum de participants :** 15

#### La co-construction du langage avec le jeune enfant sourd

Quelles balises théoriques et pratiques à l'heure d'une technologie de pointe ?

**Objectif :** Comprendre et cerner son rôle en tant que professionnel ainsi que celui des parents dans le projet de développement d'une ou plusieurs langues parlées.

Comprendre quels sont les leviers du développement linguistique de tout enfant et les adaptations qui en découlent pour offrir un environnement linguistique optimal aux enfants sourds.

**Contenu :** Le contexte de l'éducation et de la rééducation de l'enfant sourd a considérablement changé au cours de ces 20 dernières années. Les avancées technologiques, la précocité de la prise en charge, les méthodes visuelles de communication sont autant de leviers qui contribuent au développement d'une ou plusieurs langues parlées par les enfants atteints de déficience auditive. Cependant, l'expérience montre que le sort de tous les enfants sourds ne semble pas pour autant réglé et ce même en l'absence de handicap associé. La formation prendra l'orientation de la prévention des troubles linguistiques secondaires à la déficience auditive et soulignera les points d'attention à avoir dès l'éducation précoce. Elle s'articulera autour de deux axes principaux :

**1. "Savoir penser" 1.1** -Nos ressources techniques à l'heure actuelle / 1.2 - Développement du langage chez l'enfant sourd : quel modèle théorique utile à l'enfant atteint de déficience auditive ? / 1.3 - Les méthodes visuelles à l'ère des enfants sourds qui "entendent" / 1.4 - Les enfants sourds à l'heure actuelle : qui sont-ils ? / 1.5 - Notre cerveau est "social" : apport des neurosciences

**2. "Savoir observer" 2.1 :** Apports de l'approche Hanen / 2.2 : Apprivoiser le jeune enfant à nous regarder / 2.3 : Le portage linguistique : ingrédients et quelles compétences requises ?

**Modalités :** Exposés théoriques, réflexions et échanges des expériences de chacun à partir de sa propre pratique, illustrations de certaines notions par vidéo.

**Type de formation :** Perfectionnement

**Intervenante :** Catherine HAGE, Logopède au centre Comprendre et Parler (Bruxelles), Dr en Sciences Psychologiques (ULB) et thérapeute en Psychologie Corporelle Intégrative

**Informations pratiques (formation réservée aux adhérents)**

**Dates :** 11 et 12 mars 2021 - Durée : 2 jours - 12h

**Lieu :** Halle Pajol, 20 Esplanade N. Sarraute 75018 Paris - Tarif : 400 euros

**Public :** Orthophonistes - Autres professionnels de la surdité

**Nbre minimum de participants :** 15

#### L'éducation auditive pour les enfants sourds de 0 à 12 ans. Entendre - Ecouter - Comprendre

**Objectif :** L'objectif de l'éducation auditive est de réhabiliter de façon optimale la fonction auditive de l'enfant sourd en fonction de son type et degré de surdité, de son appareillage et de ses potentialités afin de lui permettre de s'approprier le monde sonore. Il s'agit de mettre du sens sur les perceptions auditives, différencier et discriminer de plus en plus finement les bruits puis les sons de la parole jusqu'à parvenir à décoder le langage oral de la façon la plus adaptée et naturelle possible.

**Contenu :**

- Rappels théoriques sur la perception de la parole
- Evaluation de la perception initiale
- Les modalités d'apprentissage : situation naturelle / situation dirigée
- Les étapes de l'éducation auditive et moyens à mettre en place en fonction de l'âge de l'enfant et de son niveau de langue
- L'accompagnement parental : une nécessité de la prise en charge

**Modalités :** Exposés théoriques - Echanges / Discussion, analyse de pratiques (vidéos)

**Type de formation :** INITIATION

**Intervenantes :** Claire Girard, Orthophoniste, Cabinet libéral, Poissy

Céline Lorenzini, Orthophoniste, ADESDA, Poissy

**Informations pratiques (formation réservée aux adhérents)**

**Dates :** 15 et 16 mars 2021

**Durée :** 2 jours - 12h

**Lieu :** Halle Pajol, 20 Esplanade N. Sarraute 75018 Paris

**Tarif :** 400 euros

**Public :** Orthophonistes - Autres professionnels de la surdité

**Nbre minimum de participants :** 15

# signia

Life sounds brilliant.

## YANN-ALRICK MORTREUIL

est équipé  
des

# Styletto

“ J'utilise les appareils Signia depuis plus de 25 ans. Signia s'adapte à ses utilisateurs en recherchant constamment l'innovation : ces aides auditives sont vraiment des bijoux technologiques, j'ai l'impression d'être « un humain augmenté ». Je peux par exemple couper le bruit ambiant et mettre la musique directement dans mes oreilles pour chorégraphe sans être gêné ou gêner quelqu'un. Plus jeune, j'ai beaucoup souffert du regard des autres. Désormais, les aides auditives ont tellement évolué que je ne me sens plus du tout stigmatisé, les gens sont même curieux et très admiratifs.

”

Talentueux et fédérateur, le chorégraphe et danseur professionnel Yann-Alrick Mortreuil est, en tant qu'égérie, la voix de notre marque.

Il est présent à la fois sur les médias grand public, en télévision mais aussi dans notre communication digitale, print et PLV.



[signia-pro.fr](https://www.signia-pro.fr)

[linkedin.com/company/signia-hearing](https://www.linkedin.com/company/signia-hearing) [facebook.com/signiaFR](https://www.facebook.com/signiaFR) [youtube.com/signiahearing](https://www.youtube.com/signiahearing)



Nos aides auditives sont destinées aux personnes souffrant de troubles de l'audition, caractéristiques techniques disponibles sur notre site internet. Les marques et symboles appartiennent à leurs propriétaires respectifs. Pour un bon usage, veuillez consulter le manuel d'utilisation. Classe II : Code générique (Base de remboursement) - de 20 ans : 2307926, droite / 2396117, gauche (1400 €) et + de plus 20 ans : 2392530, droite / 2341840, gauche (300 €).  
signia-pro.fr | 11/2020 | © Signia GmbH 2020

# livio Edge<sup>AI</sup>



## Démasquez les bénéfiques utilisateurs

**NOUVEAU**



### Mode Masque

*Accessible via l'application Thrive*

Une solution de traitement du signal qui permet à vos patients d'améliorer leur audibilité et donc de mieux comprendre ce que disent les personnes portant un masque.

**PROFITEZ DE L'OFFRE DE FIN D'ANNÉE**

*Pour toute commande e.Store*



**10  
ATTACHES  
MASQUE  
OFFERTS<sup>1</sup>**



*L'Intra R ne risque pas de s'accrocher comme avec les aides auditives standards lors du retrait du masque*

**POUR EN SAVOIR PLUS :**  
**découvrez la nouvelle étude**  
**sur [home.starkeypro.com/st-fr](https://home.starkeypro.com/st-fr)**

« Mode Edge : en démasquer les avantages pour les utilisateurs d'aides auditives dans les environnements sonores difficiles »  
Dave Fabry, Ph.D. | Thomas Burns, Ph.D.



Les logos Starkey et Livio sont des marques déposées de Starkey Laboratories, Inc.

1 - Offre soumise à conditions : pour chaque commande passée sur l'e.store d'une ou plusieurs aides auditives standards (RIC ou BTE) - valable pour une commande ferme ou en dépôt, vous recevrez gratuitement 10 attaches masque. Cette offre est valable à partir du 1<sup>er</sup> décembre 2020 et jusqu'à épuisement du stock des attaches masque. e.Store : <https://fr.starkeypro.com>.