

LES CAHIERS DE

L'AUDITION

ISSN 09803483

VOL 38
N°5-2025

MÉTIER ET TECHNIQUE

Exploration des informations
recueillies sur internet
par les adultes malentendants
et leurs proches.

IMPLANTS COCHLÉAIRES

Réglage des processeurs
d'implants cochléaires
avant 18 mois.

CAS CLINIQUE

Appareillage d'une sténose
du conduit auditif externe
sur oreille unique.

LE DOSSIER

LE BRUIT DANS TOUS SES ÉTATS

MÉMOIRES DE FIN D'ÉTUDES 2024

ÉCOLES DE MONTPELLIER ET LILLE

Dispositif inscrit sur
la Liste des Produits
et Prestations
Remboursables.

BONEBRIDGE

Implant à conduction osseuse

- ✓ Transmission des aigus jusqu'à 8000 Hz
- ✓ Indications HAS identiques aux aides auditives à ancrage osseux
- ✓ A partir de 5 ans

hearLIFE

medel.com

Système d'implant actif à conduction osseuse

Le dispositif BONEBRIDGE (BB) est fabriqué par MED-EL GmbH, Autriche. Il s'agit d'un dispositif médical DMIA inscrit à la LPPR et portant le marquage CE (numéro de l'organisme notifié : 0123). Indications : surdités de transmission ou surdités mixtes (perte maximale en CO de 45dB) pour lesquelles la chirurgie d'oreille moyenne ne peut être réalisée et l'appareillage traditionnel par voie aérienne ou osseuse est inefficace ou impossible. Surdités neurosensorielles unilatérales au moins sévères. Lire attentivement la notice d'utilisation. Date de dernière modification : 01/2025. MED-EL, 400 avenue Roumanille, CS70062, 06902 Sophia Antipolis Cedex. Tel : +33 (0)4 83 88 06 00

Editeur : Collège National
d'Audioprothèse
25 rue de Ponthieu - 75008 Paris

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

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

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

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

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

Impression : DB PRINT

**COLLÈGE NATIONAL
D'AUDIOPROTHÈSE
BUREAU**

Président : Matthieu DEL RIO
1^{ère} Vice Président : David COLIN
2^{ème} Vice Présidente : Charlotte BALET
Secrétaire général : Morgan POTIER
Secrétaire générale adjointe :
Céline GUEMAS
Treasorier Général : Thomas ROY
Treasorier général adjoint :
Nicolas WALLAERT
Présidents d'Honneur : Eric BIZAGUET,
Stéphane LAURENT, François LE HER

MEMBRES

Julie BESTEL, Hervé BISCHOFF,
Jean-Jacques BLANCHET,
Benjamin CHAIX, Arnaud COEZ,
François DEJEAN, Xavier DELERCE,
Mathieu FERSCHNEIDER,
Stéphane GALLEGO, Stéphane GARNIER,
Alexandre GAULT, Grégory GERBAUD,
Fabrice GIRAUDET, Jehan GUTLEBEN,
Eric HANS, Bernard HUGON,
Jérôme JILLIOT, Vincent KRAUSE,
Yves LASRY, Frank LEFEVRE, Elsa LEGRIS,
Gaëtan LEMOINE, Yoan NAHMANI,
Frédéric REMBAUD, Christian RENARD,
Mathieu ROBIER, Pauline ROGER,
Benoit ROY, Fabien SELDRAN,
Ana SODAN, David TRAN,
Jean-François VESSON, Alain VINET,
Paul-Edouard WATERLOT

MEMBRES HONORAIRES

Patrick ARTHAUD, Jean-Claude AUDRY,
Jean-Paul BERAHA, Geneviève BIZAGUET,
Daniel CHEVILLARD, Christine DAGAIN,
Ronald DE BOCK, Xavier DEBRUILLE,
François DEGOVE, Charles ELCABACHE,
Robert FAGGIANO, Francis FONTANEZ,
Maryvonne NICOT-MASSIAS,
Philippe THIBAUT

**MEMBRES CORRESPONDANTS
ÉTRANGERS**

Léon DODELE (Belgique)
Philippe LURQUIN (Belgique)
Carlos MARTINEZ OSORIO
Roberto CARLE (Italie)
Bruno LUCARELLI (Italie)
Leonardo MAGNELLI (Italie)
Elie EL ZIR (Liban)
Christoph SCHWOB
David GELINAS (Canada)

Dépôt Légal à date de parution

LES CAHIERS DE L'AUDITION

VOL 38
N°5-2025

SOMMAIRE

LE MOT DU PRÉSIDENT

- 3 **Matthieu DEL RIO**

EDITORIAL

- 5 **Paul AVAN**

DOSSIER : LE BRUITS DANS TOUS SES ÉTATS

- 6 Définition et mesure du bruit
Pr Joël DUCOURNEAU
- 15 Quels risques ? Quelle législation ?
Comment vivre avec le bruit ?
Jean-Louis HORVILLEUR
- 24 Quels tests en pratique courante pour mettre
en évidence une gêne ou un progrès
dans l'appareillage ?
Céline GUEMAS

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES 2024 ÉCOLES DE MONTPELLIER ET LILLE

- 28 Impact de l'appareillage auditif
sur les fonctions cognitives
Emilie VIVEN
- 35 Étude des performances des aides auditives Hansaton
FOKUS dans le cadre de l'élaboration d'un protocole
simplifié d'aides auditives ?
Camille HENRON

MÉTIER ET TECHNIQUE

- 41 Exploration des informations recueillies sur internet
par les adultes malentendants et leurs proches
Elsa LEGRIS

IMPLANTS COCHLÉAIRE

- 46 Réglage des processeurs d'implants cochléaires
avant 18 mois
Arnaud COEZ, Yoan NAHMANI, Eric BIZAGUET

CAS CLINIQUE PROPOSÉ PAR AUDIKA

- 52 Appareillage d'une sténose
du conduit auditif externe sur oreille unique
Etienne BOO

ACTUALITÉS

- 56 Rendez-vous à venir...

Infinio vous a
déjà convaincus...

2x plus de chances de
comprendre dans le bruit¹

Recommandé par
95% des porteurs²



... et si Phonak avait encore plus à offrir
à vos patients ?

Rendez-vous en octobre

Inscrivez-vous à nos événements !



LE MOT DU PRÉSIDENT

LES CAHIERS DE L'AUDITION

VOL 38
N°5-2025



LE PROCHAIN RENDEZ-VOUS SIGNIFICATIF POUR LA PROFESSION NOUS RÉUNIRA À NOUVEAU EN TERRES LYONNAISES LES 28 ET 29 NOVEMBRE 2025 !

Chers Collégiens,
Chers Confrères,
Chers Étudiants,

C'est avec beaucoup de plaisir que je vous retrouve pour cette édition de rentrée des Cahiers de l'Audition. Je m'associe à l'ensemble des collégiens pour souhaiter à l'ensemble des étudiants des neuf écoles françaises, une excellente rentrée 2025 - 2026.

Ce numéro de rentrée met en valeur – comme à l'accoutumée - les travaux réalisés par des étudiants d'écoles de l'Hexagone, cette fois de Montpellier et de Lille. Vous aurez ainsi le plaisir d'y découvrir des recherches sur les thèmes : « Impact de l'appareillage auditif sur les fonctions cognitives », par Émilie Viven ou encore : « Études des performances des aides auditives Hansaton FOKUS dans le cadre de l'élaboration d'un protocole simplifié d'aides auditives », par Camille Henron. Dans cette édition datée de septembre - octobre, vous pourrez par ailleurs découvrir notre grand dossier intitulé « Le bruit dans tous ces états », passant en revue, définition, législation, comment vivre avec le bruit, les tests

**MATTHIEU
DEL RIO**
PRÉSIDENT
DU COLLÈGE
NATIONAL
D'AUDIOPROTHÈSE

nécessaires à l'objectivation d'une gêne ou d'un progrès dans l'appareillage. Nous espérons que ce travail saura répondre à toutes vos interrogations sur ce thème.

Le prochain rendez-vous significatif pour la profession nous réunira à nouveau en terres lyonnaises les 28 et 29 novembre 2025 ! Le Collège National d'Audioprothèse a le plaisir de vous accueillir pour cette 29^e édition de l'EPU au Centre des congrès de Lyon. Rendez-vous incontournable de la formation continue en audioprothèse. Chaque année, vous êtes toujours plus nombreux à y participer, et nous espérons que ce millésime saura nourrir votre curiosité et enrichir vos connaissances. Au programme : conférences d'experts sur les dernières avancées en audioprothèse et gestion du bruit, ateliers pratiques animés par le Collège national d'audioprothèse, et symposiums industriels dédiés aux innovations technologiques du secteur.

Nous aurons également le plaisir de vous retrouver pour l'important moment d'échange politique. Le programme sera riche et nous permettra d'aborder les sujets d'actualité qui animent notre filière. Nous parlerons ainsi du nouveau diplôme d'assistant en audioprothèse, métier incontournable pour anticiper les besoins de demain. De la réingénierie en audioprothèse, en s'interrogeant sur comment et pourquoi elle est plus que nécessaire. Nous passerons ensuite au crible l'opinion des audioprothésistes sur la création d'un Ordre professionnel - par le biais des résultats d'une enquête réalisée par Odoxa, que nous vous révélerons. Enfin, nous aborderons la thématique de la déontologie d'une profession de santé sous l'angle de ses fondements et de la reconnaissance. Depuis près de 50 ans, le CNA s'engage aux côtés des audioprothésistes et reste aujourd'hui encore mobilisé au cœur des préoccupations de la profession. Fidèle à l'esprit de l'EPU, cette rencontre sera placée sous le signe du partage et de la convivialité. Nous vous attendons nombreux à cette nouvelle édition de l'EPU !

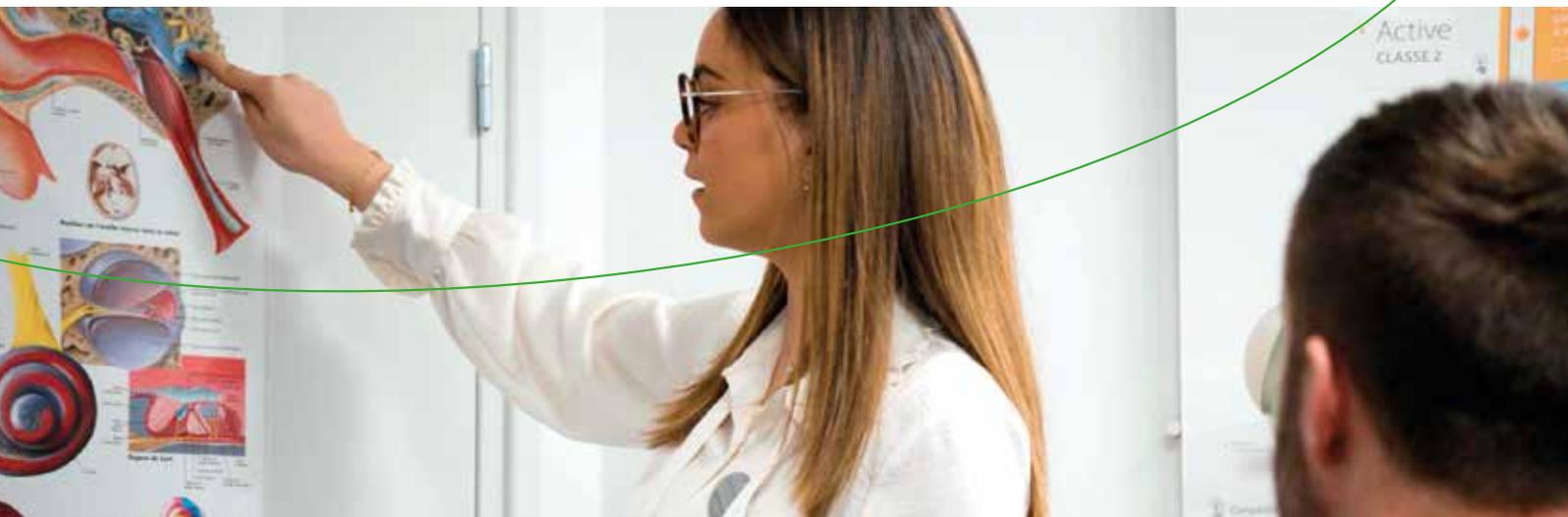
Aujourd'hui, l'EPU représente l'événement majeur de la formation continue pour tous les audioprothésistes. Nous allons poursuivre nos efforts afin de pousser les idées qui nous animent depuis longtemps, même dans un contexte politique aujourd'hui difficile. Je pense notamment à la vocation ordinaire de notre institution. L'encadrement de notre pratique est en effet le garant du respect et de la satisfaction de nos patients et participe à la bonne application de la réforme du 100 % Santé tout en se prémunissant de certaines dérives.

À toutes et tous, je vous souhaite une bonne lecture de ce numéro des Cahiers de l'Audition et une très belle reprise !

Matthieu DEL RIO

AUDIOPROTHÉSISTES

Vous êtes à l'écoute de nouvelles opportunités ?



Rejoignez AuditionSanté !

Un acteur majeur de l'audition, jeune et dynamique

soutenu par le groupe international **Sonova**.

Un développement ambitieux

plus de **300 centres en France**, nombreuses acquisitions et ouvertures dont le *World of Hearing*, concept pionnier de centre misant sur l'expérience auditive et l'innovation.

Proche de ses audioprothésistes

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

Proche de ses clients

accompagnement personnalisé, qualité de service et gamme de solutions auditives la plus complète du marché.

Envie de nous rejoindre ?

Contactez : **Inès Coste - HR Business Partner**

Mail : recrutement@auditionsante.fr

Tél. : **07 50 66 52 49**



RENDEZ-VOUS SUR
www.auditionsante.fr



NOTRE PAGE LINKEDIN
www.fr.linkedin.com/company/auditionsante



ET NOTRE PAGE FACEBOOK
www.facebook.com/AuditionSanteFrance

LES CAHIERS DE
L'AUDITION

VOL 38
 N°5 - 2025

ÉDITORIAL



PAUL AVAN
 RÉDACTEUR
 EN CHEF DES
 CAHIERS DE
 L'AUDITION

Avant d'être intense, ce qu'il est souvent, un bruit est avant tout indésirable. Or la législation qui vise à en limiter les effets n'existe pas depuis très longtemps, les années 1970 pour ce qui est des expositions professionnelles, alors qu'il était observé depuis des siècles que les professions très exposées avaient une prévalence de surdités très supérieure à la moyenne. Les obstacles à une législation étaient l'un métrologique, l'autre audiologique : comment mesurer les paramètres pertinents d'un bruit pour en quantifier la gêne et la dangerosité ? Comment apprécier cette dernière sachant que la progression des atteintes auditives en cas d'exposition chronique est très lente et insidieuse au point que la notion de surdité cachée est encore invoquée en 2025 ?

Le dossier de ce numéro aborde ces questions. Tout d'abord la métrologie des bruits fait l'objet d'une mise à plat par Joel Ducourneau, idéalement placé pour le faire en ses qualités de directeur d'enseignement d'audioprothèse mais aussi de chercheur très impliqué dans des collaborations avec l'Institut National de Recherche sur la Santé et la Sécurité au travail, l'INRS. Les notions sont loin d'être intuitives pour le public concerné, mais l'effort pour les maîtriser et

en transmettre le contenu en vaut la peine. Transmission des connaissances pour renforcer les réflexes de prévention, c'est l'un des messages portés par Jean-Louis Horvilleur, formateur, mais aussi président du conseil scientifique de BruitParif. Il nous détaille les chiffres clés d'un environnement acoustique pour mieux maîtriser les sources de bruit, tantôt indésirable, tantôt gérable. Cette ambivalence du bruit se retrouve en audioprothèse. Céline Guémas nous rappelle la place de métrologies incluant la prise en compte du bruit dans la vérification et la validation qui évaluent l'efficacité des appareils auditifs. Ainsi par exemple, le test ANL (pour "Acceptable Noise Level"), prédictif du port effectif des aides auditives. Ainsi, tolérance au bruit et probabilité de réussite de l'appareillage se corrélaient bien... d'autant plus, pourrions-nous ajouter, qu'un bruit toléré peut se révéler porteur d'information et à ce titre, élargir le monde acoustique du sujet appareillé.

Les mémoires de fin d'étude publiés dans le présent numéro se relient aussi à des thèmes très actuels. Ainsi, Emilie Viven utilise une analyse de scores MoCA en modalité non verbale pour étudier l'impact de l'appareillage auditif chez des personnes âgées, en 6 mois vu le format d'un travail de fin d'études, en prenant soigneusement en compte des indicateurs parfois peu documentés dans les grosses publications, comme le datalogging.

Autre thème mis en exergue par le 100% santé, et abordé par Camille Henron, le développement de méthodologies simplifiées d'évaluation des aides auditives tenant compte des spécificités techniques des appareils utilisés, réductions de différents types de bruit,

directivité, modes de conversation, etc, dans la compréhension des impacts des algorithmes disponibles.

Enfin dans la logique de ce numéro, dont le dossier souligne l'importance de la circulation d'informations de qualité, à la portée du public, Elsa Legris s'est penchée sur les informations que les personnes concernées par la surdité ne manquent pas d'aller rechercher sur Internet. Le constat est sans concession : "qualité et lisibilité varient" ... "Majoritairement, les sites web trouvés sont d'origine commerciale". Voilà certainement une incitation à ce que les professionnels de santé eux-mêmes se saisissent des informations pour les faire circuler auprès de leurs patients. Nous espérons ainsi que ce numéro des Cahiers soit largement disposé dans les salles d'attente, dans le secret espoir que de nombreux patients repartent avec un exemplaire dans leur sac : pour reprendre le slogan d'un hebdomadaire satirique dans les années 1970, "si vous ne pouvez pas l'acheter, volez-le!"

COMMENT MESURER LES PARAMÈTRES PERTINENTS D'UN BRUIT POUR EN QUANTIFIER LA GÊNE ET LA DANGEROSITÉ ?

PR JOËL
DUCOURNEAU^{1,2}



¹ FACULTÉ DE PHARMACIE DE NANCY - CAMPUS BRABOIS SANTÉ
7, AV DE LA FORÊT DE HAYE
54505 VANDŒUVRE-LÈS-NANCY

² LABORATOIRE ÉNERGIES ET MÉCANIQUE THÉORIQUE ET APPLIQUÉE, CNRS UMR 7563
2, AVENUE DE LA FORÊT DE HAYE
54505 VANDŒUVRE LES NANCY

DÉFINITION ET MESURE DU BRUIT

Définir le bruit fait appel à la fois à des notions de psychoacoustique, pour évaluer la sensation subjective qu'il procure, et de physique pour comprendre sa constitution temporelle et fréquentielle. Constitué de sons indésirables, souvent perçus comme gênants, il peut être produit par diverses sources, telles que les activités humaines, les machines ou encore l'environnement naturel.

La perception du bruit est subjective, variant selon les individus et les contextes. Il est généralement considéré comme un facteur nuisible à la santé et au bien-être. Bien connaître sa définition et savoir comment le quantifier sont deux notions indispensables pour protéger les populations et améliorer leur qualité de vie.

1. DÉFINITION DU BRUIT

1.1. ASPECT SUBJECTIF

Le bruit est un phénomène acoustique que l'on définit généralement comme étant indésirable, gênant ou perturbant ¹. Sa définition reste essentiellement fondée sur l'aspect subjectif puisqu'il s'agit d'une sensation, un ressenti propre à chaque individu. Cette perception dépend de plusieurs facteurs liés au contexte sonore (niveau d'exposition sonore, prévisibilité du bruit, durée, nombre d'occurrences, ...) mais aussi à l'histoire culturelle de la personne et son état psychologique : les personnes dépressives, anxieuses, ayant des problèmes affectifs ou relationnels, sont souvent plus sensibles aux effets du bruit ².

1.2. ASPECT PHYSIQUE

D'un point de vue physique, le bruit se caractérise par une combinaison de fréquences qui ne sont

pas harmoniques. Contrairement à la musique, qui est organisée et structurée, le bruit est souvent aléatoire et chaotique. Il peut ainsi contenir de brusques variations de pression acoustique appelées « transitoires ». Ainsi, le bruit se caractérise par une multitude de partiels dont les fréquences, les amplitudes et les phases varient de façon aléatoire ². Son spectre est souvent large bande et peut contenir des raies spectrales qui ne répondent pas généralement au principe de l'harmonicité, c'est-à-dire des fréquences multiples entières d'un son fondamental. D'un point de vue amplitude ou niveau sonore, le bruit peut être stationnaire ou fluctuant (variations de niveau sonore supérieures à 3 dB en fonction du temps) ou posséder un caractère impulsionnel.

Il peut provenir de diverses sources telles que le trafic routier, les travaux de construction, les machines industrielles (**Figure 1**), les appareils électroménagers, ou même des conversations animées.

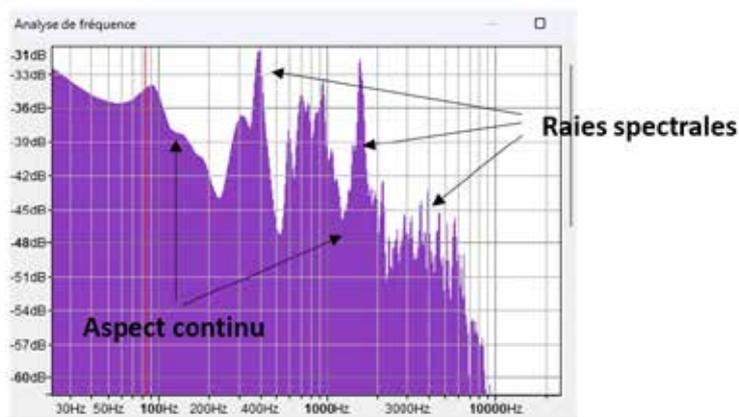
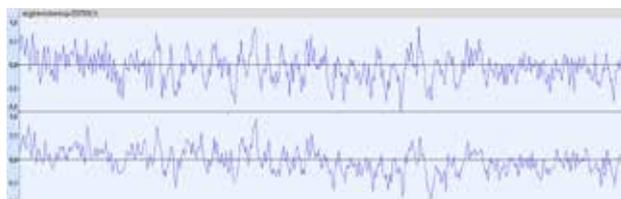


Figure 1. Représentation temporelle (a) et fréquentielle (b) d'un bruit de machine industrielle. Sur la figure 1 (b), des raies spectrales émergent à partir de 400 Hz, elles se superposent à l'aspect continu et large bande du spectre de ce bruit de machine.

1.3. LA RECHERCHE SUR LE BRUIT

L'équipe de F Liu et al. ³ a répertorié, lors d'une analyse bibliométrique effectuée sur 20 072 études référencées, les domaines de recherche spécifiques au bruit d'un point de vue quantitatif. La **figure 2** représente une projection de ces

données et montre les tendances émergentes et les progrès de la recherche sur cette thématique. Les axes les plus en vogue se situent dans les domaines comme l'aérospatial et la médecine, la perception du bruit ambiant, l'exposition sonore, la prédiction, le suivi, et la réduction du bruit.

Les acousticiens ont défini des bruits « typiques », qualifiés de bruits « colorés » qui se caractérisent par une distribution spectrale spécifique ⁴. Les principaux types de bruits colorés sont :

- **Le bruit blanc** : contient toutes les fréquences audibles avec une intensité égale, semblable à un "ssshhh",
- **Le bruit rose** : diminue en puissance à mesure que la fréquence augmente, créant un son plus doux,
- **Le bruit bleu** : augmente en puissance avec la fréquence, produisant un son plus aigu,
- **Le bruit brun** : possède encore plus de basses fréquences, créant un son profond, proche du grondement,
- **Le bruit gris** dont le spectre équilibré correspond à la perception auditive humaine (**Figure 4**).

1.5. INTERPRÉTATION PERCEPTIVE ET ESTHÉTIQUE DU BRUIT

La perception du bruit n'est pas une réponse entièrement déterminée par la stimulation car elle mobilise des processus actifs d'organisation, des constructions perceptives, impliquant l'attention (consciente ou inconsciente), la mémoire, les attentes, les motivations cognitives et les affects de la personne ². Comme dit précédemment, elle varie aussi en fonction de l'état psychologique de l'individu (état dépressif, anxieux, etc.).

La sensation du bruit met en jeu une interprétation perceptive et implique un jugement esthétique. L'acceptation ou le refus du bruit inscrit dans la matière sonore est un phénomène éminemment culturel, comparable au degré de dissonance toléré dans un système musical. L'utilisation de sons bruités au XXe siècle en Occident relève de la transgression et d'une phénoménologie du son. Depuis l'électrification de la musique et dans les musiques électroniques, de nombreux traitements du son permettent de contrôler précisément le degré d'inharmonicité et de bruit (distorsion, saturation, etc.). La partie bruitée du son instrumental fait aujourd'hui partie intégrante de la palette sonore du compositeur.

Cela peut amener à la notion de plaisir ressenti à l'écoute de la musique qui peut alors atténuer considérablement les réponses psychologiques à une intensité sonore insoutenable. C'est souvent le cas lors de concerts de musique amplifiée où les effets dus à l'intensité sonore s'effacent devant le plaisir musical, les sollicitations visuelles et l'ambiance générale ⁵.

1.6. CONCLUSION

Le bruit peut avoir des effets néfastes sur la santé humaine et l'environnement. Une exposition prolongée à des niveaux de bruit élevés peut entraîner des troubles auditifs, dégrader l'intelligibilité et l'audibilité dans le quotidien et dans le milieu du travail et enfin, provoquer du stress, des troubles du sommeil et des maladies cardiovasculaires.

Le bruit étant ainsi considéré comme une nuisance, les scientifiques cherchent à le limiter

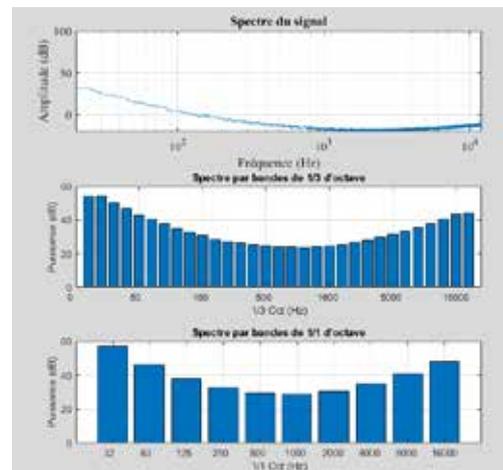


Figure 4. Spectre en bandes fines, en 1/3 et 1/1 d'octave du bruit gris.

à travers des réglementations, des technologies d'insonorisation et des pratiques de conception urbaine. En somme, le bruit est un élément complexe de notre environnement sonore, avec des implications variées sur notre bien-être et notre qualité de vie.

2. MESURE DU BRUIT

La perception de l'intensité sonore, appelée sonie, ne peut être évaluée qu'au moyen de tests psychoacoustiques impliquant un panel d'auditeurs important. Pour éviter ces expériences longues et complexes, des modèles perceptifs ont été développés. Ces modèles visent à concevoir des algorithmes capables d'estimer la sonie directement à partir des caractéristiques du signal acoustique. Plusieurs indicateurs peuvent ainsi être estimés à partir du signal directement ou de modèles plus représentatifs de notre perception sonore.

2.1. ESTIMATION DE LA SONIE DU BRUIT À L'AIDE DU SIGNAL

L'évaluation de la sonie du bruit repose essentiellement sur la mesure de la pression acoustique à l'aide d'un sonomètre ou d'un exposimètre. Cette méthode détermine le niveau sonore en décibels (dB) (**Figure 5**), souvent pondéré par des courbes de pondération A, C ou Z pour refléter la perception humaine (le décibel pondéré A noté dB(A) étant l'unité la plus courante et la plus utilisée dans la réglementation au travail, l'environnement et les lieux de musique amplifiée).

Ces niveaux sont évalués sur une fenêtre d'observation qui peut varier de quelques millisecondes (35 ms pour les sons impulsionnels) à plusieurs heures dans le cadre de l'acoustique urbaine par exemple. Il est ainsi possible d'observer l'évolution temporelle du niveau sonore intégré par exemple sur 1 s et recourir à des moyennes statistiques (niveaux notés LN exprimés d'habitude en dB(A)) (**Figure 6**).

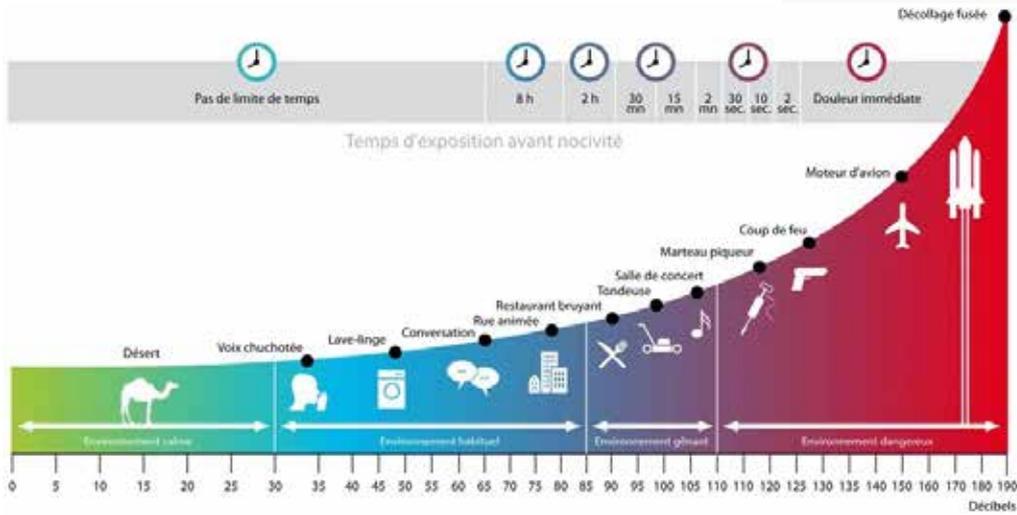


Figure 5. Echelle des décibels (<https://www.audiologys.com/attention-aux-decibels-danger-sonore>).

L10, étant le niveau dépassé pendant 10 % du temps, représente des pointes de bruit tandis que le L90, qui est le niveau dépassé pendant 90 % du temps, est représentatif du bruit de fond.

Il existe également l'indice de bruit ou « Noise Rating », noté NR. Les courbes du réseau (conformes à la norme française NF S 30-010) sont repérées par l'indice NR égal à l'ordonnée en dB à 1 kHz. L'indice NR retenu correspond à

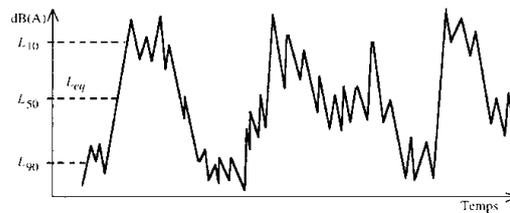
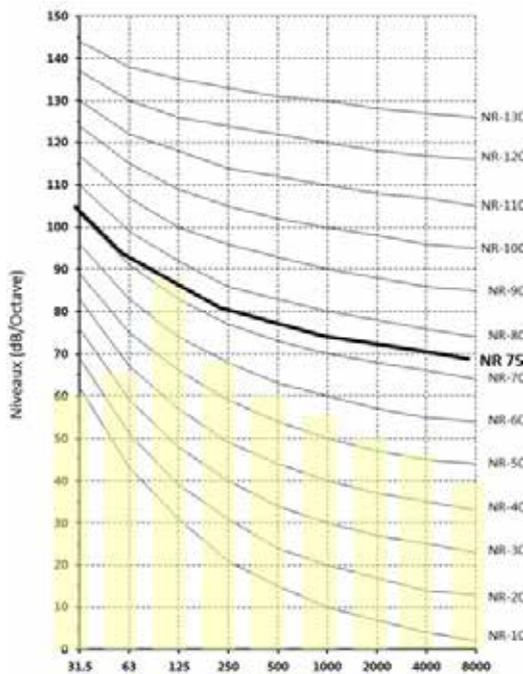


Figure 6. Exemple d'une évolution temporelle du niveau sonore en dB(A) ⁶.

Ne perdez plus vos protections auditives avec notre silicone flottant.



celui de la courbe la plus élevée et la plus proche d'un des points de la densité spectrale en dB/Oct du bruit analysé. Dans l'exemple de la **figure 7**, l'indice NR retenu du bruit est 75.



2.2. ESTIMATION DE LA SONIE DU BRUIT À L'AIDE D'UN MODÈLE DE PERCEPTION AUDITIVE

Les estimateurs cités dans le § 2.1 ne prennent pas en considération les mécanismes fins de l'appareil auditif, comme le masquage fréquentiel et temporel, la sommation fréquentielle de sonie et l'intégration temporelle. Il existe des estimateurs de sonie du bruit basés sur des modèles perceptifs. On peut citer le modèle de Zwicker

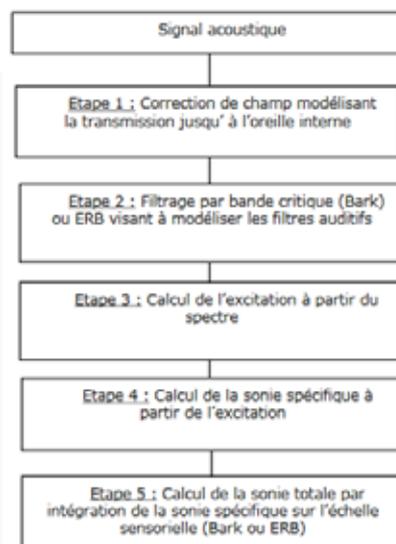


Figure 8. Etapes du calcul de la sonie pour les sons stationnaires ⁷.

(1991) ⁷ fondé sur l'excitation de la membrane basilaire par bandes critiques. Il tient compte de la transmission du signal acoustique par l'oreille externe et l'oreille moyenne, du phénomène de masquage et de l'intégration de la sonie spécifique sur les 24 bandes critiques (**Figure 8**). On peut citer également le modèle de Moore et al développé en 1996 ⁸ dont le principe repose sensiblement sur celui de Zwicker.

En 1999, le modèle de Zwicker a été révisé ⁹. Il permet de calculer la sonie en fonction du temps sur des fenêtres d'observation très courtes (de l'ordre de quelques millisecondes) pour les bruits fluctuants (non stationnaires).

2.3. ESTIMATION DU NIVEAU DE BRUIT DE PAROLE

Quand le bruit devient intelligible, il impacte les performances cognitives. Hongisto en 2005 ¹⁰ a montré une diminution des performances (DP) lors de l'exécution d'une tâche en fonction du degré d'intelligibilité de la parole. En effet, des stimuli auditifs à consonance vocalique non pertinents perturbent la boucle phonologique et altèrent la capacité à traiter et à conserver des informations. Ainsi, les ressources cognitives qui devraient être dédiées à une tâche principale sont « détournées » vers le traitement de ces stimuli, entraînant des déficits de mémoire (**Figure 9**).

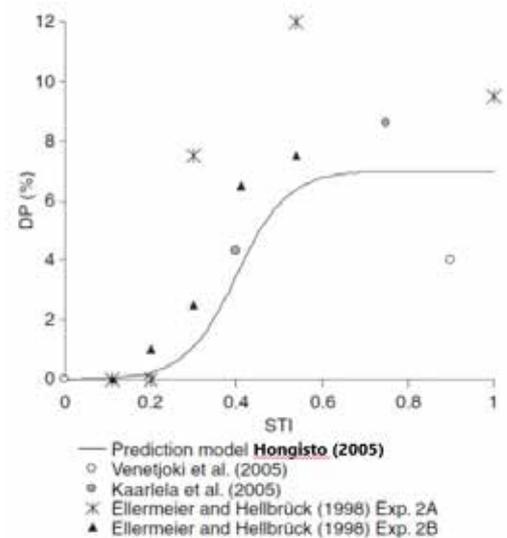


Figure 9. Variation de la diminution des performances en fonction du STI ¹⁰.

Plusieurs indicateurs psychoacoustiques existent pour évaluer le degré d'intelligibilité du bruit de parole. On peut citer :

- Le **STI** (Speech Transmission Index) dans le cas d'un seul locuteur perturbant ¹¹,
- Le **M_{eqA125ms}** qui traduit le degré de pollution provoquée par la modulation du bruit ambiant de plusieurs signaux de parole ¹²,
- Le **FDCC** (Frequency Domain Correlation Coefficient) qui tient compte du nombre de pics de modulation et calcule la corrélation entre

les spectres de puissance de plusieurs fenêtres temporelles successives du bruit de fond masquant¹³.

2.4. RÉGLEMENTATION SUR LES LIEUX AU TRAVAIL

L'évaluation des risques liés au bruit passe par une évaluation du niveau d'exposition sonore quotidienne exprimé en dB(A) (noté $L_{EX,8h}$) et du niveau de pression acoustique crête (noté $L_{p,c}$ et exprimé en dB(C)) qui caractérise les bruits intenses mais brefs¹⁴.

La méthode d'évaluation s'effectue pour un Groupe d'Exposition Homogène (GEH) c'est à dire un groupe de travailleurs effectuant des tâches similaires dans des conditions équivalentes. Plusieurs étapes sont essentielles à cette évaluation :

a) Identification du Groupe d'Exposition Homogène (GEH)

Un GEH regroupe des employés exposés à des niveaux de bruit comparables en raison de la nature de leurs activités, des outils utilisés, ou de leur environnement de travail. Les postes ou situations similaires sont identifiés grâce à une analyse des processus de travail et des conditions acoustiques.

b) Mesures des niveaux de bruit

Les niveaux de bruit sont mesurés à l'aide de sonomètres ou exposimètres individuels. Les mesures doivent être réalisées sur une période représentative, couvrant une journée ou un cycle de travail typique. Les instruments doivent être conformes aux normes en vigueur (ISO 9612¹⁵) et correctement étalonnés.

c) Analyse des données collectées

Les mesures brutes sont analysées pour calculer le niveau d'exposition quotidienne $L_{EX,8h}$. Cette valeur tient compte des variations du niveau sonore pendant le travail, ainsi que de la durée effective d'exposition des employés T_E .

$$L_{p,Aeq,T_E} = 10 \cdot \lg \left(\sum_{i=1}^p (T_i/T_E) \cdot 10^{0,1 \cdot L_{Aeq,T_i}} \right)$$

$$\text{et } L_{EX,8h} = L_{p,Aeq,T_E} + 10 \cdot \lg \left(\frac{T_E}{T_0} \right)$$

où T_i est la durée de chaque tâche i effectuée, L_{Aeq,T_i} représente le niveau sonore de chaque tâche i , L_{p,Aeq,T_E} le niveau sonore équivalent sur la journée effective de travail et T_0 est la durée référence d'une journée de travail (8h).

d) Comparaison aux seuils réglementaires

Les niveaux d'exposition sont comparés aux valeurs d'action et aux valeurs limites réglementaires définies par les normes¹⁵. Ces seuils incluent :

- Les valeurs d'action inférieures (VAI) : $L_{EX,8h} = 0$ dB(A) ou niveau de crête = 135 dB(C),
- Les valeurs d'action supérieures (VAS) : $L_{EX,8h} = 85$ dB(A) ou niveau de crête = 137 dB(C),
- Les valeurs limites d'exposition (VLE) qui tiennent compte du port de la protection individuelle contre le bruit (PICB) : $L_{EX,8h} = 87$ dB(A) ou niveau de crête = 140 dB(C).

Le dépassement de ces seuils déclenche une série d'actions à mettre en œuvre par l'employeur (Tableau 2).

NIVEAU D'EXPOSITION	EXIGENCE
Quel que soit le niveau	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Évaluation du risque ▪ Suppression ou réduction au minimum du risque, en particulier à la source ▪ Consultation et participation des travailleurs pour l'évaluation des risques, les mesures de réduction, le choix des protecteurs individuels contre le bruit (PICB) ▪ Bruit dans les locaux de repos à un niveau compatible avec leur destination
Au-dessus de la valeur d'exposition inférieure déclenchant l'action(VAI) $L_{EX, (8h)} \geq 80$ dB(A) ou $L_{p,c} \geq 135$ dB(C)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mise à disposition des PICB ▪ Information et formation des travailleurs sur les risques et les résultats de leur évaluation ainsi que sur le bon usage des PICB ▪ Examen audiométrique préventif sur demande du travailleur ou du médecin
Au-dessus de la valeur d'exposition supérieure déclenchant l'action(VAS) $L_{EX, (8h)} \geq 85$ dB(A) ou $L_{p,c} \geq 137$ dB(C)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mise en œuvre d'un programme de mesures de réduction de réduction de l'exposition au bruit ▪ Signalisation des endroits concernés (bruyants) et limitation d'accès ▪ Contrôle de l'utilisation effective des PICB ▪ Mise en place, si nécessaire et après avis du médecin du travail, d'un Suivi individuel renforcé (SIR)
Au-dessus de la valeur limite d'exposition (VLE) (compte tenu de l'atténuation du PICB) $L_{EX, (8h)} 87$ dB(A) et $L_{p,c}$ 140dB(C)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Adoption immédiate de mesures de réduction du bruit ▪ Identification des causes de l'exposition excessive et adaptation des mesures de protection

Tableau 2. Seuils d'action [<https://www.inrs.fr/risques/bruit/reglementation.html>].

L'Institut National de Recherche et Sécurité a mis au point une calculette (<https://www.inrs.fr> ; recherche « calculette + bruit » => outil 23) qui permet de déterminer directement le niveau d'exposition quotidienne $L_{EX,8h}$ en tenant compte des sources d'incertitude liées à l'instrumentation, la position du microphone et l'échantillonnage des niveaux de bruit de chaque tâche effectuée (Figure 10).

Figure 10. Calculette de l'INRS ISO 9612.

Pour saisir les données : n'utiliser que les cellules jaunes

Valeurs mesurées	Niveaux de bruit (dB)	Paramètres	Calculs (Références ISO)
L_{p,Aeq,T_1}	87,3	T_0 (h) = <input type="text" value="8"/>	(Eq. C 8) $L_{EX,8h} =$ <input type="text" value="88,3"/>
L_{p,Aeq,T_2}	86,1	Durée totale effective de la journée de travail (en h) $T_E =$ <input style="background-color: yellow;" type="text" value="7,5"/>	(Eq. T1) $L_{EX,8h} =$ <input type="text" value="88,6"/>
L_{p,Aeq,T_3}	89,7		(Eq. C 12) $u_1 =$ <input type="text" value="1,99"/>
L_{p,Aeq,T_4}	86,5	Incertitude type due aux instruments de mesure (Tableau C.5) $u_2 =$ <input style="background-color: yellow;" type="text" value="1,5"/>	(Tableau C.4 pour h et u_1) $u_1 \cdot u_2 =$ <input type="text" value="1,04"/>
L_{p,Aeq,T_5}	90,2		Incertitude type due au choix des positions de mesure $u_3 =$ <input type="text" value="1"/>
L_{p,Aeq,T_6}	90,7	1) Niveaux de bruit ($u_1^2 =$ <input type="text" value="1,07"/>	
L_{p,Aeq,T_7}	87,6	2) Instrumentation Q2 ($u_2^2 =$ <input type="text" value="2,25"/>	
L_{p,Aeq,T_8}	91,5	3) Position du microphone Q1 ($u_3^2 =$ <input type="text" value="1"/>	
L_{p,Aeq,T_9}	89,0	Somme (C 3) $u^2(L_{EX,8h}) =$ <input type="text" value="4,32"/>	$u(L_{EX,8h}) =$ <input type="text" value="2,1"/>
$L_{p,Aeq,T_{10}}$	89,0		$U(L_{EX,8h}) = 1,65 \cdot u(L_{EX,8h}) =$ <input type="text" value="3,4"/>
$L_{p,Aeq,T_{11}}$	89,0	Nombre de valeurs mesurées $n =$ <input type="text" value="8"/>	Niveau d'exposition quotidienne au bruit <input type="text" value="88,3"/> dB
$L_{p,Aeq,T_{12}}$	89,0		Incertitude élargie <input type="text" value="3,4"/> dB

3. PROTECTION AUDITIVE

L'évaluation de l'atténuation des protecteurs auditifs vise à déterminer leur capacité à réduire l'exposition au bruit. Il existe des méthodes subjectives (norme ISO 4869-1¹⁶) impliquant des sujets normoentendants ou objectives (norme NF EN ISO 11904-2¹⁷ pour des mesures sur mannequin et la norme NF EN ISO 11904-1¹⁸ pour des mesures sur les sujets humains passifs).

a) Méthode subjective :

Real-Ear Attenuation at Threshold (REAT)

Le principe de cette méthode repose sur la mesure de la différence entre les seuils auditifs d'une personne normoentendante avec et sans protecteurs auditifs. Cette méthode, réalisée en laboratoire évalue l'atténuation effective en conditions réelles,

b) Méthode objective :

Field-Microphone-in-Real-Ear (F-MIRE)

La méthode F-MIRE utilise un microphone inséré dans l'oreille et un microphone à l'extérieur pour mesurer directement les niveaux sonores et ainsi par soustraction, l'affaiblissement du PICB. Elle est rapide et adaptée aux environnements de travail. Cette méthode peut donc être réalisée sur des oreilles de sujets humains passifs ou un mannequin acoustique.

Dans le cadre de la méthode REAT, la valeur présumée d'atténuation (AVP) du PICB par bandes d'octave est obtenue en retranchant l'écart-type à la valeur moyenne des atténuations mesurées. Cela dit, pour pallier les erreurs d'estimation de l'exposition dues aux écarts entre valeurs affichées par les fabricants et les valeurs réelles

estimées in situ (salariés non formés au port des protecteurs, mouvements effectués par le salarié provoquant un déplacement du protecteur, pilosité abondante, etc.), l'INRS recommande de retrancher deux fois l'écart-type pour obtenir une AVP plus sécuritaire.

La norme NF EN ISO 4869-2¹⁷ présente plusieurs méthodes permettant d'estimer le niveau de pression acoustique pondéré A à l'extérieur du conduit auditif (noté L_{Ax}) en cas d'utilisation de protecteurs individuels contre le bruit (Figure 11). L'exemple ci-dessous est basé sur la méthode dite par bande d'octave. Elle exige que le niveau du bruit et la valeur présumée d'atténuation soient donnés par bandes d'octave. Le niveau de pression acoustique effectif pondéré A L_{Ax} est calculé à partir de l'équation suivante :

$$L'_{Ax} = 10 \cdot \log \left(\sum_{k=1}^8 10^{\frac{(L_{f(k)} + A_{f(k)} - APV_{f(k)x})}{10}} \right)$$

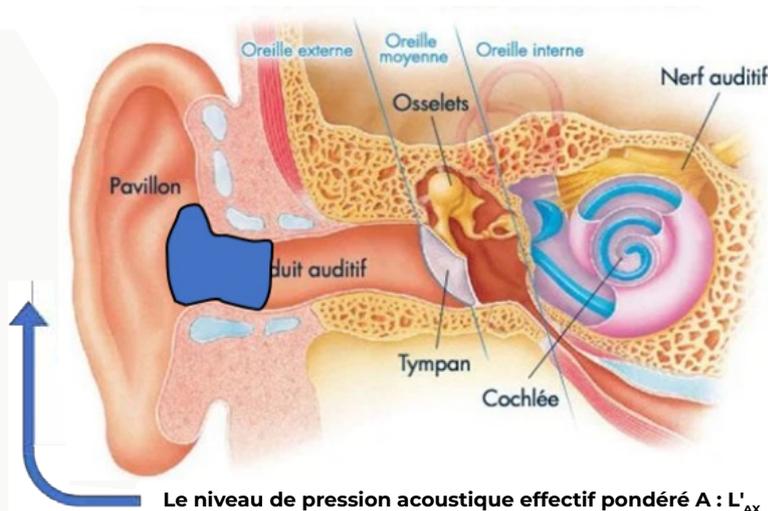
avec f(k) la fréquence centrale de chaque octave, L_{f(k)} le niveau de pression acoustique du bruit à l'extérieur, A_{f(k)} est la pondération A et APV_{f(k)x} la valeur de l'atténuation du protecteur estimée (Valeur Présumée d'Affaiblissement).

Dans l'exemple cité ci-dessous, le niveau de bruit ambiant à l'extérieur est de 100 dB(A) et le niveau de pression acoustique effectif pondéré A L_{Ax} estimé par cette méthode et qui tient compte de l'atténuation acoustique du PICB est de 81,1 dB(A). Dans ce cas, le L_{Ax} ne dépasse pas la valeur limite d'exposition (VLE).

Tableau 3. Exemple d'une densité spectrale en dB/oct d'un bruit en entreprise - Pondération A par bandes d'octave - Exemple d'atténuation d'un protecteur (AVP) par bandes d'octave.

Octave (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Niveau de bruit L en dB	55	60	65	75	85	96	95	87
Pondération A	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1,0	-1,1
APV	0,8	2,8	7,2	10,4	14,8	17,2	24,0	23,7

Figure 11. Schéma de principe de l'évaluation du niveau de pression acoustique en dB(A) à l'extérieur du conduit auditif.



4. CONCLUSION

En conclusion, le bruit, en tant que phénomène acoustique indésirable, constitue une réalité omniprésente dans notre quotidien, influençant notre santé et notre bien-être. Sa définition reste marquée par une perception subjective qui varie selon les individus. La mesure du bruit, principalement effectuée en décibels grâce à des outils comme les sonomètres, permet une

évaluation précise de son intensité et de ses impacts. Cette quantification est essentielle pour mettre en place des politiques de gestion sonore efficaces, notamment dans le milieu du travail. Elle aide également à sensibiliser aux enjeux des nuisances sonores et à proposer des solutions adaptées de protection comme les PICB. Finalement, mieux comprendre et maîtriser le bruit est un enjeu clé pour favoriser un environnement sain et harmonieux pour tous. ■

RÉFÉRENCES

1. Association française de normalisation. Mesurer le bruit dans l'environnement : NF S 31-010. AFNOR, 2000.
2. P. Lalitte, Aspects acoustique et sensoriel du bruit, Filigrane n°7, 1er semestre, 2008, pp. 13-31
3. F. Liu, S. Jiang, J. Kang, et al. On the definition of noise. Humanities and Social Sciences Communications, 2022, vol. 9, n°1, pp. 1-17
4. J.S. Bendat, A.G. Piersol, Random data: analysis and measurement procedures. John Wiley & Sons, 2011
5. G. Rouget, La musique et la transe, Paris, Éditions Gallimard, 1980
6. S. Lewy, Acoustique industrielle et aéroacoustique, Ed Hermes, 2001
7. E. Zwicker et al., Program for calculating loudness according to DIN 45631 (ISO 532B), Journal of the Acoustical Society of Japan (E) Vol. 12 n°1, 1991, pp 39-42
8. B.C. J. Moore, B.R Glasberg, A revision of Zwicker's loudness model, Acustica, Vol. 82, 1996, pp 335-345
9. E. Zwicker, H. Fastl, Psychoacoustics: Facts and models", 2nd Edition, Springer-Verlag, Berlin, 1999
10. V. Hongisto, A model predicting the effect of speech of varying intelligibility on work performance. In Indoor Air, Vol. 15, Issue 6, 2005, pp. 458-468)
11. T. Houtgast, H.J. Steeneken, et al., Past, present and future of the Speech Transmission Index, Soesterberg : TNO, 2002
12. K. Kostallari, Contribution à l'étude des effets psychologiques du bruit de parole dans les bureaux ouverts, Thèse de l'Université de Lyon, 2019
13. S.H. Park, P.J. Lee, J.H. Jeong, Effects of noise sensitivity on psychophysiological responses to building noise. In Building and Environment, Vol. 136, 2018, pp. 302-311
14. N. Trompette, P. Chevret, J. Chatillon, Bruit au travail : de l'évaluation à la prévention des risques. Hygiène et sécurité au travail, 2019, pp 254:1-33
15. ISO 9612 Acoustique — Détermination de l'exposition au bruit en milieu de travail — Méthode d'expertise, 2009, révisée en 2014
16. ISO 4869-1 Acoustique — Protecteurs individuels contre le bruit, Partie 1: Méthode subjective de mesurage de l'affaiblissement acoustique, 2018
17. NF EN ISO 11904-2 Acoustique - Détermination de l'exposition sonore due à des sources placées à proximité de l'oreille - Partie 2 : technique utilisant un mannequin, 2021
18. NF EN ISO 11904-1 Acoustique - Détermination de l'exposition sonore due à des sources placées à proximité de l'oreille - Partie 1 : technique du microphone placé dans une oreille réelle (technique MIRE), 2003



TITANIUM

Redéfinissez l'esthétisme avec Titanium.



ReSound GN

ReSound

Enzo IA

Mini format.
Maxi puissance.
100% rechargeable.



Plus d'informations sur gnhearing.com
à partir du 08 septembre 2025 !

JEAN-LOUIS HORVILLEUR



AUDIOPROTHÉSISTE
D.E. (LYON 1998)
PRÉSIDENT DU CONSEIL
SCIENTIFIQUE
DE BRUITPARIF
RESPONSABLE
PÉDAGOGIQUE
FONDATION
LA RENAISSANCE
SANITAIRE -
HÔPITAL LA MUSSE,
INSTITUT DE
FORMATION
D'AUDIOPROTHÉSISTES
LA MUSSE,
LE DE RECHERCHE,
SAINT SÉBASTIEN DE
MORSENT, FRANCE
CONTACT : AUDIOPRO-
THESISTE@GMAIL.COM
SITE : HTTPS://BLOG.
LESOREILLES.COM

QUELS RISQUES ? QUELLE LÉGISLATION ? COMMENT VIVRE AVEC LE BRUIT ?

Nous allons explorer l'univers du bruit à travers son impact sur la santé, la législation destinée à nous en protéger et les moyens de vivre en société, correctement, en toute intelligence, dans un environnement sonore maîtrisé.

MOTS CLÈS

Bruit, Santé, Risque, Education, Comportement, Prévention, Science, Droit, Métrologie, Architecture, Aménagement, Territoire

1. BRUITPARIF

L'auteur est le président, élu et bénévole du conseil scientifique de Bruitparif, depuis 2014.

Fondé en 2004, Bruitparif est l'observatoire officiel du bruit en Ile de France. Cette association à but non lucratif effectue des missions d'intérêt général, réparties selon 4 axes principaux.

- Observer l'environnement sonore
- Développer et améliorer les connaissances
Exemple : Articles scientifiques
- Accompagner la prise en compte du bruit dans les politiques publiques

- Informer et sensibiliser le grand public.

Parmi ses membres figurent l'État et les collectivités territoriales, mais aussi... les sources de bruit (comme les opérateurs de transport), des associations (ORL 75, riverains, ...), etc. Cela permet des échanges indispensables, souvent animés.

L'association emploie 17 salariés pour un budget annuel global de 2,8 Millions d'euros. Elle dispose, à ce jour, d'un ensemble de 203 stations de mesures en région parisienne pour le bruit des transports (Air, Fer, Route), le bruit festif et le bruit des chantiers...

Sonopode : bruit aérien



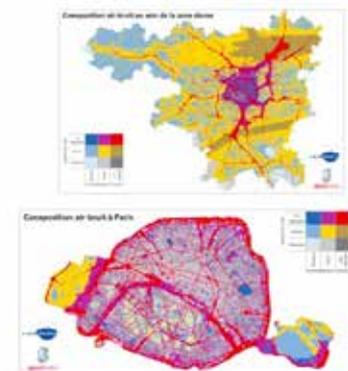
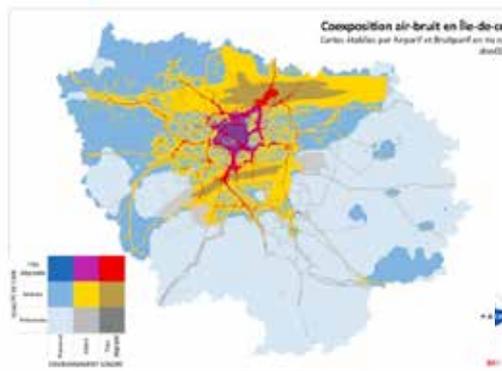
Méduse : plus polyvalent

Images : Capteurs de bruit développés par Bruitparif et leur possibilités d'enregistrement visuel, avec restitution à posteriori de la localisation du bruit.

Hydre : "radar du bruit"



Bruitparif établit également, par modélisation, des cartes de bruit, qui combinées avec celles d'Airparif aboutissent à la représentation combinée de l'exposition air-bruit.



DOSSIER LE BRUIT DANS TOUS SES ÉTATS

Prévention / Sensibilisation



Enquêtes de perception

Voici quelques exemples d'autres actions de Jean-Louis Horvilleur.

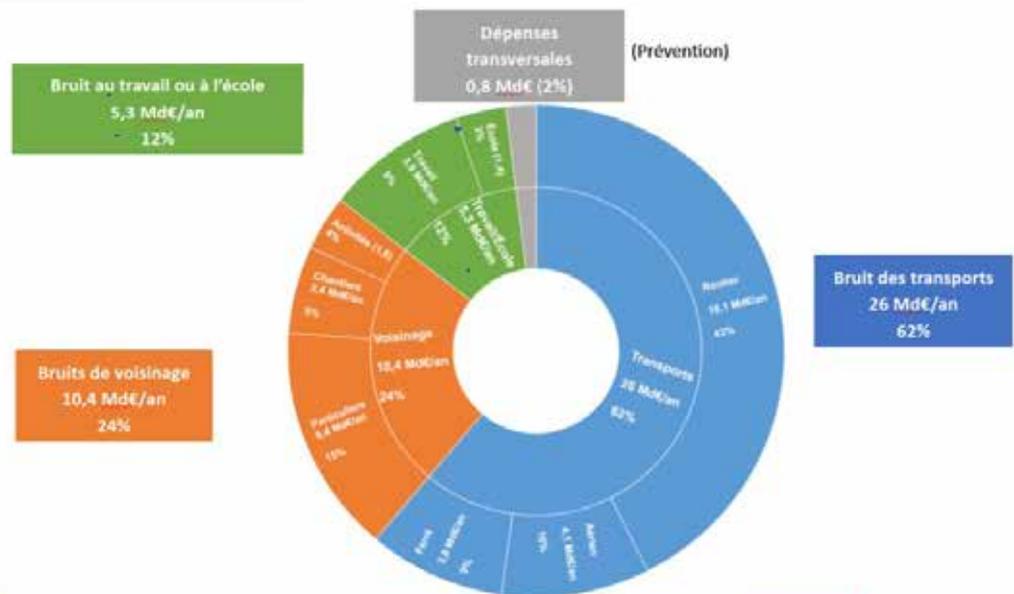
2. LE COÛT SOCIAL DU BRUIT

Le coût social du bruit donne une idée de l'ampleur du problème. L'Ademe (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie) et le Conseil national du bruit (CNB) ont publié en octobre 2021 les résultats de leur étude de réactualisation de l'estimation du coût social du bruit en France. Il s'élèverait donc désormais à plus de 147 milliards d'euros par an !

Bruitparif a effectué une analyse fine de ce chiffre à l'échelle de l'île de France, estimant le montant sur cette zone géographique à 42,6 milliards d'euros par an, répartis selon ce schéma.

On constatera la prééminence du bruit des transports, surtout routier, des bruits de voisinage, surtout du côté des particuliers, ainsi que la part prépondérante dans sa catégorie du bruit au travail, et enfin la faiblesse relative des dépenses de prévention.

Répartition du coût social du bruit en île de France.



Les effets du bruit sur la santé.



3. LES RISQUES

3.1. EFFETS DU BRUIT SUR LA SANTÉ

Les risques principaux de l'exposition au bruit proviennent de ses effets sur la santé. Ils se divisent en deux catégories, les effets sur l'audition et les effets extra-auditifs.

3.1.1. LES RISQUES POUR L'AUDITION

En matière de risques pour l'audition, tout est une question de dose. Plusieurs facteurs entrent en considération : niveau sonore, durée d'exposition, fréquence, répétition, caractère continu ou interpestif du bruit, sensibilité individuelle, ...



(Source : ISO 1999:1990 (1990). "Acoustics—determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment," International Organization for Standardization (ISO), Geneva, Switzerland.)

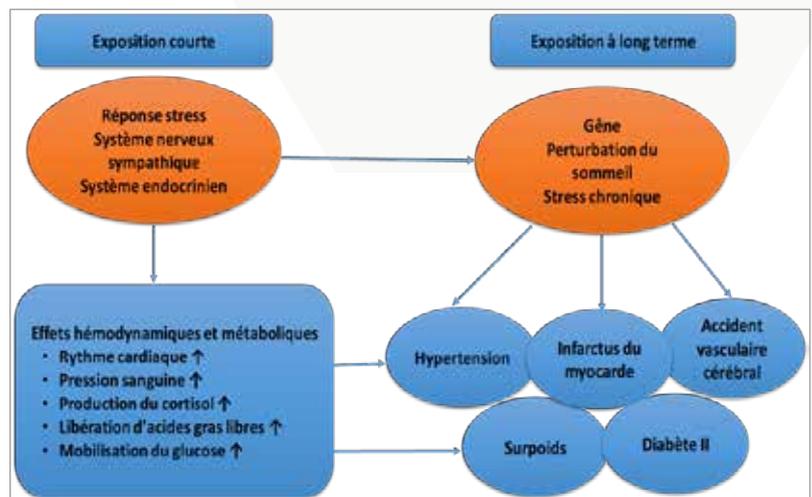
Le Haut conseil de la Santé publique a établi un seuil de dangerosité auditive, à 85 dB (A) pour 8 h. Ensuite on divise le temps d'exposition par deux à chaque augmentation de 3 dB.

Pour la dose sonore totale, c'est l'OMS qui définit le niveau à ne pas dépasser :

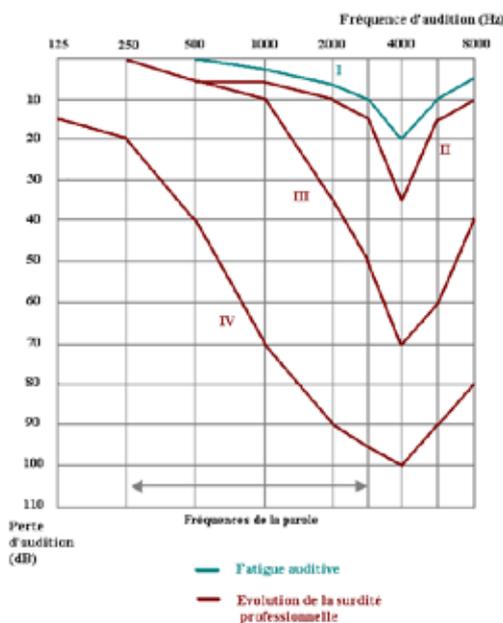
- Pour l'adulte : 80 dB pendant 40 heures par semaine.
- Pour l'enfant : 75 dB pendant 40 heures par semaine.

Exemple de la surdité professionnelle :

Pour comprendre l'impact de la surexposition sur le long terme voici un schéma destiné à permettre à la médecine du travail d'évaluer le stade de la surdité professionnelle :



Les effets à court et long terme.

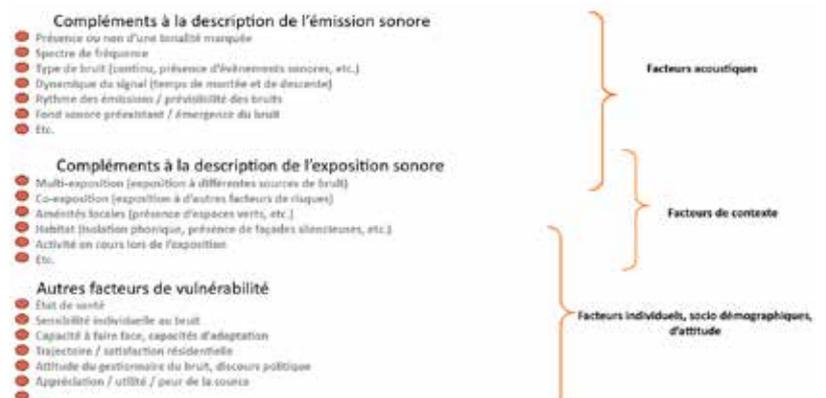


Evolution de la surdité professionnelle (source : uvmt).

3.2. FACTEURS MODIFICATEURS DES EFFETS SANITAIRES DU BRUIT

Il existe de nombreux facteurs modificateurs des effets sanitaires du bruit, qu'ils soient acoustiques, comme les caractéristiques physiques du bruit, le contexte, la nature du lieu, ou bien individuels, allant de l'état de santé de la personne, à l'attitude de la personne, source de bruit, ou encore la peur qu'elle peut en avoir.

Facteurs modificateurs des effets sanitaires du bruit.



3.1.2. LES EFFETS EXTRA AUDITIFS

La durée globale d'exposition au bruit est dans tous les cas un facteur déterminant des conséquences sur la santé. On distingue celles à court terme de celles à plus long terme :

DOSSIER

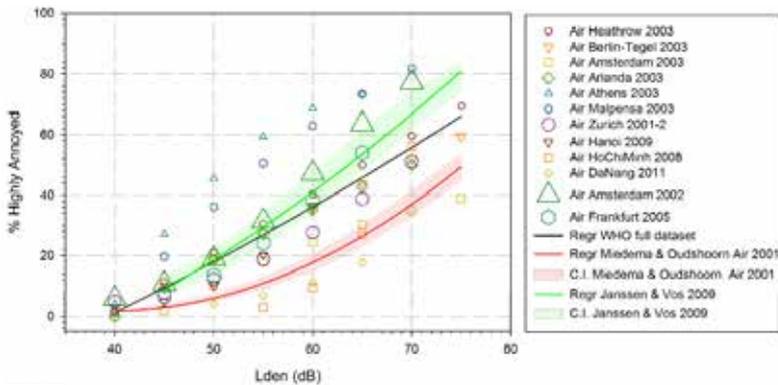
LE BRUIT DANS TOUS SES ÉTATS

Mais ce groupe de facteurs est actuellement peu stabilisé et doit en prendre en compte d'autres comme celui lié à l'existence d'espaces verts :

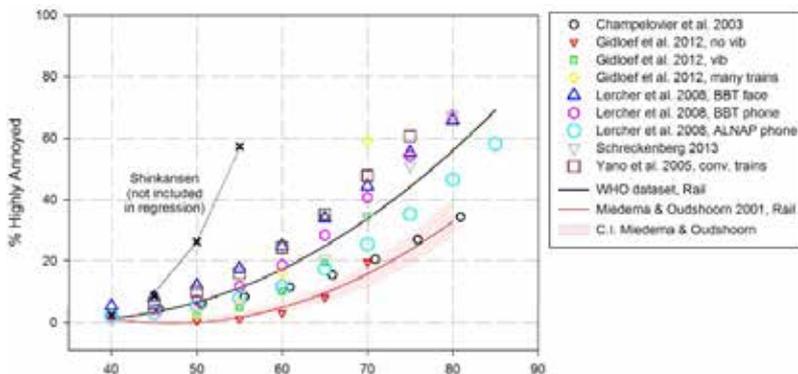
- > Notion de qualité de vie locale globale.
- > Possibilité de répit sonore (existence d'un moyen pour faire face).

... sans oublier une interdépendance, voire une part de redondance de l'information de facteurs entre eux.

AIR



FER



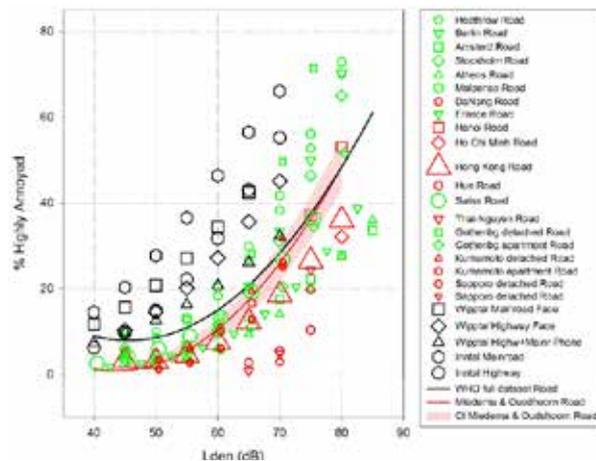
3.3. EFFETS SANITAIRES DU BRUIT DES TRANSPORTS : DES ÉTUDES SCIENTIFIQUES AUX COURBES DOSE RÉPONSE DE L'OMS (2018)

Concernant le bruit des transports, source de gêne de premier plan l'OMS a compilé de nombreuses études, en fonction de la nature de la source, et a mis en rapport le niveau sonore avec nombre de personnes très gênées, ce qui donne les schémas suivants.

Ils ont ensuite relevé les niveaux pour lesquels on recense 10 % de personnes très gênées.

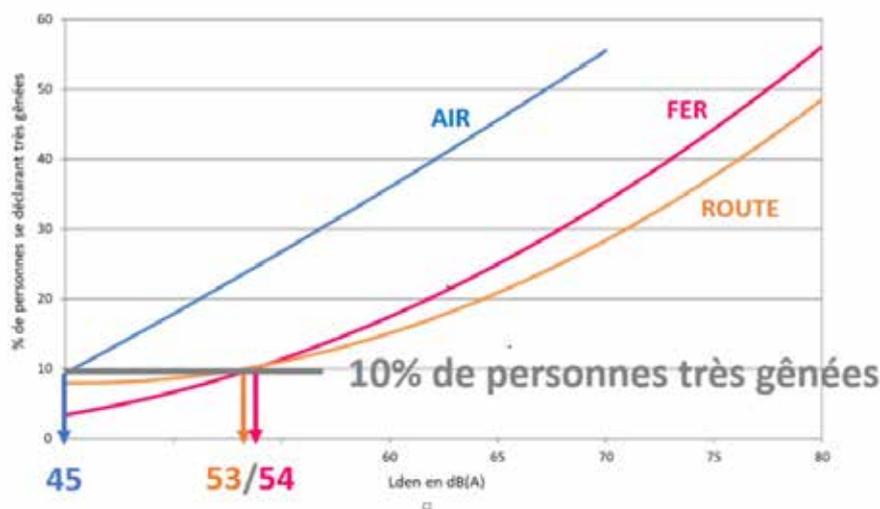
Cela a conduit aux recommandations chiffrées de réduire l'exposition aux niveaux suivants, en vert à comparer, aux valeurs limites réglementaires en France, établies en transposition de la directive européenne 2002/49/CE, bien trop importantes par rapport aux préconisations de santé.

ROUTE



Rappel : Lden : L = Level ;
d = day ; e = evening ;
n = night : Niveau sonore continu équivalent pour une période de 24 heures, avec une pondération de 5 dB(A) pour la soirée 18 h à 22 h et de 10 dB(A) pour la nuit de 22 h à 6 h.

GÊNE → L DEN



3.4. QUELQUES CHIFFRES CLÉS

Voici quelques chiffres pour évaluer l'impact du bruit sur la santé :

EN EUROPE : SOURCE RAPPORT AAE, 2020

Plus d'un Européen sur cinq est exposé à des niveaux sonores dangereux pour la santé selon les critères de l'OMS. On relève 12 000 décès prématurés par an du fait de l'exposition au bruit.

EN RÉGION PARISIENNE : SOURCE BRUITPARIF 2019

Dans la zone dense de l'Île-de-France 10,7 mois de vie en bonne santé sont perdus par habitant en moyenne sur une vie entière du fait de la gêne et des perturbations du sommeil liées au bruit des transports. Ce chiffre grimpe à 3 ans dans les secteurs les plus exposés !

L'Indicateur quantitatif utilisé, dans les études est celui des années de vie en bonne santé perdues :

DALYS - disability-adjusted life years : Années de vie ajustées sur l'incapacité/

Ce dernier est bien connu des audioprothésistes depuis l'étude intitulée « Impact économique du déficit auditif en France et dans les pays développés - Revue de la littérature scientifique 2005-2015 », de Jean de Kervasdoué et Laurence Hartmann.

Valeurs en dB(A)	Niveaux recommandés		Valeurs limites	
	<53	<45	<68	<62
Bruit routier	<53	<45	<68	<62
Bruit aérien	<45	<40	<55	<50
Bruit ferré	<54	<44		
Voies conventionnelles			<73	<65
Lignes à Grande Vitesse			<68	<62

Remarque :

Les incertitudes des études, ou leurs limites ne doivent pas servir de contre-argument :

Le Conseil scientifique de Bruitparif a par exemple été saisi à deux reprises pour répondre, par des avis documentés à deux contestations des préconisations de l'OMS et de la projection régionale qu'en avait fait Bruitparif en matière de bruit des transports. Face aux contre arguments émis par les grands opérateurs de transport franciliens et nationaux, le conseil scientifique a démontré que les calculs extrapolés de ceux de l'OMS devaient "être pris en considération dans toute politique d'aménagement du territoire."

(Source : ISO 1999:1990 (1990). "Acoustics-determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment," International Organization for Standardization (ISO), Geneva, Switzerland.)

Rejoignez le réseau des audioprothésistes 100% indépendants

Formation • Développement • Partage d'expérience



AUDIOPROTHÉSISTES PAR PASSION



4. LA LÉGISLATION ET LE PRINCIPE DE PRÉCAUTION

L'ensemble des lois concernant le bruit, fait appel à de multiples codes, en commençant par le code de la santé publique, le code pénal, le code du travail, le code de la route ou encore le code de l'environnement, etc.

4.1. LA RÉGLEMENTATION DU BRUIT AU TRAVAIL

Décret du 19 juillet 2006, transposant la directive européenne 2003/10/CE.

4.2. LES RISQUES LIÉS AUX BRUITS ET AUX SONS AMPLIFIÉS

Décret no 2017-1244 du 7 août 2017 relatif à la prévention des risques liés aux bruits et aux sons amplifiés.

Niveaux :

102 dB(A) sur 15 minutes et
118 dB(C) sur 15 minutes

Spécifiquement destinées aux enfants jusqu'à l'âge de six ans révolus :

94 dB(C) sur 15 minutes et
104 dB(C) sur 15 minutes

Emergence spectrale de 3 dB dans les octaves normalisées de 125 Hz à 4000 Hz ainsi dépassement de l'émergence globale de 3 dB(A).

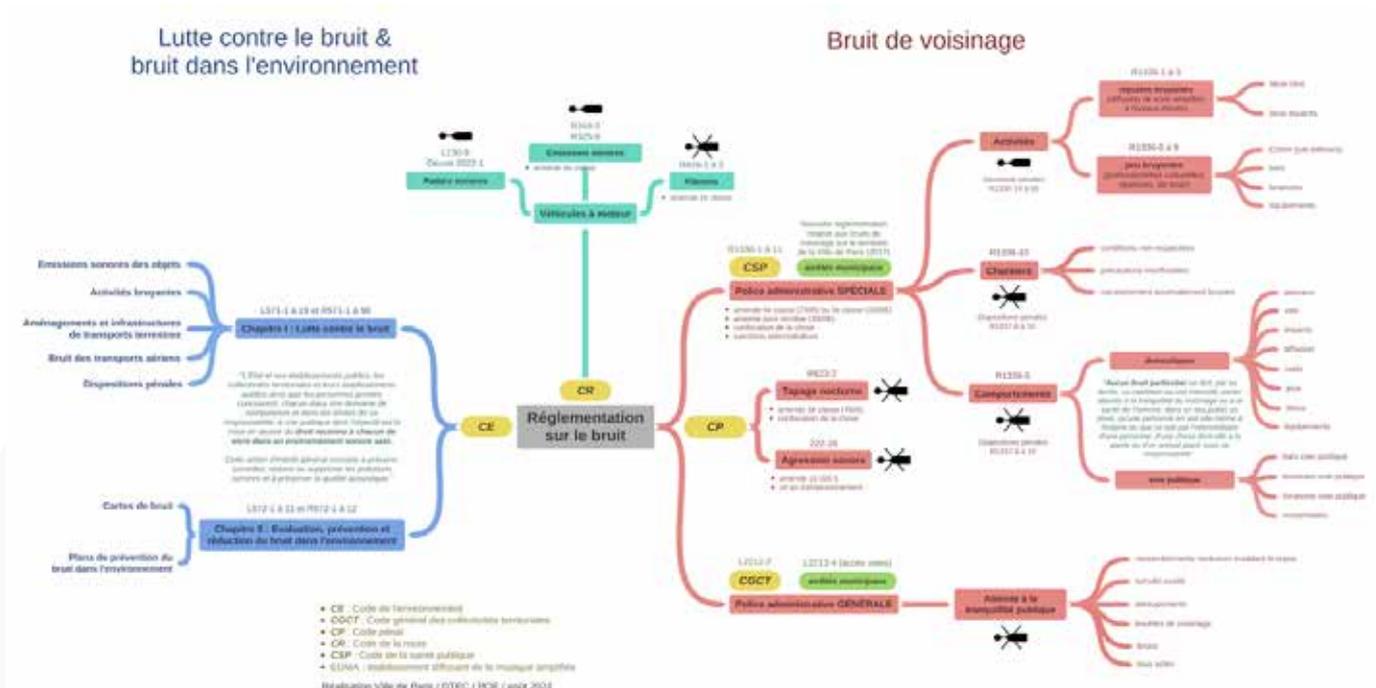
Ce décret, imparfait, dont la complexité et les enjeux de mise en œuvre ont été suivis personnellement à travers les réunions préliminaires ayant conduit à sa rédaction. Une analyse critique, en anglais, a été présentée à l'OMS, en présence de représentants de nombreux pays, lors d'une session "Rendre l'écoute sûre" par Jean-Louis Horvilleur.

4.3. LA LOI C'EST LA LOI

Pour aller plus loin, en cas de recherche de texte ou de moyen d'action, on pourra partir de cette excellente carte mentale réalisée par la Ville de Paris.

SEUILS	PARAMÈTRES	RÉGLEMENTATION
Valeur d'exposition inférieure déclenchant l'action (VAI)	Exposition moyenne (Lex,8h)	80 dB(A)
	Niveau de crête (Lp,c)	135 dB(C)
Valeur d'exposition supérieure déclenchant l'action (VAS)	Exposition moyenne (Lex,8h)	85 dB(A)
	Niveau de crête (Lp,c)	137 dB(C)
Valeur limite d'exposition (VLE*)	Exposition moyenne (Lex,8h)	87 dB(A)
	Niveau de crête (Lp,c)	140 dB(C)

* en tenant compte de l'atténuation liée au port éventuel de protecteurs individuels contre le bruit (PICB).



4.4 LA JURISPRUDENCE

(Images réalisées avec la complicité de Microsoft Designer)

Les jurisprudences nous offrent plusieurs sons de cloches, en voici 3 exemples.



LE CHANT DU COQ :

Est un trouble à la tranquillité publique car continu la nuit à partir de quatre heures (Cour d'appel de Bordeaux, 29 février 1996, n° 1996042496) ou toute la journée (Cour d'appel de Toulouse, 6 mars 2006, n° 2006-301207).

Est un Trouble normal de voisinage, le matin en zone rurale : « dès lors que le nombre de gallinacés demeure limité ». Mais les odeurs provenant du poulailler, sa proximité et son manque d'entretien en ont fait un trouble anormal : Cour d'appel de Chambéry - 2^{ème} chambre - cause 04/02214 - 3 janvier 2006

La mare aux grenouilles ? Elle sera à combler ! (Arrêt de la Cour de cassation, 2^{ème} chambre civile, 14 décembre 2017, pourvoi n° 16- 22.509).

Dorénavant une loi protège le patrimoine sensoriel des campagnes, dont le sonore,

Nous pouvons en tenir compte dans notre choix d'appareils ménagers, de lieux de vie ou de loisir, de véhicules..., nos aménagements intérieurs, et en portant nos équipements de protection Individuelle quand cela est nécessaire (loisirs, travail)... Quoi qu'il en soit nous pouvons tous donner l'exemple, sensibiliser les autres et... tenir compte d'eux...

Pour les audioprothésistes curieux du sujet voici un comparatif d'EPI spéciaux musique, dans un article grand public, avec le ressenti des musicien.

5. COMMENT VIVRE AVEC LE BRUIT ?

5.1. À L'ÉCHELLE DE L'INDIVIDU

(Bien) vivre avec le bruit est l'affaire de tous Chacun d'entre nous doit avoir conscience du problème et savoir gérer sa dose de bruit (travail, loisirs, vie courante), et adapter son comportement.



<https://blog.lesoreilles.com/2009/09/02/la-guerre-des-bouchons-debarque-sur-le-net/>

VOTRE PLANCHER C'EST LE PLAFOND DU VOISIN



CONSEIL NATIONAL DU BRUIT

5.2. À L'ÉCHELLE DES PROFESSIONNELS DE LA SANTÉ ET DU MONDE ASSOCIATIF

Les professionnels de la santé, et les associations en général doivent se mobiliser.

Et les Audioprothésistes ? Quoi ? Il existerait une réserve peu exploitée de spécialistes de l'ouïe dotés de solides connaissances en acoustique... ?? Mais alors ne pourraient-ils pas sortir de leur cabine (insonorisée), par exemple pour faire de la prévention ? Et quoi que représentera potentiellement le contenu de la réingénierie de leur diplôme, la dure concurrence ne les poussera-t-elle pas à de nouveaux rôles ? Feront-ils de la mesure acoustique ? Du conseil ? Etc.

Organisons nous... soyons proactifs.

5.3. À L'ÉCHELLE DES ENTREPRISES

Les entreprises sont également en première ligne, et s'il leur faut se conformer à la législation, elles peuvent aussi faire plus... Les domaines d'actions sont multiples : réduire le bruit à la source, isoler les bâtiments, optimiser les processus, allant

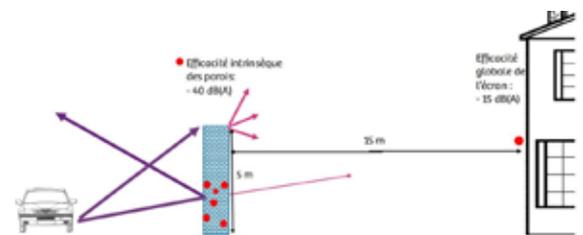
de la fabrication aux horaires des livraisons et de travaux, privilégier des équipements moins bruyants, équiper, former et sensibiliser les employés. Enfin, on fera une "dédicace spéciale" aux entreprises festives qui doivent depuis 2017 revoir leur copie...



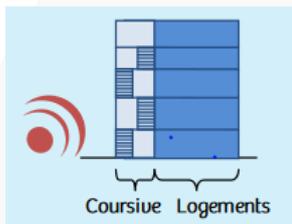
5.4. À L'ÉCHELLE DES ARCHITECTES ET URBANISTES : UN BON PLAN

Pour le long terme architectes et urbanistes doivent faire preuve de créativité et repenser l'existant.

Concevoir des bâtiments et des espaces urbains plus calmes, avec une meilleure isolation phonique, un plus grand soin du choix des matériaux, une optimisation de l'architecture intérieure comme extérieure, etc. et plus généralement prendre en compte l'acoustique, encore trop souvent parent pauvre, voire indigent. Le traitement acoustique ne doit plus être un correctif mais un paramètre de départ systématique dans la conception architecturale.



Exemples d'efficacité pour le bruit routier : Revêtements spéciaux routes (Ville : -5dB ; Autoroute : -7dB), Écran anti bruit : autoroute - 4 à 13 dB Moyenne - 8,5 dB)



5.5. À L'ÉCHELLE DES POUVOIRS PUBLICS ET COLLECTIVITÉS

Les pouvoirs publics et collectivités se doivent d'œuvrer pour les générations actuelles et futures, par des actions à long terme. Les plans de prévention du bruit dans l'environnement (PPBE), avec les cartes stratégiques de bruit (CSB) représentent d'ailleurs une obligation imposée par la directive européenne 2002/49/CE du 25 juin 2002.

De l'autre côté, parmi les moyens d'action les plus immédiats dont ils disposent en général, on trouve la réglementation des nuisances sonores, avec les moyens de contrôle associés, mais aussi la sensibilisation du public et les aménagements du territoire...



5.6. À L'ÉCHELLE DE L'ENSEIGNEMENT

Après les parents, c'est à nous les enseignants, du primaire au supérieur, de transmettre les connaissances, allant des conséquences du bruit sur la santé, avec le risque auditif et celui de mortalité aux comportements destinés à la vie en commun. Ne parlons pas de complexité : même la lecture de l'échelle du dB peut s'enseigner aussi simplement que celle du thermomètre.

CONCLUSION :
ZONE D'ÉDUCATION PRIORITAIRE



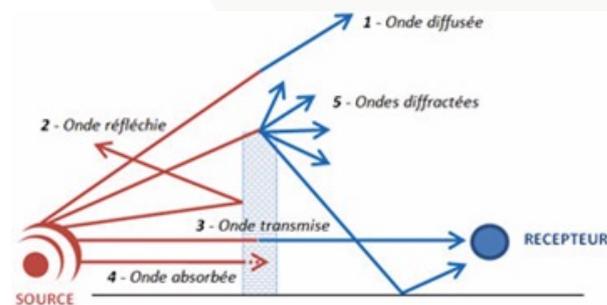
Comment Vivre avec le bruit ? La question à elle seule contient la bonne réponse : ce n'est ni pour le bruit ni contre le bruit mais bien avec. On ne saurait bien entendu tout éliminer. Le bruit est indissociable des activités humaines, dont la nôtre propre... et n'oublions pas de parler des bruits de la nature...

Il faut donc un point d'équilibre. Le bruit doit être maîtrisé chaque fois que c'est possible et l'on doit aussi s'en protéger chaque fois que nécessaire. Au final aucune source de bruit évitable, inutile ou due à un manque de savoir vivre... ne doit perdurer. Et les zones de calme, besoin essentiel, doivent être respectées.

La solution la plus efficace réside, comme exprimé, avant tout dans l'éducation et la formation, pour un meilleur « vivre ensemble ».

Les études scientifiques, la métrologie et la communication associée se doivent d'être des forces incoercibles, sur le point de convergence, car si tout part de l'individu, de chacun d'entre nous, bien des solutions d'avenir dépendent d'un niveau de décision multi-ministériel donc du sommet de l'État.

C'est à tout le monde d'agir ! ■



Pour aller plus loin : <https://www.bruitparif.fr/>



Solution d'audiométrie digitale

Analyse Spectrale

Vocale dans le bruit

Correction en fréquence

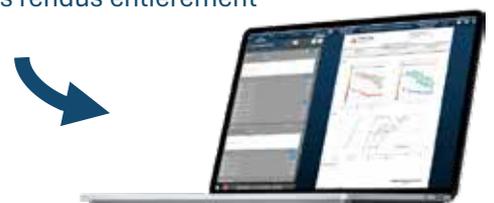
Masquage Automatique

Mode Media

Et bien plus encore...



- Calibrez automatiquement votre casque, vos inserts et votre champ libre (jusqu'à 7. 1) aussi régulièrement que vous le souhaitez
- Créez vos propres listes pour tester vos patients dans le silence et dans le bruit
- Organisez vos presets pour accéder instantanément à **vos** conditions de test
- Générez vos comptes rendus entièrement personnalisables !



Hearing Space est un dispositif médical de classe I CE, fabriqué par Chiara Softwares. Il est indiqué pour les mesures d'audiométrie clinique. Veuillez lire attentivement les instructions figurant dans le manuel d'utilisation. doc.18/02/25

Une question ?
Une démonstration ?
Un devis ?

Contactez-nous !

CÉLINE
GUÉMAS



AUDIOPROTHÉSISTE
DE
MEMBRE DU
COLLÈGE NATIONAL
D'AUDIOPROTHÈSE

QUELS TESTS EN PRATIQUE COURANTE POUR METTRE EN ÉVIDENCE UNE GÊNE OU UN PROGRÈS DANS L'APPAREILLAGE ?

Afin d'accompagner le patient vers un choix de réhabilitation éclairé et mettre en évidence une gêne ou un progrès dans l'appareillage, l'audioprothésiste s'assure que son patient reçoit les soins les plus efficaces et appropriés. Dans un contexte de pratique basé sur les preuves, la vérification et la validation sont deux étapes cruciales pour évaluer l'efficacité des appareils auditifs^{1,2}.

La vérification est l'étape qui consiste à mesurer les performances objectives des appareils auditifs. Elle inclut des tests tels que les mesures au coupleur ou les mesures in situ. Ces mesures in situ ou mesures REM (Real Ear Measurement) sont réalisées dans l'oreille du patient, à proximité du tympan, via une sonde de mesure in vivo. L'objectif est de s'assurer que l'appareil auditif fonctionne selon les spécifications prescrites et qu'il amplifie correctement les sons pour répondre aux besoins auditifs du patient, besoins qui auront été préalablement déterminés via une audiométrie aux inserts. Lors du bilan d'orientation prothétique, la détermination des seuils liminaires et supraliminaires (dynamique auditive résiduelle du patient), couplée à une mesure de RECD (Real Ear to Coupler Difference) ou de REDD (Real Ear Direct Dial), permettra de transformer nos audiométries dB HL en dB SPL au tympan (SPLogramme) en toute cohérence avec les gains ou niveaux de sortie au tympan prescrits par les méthodologies de pré réglage.

La validation est, quant à elle, l'étape qui évalue l'impact subjectif de l'appareil auditif sur le patient. Elle implique toutes les mesures de gains prothétiques mais aussi des questionnaires ou des entretiens pour recueillir les impressions du patient sur l'amélioration de son audition dans des situations de la vie quotidienne. La validation vise à confirmer que l'utilisation d'appareils auditifs améliore effectivement la qualité de vie du patient, capture le bénéfice perçu par l'utilisateur d'aide auditive, répond à ses attentes en matière d'audition et réduit le handicap.

En combinant ces deux étapes, nous pouvons nous assurer que les appareils auditifs sont non seulement techniquement adaptés, mais aussi réellement bénéfiques pour le patient.

Parmi l'ensemble des tests disponibles, le SII (Speech Intelligibility Index) relève de l'étape vérification. Il est le résultat d'un calcul purement mathématique. Cette mesure objective non intrusive de l'intelligibilité attendue se base ainsi sur des critères audiométriques et l'émergence d'éléments vocaux dans la dynamique résiduelle du patient³. La méthode de calcul du SII décrite dans la norme ANSI S3.5 (1997) est, sur son principe, similaire à l'Indice d'Articulation (AI) (ANSI S3.5 1969) et permet de prédire sans l'intervention du patient, de préférence dans le calme, un score d'intelligibilité. La valeur de SII est accessible sur les chaînes de mesure

qui utilisent une analyse centile en temps réel de la dynamique de la parole. Une mesure de REAR (Real Ear Aided Response) au niveau souhaité

donne donc la valeur du SII, elle s'exprime souvent en pourcentage (ou allant de 0 à 1). Par calcul des informations de crêtes au-dessus du seuil du patient, et en fonction de l'importance de telle ou telle bande de 1/3 d'octave dans l'intelligibilité, une mesure de REAR au niveau souhaité donne donc la valeur du SII.

La valeur du SII calculée n'est pas directement le score d'intelligibilité à obtenir. Une fonction de transfert permet de faire le lien entre les données objectives d'émergence vocale (les valeurs de SII) et subjectives (% d'intelligibilité), chez le normo-entendant. Chaque matériel vocal possède donc sa fonction de transfert pour convertir un SII en un pourcentage d'intelligibilité. Des fonctions de transferts ont été établies pour divers matériels vocaux, notamment pour des listes anglophones^{4,5,6} et peuvent être directement accessibles dans des chaînes de mesures comme la Verifit 2 d'Audioscan. Hélène Cupillard en 2018, a établi les courbes de références dans le silence

**LA VÉRIFICATION ET
LA VALIDATION SONT
DEUX ÉTAPES CRUCIALES POUR
ÉVALUER L'EFFICACITÉ DES
APPAREILS AUDITIFS**

pour le matériel vocal de test français chez le normo entendant ⁷. Simon Daniel, en 2022 a étudié la corrélation entre le SII et le test syllabique de Frank Lefèvre, Perrine Desbiolles en 2024 a démontré dans son mémoire de fin d'étude que nous pouvions utiliser la fonction de transfert du test NU-6 disponible dans la chaîne de mesure Vérifit pour estimer les scores cochléaires bien qu'il soit préférable d'utiliser la fonction appropriée ^{8,9}.

Comment utiliser cet indice dans notre pratique quotidienne ? Retenons que le SII est un indice efficace et rapide à observer qui permet de prédire le score attendu lors d'une audiométrie vocale en

champ libre en dB SPL. Cette information ne nous dispensera nullement de réaliser les examens subjectifs en champ libre. En cas de cohérence entre le score d'intelligibilité attendu et celui relevé, nous pourrions rapidement extrapoler l'impact d'une modification de réglage sous mesure in vivo sur l'intelligibilité. Cependant, l'intérêt du SII réside moins dans la prédiction du score vocal du patient que dans celui de montrer un écart entre le score prédit et le score réel. Un score prédit très nettement supérieur à un score réel traduira une discordance qui nous incitera à mesurer notre discours et à soigner l'entretien motivationnel que nous mènerons (**Figure 1**).

SII (%)	% Cor.	% Cor.	% Cor.
	Digits	IEEE Sentences	NU6 Words
0	0	0	0
5	30	4	4
10	80	9	8
15	96	13	11
20	98	19	19
25	99	43	27
30	100	60	36
35	100	74	45
40	100	89	56
45	100	94	63
50	100	96	70
55	100	98	76
60	100	99	81
70	100	99	87
80	100	100	93
90	100	100	96

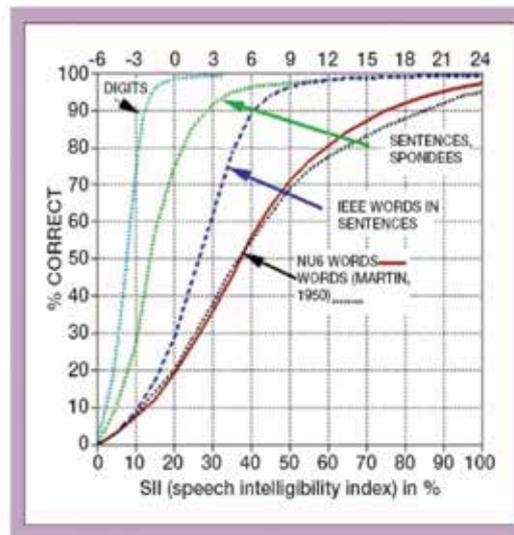


Figure 1. Relation SII et matériel vocal anglo-saxon .

expected nominal recognition scores vs SII for normals

Le test ANL (Acceptable Noise Level) quant à lui, relève de la partie validation dans notre prise en charge basée sur les preuves. C'est un test prédictif sur le port effectif des aides auditives : cette mesure subjective estime les chances de succès d'un appareillage auditif en évaluant la sensibilité au bruit des patients. On mesure ainsi l'émergence minimale de la parole dans le bruit qui procure un sentiment d'écoute confortable. L'ANL recherche le niveau de bruit maximum que le sujet est capable d'accepter sans entacher sa compréhension globale du signal de parole. (Nabelek, 2005) ¹⁰. C'est une mesure auditive centrale qui n'est pas influencée par l'âge, le sexe, le niveau de présentation du signal ou le genre de l'orateur.

ANL = MCL – BNL avec MCL : Most Comfortable Listening Level qui correspond au niveau d'écoute le plus confortable et BNL : Background Noise Level qui correspond au niveau de bruit maximum tolérable.

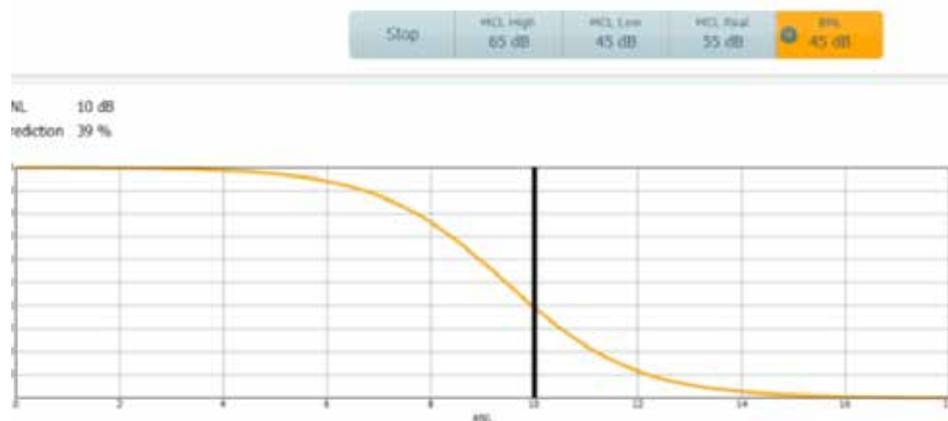
On distingue trois catégories de patients en fonction de la valeur de l'ANL :

- ANL <7dB : ANL bas
- ANL entre 7dB et 13dB : ANL moyen
- ANL >13dB : ANL élevé.

Une valeur d'ANL inférieure à 7 nous indique une bonne tolérance au bruit et donc une forte probabilité de réussite de l'appareillage. Inversement, les personnes malentendantes ayant des ANL élevés (>13dB) ont tendance à accepter moins de bruit par rapport à leurs homologues, ces patients sont moins susceptibles de devenir des utilisateurs quotidiens d'aides auditives.

Dans le cadre d'un bilan d'orientation prothétique, le test ANL permet de compléter l'audiométrie vocale dans le bruit préalablement effectuée en incluant la notion de « confort ». Quantifier la capacité de notre patient à tolérer le bruit au quotidien nous permettra d'ajuster le gain initial prescrit et justifiera d'orienter le patient vers des aides auditives disposants de systèmes de traitement du signal évolués afin de réduire le niveau de gêne chez ces personnes qui supportent moins le bruit de fond ¹¹ (**Figure 2**).

Figure 2. Test ANL.



Ainsi, tout au long du parcours de réhabilitation prothétique du patient, l'audioprothésiste aura-t-il pour mission de vérifier et valider l'apport de l'appareillage auditif. Les tests disponibles doivent être connus et utilisés à bon escient afin d'anticiper et de mettre en évidence les progrès ou les gênes résiduelles. Lorsqu'il y a concordance entre les mesures objectives et les mesures subjectives, le patient peut souffrir des limites de la réhabilitation mais il constate des progrès et adhère au projet de réhabilitation proposé.

Lorsqu'une discordance entre les mesures objectives et les mesures subjectives persiste (vérification et validation), l'audioprothésiste aura à charge de s'assurer que tout a été mis en place pour obtenir le meilleur résultat possible. Le cas échéant, il passera la main à l'ORL et à l'orthophoniste.

La diversité des points de vue et des expériences au sein d'une équipe pluridisciplinaire renforce les capacités de résolution de problèmes et permet ainsi d'accompagner au mieux notre patient. ■

BIBLIOGRAPHIE

1. Jorgensen, Lindsey E. Verification and validation of hearing aids: Opportunity not an obstacle. *Journal of otology*, 2016, vol. 11, no 2, p. 57-62.
2. Jindal, Jay, Hawkins, Ann—Marie, et Murray, Matthew. Guidance on the verification of hearing devices using probe microphone measurements. *Practice guidance*, 2018.
3. Hornsby, B. W. Y. (2004). The Speech Intelligibility Index: What is it and what's it good for? *The Hearing Journal*, 57(10), 17. https://journals.lww.com/thehearingjournal/Fulltext/2004/10000/The_Speech_Intelligibility_Index__What_is_it_and.3.aspx
4. Studebaker GA, Sherbecoe RL, Gilmore C. Frequency-Importance and Transfer Functions for the Auditec of St. Louis Recordings of the NU-6 Word Test. 1993;
5. Sherbecoe RL, Studebaker GA. Audibility-Index Functions for the Connected Speech Test: *Ear Hear.* oct 2002;23(5):385-98.
6. Sherbecoe RL, Studebaker GA. Audibility-Index Predictions of Normal-Hearing and Hearing-Impaired Listeners' Performance on the Connected Speech Test: *Ear Hear.* févr 2003;24(1):71-88.
7. Cupillard H, Courbes de références dans le silence pour le matériel vocal de test français chez le normo-entendant. Université de Bordeaux; 2018.
8. Daniel S, La corrélation entre le Speech Intelligibility Index (SII) et le test syllabique de Frank LEFEVRE en relation avec l'observance. Université de Rennes ; 2022
9. Desbiolles P, SII (Speech Intelligibility Index) mesuré au tympan: un outil de prédiction des scores vocaux en champ libre au test cochléaire de Lafon. Université de Rennes, 2024.
10. Nabelek, Anna K. Acceptance of background noise may be key to successful fittings. *The Hearing Journal*. Volume 58, Issue 4. Avril 2005. Pages 10 à 15
11. Wu, Y.-H., & Stangl, E. (2013). The effect of hearing aid signal-processing schemes on acceptable noise levels: perception and prediction. *Ear and Hearing*, 34(3), 333-341. doi:10.1097/AUD.0b013e31827417d4

REACH R +

L'AIDE AUDITIVE QUI
VOUS **RECONNECTE**
AU MONDE

COMPTEZ SUR
LIFEPROOF
REXTON



**BLUETOOTH® CLASSIC : CONNECTIVITÉ
UNIVERSELLE**



**MULTI-VOICE FOCUS : COMPRÉHENSION
DE LA PAROLE DANS LE BRUIT**



**RECHARGEABLE : JUSQU'À
36H D'AUTONOMIE**



DRY UVC R

NOMADE R

STANDARD R

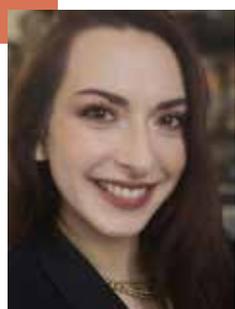


La marque et les logos Bluetooth® sont la propriété de Bluetooth SIG, Inc. et toute utilisation de ces marques par WSA est soumise à une licence. Dispositif médical CE. Demandez conseil à votre audioprothésiste. Visuel non contractuel. © WSAUD A/S.

**À VOTRE ÉCOUTE
DEPUIS 1955**

REXTON

ÉMILIE
VIVEN



AUDIOPROTHÉSISTE
D.E.
EMILIEVIVEN76@
GMAIL.COM

**LES PERSONNES ATTEINTES
DE PERTE AUDITIVE LÉGÈRE,
MODÉRÉE OU SÉVÈRE
PRÉSENTENT UN RISQUE ACCRU
DE DÉVELOPPER UNE DÉMENCE
PAR RAPPORT À UNE POPULATION
NORMO-ENTENDANTE.**

IMPACT DE L'APPAREILLAGE AUDITIF SUR LES FONCTIONS COGNITIVES

Ce mémoire explore l'impact de l'appareillage auditif sur le maintien des performances cognitives chez les personnes âgées présentant une presbycusie. En s'appuyant sur une évaluation comparative des scores au MoCA avant et après appareillage, il examine le rôle potentiel de la réhabilitation auditive dans la prévention du déclin cognitif.

Les résultats mettent en évidence une tendance à l'amélioration, après 6 mois de primo appareillage. Ce travail soutient l'hypothèse d'un lien entre stimulation auditive et ralentissement du déclin cognitif, et encourage un appareillage précoce chez les sujets âgés.

INTRODUCTION

En l'espace d'un siècle, l'espérance de vie en France a augmenté de plus de 30 ans, modifiant fortement la répartition par âge. D'ici 2070, la population pourrait atteindre 76,4 millions d'individus, avec une forte proportion de personnes âgées de 65 ans et plus, en particulier les plus de 75 ans (Population par âge – Tableaux de l'économie française, Insee.).

Ce vieillissement démographique soulève des enjeux majeurs, notamment en matière de prévention du déclin cognitif et de la démence, qui altèrent la mémoire et les fonctions exécutives. Environ un patient sur deux présentant un déclin cognitif léger développe une démence dans les trois ans (Démence-Troubles neurologiques, s. d.). Le rapport Alzheimer 2015 prédit que la prévalence de la démence doublera tous les 20 ans pour atteindre plus de 131 millions de personnes en 2050 (Prince et al., 2015).

Parmi les facteurs de risque modifiables identifiés, la perte auditive joue un rôle de premier plan. La commission Lancet (2020) estime que 40 % des cas de démence pourraient être évités ou retardés, notamment via la prise en charge de cette déficience sensorielle. (Livingston et al., 2020) Celle-ci représente la troisième cause mondiale d'années vécues avec un handicap chez les personnes âgées (GBD, 2020) et sa prévalence double à chaque décennie après 50 ans, touchant près de deux tiers des plus de 70 ans (Lin, Niparko, 2011).

Des études longitudinales ont établi que les personnes atteintes de perte auditive légère, modérée ou sévère présentent un risque accru – respectivement multiplié par 2, 3 et 5 – de développer une démence par rapport à une population normo-entendante (Lin et al., 2011). Selon la commission Lancet, entre 8 et 9 % des cas de démence pourraient être évités par la réhabilitation auditive. (Livingston et al., 2017, 2020)

Plusieurs hypothèses tentent d'expliquer ce lien entre perte auditive et déclin cognitif (Lin & Albert, 2014 ; Slade et al., 2020) :

- Cause commune, impliquant des mécanismes neurodégénératifs partagés ;
- Privation sensorielle, liée à la diminution des stimulations auditives et sociales ;
- Charge cognitive, où la compréhension dégradée mobilise excessivement les ressources attentionnelles.

La plupart des études utilisent des tests cognitifs à support verbal, susceptibles de biaiser les résultats chez les personnes malentendantes, par mauvaise compréhension des consignes. Ce biais pourrait expliquer certains faux positifs (Dupuis et al., 2015 ; Gaeta et al., 2019 ; Jorgensen et al., 2016 ; Lim&Loo, 2018 ; MacDonald et al., 2012 ; Parker et al., 2020)

Par ailleurs, les effets de la réhabilitation auditive sur la cognition sont encore débattus :

- Certaines études n'observent pas d'effet significatif des aides auditives sur les fonctions cognitives (Dawes et al., 2015 ; Nguyen et al., 2017).
- D'autres, plus récentes, suggèrent une amélioration cognitive, notamment chez les personnes à risque, avec une réduction du risque de déclin de 19 % (Yeo et al., 2023 ; Lin et al., 2023).

Reste à déterminer si l'effet des aides auditives est véritablement cognitif, ou s'il s'agit d'une meilleure performance aux tests grâce à une compréhension facilitée des consignes.

OBJECTIF DU MÉMOIRE

Étudier l'évolution des scores au MoCA (Montreal Cognitive Assessment), en modalité non verbale, chez des patients âgés atteints de presbycusie, avant et après six mois de primo- appareillage auditif.

Hypothèse principale : aucune différence significative des scores MoCA n'est attendue lorsque les modalités verbales du test sont supprimées.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

POPULATION

L'étude a inclus des participants de 60 ans ou plus, atteints de presbycusie bilatérale symétrique (PAM > 30 dB HL selon BIAP), jamais appareillés auparavant, même pour un essai. Les critères d'exclusion comprenaient : acouphènes sévères, troubles visuels handicapants, diagnostic de démence, ou méconnaissance du français écrit et oral. En cas de retrait d'appareillage après l'essai d'un mois ou d'absence à la seconde passation du test cognitif, les participants étaient également exclus. Sur 45 patients recrutés, 36 ont complété l'étude.

MATÉRIEL

MATÉRIEL DE MESURE

Les tests auditifs ont été réalisés en cabine audiométrique aux normes, avec équipement Unity 3 de Siemens (casque, haut-parleurs, ossivibrateur). Les tests incluaient l'audiométrie tonale et vocale (sons purs pulsés, listes de Fournier) au casque et en champ libre.

L'évaluation cognitive reposait sur le MoCA (Montreal Cognitive Assessment) en version non verbale adaptée aux malentendants, inspirée de la version anglaise validée (Nasreddine & Patel, 2016 ; Völter et al., 2022).

Les consignes ont été présentées sur cartes à lire à voix haute. Pour les sous-épreuves orales non transposables, des items alternatifs validés ont été utilisés. Les versions françaises 8.1 et 8.2 ont été utilisées pour limiter l'effet d'apprentissage.

STATISTIQUES

Pour l'analyse statistique le logiciel JASP et EXCEL ont été utilisés.

MÉTHODE

Avant toute passation concrète, nous avons eu l'occasion de nous entraîner à faire passer le MoCA afin d'acquérir de l'expérience et éviter de fausser les résultats par des maladresses. L'ensemble des tests auditifs ainsi que la passation MoCA se sont déroulés dans une cabine insonorisée répondant aux conditions acoustiques prévues par l'article L. 4361-6 du Code de la santé publique, sur mon lieu d'alternance de troisième année.

PREMIÈRE VISITE (J-1)

La première action était de vérifier l'intégrité du conduit auditif externe à l'otoscope, à la suite de quoi, si aucune anomalie n'était détectée, une audiométrie tonale et vocale au casque et en champ libre ont été réalisées. Si le patient correspondait au profil auditif recherché, nous lui parlions de l'éventualité de participer à cette étude et en quoi elle consistait. Le patient nous donnait ou non son accord pour la deuxième visite. A ce stade, 45 patients ont été recrutés, tous remplissant les critères d'inclusion.

DEUXIÈME VISITE (J0)

Nous faisons passer le MoCA en version non orale (version 8.1) avant le rendez-vous d'adaptation des aides auditives afin que la fatigabilité du patient ne biaise pas les résultats, la livraison des appareils étant un rendez-vous long et chargé de nouvelles informations. La passation consiste pour le patient à lire les instructions sur les cartes à voix haute et à exécuter ce qui lui est demandé. Nous nous assurons de la capacité de lecture et de compréhension du patient avec une première carte expliquant le déroulement du test, qu'il doit également lire à voix haute mais ne rentrant pas en compte dans la notation du test. Le nombre d'années d'étude du patient est relevé pendant cette deuxième visite. Une fois terminé, le rendez-vous d'adaptation des aides auditives se fait en suivant. Le patient dispose alors du mois d'essai pour décider ou non de garder son appareillage. 2 patients ne sont pas allés au-delà du mois d'essai et ont été exclus des données.

TROISIÈME VISITE (J180)

C'est au bout de 6 mois d'appareillage (période la plus longue me permettant de recueillir des données et de réaliser ce mémoire) que nous faisons passer le MoCA une seconde fois au patient. Afin d'éviter un effet d'apprentissage, nous avons réalisé la version 8.2 du MoCA retranscrite sur des cartes, la modalité de présentation et la passation ne change pas, ce sont juste certains éléments substitués par d'autres mais qui ont la même validité (Annexe 5).

Puis, nous évaluons le gain prothétique tonal et vocal en champ libre à l'aide d'un haut-parleur situé à 1 mètre face au patient. Le gain prothétique tonal est réalisé avec des sons purs pulsés et le gain prothétique vocal l'est avec les listes dissyllabiques de Fournier. Pour les analyses statistiques, le gain prothétique tonal est utilisé en moyennant la différence avec et sans appareils auditifs sur les fréquences 500, 1000, 2000 et 4000 Hz. La perte auditive utilisée pour les analyses statistiques est la perte auditive moyenne (BIAP) de la meilleure des deux oreilles. Le data-logging est relevé sur le logiciel fabricant afin d'éviter un biais de désirabilité. 7 patients ne se sont jamais présentés à ce rendez-vous.

ANALYSES STATISTIQUES

Les analyses ont été conduites sous JASP (v0.18.3) et Excel.

- La normalité des données a été vérifiée par le test de Shapiro-Wilk.
- Selon la distribution, des tests paramétriques (Student) ou non paramétriques (Wilcoxon) pour échantillons appariés ont été utilisés.
- Des régressions linéaires multiples (méthode backward) ont analysé les facteurs influençant la variation des scores MoCA. Les hypothèses de régression ont été vérifiées par l'analyse des résidus (QQ plots, homoscédasticité, Durbin-Watson, VIF).

RÉSULTATS

DESCRIPTION DE LA POPULATION

Ci-dessous, un tableau (Tableau 1) récapitulatif des données de la population testée, composée de 36 participants, 19 femmes et 17 hommes.

	MoCA 1	MoC A 2	MoCA 2 - MoCA 1	PAM (en dB (HL))	Data logging (en heures)	Années d'étude	Age	Gain prothétique tonal (en dB)
Moyenne (n=36)	24	25,6	1,6	40,7	8,2	18	74,6	11,3
IC -	22,9	24,8	0,6	38,4	7	17	72,4	10
IC +	25,1	26,5	2,7	43,1	9,4	19	76,8	12,6

Tableau 1. Tableau descriptif des données moyennes de la population.

Analyse des scores MoCA à J0(1) et J180(2)

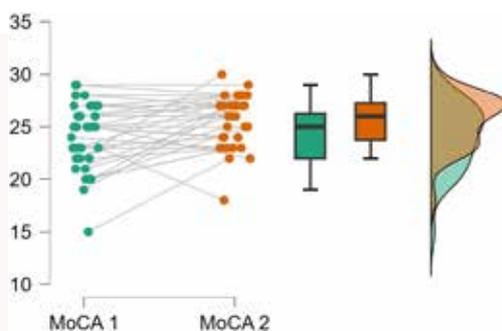
POPULATION GÉNÉRALE

La première analyse consiste à savoir s'il y a une différence significative entre les résultats MoCA 1 et les résultats MoCA 2 pour l'ensemble de la population.

Pour cela, il s'agit de réaliser un test pour échantillons appariés. Les différences par paires ne sont pas normalement distribuées comme le montre le test de Shapiro-Wilk ($W=0,916$; $p=0,010$), le test non-paramétrique de Wilcoxon a donc été choisi pour effectuer l'analyse statistique, avec comme hypothèse alternative MoCA 2 > MoCA 1. Le score MoCA après 6 mois d'appareillage a augmenté de manière significative : $z = -2,727$, $p=0,003$.

La figure 1 nous permet de constater cette augmentation.

Figure 1. Comparaison des scores MoCA avant appareillage (vert) et après 6 mois d'appareillage auditif (orange).



L'analyse montre une tendance générale à l'augmentation des scores MoCA après appareillage, ainsi qu'à une moindre dispersion des données qui sont plus concentrées autour du score normal (Score MoCA ≥ 26).

ANALYSE PAR GROUPE DE PERFORMANCE COGNITIVE

Afin de comprendre comment cette augmentation significative affecte notre population, nous avons refait le même test en séparant notre population en deux. Un premier groupe (n=12) constitué des participants ayant un score égal ou supérieur à 26 (score normal), et un deuxième groupe (n=22) constitué des participants ayant un score inférieur à 26 (score subnormal) (Tableau 2).

	MoCA 1	MoCA 2	MoCA 2 - MoCA 1
Moyenne Groupe MoCA normal (n=12)	27,25 ($\pm 1,06$)	27,25 ($\pm 0,87$)	0,08 ($\pm 0,79$)
Moyenne Groupe MoCA subnormal (n=22)	22,09 ($\pm 2,49$)	24,60 ($\pm 2,68$)	2,50 ($\pm 3,69$)

Tableau 2. Tableau récapitulatif des scores moyens MoCA du groupe MoCA normal et MoCA subnormal.

Les différences par paires pour le groupe « MoCA normal » ne sont pas normalement distribuées comme le montre le test de Shapiro-Wilk ($W=0,828$, $p=0,020$). Le test non-paramétrique de Wilcoxon pour données appariées a donc été choisi, avec comme hypothèse alternative MoCA 2 groupe « MoCA normal » > MoCA 1 groupe « MoCA normal ». Le score MoCA du groupe « MoCA normal », après 6 mois d'appareillage n'a pas augmenté de manière significative : $z = 0$, $p = 0,546$.

Pour le groupe « MoCA subnormal », les données sont distribuées normalement ($W=0,954$, $p=0,383$), le test T de Student pour données appariées a donc été choisi, avec la même hypothèse que précédemment. Le score MoCA du groupe « MoCA subnormal », après 6 mois d'appareillage a augmenté de manière significative : $t = -3,180$, $p = 0,002$.

Il y a donc une amélioration significative des scores MoCA après 6 mois d'appareillage pour les participants ayant des performances cognitives subnormales, mais pas pour ceux ayant un score supérieur ou égal à la normale.

Analyse par régression linéaire multiple de la différence des scores MoCA 2 - MoCA 1

Une régression linéaire multiple a été réalisée pour expliquer la variance de la différence des scores MoCA 2 et MoCA 1. Les variables indépendantes incluaient : la perte auditive moyenne de la meilleure oreille, le data logging, les années d'études, l'âge et le gain prothétique. La régression linéaire multiple utilisant la méthode backward montre que le data logging peut expliquer de manière significative 40,3% de la variance de la différence des scores MoCA 2 et MoCA 1, $F(1,34) = 24,595$, $p < 0,001$, $R^2 = 0,403$. Un seul coefficient significatif a ainsi été trouvé, le data logging.

Afin de comprendre la force et la direction de la relation linéaire entre le data logging et la différence des scores MoCA, sans les autres variables, une corrélation de Pearson a été effectuée avec comme variables le data logging et la différence de score MoCA avant/après intervention. La normalité des résidus a été confirmée à l'aide d'un test de Shapiro-Wilk, $p=0,215$. Le coefficient de corrélation $r = 0,648$ indique une corrélation positive modérément forte (le maximum étant 1) entre ces deux variables, indiquant que lorsque le data logging augmente, la différence entre MoCA 2 et MoCA 1 augmente, comme le montre la **figure 1**, ci-contre.

Analyse de régression linéaire multiple sur les sous tests MoCA

Une régression linéaire multiple avec la méthode backward a été menée afin de prédire la différence entre les scores MoCA 2 et MoCA 1 avec comme variables indépendantes les différences de scores avant et après appareillage des différents sous-tests composant le MoCA : capacités visuo-exécutives, dénomination, attention (divisée en trois sous-épreuves), langage (divisé en deux sous-épreuves), abstraction, rappel et orientation. Le modèle final significatif, $p<0,001$, $F(10,25) = 373,629$, $R^2 = 0,991$, a révélé que les différences de scores aux tests de rappel, $\beta = 0,473$, d'attention, $\beta = 0,338$, et de capacités visuo-exécutives, $\beta = 0,306$ étaient les principaux prédicateurs de la différence des scores MoCA 2/MoCA 1. Ainsi, lorsque le patient a un meilleur score MoCA après 6 mois d'appareillage, l'amélioration des scores dans les capacités visuoexécutives, d'attention et de mémoire contribue de manière plus importante à l'amélioration du score global. Ces fonctions cognitives semblent les plus impactées positivement par la réhabilitation auditive, surtout pour ce qui est de la mémoire.

Analyse de régression linéaire multiple pour les scores MoCA 1

POPULATION GÉNÉRALE

Afin de déterminer quelles variables indépendantes pouvaient expliquer les scores obtenus avant appareillage auditif, une régression linéaire multiple utilisant la méthode backward a été réalisée avec comme variables indépendantes la perte auditive moyenne de la meilleure oreille, les années d'étude et l'âge des participants. L'analyse montre que ces trois variables, peuvent expliquer de manière significative ($p<0,001$) 68,2% de la variance des scores MoCA 1, $F(3,32) = 25,997$, $R^2 = 0,682$

ANALYSES DE SOUS-GROUPES BASÉES SUR LA PERTE AUDITIVE

La population générale a été divisée en deux sous-groupes : un groupe constitué de participants ayant une perte auditive légère (20 à 39 dBHL) et un deuxième groupe constitué de participants ayant une perte auditive moyenne (40 à 69 dBHL). Ainsi, il s'agissait de voir si la perte auditive moyenne prédisait de la même façon les scores MoCA 1 lorsque le participant avait un degré de perte auditive plus léger (**Tableau 3**).

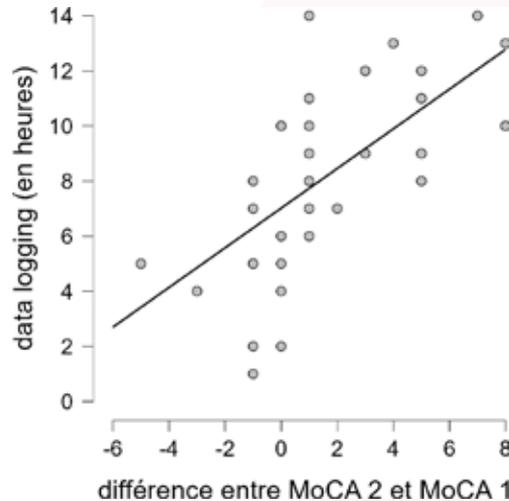


Figure 1. Graphique de dispersion illustrant la relation entre le temps de data logging (en heures) et la différence des scores entre MoCA 2 et MoCA 1 pour les participants de l'étude (n = 36).

	MoCA 1	PAM
Moyenne Groupe 1 Pertes légères (n=12)	25,38 (± 2,95)	35 (±2,88)
Moyenne Groupe 2 Pertes moyennes (n=22)	22,61 (± 2,83)	46,46 (± 4,80)

Tableau 3. Tableau récapitulatif des données du groupe 1 et 2.

Le même type d'analyse de régression linéaire multiple que précédemment a été effectué pour les deux échantillons. Pour le groupe 1, l'analyse a montré que les années d'étude ($\beta = 0,479$) et l'âge ($\beta = -0,599$) pouvaient expliquer de manière significative 57% de la variance des scores MoCA 1, $p<0,001$ $F(2,15) = 12,246$, $R^2 = 0,570$. Pour le groupe 2, l'analyse a montré que c'est la perte auditive ($\beta = -0,849$) et l'âge ($\beta = -0,213$) qui pouvaient expliquer de manière significative 78,7% de la variance des scores MoCA 1, $p<0,001$ $F(2,15) = 32,370$, $R^2 = 0,787$. Cela nous montre que plus la perte auditive est importante, plus cela a un impact négatif sur les scores MoCA avant appareillage auditif.

DISCUSSION

Tout d'abord, les résultats nous ont montré une amélioration significative des scores MoCA non verbaux après 6 mois d'appareillage auditif, et ce, chez les participants présentant de prime abord un score inférieur à la normale. Les participants présentant un déclin cognitif léger ont donc amélioré de manière significative leurs fonctions cognitives. Cela semble être cohérent avec les conclusions de l'étude de Yeo et al. datant de 2023 : une association entre l'utilisation d'appareils auditifs et un risque réduit de déclin cognitif et de démence, les aides auditives permettraient ainsi de réduire de 19% le risque de déclin cognitif à long terme (Yeo et al., 2023). L'étude de Lin

et al. datant de la même année indique que la réhabilitation auditive pourrait réduire le déclin cognitif chez les patients présentant des facteurs de risque important du déclin cognitif (Lin et al., 2023), comme le confirme l'analyse par groupe de performances cognitives.

Cependant, une étude ne montre pas de différences significatives de performances cognitives entre le groupe porteur d'aides auditives et ceux n'en portant pas (Dawes et al., 2015), ils spécifient que 73% de leurs participants portaient leurs aides auditives tous les jours, mais ne mentionnent pas si le data logging a été relevé sur le logiciel fabricant ou s'ils se sont basés sur ce que les patients déclaraient (biais de désirabilité).

En effet, les résultats suggèrent que le temps de port des appareils auditifs est en lien avec l'amélioration cognitive des patients : plus le patient utilise ses aides auditives plus il semblerait qu'il puisse tirer des bénéfices cognitifs de cette utilisation. Bien que le modèle n'explique que 40% de la variance de l'amélioration des scores MoCA après 6 mois d'appareillage, le suivi rigoureux des patients concernant leur temps de port semble être une des clés de la bonne santé cognitive de nos patients.

Il semblerait que l'amélioration cognitive bénéficiant aux porteurs d'aides auditives impacte positivement leurs capacités mémorielles et attentionnelles. Une des explications pourrait être que les ressources cognitives allouées au décodage de la parole soient alors disponibles pour d'autres tâches coûteuses d'un point de vue cognitif. En effet, c'est sur les tâches de rappel (qui consiste à rappeler cinq mots lus au tout début de la passation du test à la toute fin, après avoir passé les autres épreuves) et sur le sous-test de soustraction (calcul mental) des tests attentionnels que les différences de score avant et après appareillage sont les plus probantes.

Finalement, les résultats montrent également que l'impact de la perte auditive sur les scores MoCA avant appareillage semblerait dépendre de l'importance de la perte auditive. Plus la perte auditive est sévère, plus elle semblerait avoir un impact négatif sur les scores cognitifs, rejoignant d'autres études indiquant que la sévérité de la perte auditive est un facteur de risque majeur pour le déclin cognitif (Lin et al., 2014; Lin, Metter, et al., 2011; Lin & Albert, 2014; Livingston et al., 2017). Cependant, l'âge et le niveau d'éducation jouent également un rôle dans la variance des scores MoCA avant appareillage, et ce, d'autant plus si le patient présente une perte auditive légère. Ainsi, les individus ayant un niveau d'éducation élevé présenteraient une « réserve cognitive » plus importante et ainsi, tendent à mieux résister aux effets du vieillissement et des maladies neurodégénératives sur la cognition (Stern, 2012). Il est également avéré que l'âge est un facteur de risque majeur pour le déclin cognitif (Harada et al., 2013).

et al., 2014; Lin, Metter, et al., 2011; Lin & Albert, 2014; Livingston et al., 2017). Cependant, l'âge et le niveau d'éducation jouent également un rôle dans la variance des scores MoCA avant appareillage, et ce, d'autant plus si le patient présente une perte auditive légère. Ainsi, les individus ayant un niveau d'éducation élevé présenteraient une « réserve cognitive » plus importante et ainsi, tendent à mieux résister aux effets du vieillissement et des maladies neurodégénératives sur la cognition (Stern, 2012). Il est également avéré que l'âge est un facteur de risque majeur pour le déclin cognitif (Harada et al., 2013).

LIMITES

Bien que traitée avec rigueur, cette étude présente plusieurs limites qu'il est nécessaire de mentionner. La population étudiée présente un biais de sélection important, puisque la moyenne d'années d'étude des participants est bien supérieure à la moyenne nationale pour la même tranche d'âge (Niveau d'éducation de la population - France, portrait social | Insee, s. d.). Notre population présente donc potentiellement une réserve cognitive supérieure à la population générale, ce biais de sélection pourrait avoir une influence sur les résultats, notamment en améliorant les scores de base du MoCA. Cette surreprésentation pourrait limiter la généralisation des résultats aux populations moins éduquées.

La seconde limite à prendre en compte est la taille relativement petite de l'échantillon d'étude ($n = 36$). Bien que les résultats obtenus soient statistiquement significatifs et cohérents avec certaines études antérieures, la faible taille de l'échantillon peut limiter la généralisation des résultats à une population plus large. Un échantillon plus important aurait permis d'augmenter la puissance statistique et de détecter des effets plus subtils qui pourraient ne pas avoir été visibles dans cette étude, notamment en permettant l'ajout de plus de variables indépendantes dans les analyses de régression linéaire multiple (hypertension, troubles cardiaques, AVC...). D'autre part, à cause de contraintes d'emploi du temps des patients, certaines passations du MoCA ne se sont pas faites exactement 6 mois après la première passation, bien que le « retard » maximum constaté fût d'une semaine. De plus, il n'était pas toujours évident de poser le rendez-vous de passation du MoCA 2 à la même heure que le MoCA 1, ce qui a pu entraîner un biais de fatigue chez les patients passant les tests MoCA 2 en fin de journée, alors que les tests MoCA 1 avaient été réalisés à une heure matinale (et inversement).

Finalement, bien que différentes versions du MoCA aient été utilisées pour minimiser l'effet d'apprentissage, il reste possible que les participants se soient familiarisés avec le test, ce qui pourrait expliquer une partie de l'amélioration des scores MoCA 2. Cet effet d'apprentissage peut biaiser les résultats en suggérant une cognition qui n'est pas essentiellement liée à l'intervention auditive.

CONCLUSION

L'objectif principal de ce mémoire était d'examiner l'impact de la réhabilitation auditive sur les performances cognitives chez les personnes âgées présentant une perte auditive, en utilisant le score MoCA en modalité non verbale comme principal indicateur. L'hypothèse de départ, qui était qu'il n'y aurait pas de différences significatives avant et après appareillage une fois les modalités verbales du test éliminées, ne s'est pas vérifiée. Les résultats indiquent que l'utilisation régulière des appareils auditifs, mesurée par le data logging, est associée à une différence significative des scores cognitifs, en particulier dans les domaines de la mémoire, de l'attention et des capacités visuo-exécutives.

LES RÉSULTATS INDIQUENT QUE L'UTILISATION RÉGULIÈRE DES APPAREILS AUDITIFS, MESURÉE PAR LE DATA LOGGING, EST ASSOCIÉE À UNE DIFFÉRENCE SIGNIFICATIVE DES SCORES COGNITIFS, EN PARTICULIER DANS LES DOMAINES DE LA MÉMOIRE, DE L'ATTENTION ET DES CAPACITÉS VISUO-EXÉCUTIVES.

Cette étude confirme l'hypothèse selon laquelle la réhabilitation auditive peut contribuer à atténuer le déclin cognitif, surtout chez les individus dont le score MoCA initial était inférieur à la normale. Le lien observé entre le data logging et l'amélioration cognitive souligne l'importance de l'adhésion au port des appareils auditifs pour maximiser les bénéfices cognitifs. En outre, la stratification des participants selon le degré de perte auditive a révélé que les scores MoCA avant appareillage sont modérés par la sévérité de la perte auditive, mais aussi par le niveau d'éducation et l'âge.

Ces facteurs interagissent entre eux (ainsi qu'avec beaucoup d'autres facteurs de risque qui n'ont pas pu être étudiés ici) et peuvent nous donner une idée de la réserve cognitive disponible, ce qui renforce la nécessité d'adapter les interventions audioprothétiques aux besoins spécifiques de chaque patient.

Cependant, plusieurs limites, telles que la taille réduite de l'échantillon, le biais d'éducation élevé

et l'absence de contrôle de groupe, doivent être prises en compte lors de l'interprétation des résultats. Ces limites suggèrent que les conclusions de cette étude, bien que prometteuses, doivent être validées par des recherches futures avec des échantillons plus larges et une analyse plus détaillée de l'interaction des facteurs de risque du déclin cognitif.

Ce travail apporte une contribution à la compréhension du lien entre perte auditive et déclin cognitif et met en lumière le rôle crucial des appareils auditifs dans la préservation des fonctions cognitives chez les personnes âgées. Des recherches futures pourraient explorer plus en profondeur les mécanismes sous-jacents à cette relation et développer des stratégies de réhabilitation auditive encore plus efficaces pour lutter contre le déclin cognitif. ■

BIBLIOGRAPHIE

Dawes, P., Cruickshanks, K. J., Fischer, M. E., Klein, B. E. K., Klein, R., & Nondahl, D. M. (2015). Hearing aid use and long-term health outcomes : Hearing handicap, mental health, social engagement, cognitive function, physical health and mortality. *International journal of audiology*, 54(11), 838-844.

Démence—Troubles neurologiques. (s. d.). Édition professionnelle du Manuel MSD. Consulté 20 mai 2024, à l'adresse <https://www.msdmanuals.com/fr/professionnel/troublesneurologiques/syndrome-confusionnel-et-démence/démence>

Dupuis, K., Pichora-Fuller, M. K., Chasteen, A. L., Marchuk, V., Singh, G., & Smith, S. L. (2015). Effects of hearing and vision impairments on the Montreal Cognitive Assessment. *Neuropsychology, Development, and Cognition. Section B, Aging, Neuropsychology and Cognition*, 22(4), 413-437.

Gaeta, L., Azzarello, J., Baldwin, J., Ciro, C. A., Hudson, M. A., Johnson, C. E., & John, A. B. (2019). Effect of Reduced Audibility on Mini-Mental State Examination Scores. *Journal of the American Academy of Audiology*, 30(10), 845-855.

GBD 2019 Diseases and Injuries Collaborators. (2020). Global burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and territories, 1990-2019 : A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet* (London, England), 396(10258), 1204-1222.

Harada, C. N., Natelson Love, M. C., & Triebel, K. L. (2013). Normal cognitive aging. *Clinics in Geriatric Medicine*, 29(4), 737-752.

Jorgensen, L. E., Palmer, C. V., Pratt, S., Erickson, K. I., & Moncrieff, D. (2016). The Effect of Decreased Audibility on MMSE Performance : A Measure Commonly Used for Diagnosing Dementia. *Journal of the American Academy of Audiology*, 27(4), 311-323.

Lim, M. Y. L., & Loo, J. H. Y. (2018). Screening an elderly hearing impaired population for mild cognitive impairment using Mini-Mental State Examination (MMSE) and Montreal Cognitive Assessment (MoCA). *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 33(7), 972-979.

Lin, F. R., & Albert, M. (2014). Hearing Loss and Dementia – Who's Listening? *Aging & mental health*, 18(6), 671-673.

Lin, F. R., Ferrucci, L., An, Y., Goh, J. O., Doshi, J., Metter, E. J., Davatzikos, C., Kraut, M. A., & Resnick, S. M. (2014). Association of Hearing Impairment with Brain Volume Changes in Older Adults. *NeuroImage*, 90, 84-92.

Lin, F. R., Metter, E. J., O'Brien, R. J., Resnick, S. M., Zonderman, A. B., & Ferrucci, L. (2011). Hearing Loss and Incident Dementia. *Archives of Neurology*, 68(2), 214-220.

Lin, F. R., Niparko, J. K., & Ferrucci, L. (2011). Hearing Loss Prevalence in the United States. *Archives of internal medicine*, 171(20), 1851-1852.

Lin, F. R., Pike, J. R., Albert, M. S., Arnold, M., Burgard, S., Chisolm, T., Couper, D., Deal, J. A., Goman, A. M., Glynn, N. W., Gmelin, T., Gravens-Mueller, L., Hayden, K. M.,

Huang, A. R., Knopman, D., Mitchell, C. M., Mosley, T., Pankow, J. S., Reed, N. S., ... Coresh, J. (2023). Hearing intervention versus health education control to reduce cognitive decline in older adults with hearing loss in the USA (ACHIEVE) : A multicentre, randomised controlled trial. *The Lancet*, 402(10404), 786-797.

Livingston, G., Huntley, J., Sommerlad, A., Ames, D., Ballard, C., Banerjee, S., Brayne, C., Burns, A., Cohen-Mansfield, J., Cooper, C., Costafreda, S. G., Dias, A., Fox, N., Gitlin, L. N., Howard, R., Kales, H. C., Kivimäki, M., Larson, E. B., Ogunniyi, A., ... Mukadam, N. (2020). Dementia prevention, intervention, and care : 2020 report of the Lancet Commission. *Lancet* (London, England), 396(10248), 413-446.

Livingston, G., Sommerlad, A., Orgeta, V., Costafreda, S. G., Huntley, J., Ames, D., Ballard, C., Banerjee, S., Burns, A., Cohen-Mansfield, J., Cooper, C., Fox, N., Gitlin, L. N., Howard, R., Kales, H. C., Larson, E. B., Ritchie, K., Rockwood, K., Sampson, E. L., ... Mukadam, N. (2017). Dementia prevention, intervention, and care. *The Lancet*, 390(10113), 2673-2734.

MacDonald, A. A., Joyson, A., Lee, R., Seymour, D. G., & Soiza, R. L. (2012). The effect of hearing augmentation on cognitive assessment scales at admission to hospital. *The American Journal of Geriatric Psychiatry: Official Journal of the American Association for Geriatric Psychiatry*, 20(4), 355-361.

Nasreddine, Z. S., & Patel, B. B. (2016). Validation of Montreal Cognitive Assessment, MoCA, Alternate

French Versions. *The Canadian Journal of Neurological Sciences. Le Journal Canadien Des Sciences Neurologiques*, 43(5), 665-671.

Nguyen, M.-F., Bonnefoy, M., Adrait, A., Gueugnon, M., Petitot, C., Collet, L., Roux, A., Perrot, X., & ADPHA study group. (2017). Efficacy of Hearing Aids on the Cognitive Status of Patients with Alzheimer's Disease and Hearing Loss : A Multicenter Controlled Randomized Trial. *Journal of Alzheimer's Disease: JAD*, 58(1), 123-137.

Niveau d'éducation de la population - France, portrait social | Insee. (s. d.). Consulté 16 août 2024, à l'adresse <https://www.insee.fr/fr/statistiques/4797586?sommaire=4928952#consulteur>

Parker, T., Cash, D. M., Lane, C., Lu, K., Malone, I. B., Nicholas, J. M., James, S., Keshavan, A., Murray-Smith, H., Wong, A., Buchannan, S., Keuss, S., Sudre, C. H., Thomas, D., Crutch, S., Bamiou, D.-E., Warren, J. D., Fox, N. C., Richards, M., & Schott, J. M. (2020). Pure tone audiometry and cerebral pathology in healthy older adults. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 91(2), 172-176.

Population par âge - Tableaux de l'économie française | Insee. (s. d.). Consulté 19 mai 2024, à l'adresse <https://www.insee.fr/fr/statistiques/4277619?sommaire=4318291>

Prince, M., Wimo, A., Guerchet, M., Ali, G.-C., Wu, Y.-T., & Prina, M. (s. d.). *World Alzheimer Report 2015. The Global Impact of Dementia : An analysis of prevalence, incidence, cost and trends.*

Slade, K., Plack, C. J., & Nuttall, H. E. (2020). The Effects of Age-Related Hearing Loss on the Brain and Cognitive Function. *Trends in Neurosciences*, 43(10), 810-821.

Stern, Y. (2012). Cognitive reserve in ageing and Alzheimer's disease. *The Lancet. Neurology*, 11(11), 1006-1012.

Völter, C., Fricke, H., Götze, L., Labrenz, F., Tokic, M., Wirth, R., Nasreddine, Z. S., & Dawes, P. (2022). Evaluation of the non-auditory neurocognitive test MoCA-HI for hearing-impaired. *Frontiers in Neurology*, 13, 1022292.

Yeo, B. S. Y., Song, H. J. J. M. D., Toh, E. M. S., Ng, L. S., Ho, C. S. H., Ho, R., Merchant, R. A., Tan, B. K. J., & Loh, W. S. (2023). Association of Hearing Aids and Cochlear Implants With Cognitive Decline and Dementia. *JAMA Neurology*, 80(2), 134-141.

REJOIGNEZ LA 1^{ÈRE} COOPÉRATIVE FRANÇAISE D'AUDIOPROTHÉSISTES INDÉPENDANTS



EN SAVOIR PLUS



FAIT
POUR
S'ENT-
ENDRE

Rejoindre Entendre, c'est :

- Adhérer à la 1^{ère} coopérative française d'audioprothésistes indépendants et la seule enseigne qui appartient à ses adhérents ;
- S'engager aux côtés d'un réseau fort de plus de 320 centres répartis sur toute la France ;
- Défendre et valoriser le statut d'indépendant tout en bénéficiant de la puissance de l'enseigne ;
- Bénéficier d'aides financières au développement* : 100% des cotisations offertes aux nouvelles créations de centre les deux premières années, aides au développement pour votre communication, votre façade, votre installation, etc.
- Préserver sa marge grâce à la force de la Centrale d'Achats Entendre ;
- Disposer d'une charte forte et identifiable ;
- Profiter de multiples opportunités de carrière pour les salarié(e)s, technicien(ne)s, assistant(e)s, etc.
- Profiter d'offres de formations certifiantes notamment des formations DPC.

OFFRE
EXCLUSIVE
2 ANS
DE COTISATIONS
OFFERTES*

CONTACTEZ-NOUS !

Retrouvez-nous sur [LinkedIn](#)

10 bis, Parc Ariane - Bâtiment Galaxie
78284 GUYANCOURT

01 30 07 17 87 - recrutement@entendre.fr

entendre

CAMILLE
HENRON



AUDIOPROTHÉSISTE
D.E.

CAMILLE.HRN.62@
GMAIL.COM

ÉTUDE DES PERFORMANCES DES AIDES AUDITIVES HANSATON FOKUS DANS LE CADRE DE L'ÉLABORATION D'UN PROTOCOLE SIMPLIFIÉ D'AIDES AUDITIVES

La réforme 100 % santé a bouleversé le paysage audioprothétique français, avec la mise en place de deux classes d'aides auditives, encadrées par des critères techniques et économiquement distincts. Dans ce contexte, les fabricants développent des gammes technologiquement de plus en plus abouties, sans toutefois fournir systématiquement de données objectives de performance. Ce travail propose une évaluation détaillée des performances de la gamme HANSATON FOKUS à travers une méthodologie mêlant tests subjectifs et objectifs, dans le but de proposer un protocole simplifié d'évaluation des aides auditives utilisable sur le plateau technique de l'École d'audioprothèse de Lille.

INTRODUCTION

La difficulté de compréhension dans le bruit est la plainte la plus fréquemment exprimée par les patients en audioprothèse. Cet aspect est d'ailleurs la première amélioration qu'ils recherchent dans l'appareillage auditif. L'arrêté du 14 novembre 2018 a introduit un nouveau critère d'appareillage permettant de proposer des aides auditives à tout patient présentant une "dégradation significative de l'intelligibilité dans le bruit, caractérisée par un écart du rapport signal sur bruit (RSB) supérieur à 3dB par rapport à la norme".

Cette réforme, que l'on appelle plus communément "la réforme du 100% santé", a aussi modifié l'accès aux aides auditives en France grâce à l'introduction de deux classes d'aides auditives. En contrepartie de prix plafonnés et d'un remboursement intégral, les aides de classe 1 doivent répondre à des exigences techniques précises. Les appareils de classe 2, eux, conservent une liberté tarifaire, mais se voient imposer des obligations supplémentaires en matière de performance. Dans ce contexte, les fabricants introduisent régulièrement de nouvelles technologies sans publier systématiquement de

tests comparatifs ni de protocoles standardisés permettant une évaluation reproductible. Aussi, il est souvent difficile d'obtenir de leur part des informations claires et objectives concernant le fonctionnement réel de ces technologies et sur leur véritable apport.

OBJECTIF ET INTÉRÊT DE L'ÉTUDE

L'étude vise à évaluer les performances de la gamme FOKUS proposée par Hansaton à travers un appareil auditif dit "tout-en-un" : le modèle My Choice, qui intègre les trois niveaux technologiques disponibles (FOKUS 5, 7 et 9). Plus l'indice est élevé, plus les performances sont supposées être meilleures.

L'intérêt de cette démarche est double :

1. **Comparer les performances selon le niveau technologique** de l'aide auditive, en analysant les algorithmes spécifiques à chaque gamme afin de mieux comprendre leur fonctionnement réel et d'essayer d'identifier la valeur ajoutée concrète apportée par chaque palier de performance.
2. **Élaborer un protocole de test simplifié**, reproductible et adapté aux contraintes pédagogiques, destiné à être utilisé par les étudiants de l'école d'audioprothèse de Lille dans le cadre de leur formation.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

PRÉSENTATION DES AIDES AUDITIVES FOKUS ET DU PROTOCOLE

L'analyse s'est portée sur divers algorithmes proposés par les aides auditives de la gamme FOKUS (Figure 1).

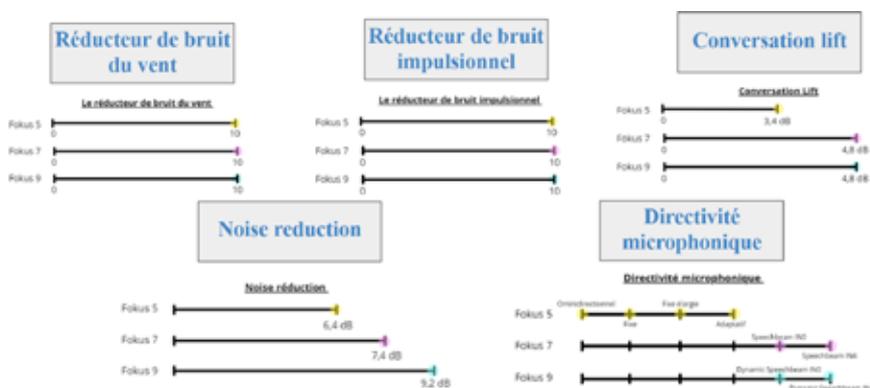
Les fiches techniques et présentations des fabricants ont permis de sélectionner les algorithmes intéressants à tester.

Notre méthodologie s'est articulée autour de deux axes :

- L'évaluation des fonctionnalités **communes** aux trois niveaux technologiques (5, 7 et 9).
- L'analyse des fonctionnalités **spécifiques** aux niveaux supérieurs, censées apporter un gain de performance.

L'ÉTUDE VISE À ÉVALUER
LES PERFORMANCES DE LA
GAMME FOKUS PROPOSÉE PAR
HANSATON À TRAVERS UN
APPAREIL AUDITIF DIT
"TOUT-EN-UN" :
LE MODÈLE MY CHOICE, QUI
INTÈGRE LES TROIS NIVEAUX
TECHNOLOGIQUES DISPONIBLES
(FOKUS 5, 7 ET 9).

Figure 1. Schéma personnel résumant les algorithmes proposés par le fabricant HANSATON pour les aides auditives FOKUS.



En effet, les algorithmes de réduction du bruit impulsionnel et du bruit du vent, dont les valeurs affichées sont supposées identiques entre les trois niveaux, ont été testés dans le but de vérifier leur pertinence et leur éventuelle variabilité.

L'essentiel de l'étude a néanmoins porté sur les algorithmes différenciants, c'est-à-dire ceux dont les performances varient en fonction du niveau technologique. À titre d'exemple, pour le réducteur de bruit stationnaire, les valeurs maximales de traitement différent pour les niveaux 5, 7 ou 9 : ces écarts devraient donc se traduire par une différence observable lors des tests.

PARTICULARITÉ DU MODÈLE "MY CHOICE"

Pour mener à bien cette évaluation, nous avons utilisé le modèle FOKUS "My Choice".

Cette aide auditive présente l'avantage unique de pouvoir être configurée, grâce à l'option "changement de performance", comme une série 5, 7 ou 9.

Bien que non destinée à la commercialisation, elle constitue un outil de test idéal permettant d'isoler la variable "différence de réglage". Grâce à sa conception, elle permet de configurer le niveau de gamme voulu selon les besoins de la situation. Le réglage est alors intégré une seule et unique fois. L'option permet de faire varier uniquement les algorithmes disponibles.

En résumé, nous avons pu choisir et changer le niveau de performance. Les réglages sont eux automatiquement transposés d'une gamme à l'autre sans modification du niveau de sortie qui a été contrôlé en chaîne de mesure.

CONCEPTION DE L'ÉTUDE

L'évaluation des aides auditives FOKUS a été conduite à travers deux types de mesures complémentaires (Figure 2) :

- **Des mesures subjectives**, impliquant un patient test,
- **Des mesures objectives**, réalisées en laboratoire grâce à la chaîne de mesure ou au KEMAR

L'objectif primordial de cette double approche est de confronter les résultats afin de vérifier la cohérence des algorithmes ainsi que pour évaluer leur influence réelle en condition d'usage.

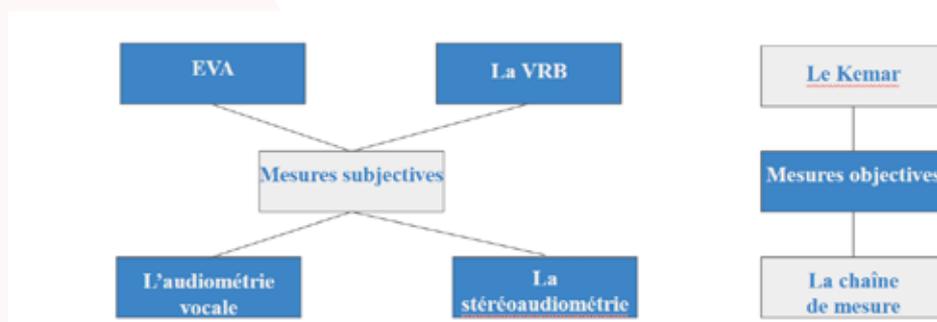
1. LES MESURES SUBJECTIVES

Les mesures subjectives ont été réalisées avec un patient volontaire du laboratoire.

Ce dernier est un habitué du fabricant Hansaton car porteur d'aides auditives depuis 10 ans de manière continue. Il présente une surdité de perception moyenne de type 1, symétrique et ne présente pas d'antécédent ORL notable.

Cette partie est très importante car permet de prendre en compte la psychoacoustique du patient.

Figure 2. Schéma personnel résumant les mesures réalisées pour l'étude.



L'ensemble des tests ont été conduits sur le plateau technique de l'école de Lille, dans un environnement maîtrisé. Les évaluations incluent :

Tests effectués	Algorithmes testés	Particularités	Paramètres évalués
VRB	Réducteur de bruit stationnaire, Directivité microphonique		Intelligibilité en présence de bruit
Stéréo-Audiométrie	Réducteur de bruit stationnaire, Directivité microphonique	3 signaux : - Bruit blanc pulsé pour étudier l'IDT et l'ILD - Narrow Bande Pulsé centré sur le 250 Hz pour l'ITD - Narrow Bande continu centré sur le 4000 Hz pour l'ILD	Capacité de localisation sonore spatiale en mettant en avant les indices binauraux de localisation (ITD et ILD)
Audiométrie Vocale	Conversation Lift	Liste de mot dissyllabique de FOURNIER - 40 dB SPL - 50 dB SPL	Intelligibilité des voix faibles
EVA	Réducteur de bruit du vent	- Ventilateur - Deux vitesses - Deux distance	Mesure du ressenti de la gêne perçue en réponse à des stimuli
EVA	Réducteur de bruit impulsionnel	- Frapper dans les mains soudainement dans un environnement calme	Mesure du ressenti de la gêne perçue en réponse à des stimuli

Tableau 1. Résumé des tests subjectifs réalisés pour l'étude.

phonème
AUDIOPROTHÉSISTE

DEVENEZ ADHÉRENT

INDÉPENDANT

Ils ont rejoint Phonème !



Maxime Pothelune

Sarthe - 3 centres - audioprothésiste DE et gérant

Une synergie unique entre indépendants ! Apporter une expérience patients innovante avec le jardin sensoriel.



Antoine Brionne

Ille-et-Vilaine - 2 centres - audioprothésiste DE et gérant

J'ai rejoint Phonème pour me lancer en tant qu'indépendant mais sans vouloir m'isoler pour autant. Pouvoir continuer à partager sur ma pratique avec d'autres audioprothésistes qui ont la même vision du métier que moi.



Océane Fouquet

Vendée - 1 centre - audioprothésiste DE et gérante

Choisir Phonème c'est conserver son indépendance sans être isolée. L'équipe apporte une écoute et la diversité des profils permet de bénéficier d'un champ de compétences large dans les domaines audiologiques, informatiques et de gestion d'entreprises.

2. LES MESURES OBJECTIVES

Les mesures objectives ont été réalisées dans un environnement acoustique contrôlé, à l'aide d'une chaîne de mesure calibrée et de la tête artificielle KEMAR. L'objectif est de caractériser, de manière reproductible, les performances des différents algorithmes intégrés aux aides auditives FOKUS.

CHAÎNE DE MESURE AURICAL® HIT

La chaîne de mesure Aurical® HIT (Natus) a été utilisée pour évaluer le réducteur de bruit stationnaire via son module "Noise Reduction". Ce dernier permet de mesurer la baisse de gain provoquée par le réducteur de bruit entre un temps initial (t1) et un temps ultérieur (t2).

Plusieurs types de signaux ont été étudiés afin d'analyser la réaction des algorithmes selon la nature du stimulus acoustique.

MESURE SUR KEMAR

La tête artificielle KEMAR a permis d'étudier plusieurs algorithmes dans des conditions simulant des situations réelles (Figure 3) :



Figure 3. Photographie du KEMAR de l'école d'audioprothèse de Lille.

- **Le réducteur de bruit stationnaire et la directivité microphonique** : évaluation dans une scène sonore générée sous MATLAB®, avec un rapport signal/bruit (RSB) de 0 dB.

- **Conversation Lift** : Test avec un signal TST diffusé à 50 dB SPL
- **Réducteur de bruit du vent** : conditions identiques à celles définies pour les mesures subjectives (ventilateur, deux vitesses, deux distances).
- **Réducteur de bruit impulsionnel** : test à l'aide d'un signal spécifique créé sous Audacity®, composé comme suit :
 - Son pur à 4000 Hz de 30 ms
 - Silence de 50 ms
 - Son pur à 4000 Hz d'1 seconde
 - Silence de 50 ms

RÉSULTATS

Les résultats sont donnés sous la forme d'un classement.

Afin de pouvoir l'établir correctement, les valeurs des paramètres testés ont été affectées au niveau de la gamme correspondante (Tableau 2).

1. RÉSULTAT DES TESTS SUBJECTIFS

Selon les résultats des tests effectués pour le réducteur de bruit stationnaire et la directivité microphonique, c'est le FOKUS 7 qui a permis au patient d'obtenir les meilleurs résultats. Suivi du FOKUS 5 et enfin le FOKUS 9 qui est le niveau qui a mis le patient le plus en difficulté.

Concernant le Conversation Lift, les niveaux 7 et 9 arrivent en 1^{ère} position et le 5 est celui qui arrive en dernière position.

Pour les réducteurs de bruit de vent et impulsionnels, les mesures n'ont pas montré de différences significatives entre les différents niveaux comme indiqué par le fabricant. (Tableau 3).

2. RÉSULTAT DES TESTS OBJECTIFS

Les résultats des tests effectués en chaîne de mesure ont montré que, comme annoncé par le fabricant, la baisse de gain est plus forte à mesure que le niveau de gamme augmente.

Niveau de gamme	FOKUS 5	FOKUS 7	FOKUS 9
Niveau de réducteur de bruit affecté	- 0 - 6.4	- 7.4	- 9.2
Mode microphonique affecté	- Omnidirectionnel - Fixe - Fixe élargi - Adaptatif	- Speechbeam 0 - Speechbeam 4	- Dynamic Speechbeam 0 - Dynamic speechbeam 4
Niveau de Conversation Lift affecté	- 3.4	- 4.8	- 4.8
Niveau de réducteur de bruit du vent affecté	- 0 à 10	- 0 à 10	- 0 à 10
Niveau de réducteur de bruit impulsionnel affecté	- 0 à 10	- 0 à 10	- 0 à 10

Tableau 2. Récapitulatif de l'affectation des algorithmes selon les niveaux de gamme.

Niveau de gamme	FOKUS 5	FOKUS 7	FOKUS 9
Réducteur de bruit stationnaire	2	1	3
Directivité microphonique	2	1	3
Conversation Lift	2	1	1
Moyenne des points attribués	7	3,5	7,5
Classement final	2	1	3

Tableau 3. Regroupement de l'ensemble des classements des tests subjectifs réalisés.

Concernant le KEMAR, les différentes mesures ont été réalisées mais lorsque l'analyse a voulu être faite, nous avons été confrontés à ses limites. Ce point sera abordé lors de la discussion.

3. CONFRONTATION - COMPARAISON DES RÉSULTATS

En résumé, les tests subjectifs ont révélé que l'appareil auditif FOKUS dans la gamme 7 a permis au patient d'obtenir les meilleurs résultats et qu'il semble être le meilleur compromis pour sa psychoacoustique, par rapport aux autres niveaux de gamme.

Nous pouvons également dire que notre patient n'a pas été sensible aux bénéfices annoncés par le fabricant, confirmés en chaîne de mesure, et même, trop de traitements de signal ont dégradé ses performances dans les différents tests réalisés.

DISCUSSIONS ET LIMITES DE L'ÉTUDE

Plusieurs limites méthodologiques méritent d'être soulignées.

En premier lieu, les mesures effectuées à l'aide du KEMAR n'ont pas pu être exploitées en raison d'un bruit de fond parasite, rendant l'interprétation des résultats impossible.

Par ailleurs, l'accès aux informations détaillées relatives au fonctionnement et aux caractéristiques techniques précises des aides auditives FOKUS auprès du fabricant s'est avéré limité, ce qui a restreint l'analyse.

Un aspect non exploré dans cette étude concerne le rôle des canaux de traitement du signal. Les algorithmes opérant canal par canal, on pourrait supposer qu'à réglage équivalent, les patients bénéficient de meilleures performances. Or, ce paramètre constitue un élément central dans l'adaptation des aides auditives et dans l'optimisation des performances auditives.

Le choix d'inclure un seul patient test constitue également une limite. Si cette décision a permis de réduire les biais liés à la variabilité interindividuelle, elle restreint toutefois la portée et la généralisabilité des résultats. De plus, la réalisation de l'ensemble des mesures en dehors du laboratoire a complexifié la logistique et rendu difficile l'inclusion de plusieurs participants.

Enfin, aucune analyse statistique n'a été appliquée, ce choix méthodologique visant à éviter des conclusions biaisées dans un contexte où la taille de l'échantillon ne permettait pas une utilisation pertinente de ces outils.

CONCLUSION

Cette étude a pour objectif de montrer qu'il est important de connaître les appareils auditifs que nous adaptons à nos patients afin de répondre de manière plus précise à leur besoin.

Chaque fabricant, chaque aide auditive possède ses propres caractéristiques. Il est essentiel qu'au-delà des fiches techniques et des aspects marketing fournis par le fabricant, chaque audioprothésiste comprenne l'impact réel des différents algorithmes proposés.

Pour s'adapter au mieux aux profils des patients, évaluer les aides auditives et mesurer leurs performances réelles constituerait un véritable atout.

L'objectif final de ce mémoire était de proposer un protocole simplifié de test d'aides auditives, destiné à l'école d'audioprothèse de Lille qu'il est possible de retrouver dans mon mémoire.

NOUVELLE PISTE DE RÉFLEXION

En effet, depuis la réalisation de ce mémoire, j'ai appris l'existence d'une tête artificielle qui, selon moi, pourrait être intégrée à la pratique courante des audioprothésistes car plus accessible que le KEMAR.

Ce dispositif permet d'écouter en temps réel la sortie des aides auditives mais également de faire de l'acquisition de données, offrant ainsi, en complément des différentes mesures du protocole, la possibilité d'encore mieux connaître et évaluer nos prothèses auditives (Figure 4).



Figure 4. Image du Klangfinder de chez Klangspektrum®.

BIBLIOGRAPHIE

1. C Perruchon et T Wanecq (2018) - Arrêté du 14 novembre 2018 portant modification des modalités de prise en charge des aides auditives et prestations associées au chapitre 3 du titre II de la liste des produits et prestations prévue à l'article L. 165-1 du code de la sécurité sociale - JORF n°0265. <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT00003761511>

2. Sarant, J., Harris, D., Busby, P., Maruff, P., Schembri, A., Lemke, U., & Launer, S. (2020). The Effect of Hearing Aid Use on Cognition in Older Adults: Can We Delay Decline or Even Improve Cognitive Function?. *Journal of clinical medicine*, 9(1), 254. <https://doi.org/10.3390/jcm9010254>

3. Uchida, Y., Sugiura, S., Nishita, Y., Saji, N., Sone, M., & Ueda, H. (2019). Age-related hearing loss and cognitive decline - The potential mechanisms linking the two. *Auris, nasus, larynx*, 46(1), 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.anl.2018.08.010>

4. Xavdelerce, V. T. L. A. P. (2020, 17 juin). Comparaison des performances dans le bruit des aides auditives de Classe I et de Classe II. Le Blog de L'Audiologie Prothétique - Xavier DELERCE. <https://leblogaudiologie.com/2020/06/17/comparaison-des-performances-dans-le-bruit-des-aides-auditives-de-classe-i-et-de-classe-ii/>

5. Le panier de l'offre 100 % Santé audiologie - Ministère du travail, de la santé et des solidarités. (2023, 4 avril). Ministère du Travail, de la Santé et des Solidarités. <https://sante.gouv.fr/systeme-de-sante/100pourcent-sante/100-sante-audiologie/article/le-panier-de-l-offre-100-sante-audiologie>

6. *Audiologie Demain*. (2022, 15 juillet). 100 % Santé en audiologie : des dépenses de près de 2 milliards d'euros en 2021. <https://audiologie-demain.com/100-sante-en-audiologie-des-dépenses-de-pres-de-2-milliards-d-euros-en-2021>

7. *Audiologie Demain*. (2020, 12 novembre). « Il faut démocratiser la pratique de la vocale dans le bruit ». <https://audiologie-demain.com/la-vocale-dans-le-bruit-redessine-le-parcours-de-soin/il-faut-democratiser-la-pratique-de-la-vocale-dans-le-bruit>

8. La presbycusie. (s. d.). Fondation Pour L'Audition. <https://www.fondationpourlaudition.org/la-presbycusie-536>

9. Bouccara, D., Ferrary, É., Mosnier, I., Grayeli, A. B., & Sterkers, O. (2005). Presbycusie. *EMC-Oto-rhino-laryngologie*, 2(4), 329-342. <https://doi.org/10.1016/j.emcorl.2005.09.004>

10. Taneja, M. (2020). Prevention and Rehabilitation of Old Age Deafness. *Indian Journal Of Otolaryngology And Head And Neck Surgery*, 72(4), 524-531. <https://doi.org/10.1007/s12070-020-01856-3>

11. World Health Organization : WHO. (2024, 2 février). Surdité et déficience auditive. <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/deafness-and-hearing-loss>

12. Chern, A., & Golub, J. S. (2019). Age-related Hearing Loss and Dementia. *Alzheimer disease and associated disorders*, 33(3), 285-290. <https://doi.org/10.1097/WAD.0000000000000325>

13. NF S31-010. (1996, décembre). Afnor EDITIONS, 8. <https://www.boutique.afnor.org/fr-fr/orme/nf-s31010/acoustique-caracterisation-et-mesurage-des-bruits-de-lenvironnementmethode/fa043150/296>

14. Ecalard, J.(2018). Etude de l'efficacité des réducteurs de bruit de la nouvelle génération de prothèse auditive Siemens : Micon [Mémoire de DE d'audioprothèse, Université de Lorraine] <https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01858393/document>

15. Leclercq, F., Renard, C., & Vincent, C. (2018). Speech audiometry in noise: Development of the French-language VRB (vocale rapide dans le bruit) test. *European annals of otorhinolaryngology, head and neck diseases*, 135(5), 315-319. <https://doi.org/10.1016/j.anorl.2018.07.002>

16. Schleicher, C.(2010). La communication inter-prothétique améliorée t-elle seulement la manipulation?. *Les Cahiers de l'Audition*, Volume 23 - Numéro 3, 26-38. https://www.college-nat-audio.fr/sites/default/files/cahier_audition_pdf/2010-3.pdf

17. Risoud, M., Hanson, J., Gauvrit, F., Rénard, C., Bonne, N., & Vincent, C. (2020). Localisation azimutale de stimuli sonores variés dans différentes conditions. *Annales Françaises D'oto-rhino-laryngologie et de Pathologie Cervico-faciale*, 137(1), 21-29. <https://doi.org/10.1016/j.aforl.2019.02.019>

18. Hight-Frequency Head and Torso Simulator | ype 5128 | B&K. (s.d.). Brüel & Kjaer | B&K | Sound and Vibration.

AU SERVICE DES AUDIOPROTHÉSISTES

Fabrication d'embouts et de protections auditives sur mesure

DE PÈRE EN FILS DEPUIS 1945

Depuis 3 générations, la famille LEGRAND a su mettre son savoir-faire, sa passion et sa rigueur de travail au service de la protection de l'audition. Toujours soucieux des nouvelles technologies, notre Laboratoire est équipé des dernières innovations du marché afin de fabriquer 100% de sa production en numérisation 3d. Toujours soucieux des dernières Normes, notre Laboratoire a acquis en 2021 la Norme 2017/745 sur les dispositifs médicaux.



**ELSA
LEGRIS**



AUDIOPROTHÉSISTE
DE, PHD
MEMBRE DU
COLLÈGE NATIONAL
D'AUDIOPROTHÈSE

EXPLORATION DES INFORMATIONS RECUEILLIES SUR INTERNET PAR LES ADULTES MALENTENDANTS ET LEURS PROCHES

Au cours des dernières années, le développement des technologies de l'information et de la communication s'est accéléré, rendant l'accès aux informations de santé plus facile (Khan et al., 2022). L'accès à l'information sur la santé est, après le courrier électronique et l'utilisation des moteurs de recherche, la troisième activité la plus courante sur Internet (Fox, 2011). Cette avancée technologique présente des éléments positifs puisqu'elle permet à tout individu de comprendre les symptômes de sa maladie, trouver des choix de traitement, préparer la ou les questions à poser auprès de son clinicien etc. (Berkowsky & Czaja, 2018). En conséquence, il est hautement probable que les personnes ayant des problèmes d'audition recherchent des informations sur Internet.

INTRODUCTION

L'étude d'Eurotrak (2022) montre que les personnes confrontées à une décision concernant l'appareillage auditif rechercheront leurs informations auprès d'un clinicien (42%), puis en seconde position sur internet (25%). La qualité de l'information liée à la santé sur Internet est donc primordiale. Toutefois, ils existent des inégalités à acquérir des informations liées à la santé sur internet. Parmi ces inégalités, on distingue : le manque de compétences pour rechercher des informations sur internet, et la littératie en santé au sein de la population âgée (Wilson et al., 2021; Zhang et al., 2019). La littératie (capacité d'une personne à lire et à comprendre des informations écrites) et la lisibilité (facilité de lecture et de compréhension des informations écrites) ont donc des implications évidentes sur la manière dont les patients malentendants peuvent utiliser les informations sur Internet. Les barrières linguistiques et les croyances culturelles sur la perte auditive et les aides auditives peuvent également avoir un impact significatif (Shi et al., 2023). Aussi, certaines variables démographiques peuvent influencer l'utilisation des informations de santé en ligne. Par exemple, la probabilité d'utiliser internet pour effectuer des recherches sur la santé est moins importante pour les personnes dont le revenu mensuel est plus faible, et pour les personnes demeurant dans une zone rurale ou travaillant dans l'agriculture (Zhang et al., 2019). Des études attestent que les personnes ayant un faible niveau d'éducation recherchent moins ce type d'information (Tennant et al., 2015; Zhang et al., 2019). Les femmes seraient également plus susceptibles de réaliser des recherches sur internet que les hommes (Tennant et al., 2015).

**L'OBJECTIF DE CET ARTICLE ÉTAIT
D'ÉVALUER LES INFORMATIONS
SUR LA DÉFICIENCE AUDITIVE
DISPONIBLES SUR INTERNET.**

Dans une étude de Walsh et Volsko (2008), il a été constaté que les informations sur la santé disponibles sur Internet sont peu lisibles, c'est-à-dire qu'elles sont écrites au-dessus du niveau de lecture recommandé (Walsh & Volsko, 2008). La conception visuelle influence également le jugement et la crédibilité des informations (Robins et al., 2010). Pour l'ensemble de ces raisons, il est important que les cliniciens et les chercheurs évaluent les informations disponibles sur Internet et recommandent les meilleurs sites Web aux patients malentendants.

En audiologie, il est largement admis que les informations disponibles sur Internet informent ou désinforment les adultes souffrant de déficience auditive ainsi que leurs proches. Une étude systématique a montré que les cliniciens réagissent de trois manières différentes face à leur patient recherchant des informations de santé sur Internet : (1) certains se sentent menacés et affirment leur autorité et leur expertise ; (2) certains collaborent avec les patients pour analyser les informations ; et (3) certains guident leur patient vers de bonnes informations sur la santé (McMullan, 2006). D'après une étude, il semblerait que la reconnaissance de l'information et des efforts fournis par le patient dans sa recherche d'information, conduirait à une plus grande satisfaction de ce dernier (Bylund et al., 2007). Pour cette raison, la première réaction n'est pas recommandée. Pour faciliter cette collaboration patient/clinicien, une évaluation de la qualité et de la lisibilité des informations sur l'audition disponibles sur Internet serait pertinente. Une étude similaire a été réalisée en 2012 (Laplante-Lévesque et al., 2012) pour la langue anglaise. Cet article vise à reproduire leur travail, mais pour les sites internet français.

L'objectif de cet article était d'évaluer les informations sur la déficience auditive disponibles sur Internet.

MÉTHODE

MÉTHODE DE RECHERCHE

En mars 2024, Google contrôlait 91.03 % du marché des moteurs de recherche en France selon StatCounter. Bing (4.66 %), Yandex (1.12 %) et Yahoo (1.11 %) suivaient. En conséquence, cet article c'est concentré sur le moteur de recherche Google.

Une étude de 2002 montre que pour effectuer leurs recherches sur internet, les patients utilisent rarement des phrases, ou des opérateurs booléens (par exemple, « audition ET problèmes ») (Eysenbach & Köhler, 2002). Ils n'ont donc pas été utilisés dans cet article.

Une précédente étude de Laplante-Levesque en 2012 avait recruté 12 experts en audiologie, qui avaient fourni 38 mots-clés considérés comme les plus susceptibles d'être utilisés par les malentendants et leurs proches dans leur recherches d'informations sur la déficience auditive et son traitement (Laplante-Lévesque et al., 2012). Les mots qui étaient ressortis comme les plus représentatifs étaient les suivants : « aides auditives » et « perte auditive ». Ces mêmes mots ont donc été choisis pour cet article.

Afin de vérifier que les mots clés choisis étaient toujours d'actualité, une recherche sur Google Trends a été réalisée afin d'obtenir leur fréquence de recherche relative en février 2025, en France. Les résultats de cette analyse montrent que le terme « aides auditive » était le plus recherché, après « appareil auditif », « Phonak », « Signia » et « Oticon ». Ce type de recherche était assez uniforme sur la France, avec une prédominance pour le Limousin. Le mot clé « perte auditive » était également utilisé fréquemment, suivi de « perte

auditive soudaine », « acouphène » et « perte auditive neurosensorielle », confirmant ainsi le choix de ces mots clés.

Afin d'analyser les sites Web, les mots clés ont été utilisés dans la barre de recherche Google. Les sites web étaient inclus s'ils fournissaient des informations sur la déficience auditive et son traitement (aides auditives). Comme il a été montré que les utilisateurs n'explorent que les premiers résultats des sites internet (Eysenbach & Köhler, 2002), seuls les 10 premiers sites web associés à chaque recherche de mot clé ont été sélectionnés.

Les sites web identifiés par Google comme étant du sponsoring, des images et des vidéos ont été exclus. L'origine du site web (commercial, organisation à but non lucratif, gouvernement, université ou autre) n'était pas un critère d'inclusion ou d'exclusion.

ÉVALUATION DE LA QUALITÉ

L'architecture de chaque site web a été examinée minutieusement afin d'évaluer la pertinence de son contenu. Pour ce faire, la grille d'évaluation DISCERN a été utilisée (résultats présentés dans le **Tableau 1**) (Ademiluyi et al., 2003). Le DISCERN comporte 16 questions notée sur une échelle de 1 à 5. Les scores les plus élevés indiquent une plus grande qualité. Les notes DISCERN sont décrites comme suit :

- 1 : La réponse à l'item est un non catégorique. Le critère de qualité n'a pas été respecté du tout ;
- 2 - 4 : La réponse à l'élément est partielle. Le critère de qualité a été partiellement respecté ;
- 5 : La réponse à l'élément est un oui catégorique. Le critère de qualité a été entièrement satisfait.

	Moyenne	Ecart type
1. Les objectifs sont-ils clairs ?	1,64	0,93
2. Le site atteint-il ses objectifs ?	2,29	0,91
3. Est-il pertinent ?	2,93	1,00
4. Les sources d'information utilisées pour élaborer la publication (autres que l'auteur ou le producteur) sont-elles claires ?	1,93	1,33
5. La date à laquelle les informations utilisées ou rapportées dans la publication ont été communiquées est-elle claire ?	3,43	1,95
6. La publication est-elle équilibrée et impartiale ?	2,57	1,16
7. La publication fournit-elle des détails sur des sources supplémentaires de soutien et d'information ?	1,36	0,74
8. Fait-il référence aux zones d'incertitude ?	1,64	1,15
9. Décrit-il le fonctionnement de chaque traitement ?	3,00	1,36
10. Décrit-elle les avantages de chaque traitement ?	2,50	1,40
11. Décrit-elle les risques de chaque traitement ?	1,71	1,07
12. Décrit-elle ce qui se passerait si aucun traitement n'était utilisé ?	1,93	1,44
13. Décrit-elle l'impact des choix thérapeutiques sur la qualité de vie globale ?	2,21	1,42
14. Est-il clair qu'il peut y avoir plus d'un choix de traitement possible ?	2,36	1,01
15. Apporte-t-elle un soutien à la prise de décision partagée ?	1,29	0,61
16. Sur la base des réponses à toutes les questions ci-dessus, évaluez la qualité globale de la publication en tant que source d'information sur les choix de traitement.	2,19	0,61

Classement de chaque élément :

Note de 1 : La réponse à l'élément est un non catégorique. Le critère de qualité n'est pas du tout respecté.

Note de 2 - 4 : La réponse à l'item est partiellement. Le critère de qualité a été respecté dans une certaine mesure.

Note 5 : La réponse à l'item est un oui définitif. Le critère de qualité est entièrement satisfait.

Tableau 1. Critères de qualité DISCERN pour les informations de santé destinées aux consommateurs sur les choix de traitement (Charnock et al., 1999). La moyenne et l'écart-type des 14 sites web sont présentés.

ÉVALUATION DE LA LISIBILITÉ

Afin d'analyser la lisibilité, le score de facilité de lecture de Flesch, la formule de niveau de Flesch-Kincaid, et la mesure simple du charabia (SMOG), ont été utilisés.

Le score de facilité de lecture de Flesch (Flesch, 1948) a pour objectif d'estimer le niveau de lecture en fonction du nombre moyen de phrases et de syllabes pour 100 mots. Ainsi, plus le score sera élevé, meilleure sera la lisibilité. A l'aide de la formule de Flesch-Kincaid Grade Level Formula, on peut transformer le score de facilité de lecture de Flesch en un niveau scolaire, estimant le nombre d'années d'études nécessaires pour comprendre le texte. Aussi, plus le score sera faible, meilleure sera la lisibilité. Une dernière mesure a été employée afin d'analyser le niveau de lecture du lecteur. Il s'agit de la mesure SMOG (Simple Measure of Gobbledygook) (Mc Laughlin, 1969). Cette formule utilise le nombre de mots polysyllabiques (mots d'au moins trois syllabes) pour calculer un niveau de lecture estimé. Là encore, les scores les plus bas indiquent une meilleure lisibilité.

Les trois tests de lisibilité ont été réalisés à l'aide d'un outil en ligne (https://www.online-utility.org/english/readability_test_and_improve.jsp#google_vignette). Deux sites web contenaient trop de texte pour être inclus dans le test de lisibilité. En conséquence, ils ont été réduits à un échantillon de texte représentatif de la lisibilité globale du site.

ANALYSES STATISTIQUES

L'origine du site web (commerciale, organisation à but non lucratif, gouvernement), la date de la dernière mise à jour, le score DISCERN et la lisibilité sont les variables évaluées dans cette étude.

Les données ont été analysées à l'aide du logiciel Jamovi. Les données obtenues ne suivant pas la loi Normale, des tests non paramétriques ont été utilisés. Les tests statistiques suivants ont été choisis : test du chi 2, Kruskal Wallis, coefficient de corrélation de Spearman.

Un niveau de risque alpha a été fixé à 0,05.

Origine des sites internet

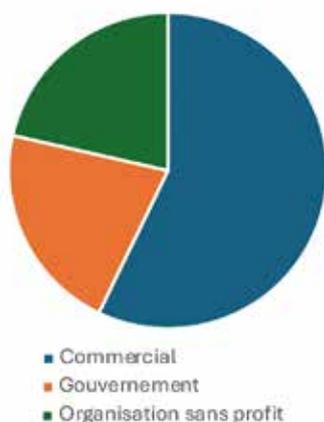


Figure 1. Origine des 14 sites web évalués.

RÉSULTATS

Au total, 20 sites web ont été inclus. Après suppression des doublons, il n'en restait que 14.

ORIGINE

L'origine des sites web était majoritairement commerciale (57,14%). La proportion restante était partagée équitablement entre des sites gouvernementaux (21,43%) et réalisés par des organisations sans profit (21,43%). (Figure 1)

DATE DE LA DERNIÈRE MISE À JOUR

En février 2025, 50% des sites web avaient été mis à jour au cours des 18 derniers mois. Cependant, 35,71% ne donnaient aucune information sur la date de la dernière mise à jour (voir Figure 2, notée NM pour non mesurable). Par rapport aux sites d'origine gouvernementaux ou d'organisation sans profit, les sites d'origine commerciale étaient significativement plus susceptibles de ne pas fournir la date de la dernière mise à jour ($\chi^2(1) = 14,8$, $p = 0,022$, Figure 2).

SCORE DISCERN

Les scores Discern variaient de 1,27 à 3,6. Aucune différence significative n'a été trouvée selon l'origine des sites web (Test de Kruskal Wallis, $p = 0,45$), ou selon la date de la dernière mise à jour ($p = 0,14$).

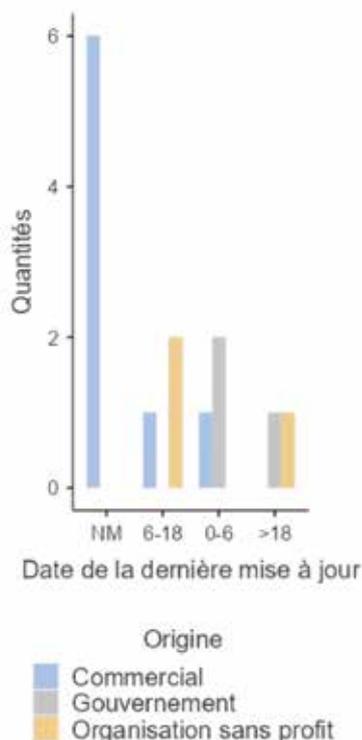


Figure 2. Date de la dernière mise à jour des 14 sites web évalués en fonction de leur origine (NM : non mesurable).

**EN AUDIOLOGIE,
IL EST LARGEMENT ADMIS QUE
LES INFORMATIONS DISPONIBLES
SUR INTERNET INFORMENT OU
DÉSINFORMENT LES ADULTES
SOUFFRANT DE DÉFICIENCE
AUDITIVE AINSI QUE LEURS
PROCHES.**

LISIBILITÉ

Le niveau de lecture de Flesch montrait une moyenne de 45.4 ± 26.9 . Sa traduction en un niveau scolaire (Formule de Flesch-Kincaid) montrait une moyenne de 12.2 ± 7.83 avec un minimum de -1.02 à 30.7. Le SMOG avait une valeur moyenne de 12.4 ± 3.94 (minimum=4.59, maximum=23.7). Ces résultats indiquent qu'il faudrait environ 12 années d'étude pour comprendre les sites web évalués. Ces deux variables étaient également corrélées positivement ($r^2=0.97$). Le score de niveau de lecture de Flesch Kincaid était corrélé négativement au niveau de lecture de Flesch ($r=-0.6$). En revanche, la lisibilité n'était pas corrélée au score Discern ($r^2<0.5$).

L'origine commerciale n'avait pas d'incidence sur les scores de lecture de Flesch (Test de Kruskal-Wallis, $p=0.3$) ou de Flesch-Kincaid ($p=0.056$), mais aurait une incidence sur le SMOG (Test de Kruskal-Wallis, $p=0.045$). Le test post hoc de Dunn indique que les sites commerciaux auraient un résultat significativement plus bas que les sites gouvernementaux ($p=0.038$, **Figure 3**).

DISCUSSION

Cette analyse évaluant les sites internet les plus répandus montrent que les sites commerciaux sont largement prédominants. Les sites web des fabricants d'appareils auditifs et des chaînes de livraison dominaient. Face à un manque certain de recul des patients sur les informations récoltées, certains sites web peuvent être mis

en avant par les professionnels de santé, d'après cette étude. Toutefois, l'analyse sur la fiabilité (score Discern) n'a été réalisée que par l'auteur de cet article. Il est donc complexe de conclure sur la fiabilité des meilleurs sites web récupérés. D'autant que les besoins individuels de chacun sont variables. Toutefois on peut noter que les sites suivants avaient la lisibilité et le score DISCERN les plus élevés :

- site INSERM : <https://www.inserm.fr/dossier/troubles-audition-surdites/>
- site de l'assurance maladie : <https://www.ameli.fr/assure/remboursements/rembourse-soins-protheses-dentaires-optique-audition/protheses-auditives>

Une autre alternative pour aider les personnes âgées dans leur recherche d'information sur la santé, serait des actions gouvernementales visant à les former sur l'utilisation de cette technologie. Cependant, la fracture numérique et les disparités de santé complexifient ce type d'action.

LA QUALITÉ DES INFORMATIONS RECUEILLIS SUR LES SITES INTERNET

Les scores DISCERN moyens variaient de 1,27 à 3,6 sur 5. L'origine des sites n'a montré aucune incidence sur le score DISCERN, contrairement à l'étude de Laplante et al en 2012 pour la langue anglaise, qui trouvait des scores DISCERN plus élevés pour les sites provenant d'association à buts non lucratif (Laplante-Lévesque et al., 2012). Il est probable que cette étude ne retrouve pas autant de résultats significatifs du fait que la recherche des sites web n'a été réalisée que pour la France et n'en a inclus que 14. En effet, l'étude de 2012 reprenait les sites web les plus répandus aux États-Unis, Angleterre, Australie, Canada et Inde, incorporant ainsi davantage de sites web ($n=66$).

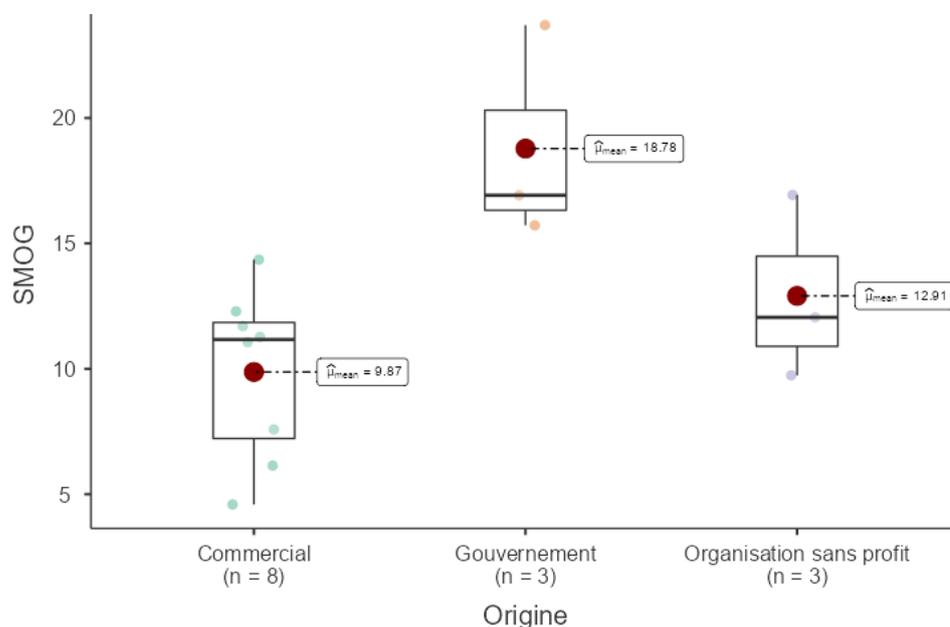


Figure 3. Boîte à moustache obtenus pour les scores SMOG selon leur origine.

LA LISIBILITÉ DES INFORMATIONS RECUEILLIS SUR LES SITES INTERNET

La lisibilité des sites web évalués était plutôt faible. Le score de facilité de lecture de Flesch avait une moyenne de 37,9, la formule de niveau de Flesch-Kincaid, une moyenne de 12,32, et le SMOG, une moyenne de 12,43. En moyenne, seules les personnes ayant au moins 12 ans d'éducation ont pu lire et comprendre les informations présentées sur les sites Internet. Ce chiffre est supérieur aux neuf années recommandées (Walsh & Volsko, 2008). Les sites d'origine commerciale semblent avoir une meilleure lisibilité, avec une moyenne de 9,87 années d'étude nécessaire à leur lecture. Aussi, si ces sites sont plus lisibles, et donc plus accessibles, il est fort probable qu'ils soient davantage lu par les patients malentendants. Ces éléments montrent que les concepteurs des sites web d'origine gouvernementale devraient essayer d'améliorer leur lisibilité. Pour ce faire, plusieurs pistes sont à explorer : réduire la longueur des mots et des phrases, et éviter les mots polysyllabiques (mots d'au moins trois syllabes). Toutefois, il peut être complexe de réduire la longueur des mots lorsqu'on utilise un vocabulaire technique. On pourrait donc s'interroger si un compromis est possible entre qualité et lisibilité.

LIMITES

Premièrement, l'analyse évaluant la qualité des sites internet n'a été réalisée que par l'auteur elle-

même. Une analyse incorporant une notation par d'autres professionnels de santé (médecin ORL, autres audioprothésistes) serait intéressante pour pouvoir juger plus précisément de la fiabilité des sites internet.

Ensuite, il est possible que les patients malentendants et leurs proches utilisent une stratégie de recherche (autres mots clés) différentes de celle utilisée ici. Il est également probable qu'ils parcourent les informations trouvées de manière moins systématique.

Enfin, les aspects contribuant à l'accessibilité des informations écrites, telle que la conception visuelle des sites internet n'a pas été évaluée. On sait toutefois que celle-ci influence les perceptions de crédibilité (Robins et al., 2010).

CONCLUSION

En raison de la numérisation et de la prévalence de la santé numérique, on peut dire que la maîtrise de la santé numérique est essentielle pour les personnes âgées. Pour cette raison, il est essentiel que les informations relayées sur internet soient fiables. Cette étude montre que les adultes malentendants et leurs proches peuvent accéder à des informations de santé sur Internet dont la qualité et la lisibilité varient. Majoritairement les sites web trouvés sont d'origine commerciale. L'analyse réalisée dans cet article met en avant deux sites web (Insertm et Assurance Maladie) à conseiller pour leur lisibilité et leur fiabilité. ■

RÉFÉRENCES

Ademiluyi, G., Rees, C. E., Sheard, C. E. (2003). Evaluating the reliability and validity of three tools to assess the quality of health information on the Internet. *Patient Education and Counseling*, 50(2), 151-155. [https://doi.org/10.1016/s0738-3991\(02\)00124-6](https://doi.org/10.1016/s0738-3991(02)00124-6)

Berkowsky, R. W., & Czaja, S. J. (2018). 2—Challenges associated with online health information seeking among older adults. In R. Pak & A. C. McLaughlin (Éds.), *Aging, Technology and Health* (p. 31-48). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811272-4.00002-6>

Bylund, C. L., Gueguen, J. A., Sabee, C. M., Imes, R. S., Li, Y., & Sanford, A. A. (2007). Provider-patient dialogue about Internet health information : An exploration of strategies to improve the provider-patient relationship. *Patient Education and Counseling*, 66(3), 346-352. <https://doi.org/10.1016/j.pec.2007.01.009>

Charnock, D., Shepperd, S., Needham, G., & Gann, R. (1999). DISCERN : An instrument for judging the quality of written consumer health information on treatment choices. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 53(2), 105-111. <https://doi.org/10.1136/jech.53.2.105>

Eysenbach, G., & Köhler, C. (2002). How do consumers search for and appraise health information on the

world wide web? Qualitative study using focus groups, usability tests, and in-depth interviews. *BMJ (Clinical Research Ed.)*, 324(7337), 573-577. <https://doi.org/10.1136/bmj.324.7337.573>

Flesch, R. (1948). A new readability yardstick. *The Journal of Applied Psychology*, 32(3), 221-233. <https://doi.org/10.1037/h0057532>

Khan, S., Khan, H. U., & Nazir, S. (2022). Systematic analysis of healthcare big data analytics for efficient care and disease diagnosing. *Scientific Reports*, 12(1), 22377. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-26090-5>

Laplante-Lévesque, A., Brännström, K. J., Andersson, G., & Lunner, T. (2012). Quality and readability of English-language internet information for adults with hearing impairment and their significant others. *International Journal of Audiology*, 51(8), 618-626. <https://doi.org/10.3109/14992027.2012.684406>

Mc Laughlin, G. H. (1969). SMOG Grading-a New Readability Formula. *Journal of Reading*, 12(8), 639-646.

McMullan, M. (2006). Patients using the Internet to obtain health information : How this affects the patient-health professional relationship. *Patient Education and Counseling*, 63(1-2), 24-28. <https://doi.org/10.1016/j.pec.2005.10.006>

Robins, D., Holmes, J., & Stansbury, M. (2010). Consumer health information on the Web : The relationship of

visual design and perceptions of credibility. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 61(1), 13-29. <https://doi.org/10.1002/asi.21224>

Shi, Y., Ma, D., Zhang, J., & Chen, B. (2023). In the digital age : A systematic literature review of the e-health literacy and influencing factors among Chinese older adults. *Zeitschrift Fur Gesundheitswissenschaften = Journal of Public Health*, 31(5), 679-687. <https://doi.org/10.1007/s10389-021-01604-z>

Tennant, B., Stellefson, M., Dodd, V., Chaney, B., Chaney, D., Paige, S., & Alber, J. (2015). eHealth Literacy and Web 2.0 Health Information Seeking Behaviors Among Baby Boomers and Older Adults. *Journal of Medical Internet Research*, 17(3), e3992. <https://doi.org/10.2196/jmir.3992>

Walsh, T. M., & Volsko, T. A. (2008). Readability assessment of internet-based consumer health information. *Respiratory Care*, 53(10), 1310-1315.

Wilson, J., Heinsch, M., Betts, D., Booth, D., & Kay-Lambkin, F. (2021). Barriers and facilitators to the use of e-health by older adults : A scoping review. *BMC Public Health*, 21(1), 1556. <https://doi.org/10.1186/s12889-021-11623-w>

Zhang, Y., Lin, Z., Li, X., Xiaoming, T., Zhou, Y., & Zhang, X. (2019). Factors Affecting ICT Use in Health Communication among the Older Population in Jiangsu, China. *Libri*, 69(1), 41-53. <https://doi.org/10.1515/libri-2018-0103>

**ARNAUD COEZ
ÉRIC BIZAGUET
YOAN NAHMANI**



**AUDIOPROTHÉSISTES,
PARIS**

**MEMBRES DU
COLLÈGE NATIONAL
D'AUDIOPROTHÈSE**

RÉGLAGE DES PROCESSEURS D'IMPLANTS COCHLÉAIRES AVANT 18 MOIS

En France¹, le métier d'audioprothésiste consiste 'dans le choix, la délivrance, l'adaptation, le suivi immédiat et permanent et l'éducation audioprothétique du déficient de l'ouïe appareillé.

Un diplôme d'état a été créé en 1967 pour exercer cette profession para-médicale. Le dernier référentiel des études date de 2001, et a dû évoluer spontanément du fait d'une (r)-évolution des connaissances et des techniques : génétique de la surdité, implant cochléaire, numérisation et traitement du signal, imagerie médicale, techniques chirurgicales, dépistage précoce systématique des surdités en maternité, acouphènes...

Le ministère de l'enseignement supérieur peine à mettre à jour la grille des connaissances enseignées de façon effective par rapport à celle définie en 2001. L'administration hospitalière ne connaît pas dans ses grilles la profession d'audioprothésiste. Néanmoins, des professionnels audioprothésistes spécialistes de l'appareillage auditif pédiatrique, qui exercent en ville le métier d'audioprothésiste, interviennent à l'hôpital, au cours de vacations, pour contribuer aux explorations fonctionnelles à visée diagnostic (audiométries tonales et vocales) et à l'accompagnement de la personne implantée par 'la délivrance, l'adaptation, le suivi immédiat et permanent et l'éducation prothétique du déficient de l'ouïe appareillée'.

Depuis la mise en place en 2012 d'un repérage précoce systématique de la surdité avant la sortie de la maternité, les nourrissons atteints de surdités congénitales sont dépistés par des tests objectifs d'otoémission provoquées et/ou de potentiels évoqués auditifs automatisés, les faisant rentrer dans un protocole de diagnostic. Les surdités sévères à profondes sont ainsi diagnostiquées dès 3 mois de vie. Les nourrissons concernés peuvent alors bénéficier d'un appareillage auditif conventionnel précoce par contours d'oreille après une prise d'empreinte des conduits auditifs pour réaliser des embouts étanches permettant une amplification adaptée.

Cette période qui suit l'annonce du diagnostic de surdité par le médecin représente une épreuve particulièrement difficile pour les parents. L'accompagnement par une équipe pluridisciplinaire est alors indispensable et la redondance d'informations, induite par la prise en charge multiple, est nécessaire, les approches se complétant. Les parents découvrent la surdité de leur enfant, son impact, les différentes solutions possibles et la chronologie de leurs mises en place. « Accepter » la surdité, la comprendre, leur permet de mieux participer aux prises de décision ultérieures et les rassurent sur leur choix.

Ainsi, l'accompagnement du nourrisson déficient auditif profond par un appareillage conventionnel participe à une exploration fonctionnelle du système auditif et à une analyse prédictive de l'utilisation centrale des indices acoustiques. Les limites rencontrées aident le médecin à poser

éventuellement l'indication d'implantation cochléaire et aux parents à l'accepter.

Au cours de l'appareillage conventionnel, l'audioprothésiste s'assurera que le message médical a été entendu par les parents de l'enfant. L'exploration fonctionnelle de l'audition en champ libre est un moyen de faire prendre conscience du manque de réactions du nourrisson face aux sons forts. L'adaptation des appareils permet une réaction du nourrisson pour des niveaux sonores moins élevés apportant un espoir aux parents. L'absence de réactions à certaines fréquences malgré l'amplification leur montre les limites de l'appareillage auditif conventionnel.

Lors de l'éducation prothétique qui accompagne systématiquement l'appareillage auditif, les parents apprennent les protocoles de port, à résoudre les difficultés rencontrées et à manipuler les contours d'oreille. Ils expérimentent le

1. Aux Etats-Unis, l'audiologiste a des fonctions étendues selon l'American Academy of Audiology : L'audiologiste fait partie de l'équipe chargée de déterminer l'éligibilité d'un candidat à l'implantation. Son rôle s'étend de l'évaluation pré-implantation aux soins continus post-implantation. Ces soins comportent des conseils appropriés, l'entretien de l'appareil et la possibilité d'une programmation optimisée permettant un meilleur accès aux divers indices acoustiques nécessaires à une perception adéquate de la parole et au développement de la parole et du langage.

maintien des appareils en place et apprennent à s'assurer d'un port régulier pendant les périodes d'éveil. Les effets de la surdité sont mieux compris, les possibilités offertes par l'appareillage sont analysées et les limites rencontrées sont évoquées.

Avant 1 an, l'ensemble des explorations fonctionnelles sont disponibles, dont celles avec appareillage auditif conventionnel. Les parents ont eu le temps de connaître et de comprendre l'univers médical et para médical qui les entoure, ont eu le temps de s'approprier l'appareillage de leur enfant et ont compris les enjeux de l'implantation cochléaire qui leur a été proposée (voir chapitre guidance parentale).

La décision d'implantation, unilatérale ou bilatérale, simultanée ou séquentielle, électro-acoustique ou pas, a été prise en staff après analyse des données radiologiques, de la génétique, des résultats de l'appareillage et de l'évolution de l'enfant. Une présentation visuelle et technique des différentes marques d'implants, le choix du modèle, sa couleur lance la commande qui est disponible pour le premier réglage.

Les premiers rendez-vous avec les réglers sont programmés pour les 6 premiers mois ainsi que les dates du suivi par l'équipe hospitalière (Orl, orthophoniste, psychologue, ...). Ces dates peuvent être modifiées en fonction de besoins particuliers.

1. PREMIER RÉGLAGE

En général, le premier rendez-vous est programmé à 8 jours de la chirurgie. Cependant, la délivrance du processeur peut être envisagée dès le lendemain pour les patients éloignés après examen de la cicatrice et épreuve radiologique.

La première étape est de déterminer la force de l'aimant et la longueur du fil de liaison processeur-antenne. Cette détermination est particulièrement importante car une force trop forte pourrait entraîner une réaction locale inflammatoire et une trop faible un mauvais maintien sur le crâne.

Après avoir été ajusté sur la tête de l'enfant, le processeur connecté à l'ordinateur de programmation est paramétré en fonction des mesures NRT objectives et des tests réalisés lors de l'envoi de stimulations électriques. A cet âge, l'enfant n'est en général pas conditionnable et son observation permet d'adapter le niveau global ou électrode par électrode en fonction de la qualité de ses réponses.

Cette première séance de réglage est un moment où la famille et l'enfant découvrent souvent un régleur, audioprothésiste ou orthophoniste, qu'ils n'ont jamais vu. Celui-ci doit rapidement gagner la sympathie de l'enfant pour pouvoir travailler avec lui et la confiance des parents qui attendent beaucoup de ce moment tant convoité, aboutissement souvent issue d'un long périple.

Avant un premier réglage, les différentes possibilités de réactions de l'enfant doivent avoir été expliquées préventivement à la famille. Participation active, rire, surprise, arrêt, recherche, pleurs que soit la réaction de l'enfant. Des pleurs liés à une surprise ne correspondent pas forcément à une douleur pour l'enfant. Des explications préalables peuvent également être

fournies en fonction de l'importance de la surdité, l'efficacité des contours d'oreille et la connaissance de réactions pré implantation à la stimulation sonore. La réaction d'un enfant en premier réglage n'est pas attendue identique si l'enfant connaît le son et l'utilise ou si l'appareillage n'a pas été suffisamment efficace pour créer une possibilité de perception et/ou de vigilance.

L'audioprothésiste a accès au dossier médical et a donc une vue d'ensemble de la situation. Le compte rendu opératoire permet de connaître l'étiologie de la surdité, éventuellement le résultat de génétique s'il a été rendu, et donc les particularités du système auditif, le degré de surdité, du nombre d'électrodes qui ont pu être mises en place, leur état de fonctionnalité. Le chirurgien a pu s'assurer au cours de l'opération que chaque électrode peut induire ou non une réponse neurale, (mesure NRT, identique à des relevés PEA, le seuil relevé est présent dans la fourchette seuil auditif / seuil de confort) et vérifier le bon état du porte électrode par la mesure des impédances. Cette étape rassure les familles qui accédaient il y a 15 ans à ce type d'information seulement lors du premier réglage. De plus, la mesure des seuils de charge électrique qui induit une réponse neurale peut servir de cibles de réglage, voir de permettre un réglage automatique du processeur pour les premières séances de réglages qui se veulent progressives.

Ce temps médical, sur dossier, assis, l'enfant installé sur l'un de ses parents permet de poser la situation, autour de données médicales, d'installer un climat de confiance mutuelle, de connaître les attentes et les représentations des parents de l'implantation cochléaire et de définir des objectifs raisonnés et raisonnables attendus de ce premier réglage et des suivants. Ce climat de confiance, assis, dans un environnement simple, calme, avec les seuls objets nécessaires au réglage et aux besoins ludiques familiaux de l'enfant permettra de l'observer efficacement pour détecter ses réactions lorsque l'on procèdera à la recherche de perceptions auditives via l'implant.

Pour finir de dépassionner les enjeux du 'premier réglage', il est important de rappeler l'obligation d'assurer le processeur auprès d'un assureur en lui communiquant le numéro du dispositif médical inscrit sur l'emballage de celui-ci.

Autre tâche administrative qui incombe aux parents est de remplir le bon de garantie à renvoyer au fabricant à l'aide de l'enveloppe fournie en indiquant également le numéro du processeur.

Ces deux formalités, banales, engagent les parents, les impliquent dans le processus d'appareillage et attirent leur attention sur des aspects très pratiques qui conditionnent la bonne utilisation du dispositif en respectant des règles simples.

LES SURDITÉS SÉVÈRES À PROFONDES SONT AINSI DIAGNOSTIQUÉES DÈS 3 MOIS DE VIE. LES NOURRISSONS PEUVENT ALORS BÉNÉFICIER D'UN APPAREILLAGE AUDITIF CONVENTIONNEL PRÉCOCE PAR CONTOURS D'OREILLE.

IMPLANTS COCHLÉAIRES

RÉGLAGE DES PROCESSEURS

**POUR FINIR DE DÉPASSIONNER
LES ENJEUX DU 'PREMIER
RÉGLAGE', IL EST IMPORTANT
DE RAPPELER L'OBLIGATION
D'ASSURER LE PROCESSEUR
AUPRÈS D'UN ASSUREUR EN LUI
COMMUNIQUER LE NUMÉRO DU
DISPOSITIF MÉDICAL INSCRIT SUR
L'EMBALLAGE DE CELUI-CI.**

Il permet de signifier également que toute demande de matériel de rechange ou de remplacement passera nécessairement par le fabricant qui assurera la maintenance du dispositif et la fourniture des pièces détachées. L'hôpital public ne peut en aucun cas assurer ce service ni par ses statuts (commercialisation de produits), ni par son organisation et ses moyens humains. Il est refusé à ce jour en France toute distribution en dehors de ce circuit notamment par les audioprothésistes installés en ville, même pour ceux exerçant aussi à l'hôpital.

Les contraintes réglementaires font que le dispositif médical est livré en pièces détachées, chaque élément étant soigneusement emballé dans une boîte avec une référence (nom de l'objet) et un numéro.

Face à la famille, l'audioprothésiste va ouvrir chaque boîte, nommer chaque objet et montrer leur assemblage comparable à un jeu de mécano. 'Ce jeu' permet de démystifier 'l'implant' et de rendre les choses très concrètes. Avant d'ouvrir la boîte, on vérifiera une ultime fois que la couleur du dispositif correspond bien au choix des parents. Dans le cas contraire, un rdv sera reprogrammé quand le dispositif avec la bonne couleur aura été reçu par la pharmacie de l'hôpital.

On recherchera dans un premier temps l'aimant de l'antenne. Généralement livré avec un aimant de force intermédiaire, on vérifiera

que la force magnétique est suffisante pour s'aimanter sur la partie implantée sous la peau et sous le pansement en cas d'activation précoce, c'est-à-dire le lendemain de la chirurgie. Du fait de l'inflammation résiduelle, il faut souvent choisir un aimant de force plus grande pour localiser et fixer l'antenne au regard de la partie implantée. On mettra en garde les parents sur ce choix : la force de l'aimant doit être suffisante pour assurer la transmission du signal vers la partie implantée et un maintien mais ne doit pas être trop importante empêchant localement la circulation sanguine. Le signe clinique à surveiller par les parents est lors du retrait de l'antenne qu'il n'y ait pas de rougeur. Dans ce cas, un aimant de force plus faible doit être envisagé.

On profitera de cette démonstration évidente d'un besoin d'un équilibre entre le maintien de l'antenne (ça ne tombe pas spontanément) et les effets indésirables (ça ne sert pas trop), pour rappeler l'importance d'un maintien du dispositif par un accessoire qui être indifféremment les anciens embouts de appareils auditifs conventionnels, une attache via un fil de nylon raccordé à une pince sur un vêtement porté, à une barrette dans les cheveux. Chez le tout petit, il est même envisageable de déporter le processeur fixé aux vêtements de l'enfant si un câble antenne suffisamment long a été fourni.

L'aimant choisi est donc vissé sur l'antenne. Le câble de l'antenne doit être suffisamment long pour éviter toute plicature du câble qui lui serait

fatale et pour éviter des tensions sur le fil qui contrarierait le maintien de l'antenne en place.

Avant de fixer le câble de l'antenne sur le processeur, le cache micro doit être positionné. Montrer que cette pièce doit rester en bon état et être régulièrement vérifiée voir changée pour assurer une captation optimale du son par les microphones situés en dessous est essentiel.

Le câble de programmation va pouvoir être fixé sur le processeur et être relié à l'ordinateur en vue de sa programmation. On profitera du temps de programmation pour mettre en charge les batteries qui serviront à alimenter le processeur après le RDV.

En cas d'implantation simultanée, les deux processeurs seront reliés à l'ordinateur de programmation.

En cas d'implantation monaurale, on rappellera l'importance de continuer de porter la prothèse auditive conventionnelle d'origine. En cas d'abandon du port ou d'un résultat trop limité par rapport aux résultats qui seront obtenus avec l'implant, une indication d'implantation bilatérale séquentielle pourra être posée.

2. PROGRAMMATION DU PROCESSEUR

A ce stade du RDV, le(s) processeur(s) sont reliés à l'ordinateur de programmation. Cette connexion est de plus en plus souvent réalisée 'sans câbles' de connexion (wireless). Cette technique facilitera le réglage car l'enfant ne pourra pas tirer sur les fils et le processeur sera moins susceptible de tomber. De plus, le fait que la connexion à une machine soit 'invisible' tranquillise l'enfant et les parents qui peuvent avoir une représentation très effrayante de ces fils électriques reliés à une machine qui envoie du courant électrique vers leur enfant.

Les logiciels de programmation imposent à l'audioprothésiste de suivre un protocole.

Le nom de l'enfant est généralement connu de l'ordinateur, car comme nous l'avons vu précédemment, la partie implantée a déjà été testée au bloc chirurgical, enfant anesthésié, pour enregistrer la réponse neurale déclenchée par la stimulation électrique de chaque électrode. Dans ces conditions, des intensités fortes ont été testées afin de recueillir une réponse neurale (ECAP), mesure qui aurait été impossible de recueillir lors du premier réglage car nécessitant de forte intensité et donc pouvant créer un refus ultérieur de test, voire un refus de port.

Une fois connecté, le processeur en place, l'aimant de l'antenne centré sur l'aimant de l'antenne du porte électrode, le logiciel va réaliser de façon automatique une mesure de la résistance au passage au courant électrique pour chaque électrode. Cette mesure dite 'des impédances' est indolore et se fait à l'insu du nourrisson. Elle sera effectuée systématiquement en début de chaque rdv. Cette mesure répétable est reproductible et elle permet de vérifier le bon fonctionnement du DM au cours du temps. Les éventuelles électrodes en court-circuit ou avec une résistance infinie sont automatiquement désactivées. Le logiciel répartira automatiquement la bande passante du son de 88 Hz à 8 KHz sur les électrodes

fonctionnelles. L'audioprothésiste a la possibilité d'attribuer manuellement la bande passante qui sera transmise par chaque électrode. Souvent, la proposition de la machine est acceptée par l'opérateur. Elle sera modifiée s'il s'avérait que certaines électrodes nécessitent d'être désactivées car responsables d'une réponse très différente de celle observée pour une même charge de courant sur les électrodes adjacentes.

Une fois cette mesure réalisée le logiciel propose de réaliser une première carte de réglage. La machine propose la dernière stratégie de codage de l'information définie par le fabricant. Il est possible de revenir à des stratégies plus anciennes si nécessaire. L'objectif est de permettre un codage de l'ensemble de la bande passante avec la quantité d'énergie la plus faible possible. Ainsi, le logiciel définit les paramètres de base qu'il est possible d'augmenter ou de diminuer en fonction de la cause de la perte d'audition : le nombre d'électrodes activées simultanément, la vitesse de stimulation (fréquence de stimulation), la largeur d'impulsion c'est-à-dire le temps de présentation du signal.

En termes d'énergie, une impulsion électrique intense et courte peut être équivalente à une impulsion électrique deux fois moins intense mais deux fois plus longue. Si les paramètres de base peuvent être pertinents dans la plupart des cas, la connaissance des contraintes imposées par le système auditif sous-jacent peuvent amener à les modifier. Par exemple, en cas de nerf VIII grêle, on préférera ralentir le débit à l'entrée du nerf, diminuer le nombre d'électrodes activées simultanément afin que la structure biologique en place puisse absorber l'énergie fournie à un instant t par le dispositif.

Une fois ces paramètres acceptés, l'ordinateur va proposer un premier réglage, fondé sur les valeurs de télémetrie réalisée lors de l'opération. Il va définir pour chaque électrode la quantité de courant permettant une détection du signal (seuil T) et une perception forte mais confortable (seuil C). L'objectif est que le signal de parole puisse être intégralement résolu par ces 2 valeurs T&C définies pour chacune des électrodes, définissant une dynamique électrique (EDR) qui est souhaitée la plus large possible. La première carte sera en intensité très inférieure à ce qui est prédit par la mesure des ECAP.

ESSAYEZ, LES 4 PREMIERS EMBOUTS OFFERTS



**L'embout auriculaire
sur-mesure,
rapide et fiable**



**Fabrication en 24h
dans notre laboratoire**



**Suivi de commande en ligne
avec notifications**



Prix compétitifs

13 rue Basse 65100 Lourdes - embout.chrono@gmail.com - 05 62 42 19 64

IMPLANTS COCHLÉAIRES

RÉGLAGE DES PROCESSEURS

L'ENSEMBLE DE CES OBJECTIFS AYANT ÉTÉ COMPRIS ON S'ASSURE QUE L'ENSEMBLE DES RDV ONT ÉTÉ PROGRAMMÉS SUR 3 MOIS JUSQU'AU BILAN MÉDICAL AU COURS DUQUEL L'ENFANT SERA TESTÉ EN AUDIOMÉTRIE TONALE COMPORTEMENTALE ADAPTÉE AU TOUT PETIT

L'audioprothésiste pourra alors augmenter progressivement l'intensité du seuil C de chaque électrode et observer la réaction de l'enfant jusqu'à ce que l'enfant soit divertit de l'occupation dans laquelle il est investi, assis contre l'un de ses parents. Il est intéressant de sauvegarder cette carte de réglage qui peut être un objectif à atteindre pour le rdv suivant.

Effectivement, il est important de montrer aux parents des réactions de leur enfant afin de les rassurer dans la démarche longue qu'ils ont entreprise. Dans le même temps, il faut leur montrer qu'il faut respecter le rythme de l'enfant et que l'augmentation doit être progressive. Le pire serait de franchir trop vite les étapes, que l'enfant ressente une sensation désagréable ou douloureuse et refuse de porter le dispositif. C'est pour cette raison qu'il n'est pas réalisé de mesures de télémétrie car celles-ci nécessitent de fortes

intensités qui peuvent s'avérer effrayantes pour l'enfant voir douloureuses. Généralement 4 programmes sont proposés lors de ce premier rdv, du plus faible au plus fort, à augmenter tous les 2 jours. Il est important que les parents respectent le rythme de l'enfant. Aussi, il faut insister sur le fait que lors du prochain rdv 8 jours plus tard, l'audioprothésiste utilisera le dernier programme utilisé par l'enfant comme point de départ à de nouveaux réglages. Afin d'être certain de ce qui a été réellement porté, la commande de volume et de changement de programmes du processeur sera désactivée. Pour pouvoir changer les programmes, une télécommande est fournie. L'audioprothésiste réalisera l'appairage du processeur et de la télécommande, et fera une démonstration de son utilisation. Une clé USB sera remise aux parents avec un compte rendu au format pdf généré automatiquement à la fin du réglage et les réglages eux-mêmes. Cette opération sera répétée à la fin de chaque rendez-vous. Effectivement, en cas de dysfonctionnement du processeur, les parents auront la possibilité d'envoyer par mail le fichier de réglages chiffrés au fabricant qui pourra leur envoyer un nouveau processeur programmé à l'identique.

Reste à montrer le chargeur de batterie et la station de séchage à utiliser chaque soir, mais l'expérience audioprothétique antérieure de l'enfant les y aura bien préparé.

L'ensemble de ces objectifs ayant été compris on s'assure que l'ensemble des RDV ont été programmés sur 3 mois jusqu'au bilan médical au cours duquel l'enfant sera testé en audiométrie tonale comportementale adaptée au tout petit pour vérifier que les paramètres acoustiques de la voix sont correctement perçus sans inconfort. Les parents savent que nous avons 3 mois pour atteindre cet objectif ce qui permet à l'enfant de s'approprier les choses à son rythme mais malgré tout dans un temps limité.

3. DEUXIÈME RENDEZ-VOUS, UNE SEMAINE PLUS TARD

Au deuxième rdv, une semaine plus tard, la famille découvrira parfois un autre audioprothésiste qui lui-même découvrira une nouvelle famille. Cela permet de porter un nouveau regard sur ce qui a été entrepris. Dans le même temps, une continuité est assurée par les notes prises dans le dossier médical électronique partagé. Comme précisé précédemment, la carte qui sera travaillée est celle portée par l'enfant. Le processeur est doté d'un data-logging. On peut s'attendre à ce que le programme 4 ait été atteint, pour lequel les valeurs C ont permis une réaction de l'enfant. L'objectif de ce deuxième réglage est de poursuivre progressivement l'augmentation en tenant compte des réactions de l'enfant, de son évolution et également de la dynamique possible analysable à partir des NRT mesurés au bloc. Les valeurs C seront donc augmentées et testées éventuellement sur chaque programme en tenant toujours compte des réactions de l'enfant. Pour chaque programme, le processeur sera mis en marche et la réaction de l'enfant observée. Toute réaction adverse doit amener à la prudence en baissant ces valeurs T et C. Toutes les réactions d'orientation, d'arrêt doivent être valorisées vis-à-vis des parents pour montrer l'efficacité du système à permettre une perception auditive.

4. TROISIÈME RDV ET SUIVANTS

10 jours plus tard, 3 nouveaux programmes pourront être réalisés, celui utilisé lors à l'arrivée étant toujours conservé pour tenir compte d'un éventuel inconfort lors de leur utilisation. Les seuils de réactions seront vérifiés, voir testés et peut être modifiés. Le logiciel de programmation indiquera si les valeurs de quantité de charge demeurent dans les limites de la compliance de l'implant. Dans le cas contraire, le logiciel proposera une conversion de la map avec des valeurs de T et C plus faibles mais avec une largeur d'impulsion plus longue. Chaque électrode pourra être testée individuellement. L'enfant pourra commencer à être conditionné à réaliser un geste quand il entend. Ce conditionnement passe par l'audioprothésiste qui impliquera les parents dans le jeu. Ce jeu consiste à mettre un jeton dans une boîte quand la stimulation est perçue. L'observation de l'enfant, les réactions d'arrêt, des réflexes d'orientation investigation et plusieurs types de conditionnement avec ou sans renforcement peuvent être utilisés en fonction des compétences de l'enfant. Par un jeu de mimiques évocatrices, l'audioprothésiste peut aussi remplacer certains conditionnements le rôle du clown amusant qui met le jeton dans la boîte quand une stimulation efficace de l'implant a été déclenchée. Très rapidement l'enfant associe l'activité du clown à la perception de la stimulation déclenchée par l'audioprothésiste sur une électrode. Lors d'une perception auditive par l'enfant, celui-ci aura une réaction sur son visage montrant qu'il s'attend à ce que 'le clown' mette le jeton dans la boîte. En grandissant l'enfant développera son cortex moteur et pourra imiter le

IMPLANTS COCHLÉAIRES RÉGLAGE DES PROCESSEURS

clown en mettant lui-même le pion dans la boîte lors d'une stimulation efficace. Les parents auront envie de participer au jeu en laissant 'gagner' l'enfant et en le félicitant à chaque bonne réponse.

RENDEZ-VOUS MÉDICAL À 3 MOIS.

Lors de ce rdv de l'enfant avec les différents membres de l'équipe pluridisciplinaire pour l'évaluation de l'efficacité de la démarche thérapeutique, la mesure de téléométrie réalisée initialement au bloc opératoire aura été refaite à distance de l'opération, enfant éveillé sur les genoux d'un des parents. Si les stimulations demeurent acceptables pour l'enfant, ce test permet de vérifier l'amplitude de la réponse neurale pour différentes charges de courant. Chez l'enfant plus grand, il est intéressant de lier l'ampleur de la réponse neurale avec la sensation ressentie. Chez le tout petit, on vérifiera que pour la valeur des C, la réponse neurale est franche.

Le chirurgien ORL fera effectuer une évaluation audiométrique tonale comportementale avec implant(s) cochléaire(s) qui viendra confirmer l'adéquation du réglage pour permettre à l'enfant de détecter des sons de 30 - 35 dB HL en champ libre. L'audioprothésiste se sera assuré par une acoumétrie verbo-tonale à la voix, lors du réglage,

que différents phonèmes émis, de hauteurs différentes et d'intensité différentes déclenchent une réaction de l'enfant.

'Le bon réglage' est donc celui qui permet la convergence de tous les indices - objectifs (téléométrie), comportementaux (réactions aux niveaux T&C), acoumétrie verbo-tonale, audiométrique tonal puis vocal quand l'enfant aura acquis des rudiments de langage - mesurés par les différents acteurs qui accompagnent l'enfant : médecin, audioprothésistes, orthophonistes, parents. En cas de doutes sur le résultat obtenu, le clinicien pourra se référer à des guides de bonne pratique clinique (clinical practice guideline: cochlear implants, 2019) édités par des sociétés savantes (American Academy of Audiology) afin de colliger les niveaux de preuve concernant chacun des paramètres de réglage. Lorsque des preuves directes n'étaient pas disponibles, des preuves indirectes et des pratiques consensuelles ont été prises en compte dans l'élaboration des recommandations. Ces recommandations ne sont pas destinées à servir de norme pour dicter précisément la manière dont les implants cochléaires doivent être programmés mais elles peuvent aider à informer les médecins et les soignants sur ce que les données de la recherche démontrent comme étant les meilleures pratiques actuelles. ■

OTICON | Tinnitus SoundSupport

Offrez une solution personnalisée à vos patients souffrant d'acouphènes

Une nouvelle étude montre que la fonction Tinnitus SoundSupport™ apporte des bénéfices aux utilisateurs d'aides auditives, qu'ils soient débutants ou expérimentés.

47%*
de diminution
de l'impact des
acouphènes avec
les aides auditives
Oticon



Découvrez Oticon Intent,
l'aide auditive équipée de
Tinnitus SoundSupport

* Livre Blanc Oticon, Ducatte (2025). Réduction de l'impact des acouphènes grâce aux aides auditives Oticon équipées de Tinnitus SoundSupport

Oticon Intent est une aide auditive indiquée pour la correction des pertes auditives légères, moyennes, sévères et profondes. Les aides auditives Oticon sont des dispositifs médicaux de classe IIa, remboursés par les organismes d'assurance maladie. Pour un bon usage, lire attentivement le mode d'emploi. Date de mise à jour : Juin 2025

Life-changing technology signifie Des technologies qui changent la vie. Oticon est une marque du groupe Demant.

oticon
life-changing technology

ETIENNE BOO



COMITÉ DE RÉDACTION SCIENTIFIQUE AUDIKA

APPAREILLAGE D'UNE STÉNOSE DU CONDUIT AUDITIF EXTERNE SUR OREILLE UNIQUE

Monsieur K, âgé de 65 ans, est dirigeant d'une société de travaux. Il s'adresse au laboratoire pour un renouvellement d'un intra-auriculaire gauche réalisé 6 ans auparavant chez un autre audioprothésiste. A l'anamnèse, son passé médical reste flou. Selon ses propres termes, « le nerf aurait été coupé à l'oreille gauche suite à une opération », et l'oreille droite n'entendrait plus rien après plusieurs opérations en 1974. Son premier appareillage remonte à 2002, uniquement à gauche.

- Des épisodes de vertiges sont apparus suite aux chirurgies de l'oreille droite durant quelques semaines
- Pas d'acouphènes
- Pas d'antécédent familial.

La voix est marquée avec des troubles de production des consonnes.

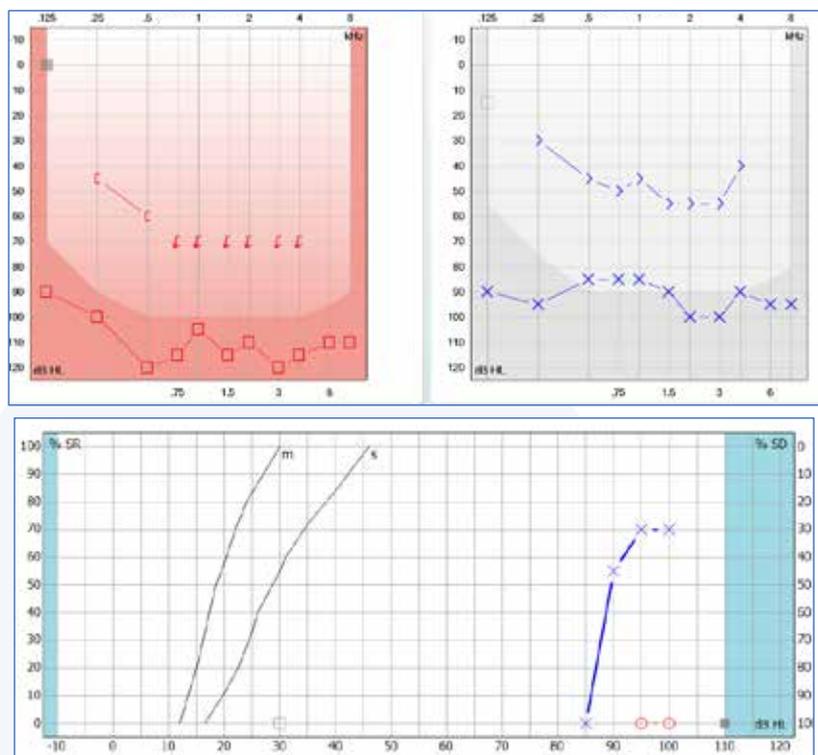
Invité à rechercher davantage d'informations sur son passé otologique, Mr K nous fournit un compte rendu opératoire de 1987 mentionnant une seconde reprise pour cholestéatome au niveau de l'oreille droite ayant entraîné une subcophose, ainsi qu'un méat auditif presque complètement sténosé. Aucune information n'est fournie pour son oreille gauche.

BILAN D'ORIENTATION PROTHÉTIQUE

L'otoscopie de l'oreille gauche montre également une sténose complète à gauche (voir visuel ci-contre).

Devant l'impossibilité de placer des inserts, un premier bilan est réalisé au casque (**Figure 1**).

Figure 1. Audiométrie au casque.



L'audiométrie tonale révèle une surdité mixte sévère à profonde sur l'oreille gauche avec un facteur transmissionnel supérieur à 40 dB.

L'oreille droite présente une surdité profonde de type II mais devant la difficulté de masquage de l'oreille gauche, une cophose n'est pas exclue. Les réponses en conduction osseuse sur les basses fréquences sur cette oreille sont vibratoires et ne doivent pas être considérées comme fiables.

Le Rinne audiométrique est cliniquement crédible avec ses antécédents chirurgicaux. Naturellement, son nerf auditif n'a jamais été sectionné.

L'audiométrie vocale (**Figure 2**) réalisée en listes de Lafon montre une absence d'intelligibilité à droite ainsi qu'une Intelligibilité plafonnant à 70% pour une intensité de 100 dB HL.

Une épreuve vocale dans le bruit au FraMatrix est réalisée qui confirme la gêne extrême rapportée dans le bruit, avec un SRT obtenu pour un RSB de +25,8 sans appareil, et de +19,3 avec l'intra auriculaire, gain non significatif pour une amélioration en milieu bruyant dans ses activités quotidiennes.

Le gain prothétique tonal réalisé avec son ancien intra-auriculaire semble aberrant, entre 45 et 60 dB selon les fréquences. Il apparaît après analyse que la sortie de l'intra vient se positionner directement sur la paroi cartilagineuse de la sténose, en résulte une conduction cartilagineuse, permettant un gain nettement supérieur à celui attendu. Encore plus surprenant, il n'y a aucun Larsen, même à ce niveau de puissance.

M. K. refuse toute solution d'implant en conduction osseuse, par peur de la chirurgie et parce qu'il a toujours été satisfait de son audition avec son intra-auriculaire.

Il demande à rester sur une solution intra-auriculaire en CIC et il s'agira de reproduire un gain au moins identique.

Le choix prothétique se porte sur un nouvel intra auriculaire GN Resound Nexia 9. La prise d'empreinte n'est pas techniquement différente d'une autre (la paroi n'est pas fragile), mais induit la nécessité d'un dialogue spécifique avec le fabricant concernant le positionnement de la sortie de l'écouteur, contre la paroi de la sténose, bien à plat pour éviter toute fuite et un effet Larsen très fréquent dans ce type d'appareillage.

PREMIÈRE ADAPTATION

On cible en première intention un gain semblable à celui de son intra précédent. Le réglage se fait à la chaîne de mesure pour un rendu le plus précis possible. La calibration anti-Larsen montre une marge confortable. Nous décidons de « calquer » pour l'instant le gain sur celui de l'appareil précédent avant d'essayer de l'optimiser en second temps.

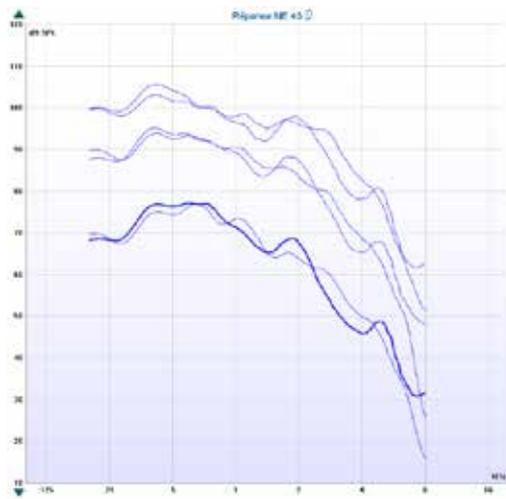


Figure 3. Courbes de réponse ancien vs nouvel intra.

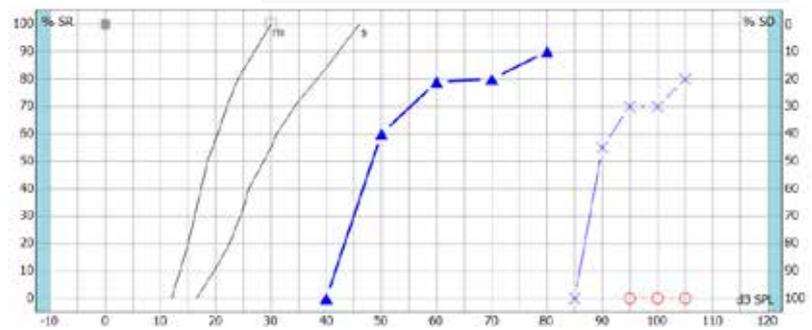
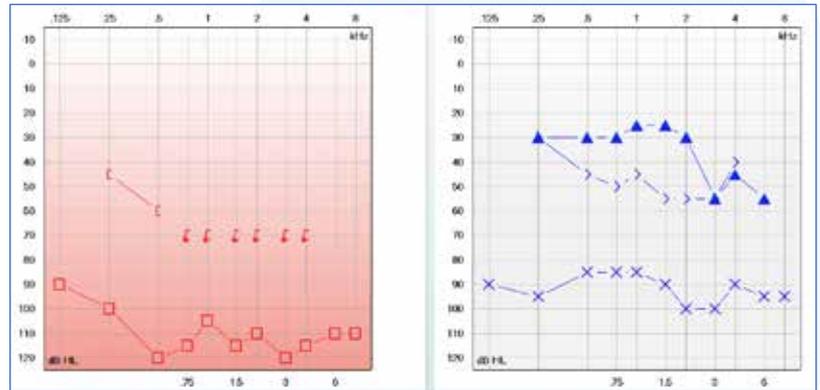


Figure 2. Gain prothétique ancien appareillage.

CONTRÔLE À 15 JOURS

Mr K revient mitigé, avec une sensation d'écoute différente de son ancien intra et un léger effet de Larsen, malgré un gain identique. Le datalogging est de 5 heures par jour avec la remise en place régulière de son ancien intra, appréhendant les moments difficiles. Le bruit du vent reste gênant également. Une modification des traitements de signaux résout ces derniers assez facilement ces derniers soucis.

En parallèle, Mr K avait été adressé à un ORL hospitalier pour un bilan plus approfondi : l'imagerie met en évidence un mince filet de fibrose qui relie la paroi de la sténose au reste d'étrier de l'oreille moyenne, expliquant le gain prothétique impressionnant. De même, il est convenu d'essayer un système CROS par voie osseuse ; Mr K souhaitant exclusivement rester sur de l'intra CIC peu importe les contraintes.

BILAN À 45 JOURS

Mr K revient satisfait et s'est habitué à la nouvelle sonorité de l'intra. Le datalogging est de 14h par jour et il ne porte plus son ancien appareil. Il décrit une amélioration légère mais significative dans le bruit.

Cette sensation clinique est confirmée au FraMatrix qui s'améliore de - 1.1 dB par rapport au score de son ancien appareil (+19,3 dB).

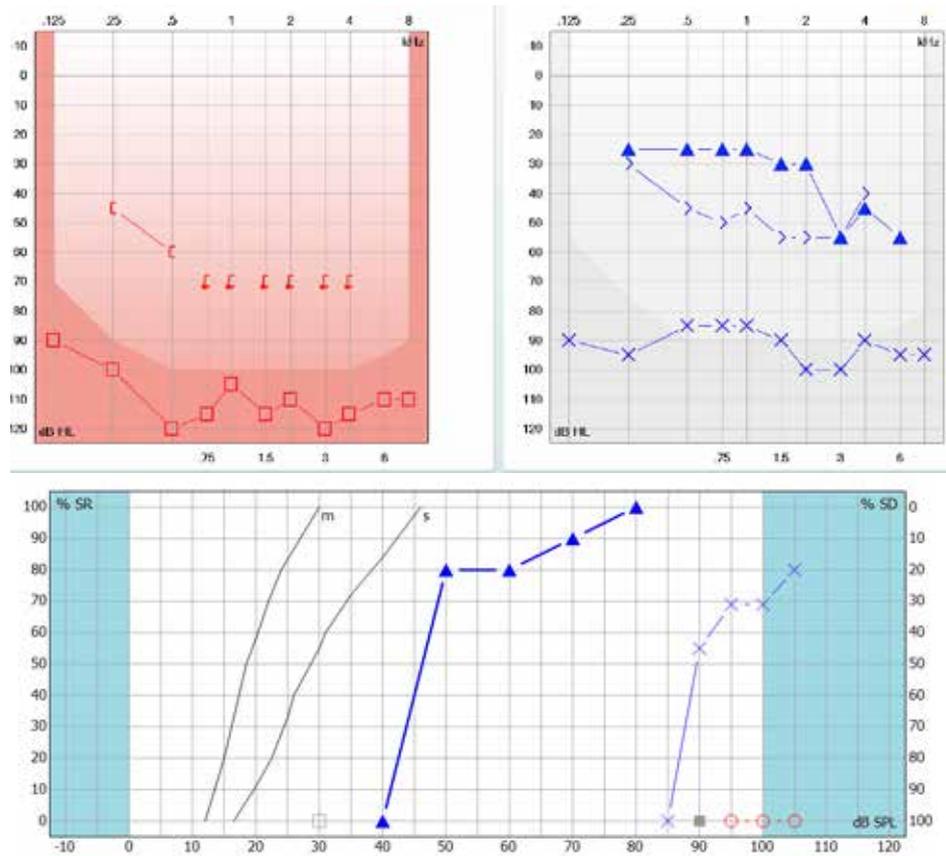


Figure 4.
Gain prothétique
nouvel appareillage.

Le même jour, Mr K va compléter son appareillage avec une Ponto 5 SuperPower (Oticon Medical) sur bandeau souple, du côté droit.

Les tests d'évaluation prothétique sont effectués au Framatrix, avec les tests de Hirsch et Squelch, pour valider un critère d'efficacité et un critère de non nocivité du système CROS. Ainsi :

- Au test dichotique (parole côté CROS) le SRT est à +17 dB.
- Au test dichotique inversé (bruit côté CROS) le SRT est de +22,2 dB CROS allumé et de +22,4 CROS éteint.

Mr K repart à l'essai avec les deux systèmes pour deux semaines.

BILAN À 60 JOURS

Mr K. nous revient avec ses conclusions pour l'essai. Son appareillage aérien lui convient et il décrit une amélioration quotidienne avec, et n'a pas réutilisé son ancien intra. Le gain dans le silence n'est pas significatif en comparaison, ce n'est qu'en présence de bruit qu'il ressent la différence. De même, Mr K décrit une fatigue moins importante en fin de journée (Figure 4).

Concernant le système en CROS osseux, Mr K ne l'a que très peu utilisé. Le port avec bandeau est jugé trop stigmatisant, et la chirurgie est une étape

encore non envisageable. Porté uniquement à son domicile, il n'a pas été exposé aux situations bruyantes. Le système est donc abandonné pour le moment.

CONCLUSION

Ce cas est doublement intéressant, combinant une audiométrie complexe en raison des sténoses bilatérales et un essai d'un appareillage peu conventionnel (cartilagineux et osseux). Comme souvent, les systèmes à conduction osseuse sont abandonnés en raison de l'impact stigmatisant de l'esthétique du bandeau et de la crainte de la chirurgie. Il paraît néanmoins fondamental de toujours le proposer à l'essai pour des premières sensations.

L'usage d'un intra-auriculaire paraît invraisemblable sur ce type de perte mais le résultat est excellent grâce à la conduction cartilagineuse. Il était donc important d'évaluer et de respecter l'appareillage précédent avant de discuter des nouvelles solutions prothétiques.

Avec les gains mesurés, toute discussion concernant l'implant cochléaire est abandonnée. Une surveillance régulière des résultats est mise en place. ■

29^{ème} Enseignement Post-Universitaire en Audioprothèse

28-29 novembre 2025

Centre de congrès • Lyon
50 Quai Charles de Gaulle



COLLÈGE
NATIONAL
D'AUDIOPROTHÈSE

21^{ÈME} COLLOQUE ACFOS

13 ET 14 NOVEMBRE 2025

ESPACE CHARENTON
327 RUE DE CHARENTON
75012 PARIS

Le colloque annuel de l'ACFOS revient les 13 et 14 novembre prochain pour une 21^{ème} édition riche en perspectives et en actualités sur le thème :

« La surdité en 2025 : recherches, accompagnements, nouvelles technologies... Quelles avancées pratiques pour le quotidien »

Deux journées intenses vous attendent, réunissant des expert-e-s de la recherche, de la clinique, de l'éducation et du soin autour des grandes questions liées à la surdité : innovations médicales, nouvelles approches en rééducation, outils numériques, dispositifs d'accompagnement...

Au programme :

Thérapies géniques, implantations précoces, réalité virtuelle, intelligence artificielle, audiométrie automatisée...

Exploration et remédiation des troubles vestibulaires, surdités fonctionnelles, aplasies, accompagnement parental, éducation auditive...

Focus sur les nouvelles pratiques en orthophonie, génétique, audioprothèse, psychopédagogie et démarches administratives.

Témoignages, vidéos, débats...



ORGANISÉ PAR : ACFOS
TÉL: 0620781096
EMAIL: CONTACT@ACFOS.ORG

29^{ÈME} ENSEIGNEMENT POST UNIVERSITAIRE

28 ET 29 NOVEMBRE 2025

CENTRE DE CONGRÈS
50 QUAI CHARLES DE GAULLE
69006 LYON



Le Collège National d'Audioprothèse vous donne rendez-vous à Lyon les 28 & 29 novembre 2025 pour deux journées riches en échanges et en apprentissages autour des évolutions de votre métier !

Au programme de cette 29^{ème} édition de l'Enseignement Post-Universitaire en Audioprothèse :

- Conférences sur les dernières avancées en audioprothèse et la gestion du bruit
- Ateliers animés par les membres du Collège, pour apprendre et échanger de manière pratique, entre pairs en petits groupes
- Symposiums des industriels pour découvrir les technologies et les solutions innovantes du secteur

Afin d'en faciliter l'accès et d'ouvrir cette opportunité au plus grand nombre, tout en maintenant une organisation optimale, les ateliers sont désormais proposés sur pré-inscription payante, directement au moment de votre inscription en ligne.

Au moment de votre inscription, il vous sera proposé de sélectionner les ateliers auxquels vous souhaitez participer (3 maximum par audioprothésiste diplômé).

ORGANISÉ PAR : ANT CONGRÈS
TÉL: 33 (0)4 67 10 92 23
EMAIL: AUDIOEPU@ANT-CONGRES.COM
WWW.AUDIOEPU.COM

28^{ÈMES} ASSISES FACE ET COU

22 AU 24 JANVIER 2026

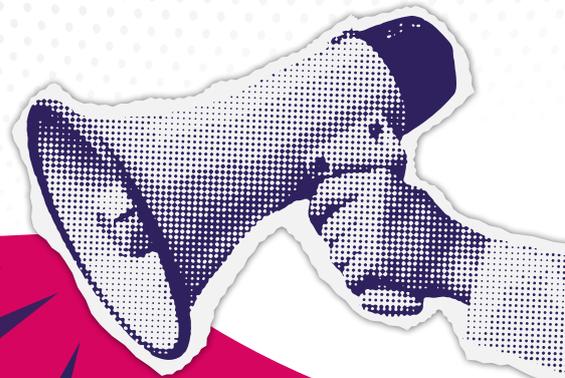
PALAIS DES FESTIVALS
ET DES CONGRÈS DE CANNES,
1 BOULEVARD DE LA CROISSETTE,
06400 CANNES



Les 28^{èmes} Assises Face et Cou se tiendront à Cannes, du 22 au 24 janvier 2026. Les deux premiers jours, les Assises d'audioprothèse s'inscriront au cœur de l'évènement, et réuniront 3 disciplines : audioprothèse, audiologie et implants auditifs.

L'ADN des Assises reste l'échange et l'interaction autour de l'innovation et du partage des bonnes pratiques. Vous aurez ainsi l'occasion de retrouver toutes vos sessions favorites, avec plus de 200 heures d'interventions d'experts sur les différentes pratiques de la profession, tout en découvrant les dernières avancées des industriels dans une ambiance studieuse et conviviale.

Ateliers · Cas pratiques interactifs · Cours intensifs communs ORL/Audioprothèse/Équilibre · Forum Questions Réponses · Masterclass · Sessions vidéos de techniques chirurgicales · Symposia & Workshops sponsor ■



C'EST VOUS QUE NOUS CHERCHONS !

NOTRE VALEUR «INTÉGRITÉ»

L'intégrité est une qualité fondamentale de SoluSons. Honnête et transparent auprès de nos collaborateurs ainsi que de nos patients, SoluSons se veut rassurant et digne de confiance. Garder le sens de l'authenticité au cœur de nos actions permet la pérennité des relations professionnelles et humaines.

HUMANISME

SAVOIR-FAIRE

NOVATEUR

PROXIMITÉ

COLLABORATIF

+ de 60
**CENTRES
AUDITIFS
EN FRANCE**

**RÉPARTIS
DANS
+ de 10
DÉPARTEMENTS**

+ de 100
**EXPERT(E)S
QUALIFIÉ(E)S
& A L'ÉCOUTE**



**CONTACTEZ
NOUS**

Tom Didier
Directeur Général

tom.didier@solusons.fr
06 80 77 53 77

Alexandre Delecourt
Responsable des ventes
et responsable de zone

alexandre.delecourt@solusons.fr
06 50 78 63 88

Motion Charge&Go IX™

Puissant & rechargeable



signia



COMPRÉHENSION

Améliorée des conversations



RECHARGEABLE

Jusqu'à 65 heures d'autonomie*



BLUETOOTH®

Compatible Android & iPhone



N°1 dans les
CONVERSATIONS**

Disponible en
3 puissances : M, P, SP



Chargeur Classique

Chargeur Dry&Clean