

Les Cahiers de  
**l'Audition**

BIMESTRIEL

Novembre / Décembre 2024 - Vol 37 - N°6 / WWW.COLLEGE-NAT-AUDIO.FR

**DOSSIER**  
**DU SON AU SENS :**  
**LE RÔLE CLÉ DE**  
**L'AUDIOPROTHÉSISTE**

**CAS CLINIQUE**

LA PRISE EN CHARGE DES ENFANTS  
SOURDS A TROUBLES ASSOCIÉS :  
EXPÉRIENCE À PROPOS  
DE 3 CAS ATTEINTS DU SYNDROME  
DE SMITH-LEMLI-OPITZ (SLOS)

DE L'IMPORTANCE  
DE LA COMMUNICATION  
PLURIDISCIPLINAIRE  
DANS LA PRISE EN CHARGE  
PROTHÉTIQUE

**IMPLANT COCHLÉAIRE**

VALIDATION D'UNE VERSION SIMPLIFIÉE  
DE LA BATTERIE D'ÉVALUATION PERCEPTIVE  
DU PATIENT IMPLANTÉ (BEPPi-S)

CRITÈRES D'INDICATION  
DE L'APPAREILLAGE AUDITIF :  
QUAND L'AUDIOMÉTRIE NE SUFFIT PAS

**MÉTIER ET TECHNIQUE**

L'HYPERACOUSIE CHEZ L'ENFANT :  
COMPRENDRE ET TRAITER  
L'HYPERSENSIBILITÉ AUDITIVE

# OUVREZ VOTRE CENTRE AUDIO ET DEVENEZ PARTENAIRE FRANCHISÉ

**DEVENEZ VOTRE PROPRE PATRON !  
BÉNÉFICIEZ D'UN  
ACCOMPAGNEMENT  
PERSONNALISÉ**

**ALAIN AFFLELOU**

*Opticien et Acousticien*

“ Ce qui me plaît, c'est la capacité  
de l'enseigne à innover avec  
sa politique commerciale  
et ses services en apportant une expertise  
complémentaire ! ”

Partenaire franchisée  
ALAIN AFFLELOU Acousticien  
à Rochefort et à Saintes (17)

**VOUS ÊTES AUDIOPROTHÉSISTE ?  
DÉCOUVREZ TOUTES LES OPPORTUNITÉS D'OUVERTURE  
SUR [mafranchise.afflelou.com](https://mafranchise.afflelou.com)**



# Les Cahiers de l'Audition

Vol 37 - N°6 - Novembre / Décembre 2024

**Editeur** : Collège National d'Audioprothèse  
ANT Congrès - 154 avenue de Lodève  
34070 Montpellier

**Président** : DEL RIO Matthieu  
secretariat-cna@ant-congres.com

**Directeur de la publication** :  
COEZ Arnaud - acoez@noos.fr

**Rédacteur en chef** :  
AVAN Paul - paul.avan@u-clermont1.fr

**Conception et réalisation** :  
MBQ - BERTET Stéphanie  
stephanie.bertet@mbq.fr

**Publicité, petites annonces, abonnements** :  
editions-cna@orange.fr

**Impression** : DB PRINT

## COLLÈGE NATIONAL D'AUDIOPROTHÈSE BUREAU

**Président** : DEL RIO Matthieu

**1<sup>er</sup> Vice Président** : COLIN David

**2<sup>e</sup> Vice Présidente** : BALET Charlotte

**Secrétaire général** : RENARD Christian

**Secrétaire générale adjointe** : GUEMAS Céline

**Trésorier Général** : ROY Thomas

**Trésorier Général adjoint** : POTIER Morgan

**Présidents d'Honneurs** : BIZAGUET Eric,  
LAURENT Stéphanie, LE HER François

## MEMBRES

BESTEL Julie, BISCHOFF Hervé,  
BLANCHET Jean-Jacques, COEZ Arnaud,  
DEJEAN François, DELERCE Xavier,  
GALLEGO Stéphane, GARNIER Stéphane,  
GAULT Alexandre, GERBAUD Grégory,  
GUTLEBEN Jehan, HANS Eric, HUGON Bernard,  
JILLIOT Jérôme, KRAUSE Vincent, LASRY Yves,  
LEFEVRE Frank, LEGRIS Elsa, NAHMANI Yoan,  
REMBAUD Frédéric, ROBIER Mathieu,  
ROY Benoît, SELDRAN Fabien, TRAN David,  
VESSON Jean-François, VINET Alain,  
WALLAERT Nicolas, WATERLOT Paul-Edouard

## MEMBRES HONORAIRES

ARTHAUD Patrick, AUDRY Jean-Claude,  
BANCONS Jean †, Beraha Jean-Paul,  
BIZAGUET Geneviève, CHEVILLARD Daniel,  
DAGAIN Christine, DE BOCK Ronald,  
DEBRUILLE Xavier, DEGOVE François,  
DEHAUSSY Jacques †, DUPRET Jean-Pierre †,  
ELCABACHE Charles, FAGGIANO Robert,  
FONTANEZ Francis, NICOT-MASSIAS Maryvonne,  
OLD Jean †, PEIX Georges †,  
RAINVILLE Maurice †, RENARD Xavier †,  
THIBAUT Philippe, VAYSSETTE Joany †,  
VEIT Paul †

## MEMBRES CORRESPONDANTS ÉTRANGERS

CARLE Roberto, DODELE Léon, EL ZIR Elie,  
ESTOPPEY Philippe †, GRAFF André †,  
LUCARELLI Bruno, LURQUIN Philippe,  
MAGNELLI Leonardo,  
MARTINEZ OSORIO Carlos,  
RENGLET Thierry, SAN JOSE Juan Martinez,  
SCHWOB Christoph, TRUDEL Marc

Dépot Légal à date de parution

## Le mot du président *Matthieu Del RIO*

3

## 5 Editorial *Paul AVAN*

## Dossier

7

- Vers une écologie auditive humaine :  
Perception des paysages sonores naturels  
chez les personnes entendant et malentendant  
*Christian LORENZI* 7
- Reconnaissance des émotions :  
Quels tests ? Quelles optimisations ?  
*Elsa LEGRIS & Frédéric REMBAUD* 11

## 15 Cas clinique

- La prise en charge des enfants sourds à troubles  
associés : expérience à propos de 3 cas atteints  
du syndrome de Smith-Lemli-Opitz (SLOS)  
*Eric HANS*

## Implant cochléaire

21

- Validation d'une version Simplifiée de la Batterie d'Évaluation  
Perceptive du Patient Implanté (BEPI-S) pour optimiser  
les réglages d'implant cochléaire chez l'enfant  
*Amandine FAURE, Melissa MACASKILL, Nara VAEZ,  
Christian RENARD, Jérôme ANDRÉ, Natalie LOUNDON* 21
- Critères d'indication de l'appareillage auditif :  
quand l'audiométrie ne suffit pas  
*Arnaud COEZ* 29

## Métier et technique

33

- L'hyperacousie chez l'enfant :  
Comprendre et traiter l'hypersensibilité auditive  
*Hervé BISHOFF et David TRAN*

## Cas Clinique proposé par Audika

38

- De l'importance de la communication pluridisciplinaire  
dans la prise en charge prothétique  
*Mathilde BOT*

## Veille technique

Les innovations  
des industriels

41

## Actualités 55

# Audéo™ R Infinio

## L'aide auditive de dernière génération



Meilleure qualité sonore<sup>1</sup>  
et confort d'écoute<sup>2</sup>



Une avancée majeure  
sur la connectivité<sup>3</sup>



Conception Suisse  
Testée. Fiable. Approuvée.

- + Puissante et + Rapide<sup>4</sup>
- Compatibilité universelle MFA\*\*  
Exclusivité Phonak
- Une journée entière d'autonomie<sup>5</sup>

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

\*la vie s'exprime

A découvrir  
dès maintenant



\*\* Made for All = connectivité universelle

1 Grâce à l'intégration des courbes de Harman dans le calcul des courbes de réponse par la méthodologie de pré réglage Phonak Digitale Adaptative 3.0. Stewart, E., Adler, M., Seitz-Paquette, K., «Adaptive Phonak Digital (APD) 3.0 is the preferred first fit compared to a leading competitor device». Disponible sur [phonak.fr/etudes](http://phonak.fr/etudes).

2 Speech Enhancer reduces listening effort and fatigue, Latzel, M., Heerend J. Et Lesimple C. (2024). Phonak Field Study News disponible sur [phonak.fr/etudes](http://phonak.fr/etudes). Jusqu'à 34% de réduction L'effort d'écoute, mesurée avec 22 patients expérimentés avec une perte moyenne tonale de 58,5dBHL. Comparaison avec la fonction du Renforcement de la Parole en marche vs arrêtée. Le test de fatigue auditive ACALES a été utilisé. Applicable pour les produits Infinio 90.

3 Par rapport à Lumity : prêt pour le futur avec Auracast / Appels mains-libres sur 2 fois plus de distance. Notice d'utilisation Audéo-Sphere/ Audéo I-R.

4 Par rapport à la puce de Lumity

5 D'après EuroTrak 2022 ([www.ehima.com](http://www.ehima.com)), 97% des patients portent leurs aides auditives jusqu'à 15-16h par jour, représentant 1 journée d'écoute.

- Selon la fiche technique ([www.phonak.fr](http://www.phonak.fr)), en mode de test, Audéo I-R dispose d'une autonomie de 20h.

- Selon la fiche technique ([www.phonak.fr](http://www.phonak.fr)), en mode de test, Audéo I-Sphère dispose d'une autonomie de 18h.

Audéo™ R Infinio est un dispositif médical. L'aide auditive a pour fonction d'amplifier les sons et de les transmettre dans l'oreille, afin de compenser une perte auditive. Ce dispositif médical est un produit de santé réglementé qui porte, au titre de cette réglementation, le marquage CE. Produit soumis à prescription médicale. Consultez votre audioprothésiste et/ou votre médecin. Lire attentivement les instructions figurant dans le mode d'emploi.

Fabricant/Siège: Sonova AG, Laubisrütistrasse 28, CH-8712 Stäfa (Suisse). Sonova France SAS, 5 rue Maryste Bastié, 69500 Bron. Société au capital social de 1 000 400 €. Numéro SIREN : 314036682. R.C.S Lyon.

## LE MOT DU PRÉSIDENT

*C'est avec un grand plaisir que je vous retrouve pour ce dernier numéro des Cahiers de l'Audition de l'année 2024.*



Matthieu DEL RIO  
Président du Collège  
National d'Audioprothèse

Un numéro particulier en ce sens qu'il coïncide avec l'événement phare de la profession : la 28<sup>e</sup> édition de l'Enseignement post-universitaire en audioprothèse (EPU). Votre événement est de retour à Paris avec d'excellentes conditions d'accueil, un espace d'exposition agrandi, le tout bien évidemment dans un cadre convivial et propice aux échanges ! Aussi, je tiens à vous remercier chaleureusement pour l'intérêt que vous portez chaque année un peu plus à ce moment entièrement dédié à l'Audiologie. Cette excellente dynamique reflète l'ouverture intellectuelle de notre profession, inlassablement prête à apprendre, à échanger et à s'améliorer, afin, in fine, de satisfaire toujours plus les besoins de nos patients.

Cet état d'esprit, c'est aussi tout l'ADN du Collège. **Notre mission, je le rappelle, est de veiller à la qualité technique, scientifique et pédagogique de la formation initiale, mais également de la formation continue.** À cela vient s'ajouter le **respect déontologique de l'exercice de la profession d'audioprothésiste.** Ces trois piliers définissent notre engagement envers vous et la profession, avec notamment la volonté de tendre vers un cadre réglementaire plus fort.

**L'EPU est toujours un moment d'échanges entre tous les professionnels, mais également avec les exposants que nous remercions de répondre présents en nombre chaque année.** Échange, c'est véritablement le maître-mot qui définit ce rendez-vous qui nous unit, nous enrichit pour finalement, nous grandir. Dans cet esprit, **nous avons le plaisir de compter dans nos rangs six nouveaux collégiens et collégiennes retenus après leur grand oral.** Je les remercie de leur engagement et je leur souhaite une pleine réussite dans leurs missions.

Cette année, nous nous pencherons sur « **L'audioprothésiste et son patient face au bruit** », une thématique large et transversale, qui souligne l'importance de l'approche transdisciplinaire en audiologie. Une **vingtaine de nouveaux ateliers pratiques vous attendent, ainsi que des symposiums-déjeuners** pensés pour faciliter les échanges informels dans la pure philosophie de l'EPU : partage et convivialité ! Le DPC n'est pas en reste pour cette édition et nous accorderons, comme à l'accoutumée, un temps conséquent aux questions politiques et réglementaires. Aussi, je tiens à souligner que l'événement sera ponctué par la **remise des Prix du**

**Collège et d'un moment dédié à la FNEA** dont les actions dans le temps sont remarquables. Un **temps d'échange plus politique est également prévu avec le SDA.** Nous aurons par ailleurs cette année le plaisir d'accueillir David Gélinas, Audioprothésiste et Président de l'Ordre des audioprothésistes du Québec, mais également Jordi Sera, vice-président de l'Association espagnole des audioprothésistes. Tous deux nous permettront d'alimenter des discussions d'actualité...

Le Collège est par ailleurs heureux de vous proposer un **ouvrage en Français de Brian C.J. Moore, professeur émérite à l'Université de Cambridge dédié à la Psychoacoustique et son application en audioprothèse.** Aussi, en ligne avec sa vocation à promouvoir la recherche scientifique, le Collège vous annonce la **mise en place de la Cohorte CNA24-29.** Elle porte sur le suivi des modalités d'évaluation et de prise en charge audioprothétique de personnes adultes déficients auditifs et normo-entendants. Placée sous la coordination de Mesdames Julie Bestel et Elsa Legris, son objectif principal est de décrire les modalités d'évaluation et de prise en charge des patients adultes présentant des déficiences auditives par des audioprothésistes en France. Mais également de décrire les caractéristiques socio-démographiques, cliniques et auditives (anamnèse) des patients lors du bilan initial - les tests réalisés pour l'évaluation initiale des capacités auditives et lors des suivis selon les caractéristiques des patients. Ou encore de documenter le choix des audioprothèses utilisées, et leur possible relation avec le bilan auditif et les caractéristiques des patients ; en particulier, décrire la répartition des audioprothèses de classe 1 et 2 dans la population, etc.

**À toutes et tous, je vous souhaite un excellent EPU, une bonne lecture de ce numéro des Cahiers de l'Audition et d'excellentes fêtes de fin d'année !**

Matthieu DEL RIO

# À l'écoute de nouvelles opportunités ?

Rejoignez Audition Santé !

## Un acteur majeur de l'audition, jeune et dynamique

Soutenu par le groupe international Sonova.

## Un développement ambitieux

Près de 320 centres en France, nombreuses acquisitions et ouvertures dont le «World of Hearing», concept innovant basé sur des expériences immersives et interactives.

## Proche de ses audioprothésistes

Formation continue, matériel de pointe, communauté d'experts.

## Proche de ses clients

Accompagnement personnalisé, qualité de service et gamme d'aides la plus complète du marché.



## Envie de nous rejoindre ?

### Contactez

Inès Coste - HR Business Partner  
recrutement@auditionsante.fr  
07 50 66 52 49



RENDEZ-VOUS SUR  
[www.auditionsante.fr](http://www.auditionsante.fr)



NOTRE PAGE LINKEDIN  
<https://fr.linkedin.com/company/auditionsante>



ET NOTRE PAGE FACEBOOK  
[www.facebook.com/AuditionSanteFrance](http://www.facebook.com/AuditionSanteFrance)

# EDITORIAL

PAR

**Professeur Paul AVAN**

Rédacteur en chef



Comme le titre de ce numéro le souligne, restaurer le son est bien, et c'est ce que font les assistants d'écoute, du plus simple au plus sophistiqué. Restaurer le sens est mieux et surtout, plus utile. C'est ce que ne font pas les assistants d'écoute seuls. Pour ce faire, il faut un audioprothésiste bien formé et qui fasse son métier selon les règles de sa profession. Pour ce faire, il faut aussi comprendre les mécanismes en jeu pour passer d'un message codé dans les neurones du nerf auditif, à un paysage sonore interprété par le cerveau. En cas de surdité, comme l'audioprothèse n'est pas une prothèse et ne remplace pas l'organe défectueux, le message codé dans les neurones du nerf auditif est distordu, et son interprétation ne va pas de soi.

Tout d'abord, retrouver une écoute utile des sons ne se limite pas à détecter quelques "bip" et quelques mots d'une liste déroulée en cabine. Les sons du monde quotidien alimentent la cognition et le bien-être. Christian Lorenzi nous présente les programmes de recherche qu'il conduit dans son laboratoire de l'ENS et avec des collaborations extérieures, qui visent à comprendre comment les personnes entendantes et malentendantes écoulent à leur profit les paysages sonores associés aux espaces verts et bleus en zone rurale et urbaine. Certes l'activité humaine défigure ces paysages, mais c'est une raison supplémentaire pour chercher à comprendre l'impact du bruit d'origine anthropique sur la qualité de vie de 10% de la population, non protégée de la nuisance par sa malentendance... sachant que l'absence totale d'ambiance sonore, remplacée tout au plus par un acouphène, n'est pas bien vécue du tout.

Et la prosodie affective ? et les émotions ? Elsa Legris et Frédéric Rembaud nous livrent leur analyse de trois études cliniques évaluant l'impact de la surdité sur la détection de la prosodie et sur ses déficits. Reconnaissance des émotions véhiculées par la voix

et perception de la prosodie sont affectées chez la personne malentendante même appareillée. Les auteurs en déduisent la nécessité d'une évaluation clinique de ces aspects.

Les troubles associés examinés par Eric Hans existent chez l'enfant, l'objet de son article, mais aussi à d'autres stades de la vie. Leur

existence est un défi pour l'audioprothésiste, et si celui qui concentre son activité sur la pédiatrie est préparé, la démarche peut ne pas être évidente chez un audioprothésiste qui a une patientèle adulte. Les qualités requises sont la patience, la disponibilité et l'engagement pour une amélioration globale de la communication. Ces impératifs sont au cœur du présent numéro.

Les étapes qui mènent de l'audiométrie en cabine à l'écologie sonore sont longues mais cette longueur ne justifie pas de brûler les étapes, et Amandine Faure nous explique comment valider une batterie d'exploration perceptive chez le patient implanté. Pour optimiser les réglages de l'enfant implanté, prérequis pour lui offrir un développement cognitif harmonieux, le développement d'une telle batterie répond à un besoin actuel.

Enfin, quand l'audiométrie ne suffit pas ! Le sujet soulève clairement un problème car quand l'audiométrie ne suffit pas, il faut faire autre chose :  a coule de source. Faire quoi, et surtout par qui ? Le parcours de soin actuel a été défini il y a longtemps, longtemps à l'échelle de la science de l'audition en tout cas, ancré qu'on le veuille ou non sur le dogme ancien que l'audiométrie suffit... Donc quand elle ne suffit pas, y a-t-il un parcours défini ? L'hyperacousie fait partie de ce cadre, et Arnaud Coez, Hervé Bischoff et David Tran posent en fait la même question. C'est une question de fond que ce numéro entier soulève. La réponse de fond n'appartient pas aux Cahiers de l'Audition mais à ses lecteurs...

DEVENEZ **SALARIÉ**  
OU **FRANCHISÉ** UNISSON



Rejoignez nous sur

[unisson.com/franchise](https://unisson.com/franchise)



Ou contactez  
**Julien Croc,**  
Directeur Général  
[j.croc@unisson.com](mailto:j.croc@unisson.com)

Équipez vos patients avec des appareils haut de gamme à des tarifs très attractifs

---

Misez sur une communication claire, détaillée et respectueuse des règles du métier d'audioprothésiste

---

Soyez régulièrement formé : parcours DPC, e-learning, coaching et partage d'expériences

---

Profitez de la force du réseau Héron (Grand Audition, Acuitis, Direct Optic etc.)

# VERS UNE ÉCOLOGIE AUDITIVE HUMAINE : PERCEPTION DES PAYSAGES SONORES NATURELS CHEZ LES PERSONNES ENTENDANTES ET MALENTENDANTES



**Auteur**  
Christian LORENZI  
Ecole normale supérieure,  
Université Paris Sciences &  
Lettres

Une étude psychoacoustique récente menée par notre groupe de recherche indique que - sans l'abolir - une perte auditive neurosensorielle altère considérablement la capacité à écouter les paysages sonores naturels, ces scènes acoustiques associées à des lieux sauvages ou ruraux (forêts, prairies, etc.) faiblement affectés par l'activité humaine (Miller-Viacava et al., 2023).

Plus précisément, cette étude révèle que la capacité auditive à distinguer des paysages sonores naturels variant en termes d'habitat (une forêt, une prairie, un maquis et une prairie), de moment de la journée (l'aube, le milieu de la journée, le crépuscule, la nuit) et de saison (printemps, été, automne, hiver) est sévèrement réduite chez les personnes présentant une perte auditive neurosensorielle légère à sévère. Le déficit mesuré dans cette étude n'est pas corrélé avec l'âge et la sévérité de la perte telle que mesurée par l'audiométrie tonale. Les résultats empiriques de cette étude sont présentés en

De nombreuses études démontrent que l'exposition à des paysages sonores naturels procure de multiples bénéfices tels qu'une diminution du stress physiologique ou une amélioration des capacités attentionnelles (Buxton et al., 2021 ; Ratcliffe,

2021). Ces effets, généralement qualifiés de "réparateurs" ou de "ressourcement" car ils contribuent au bien-être et à la qualité de vie de la personne, semblent liés aux vocalisations d'oiseaux et à la présence d'eau. A notre connaissance, une seule étude menée dans le domaine de la psychologie environnementale suggère que les personnes malentendantes présentent moins d'effets réparateurs que les personnes normo-entendantes lorsqu'elles visitent des parcs urbains (Payne, 2008). Ainsi, pour les personnes malentendantes vivant en milieu rural, et/ou pour les personnes malentendantes visitant régulièrement des espaces verts ou bleus au sein ou en périphérie de villes ainsi que des parcs nationaux, la qualité de vie pourrait non seulement dépendre d'une communication orale efficace, mais également d'une perception appropriée des paysages sonores naturels et de leurs changements au cours de la journée et des saisons.

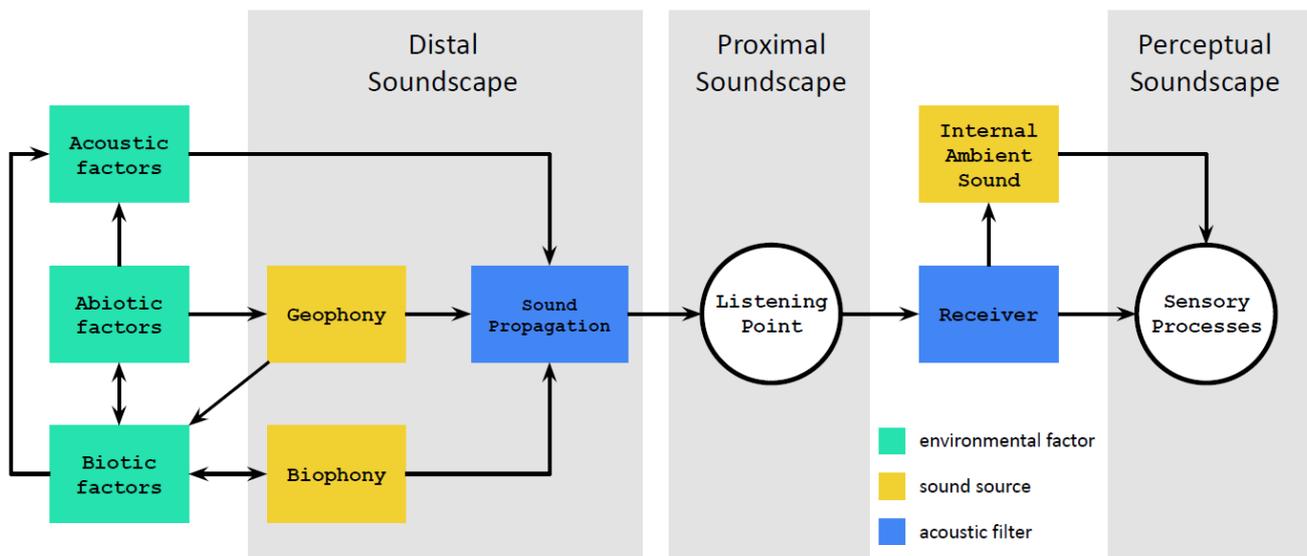


Figure 1 : Schéma fonctionnel d'un paysage sonore naturel. Le "paysage sonore distal" correspond à la distribution spatiale et temporelle des sons dans une zone prédéterminée, en relation avec les effets de propagation du son. Des facteurs biotiques (la biodiversité, le comportement animal, etc.), abiotiques (les cours d'eau, les conditions météorologiques) et acoustiques (réverbération, diffraction, turbulences atmosphériques, etc.) modèlent le paysage sonore distal. Le "paysage sonore proximal" représente un point d'observation particulier (ce qui stimule notre tympan). Le "paysage sonore perceptif" correspond à la représentation neuronale/psychologique que le récepteur construit par le biais de son appareil sensoriel et cognitif (adapté de Grinfeder et al., 2022).

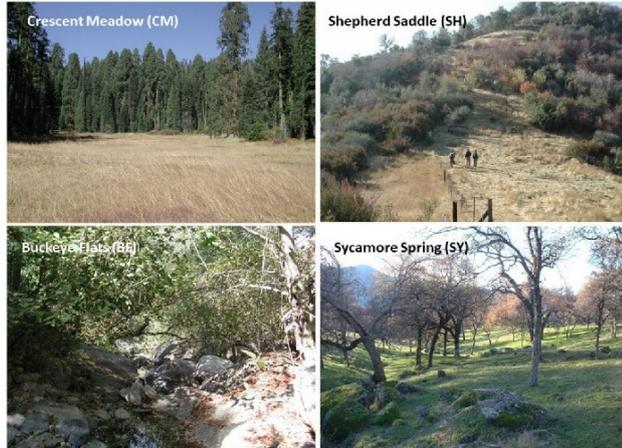
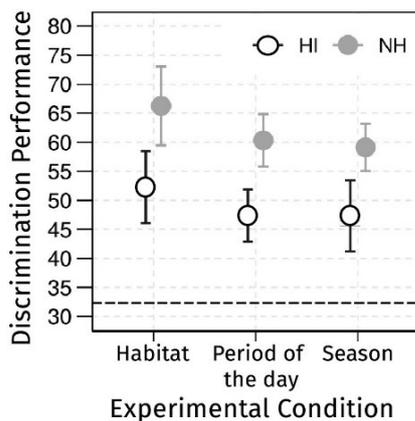


Figure 2 : A gauche : Performance de discrimination des participants pour des paysages sonores naturels variant en termes d'habitat, de période de la journée et de saison. Les performances moyennes des participants sont indiquées pour les sujets normo-entendants (NH ; cercles gris) et malentendants (HI ; cercles ouverts). Les performances (en %) sont comprises entre le niveau de réponse au hasard (33 % ; ligne pointillée) et le niveau de discrimination parfaite (100 %). Les barres d'erreur indiquent un écart-type par rapport à la moyenne. A droite : Les quatre habitats du parc national de Sequoia (sud de la Sierra Nevada, Californie, États-Unis) utilisés pour cette étude. Adapté de Miller-Viacava et al. (2023).

A travers ces premiers travaux, nous proposons un nouveau cadre conceptuel et méthodologique visant à encourager des programmes de recherche interdisciplinaires dans le domaine de l'"écologie auditive humaine". Ce programme est décrit dans une publication parallèle de notre équipe (Lorenzi et al., 2023), décrivant les contours d'une nouvelle branche des sciences de l'audition se concentrant sur l'étude de la perception auditive humaine des processus écologiques à l'œuvre dans les habitats naturels. En s'appuyant sur des bases de données acoustiques massives à haute validité écologique (e.g., Thoret et al., 2020), ces programmes devraient étudier (i) dans quelle mesure les fonctions de surveillance (monitoring

en langue anglaise) de l'environnement sont adaptées aux informations spécifiques véhiculées par les paysages sonores naturels, (ii) si elles opèrent tout au long de la vie ou si elles émergent progressivement par apprentissage individuel ou par transmission culturelle. Il est raisonnable de penser que ces fonctions de surveillance/monitoring du système auditif humain – comme par exemple, l'écoute des attributs fins des scènes naturelles comme l'habitat, le moment de la journée, la saison ou encore le degré de biodiversité et la présence d'eau – sont probablement ancestrales. La figure 3 illustre les résultats de simulations d'un modèle informatique de système auditif humain (Thoret et al., 2020) en réponse à deux paysages

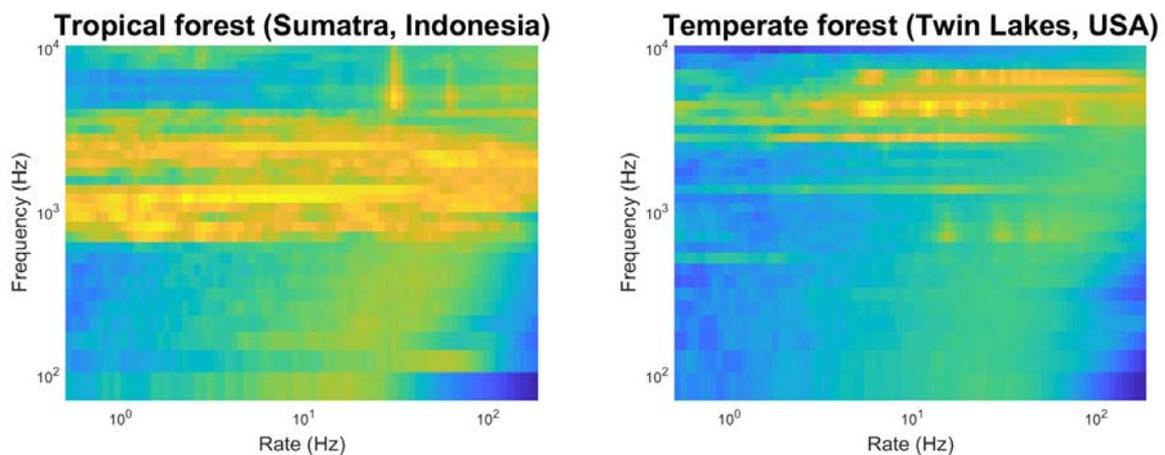


Figure 3: Spectres de modulation d'amplitude bidimensionnel (2D-AMi) calculés par un modèle du système auditif humain pour un corpus de paysages sonores naturels (voir Thoret et al., 2020 pour le détail de ces simulations). Deux paysages sonores naturels enregistrés dans des biomes terrestres distincts sur différents continents à l'aube/au petit matin ont été utilisés pour ces simulations. De gauche à droite : une forêt tropicale (Localisation: Sumatra, Ketambe; GPS: 3°32'44.81 "N 97°45'09.26 "E ; Altitude: 338m ; Heure: 06:25am ; Date: 09.03.1991), une forêt tempérée (Lieu: Nutter point, Twin lakes, Cheboygan, Michigan, USA; GPS: Latitude 45.7052895°, Longitude -84.7278262° ; Altitude: 210m ; Heure: 07:30am ; Date: 11.04.2012). Les spectres de modulation montrent la distribution de l'énergie de modulation (calculée par l'indice de modulation, AMi) en dB (code couleur) en fonction de la cadence de modulation d'amplitude (en Hz, abscisse) et de la fréquence audio (en Hz, ordonnée) pour chaque biome. Dans le cas de la forêt tropicale, la majeure partie de l'énergie de modulation d'amplitude est associée à des cadences temporelles à la fois lentes et rapides dans les canaux accordés sur les fréquences audio médium et hautes. Dans le cas de la forêt tempérée, la majeure partie de l'énergie de modulation d'amplitude est limitée à des cadences temporelles rapides dans les canaux accordés essentiellement sur les hautes fréquences audio. Dans les deux cas, ces indices reflètent principalement la contribution des sons d'origine biologique (ici, les vocalisations d'oiseaux d'espèces différentes). Source du matériel audio: B. Krause, Wild Sanctuary; Gage & Axel (2013). Adapté de Lorenzi et al. (2023).

sonores naturels enregistrés à l'aube dans deux biomes terrestres distincts (une forêt tropicale et une forêt tempérée). Ces simulations révèlent que les paysages sonores naturels véhiculent de nombreuses informations perceptivement saillantes et susceptibles d'être utilisées par l'observateur humain lorsqu'il s'agit de diagnostiquer la qualité de notre environnement proche et ses changements.

Au-delà des connaissances fondamentales qu'ils nous permettront d'acquérir sur l'audition humaine, ces programmes de recherche devraient permettre de mieux comprendre comment les personnes entendant et malentendant écoutent les paysages sonores associés aux espaces verts et bleus en zone rurale et urbaine et en tirent profit, et si les dispositifs de réhabilitation actuels (prothèses auditives et implants cochléaires) rétablissent une perception normale des paysages sonores naturels ainsi que des réactions émotionnelles appropriées. Enfin, ces recherches devraient également révéler dans quelle mesure nous percevons les changements environnementaux rapides provoqués par l'activité humaine.

## REMERCIEMENTS

Ces premiers travaux ont été soutenus par plusieurs financements de l'ANR (Programmes Hearbiodiv et Audieco) et du Syndicat des Audioprothésistes (SdA). C Lorenzi tient à remercier ses collaborateurs éco-acousticiens, B Krause et J Sueur, ainsi que S Gage, A Axel et R Ferrière.

## BIBLIOGRAPHIE

- Apoux, F., Miller-Viacava, N., Ferrière, R., Dai, H., Krause, B., Sueur, J. & Lorenzi, C. (2023). Auditory discrimination of natural soundscapes. *Journal of the Acoustical Society of America*, 153, 2706-2723.
- Buxton R.T., Pearson A.L., Allou C., Fristrup K., Wittemyer G. (2021). A synthesis of health benefits of natural sounds and their distribution in national parks. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 118. doi: 10.1073/pnas.2013097118.
- Gage S., Axel A. (2013). Visualization of temporal change in soundscape power of a Michigan lake habitat over a 4-year period. *Ecological Informatics* 21. doi: 10.1016/j.ecoinf.2013.11.004.
- Grinfeder, E., Lorenzi, C., Hauptert, S., & Sueur, J. (2022). What do we mean by "soundscape"? A functional description. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 10, 894232 doi: 10.3389/fevo.2022.894232.
- Lorenzi, C., Apoux, F., Grinfeder, E., Krause, B., Miller-Viacava, N., Sueur, J., (2023). Human auditory ecology : Extending hearing research to the perception of natural soundscapes by humans in rapidly-changing environments. *Trends in Hearing* 27, 1-28. doi: 10.1177/23312165231212032.
- Miller-Viacava, N., Lazard, D., Delmas, T., Krause, B., Apoux, F., & Lorenzi, C. (2023). Sensorineural hearing loss alters auditory discrimination of natural soundscapes. *International Journal of Audiology* 1-10. doi: 10.1080/14992027.2023.2272559.
- Payne, S.R. (2008). Are perceived soundscapes within urban parks restorative? *Proceedings of Acoustics* 08, 5519-5524.
- Ratcliffe, E. (2021). Sound and soundscape in restorative natural environments: A Narrative literature review. *Frontiers in Psychology*, 12: 570563. doi: 10.3389/fpsyg.2021.570563.
- Thoret, E., Varnet, L., Boubenec, Y., Ferrière, R., Le Tourneau, F.-M., Krause, B. & Lorenzi, C. (2020). Characterizing amplitude and frequency modulation cues in natural soundscapes: A pilot study in four habitats of a biosphere reserve. *Journal of the Acoustical Society of America*, 147, 3260-3274.



# Mathias LEGRAND : AU SERVICE DES AUDIOPROTHÉSISTES

Fabricant d'embouts auditifs sur mesure et de protections auditives depuis 1945, Styl'embouts met à votre disposition une gamme complète de matériels et de fournitures.



**Toute notre production est réalisée en 3d :**

- Une **précision inégalée**
- **Mémorisation** de vos empreintes
- Une **matière totalement neutre** (antiallergique)
- Une manière que vous pouvez **retoucher et polir** très facilement



**STYL'EMBOUTS**

9, rue Georges Clémenceau - BP 50005 - 33210 LANGON

Tél : 05 57 36 28 12 - Mail : [contact@stylembouts.com](mailto:contact@stylembouts.com)

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

FABRICATION  
100% FRANÇAISE



LABORATOIRE CERTIFIÉ  
DM 2017/745



ReSound GN

# Une ère nouvelle pour l'audition

Conçue pour Auracast™.

La mieux notée pour l'écoute dans le bruit\*.

Disponible dans encore plus de modèles. Et...

 GN Hearing France



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



Nouveau

Nouveau

ReSound Nexia™

\*Par rapport aux anciens produits GN. Note NPS de l'utilisateur final, données consignées © 2024 GN Hearing A/S. Tous droits réservés. ReSound est une marque déposée de GN Hearing A/S. Le nom et les logos Bluetooth sont des marques déposées appartenant à Bluetooth SIG, Inc. La marque et les logos Auracast sont des marques déposées appartenant à Bluetooth SIG, Inc. Dispositif médical de classe IIa, remboursé par les organismes d'assurance maladie. Nous vous invitons à lire attentivement le manuel d'utilisation. Septembre 2024. RCS 509689915. FR 72509689915.



## Auteurs

Elsa LEGRIS

Audioprothésiste DE, PhD

Frédéric REMBAUD

Audioprothésiste DE (Arès)  
Membre du Collège National  
d'Audioprothèse  
Société XENYLAB  
(Réalité Virtuelle)

# RECONNAISSANCE DES ÉMOTIONS : QUELS TESTS ? QUELLES OPTIMISATIONS ?

La perception des émotions est un enjeu majeur de la communication non verbale. Elle est concomitante à la perception de la prosodie qui véhicule les différentes émotions liées au contexte et à la situation. Les trois études cliniques décrites ci-dessous nous permettent d'évaluer différents outils de mesures des émotions et d'évaluer la dégradation de la perception des émotions chez le malentendant.

## 1. INTRODUCTION

La communication interactive nécessite que les informations soient clairement transmises du locuteur vers son auditeur<sup>1</sup>. L'auditeur doit être capable de percevoir et interpréter les caractéristiques pertinentes dans le message<sup>2</sup>. Parmi les composantes principales, on distingue les niveaux : segmentaire (consonne/voyelle), et supra segmentaire<sup>3</sup>. L'information supra segmentaire, également appelée prosodie, fait référence à la mélodie de la parole et est composée de trois éléments principaux : l'intonation, l'accentuation et le rythme<sup>4</sup>. La prosodie reflète directement le discours du locuteur, son contenu, et son sens. Cette information est bien souvent négligée dans les études sur la perception de la parole ; cependant, il s'agit d'un important contributeur d'informations<sup>5,6</sup>. Au cours d'une communication vocale, la prosodie transmet un large éventail d'informations à la fois au niveau linguistique, mais aussi affectif. La prosodie linguistique fournit des repères précieux permettant à l'auditeur d'analyser la parole continue en segments significatifs et à suivre les informations qui se trouvent au-delà du sens des mots<sup>7</sup>. Cette fonction améliore la reconnaissance de la parole, notamment dans les environnements bruyants, en dirigeant l'attention sur les syllabes ou les mots dans une phrase<sup>8</sup>. La prosodie affective contribue quant à elle, à exprimer l'état émotionnel du locuteur<sup>9</sup>.

La fonction auditive joue un rôle majeur dans la qualité de perception des phénomènes prosodiques<sup>10</sup>. Le système auditif sain est capable de coder avec précision les caractéristiques spectrotemporelles de la parole<sup>11</sup>. En cas de déficience auditive, la détérioration de la perception de la prosodie va venir s'ajouter à une mauvaise reconnaissance vocale<sup>12</sup>. Cette perception dépend de l'âge du sujet, ainsi que de la date de l'appareillage<sup>10</sup>.

Malgré l'impact significatif de la perception de la prosodie sur la compréhension chez les individus avec une déficience auditive, celle-ci est rarement prise en compte lors de l'évaluation clinique ou au cours des réglages des aides auditives. Par ailleurs, les études montrent que les appareils auditifs ne parviennent pas à satisfaire l'ensemble de leurs utilisateurs<sup>13</sup>. Toutefois, nous ignorons à ce jour si ces technologies permettent la restauration de la prosodie affective et linguistique. Cette présentation vise

à trouver des évaluations sur la prosodie, et voir leur mise en pratique et résultats chez des sujets malentendants et normo entendants.

## 2. MÉTHODE

Les études exposées au cours de cette présentation sont le fruit du travail de plusieurs étudiants en audioprothèse : Hugo Fillol (Cahors, 2018), Jonas Henriques (Fougères, 2019), Cassandre Andouard (Fougères, 2022), Marie Danten (Cahors, 2022), Caroline Hoeve (Paris, 2023).

Les études comportaient chacune 2 groupes : (1) un groupe témoin de sujets normo entendants (NE) (seuil tonal moyen inférieur à 20dB HL, critères du BIAP<sup>14</sup>, et (2) un groupe de sujets malentendants (ME) ayant une presbyacousie, non associée à des troubles cognitifs.

Afin d'évaluer la perception de la prosodie, les tests réalisés étaient les suivants :

- Evaluation du ressenti pour des émotions par le questionnaire PEC<sup>15</sup>. Ce questionnaire est validé dans plusieurs langues, dont le français. Il se base sur cinquante questions, évaluant la perception des émotions selon le sujet. Le questionnaire se divise en deux catégories de perception : la perception interpersonnelle (identification et compréhension des émotions d'autrui) et la perception intrapersonnelle (identification et compréhension de ses propres émotions).
- Pour l'évaluation de la perception des émotions, le choix des stimuli est réalisé à partir de la base des émotions non-verbales « The Montreal Affective Voices »<sup>16</sup>. Cette base est constituée de quatre-vingt-dix émotions vocales non-verbales de quelques secondes chacune et a été validé pour la langue française. Dix acteurs différents (cinq hommes et cinq femmes) jouaient chacun huit émotions : la colère, la peur, le dégoût, la douleur, la tristesse, la surprise, le plaisir et la joie, ainsi qu'un son neutre. Une autre évaluation a été utilisée dans l'étude 1, et sera décrite.
- La pupillométrie, permettant l'enregistrement de l'activité pupillaire, avec le système de la marque Pupilab. Afin d'analyser la réponse pupillaire, l'amplitude et la latence du pic de dilatation maximale ont été relevés.

### 3. RÉSULTATS

#### 3.1. Etude 1 : Le patient malentendant appareillé perçoit-il les émotions véhiculées par la voix aussi bien qu'un normo-entendant ?

L'étude de Hugo Fillol (Cahors 2018) montre que les patients malentendants avec ou sans appareils reconnaissent significativement moins bien les émotions véhiculées par la parole qu'un normo-entendant. Les résultats avec prothèses sont meilleurs. Ce dernier résultat n'est toutefois pas statistiquement significatif tant l'écart de la moyenne des résultats entre les patients avec et sans leur ACA est faible.

Il est également apparu que le bénéfice apporté par des aides auditives à un malentendant pour identifier les émotions était lié significativement à l'âge. En effet, le port ou non des ACA avaient une incidence sur la capacité des patients les plus jeunes pour reconnaître des émotions. Ce n'est pas le cas pour les patients les plus âgés.

Les résultats obtenus sont à nuancer du fait du nombre de patients testés, de l'écart d'âge entre le panel de normo-entendant et les patients testés ou encore du fait des différences inter-individus pour compléter le test (une seule écoute courte par fichier ou plusieurs longues écoutes). En effet, même si la durée d'écoute des fichiers son n'influe pas significativement sur les résultats obtenus au test, la façon d'écouter les émotions a influé les résultats.

Il n'a pas été démontré significativement dans cette étude qu'une bonne audition dans les basses fréquences était gage d'une bonne capacité à identifier des émotions. Nous supposons néanmoins qu'avec une plus grande quantité de sujets testés, les résultats des comparaisons statistiques auraient été différents.

#### 3.2. Etude 2 : Perception de la prosodie émotionnelle chez le patient presbycusique après la réhabilitation auditive

Dans cette étude (mémoire de Jonas Henriques, 2019 ; Legris et al, 2021<sup>17</sup>), 29 sujets malentendants presbycusiques ont été évalués avant l'appareillage, puis après 1 mois de port régulier d'un appareillage auditif bilatéral.

Le test MAV a été réalisé pour chacune des 2 sessions, à 3 intensités différentes (40, 65 et 80dB SPL). Les stimuli étaient envoyés en champ libre par un haut-parleur situé à 1,5m du sujet. Le questionnaire PEC a été délivré avant et après appareillage. Les résultats montrent que les patients malentendants ont une amélioration significative de la perception des émotions à des intensités de 40 et 65 dB SPL ( $p < 0.05$ ), ainsi qu'une amélioration des émotions qu'ils perçoivent (questionnaire PEC,  $p < 0.05$ ) suite au port des appareils auditifs. Cependant leurs résultats demeurent plus faibles que ceux des sujets NE ( $p < 0.05$ ). Également, plus l'âge et la perte auditive étaient importantes, moins bon était le score de reconnaissance des émotions.

#### 3.3. Etude 3 : Impact de l'audition sur la prosodie émotionnelle : évaluation par la pupillométrie

La pupillométrie est un outil fréquemment utilisé pour évaluer l'effort d'écoute<sup>18,19</sup>. Plus récemment, il a été utilisé pour évaluer la prosodie<sup>20</sup>. Dans l'étude d'Anikin et al (2018), il a été montré que la réponse pupillaire variait selon la valence de l'émotion (positive/negative) chez des sujets NE. Dans cette étude, nous avons souhaité évaluer si ces résultats étaient reproductibles chez des sujets ME.

Pour ce faire, 62 sujets NE et 53 sujets ME déjà porteurs d'aides auditives depuis au moins 1 an, ont été évalués.

Le système Pupilab a été utilisé. Les sujets étaient placés à 1,5m d'un haut-parleur qui diffusait les stimuli auditifs (test MAV) à une intensité de 65 dB SPL. Un intervalle interstimuli de 8 secondes a été choisi. Après avoir perçu la stimulation, les sujets devaient évaluer spontanément la valence de l'émotion par une note allant de -50 (très négatif) à +50 (très positif). Le temps de réaction entre la fin de la stimulation et la réponse du sujet a été mesurée. La Figure 1-A récapitule le déroulé de l'expérience.

Les courbes de réponse pupillaire recueillies chez les malentendants et les normo entendants, à l'issue de l'expérience sont présentées sur la Figure 1-B.

Les analyses statistiques ne montrent aucun apport de l'appareillage audif pour la pupillométrie, le temps de réaction, ou le pourcentage de reconnaissance des émotions ( $p > 0.05$ ). Cependant, des différences subsistent entre les groupes de NE et ME ( $p < 0.05$ ). Les NE avaient une dilatation pupillaire plus grande et une latence plus précoce que celle des ME. Le temps de réaction était également plus court chez les NE ( $p < 0.05$ ).

Aucun effet du type d'émotion n'a été trouvé sur la pupillométrie ( $p > 0.05$ ).

### 4. DISCUSSION

Concernant le pourcentage de reconnaissance des émotions, l'étude 2 montre une amélioration des scores chez les ME après 1 mois de port des ACA. Ce résultat n'est pas retrouvé dans l'étude 3, où les ME portent leurs appareils auditifs depuis plus de 1 an, ce qui va à l'encontre de la littérature déjà établie sur le sujet<sup>13</sup>. A l'issue de ce résultat, on peut s'interroger sur la possibilité qu'une plasticité cérébrale ce soit mise en place après un mois d'appareillage, conduisant les malentendants à mieux reconnaître la prosodie, même sans ACA.

Les études 1 et 2 montrent également une influence de l'âge, de la cognition et de la perte auditive sur la reconnaissance de la prosodie, conformément à la littérature existante<sup>21</sup>.

L'analyse du questionnaire PEC sur la perception de leurs propres émotions par les sujets (effet intra personnel) et celles qu'il pressentait pour autrui (effet inter personnel) montre une amélioration suite à l'appareillage (étude 2). Ce résultat suggère des réponses et une réactivité émotionnelle plus importantes lors des expériences d'écoute des stimuli véhiculant une émotion. Autrement dit, les sujets éprouveraient davantage de bonheur, par exemple, en écoutant des paroles édifiantes, de la musique ou du rire. Inexorablement, cette meilleure capacité à identifier et à percevoir les émotions dans la voix contribue à une amélioration de la qualité de vie globale du sujet, et encourage le comportement d'approche (théorie motivationnelle de l'émotion<sup>22</sup>).

L'évaluation par la pupillométrie de montre pas d'effet du port de l'ACA. Des différences de dilatation pupillaire persistent entre NE et ME. Les NE auraient une dilatation plus ample, qui pourrait s'expliquer par un effort et une attention moins soutenue. Aussi leur latence était plus courte, ce qui suggère une adaptation plus lente à la simulation.

Aucun effet du type d'émotion n'a été retrouvé comme dans l'étude d'Anikin et al 2018<sup>20</sup>. Ces différences peuvent s'expliquer par la divergence entre le matériel d'enregistrement de la pupillométrie, la méthodologie de traitement de cette dernière, et la différence de stimuli utilisés.

L'absence d'effet du port de l'ACA sur la prosodie et la persistance des différences entre NE et ME, témoigne de

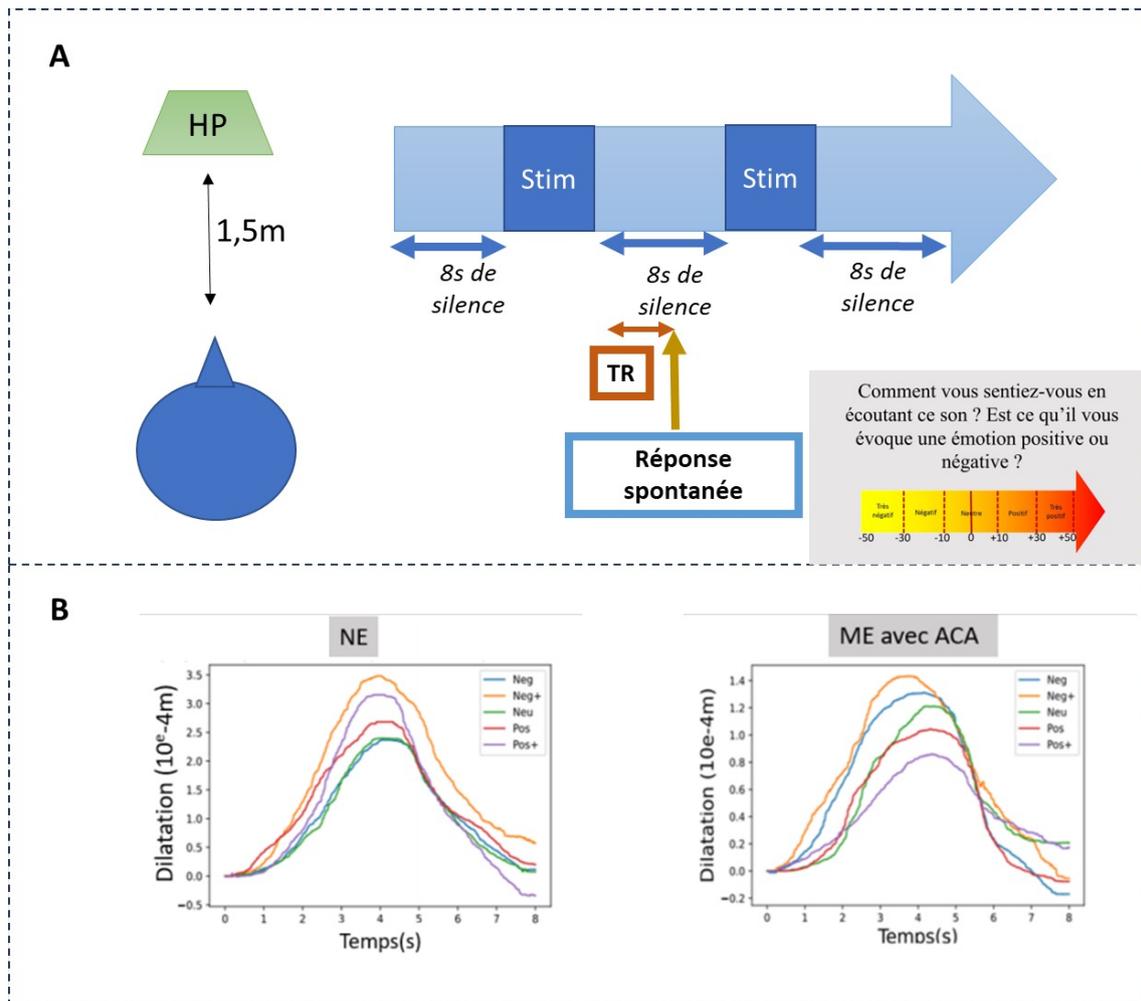


Figure 1 : Mise en pratique de la pupillométrie pour l'évaluation de la prosodie. (A) Déroulé de l'expérience. (B) Réponses pupillaires obtenues pour des normo entendants (NE) et des malentendants (ME).

la difficulté des aides auditives à restaurer entièrement les signaux prosodiques, ainsi que le suggère d'autres auteurs<sup>23</sup>. Les technologies actuelles des aides auditives ne restaurent pas complètement les signaux prosodiques en raison de leur limitation dans l'extraction, le traitement et la transmission des signaux acoustiques. L'étude de Goy et al, 2017 suggère que le traitement des ACA rendrait la perception des émotions moins distinctes (variation d'intensité et indices spectraux)<sup>24</sup>.

Aujourd'hui, on sait que la pupille se dilate lors d'un effort cognitif, lors d'une stimulation émotionnelle ou lors d'une consommation des produits excitateurs (café, certains médicaments traitant les pathologies neurodégénératives, produits illicites...). Selon Hess et Polt (1960) la dilatation pupillaire est un indice fiable dans la dégradation du traitement de la parole et de la perte auditive<sup>25</sup>. Cependant cette mesure présente des limites quant aux effets qu'elle peut mesurer. Comme vu précédemment, l'environnement intrinsèque et extrinsèque du patient va avoir une influence sur la mesure (traitements médicamenteux, pathologies oculaires, état cognitif, environnement perturbant (local, personnes à proximité...)). Devant la multiplicité et la difficulté des facteurs pouvant être mesurés, il faut adapter un protocole rigoureux et séquencé pour mesurer l'effet escompté<sup>26</sup>.

Au-delà des effets complexes à mesurer pour la perception des émotions, des pistes de recherches restent à travailler. Les

évaluations chez l'enfant normo-entendant et malentendant restent à explorer et des outils d'évaluations à créer.

Enfin, étudier le type de perte (plate ou de type presbycusie) et l'expérience (ancienneté d'appareillage) des patients malentendants appareillés avec un nombre de sujets conséquents permettrait de comprendre les enjeux de l'amplification basse fréquence dans la perception de la prosodie.

## CONCLUSION

La perception de la prosodie est la clé d'une communication efficace. Les études présentées montrent qu'une diminution de l'audibilité rend les personnes malentendantes très vulnérables à la perte d'informations prosodiques, avec la subsistance de différences perceptives avec celle de sujets normo entendants. L'évaluation des déficits prosodiques chez les malentendants permet d'ouvrir diverses opportunités pour recherche, mais aussi d'améliorer l'évaluation clinique en s'intéressant à une problématique jusqu'alors sous-évaluée.

## RÉFÉRENCES

1. Ng SH, Bradac JJ. *Power in language: Verbal communication and social influence*. Thousand Oaks, CA, US: Sage Publications, Inc; 1993. x, 228 p. (*Power in language: Verbal communication and social influence*).

- 2. Mcroy S. Gillian Brown, *Speakers, Listeners, and Communication: Explorations in Discourse Analysis*. User Model User-Adapt Interact. 1 déc 2000;10:309-13.
- 3. Bolinger D. *Intonation and Its Parts: Melody in Spoken English*. Stanford: Stanford University Press; 1985. 436 p.
- 4. Shattuck-Hufnagel S, Turk AE. A prosody tutorial for investigators of auditory sentence processing. *J Psycholinguist Res*. 1 mars 1996;25(2):193-247.
- 5. Miller JL. Interactions in processing segmental and suprasegmental features of speech. *Percept Psychophys*. 1 mars 1978;24(2):175-80.
- 6. Nygaard LC, Herold DS, Namy LL. The Semantics of Prosody: Acoustic and Perceptual Evidence of Prosodic Correlates to Word Meaning. *Cogn Sci*. 2009;33(1):127-46.
- 7. Fischer N, Weber B, Riechelmann H. Presbycusis – Altersschwerhörigkeit. *Laryngo-Rhino-Otol*. juill 2016;95(7):497-510.
- 8. Niu Y, Chen F, Chen J. The effect of F0 contour on the intelligibility of Mandarin Chinese for hearing-impaired listeners. *J Acoust Soc Am*. 1 août 2019;146(2):EL85-91.
- 9. Banse R, Scherer KR. Acoustic profiles in vocal emotion expression. *J Pers Soc Psychol*. mars 1996;70(3):614-36.
- 10. Picou EM, Singh G, Goy H, Russo F, Hickson L, Oxenham AJ, et al. *Hearing, Emotion, Amplification, Research, and Training Workshop: Current Understanding of Hearing Loss and Emotion Perception and Priorities for Future Research*. *Trends Hear*. 2018;22:2331216518803215.
- 11. Katz J, Chasin M, English KM, Hood LJ, Tillery KL, éditeurs. *Handbook of clinical audiology* [Internet]. Seventh edition. Philadelphia: Wolters Kluwer Health; 2015 [cité 30 oct 2023]. 927 p. Disponible sur: <http://catdir.loc.gov/catdir/enhancements/fy1503/2014014240-d.html>
- 12. Gürses E, Türkyılmaz MD, Kalaycıoğlu C, Karabulut E, Bajin MD, Sennaroğlu L, et al. Evaluation of temporal and suprasegmental auditory processing in patients with unilateral hearing loss. *Auris Nasus Larynx*. oct 2020;47(5):785-92.
- 13. Goy H, Pichora-Fuller MK, Singh G, Russo FA. Perception of emotional speech by listeners with hearing aids. *Can Acoust [Internet]*. 25 août 2016 [cité 27 oct 2023];44(3). Disponible sur: <https://jcaa.caa-aca.ca/index.php/jcaa/article/view/2962>
- 14. Biap. *Recommandation biap 02/1 bis*. 1997. *Classification audiométrique des déficiences auditives*. Disponible sur: <https://www.biap.org/en/component/content/article/65-recommendations/ct-2-classification/5-biap-recommendation-021-bis>
- 15. Brasseur S, Grégoire J, Bourdu R, Mikolajczak M. The Profile of Emotional Competence (PEC): Development and Validation of a Self-Reported Measure that Fits Dimensions of Emotional Competence Theory. *PLOS ONE*. 6 mai 2013;8(5):e62635.
- 16. Belin P, Fillion-Bilodeau S, Gosselin F. The Montreal Affective Voices: A validated set of nonverbal affect bursts for research on auditory affective processing. *Behav Res Methods*. 1 mai 2008;40(2):531-9.
- 17. Legris E, Henriques J, Aussedat C, Aoustin JM, Robier M, Bakhos D. Emotional prosody perception in presbycusis patients after auditory rehabilitation. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis*. mai 2021;138(3):163-8.
- 18. Zekveld AA, Kramer SE, Festen JM. Cognitive load during speech perception in noise: the influence of age, hearing loss, and cognition on the pupil response. *Ear Hear*. août 2011;32(4):498-510.
- 19. Zekveld AA, Koelewijn T, Kramer SE. The Pupil Dilation Response to Auditory Stimuli: Current State of Knowledge. *Trends Hear*. 1 janv 2018;22:2331216518777174.
- 20. Oliva M, Anikin A. Pupil dilation reflects the time course of emotion recognition in human vocalizations. *Sci Rep*. 20 mars 2018;8(1):4871.
- 21. Christensen JA, Sis J, Kulkarni AM, Chatterjee M. Effects of Age and Hearing Loss on the Recognition of Emotions in Speech. *Ear Hear*. 2 janv 2019;
- 22. Bradley MM, Codispoti M, Cuthbert BN, Lang PJ. Emotion and motivation I: defensive and appetitive reactions in picture processing. *Emot Wash DC*. sept 2001;1(3):276-98.
- 23. Singh G, Liskovoi L, Launer S, Russo F. The Emotional Communication in Hearing Questionnaire (EMO-CHeQ): Development and Evaluation. *Ear Hear*. 2019;40(2):260-71.
- 24. Goy H, Pichora-Fuller MK, Singh G, Russo F. Acoustic analysis of emotional speech processed by hearing aids. *Can Acoust - Acoust Can*. 1 sept 2017;45:178-9.
- 25. Hess EH, Polt JM. Pupil size as related to interest value of visual stimuli. *Science*. 5 août 1960;132(3423):349-50.
- 26. Moulin A, Ferschneider M. Effort d'écoute et Pupillométrie en Audioprothèse. *avr 2019;32(2):14-7*.



Cabinet  
**BAILLY**

à votre écoute depuis  
plus de 110 ans

## ASSURANCES AIDES AUDITIVES PERTE • VOL • CASSE TOUS DOMMAGES

### Des garanties complètes

basées sur le prix de vente de l'appareil

Souscription d'une durée au choix pour **1 an ou 4 ans**

## GESTION SIMPLIFIÉE

Le cabinet BAILLY s'occupe de tout

Audioprothésistes, nous vous déchargeons de toute gestion de la souscription au règlement des sinistres.



## POUR TOUS

Le cabinet BAILLY est à l'écoute  
des enfants et des adultes

**CONTACTEZ  
NOUS**

À partir de  
**35€/an**

**99€ pour 4 ans**

🏠 5 rue Saint-Didier  
52600 HORTES

☎ 03 25 87 57 22

@ contact@ab2a.fr

📘 ab2a.bailly



### Auteur

Eric HANS

Audioprothésiste D.E  
Membre du réseau Enfants  
et Implants

Amplifon E HANS  
Montbéliard  
25200 MONTBELIARD

## LA PRISE EN CHARGE DES ENFANTS SOURDS A TROUBLES ASSOCIÉS : EXPÉRIENCE À PROPOS DE 3 CAS ATTEINTS DU SYNDROME DE SMITH-LEMLI-OPITZ (SLOS)

En présence d'un syndrome génétique rare, SMITH-LEMLI-OPITZ (SLOS), l'auteur envisage l'approche particulière des enfants malentendants à troubles associés. C'est pourquoi cet article se propose d'aborder leur prise en charge audioprothétique, les enjeux et réalités de l'appareillage pédiatrique au long cours, et surtout l'accompagnement parental dans une guidance pluridisciplinaire.

### DESCRIPTION DU SYNDROME

Le syndrome de Smith-Lemli-Opitz (SLO) est une maladie poly-malformative, de transmission autosomique récessive, lié à un déficit en 7-déhydrocholestérol-réductase (7DHCR), enzyme de la chaîne de synthèse endogène du cholestérol. Il est caractérisé par un développement lent du fœtus qui se poursuit après la naissance. Bien qu'apparue au début des années soixante, elle n'a été identifiée et décrite qu'à partir de 1997. La prévalence varie selon les auteurs, de 1 sur 40000 (en Europe) ou 60000 (Amérique du Nord) naissances. Cependant les cas présentant une surdité associée sont encore plus rares, peut-être quelques centaines dans le monde, voire moins.

Cette anomalie associe principalement une dysmorphie faciale, une syndactylie 2-3, une polydactylie essentiellement post-axiale et des anomalies génitales avec ambiguïté sexuelle. D'autres malformations fréquentes concernent aussi des microcéphalies, dysmorphies crâniennes (déformation de la mâchoire, philtre, palais, fente palatine, implantation basse des pavillons). Des troubles du comportement liée à l'agressivité envers autrui ou de type auto-mutilatoires sont décrits dans 50% des cas en rapport avec la sphère autistique. On évoque également des problèmes ophtalmologiques (cataracte et photosensibilité), des cardiopathies, l'holoprocéphalie (absence de séparation du cerveau en deux hémisphères et deux ventricules responsable du retard intellectuel) et parfois la maladie intestinale de Hirschsprung.

« Le syndrome de Smith-Lemli-Opitz (SLO) est une maladie poly-malformative, de transmission autosomique récessive, LIÉ À UN DÉFICIT EN 7-DÉHYDROCHOLESTÉROL-RÉDUCTASE (7DHCR), ENZYME DE LA CHAÎNE DE SYNTHÈSE ENDOGÈNE DU CHOLESTÉROL. »

Enfin la surdité même si elle n'est pas systématique s'exprimera selon l'âge du diagnostic en un degré moyen-sévère à profond, et si elle n'est pas cataloguée évolutive notre cas le plus ancien a vu sa perte auditive passer de sévère à profonde.

Des études ont comparé sur 61 cas l'association d'une statine et d'un traitement anticholestérol à une supplémentation en cholestérol seule. En 2022, il n'existe pas de données probantes des effets potentiels des statine chez les personnes atteintes du syndrome de Smith-Lemli-Opitz (SLO) concernant la survie ou la qualité de vie, et trop peu de données probantes des effets sur les manifestations neurocomportementales (BALLOUT RA, LIVINSKI A. et all.).



Crédit photos : [slo.org/jpedhc.org](http://slo.org/jpedhc.org)

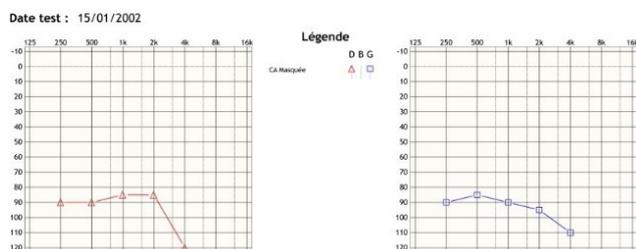
## CAS CLINIQUES

### CAS n°1

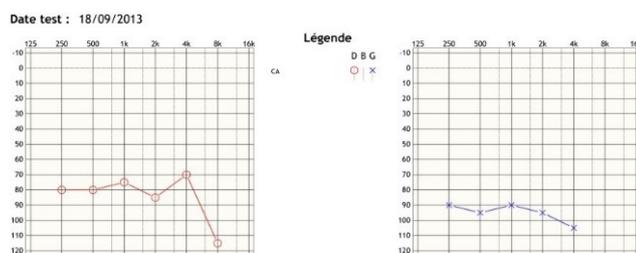
C, homme de 54 ans à l'heure actuelle, la surdité bilatérale sévère a été diagnostiquée en 1975 (à l'âge de 5 ans) et le Syndrome SLO a été diagnostiqué très tôt pour ce cas en France, puisqu'il a pu être confirmé vers 1999. Des antécédents du côté paternel sont connus, de sérieux problèmes ophtalmiques sont associés ainsi que des troubles neurologiques perturbants ; nous indiquons qu'il constitue notre premier cas et que, pour l'anecdote, à partir de l'âge de 30 ans, la prise d'empreintes posait un tel souci qu'elle déclenchait dans notre cabine des crises d'épilepsie systématiques. Il a fallu pendant une décennie pratiquer cet acte sous anesthésie générale, que l'on couplait si possible avec d'autres soins de la sphère ORL en clinique.

Des complications des troubles liés à cette maladie (ophtalmiques, intellectuels, intestinaux, de la marche) entravent parfois le suivi de ce sympathique patient, très organisé, à la limite des troubles obsessionnels compulsifs, mais il participe toujours volontiers à l'ensemble des tests exigés. La surdité a évolué au fil des appareillages successifs depuis bientôt 50 années vers une surdité profonde bilatérale quasi symétrique avec de moins de bonnes performances vocales sur l'oreille gauche. Les aides auditives sont employées de façon continue depuis l'origine pour une utilisation quotidienne de 12 heures.

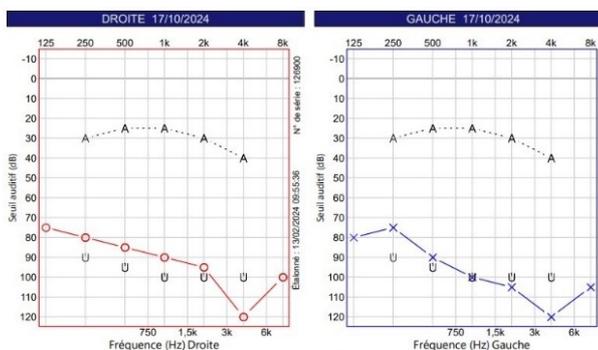
### Cas n° 1



**Audiogramme tonal de 2002**



**Audiogramme de 2013**



**Gain prothétique tonal de 2024**

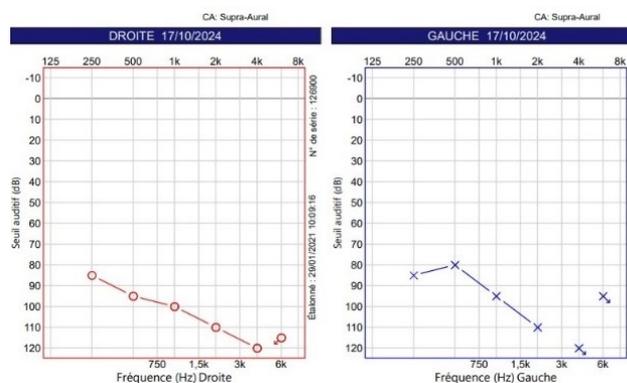
Le score vocal en bicaudal appareillé dans le calme donne un SRT à 48 dB, et un SRT à 52 dB de chaque côté en monaural. L'intelligibilité dans le bruit est non mesurable, le test étant perçu comme irréalizable.

### CAS n°2

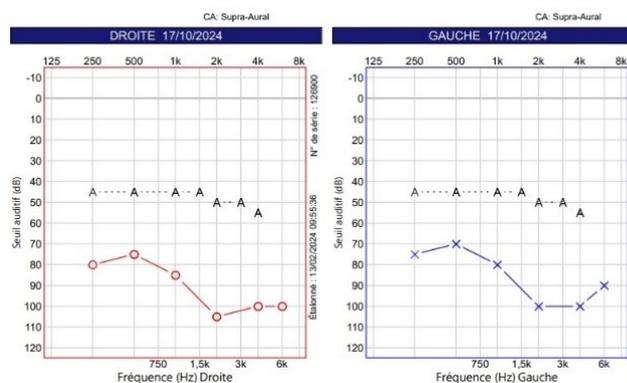
N, homme de 22 ans à ce jour, le Syndrome SLO a été diagnostiqué en 2006 (à l'âge de 4 ans), dans les antécédents, on note une anesthésie générale en 2018 (ablation de dents de sagesse), les encadrants de l'IME constatent comme les parents qu'à partir de janvier 2021 le jeune homme, qui répondait à l'appel de son prénom, participait aux discussions familiales dans une certaine mesure et dans un temps limité, connaissait les noms des personnages de ses jeux (de cartes ou vidéos), n'émet plus de productions vocales. En mars 2021, le médecin ORL pédiatrique constate une surdité bilatérale sévère asymétrique (avec présence d'un Rinne de 35-40 dB sur les fréquences 250 et 500 Hz), une déficience gauche pourrait être installée depuis bien plus longtemps. L'appareillage bilatéral rapidement mis en place en avril 2021 avec des contours surpuissants révèle un premier gain avec des seuils oscillant entre 40 et 60 dB car le conditionnement se met en place à chaque séance, avec une participation limitée à quelques minutes, un refus du tour de rôle, la désignation d'images et la répétition de mots approchant ceux connus s'installe sur toute l'année.

En audiométrie comportementale, les réponses sont plutôt faibles pour la recherche des seuils d'inconfort qui nous imposent une certaine prudence dans la prescription de notre amplification. N est réticent face au changement ou la nouveauté, tant de matériel que des activités proposées, il faut en tenir compte et éviter de le contrarier : la séance doit commencer et se terminer par un test qu'il réussit, on évite de générer avec ces sujets tout conflit et même tout échec d'obtention de sa participation. Sept visites ont été réalisées dans l'année initiale, la confiance entre testé et testeur, si elle

### Cas n° 2



**1er audiogramme au casque TDH 39 en 2021**



**Gain prothétique tonal en 2024**

demeure fragile, permet d'accroître le temps de port (qui passe de quelques heures à 12 heures quotidiennes actuellement). Le travail des éducateurs de l'IME aide à l'acceptation, car le jeune adulte ne s'habitue que par étapes à l'élargissement de sa dynamique résiduelle (l'excuse de bruits de la nature, des animaux de ferme qui sont sa principale passion, entraîne un usage non permanent).

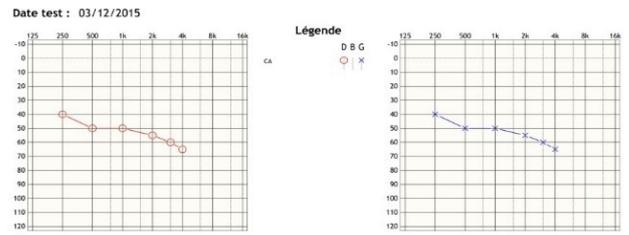
Sur le versant compréhension de la parole, son orthophoniste note que les performances sont bonnes tant avec des mots que des phrases simples dans le silence, avec un score 92 % de reconnaissance sans lecture labiale sur l'oreille droite ou en binaural, la gauche ayant des résultats moindres malgré une relative dissymétrie tonale. Nous obtenons un SRT à 60 dB les deux oreilles appareillées. Au final il accède à une meilleure autonomie, gère lui-même son appareillage ; même s'il refuse de pratiquer des tests avec l'appareil gauche seul qu'il porte parfois moins que la droite (d'où peut-être une antériorité de surdité sur cette oreille), il peut exprimer ce qu'il entend lorsqu'il fait des stages ou s'intègre davantage dans la vie familiale. Il dispose ainsi d'un flash lumineux comme avertisseur de sonnette de porte d'entrée, nous nous sommes posés l'intérêt d'un microphone HF pour les activités à l'IME, et l'équipe pluridisciplinaire ne retient pas pour l'instant d'indication cochléaire, mais pourrait proposer un second mode de communication (gestuel) éventuellement dans un futur proche.

**CAS n° 3 :**

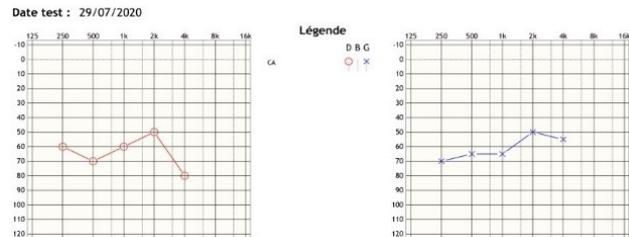
R, enfant de 1 an lors de la prise en charge en 2015, le Syndrome SLO a fait l'objet d'un diagnostic néonatal, confirmé par des PEA néonataux. Il est prématuré de 3 semaines et né par césarienne, la craniosténose est marquée, une fente palatine a été opérée à l'âge de 11 mois, une gastrostomie est mise en place en avril 2015 qui demandera un suivi et des hospitalisations très fréquentes, contrariant le suivi ORL et audioprothétique. Les cinq premières années d'appareillage se dérouleront sous le rythme des problèmes de santé récurrents, entrecoupés d'hospitalisations régulières, ainsi que de séjours en institut spécialisé à l'étranger pour de la kinésithérapie respiratoire et surtout des difficultés importantes sur le plan alimentaire avec une incapacité à mastiquer puis à croquer. Des épisodes d'otites sérumuqueuses nécessitant la pose d'aérateurs transtympaniques à deux reprises, rendant le suivi audioprothétique aléatoire. Des séances d'orthophonie pour la sensibilisation et l'éducation au monde sonore sont assurées mais l'enfant ne développera pas de langage mais débute la communication en LSF.

Sur l'aspect de nos tests, le déroulement n'est pas aisé, l'enfant refuse tout d'abord le casque ou le vibreur ; l'audiométrie comportementale n'indique pas de participation du jeune garçon, seul l'observation fine des mimiques ou du changement du regard peuvent renseigner sur la perception des différents signaux sonores réactogènes possibles. A noter que les seuils d'inconfort ne peuvent être précisés, le sujet ne montrant aucune réaction typique attendue. Le port des aides auditives pour cette surdité bilatérale moyenne quasi symétrique ne permettra pas au bout de six années une utilisation suffisante pour véritablement affirmer que l'usage apporte un bénéfice quelconque. Finalement face à cet échec malgré divers moyens mis en œuvre, nous perdons le contact avec cette famille.

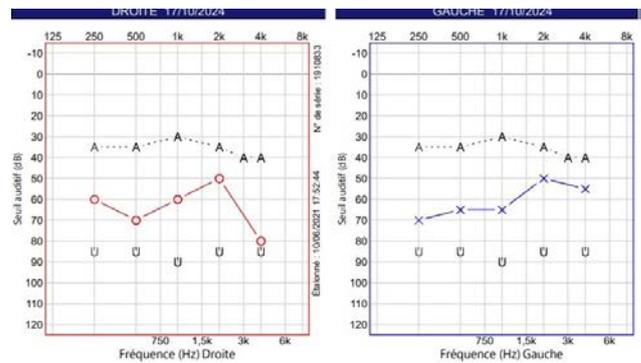
**Cas n° 3**



**Audiogramme tonal au casque 2015**



**Audiogramme tonal au casque 2020**



**Dernier gain prothétique tonal en 2021**

**PRECONISATIONS LORS DE L'AUDIOMETRIE COMPORTEMENTALE**

Il faut considérer pour les sujets présentant des troubles associés multiples un distinguo entre pluri-handicaps et polyhandicaps. En effet ce syndrome, s'il affecte plusieurs organes et a des répercussions cognitives sérieuses, il est indéniable que ses affections ont une incidence non négligeable sur la surdité et sa prise en charge. Ainsi des pathologies de la communication (troubles du comportement, de la personnalité, troubles du spectre autistique, voire des psychoses associées) vont affecter la compréhension des consignes ; c'est particulièrement observé dans les cas d'IMC, de déficits intellectuels, de troubles moteurs lourds (comme les myopathies), para- ou hémiplegies) et l'appréhension des gestes à faire ou des actes à produire (répétition de mots ou désignation).

L'approche reste individuelle, on commence toujours par laisser l'enfant ou l'adolescent par faire ses investigations des lieux d'examen, puis on l'amène à s'insérer dans un jeu de conditionnement simple où le testeur apparaît comme un banal acteur de l'activité proposée.

Il ne faut pas tenir compte de l'âge biologique mais plutôt de l'âge mental (apprécié par un psychologue, une psychomotricienne, l'orthophoniste, un neuropsychiatre) dans proposition des activités.

La précision des seuils audiométriques, en binaural comme oreille séparée, restera une tâche complexe ; souvent on assiste à un refus du port du casque ou du vibreur et l'essai d'une audiométrie aux inserts peut se révéler paradoxalement moins invasive à l'enfant pour peu que l'on fasse au préalable la démonstration sur un tiers ou une peluche adaptée. L'audiométrie vocale souvent irréalisable, ou plus tard, consistera au début en une désignation d'images, puis en une répétition de mots issues de listes infantiles ; plus tard les tests de phrases paradoxalement seront plus difficiles à pratiquer, et en présence de bruits perturbants le patient exprimera son refus d'y participer, l'exercice étant soit non compris soit irréalisable.

En général, l'attention lors des tests prothétiques reste fugace, labile, la confiance difficile à recueillir.

Pour la validation de quelques points, le testeur fera preuve d'assurance, d'empathie, de rapidité dans l'exécution de ses tests. Les relevés pour les basses fréquences sont parfois majorés par des affections d'oreille moyenne (problème rencontré dans les cas de trisomies par exemple).

On conseille de ne jamais tester seul dans l'espace clos voire borgne de la cabine audiométrique : valider ses observations avec un membre de l'équipe n'est pas inutile, cela peut rassurer à la fois le jeune patient et aussi les parents.

Si l'opérateur doit demeurer seul dans sa consultation, il peut s'avérer prudent de laisser la porte entrouverte afin d'éviter tout sentiment de claustrophobie, d'anxiété prononcée allant jusqu'à l'angoisse subite. Maintenir un climat de calme visible avec des adolescent(e)s pour éviter toute sensation d'ingérence dans son espace vital ou encore l'expression ultérieure de fabulations « d'agressions » touchant à l'intimité.

### RECOMMANDATIONS EN PRESENCE DE TROUBLES ASSOCIÉS

#### 1 - Liées au choix prothétique

Quel que soit le degré de surdité, on optera pour des contours avec une variabilité élargie du dosage des algorithmes de traitement de la compression, avec un minimum d'organes de commande activés, un logement de pile verrouillable (sécurité tiroir) même si l'enfant a plus de trois ans, et une cordelette de fixation aux vêtements ; l'adjonction d'un système HF n'est ni recommandé ni indispensable. Il est prudent de prévoir une réserve de gain suffisante en cas de modification de diagnostic ou d'aggravation ultérieure unilatérale ou bilatérale non prévisible.

Quant aux embouts la matière silicone préconisée sera en dureté 40 ou 60 shores par précaution avec un enfant, un adolescent ou un adulte en présence d'actes d'auto-agressivité.

#### 2 - Liées à l'audioprothésiste

Lors de la prise d'empreintes puis de la pose d'embouts, il y a nécessité pour le praticien d'opérer dans un calme exemplaire, sans quelque agitation, les enfants à troubles associés requérant une attention supplémentaire et une vigilance accrue.

La recherche de seuils de détection risque de se faire sans trop d'exactitude, il faut parfois se contenter de parcourir le plus de canaux fréquentiels sans s'attarder à vouloir relever un niveau précis validé deux fois de suite comme on le ferait pour un enfant porteur du seul déficit auditif. C'est aussi pour cette raison que l'on commencera et terminera une séance par une fréquence-test donnant une réponse nette dans le but d'encourager ou féliciter l'enfant pour sa bonne participation ou la rapidité de sa réponse.

Le professionnel de santé affichera une certaine neutralité lors du pronostic d'efficacité prothétique aux parents impatientes du résultat (nous leur rappellerons que nous exerçons sous la seule obligation de moyens).

Il nous faut apprécier les premiers aspects psychologiques de la famille : le deuil de l'enfant entendant est encore non assimilé, y a-t-il un refus des parents face à l'apparence des appareils (vécus comme des stigmates du handicap), récusent-ils les remarques des professionnels, car on comprendra que le handicap neurosensoriel est normalement jugé inacceptable par les parents sous l'effet d'un sentiment de culpabilité.

#### 3 - Liées à la guidance parentale

Le caractère difficilement supportable du pluri-handicap, accompagné de l'annonce ou confirmation du diagnostic de la surdité, souvent décalé dans le temps entraîne un effet à retardement ou à répétition des mauvaises nouvelles qui rend l'acceptation de cette dernière déficience toujours plus longue, plus douloureuse.

Cela conduit à se tenir informé et rendre compte auprès de l'équipe pluridisciplinaire (suivi CHU, suivi centre guidance infantile, suivi institut spécialisé) des évolutions de l'état auditif. Il nous faut prévoir de réexpliquer les étapes de l'appareillage, les enjeux, les limites aux parents, au fil du temps, avec d'autres éléments de langage (délivrer des informations claires et complètes au fil des consultations).

Envisager et informer les parents dès le début d'un éventuel changement appareils ou renouvellement anticipé en cas de fausse piste de diagnostic, d'aggravation, de résultats discordants entre gain mesuré à la chaîne de mesures, le gain d'insertion, le gain en champ libre, et le gain utile ou nécessaire pour accéder au décodage de la parole.

Nous resterons suffisamment encourageant pour le déroulement des séances personnalisées (prévues plus nombreuses) et en même temps, on pourra apparaître évasif quant au pronostic réel de réhabilitation (l'appareillage, même s'il en tire profit, n'améliorera pas ses capacités intellectuelles).

Les soutenir moralement dans les phases de régression des acquisitions, ou de majorations des autres troubles. Des affections associées souvent ne présentent pas de traitements appropriés ou réparateurs (myopathies, épilepsies...). Il subsiste un certain nombre de problèmes spécifiques à gérer à côté pour les parents : des troubles alimentaires (anorexie, boulimie, obésité, déglutition, ptyalisme, reflux œsophagien), des ingestions anormales et volontaires de corps étrangers, défaut du contrôle sphinctérien...qui peuvent gêner ou rallonger le déroulement des consultations.

La gestion de la douleur, des troubles sommeil, troubles neurologiques et psychologiques, hétéro-agressivité ou l'automutilation, demeurent autant de soucis additionnels qui ajoutent à l'anxiété familiale.

La relation humaine entre les intervenants sera déterminante pour le devenir auditif de ce type de patient ; notre expérience et nos limites se mettent au service de leur écoute, de leurs interrogations, de leurs craintes, de leurs espoirs aussi. Face quelquefois à l'avidité du résultat immédiat, ces parents risquent de nous placer dans une demande forte d'obligation de réussite. On s'orientera davantage vers une délivrance de messages positifs : « voici ce qu'il entend déjà, ce qu'il entend encore, ce qu'il peut capter. Il a progressé depuis le renouvellement avec une intensification de la rééducation orthophonique... »

Ne pas hésiter à replacer sur les attentes objectives, tout en les encourageant et les félicitant pour avoir su observer des progrès. Apprécier l'évolution de l'acceptation psychologique dans les échanges du trio Parent – Enfant- Audioprothésiste influe sur la validité du conditionnement, la nature et la précision des réponses.

### CONCLUSION

Comme on l'a vu, l'approche d'enfants ou d'adultes à troubles associés d'une maladie à répercussions, empêchant l'exécution nécessaire et suffisante des actes audioprothétiques, n'est pas sans perturber le professionnel de santé s'il n'était pas patient, attentif, disponible et engagé à répondre aux attentes de l'entourage pour participer au développement global ou à minima de la communication de ces sujets atypiques. C'est d'autant plus frustrant quelquefois, que nous mettons tous nos moyens humains, techniques, matériels, pour un résultat qui ne se montre pas assez probant pour les parents comme pour les autres professionnels accompagnant ces patients sur de longues périodes. Il peut arriver souvent dans les surdités syndromiques que les autres thérapeutiques n'améliorent pas la santé et le quotidien de la personne soignée, et il faut nous préparer comme dans le cas n°3 à ce que les soins prioritaires nuisent au bon déroulement de nos consultations et de nos objectifs.

L'audioprothésiste pédiatrique en charge de patients malentendants à troubles associés s'apparente finalement à un être constitué de sensibilité, d'intuition, d'analyses fines obtenues par synthèses successives de ses observations ; il sait déceler les fausses réponses, mesurer ses affirmations en appréciant ses doutes, et construire sa conviction pour affirmer au final son pronostic, sûr et déterminé.

### RÉFÉRENCES

- *Smith-Lemli-Opitz Syndrome* : NOWACZYK MJM, WASSIF CA. 1998 Nov 13 [Updated 2020 Jan 30]. In: Adam MP, Feldman J, Mirzaa GM, et al., editors. *GeneReviews*® [Internet]. Seattle (WA): University of Washington, Seattle; 1993-2024.
- *Le syndrome de Smith-Lemli-Opitz* : NOWACZYK MJM, *Le Programme Canadien De Surveillance Pédiatrique*, 2001.
- *Smith-Lemli-Opitz Syndrome* : SANGHERA AS, ZEPPIERI M.. [Updated 2024 Jan 11]. In: *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK599510/>
- *Statins for Smith-Lemli-Opitz Syndrome* : BALLOUT RA, LIVINSKI A, Fu Y-P, STEINER RD, REMALEY AT. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2022, Issue 11. Art. No.: CD013521. DOI: 10.1002/14651858.CD013521.pub2.
- *L'acquisition du langage chez l'enfant sourd*. LEYBAERT J., Solal Editeur, 345 pages, 2005.
- *L'Enfant Sourde, Communication et Langage*. CLERBAUT N. & LEPOUT-FROMENT C., De Boeck Université Editeur, 672 pages, 1999.
- *Les Surdités Génétiques de l'Enfant*. BOSCHETTI R., MORGON A., Masson Editeur, 185 pages, 1978.
- *Psychologie de l'enfant sourd*. COLIN D., Masson Editeur, 95 pages, 1978.



**Dispositifs médicaux normalisés :**  
**Embouts, micro-embouts, coques d'intra.**  
**Protections auditives et EPI sur mesure.**  
**Réparations électroniques pour appareils**  
**toutes marques.**  
**Distribution de petites fournitures.**

En conformité avec le règlement européen 2017/745 sur les dispositifs médicaux

Groupe Olbinski - 85 rue de Cambrai  
59500 Douai - 03 27 95 53 53  
[secretariat@groupe-olbinski.com](mailto:secretariat@groupe-olbinski.com)  
[www.groupe-olbinski.com](http://www.groupe-olbinski.com)





## LA SOLUTION NOMADE WIDEX PLUS SMART QUE JAMAIS...

### WIDEX **SMARTRIC™**



**Meilleure compréhension de la parole dans le bruit** grâce à sa nouvelle forme novatrice, qui offre un positionnement optimal sur l'oreille et une meilleure directionnalité.



**Plus de confort au quotidien** avec le repositionnement du nouveau bloc microphones, améliorant les performances dans le vent et les bruits de contact.



**Utilisation facile du produit** grâce à des indicateurs LED simples et fiables.



**Solution offrant la plus longue autonomie** du marché grâce à la performance optimisée et prolongée de la batterie de l'aide auditive et le nouveau chargeur nomade au design haut de gamme offrant plus de 7 jours de tranquillité sans devoir se brancher sur secteur.

# WIDEX

UN SON COMME AUCUN AUTRE



## Auteurs

Amandine FAURE<sup>1</sup>,

Comité de rédaction  
scientifique Audika

Melissa MACASKILL<sup>1</sup>,

Nara VAEZ<sup>1</sup>,

Christian RÉNARD<sup>2,3</sup>,

Jérôme ANDRÉ<sup>3</sup>,

Natalie LOUNDON<sup>1</sup>

1. Centre de Recherche en  
Audiologie Pédiatrique  
de l'Hôpital Necker, Paris,  
France

2. Service d'Otologie et  
d'Otoneurologie, Hôpital  
Salengro, CHU Lille,  
Université de Lille, Lille,  
France

3. Laboratoire d'Audiologie  
RENARD, Lille, France

## Mots clés :

IMPLANT COCHLÉAIRE,  
SURDITÉ, RÉGLAGES,  
ENFANTS, BEPPI-S

# VALIDATION D'UNE VERSION SIMPLIFIÉE DE LA BATTERIE D'ÉVALUATION PERCEPTIVE DU PATIENT IMPLANTÉ (BEPPI-S) POUR OPTIMISER LES RÉGLAGES D'IMPLANT COCHLÉAIRE CHEZ L'ENFANT

**OBJECTIF** : L'objectif de cette étude est de mettre en évidence la relation entre les scores obtenus sur une version simplifiée de la Batterie d'évaluation perceptive du patient implanté (BEPPI-S) et les performances auditives mesurées en audiométrie vocale.

**MATÉRIEL ET MÉTHODE** : Nous avons mené une analyse rétrospective de 42 dossiers de patients implantés cochléaires suivis entre le 01/01/2023 et le 30/06/2023. Tous les enfants inclus ont bénéficié d'une évaluation par une version simplifiée du test BEPPI (BEPPI-S), qui se compose de deux épreuves. Chaque patient a été soumis à une audiométrie tonale et vocale, où les seuils moyens en audiométrie (dB) et le seuil de réception de la parole ont été mesurés. Une évaluation à l'aide du Frasimat (Prang et al., 2021) a également été réalisée, les scores étant présentés en dB RSB. Les scores obtenus pour chaque épreuve du BEPPI-S ont été comparés aux seuils moyens en audiométrie tonale et vocale, ainsi qu'aux résultats du FraSimat. Le test de Pearson a été utilisé pour déterminer la corrélation entre les épreuves du BEPPI-S, l'audiométrie tonale, la perception de la parole dans le silence et dans le bruit.

**RÉSULTATS** : Les résultats montrent une corrélation positive entre le BEPPI-S, qui mesure la perception de la sonie, et l'audiométrie vocale. De plus, une corrélation négative a été observée entre l'épreuve de sensation de la sonie (BEPPI-SS) et les seuils audiométriques avec implant. Les mêmes tendances sont observées pour l'épreuve de détection du delta fréquentiel (BEPPI-DF).

**CONCLUSION** : Le test BEPPI -S démontre une sensibilité intéressante pour identifier les réglages non optimisés des implants cochléaires. Ce test pourrait être intégré dans la pratique courante pour le réglage des implants chez l'enfant.

## 1. INTRODUCTION

L'implant cochléaire est un dispositif médical qui offre une solution auditive avancée pour les personnes souffrant de surdité sévère à profonde. Contrairement aux appareils auditifs traditionnels qui amplifient les sons, l'implant cochléaire stimule directement le nerf auditif. L'implant se compose de plusieurs composants essentiels, notamment un microphone externe, un processeur de parole et un faisceau d'électrodes implanté dans la cochlée. Ce faisceau d'électrodes est un élément clé du système, permettant la conversion des signaux sonores en impulsions électriques.

Le faisceau d'électrodes d'un implant cochléaire se compose de 12 à 22 électrodes. Chaque électrode est responsable du

codage des entrées sonores dans une bande de fréquence différente, permettant une représentation fidèle des sons perçus. Lorsque le processeur de parole capte l'entrée acoustique, il sélectionne un ensemble de 8 à 12 électrodes pour stimuler le nerf auditif simultanément, recréant le signal sonore de manière aussi naturelle que possible.

Le réglage d'un implant cochléaire, appelé "MAP", joue un rôle crucial dans l'efficacité du dispositif (Dawson et al., 1997; Sainz et al., 2003). Le MAP consiste en une collection de valeurs de stimulation minimales et maximales pour chaque électrode. Ces valeurs sont appelées respectivement les niveaux T (seuil de stimulation minimal) et les niveaux C ou M (niveaux de confort ou maximum), avec la différence entre ces valeurs qui définit la gamme dynamique de l'implant.

Afin de déterminer les valeurs optimales de stimulation, les spécialistes s'appuient à la fois sur des mesures objectives et subjectives. Les mesures objectives, telles que la mesure des eCAP (compound action potential électrique) et l'eSRT (réflexe stapédien électrique), fournissent des données initiales pour estimer les valeurs de stimulation appropriées (de Vos et al., 2018; Shallop, 1997). Cependant, l'affinage du réglage nécessite des mesures comportementales et subjectives pour garantir une expérience auditive optimale (Vaerenberg et al., 2014)

La détermination des niveaux T et C repose souvent sur des tests subjectifs, car les réponses des patients peuvent varier en fonction de leur perception des sons. Le seuil T, par exemple, est mesuré à l'aide d'une procédure de recherche de seuil, où chaque électrode est stimulée individuellement avec des variations de niveau de stimulation. Le seuil C ou M, en revanche, est déterminé par le jugement subjectif du patient concernant le confort auditif.

Ces mesures subjectives, bien qu'essentielles, comportent un degré de variabilité. Cette variabilité découle des différences individuelles dans les capacités des patients à exécuter et à comprendre les tests auditifs avec précision. Les informations provenant de l'audiométrie tonale et vocale, ainsi que le bilan orthophonique, sont utilisées pour évaluer la qualité de la perception auditive. Cependant, une perception de la parole limitée peut indiquer que le réglage du MAP n'est pas optimal, mais elle ne fournit pas toujours des indications claires sur les ajustements à faire.

Pour aborder les défis liés à l'évaluation de la perception auditive, les laboratoires d'audition Renard ont développé la **Batterie d'Évaluation Perceptive du Patient Implanté (BEPPI)**. Cette batterie de tests perceptuels, adaptée du PEPA-IR (André, 2017) vise à caractériser la perception de différents indices nécessaires à la compréhension de la parole. Elle évalue notamment la *perception de la sonie*, qui est cruciale pour la perception de la prosodie, ainsi que la perception des transitions formantiques, essentielles pour la discrimination des phonèmes.

Le BEPPI a été développé pour évaluer subjectivement les bandes fréquentielles pour chaque électrode. Plus précisément, la perception de la sonie, la perception des variations d'intensité et de fréquence sont évaluées électrode par électrode. Lors de la réalisation du BEPPI, le patient obtient un score global sur chaque épreuve. Les scores élevés indiquent une meilleure performance dans le domaine testé.

Le **BEPPI (Batterie d'Évaluation Perceptive du Patient Implanté)** est une batterie de tests conçue pour mesurer la perception des indices essentiels à la compréhension de la parole (Crouzet, n.d.), indépendamment des aspects phonologiques et lexicaux. Son objectif principal est de fournir aux audioprothésistes des informations directement exploitables pour le réglage des implants cochléaires. Le test se concentre sur le **traitement acoustico-phonétique**.

Il utilise sept épreuves distinctes pour évaluer ces capacités perceptuelles. Chaque épreuve est spécifiquement conçue pour évaluer un aspect particulier du traitement de la parole, offrant ainsi une évaluation exhaustive et détaillée des compétences perceptuelles des individus. Les épreuves comprennent :

- **Détection** : Évaluer la capacité à détecter des sons dans différentes fréquences.
- **Sonie** : Mesurer la perception de l'intensité sonore.
- **Perception des deltas d'intensité et fréquentiels** : Analyser la capacité à percevoir des changements dans l'intensité et la fréquence.

- **Segmentation temporelle** : Évaluer la capacité à segmenter les sons dans le temps.
- **Simulations de transitions formantiques** : Analyser la perception des transitions entre les phonèmes.
- **Analyse de scènes** : Évaluer la capacité à analyser des scènes auditives complexes.

Le BEPPI a été utilisé de manière sélective chez des patients dans toute la France. Cependant, la longueur et la complexité du BEPPI peuvent rendre difficile son intégration dans la routine clinique.

Dans cette étude, deux épreuves centrales du BEPPI ont été sélectionnées pour être testées dans une population pédiatrique. L'objectif de ce projet est de déterminer si cette sélection des mesures du BEPPI (BEPPI-S) est pertinente pour permettre d'évaluer subjectivement la pertinence du réglage chez des enfants implantés.

## 2. MÉTHODE

Cette étude est basée sur une analyse de patients implantés cochléaires ayant réalisé le BEPPI-S entre le 01/01/2023 et le 30/06/2023 dans le service ORL de l'Hôpital Necker enfants malades. Les résultats obtenus sur le BEPPI-S, le FraSimat, ainsi que les seuils en audiométrie tonale et vocale en condition appareillée ont été analysés et comparés.

Pour les patients ayant bénéficié d'une implantation bilatérale séquentielle, l'analyse des tests vocaux effectués avec l'implant cochléaire le plus récent a été prise en compte.

### 2.1 Population

L'étude a inclus 42 enfants âgés de 10 ans ou plus, qui avaient été implantés depuis plus de 12 mois avec un implant de marque Cochlear®. Ces enfants présentaient soit une implantation unilatérale, soit une implantation bilatérale séquentielle. Voici les critères de sélection :

- **Âge** : 10 ans ou plus.
- **Durée d'implantation** : Implantation depuis plus de 12 mois.
- **Type d'implantation** : Unilatérale ou bilatérale séquentielle.
- **Marque de l'implant** : Cochlear®.
- **Absence de troubles associés** : Aucun trouble cognitif ou neurologique.

#### 2.1.1 Caractéristiques démographiques

Variable	Valeur
Nombre total de patients	42
Âge moyen	12,3 ans (± 1,5)
Sexe	24 garçons, 18 filles
Type d'implantation	26 unilatéraux, 16 bilatéraux
Durée moyenne d'implantation	18,4 mois (± 3,2)

Tableau 1 : Résumé des caractéristiques démographiques des participants

### 2.2 Matériel

#### 2.2.1 Le BEPPI-S

Le BEPPI-S est une version simplifiée du BEPPI qui se concentre sur deux épreuves principales, adaptées pour une population pédiatrique, en réduisant la charge cognitive et en améliorant l'engagement des enfants. Les épreuves sélectionnées pour le BEPPI-S sont :

**BEPPI-SS (Sensation de Sonie) :** Cette épreuve évalue la perception de l'intensité sonore chez les enfants. Les enfants sont exposés à des stimuli sonores de différentes intensités et doivent indiquer leur perception de la sonie en utilisant une échelle visuelle adaptée.

**Description de la réalisation du test BEPPI-SS**

1. **Présentation des Stimuli :** Les stimuli sonores sont présentés à l'enfant à travers des écouteurs ou en champ libre.
2. **Échelle Visuelle :** Une échelle visuelle de sonie, souvent représentée par des visages souriants allant de très faible à très fort, est utilisée pour recueillir les réponses des enfants.
3. **Réponse de l'Enfant :** L'enfant indique la perception de l'intensité sonore en pointant sur l'échelle visuelle.
4. **Analyse des Résultats :** Les résultats sont analysés pour évaluer la précision et la sensibilité de l'enfant à détecter les changements d'intensité sonore.

**BEPPI-DF (Analyse de Delta Fréquentiel) :** Cette épreuve évalue la capacité des enfants à percevoir des variations dans la fréquence sonore.

**Description de la réalisation du test BEPPI-DF :**

1. **Présentation des Stimuli :** Des paires de stimuli sonores sont présentées à l'enfant, où chaque paire contient une variation fréquentielle spécifique.
2. **Tâche de Discrimination :** L'enfant doit identifier si les deux stimuli sont identiques ou différents.
3. **Échelle de Réponse :** Une échelle simple de même/différent est utilisée pour faciliter la réponse.

4. **Analyse des Résultats :** Les résultats permettent de déterminer la capacité de l'enfant à percevoir et discriminer les changements de fréquence.

**2.2.2 Le Matrix Français Simplifié (Fra-SIMAT)**

Le Matrix Français Simplifié (Fra-SIMAT)(Prang et al., 2021) est un test adaptatif qui mesure l'intelligibilité de la parole dans le bruit, essentiel pour évaluer la performance auditive dans des conditions réalistes. Ce test est constitué de 14 phrases de 3 mots, enregistrées en présence d'un bruit de fond constant.

**Description de la réalisation du test FraSimat :**

1. **Présentation des Phrases :** Les phrases sont présentées en présence d'un bruit de fond à un niveau fixe de 65 dB HL.
2. **Tâche de Répétition :** L'enfant doit répéter chaque phrase à voix haute.
3. **Adaptation du Niveau de Parole :** Le niveau de parole est ajusté en fonction des réponses de l'enfant pour évaluer l'intelligibilité dans le bruit.
4. **Condition de Test :** Le test est réalisé en champ libre, permettant à l'enfant d'utiliser son implant cochléaire.
5. **RSB (Rapport Signal sur Bruit) :** Le résultat est exprimé par le RSB auquel l'enfant est capable d'identifier correctement 50% des mots présentés.

**Entraînement Pré-Test :**

- **Liste de Phrases à RSB Constant :** L'enfant réalise un entraînement avec une liste de phrases présentées à un RSB constant et supra-seuil.



Créée par deux audioprothésistes, hearing space est conçue pour permettre aux professionnels de santé de réaliser les tests audiométriques de manière intuitive et enrichir l'expérience patient.

Parfaitement intégrée à Noah®, hearing space vous laisse la maîtrise de vos données.

Envie d'en savoir plus ? Contactez-nous !

[contact@hearing-space.com](mailto:contact@hearing-space.com)



Calibration  
 Tonale  
 Vocale  
 Media  
 Vocale dans le bruit  
 Localisation spatiale VR  
 Lecture Labiale  
 Compte-Rendu

Hearing Space est un dispositif médical de classe I CE, fabriqué par Chiara Softwares. Il est indiqué pour les mesures d'audiométrie clinique. Hearing Space vous permet de réaliser l'ensemble de vos tests auditifs depuis votre ordinateur. Veuillez lire attentivement les instructions figurant dans le manuel d'utilisation.

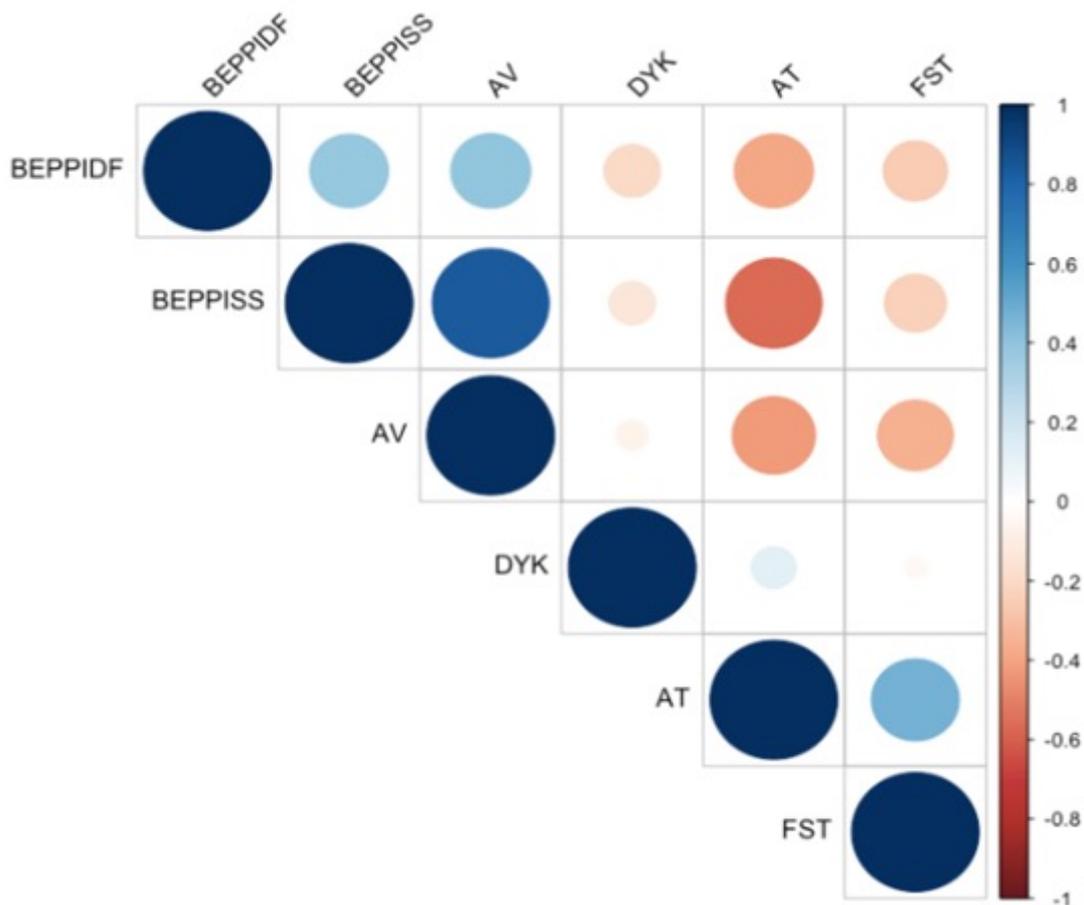


Figure 1 : Corrélogramme des corrélations entre le BEPPI-SS, le BEPPI-DF, l'audiométrie vocale (AV), l'audiométrie tonale (AT), le FraSimat (FST) et la gamme dynamique (DYK).

- **Procédure Adaptative** : Une deuxième liste est présentée en utilisant la procédure adaptative pour familiariser l'enfant avec le test.

Le FraSimat a été effectué dans la condition  $S_0 B_0$ , c'est-à-dire avec le signal et le bruit provenant de  $0^\circ$  par rapport à la tête (en face), pour simuler une situation d'écoute naturelle.

### 2.3 Résultats

Pour évaluer les relations entre les différentes variables mesurées, le coefficient de corrélation de Pearson (R) a été calculé. Cette analyse a permis d'examiner les corrélations entre le BEPPISS, le BEPPI-DF, et les mesures comportementales telles que l'audiométrie tonale (AT), l'audiométrie vocale (AV), et la gamme dynamique. Les résultats des corrélations sont présentés sous forme de corrélogramme à la Figure 5. Dans ce graphique, la taille et la couleur des cercles représentent la force et la direction des corrélations :

- **Corrélations positives** : Indiquées par des cercles bleus foncé, avec des valeurs proches de +1.
- **Corrélations négatives** : Indiquées par des cercles rouges foncé, avec des valeurs proches de -1.
- **Aucune corrélation** : Représentée par des cercles de petite taille, proche de zéro.

#### 1. BEPPISS et Audiométrie Vocale (AV) :

Corrélation Positive Forte ( $R = 0.85$ ,  $p < 0.001$ ) : Les résultats indiquent une forte corrélation positive entre le BEPPISS et l'audiométrie vocale (AV). Cela suggère que les enfants

qui obtiennent de bons scores au test de sensation de sonie tendent également à montrer des performances élevées dans les tests d'audiométrie vocale.

#### 2. BEPPISS et Audiométrie Tonale (AT) :

Corrélation Négative Forte ( $R = -0.78$ ,  $p < 0.001$ ) : Une corrélation négative significative est observée entre le BEPPISS et l'audiométrie tonale (AT). Cela signifie que des scores élevés en perception de la sonie sont associés à de faibles seuils en audiométrie tonale, ce qui peut indiquer une meilleure perception auditive générale.

#### 3. BEPPI-DF et Audiométrie Tonale (AT) :

Corrélation Modérée Négative ( $R = -0.52$ ,  $p < 0.01$ ) : Le BEPPI-DF montre une corrélation modérément négative avec l'audiométrie tonale, soulignant une relation entre la discrimination fréquentielle et les seuils tonaux.

#### 4. BEPPI-DF et Audiométrie Vocale (AV) :

Corrélation Modérée Positive ( $R = 0.56$ ,  $p < 0.01$ ) : La discrimination des deltas fréquentiels (BEPPI-DF) a également une corrélation positive modérée avec l'audiométrie vocale, ce qui indique que les compétences de discrimination fréquentielle peuvent contribuer à une meilleure intelligibilité de la parole.

#### 5. Corrélation entre BEPPI-SS et BEPPI-DF :

Corrélation Positive Modérée ( $R = 0.63$ ,  $p < 0.01$ ) : Une corrélation positive modérée a été observée entre le BEPPISS et le BEPPI-DF, suggérant que ces deux dimensions du BEPPI-S sont interconnectées et que l'amélioration de l'une peut avoir un impact sur l'autre.

Une analyse de régression bidirectionnelle a été réalisée pour identifier les variables prédictives les plus significatives du BEPISS, en considérant ce dernier comme la variable de résultat.

Parmi l'ensemble initial de variables prédictives comprenant l'audiométrie vocale (AV), l'audiométrie tonale (AT), le FraSimat (FST), la gamme dynamique (DYK), et le BEPI-DF, deux variables ont démontré une contribution significative à la prédiction des scores BEPISS :

#### 1. Audiométrie Vocale (AV) :

**Coefficient de régression ( $\beta = 0.90, p < 0.001$ ) :** L'audiométrie vocale s'est révélée être le prédicteur le plus significatif des scores BEPI-SS. Les enfants avec de meilleurs scores AV ont tendance à avoir des scores BEPI-SS plus élevés, suggérant que l'intelligibilité vocale dans le bruit est un facteur clé de la perception de la sonie.

#### 2. Audiométrie Tonale (AT) :

**Coefficient de régression ( $\beta = -0.21, p < 0.005$ ) :** L'audiométrie tonale a également montré une influence significative mais négative sur le BEPI-SS, indiquant que des seuils audiométriques plus faibles sont associés à de meilleures capacités de perception de la sonie.

Le modèle de régression final incluant AV et AT explique  $R^2 = 68\%$  de la variance du BEPISS. Cela montre que ces deux variables seules capturent une part substantielle de la variabilité des scores BEPI-SS, soulignant leur importance dans l'évaluation de la performance des implants cochléaires.

Variable	Coefficient ( $\beta$ )	p-valeur**	Interprétation
Audiométrie Vocale (AV)	0.90	< 0.001	Influence positive significative
Audiométrie Tonale (AT)	-0.21	< 0.005	Influence négative significative

**Tableau 2 : Modèle de Régression Bidirectionnelle**

En comparant les mesures du BEPI-SS et du BEPI-DF, une observation notable est l'hétérogénéité des scores du BEPI-SS. Contrairement au BEPI-DF, qui présente une distribution relativement uniforme et tend vers des scores élevés, le BEPI-SS affiche une variabilité prononcée, reflétant un spectre plus large de réponses parmi les participants.

Cette hétérogénéité indique que les patients rencontrent des difficultés différentes en matière de perception de la sonie comparée à la discrimination fréquentielle. Cela peut être expliqué par :

- **Complexité de la Perception de la Sonie :** La perception de l'intensité sonore, bien qu'essentielle pour la prosodie et la compréhension des nuances linguistiques, plus difficile à maîtriser, surtout chez les enfants avec implants cochléaires.
- **Facilité d'Identification des Problèmes de Fréquence :** Les déficits de discrimination fréquentielle peuvent être plus facilement détectés et corrigés grâce à des tests standardisés.

### 3. DISCUSSION

Les corrélations fortes entre le BEPI-SS et l'audiométrie vocale (AV) soulignent la validité de la version simplifiée du BEPI pour évaluer la performance auditive chez les enfants. Comprendre ces corrélations peut aider les cliniciens à ajuster

les implants cochléaires de manière plus précise, en se basant sur des mesures spécifiques qui sont fortement corrélées aux performances auditives. Par exemple, un focus sur l'amélioration de la sonie pourrait bénéficier aux patients avec des difficultés spécifiques.

L'analyse bidirectionnelle a permis d'identifier l'audiométrie vocale (AV) et l'audiométrie tonale (AT) comme des variables prédictives significatives pour la performance au BEPI-SS. Plus précisément, elle a démontré que des scores en AV sont associés à une meilleure perception de la sonie. Des seuils en AT plus élevés sont associés à une performance plus faible dans la perception de la sonie. La possibilité de prédire les performances auditives du BEPI sur la base de l'AV et de l'AT offre plusieurs bénéfices pratiques :

- **Personnalisation des Ajustements :** En comprenant comment l'AV et l'AT influencent la perception de la sonie, les cliniciens peuvent personnaliser les réglages des implants cochléaires pour maximiser les bénéfices auditifs pour chaque patient. Par exemple, un patient avec un mauvais score d'audiométrie tonale pourrait bénéficier d'ajustements spécifiques visant à améliorer la perception de la sonie.
- **Détection Précoce des Problèmes :** Les patients qui présentent des résultats divergents entre l'AV et le BEPISS peuvent être identifiés comme ayant potentiellement besoin de réhabilitation supplémentaire. Par exemple, une divergence où un patient a un bon score d'AV mais un mauvais score de BEPI-SS pourrait indiquer des difficultés spécifiques liées à la perception de l'intensité sonore qui nécessitent une intervention ciblée.

**Remplacement :** L'analyse a suggéré que le BEPI-SS pourrait potentiellement remplacer l'audiométrie tonale et vocale dans certaines évaluations, en offrant une mesure spécifique de la perception auditive. Cette possibilité pourrait simplifier le processus d'évaluation, réduire le temps de test (pas de nécessité d'une audiométrie) et les ressources nécessaires tout en maintenant la précision des résultats.

**Complémentarité :** Alternativement, le BEPI-SS pourrait être utilisé comme un outil complémentaire aux tests existants pour fournir une vue d'ensemble plus complète des capacités auditives des patients. Par exemple, en utilisant le BEPI-SS conjointement avec l'AV et l'AT, les cliniciens pourraient obtenir une compréhension plus nuancée des forces et des faiblesses auditives de chaque patient, facilitant ainsi la création de plans de traitement plus efficaces.

La variabilité observée dans les scores du BEPI-SS, comparée à la distribution plus uniforme du BEPI-DF, suggère que les patients rencontrent plus de difficultés avec la **perception de la sonie** (BEPI-SS) qu'avec la **discrimination des fréquences** (BEPI-DF). Plusieurs facteurs peuvent expliquer ce phénomène :

#### 1. Complexité de la Perception de la Sonie

o La perception de l'intensité sonore, ou sonie, est une tâche complexe qui implique non seulement l'identification de la présence ou de l'absence d'un son, mais aussi l'évaluation subtile de ses variations d'intensité. Cette complexité rend la perception de la sonie plus sujette à une variabilité interindividuelle élevée. Les implants cochléaires, bien qu'efficaces pour restaurer l'audition, peuvent ne pas toujours recréer avec précision les nuances de l'intensité sonore, d'où une variabilité plus prononcée dans les performances des patients.

## 2. Facilité d'Identification et de Correction de la Discrimination des Fréquences

Les tests d'audiométrie et les évaluations des orthophonistes sont souvent conçus pour cibler la discrimination des fréquences, ce qui facilite la détection et l'intervention en cas de problèmes. Les défis liés à la discrimination fréquentielle sont généralement plus faciles à identifier et à résoudre grâce à des ajustements précis des paramètres des implants et des programmes de réhabilitation ciblés. Cette capacité à identifier et à corriger efficacement les problèmes de discrimination fréquentielle pourrait expliquer la distribution plus uniforme des scores BEPPI-DF.

## 3. Nature Subjective de la Perception de la Sonie

La perception de l'intensité sonore peut varier considérablement d'un individu à l'autre en raison de facteurs subjectifs tels que les expériences auditives antérieures, la tolérance au bruit et la sensibilité individuelle. Cette variabilité personnelle rend les scores du BEPPI-SS plus hétérogènes, reflétant une diversité de réponses des patients.

### 3.1.1 Importance Clinique de la Perception de la Sonie

Bien que les évaluations actuelles se concentrent souvent sur la discrimination fréquentielle, l'importance de la perception de la sonie ne doit pas être sous-estimée. Plusieurs points méritent une attention particulière :

#### • Éléments Prosodiques de la Parole

La perception du volume sonore est étroitement liée aux éléments prosodiques de la parole, tels que l'intonation, l'accentuation, et le rythme. Ces éléments jouent un rôle crucial dans la compréhension des intentions communicatives, des émotions, et des structures syntaxiques. Par exemple, l'accentuation des mots dans une phrase peut changer le sens ou l'emphase, ce qui est essentiel pour la compréhension contextuelle. Un patient ayant une perception déficiente de la sonie pourrait avoir des difficultés à interpréter correctement ces indices prosodiques, impactant ainsi leur communication effective.

#### • Discrimination Phonologique

La perception de l'intensité sonore influence également la discrimination phonologique. La distinction entre des phonèmes similaires, comme les paires minimales avec ou sans voix (/p/ et /b/), repose en partie sur la sonorité. Les phonèmes voisés (comme /b/) et non voisés (comme /p/) diffèrent non seulement par le voisement, mais aussi par des indices subtils de durée et d'intensité. Une perception précise de ces différences est essentielle pour une compréhension phonologique adéquate.

#### • Détection et Production de la Parole

Les problèmes de perception de la sonie peuvent se manifester par des erreurs de production vocale, telles que des substitutions, suppressions, ou distorsions des sons de la parole. Par exemple, un enfant peut produire un son moins intense que nécessaire, affectant ainsi la clarté et l'intelligibilité de sa parole. Ces erreurs sont souvent détectées lors des évaluations orthophoniques, où l'accent est mis sur la précision de la production phonétique et la clarté de l'articulation.

### 3.1.2 Corrélations Entre le BEPPI-SS et le BEPPI-DF

Les corrélations observées entre le BEPPI-SS et le BEPPI-DF, ainsi que leur lien avec les scores de réception de la parole, indiquent que ces deux dimensions sont interdépendantes. Les corrélations positives avec les mesures de la réception de la parole suggèrent que l'amélioration de la perception de la sonie et de la discrimination fréquentielle peut se traduire par une meilleure performance auditive globale.

### 3.1.3 Implications pour la Pratique Audiologique

L'hétérogénéité des scores du BEPPI-SS a des implications significatives pour la pratique clinique et la réhabilitation auditive :

#### 1. Approches Personnalisées

Les cliniciens doivent considérer les variations individuelles dans la perception de la sonie lors de l'ajustement des implants cochléaires. Les stratégies de réhabilitation devraient être adaptées pour répondre aux besoins spécifiques de chaque patient, en prenant en compte la variabilité de la perception de la sonie et en intégrant des exercices spécifiques pour améliorer la perception des intensités sonores.

#### 2. Évaluations Complémentaires

Les tests de perception de la sonie pourraient être intégrés comme évaluations complémentaires aux tests traditionnels de discrimination fréquentielle, offrant une image plus complète des capacités auditives des patients. L'utilisation du BEPPISS, en conjonction avec d'autres mesures, peut fournir des informations essentielles pour optimiser les stratégies de réhabilitation et les ajustements des implants.

#### 3. Uniformisation des Tests

L'utilisation du BEPPI-SS peut contribuer à l'uniformisation des protocoles de test et des ajustements des implants cochléaires, réduisant ainsi les variations inter-centres et assurant une évaluation cohérente et précise des performances auditives.

« L'objectif de cette étude était de vérifier la validité de la version simplifiée du BEPPI, EN METTANT EN AVANT UNE CORRÉLATION ENTRE LES RÉSULTATS CLINIQUES ET LES RÉSULTATS OBTENUS AVEC CET OUTIL. »

## 4. CONCLUSION

L'objectif de cette étude était de vérifier la validité de la version simplifiée du BEPPI, en mettant en avant une corrélation entre les résultats cliniques et les résultats obtenus avec cet outil. L'évaluation des sous-catégories du BEPPI comparées aux tests psycho-acoustiques nous a permis de déterminer l'intérêt de ces scores pour témoigner des performances auditives avec un implant cochléaire dans la population pédiatrique.

Nous avons en effet pu conclure à une corrélation forte entre le BEPPI-sensation de sonie (BEPPI-SS) et plusieurs tests psycho-acoustiques de référence, notamment l'audiométrie vocale et l'audiométrie tonale. Ces résultats montrent que le BEPPI-SS est une mesure robuste qui pourrait être utilisée pour évaluer efficacement la performance auditive des enfants avec des implants cochléaires. Il permet non seulement de fournir des données cliniquement significatives mais également de prédire avec une grande précision les résultats que les patients obtiendraient avec d'autres tests plus conventionnels.

Ainsi, il serait envisageable de réaliser le BEPPI-SS à la place de l'audiométrie tonale, de l'audiométrie vocale, et du FraSimat

pour évaluer l'efficacité du réglage des implants cochléaires. En remplaçant ces tests traditionnels par le BEPPI-SS, les cliniciens pourraient gagner en efficacité et en précision, tout en réduisant le temps nécessaire à l'évaluation des patients. Cela permettrait d'alléger la charge de travail des praticiens et de rendre le processus de réglage des implants plus direct et compréhensible pour les patients et leurs familles.

En conclusion, la simplification et l'application systématique du BEPPI-S, et plus particulièrement du BEPPI-SS, pourraient représenter une avancée significative dans le domaine de l'audiologie pédiatrique. En proposant une méthode d'évaluation auditive à la fois efficace et adaptable, cette approche pourrait améliorer la qualité de vie des enfants porteurs d'implants cochléaires, en leur offrant un accès optimisé à la communication orale et aux interactions sonores quotidiennes.

## 5. REMERCIEMENTS

Cette recherche est soutenue par la Fondation Pour l'Audition FPA CRA01 .

## 6. BIBLIOGRAPHIE

- André, J. (2017, October 11). PEP-AIR: Un outil pour l'optimisation des réglages d'implants cochléaires. *Connaissances Surdités* N°59 10-2017, 59. <https://www.acfos.org/connaissances-surdités-n59-10-2017>
- Crouzet, O. (n.d.). *Segmentation de la parole en mots et régularités phonotactiques: Effets phonologiques, probabilistes ou lexicaux.*

- Dawson, P. W., Skok, M., & Clark, G. M. (1997). *The effect of loudness imbalance between electrodes in cochlear implant users.* *Ear and Hearing*, 18(2), 156–165.
- de Vos, J. J., Biesheuvel, J. D., Briaire, J. J., Boot, P. S., van Gendt, M. J., Dekkers, O. M., Fiocco, M., & Frijns, J. H. M. (2018). *Use of Electrically Evoked Compound Action Potentials for Cochlear Implant Fitting: A Systematic Review.* *Ear & Hearing*, 39(3), 401–411. <https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000000495>
- Prang, I., Parodi, M., Coudert, C., Legoff, S., Exter, M., Buschermöhle, M., Denoyelle, F., & Loundon, N. (2021). *The simplified French Matrix. A tool for evaluation of speech intelligibility in noise.* *European Annals of Otorhinolaryngology, Head and Neck Diseases*, 138(4), 253–256. <https://doi.org/10.1016/j.anorl.2020.12.003>
- Sainz, M., De La Torre, Á., Roldán, C., Ruiz, J. M., & Vargas, J. L. (2003). *Analysis of programming maps and its application for balancing multichannel cochlear implants: Análisis de los mapas de programación y su aplicación para el balance de implantes cocleares multicanal.* *International Journal of Audiology*, 42(1), 43–51. <https://doi.org/10.3109/14992020309056084>
- Shallop, J. K. (1997). *Objective Measurements and the Audiological Management of Cochlear Implant Patients.* <https://doi.org/10.1159/000059040>
- Vaerenberg, B., Smits, C., De Ceulaer, G., Zir, E., Harman, S., Jaspers, N., Tam, Y., Dillon, M., Wesarg, T., Martin-Bonniot, D., Gärtner, L., Cozma, S., Kosaner, J., Prentiss, S., Sasidharan, P., Briaire, J. J., Bradley, J., Debruyne, J., Hollow, R., ... Govaerts, P. J. (2014). *Cochlear Implant Programming: A Global Survey on the State of the Art.* *The Scientific World Journal*, 2014, 501738. <https://doi.org/10.1155/2014/501738>



**Réunis par passion  
unis pour l'audition**

Nous sommes les audioprothésistes libres et engagés pour :

- ✓ La qualité de soin
- ✓ La santé publique
- ✓ L'essor économique local

# Prod'Embout, fabricant d'embouts auditifs sur mesure

Le confort auditif, notre priorité : une adaptabilité parfaite à chaque morphologie et une réduction efficace des larsens



Production  
100% française



20 ans d'expertise



Délais de livraison  
rapides

## Découvrez également nos obstrueteurs (eau, avion et sommeil)



**Bouchons voyages en avion**

Régulent la pression dans les oreilles pour limiter les douleurs au décollage et à l'atterrissage



**Bouchons anti-eau**

Pour les personnes sujettes aux otites ou portant des aérateurs trans-tympaniques (yoyo)



**Bouchons sommeil**

Réduisent les nuisances sonores, assurant ainsi des nuits sereines.





**Auteurs**

Pr. Natalie LOUNDON

Service ORL  
Hôpital Necker-Enfants  
Malades  
149 rue de Sèvres - 75015 Paris

Arnaud COEZ

Audioprothésiste,  
AuditionSanté,  
LCA Bizaguet,  
20, rue Thérèse, 75001 PARIS

**CRITÈRES D'INDICATION  
DE L'APPAREILLAGE AUDITIF :  
QUAND L'AUDIOMÉTRIE  
NE SUFFIT PAS**

J. est née en 2016. Elle a pu bénéficier d'un test de repérage précoce de la surdité avec présence d'oto-émissions et PEA automatisés normaux. Elle présente par ailleurs une malformation cardiaque.

Elle consulte un centre référent ORL à 7 ans suite à des vertiges, des vomissements et une fatigue importante en fin de journée.

L'audiométrie tonale s'avère anormale. On trouve une perte d'audibilité à droite au-delà de 3 kHz et baisse bilatérale de l'acuité en deça de 750 Hz (Figure 1).

La mesure en conduction osseuse permet de s'assurer qu'il n'y a pas d'atteinte transmissionnelle. A cet égard les résultats d'impédancemétrie sont normaux. Par ailleurs, des réflexes stapédiens sont trouvés à 0,5 ; 1 et 2 kHz à droite et à gauche.

Un appareillage auditif est proposé sous réserve de son efficacité. Un avis à un audioprothésiste référent est demandé pour évaluer les bénéfices potentiels d'un appareillage auditif droit.

Un bilan audioprothétique est entrepris en recherchant les seuils de confort, d'inconfort en audiométrie tonale. L'importance de la perte avec une pente de 40 dB sur un demi octave, rend peu probable la possibilité de compensation complète. Effectivement, un bruit blanc à droite de 50 dB au casque est suffisant pour abolir la réponse obtenue à 4 kHz sans masquage.

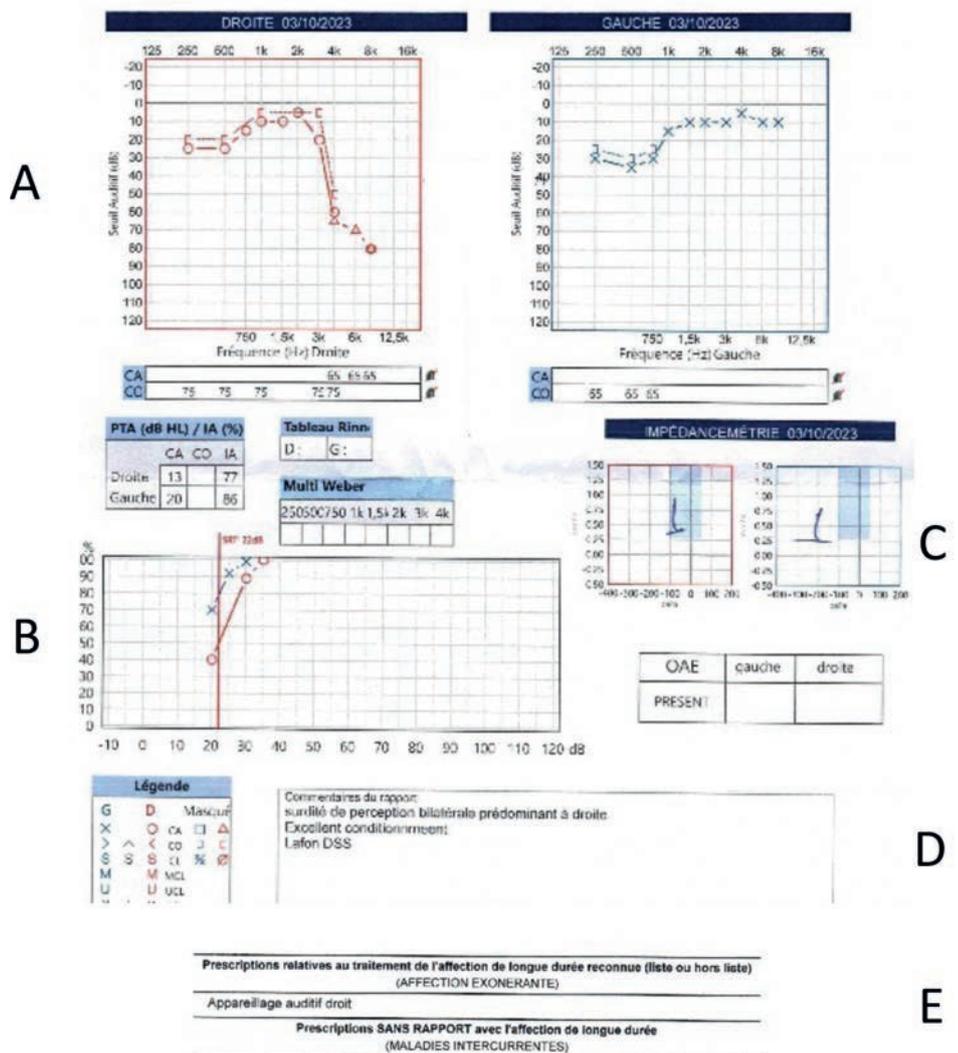


Figure 1: Audiométrie tonale aux inserts voie aérienne et voie osseuse avec masquage controlatéral. (1A). Audiométrie vocale au casque dans le silence (1B). Impédancemétrie (1C) Diagnostic (1D) Prescription médicale (1E).

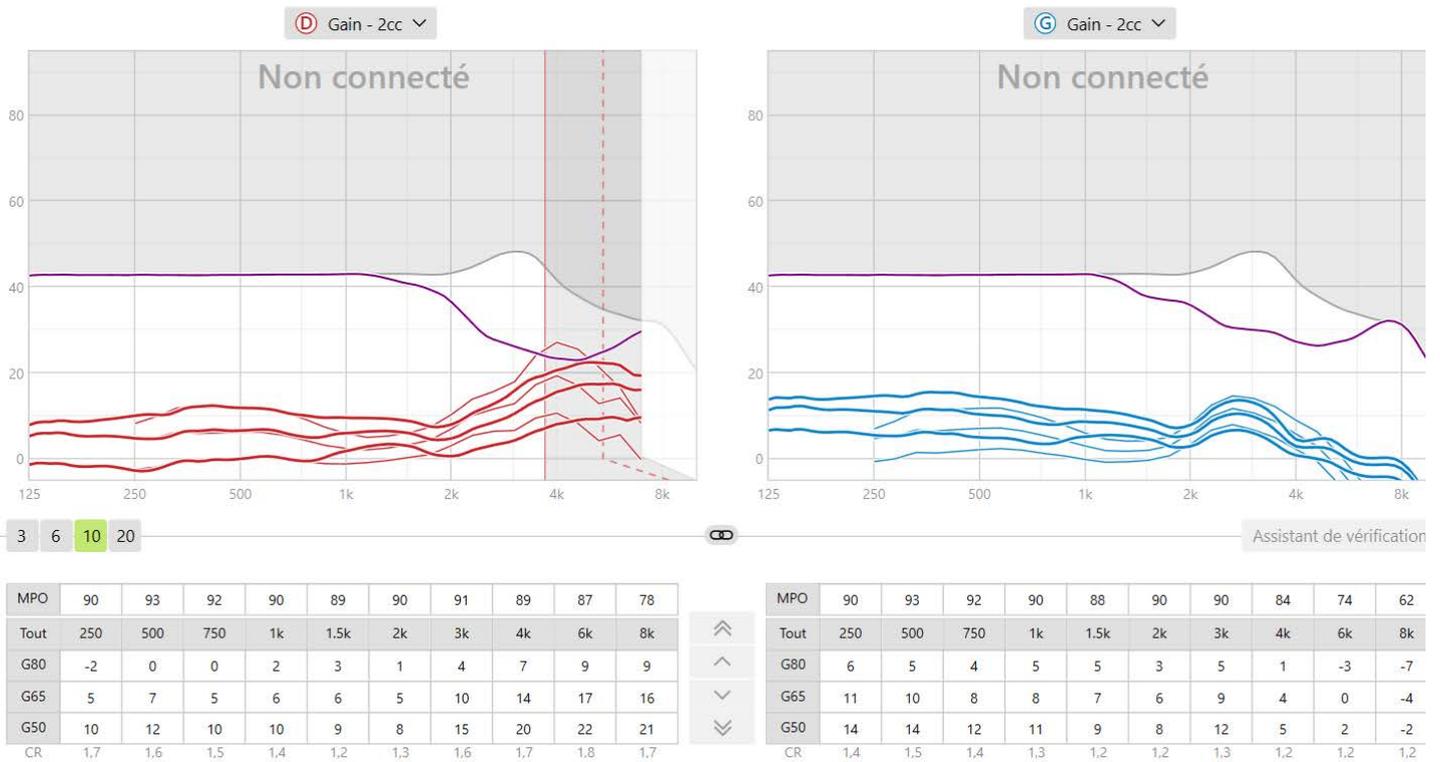


Figure 2 : Paramètres de réglage des RIC Audeo L R, dômes ventés 4.0 S. Un gain est apporté pour les niveaux faibles, pas de gain pour les niveaux forts avec une limitation des niveaux de sortie. On remarquera que le gain des graves et medium est plus élevé que ce que propose la méthodologie de pré-réglage. Inversement à droite le gain suggéré dans les aigus est diminué et une compression fréquentielle lui est préférée.

L'excellente audibilité des sons aigus à gauche permet de compenser le défaut de perception à droite ce qui peut expliquer un SRT(50)= 15 dB en champ libre sans appareil (figure 3B).

La stratégie à droite sera donc d'utiliser une compression fréquentielle permettant d'optimiser la perception des sons vers 3 kHz sans générer un abaissement fréquentiel trop important qui serait perceptible par J.

L'aide potentielle de l'appareillage auditif pourrait être apportée par l'amplification des sons graves à droite et à gauche. Ainsi un appareillage auditif binaural (figure 2) de type 'receiver in the ear' (RIC) avec des AUDEO Lumity 90 R, munis de dômes semi ouverts (ventés 4S) est proposé. Une amplification des sons faibles dans les graves et medium est entreprise sans aucune amplification des sons forts qui sont par ailleurs parfaitement perçus naturellement. Cette approche permet de rendre des sons de 35 dB HL en champ libre confortables et qui émergent de plus de 20 dB des seuils de détection des sons. Il est vérifié à l'aide du logiciel Erki (Auritec®) que la capacité à localiser les sons est conservée (figure 3E).

Par ailleurs, les appareils auditifs ont la capacité d'analyser les environnements traversés par J. et d'adapter les réducteurs de bruit et la directionnalité des microphones en temps réel (Autosens). Les données d'enregistrement lors du fonctionnement des appareils auditifs (datalog) montrent que les appareils sont portés 10h par jour. Ils détectent des ambiances calmes durant 52% du temps d'utilisation (5h par jour). J. serait donc dans une ambiance bruyante 30% de son temps avec de la parole à priori à analyser (3h) et 10% en présence de bruit seul (1h) ou de situations complexes (1h) (figure 4).

Au terme de l'essai, J. décrit une amélioration franche au quotidien avec diminution de la fatigue en fin de journée. Les maux de tête ont disparu, ainsi que les vertiges. Alors que le bilan d'évaluation audioprothétique classique pourrait être considéré modeste (gain tonal de 10 dB, gain d'intelligibilité dans le calme et dans le bruit difficilement mesurables), le bien être physique, psychique et moral de J est nettement amélioré. La répétition des mots dissyllabiques de Lafon en audiométrie vocale dans le calme et dans le bruit se fait beaucoup plus aisément et rapidement avec appareils que sans.

Le confort auditif généré par l'appareillage (meilleur rapport signal/bruit, meilleure audibilité) plaide en sa faveur. Dans ce cas de figure, l'utilisation d'un microphone déporté qui pourrait être porté par la maîtresse pourrait être discuté, en plus des mesures de bon sens d'être assis en classe 'devant'.

Un compte rendu est réalisé au médecin prescripteur pour l'informer des résultats et lui proposer de modifier la prescription, c'est à dire prescrire un appareillage binaural plutôt que monaural droit avec à terme l'essai d'une mise en place d'un système 'Roger' en classe.

Le bilan vestibulaire a montré une hyporéflexie droit partielle et l'IRM des conduits auditifs internes a révélé une dilatation des sacs endolymphatiques droit et gauche, avec un aspect normal et symétrique des paquets nerveux acoustico-faciaux et des labyrinthes. Ainsi la perte d'audition qui accompagne ce tableau est très probablement d'origine pressionnelle et est à risque de s'aggraver dans le temps, ce qui renforce encore l'indication d'un appareillage auditif précoce.

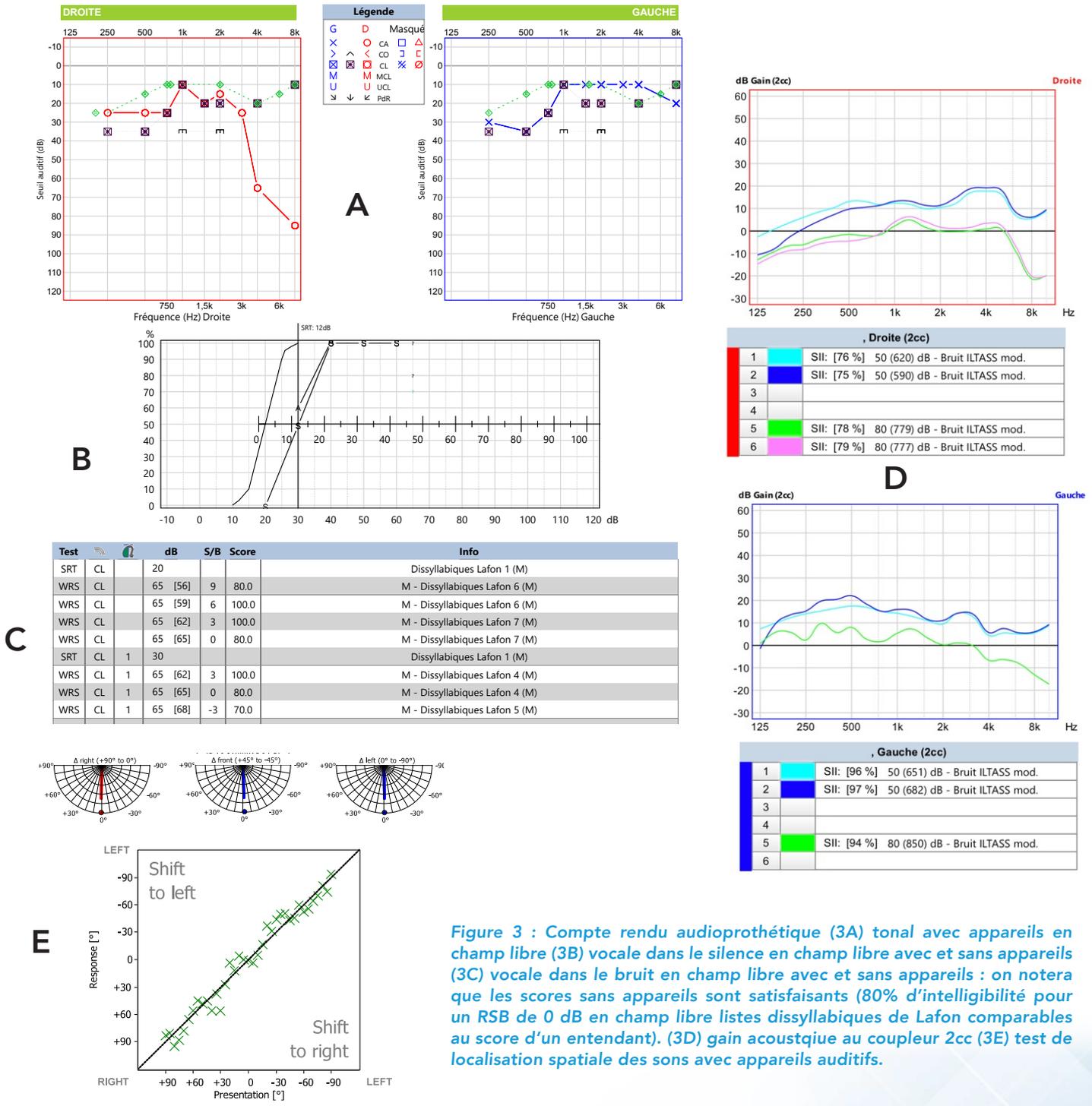
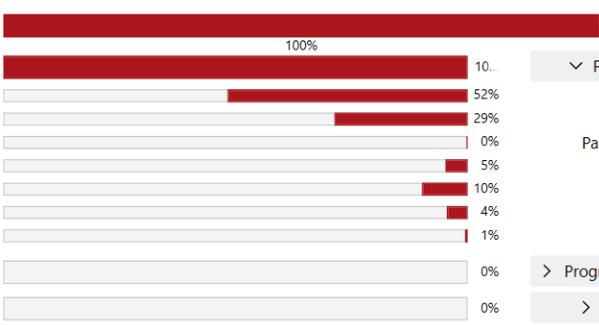


Figure 3 : Compte rendu audioprothétique (3A) tonal avec appareils en champ libre (3B) vocale dans le silence en champ libre avec et sans appareils (3C) vocale dans le bruit en champ libre avec et sans appareils : on notera que les scores sans appareils sont satisfaisants (80% d'intelligibilité pour un RSB de 0 dB en champ libre listes dissyllabiques de Lafon comparables au score d'un entendant). (3D) gain acoustique au coupleur 2cc (3E) test de localisation spatiale des sons avec appareils auditifs.

### Ⓧ Activité des programmes



### Ⓧ Activité des programmes

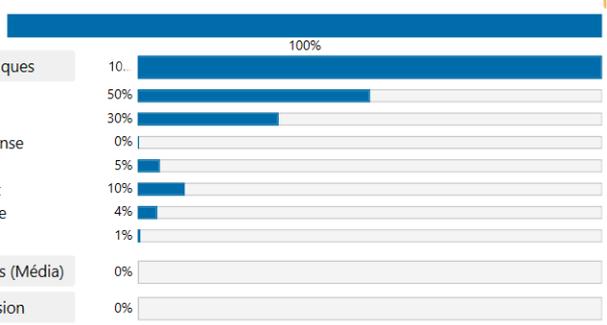


Figure 4 : Données enregistrées par les appareils durant les 10 heures quotidiennes de port des appareils auditifs. La moitié du temps les appareils détectent différentes situations de bruit qui modifient en temps réel le traitement du signal dans le bruit, ce qui apporte un confort d'écoute plus grand.



# BIOTONE

## VOTRE PARTENAIRE UNIQUE ET INNOVANT

**AIDES  
AUDITIVES**

**REXTON**

**MATÉRIEL  
D'INSTALLATION**

**biotechline**  
Equipment Professionnel

**STAGE  
FABRICANT**

1

3

5

2

4

**PRODUITS  
D'ENTRETIEN**

**audioline**  
Hygiène des aides auditives

**CONSEIL EN  
COMMUNICATION**

**BIOTONE**  
TECHNOLOGIE MÉDICALE

Site internet : [www.biotone.fr](http://www.biotone.fr)  
Téléphone : **01.49.89.59.00**

Retrouvez nous à l'EPU 2024  
**Stand N°14**

## L'HYPERACOUSIE CHEZ L'ENFANT : COMPRENDRE ET TRAITER L'HYPERSENSIBILITÉ AUDITIVE



### Auteurs

Hervé BISCHOFF  
David TRAN

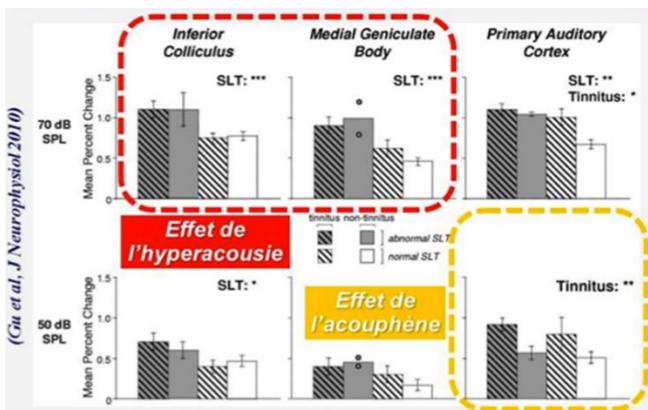
Audioprothésistes DE  
Membre du Collège  
National d'Audioprothèse

L'hyperacousie, ou hypersensibilité auditive, touche environ 2 % de la population générale, mais jusqu'à 40 % des patients souffrant d'acouphènes présentent également des signes d'hyperacousie, selon certaines études. Ce phénomène se manifeste par une intolérance anormale voire une douleur aux sons forts habituellement bien tolérés par le normo-entendant. Chez l'enfant, le diagnostic est souvent difficile à établir en raison de la subjectivité des symptômes et de la difficulté pour les jeunes patients à exprimer leur ressenti. Cependant, l'hyperacousie peut avoir un impact considérable sur leur qualité de vie ainsi que leur développement social.

### QU'EST-CE QUE L'HYPERACOUSIE ?

L'hyperacousie est caractérisée par une réaction exagérée du système auditif à des sons de forte intensité. Cela peut se traduire par une gêne, un inconfort, voire une douleur qui peut se situer dans et autour de l'oreille, dans la mâchoire, dans le cou ou la face ou provoquer des céphalées. Les recherches ont montré que cette hypersensibilité est liée à des altérations des voies auditives (Corps genouillé médian et colliculus inférieur), mais une dimension émotionnelle peut se surajouter augmentant les symptômes et l'impact sur la qualité de vie. En effet, après environ six mois, l'hyperacousie s'accompagne souvent de comportements d'évitement des situations sonores gênantes ou le port de protections auditives (casque ou bouchons, voire les deux), traduisant une composante psychologique complémentaire.

Ce phénomène est donc d'abord périphérique auquel s'ajoute dans un second temps une composante émotionnelle. Les comportements d'évitement représentent un signe clair d'une composante émotionnelle advenue.



IRMf sur des sujets normo-entendants avec acouphène ou hyperacousie, illustrant l'activité cérébrale en réponse aux stimuli auditifs.

La capacité d'un enfant à exprimer son inconfort est limitée par son âge et son développement cognitif. Ce qui rend ce phénomène particulièrement complexe chez lui, car les

symptômes multiformes de l'hyperacousie peuvent être confondus avec d'autres troubles sensoriels ou émotionnels. Ces enfants sont de ce fait régulièrement orientés vers le psychiatre.

### ÉVALUATION DE L'HYPERACOUSIE CHEZ L'ENFANT

Le diagnostic de l'hyperacousie chez l'enfant est réalisé par un ORL spécialisé et repose principalement sur un examen clinique et un interrogatoire adapté à leur âge et leur niveau de compréhension. Les outils standards utilisés chez l'adulte, tels que l'échelle visuelle analogique de gêne (EVAg AFREPA), ou encore le questionnaire de sensibilité auditive de Khalfa (1999), ne sont pas adaptés aux plus jeunes.

Les études menées par Khalfa et al. (2002) et Nelting et al. (2002) ont proposé des tests d'hypersensibilité auditive chez l'adulte qui permettent de quantifier la gêne ressentie face à des stimuli sonores. On retrouve également dans la littérature le test Noise sensitivity questionnaire Schutte et al 2007 mais qui n'est pas validé en français.

Toutefois, chez l'enfant, ces évaluations nécessitent d'être ajustées pour tenir compte de la variabilité des réponses en fonction de l'âge. Ainsi, des équipes comme celle du Prof. Dauman et al. (2005) ont travaillé sur le MASH (Multidimensional Audiometric Sensitivity Hearing), tandis que des questionnaires comme le BAHIA de Lurquin et al. (2013) ont tenté d'aborder les spécificités de la population pédiatrique.

Cependant, l'outil le plus prometteur pour l'évaluation de l'hyperacousie chez les enfants est le Questionnaire de Sensibilité au Bruit pour Enfant (QSBE), actuellement en phase de validation à l'hôpital Robert-Debré et l'hôpital Necker sous la direction du Dr Audrey Maudoux et de ses collègues (APHP). Le QSBE est un questionnaire développé spécifiquement pour les enfants, de 3 à 17 ans, afin de mieux cerner leur degré de sensibilité auditive. Lors d'une étude préliminaire, 71 enfants ont été inclus, dont 8 présentant une hypersensibilité auditive. Les résultats de cette étude menée de janvier à mai 2024 visent à évaluer la pertinence de cet outil pour mesurer la sensibilité au bruit chez l'enfant et, par la suite, affiner son utilisation en pratique clinique.

Le questionnaire comporte deux parties une réservée à l'enfant et une réservée aux parents. Certaines recherches récentes, comme celles de Carson et al. (2023) impliquent les parents dans le diagnostic et montrent que la réponse des parents est beaucoup plus fiable que celle des enfants.

Ainsi la réponse des parents nous est utile pour l'évaluation et la détermination de pronostic prothétique, le score parent est également corrélé à la demande de consultation. Et le questionnement de l'enfant améliore considérablement sa prise en charge car il devient acteur de sa guérison et nous fournit des éléments indispensables pour un counselling adapté. Le score QSBE Enfant exprime une sensibilité et l'EVAg Enfant exprime une gêne. Ceci permet d'expliquer qu'un enfant peut avoir développé une sensibilité au bruit mais s'y être adapté et ne pas ressentir une gêne corrélée au résultat du QSBE. A noter également que la gêne et la peur aux sons ne sont pas forcément associées à l'intensité (misophonie – trouble du spectre autistique).

D'un point de vue audiométrique, il est nécessaire de faire un relevé de seuils liminaires et supraliminaires en de 125 Hz à 16 kHz. Contrairement à l'adulte, chez l'enfant nous devons nous restreindre aux seuils liminaires et de confort, sur une bande de 250 Hz à 8 kHz (parfois sans les fréquences en demi-octave).

Il est impensable de réaliser un seuil d'inconfort à un enfant hyperacousique sans quoi l'alliance thérapeutique future en serait fortement dégradée. De plus la normalisation du seuil de confort est corrélée à la normalisation du seuil d'inconfort.

### POUR L'ENFANT

Réponds aux questions suivantes en l'aide de l'échelle ci-dessous. Indique ton niveau de gêne dans la case de la question.

### À L'ÉCOLE

Ton niveau de gêne

1	En classe, est-ce que le bavardage de tes camarades est trop fort ?	
2	Est-ce que les bruits de chaises dans la classe te dérangent ?	
3	Trouves-tu que c'est trop fort quand le maître/la maîtresse élève la ton en classe ?	
4	Est-ce que le bruit de la sonnerie de l'école est trop forte ?	
5	À la récréation, trouves-tu qu'il y a trop de bruit ?	
6	À la cantine, est-ce que les bruits de couverts ou d'assiettes te dérangent ?	
7	Quand tu vas faire du sport au gymnase est-ce que les bruits de ballons, de sonneries ou de sifflet te dérangent ?	

### POUR L'ENFANT

Réponds aux questions suivantes en l'aide de l'échelle ci-dessous. Indique ton niveau de gêne dans la case de la question.

### AU QUOTIDIEN

Ton niveau de gêne

8	Trouves-tu que papa ou maman parle trop fort ?	
9	Quand tu prends la voiture/transports est-ce que c'est trop bruyant ?	
10	Dans la rue est-ce que la sirène des pompiers, des ambulances et des policiers peuvent te paraître trop fort ?	
11	Quand tu vas au parc trouves-tu qu'il y a trop de bruits si les enfants rient ?	
12	Quand tu vas au cinéma est-ce que le film que tu regardes est trop fort ?	
13	À la maison, es-tu dérangé(e) par le niveau du son de la télé ou de la musique ?	
14	Le soir, ou à la sieste, t'endors-tu facilement ?	
15	Es-tu dérangé(e) par le bruit le matin au réveil ?	

### POUR LES PARENTS

1) De manière générale, votre enfant est-il sensible aux bruits ?  
 2) Est-ce que votre enfant se touche les oreilles, rigole des yeux fréquemment lorsqu'il y a un bruit de fond ambiant ?  
 3) Quand vous allez dans un centre commercial, des magasins, votre enfant se plaint-il qu'il y a trop de bruit ?  
 4) Quand vous allez au restaurant votre enfant se plaint-il qu'il y a trop de bruit ?  
 5) Est-ce que votre enfant écoute de la musique ?  
 6) Parlez-il des brachettes ou casque anti-bruit ?  
 7) Est-ce que votre enfant a des troubles de concentration ? (à l'école, à la maison...)  
 8) Est-ce que votre enfant vous a déjà demandé de parler moins fort ?  
 9) Est-ce que votre enfant se plaint qu'il y a trop de bruit si les enfants rient ?  
 10) Est-ce que votre enfant est gêné par le bruit du trafic dans la rue ?  
 11) Avez-vous dû modifier votre comportement ou vos activités à cause de la gêne auditive de votre enfant ?  
 12) Est-ce que la voiture/transports sont trop bruyants pour votre enfant ?  
 13) Votre enfant vous demande-t-il de baisser le son de la télé ?

Ce questionnaire est-il facile à remplir ?  
 Ce questionnaire était-il difficile de votre enfant ?

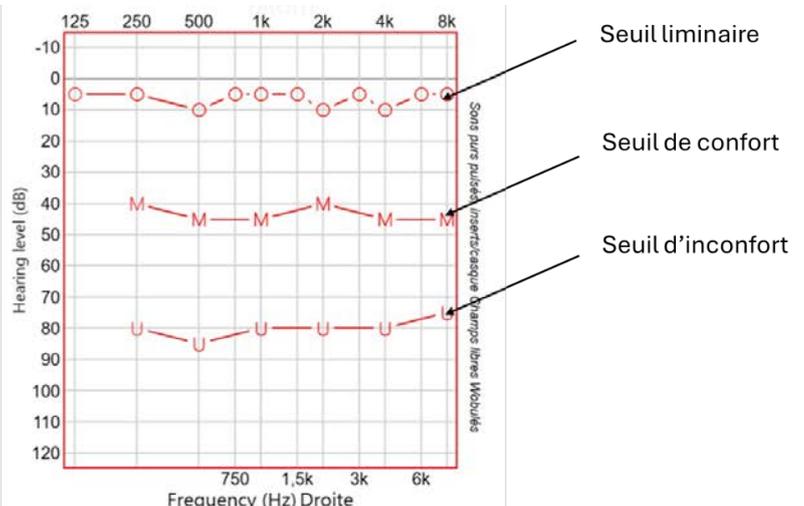
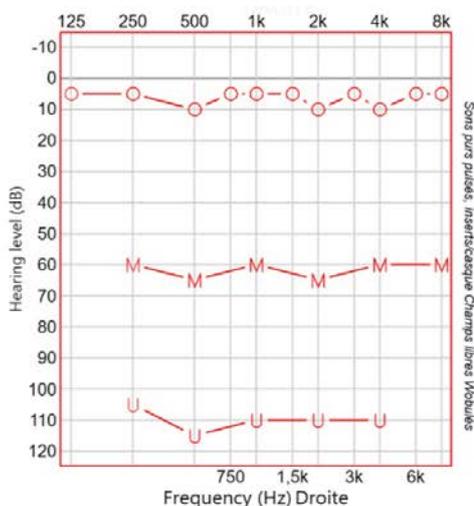
### QUESTIONNAIRE DE SENSIBILITÉ AU BRUIT POUR ENFANT (QSBE)

**PRÉSENTATION DU QUESTIONNAIRE**  
 Ce questionnaire permet d'évaluer la sensibilité au bruit de votre enfant. Il comporte deux parties :  
 - une partie parents, quand que votre enfant rempli avec votre aide si nécessaire.  
 - une partie parents que vous devez remplir. Prenez des indications au sujet de votre enfant au cours de la dernière semaine pour répondre. Votre enfant désigne la petite tête qui correspond le mieux à son niveau. Vous indiquez le chiffre correspondant en face de la question.  
 Pour la partie école, vous cochez la case qui correspond le mieux à une observation.

Date : \_\_\_\_\_  
 Nom et prénom de l'enfant : \_\_\_\_\_  
 Date de naissance : \_\_\_\_\_  
 Nom et prénom du parent : \_\_\_\_\_  
 Code d'identification : \_\_\_\_\_  
 Qui vous a remis le questionnaire : \_\_\_\_\_  
 Degré de surdité : 0,25% 2,5% 10,25% 15,25%  
 Quelle école : \_\_\_\_\_  
 Quelle section : \_\_\_\_\_

**Audika**

Questionnaire de Sensibilité au Bruit pour Enfant QSBE.



Augmentation des seuils de confort et d'inconfort, Dynamique réduite chez le patient hyperacousique.

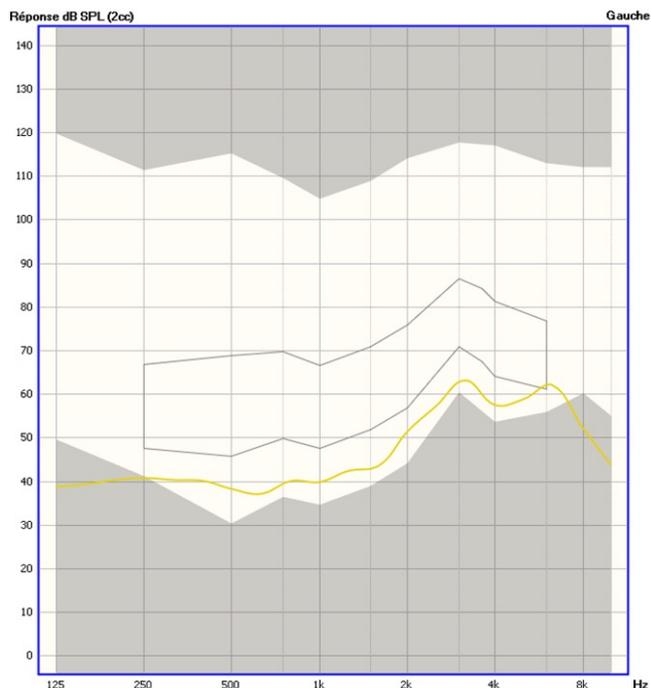
## PROTOCOLE DE TRAITEMENT ET ÉTUDES SUR L'EFFICACITÉ DES BRUTEURS

Le traitement de l'hyperacousie chez l'enfant se base principalement sur des approches non invasives, avec l'utilisation de bruiteurs (générateurs de bruit blanc). Les études menées sur le sujet ont montré que ces dispositifs permettent de "réduquer" le système auditif (voies auditives et cortex) et de rétablir progressivement une tolérance normale aux sons forts.



Principe : Action du bruiteur à court terme : "matelas" sonore diminuant le contraste des bruits d'impact.

Le protocole de traitement consiste à augmenter progressivement l'intensité sonore dans l'environnement de l'enfant, tout en évitant une sur-protection qui pourrait aggraver la situation.



Pondération isononique, même intensité sur chaque bande de tiers d'octave.

Le Groupe Boët **dimensionne, conçoit, fabrique et installe** des salles de tests insonorisées répondant aux objectifs acoustiques et architecturaux des centres auditifs.



NUMÉRO 1 FRANÇAIS DANS LA MAÎTRISE DU CONFORT ACOUSTIQUE EN MILIEU MÉDICAL



Scannez ce QR code afin d'accéder à notre site internet et retrouvez l'ensemble de nos produits.

### NOS PRODUITS & SOLUTIONS

01

**BLOCS PORTES ACOUSTIQUES**  
Hautes Performances

02

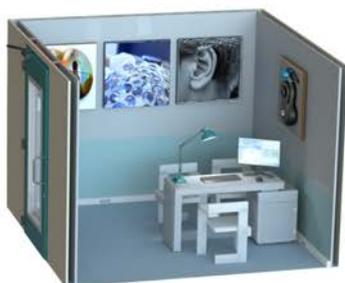
**PANNEAUX & REVÊTEMENTS ABSORBANTS**  
Standards ou Sur-mesure

03

**CHASSIS VITRES ACOUSTIQUES**  
Hautes Performances

04

**CABINES AUDIOMETRIQUES**  
Standards ou Sur-mesure



### Nous contacter

23 rue d'Amsterdam, 59200 Tourcoing  
03 20 05 88 88

[www.groupe-boet.com](http://www.groupe-boet.com)  
[contact@boet-stopson.com](mailto:contact@boet-stopson.com)



Medical  
EXPO

*Vous recherchez un partenaire pour vous accompagner dans la mise en oeuvre d'un traitement acoustique efficace et certifié ?*

Des conseils de prévention sur les bruits toxiques sont également donnés aux parents pour éviter les rechutes.

### QUID DES PROTECTIONS AUDITIVES DANS LA PRISE EN CHARGE ?

Une étude conduite par Formby et al. (2002) a démontré que le port de bouchons atténuateurs versus des générateurs de bruit, détériorait ou améliorerait considérablement la sensibilité auditive des patients hyperacousiques. Les chercheurs ont observé une réduction moyenne de 7 dB de la gêne auditive chez les patients ayant suivi le protocole bruiteur. Cette amélioration s'explique par un processus de réorganisation des voies auditives, facilitée par une exposition progressive et contrôlée aux sons. Dans le cas des bouchons c'était l'inverse, les participants étaient beaucoup plus sensibles lors du retrait de ces derniers.

### ÉTUDES SUR LES RÉSULTATS DE TRAITEMENT

Nous avons mené une étude rétrospective sur de 293 patients hyperacousiques que nous avons pris en charge, âgés de 19 à 57 ans. Les résultats montrent que 52 % des hommes et 48 % des femmes traités pour hyperacousie ont constaté une amélioration notable de leur seuil de tolérance auditive chez l'adulte.

Chez l'enfant, les résultats préliminaires de l'utilisation du QSBE indiquent que les jeunes patients montrent une amélioration significative après 4 à 6 mois de traitement avec des bruiteurs. Cependant, il est encore trop tôt pour établir des conclusions définitives, et l'étude est en cours de développement pour affiner la compréhension de l'hyperacousie chez cette population spécifique.

Depuis plus de 15 ans, nous avons pu constater lors la prise en charge des enfants hyperacousiques qu'une grande partie ont été diagnostiqué HPI. Un lien clinique a ainsi pu être établi entre précocité intellectuelle et hyperacousie sans pouvoir déterminer avec certitude les causes. Une anxiété anormale ou un trouble anxieux dans cette population a cependant été retrouvé et pourrait en être l'un des éléments.

Il est donc recommandé de tester le QI des enfants hyperacousiques dès que possible pour éviter de négliger ce facteur. Une précocité non détectée entraîne en effet des conséquences très négatives chez plus de 66% de ces enfants (échecs scolaires, prise en charge psychiatre non optimale, mal-être psychologique général sans en comprendre les raisons).

Par ailleurs on retrouve parmi les enfants qui se plaignent du bruit d'autres pathologies comme les TTA, TDAH, les misophonie ou encore des enfants avec un trouble du spectre autistique.

On peut également noter une période particulière du développement de l'enfant entre 3 et 5 ans où l'enfant va être hypersensible à tous les sens de son corps. Dans ce contexte une hypersensibilité au bruit peut apparaître et il sera important d'évaluer finement l'intérêt d'une prise en charge par bruiteur au cas par cas. Le temps étant plus long chez l'enfant, il est plutôt recommandé d'agir.

### CONCLUSION

L'hyperacousie, bien qu'encore peu comprise dans sa complexité, bénéficie aujourd'hui de solutions thérapeutiques efficaces tant chez l'adulte que chez l'enfant. Le développement d'outils d'évaluation adaptés, tels que le QSBE, permet d'affiner et de poser le diagnostic pour proposer un traitement personnalisé. Avec une prise en charge adéquate, incluant la prévention des bruits nocifs et l'utilisation de générateurs de bruit, il est possible d'espérer une amélioration, voire une guérison complète chez une grande majorité des patients.

L'équipe pluridisciplinaire reste indispensable dans cette prise en charge très spécifique afin également de rechercher une précocité intellectuelle qui serait masquée par l'hypersensibilité au bruit qui a amené à consulter. Il peut être proposé une prise en charge conjointe en sophrologie ou TCC à partir de 6 ans.

Il est important de sensibiliser le grand public et les professionnels de santé aux dangers de la sur-protection auditive et de promouvoir une réhabilitation auditive progressive pour offrir à ces enfants une chance de mener une vie normale, débarrassée des contraintes de l'hyperacousie.

**Remerciements : Avec la précieuse contribution de Christelle GUILLOTIN**

### RÉFÉRENCES

- Test d'hypersensibilité (Nelting et al 2002) Questionnaire d'Hypersensibilité (GÜF) – Nelting
- Dauman, R., Bouscau-Faure, F., 2005. Assessment and amelioration of hyperacusis in tinnitus patients. *Acta Oto-Laryngologica* 125, 503-509.
- Khalfa, S., Dubal, S., Veuillet, E., Perez-Diaz, F., Jouvent, R., Collet, L., 2002. Psychometric normalization of a hyperacusis questionnaire. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec* 64.
- Bischoff H., Evaluation de l'hyperacousie par l'audiométrie et les questionnaires, *Société française d'audiologie* n°11, avril 2011.
- Lurquin P., -Tout ce que vous avez toujours voulu savoir sur l'hyperacousie ... les cahiers de l'audition, n°6, p.26, 2013. BAHIA (Lurquin et al 2013)
- Philippe Lurquin l'hyperacousie : implication des relais sous-corticaux dans la genèse de l'hyperacousie, Mars 2016 Cahiers de l'Audition 29(1):26-29
- Noise sensitivity questionnaire (Schutte et al 2007) : Schütte M, Marks A, Wenning E, Griefahn B. The development of the noise sensitivity questionnaire. *Noise Health*. 2007 Jan-Mar;9(34):15-24.
- Formby C., Sherlock L., Gold S. "Adaptive plasticity of loudness induced by chronic attenuation and enhancement of the acoustic background (L)" *J. Acoust. Soc. Am.* 114, 55-58 (2003)
- C. Formby and S. L. Gold, "Modification of loudness discomfort level : evidence for adaptive chronic auditory gain and its clinical relevance," *Sem. Hear.* 23, 21-34(2000)
- Formby C., Sherlock L., Gold S. "Adaptative recalibration of chronic auditory gain : interim findings" *Proceedings of the VII th international tinnitus seminar*, R.Patuzzi eds, pp 165-169, 2002
- Carson, T.B., Qiu, Y., Liang, L., Medina, A.M., Ortiz, A., Condon, C.A., Ryan, N., Ambrosio, J., Carcamo, K., Miranda, D., Palacio-Raine, A., 2023. Development and validation of a paediatric version of the Khalfa Hyperacusis Questionnaire for children with and without autism. *International Journal of Audiology* 62, 1187-1195.

« L'hyperacousie, bien qu'encore peu comprise dans sa complexité, BÉNÉFICIE AUJOURD'HUI DE SOLUTIONS THÉRAPEUTIQUES EFFICACES TANT CHEZ L'ADULTE QUE CHEZ L'ENFANT. »

# DIZCOVERY VNG



ICS® Dizcovery

Challenge expectations.  
Change outcomes.

En moyenne, il faut cinq à sept ans à quatre ou cinq spécialistes pour diagnostiquer la cause des étourdissements, des vertiges ou des troubles de l'équilibre d'un patient. Pour aider à réduire le temps nécessaire au diagnostic, nous avons développé ICS Dizcovery. Cette solution transformatrice de vidéonystagmographie (VNG) offre une expérience utilisateur révolutionnaire et clarifie le tableau clinique avec des niveaux de précision, d'objectivité et de cohérence sans précédent. Première solution de VNG montée sur la tête, ICS Dizcovery est exceptionnellement compacte et portable, avec une installation plug and play et d'une installation prête à l'emploi. Le logiciel Otosuite® Vestibular complète ICS Dizcovery. Cette plateforme modulaire unifiée prend également en charge le test d'impulsion vidéo de la tête (vHIT) et le test calorique (vHIT), révolutionnant les flux de travail cliniques grâce à l'examen, le partage et l'interprétation d'une gamme complète de tests d'équilibre.



### Auteure

Mathilde BOT

Audioprothésiste D.E.  
à Fougères

Chargée de formation  
chez Audika

## DE L'IMPORTANCE DE LA COMMUNICATION PLURIDISCIPLINAIRE DANS LA PRISE EN CHARGE PROTHÉTIQUE

Mme S. est adressée par son Orl pour un appareillage auditif, la prescription jointe mentionnant simplement « Audioprothèse droite ».

Cette jeune patiente de 31 ans décrit une gêne sociale en milieu bruyant, même en petits groupes, ainsi que des difficultés depuis 6 mois à l'écoute de la télévision. Elle ne s'expose que rarement à des bruits forts et porte des protections auditives à l'occasion des concerts. La patiente est très motivée par l'essai d'un appareillage.

Sur le plan général, la patiente est en bonne santé, ne prend aucun traitement et ne mentionne aucun examen complémentaire à réaliser. Lors de l'interrogatoire, à la question sur d'éventuels troubles de l'équilibre, elle signale des vertiges occasionnels qualifiés de « tolérables ». Par ailleurs, elle ne décrit aucun épisode d'acouphène.

Mme S. travaille dans un bureau, utilise un casque audio pour l'écoute du téléphone et les réunions distancielles et n'est donc pas gênée dans son cadre professionnel.

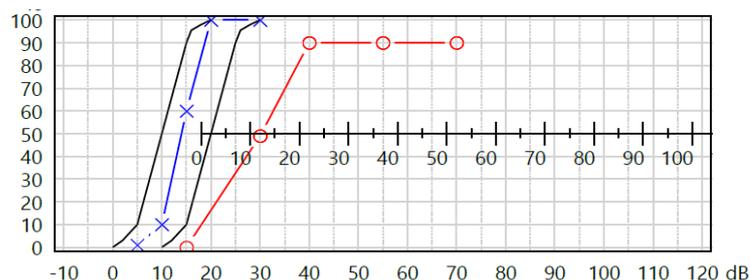
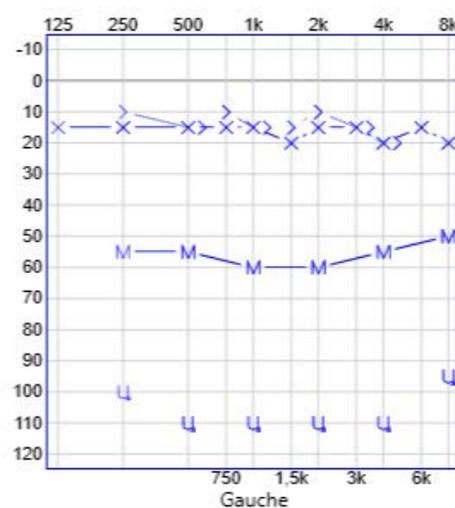
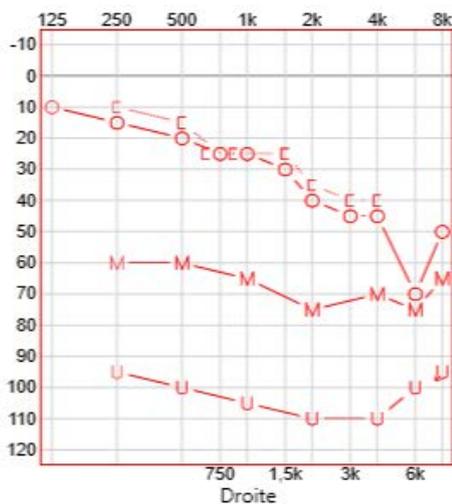
Enfin, il n'existe pas d'antécédents familiaux.

### BILAN

L'otoscopie est normale. L'audiométrie tonale liminaire montre une asymétrie. L'oreille gauche est normale, l'oreille droite présente une surdité légère prédominante sur les hautes fréquences avec un scotome à 6000 Hz.

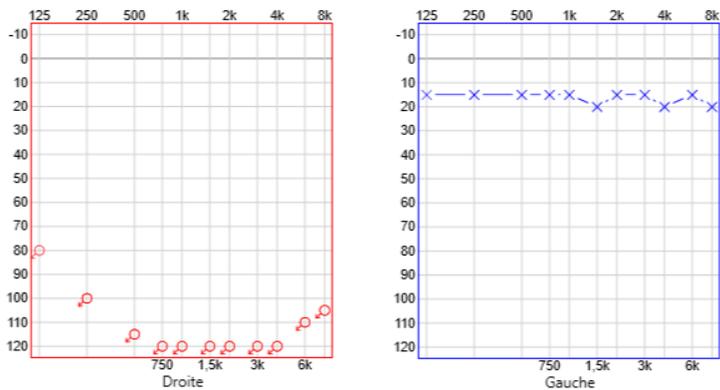
L'audiométrie vocale à droite plafonne à 90% d'intelligibilité à 70dB HL.

Mme S. choisit une aide auditive de type Rite rechargeable. L'adaptation se déroule sans encombre et elle débute ses essais en conditions réelles.

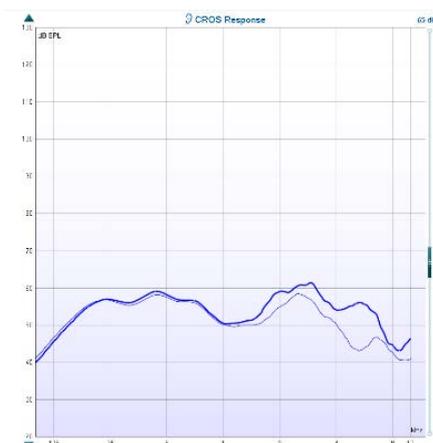


Lors du contrôle intermédiaire à 10 jours, le Data-Logging montre un port de 9 heures par jour. Mme S. décrit avoir rapidement ressenti le bénéfice apporté par son appareillage. Les évaluations de contrôle d'efficacité prothétique vont en ce sens montrant notamment une amélioration de ses capacités d'intelligibilité au test VRB. En revanche, elle nous rapporte avoir finalement une prescription pour la réalisation d'une IRM motivée par l'asymétrie de son audition. Compte-tenu des mentions faites lors du bilan d'orientation prothétique, cette information nous semble rationnelle et décidons donc de prolonger la durée de son essai jusqu'à la réalisation de cet examen.

Quelques semaines plus tard, son ORL nous avertit que l'imagerie révèle la présence d'un volumineux schwannome vestibulaire. Ce diagnostic, surprenant pour Mme S. suscite des questions et inquiétudes légitimes qui doit revoir prochainement son ORL pour discuter de la conduite à tenir. Lors de cette consultation, ce dernier lui confirme la nécessité d'une chirurgie qui est immédiatement programmée. Mme S. a été bien informée de l'enjeu et des conséquences de cette opération, notamment la grande probabilité d'une surdité profonde, voire totale sur cette oreille droite. De notre côté, nous annulons naturellement la prise en charge initiale et proposons de la revoir à distance de la chirurgie. Quelques mois plus tard, nous revoyons Mme S. La chirurgie s'est bien déroulée, elle entame des séances de kinésithérapie vestibulaire pour améliorer son équilibre. L'audiométrie tonale liminaire révèle à présent une cophose unilatérale droite.

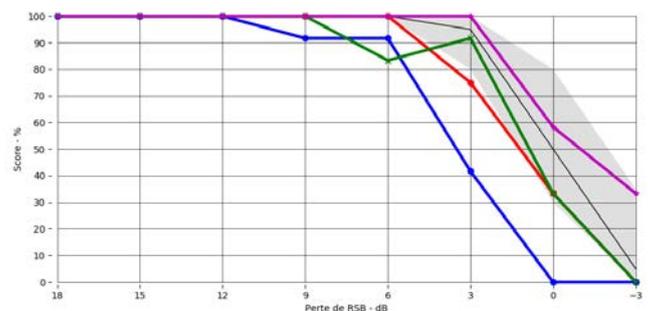


Cette dernière affecte la qualité de vie de Mme S., la perte de la binauralité engendrant les évidents problèmes de compréhension dans le bruit et localisation spatiale. Nous discutons avec elle des solutions de compensation par systèmes CROS aériens ou osseux et après discussion avec son ORL, il lui est établi une prescription en CROS aérien.



L'adaptation est alors réalisée, tout d'abord en CROS puis avec une activation en BiCROS avec une très légère amplification, la patiente se sentant « plus confortable » après un essai comparatif dans les deux conditions.

Le transfert du signal controlatéral et l'amplification sont contrôlés par la mesure in-vivo, puis des mesures supralimaires en champ-libre nous permettent de vérifier le confort de Mme S. sur toutes les fréquences testées. La patiente est améliorée et souhaite conserver cette solution, même si elle ne récupère naturellement pas l'efficacité de son audition bilatérale avant chirurgie. Pour évaluer l'efficacité du système, des mesures de bénéfice « binaural » sont effectuées selon le principe des tests de HIRSCH/SQUELCH afin de vérifier la capacité de Mme S. à discriminer la parole dans le bruit et valider la non-nocivité du système BiCROS. Les épreuves sont un peu revisitées puisque réalisées tout d'abord avec un bruit OVG et des listes de Fournier mais toujours dans les trois conditions : diotique (bruit et parole en face), dichotique (bruit en face, parole vers l'oreille déficiente) et dichotique inversé. En second temps, les tests ont été refaits au VRB, avec et sans le système BiCROS, toujours dans les trois conditions. Les résultats de ces derniers sont ci-dessous :



Date	Côté	Appareil D	Appareil G	Intensité	Listes	Score silence (%)	Perte de RSB (dB)
2024-07-10				60 dB	4 - 5 - 9 - 10	100.0 %	1.25 dB
2024-07-10				60 dB	1 - 2 - 6 - 7	100.0 %	3.75 dB
2024-07-26				60 dB	2 - 11 - 14 - 15	100.0 %	1.25 dB
2024-07-26				60 dB	5 - 8 - 12 - 13	100.0 %	-1.2 dB

Ils confirment l'efficacité décrite par la patiente avec une amélioration de 2,5 dB du RSB en condition HIRSCH (Dichotique) et une stabilité du RSB en SQUELCH (Dichotique inversé)

Pour la suite de la prise en charge, il est proposé à Mme S. des exercices d'entraînement auditif. Un questionnaire SSQ15 que la patiente nous remettra lors de son prochain rendez-vous permettra de mesurer l'amélioration de sa qualité de vie.

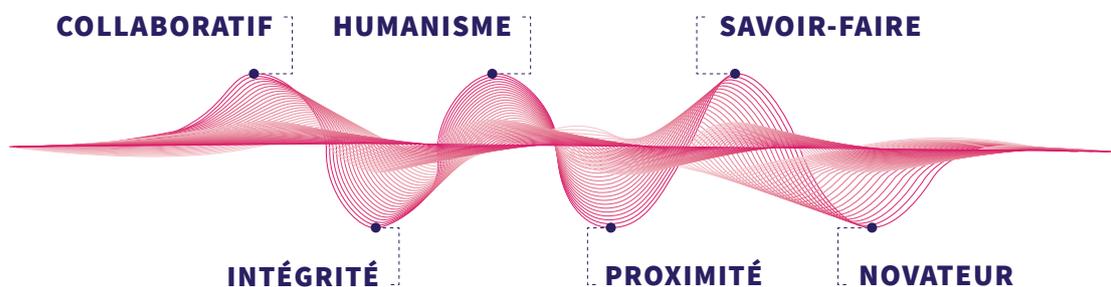
En conclusion, ce cas clinique souligne l'importance cruciale d'une collaboration étroite entre ORL et audioprothésiste afin d'assurer une prise en charge optimale du patient. L'échange d'informations sur les examens en cours, les explorations demandés, l'évolution auditive ou les besoins spécifiques permettent d'adapter au mieux la prise en charge et d'offrir un accompagnement personnalisé et éclairé. Dans le cas de Mme S., cela nous aurait peut-être conduit à changer notre discours lors du premier essai d'appareillage avant la réalisation de l'IRM afin d'anticiper une frustration légitime chez cette patiente amenée à perdre ses capacités d'écoute binaurale.



SoluSons reconnecte ses patients aux sensations auditives du quotidien et s'engage à améliorer la vie de ses patients en leur permettant de bien entendre et mieux vivre.



## Nos valeurs



**Nous recrutons sur toute la France**

**Tom Didier**  
Directeur Général  
tom.didier@solusons.fr  
06 80 77 53 77

**Alexandre Delecourt**  
Responsable Réseau  
alexandre.delecourt@solusons.fr  
06 50 78 63 88

# NOUVELLES DONNÉES CLINIQUES RÉDUCTION DE L'EFFORT D'ÉCOUTE SOUTENU ET DU STRESS LIÉ À L'ÉCOUTE AVEC OTICON INTENT™

## Auteurs

Valentina Zapata-  
Rodríguez et  
Sébastien Santurette

Centre de recherche en  
audiologie appliquée,  
Oticon A/S

Avec la technologie 4D Sensor, Oticon Intent adapte parfaitement la quantité d'aide à l'écoute en fonction des besoins d'écoute de l'utilisateur. Dans cette étude, nous avons utilisé une nouvelle approche expérimentale avec la réalité virtuelle où les participants pouvaient se tourner librement pour localiser un locuteur cible et devaient ensuite résoudre une tâche de compréhension de la parole. Nous avons évalué l'efficacité de la technologie 4D Sensor d'Oticon Intent en termes de réduction de l'effort et du stress d'écoute par rapport à Oticon Real™. Nous avons constaté une réduction de 31 % de la taille moyenne des pupilles et une réduction de 40 % du rythme cardiaque moyen pour Oticon Intent par rapport à Oticon Real. Ces résultats indiquent respectivement une réduction significative de l'effort d'écoute soutenu et du stress lié à l'écoute. Oticon Intent aide donc les utilisateurs à se sentir plus impliqués lors des conversations dans les environnements d'écoute difficiles.

## INTRODUCTION

La compréhension de la parole dans les environnements bruyants constitue le principal défi pour les personnes souffrant d'une perte auditive. Dans les environnements naturels, il est essentiel d'identifier et de se concentrer sur un interlocuteur parmi plusieurs sources sonores concurrentes pour pouvoir participer à une conversation. Avec la technologie 4D Sensor, Oticon Intent prédit l'intention d'écoute de l'utilisateur et ajuste l'aide à l'écoute en conséquence. Ici, nous avons utilisé la réalité virtuelle (RV) pour tester les bénéfices cliniques BrainHearing™ d'Oticon Intent en termes d'effort et de stress d'écoute au cours d'une tâche de compréhension de la parole précédée d'une tâche de localisation<sup>1</sup>.

## LE SAVIEZ-VOUS ?

Moresound Intelligence 3.0 surpasse la technologie traditionnelle en adaptant les niveaux d'aide en fonction de l'intention de l'utilisateur. Doté de la technologie 4D Sensor, Oticon Intent prédit les intentions d'écoute de l'utilisateur en combinant les informations provenant des capteurs de mouvement et acoustiques, tandis que le Réseau Neuronale Profond (RNP) 2.0 mis à jour garantit une suppression du bruit optimale. Vous trouverez de plus amples détails sur les bénéfices BrainHearing™ de la technologie 4D Sensor dans Bianchi/Eskelund et al. (2024)<sup>6</sup>.



### Effort d'écoute soutenu



L'effort d'écoute objectif est souvent évalué à l'aide de la pupillométrie, qui mesure les variations de la taille de la pupille pendant les tâches d'écoute. Une dilatation plus importante de la pupille indique un effort d'écoute accru pendant

les tâches d'écoute soutenue qui nécessitent une attention et un engagement continus<sup>2</sup>. L'effort d'écoute soutenu fait référence à l'effort mental prolongé nécessaire afin de maintenir l'attention et l'engagement dans des situations d'écoute réelles, par exemple lorsqu'il s'agit de suivre une conversation de longue durée<sup>3</sup>.

### Stress lié à l'écoute



Le stress lié à l'écoute peut être observé par des changements du rythme cardiaque en réponse à des variations de l'environnement d'écoute<sup>4</sup>. Un rythme cardiaque élevé indique un niveau de stress plus important. Le stress d'écoute est souvent lié à l'effort d'écoute : un effort accru causé par le bruit peut entraîner un sentiment de détresse<sup>5</sup>. Par conséquent, lorsqu'une assistance efficace à l'audition est fournie pour atténuer les effets des bruits indésirables, le stress lié à l'écoute peut être réduit. Ce phénomène est également observé dans la vie quotidienne : les personnes ont tendance à présenter un rythme cardiaque plus élevé lorsqu'elles sont exposées au bruit lors de l'écoute de la parole<sup>4</sup>.

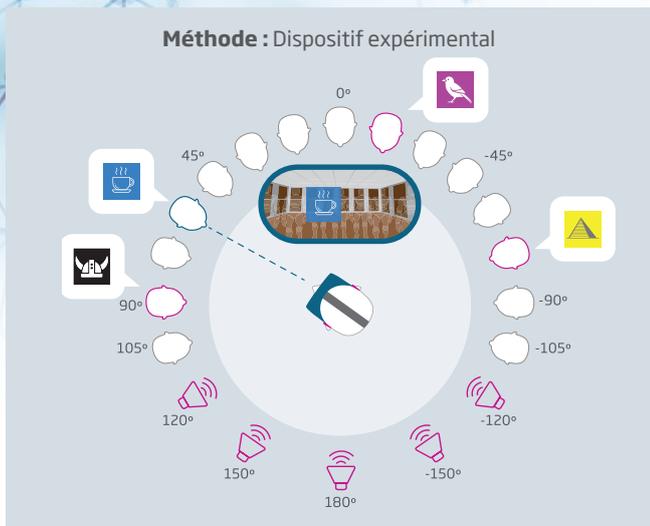


Figure 1. Exemple de test pour une situation d'écoute très complexe (4 locuteurs concurrents). Ici, les participants devaient d'abord pivoter pour localiser la personne qui parlait de café (indiquée par l'icône). Une fois qu'ils avaient sélectionné le bon interlocuteur et s'étaient orientés vers lui, ils devaient se concentrer sur lui pendant 33 secondes et suivre son discours pendant que nous surveillions l'évolution de la taille de leurs pupilles et de leur rythme cardiaque.

### DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

- Nous avons utilisé la RV et des simulations acoustiques pour créer des scènes audiovisuelles virtuelles réalistes<sup>1</sup>.
- Quinze avatars visuels ont été placés horizontalement avec un bruit de fond stationnaire diffusé par l'arrière.
- 2 scènes étaient évaluées : complexe (avec deux locuteurs concurrents) et très complexe (4 locuteurs concurrents).
- Chaque essai expérimental comportait une combinaison de localisations différentes pour les locuteurs concurrents parmi les 15 avatars visuels.
- Chaque locuteur concurrent ainsi que le bruit de fond étaient présentés à 60 dB SPL.
- La dilatation des pupilles a été enregistrée en continu par les lunettes de RV et le rythme cardiaque a été enregistré à l'aide d'un bracelet.
- Les appareils Oticon Intent et Oticon Real ont tous deux été adaptés avec les réglages par défaut, les audiogrammes individuels et la méthodologie d'adaptation VAC+.

### PARTICIPANTS

- Utilisateurs expérimentés d'aides auditives (pupillométrie : N = 25, rythme cardiaque : N = 20) avec une perte auditive neurosensorielle symétrique, légère à modérée.
- Âge moyen de 68 ans, avec une fourchette de 48 à 82 ans.

### TÂCHE

- Les participants devaient s'orienter dans la scène sonore et localiser la personne qui parlait d'un sujet spécifique en se basant sur un repère visuel. Ils devaient ensuite se concentrer sur le locuteur identifié pendant qu'un flash d'informations était diffusé à partir du même endroit.
- La compréhension de la parole a été évaluée à l'aide d'une question de type oui/non sur le contenu du flash d'informations.
- Ce test simule une situation d'écoute courante : être à un dîner ou à une fête où plusieurs conversations se déroulent simultanément dans un environnement bruyant. On doit d'abord sélectionner et localiser la conversation que l'on souhaite rejoindre, puis bien se positionner pour se concentrer et participer à une conversation intime.

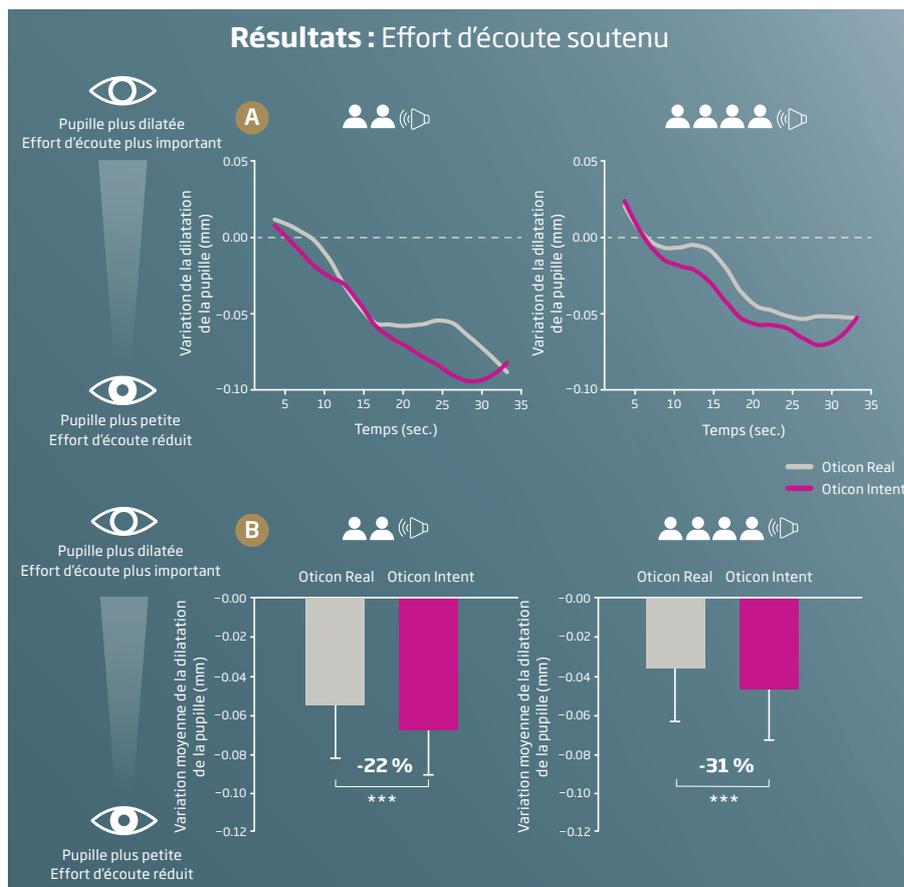
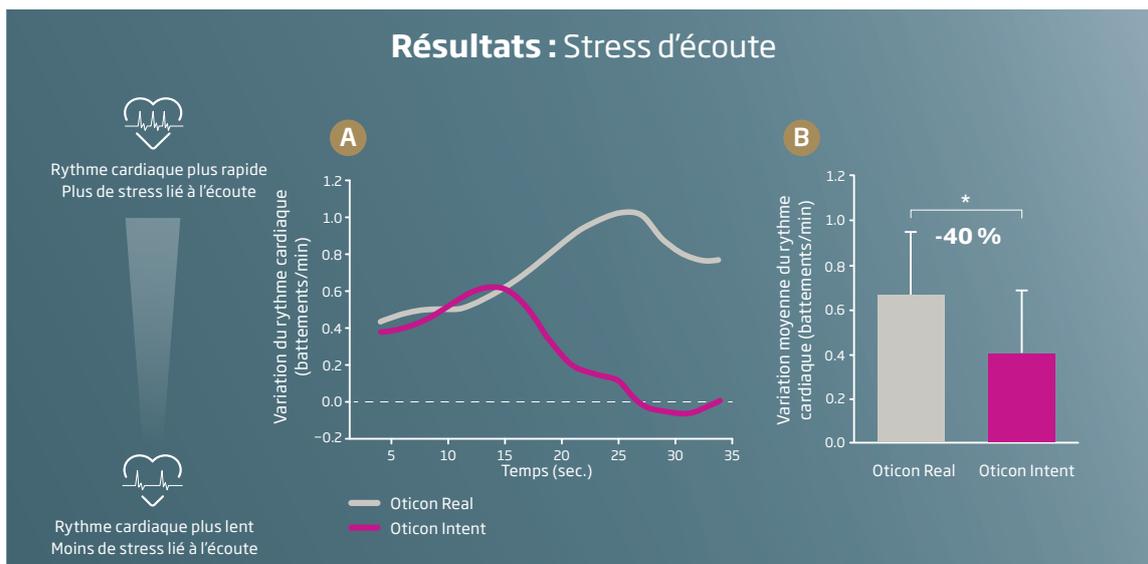


Figure 2. A : Variation de la taille de la pupille avec Oticon Intent et Oticon Real sur 33 secondes de compréhension de la parole pour une situation d'écoute complexe (à gauche) et très complexe (à droite). B : Taille moyenne de la pupille en fonction des participants et du temps avec Oticon Intent et Oticon Real. Les différences significatives sont indiquées par un astérisque (\* = p<0,05, \*\* = p<0,01, \*\*\* = p<0,001). Les barres d'erreur représentent l'erreur type de la moyenne (SEM).



**Figure 3. A : Variation moyenne du rythme cardiaque (batt./minute) avec Oticon Intent et Oticon Real sur 33 secondes en augmentant la complexité de la scène sonore de 2 à 4 locuteurs concurrents. B : Variation moyenne du rythme cardiaque en fonction du temps avec Oticon Intent et Oticon Real. Les différences significatives sont indiquées par un astérisque (\* =  $p < 0,05$ , \*\* =  $p < 0,01$ , \*\*\* =  $p < 0,001$ ). Les barres d'erreur représentent l'erreur type de la moyenne (SEM).**

- La figure 2A montre le changement de la taille de la pupille avec Oticon Intent par rapport à Oticon Real au cours de la tâche de compréhension de la parole. Pour les situations d'écoute complexes et très complexes, une réduction générale de la taille de la pupille avec Oticon Intent indique que l'effort d'écoute soutenu et l'engagement sont améliorés au cours de l'état d'écoute focalisée.
  - La figure 2B montre qu'Oticon Intent permet une réduction de 22 % de l'effort d'écoute lorsque l'environnement d'écoute est complexe et une réduction de 31 % lorsque l'environnement d'écoute est très complexe, par rapport à Oticon Real. Ce résultat est basé sur une réduction relative significative de la taille moyenne de la pupille.
  - La figure 3A montre la variation moyenne du rythme cardiaque (en batt./minute) entre une scène sonore complexe et une scène sonore très complexe au cours de la tâche de compréhension de la parole. La variation du rythme cardiaque est significativement moins importante avec Oticon Intent qu'avec Oticon Real dans l'ensemble. Au début de la tâche, la variation du rythme cardiaque est similaire pour les deux aides auditives. Cependant, lorsque l'écoute active commence (après quelques secondes), le rythme cardiaque avec Oticon Intent diminue au point d'être comparable au rythme cardiaque pendant la compréhension de la parole dans un environnement sonore moins complexe. Cela indique que le stress lié à l'écoute causé par la complexité croissante de la scène sonore (nombre de locuteurs concurrents) est moins important avec Oticon Intent qu'avec Oticon Real.
  - La figure 3B montre qu'Oticon Intent permet une réduction de 40 % du stress d'écoute par rapport à Oticon Real, sur la base d'une réduction relative significative du rythme cardiaque lors de l'augmentation de la complexité de la scène sonore. Cela témoigne d'un nouveau bénéfice clinique BrainHearing\*, à savoir l'aide à l'écoute supérieure fournie par Oticon Intent dans des situations d'écoute très complexes.
- \* La compréhension de la parole était similaire entre les appareils dans les situations complexes et très complexes. Par conséquent, les résultats présentés pour l'effort d'écoute soutenu (Figure 2) et le stress d'écoute (Figure 3) indiquent

des variations au niveau de la charge cognitive requise pour accomplir les tâches.

## CONCLUSION

Doté de la technologie 4D Sensor et du nouveau RNP 2.0, Oticon Intent fournit une aide accrue dans le bruit aux utilisateurs d'aides auditives dans des situations d'écoute complexes et très complexes, ce qui se traduit par une réduction de l'effort d'écoute allant jusqu'à 31 % et une diminution du stress d'écoute de 40 %. Ainsi, Oticon Intent libère les ressources cognitives des utilisateurs pour qu'ils puissent participer aux conversations et à la vie comme jamais auparavant.

## RÉFÉRENCES

1. Ahrens, A., & Lund, K. D. (2022). Auditory spatial analysis in reverberant multi-talker environments with congruent and incongruent audio-visual room information. *Journal of the Acoustical Society of America*, 152(3), 1586-1594.
2. Fiedler, L., Ala, T. S., Graversen, C., Alickovic, E., Lunner, T., & Wendt, D. (2021). Hearing Aid Noise Reduction Lowers the Sustained Listening Effort During Continuous Speech in Noise—A Combined Pupillometry and EEG Study. *Ear and hearing*, 42(6), 1590-1601.
3. Nielsen, R. M., & Ng, E. H. N., (2022). Oticon More™ new evidence – Reducing sustained listening effort. Oticon whitepaper.
4. Christensen, J. H., Saunders, G. H., Porsbo, M., & Pontoppidan, N. H. (2021). The everyday acoustic environment and its association with human heart rate: evidence from real-world data logging with hearing aids and wearables. *Royal Society open science*, 8(2), 201345.
5. Qin, S., Hermans, E. J., Van Marle, H. J., Luo, J., & Fernández, G. (2009). Acute psychological stress reduces working memory-related activity in the dorsolateral prefrontal cortex. *Biological psychiatry*, 66(1), 25-32.
6. Bianchi, F./Eskelund, K., Zapata-Rodriguez, V., Sanchez Lopez, R., & Gade, P. (2024). Oticon Intent™ - Clinical evidence. BrainHearing™ benefits of the 4D Sensor Technology. Oticon whitepaper.



# SUPÉRIORITÉ DE LA CLARTÉ DE LA PAROLE ET DE L'ACCÈS AUX INDICES DE LA PAROLE OTICON INTENT™, UNE RÉFÉRENCE CONCURRENTIELLE

## Auteurs

Marianna Vatti, Jorge  
Mauricio Cisneros-  
Caballero, Valentina  
Zapata-Rodríguez,  
Sébastien Santurette

Centre de recherche en  
audiologie appliquée,  
Oticon A/S

Avec la technologie 4D Sensor, Oticon Intent adapte parfaitement la quantité d'aide à l'écoute en fonction des besoins d'écoute de l'utilisateur. Dans cette étude, nous avons utilisé une nouvelle approche expérimentale avec la réalité virtuelle où les participants pouvaient se tourner librement pour localiser un locuteur cible et devaient ensuite résoudre une tâche de compréhension de la parole. Nous avons évalué l'efficacité de la technologie 4D Sensor d'Oticon Intent en termes de réduction de l'effort et du stress d'écoute par rapport à Oticon Real™. Nous avons constaté une réduction de 31 % de la taille moyenne des pupilles et une réduction de 40 % du rythme cardiaque moyen pour Oticon Intent par rapport à Oticon Real. Ces résultats indiquent respectivement une réduction significative de l'effort d'écoute soutenu et du stress lié à l'écoute. Oticon Intent aide donc les utilisateurs à se sentir plus impliqués lors des conversations dans les environnements d'écoute difficiles.

## INTRODUCTION

La technologie conventionnelle des aides auditives se heurte à des limites dans les environnements très animés tels que les restaurants ou les dîners de famille, dans lesquels il est difficile de séparer la parole des bruits parasites.

En effet, le traitement traditionnel de la directivité et de la réduction du bruit dans les aides auditives est axé sur l'amélioration de la parole provenant de l'avant et sur la réduction des bruits provenant d'autres directions.

Cependant, dans les environnements complexes de la vie réelle, le bruit peut provenir non seulement de l'arrière, mais aussi d'autres directions, y compris de l'avant. Ce document présente une évaluation technique systématique d'Oticon Intent et de quatre autres marques haut de gamme afin de comparer l'aide à l'écoute de la parole dans un scénario d'écoute plus réaliste que ce qui est couramment utilisé.

## CONFIGURATION DU TEST

Nous avons simulé une conversation intime dans un restaurant très fréquenté et enregistré la sortie de l'aide auditive avec un simulateur de tête et de torse (HATS) (Figure 1).

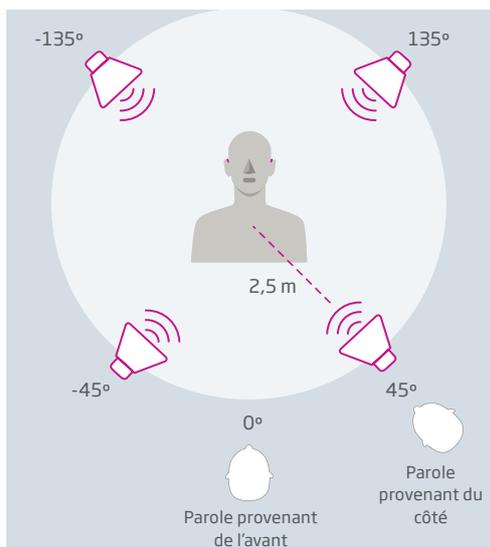
- Le HATS est placé au centre d'une matrice de hautparleurs dans un studio acoustiquement traité.
- Oticon Intent et les aides auditives haut de gamme les plus récentes de quatre marques concurrentes.
- Toutes les aides auditives ont été réglées sur les paramètres prescrits par défaut\* pour une perte auditive modérée (audiogramme standard N<sup>3</sup>) avec des dômes Power pour empêcher le son direct de pénétrer dans le conduit auditif.

### Amélioration du rapport signal/bruit (RSB)

- Une mesure objective qui estime le contraste supplémentaire entre la parole au premier plan et le bruit de fond produit par l'aide auditive. Un contraste accru indique une parole plus claire.
- Calculé avec la méthode d'inversion de phase<sup>1</sup> comme la différence de RSB de sortie entre les enregistrements appareillés et non appareillés, ces derniers servant de référence avant toute modification apportée par les aides auditives.

### Indice d'intelligibilité de la parole (SII)<sup>2</sup>

- Mesure objective et standardisée de l'intelligibilité de la parole pour quantifier l'accès aux indices de parole, en utilisant des pondérations basées sur l'importance de chaque bande de fréquence pour la compréhension de la parole, reflétant ainsi la perception de la parole par l'être humain.
- Il prédit l'intelligibilité de la parole en tenant compte de facteurs tels que la clarté du signal vocal, la présence de bruits de fond et la capacité auditive de l'auditeur. Des valeurs SII plus élevées indiquent un meilleur accès aux indices de parole et de plus grandes chances d'intelligibilité.



**Figure 1 :** Configuration sonore avec la parole provenant de l'avant ou du côté et le bruit provenant des quatre haut-parleurs.

- Mesures des résultats documentées pour l'oreille gauche.
- Parole au premier plan : Un seul locuteur positionné soit directement de face à 0°, soit à 45° sur le côté et diffusé à 65 dB SPL.
- Le niveau de bruit de fond est fixé à 60, 65 ou 70 dB SPL, ce qui correspond respectivement à une situation moins complexe à 5 dB de RSB d'entrée, à une situation complexe à 0 dB de RSB d'entrée et à une situation très complexe à -5 dB de RSB d'entrée, \*\*.

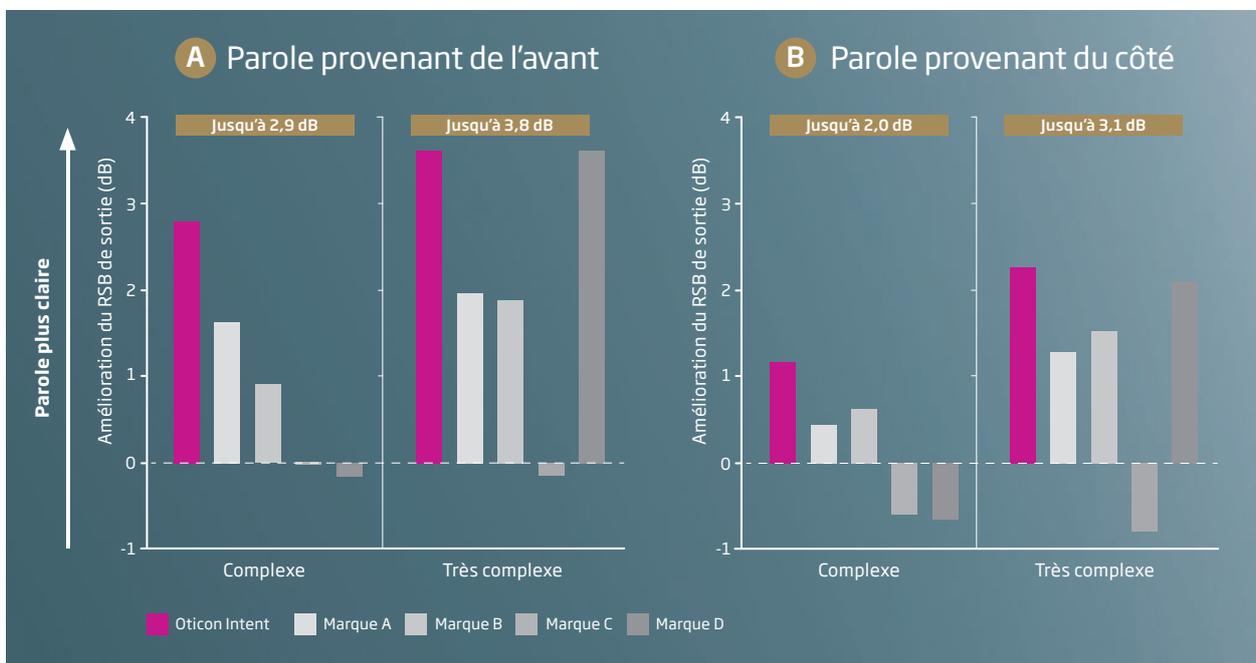
Notez que la situation avec la parole à 45° est plus difficile pour les aides auditives, car la directivité seule n'est pas suffisante

pour séparer la parole et le bruit provenant de la même direction.

### CLARTÉ SUPÉRIEURE DE LA PAROLE

La figure 2 montre l'amélioration mesurée du RSB de sortie pour Oticon Intent et les quatre autres marques dans les situations complexes et très complexes.

- **Situation complexe :** Pour la parole provenant de l'avant et la parole provenant du côté\*\*\*, Oticon Intent a surpassé toutes les marques jusqu'à 2,9 dB en termes d'amélioration du RSB de sortie.
- **Situation très complexe :** Pour la parole provenant de l'avant et la parole provenant du côté\*\*\*, Oticon Intent a surpassé trois marques sur quatre, avec une amélioration allant jusqu'à 3,8 dB en termes du RSB de sortie, et était au même niveau que la marque D.
- Parmi toutes les aides auditives testées, Oticon Intent était la seule aide auditive qui s'adaptait de manière cohérente à la complexité de l'environnement et fournissait une amélioration du RSB de sortie d'au moins 0,5 dB pour une adaptation par défaut dans tous les cas suivants (Tableau 1) :
  - Pour la parole provenant de l'avant dans les situations complexes et très complexes
  - Pour la parole provenant du côté et le bruit provenant de la même direction que la parole dans les situations complexes et très complexes
  - Dans une situation moins complexe avec un RSB d'entrée de +5 dB\*\*\*\* Amélioration de l'accès aux indices de la parole



**Figure 2 :** Amélioration du RSB de sortie pour Oticon Intent et quatre autres marques, mesurée dans une situation complexe et très complexe pour la parole provenant de l'avant à 0° (A) et la parole provenant du côté à 45° (B).

\* Les fonctions de gestion du Larsen et des bruits transitoires ont été désactivées pour garantir la validité de la méthode d'inversion de phase.  
 \*\* L'étalonnage du son a été effectué avec le point de référence positionné à 0°.  
 \*\*\* Le RSB de sortie était généralement plus faible pour toutes les marques en ce qui concerne la parole provenant du côté. Cela s'explique en partie par la situation plus difficile dans laquelle la parole est associée à une source de bruit, et en partie par le fait que la parole provenait du côté de la meilleure oreille, et que les aides auditives ont donc appliqué moins de traitement.  
 \*\*\*\* Des mesures supplémentaires à 5 dB de RSB d'entrée ont montré que seuls Oticon Intent (1,4 dB) et la marque A (1,2 dB) pouvaient encore fournir une amélioration du RSB de sortie supérieure à 0,5 dB dans cette situation moins complexe.

Amélioration de la clarté de la parole	Oticon Intent	Marque A	Marque B	Marque C	Marque D
Dans les situations complexes et très complexes, avec la parole provenant de l'avant	●	●	●		
Dans les situations complexes et très complexes, avec la parole provenant du côté et le bruit provenant de la même direction que la parole	●		●		
Dans une situation moins complexe	●	●			
De manière adaptative à la complexité de l'environnement	●	●	●		●

Tableau 1 : Résumé des critères remplis pour chaque marque d'aide auditive testée. Chaque point indique qu'une amélioration d'au moins 0,5 dB du RSB de sortie est fournie par l'aide auditive.

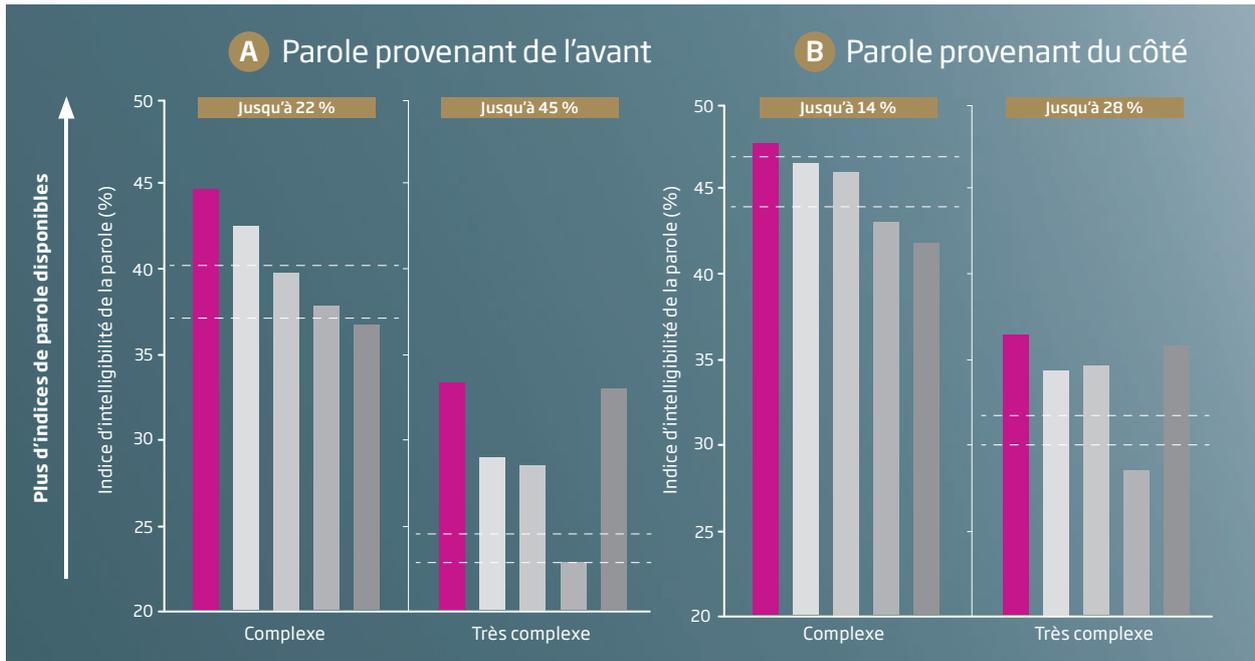


Figure 3 : Indice d'intelligibilité de la parole pour Oticon Intent et quatre autres marques, mesuré dans une situation complexe et très complexe pour la parole provenant de l'avant à 0° (A) et la parole provenant du côté à 45° (B). Les lignes pointillées supérieures indiquent le SII d'une personne normo-entendante sans perte auditive. Les lignes pointillées du bas indiquent le SII d'une personne présentant une perte auditive modérée et ne portant pas d'aides auditives.

### AMÉLIORATION DE L'ACCÈS AUX INDICES DE LA PAROLE

La figure 3 montre l'accès aux indices de la parole, tel qu'estimé à partir du SII, pour Oticon Intent et les quatre aides auditives concurrentes dans une situation d'écoute complexe et une situation d'écoute très complexe.

- **Situation complexe** : Pour la parole provenant de l'avant et du côté, Oticon Intent a surpassé toutes les marques, avec une différence relative du SII allant jusqu'à 22 % pour la parole provenant de l'avant et jusqu'à 14 % pour la parole provenant du côté\*, par rapport à la marque D.
- **Situation très complexe** : Oticon Intent a fourni une différence relative du SII allant jusqu'à 45 % pour la parole provenant de l'avant et jusqu'à 28 % pour la parole provenant du côté\*, par rapport à la marque C.

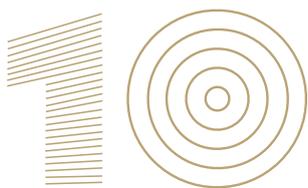
\* Des valeurs SII plus élevées sont observées pour la parole provenant du côté car la parole est située du côté de la meilleure oreille, ce qui augmente le niveau de la parole à l'entrée de l'aide auditive.

### CONCLUSION

Oticon Intent offre une clarté de la parole et un accès aux indices de la parole supérieurs à ceux des autres marques, ce qui améliore la capacité de l'utilisateur à communiquer plus efficacement dans des situations réelles et lorsque le bruit provient de la même direction que la parole. Ce type de situation ne peut pas être géré par la directivité traditionnelle, ce qui met encore plus en évidence les capacités supérieures de MSI 3.0 avec le RNP 2.0.

### RÉFÉRENCES

1. Hagerman, B., & Olofsson, Å. (2004). A method to measure the effect of noise reduction algorithms using simultaneous speech and noise. *Acta Acustica United with Acustica*, 90(2), 356-361.
2. ANSI (1997). *ANSI S3.5-1997, American National Standard methods for the calculation of the Speech Intelligibility Index* (American National Standards Institute, New York).
3. Bisgaard, N., Vlaming, M. S., et Dahlquist, M. (2010). Standard audiograms for the IEC 60118-15 measurement procedure. *Trends in Amplification*, 14(2), 113-120.
4. Brændgaard, M./Zapata-Rodriguez, V., Stefancu, I., Sanchez Lopez, R., & Santurette, S. (2024). *Oticon Intent - Technical review and evaluation. 4D Sensor technology and Deep Neural Network 2.0 in Oticon Intent*. Oticon whitepaper.



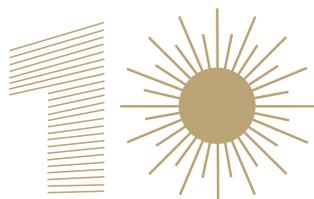
10 ans de passion !



10 ans d'écoute !



10 ans de sourire !



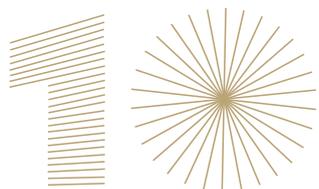
10 ans de fidélité !



10 ans de croissance !



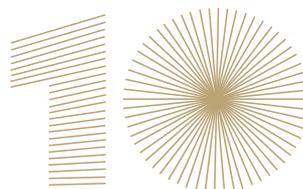
10 ans de confiance !



10 ans d'indépendance !

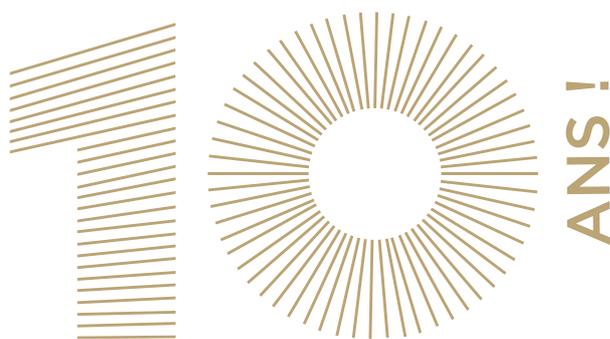


10 ans de qualité !



10 ans d'échange !

**sonance**  
AUDITION



**L'émotion fait notre différence !**

[www.sonance-audition.fr](http://www.sonance-audition.fr)

ReSound GN

## UNE EXPÉRIENCE CONNECTÉE AMÉLIORÉE

**GN Hearing A/S**  
19 rue d'Arcueil  
94150 RUNGIS  
France  
pro.resound.com

De nos jours, tout le monde "streame". Qu'il s'agisse d'écouter de la musique, le son de la télévision ou de recevoir des appels téléphoniques, cela fait partie intégrante de nos vies, mais jusqu'à présent, il n'existait aucun protocole Bluetooth® standardisé pour le streaming des aides auditives.

Dans notre monde numérique, les utilisateurs d'aides auditives peuvent se sentir déconnectés. Mais ces défis appartiennent désormais au passé : l'heure est au Bluetooth Low Energy (LE) Audio.

### QU'EST-CE QUE BLUETOOTH LE AUDIO ?

Le nouveau codec LC3 est la nouvelle norme pour la transmission sans fil de l'audio des systèmes émetteurs aux systèmes récepteurs.

Un codec compresse les données pour les transmettre avec une consommation d'énergie et un effort de calcul minimes. Auparavant, ces codecs n'étaient pas optimisés pour les exigences spécifiques des aides auditives et, par conséquent, les fabricants d'aides auditives ont développé et ajouté leurs propres protocoles propriétaires.

Cela a entraîné des problèmes de connexion récurrents entre différents fabricants, car une compatibilité cohérente entre le micrologiciel des appareils auditifs, les systèmes d'exploitation des smartphones et les protocoles Bluetooth ne pouvait être garantie.

De plus, LC3 est le nouveau codec standard pour la transmission audio pour tous les produits utilisant Bluetooth LE Audio. Cela entraînera beaucoup moins de limitations de compatibilité à l'avenir.

Le nouveau codec LC3 et Bluetooth LE Audio ont été développés en collaboration avec l'industrie de l'électronique grand public et les fabricants d'aides auditives. Bluetooth LE Audio est optimisé pour une faible consommation d'énergie, une qualité audio élevée et une très faible latence.

Avec Bluetooth LE Audio, il sera possible d'établir des connexions directes depuis le téléviseur, l'ordinateur portable ou d'autres appareils compatibles Bluetooth 5.3 vers les aides auditives.

Les nouvelles aides auditives ReSound Nexia™ se connectent déjà à Bluetooth LE Audio et peuvent également être connectées aux flux audio diffusés Auracast™. La qualité sonore pendant le streaming est limpide et la connectivité audio dans les lieux publics tels que les cinémas et les aéroports via Auracast sera intuitive et simple.



Le streaming direct via les protocoles de streaming MFi ou Android™ est toujours possible et ReSound Nexia est également rétrocompatible avec l'ensemble de notre écosystème d'accessoires sans fil.

Made for  
iPhone | iPad | iPod

Works with  
Android

### Saviez-vous que ... ?

L'industrie de l'électronique grand public prévoit de livrer 3 milliards d'appareils Bluetooth LE Audio par an d'ici 2027. \*  
(\*Bluetooth SIG)

ReSound Nexia



## UNE ÈRE NOUVELLE POUR L'AUDITION CONNECTÉE AVEC AURACAST

Auracast ouvre des possibilités entièrement nouvelles pour le streaming audio dans les lieux publics.

L'écoute est simple : les utilisateurs sélectionnent le flux Auracast qu'ils souhaitent écouter sur leur smartphone, et l'aide auditive ou un appareil compatible Auracast reçoit le signal, tout comme la sélection d'un point d'accès WiFi.

Cela peut également se faire en appuyant sur un bouton physique sur place ou en scannant un QR-code.

Les porteurs d'aides auditives bénéficient d'un signal de haute qualité à plusieurs endroits, car l'installation d'un streamer Auracast est simple et économique.

Non seulement les cours d'une conférence, d'une université, d'une école ou d'un musée peuvent être diffusés vers des aides auditives, mais également le son coupé ou très faible des téléviseurs dans des bars, des bus ou des magasins.

Dans les lieux publics comme une gare ou un aéroport, les annonces concernant les trains ou les vols seront transmises directement aux aides auditives, afin que chacun obtienne les informations dont il a besoin.

Même au cinéma, Auracast constitue une grande amélioration pour les porteurs d'aides auditives. Le signal audio du film est diffusé directement vers les aides auditives, quel que soit l'endroit où elles se trouvent. Alors suivez l'action et ne manquez rien.

### TV-Streamer+

En plus de permettre le streaming depuis les aides auditives compatibles ReSound Nexia, le TV Streamer+ sert également d'émetteur Auracast.

Cela permet aux personnes disposant de smartphones compatibles Auracast, ainsi que de casques, d'écouteurs et d'appareils auditifs, de se connecter facilement au flux pour une expérience d'écoute partagée.



© 2024 GN Hearing A/S. Tous droits réservés. ReSound est une marque déposée de GN Hearing A/S. Apple, le logo Apple, iPhone, iPad et iPod touch sont des marques déposées d'Apple Inc., enregistrées aux États-Unis et dans d'autres pays. App Store est une marque de service d'Apple Inc., enregistrée aux États-Unis et dans d'autres pays. Android, Google Play et le logo Google Play sont des marques déposées de Google LLC. La marque et les logos Bluetooth sont des marques déposées appartenant à Bluetooth SIG, Inc. La marque et les logos Auracast sont des marques déposées appartenant à Bluetooth SIG, Inc.



## CONSULTANT SOLUTIONS INFORMATIQUES

Votre Prestataire Informatique Spécialisé en Audioprothèse

Fort de 35 ans d'expérience au service des audioprothésistes, **Consultant Solutions Informatique** vous propose toute son expertise.

Implanté dans le LOIRET, nous intervenons et accompagnons près de **450 centres d'audioprothèse sur toute la France**.

Nos ordinateurs sont livrés prêts à l'emploi avec installation des logiciels nécessaires à votre activité.

**Forfait ou contrat de maintenance, nous sommes présents depuis l'idée de votre futur centre jusqu'à la mise en place et le suivi de vos installations.**

Fournisseur NOAH, HIMSA et certifié "HIMSA Products Support Engineer".



Informatique

Acquisition

Maintenance

Assistance

Dépannage



**Auteur**

Mikael MENARD

Responsable de formation et d'application



# SIGNIA IX TOUJOURS N°1 DANS LES CONVERSATIONS !

En 2023, une première étude <sup>1</sup> démontre que la plateforme Signia IX est numéro 1 dans les conversations. Qu'en est-il en 2024, après l'arrivée de nouvelles technologies intégrant l'Intelligence Artificielle (IA) ? Une nouvelle étude <sup>2</sup> a été réalisée et confirme la place de la plateforme Signia IX, toujours numéro 1 dans les conversations.

## INTRODUCTION

L'objectif principal de la plateforme **Signia Integrated Xperience (IX)** est d'améliorer « les conversations » pour les porteurs d'aides auditives. En cela, nous avons cherché à adresser les principales difficultés des porteurs d'aides auditives, soit une conversation à plusieurs dans le bruit. La réponse se concentrant sur 2 technologies majeures : le « suivi de parole » et la « multi directivité ».

Les situations de conversation à plusieurs dans le bruit peuvent être particulièrement difficiles pour les utilisateurs. Comme dans la réalité, de multiples interlocuteurs peuvent intervenir dans une conversation (ex : réunion, dîner, cocktail party, ...), mais aussi des mouvements divers et variés de ceux-ci, puis des mouvements de tête du porteur lui-même. L'approche conventionnelle des aides auditives, basée sur des algorithmes de Beamforming classique et de réducteurs de bruit, se trouvant alors en difficulté lorsque nous introduisons ces caractéristiques réalistes d'une conversation dans le bruit.

Des informations détaillées sur le fonctionnement de la plateforme IX et des nouvelles fonctionnalités sont disponibles dans l'article de Jensen et al. publié en 2023(2). La plateforme Signia IX se base sur 4 piliers technologiques pour améliorer les conversations du patient (figure 1).

- Le traitement en double flux permet d'apporter une amplification et une compression différente au signal de parole par rapport au signal ambiant, **améliorant donc le contraste entre parole et bruit**.
- La technologie OVP 2.0 permet quant à elle, de **mettre le patient à l'aise avec sa propre voix**, afin de le rendre confiant dans ses prises de paroles.
- La technologie de suivi de parole permet de gérer les mouvements inhérents à une conversation « réelle » en tenant compte des mouvements de tête du porteur, mais aussi des mouvements des interlocuteurs.
- Enfin, la technologie de multi-directivité permet de focaliser simultanément sur plusieurs sources de paroles autour du patient, afin de redonner au porteur les multiples voix autour de lui.

En 2023, pour son lancement, cette technologie a été évaluée dans une série de mesures en comparaison à 4 appareils concurrents. En utilisant la méthode d'Hagerman, il a été possible de mesurer le rapport signal/bruit (SNR) en sortie d'appareil dans une situation de test reproduisant une conversation de groupe en environnement bruyant. Les résultats ont montré un clair avantage pour la **plateforme Signia IX** positionnant celle-ci comme numéro 1 dans ces scénarios de conversations à plusieurs.

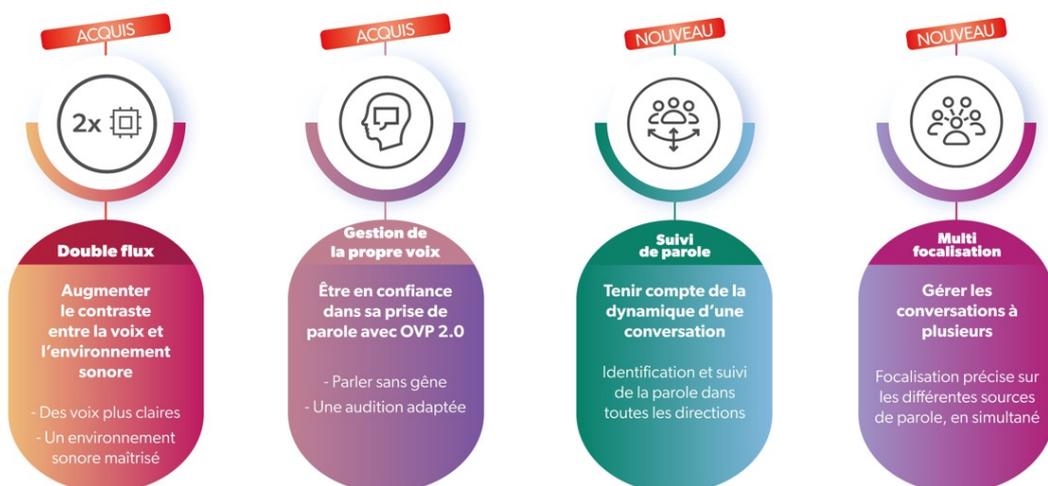


Figure 1 : Piliers technologiques de la plateforme IX

En 2024, avec l'arrivée de nouveaux produits intégrant l'IA sur le marché, une nouvelle étude a été menée afin d'évaluer si la plateforme Signia IX propose toujours les meilleures performances en situation de conversations à plusieurs dans le bruit.

## MÉTHODE

### Méthode Hagerman

Cette étude, tout comme la précédente, se base sur la technique développée par Hagerman, d'inversion de phase proposée en 2004<sup>3</sup>. Cette technique est reconnue comme une technique d'analyse pertinente pour évaluer le traitement des aides auditives lorsque la parole et le bruit sont présentés simultanément. La méthodologie est basée sur le fait que, lorsque l'on additionne 2 signaux sonores identiques avec l'un d'entre eux inversé en phase, le résultat est zéro, les 2 signaux s'étant annulés. Cela signifie que si un signal de parole plus bruit est additionné à ce même bruit inversé en phase, le résultat sera la parole seule. Dans le cas où l'on connaît le signal d'entrée d'une aide auditive (parole et bruit bien isolés) et que l'on enregistre le signal de sortie, il est alors possible de mesurer l'amélioration du SNR apportée par le traitement de l'aide auditive.

L'utilisation de cette méthode d'évaluation nécessite cependant quelques impératifs pour obtenir des mesures cohérentes. Étant donné que cette méthode se base sur plusieurs enregistrements consécutifs, il est important que les aides auditives aient un fonctionnement stable au cours des différentes mesures. Cela signifie qu'il faudra mettre les appareils dans un état stable avant chaque enregistrement en les exposant à un signal sonore préliminaire. La méthode d'Hagerman nécessite également que les signaux comparés soient bien en phase et donc que le traitement des aides auditives ne modifie pas la phase du signal ou ne le compense pas. C'est pourquoi certains traitements comme les anti-larsen ou compression fréquentielle sont désactivés.

### Configuration de mesure

Dans cette étude, nous utilisons une implémentation de la méthode Hagerman inspirée de la version utilisée par Aubreville & Petrusch en 2015<sup>4</sup>. Cette configuration, illustrée en figure 2, a été mise en place dans une pièce traitée acoustiquement

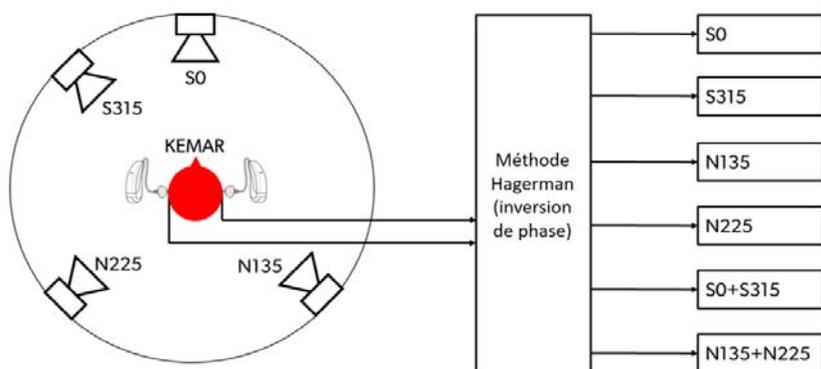


Figure 2 : Configuration utilisée pour la mesure du SNR en sortie des appareils. Le signal de parole (S) est délivré par 2 HP à 0° et 315° et le bruit (N) est délivré par les 2 autres HP à 135° et 225°. Le signal traité par les aides auditives est enregistré à l'aide du KEMAR. La méthode d'Hagerman nous permet alors de générer une estimation des signaux S et N, à la fois seuls et combinés.

avec un KEMAR au centre et 4 enceintes positionnées à une distance de 1m autour. Des sections du signal de test de parole ISTS sont présentées dans les enceintes à 0° et 315° à un niveau de 76 dBA. Dans le même temps, un bruit de fond composé d'un enregistrement d'une cafétéria bruyante mixé à un bruit rose sont présentés dans les enceintes à 135° et 225° à un niveau de 72 dBA.

Pour mesurer le SNR en sortie de l'appareil, les aides auditives sont positionnées sur le KEMAR et une série d'enregistrements est réalisée avec et sans l'inversion de phase pour les différents signaux de stimulation en entrée des appareils. En appliquant la technique d'inversion de phase sur les enregistrements, nous avons alors pu estimer chacun des signaux traités, à la fois les signaux de paroles et bruits seuls, mais aussi combinés comme décrit sur la figure n°2.

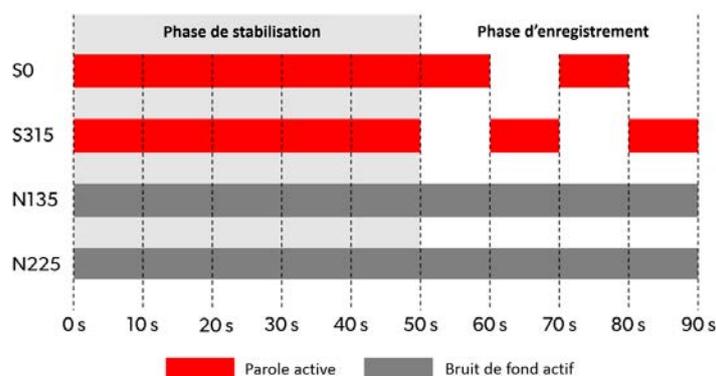


Figure 3 : Organisation des signaux sonores sur les 4 enceintes de test. La présentation des signaux sonores commence à t=0s. L'enregistrement commence à t=50s afin de laisser les appareils dans un fonctionnement stable. À partir de t=50s, une simulation de conversation est créée en activant à tour de rôle les 2 enceintes de parole.

Pendant ces enregistrements, les signaux sonores délivrés par les 4 enceintes ont été organisés comme sur la figure n°3. Pendant 50 secondes avant l'enregistrement, les 4 enceintes émettent leurs signaux afin de mettre les appareils

auditifs dans un état de traitement stable. Ce délai a été choisi afin d'assurer à toutes les aides auditives testées un fonctionnement stable dans cet environnement. Après ces 50 secondes, l'enregistrement commence et les enceintes simulant la parole de la conversation à plusieurs dans le bruit sont alternativement activées. Pour simuler cette conversation de 2 personnes, les enceintes S0 et S315 sont activées toutes les 10 secondes (voir figure 3). L'enregistrement inclut 2 sections d'enregistrement pour chacune des enceintes de parole, soit 40 secondes totales d'enregistrement.

L'objectif de cette étude est d'évaluer, pour les différentes aides auditives, le SNR moyen délivré par les appareils. Du fait de la configuration présentée en figure n°2, nous présentons le SNR en sortie de l'aide auditive gauche qui sera plus révélateur de la compréhension de parole, compte tenu de sa meilleure position dans notre test.

**Les aides auditives**

Pour cette étude, les performances des appareils Signia Pure 7 C&G IX ont été comparées à 3 paires d'appareils RIC concurrents de dernière génération. Les appareils concurrents seront nommés de A à C. Au moment du test, ces appareils correspondent aux plus haut de gamme de chacune des marques testées.

Pour la mesure, les appareils (4 paires) ont été programmés de manière identique avec une perte plate de 50 dB en utilisant le pré-réglage recommandé par chaque fabricant. Les algorithmes susceptibles de perturber la phase des signaux sont désactivés le cas échéant (Anti-larsen et abaissement fréquentiel). Les appareils ont été ensuite adaptés au Kemar en utilisant des dômes fermés.

Un enregistrement a également été réalisé sans appareils (oreilles du Kemar nues) pour avoir une référence et calculer les SNR de chaque appareil par rapport à cette oreille nue.

Afin d'évaluer l'impact du réducteur de bruits basé sur des réseaux de neurones profonds (DNN) de la marque A, une mesure supplémentaire a été réalisée dans un programme manuel ajouté dans lequel ce réducteur de bruit DNN est désactivé. La marque A aura donc 2 mesures A1 et A2, la première avec DNN, la seconde, sans.

**RÉSULTATS**

Sur la figure 4 sont reportées les améliorations du SNR mesurées pour chaque marque d'appareil, et ce, par rapport à l'enregistrement oreilles Kemar nues. On retrouve donc l'amélioration apportée par la plateforme Signia IX, par les appareils des marques B, C et 2 résultats pour la marque A (A1 et A2) : avec et sans réduction de bruit par DNN.

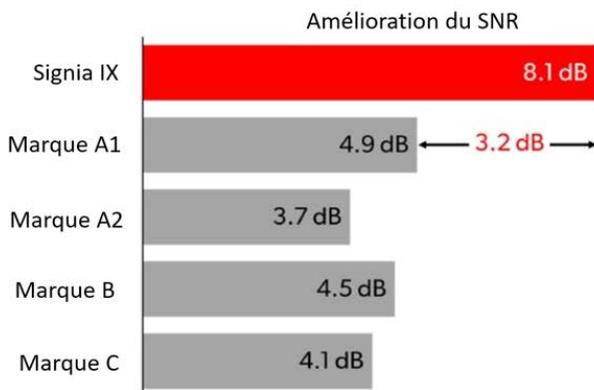


Figure 4 : Amélioration du SNR pour chacune des marques testées, relative par rapport au SNR mesuré Kemar seul.

On peut voir sur cette figure 4 que les quatre aides auditives offrent une amélioration en termes de SNR. Cependant, la plateforme Signia IX offre un bénéfice clairement plus important.

L'amélioration du SNR avec la plateforme Signia IX par rapport au Kemar seul (oreille nue) est de 8,1 dB. La meilleure aide auditive concurrente (marque A1) offre une amélioration du RSB de 4,9 dB. En d'autres termes, dans ce scénario de conversation, la plateforme Signia IX apporte une amélioration du SNR 3,2 dB supérieure à l'appareil concurrent le plus performant.

Les trois aides auditives concurrentes proposent des résultats assez similaires avec des améliorations se situant entre 4,1 dB à 4,9 dB. Pour l'appareil auditif de marque A, on peut voir que l'activation de la réduction de bruit (A1) basée sur un réseau de neurones profond (DNN) améliore de 1,2 dB le SNR de l'appareil par rapport au fonctionnement sans DNN (A2). Un résultat cohérent avec les données publiées par le fabricant.

**DISCUSSION**

En comparant les données de cette étude aux données de l'étude précédente <sup>1</sup>, comme attendu, nous obtenons des performances identiques pour les appareils Signia IX. Concernant les concurrents, il est à noter que l'intégration de nouveaux algorithmes basés sur l'IA améliore leurs performances. Cependant, force est de constater que cette amélioration n'est pas suffisante pour égaler les performances offertes par la plateforme Signia IX. L'implémentation de réducteurs de bruits de type DNN et de fonctionnalités à base d'IA nécessite aujourd'hui des capacités importantes de calcul, impactant l'autonomie des appareils et nécessitant parfois des appareils plus volumineux, pour un bénéfice n'étant pas aujourd'hui suffisant pour rattraper la technologie proposée par la plateforme Signia IX.

La plateforme Signia IX permet de traiter et d'amplifier différemment le signal utile de l'environnement. Cela permet dans un même temps de mettre en avant la voix des interlocuteurs tout en maintenant un environnement sonore de bruit maîtrisé et contrôlé. Cette technologie s'adapte de manière transparente et rapide aux changements dans la conversation, tels que la prise de parole à tour de rôle simulée dans notre étude. Les capacités à traiter indépendamment le signal sonore à l'aide de la gestion double-flux, de rester toujours focalisé sur les interlocuteurs à l'aide du suivi de parole puis la multi focalisation, sont les facteurs clés qui expliquent l'avantage de la plateforme Signia IX sur ses concurrents.

Une augmentation de 3 dB du RSB correspond à un doublement du rapport entre l'intensité de la parole et l'intensité du bruit. Cet avantage de 3,2 dB obtenu avec les appareils IX par rapport à son meilleur concurrent entraîne donc une amélioration du signal de parole de plus de 2 fois supérieure en situation de conversation en groupe dans le bruit.

La corrélation entre SNR et compréhension de parole est aujourd'hui bien établie. L'amélioration du SNR de sortie d'une aide auditive améliore généralement la compréhension de la parole dans des situations difficiles avec du bruit. Cependant, cette relation n'est pas directe et dépend fortement des conditions d'écoute, du SNR mais aussi de l'audition de l'auditeur. Pour cette étude, nous avons choisi des niveaux de parole et de bruit nous permettant de mettre en évidence une amélioration pertinente de ce SNR. Un niveau sans appareils de 4 dB de SNR proche des 4,6 dB rapportés par Smeds et al. <sup>5</sup> représentant le SNR moyen d'une conversation dans un environnement réaliste. En conséquence, l'amélioration du SNR obtenue avec la plateforme IX peut être directement, à travers ces résultats, mis en relation avec une amélioration de la compréhension en situation de conversation à plusieurs dans un environnement acoustique riche.

## RÉSUMÉ

Dans cet article, sont présentés les résultats d'une étude technique sur l'amélioration du SNR délivré par la plateforme Signia IX et trois aides auditives concurrentes les plus récentes. Une évaluation technique a été réalisée dans un scénario acoustique simulant une conversation de groupe dans le bruit avec deux interlocuteurs situés devant et sur le côté du porteur de l'aide auditive. L'évaluation était basée sur la technique d'inversion de phase de Hagerman, largement utilisée, permettant d'estimer le SNR de sortie délivré par les aides auditives.

Notre analyse démontre un net avantage en termes d'amélioration du SNR pour les appareils utilisant la plateforme Signia IX. Cette technologie fournit une amélioration du SNR de 8,1 dB par rapport à la condition sans aide, et une amélioration du SNR de 3,2 dB par rapport aux aides auditives concurrentes les plus performantes.

Cela signifie que la plateforme Signia IX offre une amélioration du signal de parole de plus de 2 fois supérieure à son meilleur concurrent, y compris les plateformes à coprocesseur d'IA.

Étant donné que cette amélioration du SNR peut être liée à une amélioration de la compréhension de la parole, si l'utilisateur se trouve dans une situation de conversation de groupe bruyante dans laquelle il a du mal à participer, les résultats de cette étude montrent que la plateforme Signia IX offre un avantage important, en permettant à l'utilisateur de participer et de contribuer plus facilement aux conversations.

## RÉFÉRENCES

1. Jensen N.S., Wilson C., Kamkar Parsi H. & Taylor B. 2023b. Improving the signal-to-noise ratio in group conversations with Signia Integrated Xperience and RealTime Conversation Enhancement. Signia White Paper. Retrieved from [www.signia-library.com](http://www.signia-library.com).
2. Jensen N.S., Samra B., Kamkar Parsi H., Bilert S. & Taylor B. 2023. Power the conversation with Signia Integrated Xperience and RealTime Conversation Enhancement. Signia White Paper.
3. Hagerman B. & Olofsson Å. 2004. A method to measure the effect of noise reduction algorithms using simultaneous speech and noise. Acta Acustica United with Acustica, 90(2), 356-361.
4. Aubreville M. & Petrusch S. 2015. Directionality assessment of adaptive binaural beamforming with noise suppression in hearing aids. 2015 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP): IEEE, pp. 211-215.
5. Smeds K., Wolters F. & Rung M. 2015. Estimation of signal-to-noise ratios in realistic sound scenarios. Journal of the American Academy of Audiology, 26(2), 183-196.

# Famille Céru, leur ouïe est « inouïe »

GAMME COMPLÈTE DE GOUTTES AURICULAIRES



Céruspray™ : Dispositif médical de classe IIa, produit de santé réglementé qui porte à ce titre le marquage CE délivré par l'organisme habilité LNE/G-MED (0459). Fabricant : Laboratoire Chauvin – France. Lire attentivement la notice. Cérubaby™ : Dispositif médical de classe I, produit de santé réglementé qui porte à ce titre le marquage CE. Fabricant : East Midlands Pharma Ltd – UK. Lire attentivement la notice. Cérudrop+™ : Dispositif médical de classe I, produit de santé réglementé qui porte à ce titre le marquage CE. Fabricant : East Midlands Pharma Ltd – UK. Lire attentivement la notice. Cérucalm™ : Dispositif médical de classe IIa, produit de santé réglementé qui porte à ce titre le marquage CE délivré par l'organisme habilité Eurofins Product Testing Italy (0477). Fabricant : D.M.G. Italia srl – Italie. Lire attentivement la notice. Cérualgie™ : Dispositif médical de classe III, produit de santé réglementé qui porte à ce titre le marquage CE délivré par l'organisme habilité Polish Centre for testing and certification (1434). Fabricant : EmergoPharm Sp. Z o.o. Sp.K. - Pologne. Lire attentivement la notice. Céruprotect™ : Dispositif médical de classe I, produit de santé réglementé qui porte à ce titre le marquage CE. Fabricant : EmergoPharm Sp. Z o.o. Sp.K. - Pologne. Lire attentivement la notice. ©Shutterstock.com 2024. Date d'élaboration juin 2024.

# VOUS ÊTES PLUTOT LINKEDIN, FACEBOOK ou INSTAGRAM ?

Quel que soit votre choix, suivez toutes les actualités du Collège et échangez avec de nombreux audioprothésistes sur nos différents réseaux sociaux !

## ABONNEZ-VOUS

en 1 clic en flashant le QR code ci-dessous !



Disponible également sur Facebook et LinkedIn  
@Collège National d'Audioprothèse



## ÉTUDIANTS

Préparez  
votre rentrée !

COMMANDEZ, DÈS À PRÉSENT,

LES **3** PRÉCIS  
D'AUDIOPROTHÈSE

**FRAIS  
DE PORT  
INCLUS**

**OFFRE  
SPECIALE**



**150** € TTC

Soit une remise de plus de  
**-25%**



Commande en ligne [www.college-nat-audio.fr](http://www.college-nat-audio.fr) (Rubrique Boutique)



**FORMATIONS**

**PROFESSIONNELLES 2025**

**RAISONNEMENT LOGIQUE CHEZ L'ENFANT SOURD AVEC OU SANS HANDICAPS ASSOCIÉS**

**OBJECTIFS PRINCIPAUX :**

**JOURNÉE 1 ET 2 (14H - PRÉSENTIEL) 20 ET 21 JANVIER 2025**

Mettre en lien la théorie à la pratique :

- Développer ses connaissances sur le raisonnement logique et sur l'enfant sourd avec ou sans handicap associé
- Mettre en pratique ses connaissances à travers des cas cliniques, des vidéos/photos

Développer ses outils et ses savoir-faire :

- Approfondir ses connaissances théorico-pratiques par la présentation d'outils et d'ateliers permettant de structurer la pensée et la communication ;
- Mettre en pratique ses connaissances à travers des cas cliniques, des vidéos/photos

**OBJECTIFS PRINCIPAUX DE LA 3<sup>ÈME</sup> DEMI-JOURNÉE (3H - DISTANCIEL) - 31 MARS 2025**

- Retour sur les pratiques, échanges et analyse réflexive sur les cas cliniques apportés par les participants
- Retour sur sa pratique : observer, analyser, proposer et ajuster sa pratique
- Tirer des fils sur des situations complexes et/ou poursuivre sa réflexion sur des cas cliniques

**CONTENU**

L'enfant sourd avec ou sans handicap associé est un être pensant dès le début de sa vie. Le raisonnement logique qui est au cœur de l'apprentissage du petit enfant le guidera toute sa vie. Il est alors primordial de savoir repérer dès le plus jeune âge les stades de développement logique permettant d'ajuster au mieux notre accompagnement. De même, chez l'enfant sourd avec handicap associé, parfois sans langage, le raisonnement logique est également un pilier de la mise en place d'une communication efficace et représente

un réel enjeu pour ces enfants. Il nous faut alors identifier les outils et techniques utilisables au quotidien pour développer cette communication en lien avec leur construction de pensée.

Lors de cette formation, nous nous poserons alors la question de la construction de pensée chez l'enfant sourd avec ou sans HA. Comment associe-t-il sa pensée à son langage ? Quels outils mettre en place dès le plus jeune âge pour les accompagner au mieux dans la construction de leur identité et de leur individualité?

**MÉTHODES MOBILISÉES**

- Présentations PowerPoint
- Présentation de vidéos/photos/cas cliniques
- Echanges avec les participants autour de cas cliniques et analyse des pratiques
- Bibliographie documentaire et ressources
- A l'issue de la formation, envoi d'un support pédagogique reprenant les aspects théoriques et pratiques de la formation et des techniques utilisables au quotidien

**TYPE DE FORMATION**

Action de formation

**INTERVENANTE**

Adeline LOBITO-FRESCO, Orthophoniste en libéral et au CNRHR  
Robert Laplane (Centre National de Ressources Handicap Rare), DU d'Audiophonologie de l'enfant, Formation Cogi'act

**INFORMATIONS PRATIQUES**

(formation réservée aux adhérents ACFOS 2025)

**Dates :** 20 et 21 janvier 2025 (14h) présentiel + 03h visio analyse de pratiques le 31 mars 2025

**Durée totale :** 2,5 jours - 17h

**Lieu :** Halle Pajol 20 Esplanade Nathalie Sarraute 75018 Paris

**Tarif :** 480 € net. TVA non applicable, art. 293 B du CGI

**Public :** Orthophonistes - Autres professionnels de la surdité

**Pré-requis :** professionnels en exercice ; connaissances de base de la surdité pré-linguale

Nbre minimum de participants : 10 -  
Nbre maximum : 20

**EDUCATION PRÉCOCE : SUIVI ORTHOPHONIQUE DE L'ENFANT SOURD AVANT 3 ANS**

**OBJECTIFS**

Examiner les notions théoriques indispensables concernant la surdité de l'enfant (diagnostic et degré de surdité, développement de l'enfant entendant de 0 à 3 ans, éducation de l'enfant sourd). Définir ensuite les objectifs et les contenus de l'éducation précoce.

**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.

**MÉTHODES MOBILISÉES**

Exposés théoriques, Analyse des pratiques (vidéo), Ateliers

**TYPE DE FORMATION**

Action de formation

**INTERVENANTES**

Catherine COTTE, Orthophoniste et Directrice, CODALI, Paris

Agnès RUSTERHOLTZ, Orthophoniste et Chef de service, CODALI, Paris

Valérie CHAMOUSSET, Orthophoniste, CODALI, Paris

Joy WIELART, Psychologue, CODALI, Paris

### INFORMATIONS PRATIQUES

(formation réservée aux adhérents ACFOS 2025)

Dates : 22 et 23 janvier 2025

Durée totale : 2 jours - 14h

Lieu : Halle Pajol 20 Esplanade  
Nathalie Sarraute 75018 Paris

Tarif : 480 € net. TVA non applicable, art. 293 B du CGI

Public : Orthophonistes - Professionnels de la surdité

Pré-requis : professionnels en exercice ; connaissances de base de la surdité pré-linguale - Nbre minimum de participants : 10 - Nbre maximum : 20

### INSCRIPTIONS

ACFOS

49 Bd Pasteur 75015 Paris

inscriptions@acfos.org - www.acfos.org



COLLÈGE NATIONAL  
D'AUDIOPROTHÈSE

### OFFRE SPÉCIALE ÉTUDIANTS

Le Collège National d'Audioprothèse est heureux de renouveler son offre sur les Précis d'Audioprothèse, afin de rendre la connaissance plus accessible à tous les étudiants !

Le lot des 3 Précis d'Audioprothèse pour l'appareillage de l'adulte est proposé au prix exceptionnel de 150€, soit une remise de 25%.

Pour rappel, ces ouvrages de référence édités par le CNA traitent de :

- Tome 1 : Le bilan d'orientation prothétique
- Tome 2 : Le choix prothétique
- Tome 3 : Le contrôle d'efficacité prothétique

Rendez-vous dès maintenant sur notre site web pour les commander en ligne :

[www.college-nat-audio.fr](http://www.college-nat-audio.fr)



**Audioprothésistes,  
nous sommes  
à la recherche  
de nouvelles**



**Postulez !**



345 centres en France métropolitaine et dans les territoires d'Outre-mer. Stage, alternance, salarié, indépendant, ... Découvrez tout ce qu'Audition Conseil peut faire pour vous.



**AUDITION  
CONSEIL**

# Active Pro IX

## Et si c'était une aide auditive ?



Directivité multi-focale



Suivi de la voix en mouvement



Jusqu'à 6 jours d'autonomie



Bluetooth® LE Audio



Recharge sans fil



signia

## La technologie IX, pour un style de vie actif

Design épuré et contemporain qui s'intègre dans les environnements du quotidien :

- Protection IP68 : pour tous les environnements de vie
- 29h d'autonomie avec 5h de streaming en une seule charge
- Perfect fit : sleeves 3.0 pour une adaptation immédiate
- Auto EchoShield : gestion automatique des réverbérations



N°1 dans les CONVERSATIONS

7IX

5IX

3IX

CROS



3 Charges complètes

Signia Hearing

signia-pro.com

(1) Jensen NS, Wilson C, Kamkar Parsi H & Taylor B. Improving the signal-to-noise ratio in group conversations with Signia Integrated Xperience and RealTime Conversation Enhancement. Signia White Paper. 2023. Ces produits sont destinés aux personnes souffrant de troubles de l'audition. Caractéristiques techniques disponibles sur le site internet. Pour un bon usage, veuillez consulter les manuels d'utilisation. Les aides auditives et l'application Signia App sont des dispositifs médicaux de classe IIa. Les aides auditives sont des dispositifs médicaux remboursés par les organismes d'assurance maladie. Classe 1 : Codes individuels (Base de remboursement) - de 20 ans : 7336246, droite / 7336223, gauche (1400 €) et + de plus 20 ans : 7336200, droite / 7336230, gauche (400 €). Classe 2 : Codes individuels (Base de remboursement) - de 20 ans : 7336163, droite / 7336140, gauche (1400 €) et + de plus 20 ans : 7379971, droite / 7336186, gauche (400 €). Fabricant légal : WSAUD A/S. 10/2024 ©WSAUD A/S.

# VOUS ÊTES EN RECHERCHE

d'un stage ?

d'un emploi ?

d'une franchise ?



Nous avons **une opportunité** pour vous !

De grands centres  
**modernes**  
et tout équipés



Une enseigne  
**familiale**



Des activités  
**corporate**  
& missions  
humanitaires



Une formation  
**intensive**



[recrutement@vivason.fr](mailto:recrutement@vivason.fr) / [franchise@vivason.fr](mailto:franchise@vivason.fr)



100 CENTRES EN FRANCE



18 ANS D'EXPÉRIENCE



ENSEIGNE FAMILIALE



97% DE SATISFACTION

**VIVASON**  
L'AUDITION POUR TOUS