Volume 33 - Novembre/Décembre 2020 - Numéro 6



Dossier

La semaine du Son de l'UNESCO Du 18 au 31 janvier 2021 partout en France

www.lasemaineduson.org



Actualités Enseignement



Veille acouphènes

Evolution comparée de la plainte d'acouphène et d'hyperacousie après thérapie sonore (TRT) - Partie 2

Philippe LURQUIN, Morgane VIALA



Métier et Technique

Réorganisation corticale suite à la restauration de la fonction binaurale chez des patients avec une surdité unilatérale

Elsa LEGRIS, Jean-Marie AOUSTIN, David BAKHOS



Veille technique

Les innovations des industriels





3 Les vœux du Président

François Le HER



5 Editorial

Paul AVAN



7 Dossier : La Semaine du Son

- 7 Pré-programme La Semaine du Son
- 10 'Construire la paix dans l'esprit des hommes et des femmes' UNESCO : Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la Science et la Culture

Arnaud COEZ

- **14** La compression de la dynamique sonore et les risques auditifs Christian HUGONNET, Jean José WANÈGUE
- 17 La Semaine du Son de l'Unesco Les Mardis des Bernardins « Le bruit aux pauvres, le silence aux riches ? » Alain BESSE
- 20 Implant cochléaire totalement implantable : MED-EL franchit une nouvelle étape révolutionnaire dans l'innovation technologique Patrick D'HAESE
- 21 Sensorion annonce des données précliniques préliminaires positives pour son programme de thérapie génique dans la déficience en Otoferline
- 24 Comment le cerveau décode-t-il la musique ?
 Boris GOURÉVITCH



32 Métier et Technique

Réorganisation corticale suite à la restauration de la fonction binaurale chez des patients avec une surdité unilatérale Elsa LEGRIS, Jean-Marie AOUSTIN, David BAKHOS



39 Veille acouphènes

Evolution comparée de la plainte d'acouphène et d'hyperacousie après thérapie sonore (TRT) - Partie 2 Philippe LURQUIN, Morgane VIALA



44 Veille technique

Les innovations des industrielsOTICON, RESOUND, SIGNIA, STARKEY, MEDEL



61 Actualités

Enseignement



64 Annonces



Les Cahiers de l'Audition Nov./Déc. 2026 - Vol 33 - N°6

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

Editeur

Collège National d'Audioprothèse Président François LE HER LCA - 20 rue Thérèse 75001 Paris Tél. 01 42 96 87 77 francoisleher@orange.fr

Directeur de la publication et rédacteur

Arnaud COF7 LCA - 20 rue Thérèse 75001 Paris Tél. 01 42 96 87 77 acoez@noos.fr

Rédacteur en chef

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

Conception et réalisation

MBQ Stéphanie BERTET 48 avenue Philippe Auguste 75011 Paris stephanie.bertet@mbg.fr

Abonnements, publicités & annonces

editions-cna@orange.fr

Dépot Légal à date de parution

Novembre/Décembre 2020 Vol. 33 N°6 Imprimé par INORE GROUPE

Le Collège National d'Audioprothèse

Président Président Président

d'honneur d'honneur d'honneur Président Président Secrétaire Général

1er Vice

2^e Vice

Trésorier Général

Trésorier Général adjoint





François LE HER









Matthieu DEL RIO



Christian RENARD





Frank LEFEVRE



Arnaud COEZ

Membres du Collège National d'Audioprothèse







BLANCHET

















Hervé BISCHOFF









.lehan

GUTLEBEN









NAHMANI



Alexandre





ROBIFR





Benoit

ROY



Jean-François

VESSON



Alain

VINFT

.lérôme



Paul-Edouard

WATERI OT





Patrick





Jean-Paul

REMBALID







Daniel







Xavier

DEBRUILLE



DEGÓVE



Jean-Pierre

DUPRET

AUDRY



FI CABACHE



Robert

FAGGIANO

Geneviève





FONTANEZ



NICOT-



Claude

SANGUY

Ronald



THIBAUT

Membres Correspondants étrangers du Collège National d'Audioprothèse



Carlos

MARTINEZ OSORIO



Léon DODELE

Thierry



Bruno LUCARELLI

Juan Martinez



Christoph











étranger associé

2021

François Le Her,

Président du Collège National d'Audioprothèse, l'ensemble des membres de son bureau, toute l'équipe d'ANT et l'équipe des Cahiers de l'audition

vous présentent leurs

meilleurs voeux

INNOVATION

Nouvel univers audiologique

Pourquoi Oticon More[™] a été entraîné avec **12 millions de scènes sonores de la vie réelle ?**



C'est grâce à une technologie novatrice, pour la première fois embarquée dans une aide auditive : le Réseau Neuronal Profond (RNP).

Le RNP s'inspire du cerveau et comme lui il peut apprendre. A partir de millions de scènes sonores, nous avons appris à notre RNP à traiter les scènes sonores de manière à ce que celles-ci correspondent à ce qui est nécessaire pour que le cerveau fonctionne naturellement.

Ainsi, avec **PLUS de précision et de contraste**, Oticon More **donne PLUS au cerveau** ce qui lui permet d'avoir accès à tous les sons pertinents. Et en le faisant de manière **PLUS équilibrée et holistique**, cela soutient le travail du cerveau.

En savoir plus sur oticon.fr/professionals/more





Life-changing technology signifie Des technologies qui changent la vie. Prodition S.A.S., Parc des Barbanniers, 3 allée des Barbanniers, 92635 GENNEVILLIERS CEDEX SIREN 301 689 790 R.C.S. NANTERRE

Editorial



Paul AVAI

association « La Semaine du Son » en est à organiser la 18ème édition annuelle de la Semaine du Son, devenue il y a quelques années « Semaine du Son de l'UNESCO ». Animée en mode turbo par son charismatique Président Christian Hugonnet, cette association a recueilli le soutien de très nombreux partenaires à travers le monde, en plus du patronage de l'UNESCO. Le Collège National d'Audioprothèse en fait partie. Aux Cahiers de l'Audition, nous sommes fiers de pouvoir produire un dossier qui aborde plusieurs aspects importants auxquels la Semaine du Son a su donner l'écho qu'ils méritent.

Le son a de nombreuses dimensions, médicales et paramédicales mais aussi humanistes, culturelles, sociétales, politiques, industrielles, financières... Arnaud Coez nous rappelle très utilement les engagements de l'UNESCO, une instance qui compte plus de 190 états membres, de la France depuis le début en 1946 à la Palestine et au Sud-Soudan en 2011. Un des thèmes qui inquiète la communauté des spécialistes de sonorisation musicale est la compression, et Christian Hugonnet et Jean-José Wanègue nous expliquent les enjeux de cette technique, ses mésusages et ses risques pour la santé auditive. La pandémie Covid et la problématique des vaccins nous l'a rappelé, il y a une santé pour les riches et une santé pour les pauvres... De manière plus impalpable mais non moins impactante, le son est aussi un élément clivant qui s'aggrave, Alain Besse nous dit pourquoi et comment. L'OMS prévoit que le bruit va menacer l'audition d'un milliard de personnes en 2050, et pas parmi les riches.

La technologie vient au secours des personnes atteintes de surdité, et les pays moins développés ont commencé à y avoir accès. Il est clair qu'un implant totalement implantable comme celui de MEDEL que Patrick d'Haese nous décrit ouvre une voie vers une vie plus simple pour les patients. Implant, mais aussi thérapies authentiques, et sous la plume de Nawal Ouzren, Sensorion nous explique comment avance son projet de thérapie génique de la surdité liée à l'otoferline, mené notamment avec l'Institut de l'Audition et l'Institut Pasteur.

Tout cela pour quoi, au final? Pour profiter le plus possible du son sous l'une de ses formes agréables, et la musique en est la plus universelle. Elle est si importante pour notre vie, depuis la nuit des temps, que le cerveau a évolué pour développer des modules de traitement spécifiques. Boris Gourévitch nous offre une synthèse très complète en terme d'interprétation biologique de l'écoute musicale. Parrainée par des musiciens de grand renom, la 18ème Semaine du Son va bientôt débuter, nous y donnons rendez-vous au plus grand nombre possible de lecteurs, pour les perspectives qu'elle ouvre entre le Monde de la santé et celui de la culture.

Les Cahiers de l'Audition Nov./Déc. 2020 - Vol 33 - N°6

Pour l'entendant le suite autre oreille **DU 18 AU 31 JANVIER 2021 PARTOUT EN FRANCE** LASEMAINE 18° ÉDITION DUSON www.lasemaineduson.org

Le Collège National d'Audioprothèse, partenaire de « La Semaine du Son de l'UNESCO»



Pré-programme < 18^e édition de la Semaine du Son







La marraine Natalie DESSAY





Pré-programme de la 18º édition de la Semaine du Son

Toutes les soirées seront diffusées en ligne sur le webTV de La Semaine du Son.

SOIRÉE D'OUVERTURE

LUNDI 18 JANVIER À 19H SALLE I DE L'UNESCO

Ouverture de la $18^{\rm e}$ édition de La Semaine du Son de l'UNESCO

Discours d'ouverture :

Audrey AZOULAY, Directrice générale de l'UNESCO (sous réserve)

S. Exc. Mme Véronique ROGER-LACAN, Ambassadrice, déléguée permanente de la France auprès de l'UNESCO

S. Exc. Mme Sahar BAASSIRI, Ambassadrice, déléguée permanente du Liban auprès de l'UNESCO

Dr Shelly CHADHA, Responsable du programme de la prévention de la surdité et de la déficience auditive à l'OMS Natalie DESSAY, chanteuse, marraine de la $18^{\rm e}$ édition

Carte blanche à Natalie DESSAY Jean-Philippe COLLARD NEVEN, piano LES ITINÉRANTES, trio vocal a capella

ENVIRONNEMENT & SOCIÉTÉ

MARDI 19 JANVIER DE 15H À 17H SALLE CHARLOTTE PERRIAND, ENSCI LES ATELIERS

Design acoustique des nouveaux espaces de travail Les nouveaux espaces de travail questionnent notre expérience sonore.

Après les bureaux, les plateaux et les open spaces où des solutions et des normes permettent de réduire les nuisances sonores, une nouvelle typologie d'espaces semble se profiler. Flexibles, adaptatifs, multimodaux, fablabs ou télétravail, le travail prend des formes nouvelles. L'aménagement intérieur, le mobilier, la conception et l'analyse acoustique, les modes opératoires et de décision vont être amenés à s'adapter.

Quelle expérience sonore vivons et vivrons-nous dans ces situations ?

Chercheurs, designers, fabricants de produits acoustique et mobilier, aménageurs, mettront en regard leurs approches respectives et se projetteront ensemble dans des possibles probables.

La Chaire de recherche [S'entendre : Expérience sonore des espaces partagés], au sein du Centre de Recherche en Design (CRD), fondé par l'ENSCi les Ateliers et l'Ecole Normale Supérieure Paris-Saclay, en relation avec les équipes d'un partenaire industriel, le Groupe CLen. « S'entendre » rassemble une équipe de chercheurs en design, design sonore, acoustique et architecture. Son projet est de construire et développer de nouvelles approches interdisciplinaires, des outils et des méthodes qui pourraient permettre de faire progresser notre expérience des espaces partagés, pour que chacun devienne responsable et acteur de son environnement sonore de travail.

ENVIRONNEMENT ET SOCIETE

MARDI 19 JANVIER À 19H SALLE II DE L'UNESCO

Son et comportement

Moyen d'accès à la réflexion ou source de gêne et de traumatisme, quelles sont les facettes multiples du sonore et leur impact sur notre comportement ?

Table ronde en présence de Ibrahim MAALOUF :

« Il est très rare que l'on évoque les blessures sonores en tant que traumatisme. J'aimerais mettre en valeur la complexité du sujet. »

PÉDAGOGIE

MERCREDI 20 JANVIER À 13H30 LA FÉMIS

Forum des Formations Supérieures aux Métiers du Son

Le rendez-vous des étudiants et lycéens qui souhaitent choisir le son comme métier.

Ce Forum, soutenu par le Ministère de l'Éducation Nationale, de la Jeunesse et des Sports, réunira plus de vingt Formations Supérieures aux Métiers du Son, ainsi que neuf Écoles d'Audioprothèse.

SANTÉ

MERCREDI 20 JANVIER À 18H MINISTÈRE DE LA SANTÉ OU SALLE II DE L'UNESCO

La réforme « 100% santé audioprothèse » et 4 projets menés dans le domaine de la santé auditive

Ouverture par Olivier VÉRAN, ministre des Solidarités et de la Santé (sous réserve)

Sous le parrainage et en présence du docteur Shelly CHADHA, responsable du programme de la prévention de la surdité et de la déficience auditive à l'OMS.

« Lancement National de la réforme 100% santé audioprothèse »

Lionel COLLET, Conseiller d'état

Franck VON LENNEP, Directeur général de la Sécurité Sociale (sous réserve)

Pr Bernard FRAYSSE, Président de la Société Mondiale d'ORL

Étude expérimentale « Danger pour l'audition de la musique compressée »

Par le Pr Paul AVAN, Directeur du Centre de recherche et d'Innovation en audiologie humaine à l'Institut de l'Audition

• Dispositif audiovisuel « compréhension du sonore »

En partenariat avec les sociétés Starkey et Yamaha, et le Collège National des Audioprothésistes

Par Arnaud COEZ, Audioprothésiste et administrateur de La Semaine du Son

Les avancées médicales dans le traitement des maladies de l'oreille interne

Par Nawal OUZREN, Directrice générale du laboratoire Sensorion

 Première chirurgie en Europe d'un implant cochléaire totalement implantable (TICI)

Par le Pr Philippe LEFEBVRE, Chef de service département ORL du CHU de Liège

et Michel BELIAEFF, Directeur de MED-EL France INDUSTRIE par Ircam Amplify

JEUDI 21 JANVIER de 12H à 18H En ligne sur inscription

Premier forum consacré aux pouvoirs du son dans l'industrie, Expériences sonores, échanges, grands témoins pour décrypter les défis sonores dans l'industrie de demain

ENVIRONNEMENT SONORE

JEUDI 21 JANVIER À 19H SALLE II DE L'UNESCO

Penser le son des villes - Passé, présent, futur

• Remise des Prix du concours « 2068, Place au Son! »

En présence du jury du concours

Christian HUGONNET, Président de La Semaine du Son, et Nadine SCHÜTZ, Architecte

Jiang KANG, Professeur acousticien, et Frédéric FRADET, Plasticien, Structures sonores Baschet

Gilles PATÉ, Maître de conférence et vidéaste et Nicolas MISDARIIS, Chercheur en design sonore, IRCAM.

Laurence BOUCKAERT, Compositrice et Nicolas LOUNIS, Acousticien, AGNA ACOUSTIQUE.

Cécile REGNAULT, Professeure et conceptrice sonore et Franck FAUCHEUX, Ingénieur-architecte, EIFFAGE.

Projet d'aménagement de la place de la Gare de Courbevoie En présence de Jacques KOSSOWSKI, Maire de Courbevoie (sous réserve)

 Remise du « Trophée des Villes Sonnantes » de l'année 2020
 En présence du maire de la ville lauréate et d'Eric Sutter, président de la Société Française de Campanologie

RELATION IMAGE ET SON

VENDREDI 22 JANVIER À 14H SALLE II DE L'UNESCO

Concours « Quand le Son Crée l'Image! »

Les participants ont été invités à imaginer un court métrage à partir d'une bande son originale, proposée cette année par le compositeur de musiques de films, Philippe ROMBI.

• Remise des prix aux lauréats:

- Concours international, ouvert aux professionnels du cinéma, étudiants de cinéma et amateurs à partir de 18 ans, dans tous les pays du monde
- Concours scolaires, ouvert aux écoles 24 académies françaises, en partenariat avec la DGESCO
- Concours international scolaire à destination des écoles internationales

En présence de tous les membres des jurys et du compositeur Philippe ROMBI (sous réserve)

• Lancement du concours 2021-2022

En présence du compositeur Gabriel YARED

VENDREDI 22 JANVIER À 19H MINISTÈRE DE LA CULTURE ou Salle XII de l'UNESCO

Soirée audiodescription

Quelle est l'expérience sonore d'un spectateur malvoyant ? Les avancées de l'audiodescription.

Soirée initiée et animée par Janine LANGLOIS-GLANDIER, Présidente du Forum Médias Mobiles.



EXPRESSION MUSICALE ET PÉDAGOGIE

DIMANCHE 24 JANVIER À 15 H SALLE II DE L'UNESCO ou THÉÂTRE DU CHÂTELET, en fonction de l'évolution de la crise sanitaire

Proiet « Orchestres Adultes Amateurs »

Valorisons l'accès à une pratique instrumentale.

La pratique musicale est un vecteur d'émotion et d'épanouissement.

Le projet a pour but de soutenir et développer au niveau national les ensembles musicaux d'adultes amateurs (symphoniques, harmoniques, musique de chambre, etc.), en liaison avec les municipalités.

Concert d'ensemble musical adulte amateur.

Table ronde modéré par Christian HUGONNET, en présence :

Ibrahim MAALOUF, trompettiste, parrain de cette édition Catherine MORIN DESSAILLY, Sénatrice de La Seine Maritime Valérie PHILIPPIN, Chanteuse, autrice, compositrice Yefren CARRERA, Chef d'orchestre, Passeurs d'Art Jean-Louis VICART, Ex-directeur de la Maison des Pratiques Amateurs

Christophe POTET, Pianiste

Concert de l'ensemble Coeur des Flûtes, dirigé par Frédéric Colledani, accompagné de Christophe Potet, au pianodu Coeur des Flûtes.

Coeur de Flûtes est constitué de musiciens amateurs passionnés, qui proposent des prestations afin de promouvoir la flûte traversière dans la région lle-de-France.

Il a été créé en 2005 à l'initiative de Pierre Lambert, flûtisteconcertiste et ancien professeur au sein du Conservatoire de Massy (Essonne), et est soutenu par la ville de Massy. Ce sont des musiciens amateurs, lycéens, en études supérieures ou dans la vie active. L'ensemble comprend à ce jour une quinzaine de flûtistes. D'autres instruments viennent occasionnellement enrichir l'ensemble, tels que le piano, le guzheng (cithare chinoise), la guitare... que ce soit en soliste ou en tant que membre de la formation.

Ibrahim MAALOUF les rejoindra le temps d'un morceau avant que d'entamer un live avec François DELPORTE, en clôture de La 18e Semaine du Son de l'UNESCO.

Du 18 janvier au 24 janvier à Paris et jusqu'au 31 janvier partout en France



REJOIGNEZ LE RÉSEAU AUDILAB

affichent de façon objective la prise en charge

optimale des patients.

02 47 64 64 20 recrutement.audio@audilab.fr

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



favoriser le partage des expériences et la montée

en compétences par des sessions de formation.







cœur de métier.



leur permettant de se concentrer sur leur

'Construire la paix dans l'esprit des hommes et des femmes' UNESCO: Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la Science et la Culture

Arnaud COEZ, Membre du Collège National d'Audioprothèse

Nous vivons dans un monde sonore mais quelle conscience en avons nous ?

En adoptant la résolution 39C/49 (https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000259172_fre), l'UNESCO promeut les bonnes pratiques du son dans le monde actuel (encadré 2 : https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247952_fre). Ainsi nous pouvons lire sur le site internet de l'UNESCO:

'Le son est important, il touche tous les âges et imprègne les dimensions économique, environnementale, sociale, médicale, industrielle et culturelle. Il contribue à notre comportement individuel et collectif, en aidant à façonner les relations que nous formons avec les autres. L'UNESCO est l'institution la mieux placée pour traiter les problèmes liés au SON, notamment ceux concernant l'environnement sonore; la santé; la technologie d'enregistrement sonore, de reproduction et de conservation du son; la relation entre image et son; et l'expression musicale et sonore. Dans le cadre de son engagement à édifier des sociétés durables, l'UNESCO sensibilise les Etats membres aux meilleures pratiques en matière de son et dans tous les domaines de la vie; afin de renforcer notre capacité de coexister pacifiquement (https://fr.unesco.org/commemorations/weekofsound).

Le son, qui pouvait apparaitre comme un sujet trivial apparait être une composante essentielle de nos vies. Effectivement très peu de réflexions sont engagées sur notre environnement sonore quand une nouvelle activité humaine se développe. Il est implicitement pensé que la modification du paysage sonore est la conséquence à subir et à supporter d'un nouveau mode de vie plus 'moderne'.

Par ailleurs, les audioprothésistes qui s'attèlent à restituer l'audition aux déficients de l'ouïe, connaissent bien les difficultés rencontrées pour redonner une qualité d'écoute sonore. Si la compréhension du langage oral dans des milieux calmes et bruyants est souvent l'objectif premier de l'appareillage auditif, car estimé être un critère de mesure de l'efficacité de l'appareillage auditif, la qualité du son perçu demeure également un objectif essentiel pour assurer un port régulier et journalier des appareils auditifs.

Les audioprothésistes par leur répartition homogène sur l'ensemble du territoire national sont les professionnels les plus nombreux ayant des connaissances en acoustique et qui sont très accessibles par la population française.

Or, aujourd'hui, l'UNESCO considère qu'il est temps de faire entrer le son dans nos vies. Pour que le silence ne soit pas réservé aux riches (et aux sachants) et le bruit aux pauvres (et aux ignorants), selon la titre consacré de la conférence donnée aux Collèges des Bernardins lors de la Semaine du Son de l'UNESCO de 2020 (voir article d'Alain Besse dans ce numéro), il a été retenu une action d'éducation pour la Santé, qui consiste à rendre la notion de 'décibel' (dB) aussi

accessible que la notion de 'degré Celsius' (°C) (https://www.lasemaineduson.org/IMG/pdf/charte_francais.pdf).

Effectivement, qui sait que 'la température Celsius est définie comme étant la température thermodynamique en kelvins, moins 273,15 °K, afin que zéro soit la température de solidification de l'eau' (https://fr.wikipedia.org/wiki/Degré_Celsius).

Par contre, le plus grand nombre d'entre nous arrive à ressentir la sensation annoncée de l'air à 20°C ou à 16°C à la descente de l'avion ou à l'intérieur d'un appartement. Les conséquences en terme d'habillement seront très certainement différentes. Dans un cas le T-shirt suffira dans l'autre cas un pull ou un sweat shirt seront très certainement mieux vécus.

Lors de la location d'une villégiature, les caractéristiques sonores du lieu sont rarement indiquées. Un logement qui afficherait 50 dB (A) de bruit de fond serait il moins recommandable qu'un logement qui afficherait un bruit de fond de 60 dB (A) ? Par ailleurs, les objets d'électro-ménager, de bricolage, de jardinage, mobiles (voitures, motos...) affichent une valeur de niveau sonore en dB (A). Mais un sèche linge qui émet à 40 dB (A) est il silencieux ? ou bruyant? L'enjeu pour que ces affichages aient du sens est que cela corresponde à une sensation vécue, rencontrée, ressentie comme agréable ou désagréable. Si un voyagiste vous propose une destination où la température affichée est de 40°C, en fonction de votre goût pour des climats chauds, tempérés ou froids il vous est possible de choisir d'y aller ou pas. Si un vendeur vous explique que votre tondeuse électrique émet 60 dB (A), est ce que cela signifie qu'elle est silencieuse ? Cela reste bien souvent énigmatique pour le plus grand nombre.

Autant une ambiance de travail ne doit pas dépasser 80 dB (A) pendant 1 heure, ne sommes nous pas soumis à une ambiance sonore bien supérieure sur un vol moyen ou long courrier ? Est ce que la conscience de cet état de fait permettrait d'améliorer l'acoustique des aéronefs ? de proposer des kits casques anti-bruits actifs qui amélioreraient le rapport signal sur bruit et donc le confort des passagers ? Les passagers sortiraient-ils moins fatigués et abrutis de leur périple ? très certainement.

Le choix du siège ne se ferait plus uniquement sur le critère prix/'espace disponible' mais aussi qualité sonore du siège évitant au passager d'être soumis à des conditions de transport inconfortables et stressantes.

Ainsi, pour qu'un affichage du nombre de décibels dans les espaces de vie communs (sur les enseignes de pharmacie, des audioprothésistes, sur les mobiliers urbains...) puissent avoir une réelle valeur informative aussi grande que l'affichage de la température en degrés Celsius, cela requiert une meilleure connaissance de l'échelle sonore exprimée en décibels A (dB(A)).



Par ailleurs, les audioprothésistes sur le terrain constatent tous les jours que leurs patients possèdent un Smartphone et en sont des utilisateurs acharnés. Effectivement, la possibilité de connecter les appareils auditifs au Smartphone afin qu'ils en soient les écouteurs est de plus en plus appréciée des malentendants appareillés.

Ces mêmes patients sont capables de télécharger des applications pour mieux interagir avec leurs appareils auditifs. Il est donc devenu usuel et simple pour la plupart d'entre nous de télécharger une application. L'audioprothésiste est habitué à accompagner les patients les plus technophobes dans cette démarche et il lui serait très facile de proposer aux utilisateurs de Smartphone de les aider à télécharger un autre type d'application, par exemple de type sonomètrique. Ainsi l'utilisateur de smart phone aura-t-il accès à l'application 'météo', 'boussole', 'loupe', 'mes appareils auditifs', réservations en ligne en tout genre ET, donc sonomètre.

L'audioprothésiste semble l'acteur désigné pour cette mission d'éducation pour la Santé. Le collège national d'audioprothèse (CNA) recommande très fortement à la profession de s'engager dans ces réunions publiques d'information sur le sonore en partenariat avec l'association des maires de France à l'aide d'un support qui sera fourni par l'association 'la semaine du son de l'UNESCO'.

Un diaporama est mis à la disposition des audioprothésistes qui souhaiteraient participer afin d'animer une réunion publique au cours de laquelle l'objectif est que les participants puisse s'amuser à mesurer dans ambiances sonores qu'ils aiment, qu'ils aimeraient faire découvrir, qu'ils aimeraient conserver, peut être transmettre aux générations futures ou à contrario pouvoir réagir efficacement et utilement s'ils se sentent agressés par des environnements sonores.

Nous proposons au cours de ce diaporama une prise de conscience de ce qu'est le silence. Une astuce pour pouvoir le faire est de faire écouter un mouvement de l'œuvre '4 minutes 33' du compositeur John Cage interprété en 1952 par le pianiste David Tudor et que l'on peut télécharger très facilement à l'adresse suivante :

https://www.youtube.com/watch?v=JTEFKFiXSx4

Le silence apparaitra comme un élément essentiel de la musique mais surtout permettra de faire prendre conscience qu'il est très difficile à obtenir. L'auditeur prendra conscience que le silence n'est pas rien, car nous ne vivons pas dans le vide. Le silence recouvrera la définition donnée par les moines cisterciens : 'faire silence' c'est 'se taire'. Le jeu consistera dans une salle de réunion publique aussi calme que possible (mise à disposition par l'association des maires de France), que les participants puissent indiquer la valeur en dB (A) de cette atmosphère dans laquelle tout le monde se tait (lors de l'écoute de 4 minutes 33). Nous savons tous l'hétérogénéité des réponses que cette simple question va induire.

Le seul moyen de mettre tout le monde d'accord est alors de faire télécharger par les participants une application sonomètrique. Différentes applications existent qui ont pu être recensées dans un dossier pédagogique pour faciliter l'interdisciplinarité au collège (https://www.bruit.fr/images/stories/pdf/dossier-le-son-le-bruit-pistes-pour-actions-CIDB-2017.pdf). Nous proposons d'utiliser l'application 'Sound Level Analyzer lite'®. Cette application est gratuite dans sa version de base, téléchargeable sous ios ® et sous android ® d'une ergonomie simple avec un affichage numérique. Pour le moment, l'organisation mondiale de la santé (OMS) ne préconise pas d'application sonomètrique. Nous tenterons d'inciter l'OMS à adopter une application de mesure sonore tout comme elle a pu conseiller une application de repérage auditif tel que 'Höra'®.

L'enjeu à ce stade est que chaque participant ait déjà téléchargé cette application ou connaisse son code pour télécharger une

application sur le store ou soit aidé par l'audioprothésiste ou par d'autres participants aguerris. Le temps nécessaire à la réalisation de cette étape ne doit pas être sous estimée et une information lors de l'invitation à cette réunion peut mettre l'accent sur le fait d'apporter son Smartphone, d'avoir préalablement téléchargé l'application SLA lite, à défaut de se munir de son code de 'store' afin de pouvoir le faire le jour de la réunion publique.

Cette étape franchie, différentes ambiances sonores pourraient être mesurées. Le plus simple est assurément d'utiliser la voix de chacun. La voix de l'audioprothésiste animateur permettra de faire entendre à quel niveau sonore correspond une voix chuchotée, une voix faible, une voix moyenne, une voix forte.

L'objectif de cette étape est de donner aux participants des repères de niveaux d'intensité sonore. Les qualités d'acteur de l'audioprothésiste seront mises à contribution.

Dans un deuxième temps, il sera demandé aux participants d'imiter leur mentor, de poser leur voix, chacun leur tour, afin de produire un niveau de voix faible, moyen, fort.

Maintenant que chacun maitrise mieux le niveau de sa voix, si nous chantions ? (pourquoi ne pas organiser un mini-sondage pour connaître le nombre de musiciens amateurs dans le public).

Au clair de la lune avec 1 voix, puis 2 voix puis 4 voix puis 8 voix puis 16 voix avec un passage de 60 dB à 60+3+3+3+3 à 72 dB! Sacré leçon d'arithmétique, non ?

L'objectif est de montrer que si nous sommes plusieurs à parler à un niveau de voix moyen, l'ensemble constitue un niveau de voix forte.

L'étape suivante est donc de faire découvrir l'effet de masque.

Ce qui était acceptable dans le silence pour percevoir quelqu'un qui chuchotait devient inacceptable quand 16 personnes pensent parler à un niveau 'acceptable' (en imaginant qu'elles n'augmentent pas en plus le niveau de leur propre voix).

Conscience de soi. Conscience des autres.

A ce stade de communication, l'auditoire doit avoir pris conscience qu'il est responsable du monde sonore dans lequel nous évoluons. Cette connaissance de soi (le connais toi toi-même prôné par Socrate) doit favoriser le 'vivre en bonne intelligence avec les autres' et d'atteindre un des objectifs fixé par l'UNESCO : aux meilleures pratiques en matière de son et dans tous les domaines de la vie; afin de renforcer notre capacité de coexister pacifiquement

Conscience de notre environnement.

Ce chapitre pourra très certainement faire l'objet d'une deuxième réunion publique. Néanmoins, toujours avec 'nos smartphones', il peut être judicieux d'inciter les participants à pratiquer des enregistrements sonores ou audio-visuels de scènes auditives, qu'ils aiment, qu'ils aimeraient faire découvrir, qu'ils aimeraient préserver, qu'ils aimeraient modifier. Une période comme le confinement a permis à certains organismes tels que 'aCousson4' (https://sites.google.com/site/acousson4/) de proposer de réaliser ce type d'enregistrement d'une période exceptionnelle, qui a modifié profondément le paysage sonore de nos villes et des lieux d'activités humaines. L'écoute de cet autre monde possible est très certainement un moyen de prendre conscience du patrimoine sonore des villes. Cette notion de paysage sonore est fort bien décrit par C Regnault (https://journals.openedition.org/paysage/7362).





Charte de La Semaine du Son (*)

L'association La Semaine du Son a pour but d'amener chaque être humain à prendre conscience que le sonore est un élément d'équilibre personnel fondamental dans sa relation aux autres et au monde, dans ses dimensions environnementale et sociétale, médicale, économique, industrielle et culturelle. Elle considère le sonore comme une porte d'accès au monde.

La santé, l'environnement sonore, les techniques d'enregistrement et de diffusion sonore, la relation image et son ainsi que l'expression musicale et sonore constituent les cinq principaux secteurs d'activités concernés.

Les limites de la perception auditive ne sont pas extensibles en niveau, compte tenu des capacités humaines d'écoute. L'oreille ne disposant pas de paupière, l'être humain écoute sans cesse un monde qui recourt de plus en plus à la sonorisation, à l'auditovisuel et à l'écoute de proximité, à des niveaux sonores de plus en plus élevés, evapeut et de mairise continue. ouvent et de manière continue

- Informer, dès la scolarisation, des risques de dégradation accélérée de l'oute consécutive à une écoute à fort niveau, trop longue et trop souvent répétée.
 Informer des conséquences émantaiques de toute altération accidentelle de l'audition, que celle-ci s'accompagne ou pas de l'acouphène ou de l'hyperacousie: isolement, dépression, difficulté ou incapacité à s'intégrer dans le
- monde du travail.

 Connaître l'impact du bruit non désiré sur le stress, sur la pression artérielle, sur le sommeil et la concentration.

 Réaliser systématiquement des tests auditifs chez les nouveau-nés puis tout au long de la vie. Une bonne audition et une bonne compréhension sont des conditions nécessaires à l'acquisition des apprentissages fondamentaux et à l'insertion dans le milieu familial et social.

 Encourager le port de l'aide auditive.

 Soutenir la recherche scientifique en matière de physiologie, de perception auditive et d'aide auditive.

L'environnement sonore est une composante essentielle de notre équilibre car il conditionne notre comportement personnel et collectif. Limiter les muisances sonores, concevoir des atmosphères à écouter, maîtriser l'acoustique des espaces, conforter la diversité des acteurs sonores sont les conditions aujourd'hui du mieux vivre ensemble. Partout dans le monde, la densification des milieux et l'intensification de l'urbanisation fond et l'espace sonore un sujet de préoccupation des professionnels et des citoyens acteurs de la transformation de leurs lieux de vie.

- endre à écouter l'environnement afin d'en maîtriser les effets : concentration, quiétude, violence
- Apprendre à écouter l'environnement afin d'en maîtriser les effets : concentration, quiétude, violence...
 Faire connaître l'échelle des niveaux sonores, à l'instar du degré Celsius pour la température.
 Promouvoir les compétences en acoustique afin d'intégrer le confort sonore dans la conception et dans la construction de l'habitat individuel et collectif, et des infrastructures urbaines.
 Intégrer les données acoustiques et sonores dans les documents d'urbanisme (plan de déplacements, plans locaux d'urbanisation, zones calmes...).
 Faire une priorité sociétale du traitement acoustique des lieux publics, notamment des écoles.
 Développer la réalisation de cartographies sonores des villes.
 Créer des observatoires sonores des territoires qui soient à la fois des lieux de mémoire et de création de l'identité sonore des paysages de demain.
 Favoriser les industries innovantes dédiées à la qualité de notre environnement sonore.

A cet égard, certaines villes proposent en temps 'normal', des Parcours touristiques sonores. Le patrimoine sonore peut devenir une source d'un développement touristique et économique durable. L'écologie sonore est à ce jour trop mésestimée. Ce type d'action peut aider à sa mise en œuvre politique en permettant aux citoyens français de s'en saisir. Une animation peut consister à donner à regarder un paysage que les participants jugeront paradisiaque (Il peut être demandé dans un jeu de paysage de définir avec les participants celui qui leur semble le plus apaisant). Nous avons tous vécu ce moment de délectation de redécouverte de notre environnement naturel. Il est proposé de rompre cette immersion par différents sons pollueurs de plus en plus nombreux : personne au téléphone, voix, musique techno, bruit moteur,... puis suppression des bandes du plus bruyant au moins sonore. Trois enceintes Yamaha seront mises à disposition pour les audioprothésistes souhaitant animer ce type de présentation.

L'environnement sonore est modifiable quand il y a un projet politique. C'est le cas de la ville de Courbevoie qui a décidé de donner une importance particulière dans le cadre du ré-aménagement de la place de la gare. Le semaine du son de l'Unesco y est associée.

Conscience de notre audition dont dépend la perception de notre environnement.

La représentation du monde dépend de la perception que nous en avons.

Il peut être donné à écouter à l'auditoire des sons de différentes fréquences (balayage des fréquences de 250 Hz à 20 kHz) à une même intensité (40 dB). Il est pertinent de demander à l'auditoire de lever la main dès qu'ils entendent un son. La prise de conscience de la qualité d'audition sur le plan fréquentiel est alors assez immédiate. Pour ceux qui aimeraient aller plus loin dans la démarche pourraient télécharger l'application 'Höra' ® mais le repérage des pertes d'audition n'est pas l'objet de cette présentation.

Ces prises de conscience permettent de faire évoluer nos cadres de vie. Ainsi de plus en plus de municipalités sont engagées dans des projets urbains qui repensent le sonore. Par exemple, la semaine du son est associée à l'aménagement de la place de la gare de Courbevoie afin de la rendre plus accueillante acoustiquement. Des architectes, des acousticiens apprennent à travailler ensemble.

Ces projets sont d'une importance capitale en Santé Publique. Effectivement la non prise en compte du sonore est un risque de diminuer la qualité de vie des habitants, d'augmenter des stress divers, de diminuer la qualité du sommeil, qui dans nos environnements urbains une source de diminution de l'espérance de vie qui a un cout bien supérieur au traitement acoustique. Le premier traitement acoustique est d'être conscient des intensités sonores produites afin de mieux les maitriser. Chaque citoyen en est responsable et peut s'approprier la notion de décibel afin de créer l'environnement dans lequel il souhaite vivre et léguer aux générations futures.

LA SEMAINE DU SON

3. Les techniques d'enregistrement et de diffusion sonore

Les techniques électroacoustiques de diffusion sonore se sont introduites dans nos vies et nous paraissent familières alors que nous en ignorons le fonctionnement et l'alchimie sonore sous-jacente. Or, des moyens d'enregistrement et de reproduction permettent de pénétrer à toute heure et en tout lieu dans l'intimité de l'individu. La compression dite de deynamique sonore» nous habitue à une écoute musicale et parlée sans nuance, même dans des environnements sonores bruyants. Détournée de sa vocation initiale, une trop forte compression ne laisse aucun moment de respiration à l'audictier qui, faigué, n'a plus la force d'exercer une écoute critique et devient malgré lui le récepteur de messages de plus en plus invasifs.

- Intégrer l'enseignement du sonore dans les programmes scolaires, sensibiliser aux sources de dégradation des sons originaux et faire savoir que le haut-parleur n'est pas en lui-même un instrument de musique.
 Sensibiliser les professionnels de l'aménagement et de la culture aux techniques d'enregistrement et de diffusion

- sonore.

 Privilégier, en concert ou diffusion publique, les techniques de multidiffusion afin d'obtenir une meilleure homogénétié de restitution et de diminuer le niveau sonore global.

 Recommander l'enregistrement et le téléchargement des musiques au plus proche de la qualité originale.

 Recommander une dynamique sonore minimale des enregistrements respectant les nuances musicales.

 Développer les phoenothèques en charge du patrimoine sonore et les considérer comme des acteurs privilégiés de l'évolution de nos sociétés.

4. La relation image et sor

Dans le contexte généralisé d'accès à l'audiovisuel et au multimédia, le sonore est un élément déterminant de la perception visuelle et de la qualité finale perçue. La création sonore fait partie intégrante de l'œuvre audiovisuelle et du spectacle vivant.

- Enseigner aux enfants que la qualité du sonore détermine la qualité du visuel.

 Améliorer la qualité de restitution sonore des dispositifs multimédias personnels et collectifs.

 Réguler les niveaux sonores entre tous les programmes télévisuels, radiophoniques ou cinématographiques. Le respect d'une dynamique sonore minimale doit être exigé.

 Encourager, sur tout le territoire, le développement des salles de cinéma dotés de confort acoustique et de moyens de multidiffusion.

 Intégrer la qualité sonore dans tout événement sonorisé.

 Reconnaître l'apport des professionnels du son dans la création.

L'expression musicale, par la voix et par l'instrument de musique, est un facteur d'équilibre tant personnel que collectif par une écoute de soi et des autres. Les recherches scientifiques démontrent à quel point la pratique musicale contribue au développement et au maintien des performances cognitives, à tous les âges de la vie. Elle augmente la capacité d'apprentissage et de mémorisation, et participe aussi à l'acquisition d'autres compétences, notamment chez l'enfant.

- Faire savoir que la pratique musicale est un élément de développement personnel et collectif, de rencontre et de
- Prendre conscience que la pratique musicale collective est un moyen de lutte contre la violence et l'exclusion.

 Considere la pratique musicale comme l'élaboration d'un référentel accomme l'exclusion.

- Considérer la pratique musicale comme l'élaboration d'un référentiel acoustique.
 Encourager et faciliter la pratique musicale de l'école à l'université, en famille et dans la société.
 Elargir les pratiques artistiques en reconnaissant les arts sonores comme un secteur des cultures du monde.
 Concevoir des lieux adaptés de pratique musicale collective dans toute nouvelle construction scolaire et
- universitaire.

 Développer la création sonore par le recours aux technologies et aux pédagogies innovantes.
- (*) Charte déposée à la Société des Gens de Lettres (SGDL), enregistrée le 01/07/2014 sous le numéro 2014-07-000

Références

Charte du Son :

https://www.lasemaineduson.org/IMG/pdf/charte_francais.pdf

UNESCO - résolution 39C/49 : https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000259172_fre

UNESCO - conseil exécutif

https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247952_fre



UNESCO - résolution 39C/49

L'IMPORTANCE DU SON DANS LE MONDE ACTUEL : PROMOUVOIR LES BONNES PRATIQUES PRÉSENTATION

Contexte: Par sa décision 201 EX/32, le Conseil exécutif a prié la Directrice générale d'inscrire à l'ordre du jour de la Conférence générale un point relatif à l'importance du son dans le monde actuel, et a recommandé que cette dernière adopte, à sa 39e session, une résolution sur l'importance du son dans le monde actuel, afin de promouvoir les bonnes pratiques.

Objet : Le présent document, établi par le Secrétariat, reflète l'esprit des discussions et de la recommandation du Conseil exécutif à ce sujet.

Décision requise: Paragraphe 10.

INTRODUCTION

1. À la demande de l'Argentine, de la France, du Japon et du Liban, un point relatif à « L'importance du son dans le monde actuel » a été inscrit à l'ordre du jour de la 201e session du Conseil exécutif, et une note explicative (document 201 EX/32), accompagnée d'un projet de décision, a été soumise à l'examen du Conseil exécutif.

Principaux points de la note explicative et décision adoptée par le Conseil exécutif

- 2. Partant du principe que l'environnement sonore est une composante essentielle de l'équilibre de chaque être humain dans sa relation aux autres et au monde, dans ses dimensions économique, environnementale, sociétale, médicale, industrielle et culturelle, la note explicative met en exergue les points suivants :
- 1. (a) L'environnement sonore reflète et façonne notre comportement tant individuel que collectif, la productivité et la capacité de vivre harmonieusement tous ensemble.

 Accorder plus d'importance aux problématiques liées au son, dans notre monde actuel de plus en plus bruyant, devient donc une question vitale.
- 2. (b) Cinq secteurs sont principalement concernés: l'environnement sonore; la santé; les techniques d'enregistrement, de diffusion et de conservation sonore; la relation entre image et son; l'expression musicale et sonore.
- 3. (c) L'UNESCO, compte tenu de ses différents domaines de compétence que sont l'éducation, la science, les sciences sociales et humaines, la culture et la communication et l'information, est l'organisation la mieux à même de prendre en compte les problématiques liées au son, en développant la prise de conscience du public le plus large et en assurant la promotion de bonnes pratiques auprès des plus jeunes, afin également de mettre en lumière et de préserver les sons, même les moins signifiants.
- 4. (d) La question du son, par son universalité et le caractère transversal de ses composantes, est un domaine interdisciplinaire par excellence, dans lequel l'UNESCO a une légitimité naturelle pour jouer un rôle important en vue d'accroître la sensibilisation de la population mondiale. En 2016 et 2017, l'UNESCO a soutenu les initiatives liées à la Semaine du son partout dans le monde, ainsi qu'à la Charte correspondante. L'enjeu que représente sa prise en compte et la promotion de bonnes pratiques trouve toute sa place dans le mandat de l'UNESCO à travers ses secteurs d'activités relatifs à la science, aux sciences sociales et humaines, à l'éducation, à la culture et à la communication.
- 3. Par sa décision 201 EX/32, le Conseil exécutif a encouragé les États membres à favoriser la mobilisation de contributions extrabudgétaires afin de permettre à l'UNESCO, en association avec les commissions nationales et le Réseau du système des écoles associées de l'UNESCO (réSEAU), de promouvoir de bonnes pratiques liées au son dans tous les domaines de la vie, et ce dès la petite enfance. Il a également exprimé sa satisfaction de voir la Directrice générale promouvoir des initiatives inspirées, notamment, par la Semaine du son, et a prié celle-ci d'inscrire ce point à l'ordre du jour de la 39e session de la Conférence générale. Le Conseil a par ailleurs recommandé que la Conférence générale adopte, à sa 39e session, une résolution sur l'importance du son dans le monde actuel, afin de promouvoir les bonnes pratiques.

Observations de la Directrice générale concernant la proposition des États membres

- 4. Dans ses observations (document 201EX/DG.INF), la Directrice générale a accueilli favorablement le point proposé par l'Argentine, la France, le Japon et le Liban, qui souligne l'importance du son dans le monde actuel.
- 5. La Directrice générale a également reconnu l'important travail réalisé à l'occasion de la Semaine du son en matière de sensibilisation aux questions relatives au son, à l'acoustique, à la santé auditive et à l'expression musicale, le son participant à l'équilibre des êtres humains et revêtant des « dimensions économique, environnementale, sociétale, médicale, industrielle et culturelle » en rapport avec l'action et la mission de plusieurs organismes du système des Nations Unies.
- 6. Bien que reconnaissant l'importance du son, ses dimensions éducative et culturelle, ainsi que ses effets en termes de pollution sonore dans l'environnement urbain, la Directrice générale a également souhaité appeler l'attention sur : (i) la demande des États membres concernant la nécessité de recentrer l'action de l'Organisation; (ii) les incidences financières d'une action éventuelle dans ce domaine ; (iii) la nécessité de mobiliser des contributions volontaires pour que le Secrétariat puisse s'engager dans les activités concernées, y compris les activités proposées de promotion des bonnes pratiques relatives au son dans tous les domaines de la vie, dès la petite enfance, menées dans le cadre du Réseau du système des écoles associées.
- 7. La Directrice générale a salué les efforts déployés pour améliorer la visibilité d'une question de cette importance et a reconnu la nécessité de permettre au public de mieux comprendre les questions relatives au son et à la qualité des environnements sonores. Elle a toutefois rappelé aux États membres qu'ils avaient demandé à l'UNESCO de définir des priorités et de recentrer son action pour se concentrer sur les domaines dans lesquels elle possédait un avantage comparatif important.
- 8. La Directrice générale a en outre indiqué que si les États membres décidaient de recommander que l'UNESCO mène une action dans ce domaine, ils devraient alors fournir les fonds extrabudgétaires nécessaires et une assistance technique à cet égard.

FAITS RÉCENTS

9. Les questions liées à l'importance du son dans le monde actuel ont fait l'objet de discussions lors de la Conférence mondiale des humanités (6-12 août 2017, Liège, Belgique) organisée conjointement par l'UNESCO, le Conseil international de la philosophie et des sciences humanies (CIPSH), la Fondation « Conférence mondiale des humanités - Liège 2017 » et le mouvement Liège Together, avec une attention particulière portée à la façon dont les débats musicologiques sur la notation et son rapport à la nature du son mettent en lumière la compréhension des espaces sonores, la maîtrise du son, ainsi que le lien entre la performance, l'enregistrement et les traces écrites de la musique. Une suite sera donnée à ces discussions dans le cadre des efforts actuellement déployés pour asseoir le rôle des sciences humaines dans la compréhension des transformations sociales contemporaines.

RÉSOLUTION PROPOSÉE

10. La Conférence générale souhaitera peut-être adopter une résolution libellée comme suit :

La Conférence générale,

Rappelant la décision 201 EX/32,

Convaincue que l'environnement sonore, de par son importance, conditionne notre comportement personnel et collectif,

Constatant que l'être humain et les autres organismes vivants sont à la fois dépendants et acteurs d'un environnement sonore qui recourt de plus en plus souvent à la sonorisation et à l'audiovisuel, à des niveaux sonores nocifs de plus en plus élevés et de manière continue, et que cette question est déjà abordée par des institutions internationales telles que l'Union internationale des télécommunications (UIT), l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) et le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE), ainsi que dans le cadre de la Convention sur la diversité biologique (CDB),

Constatant également que, partout dans le monde, la densification des populations et l'intensification de l'urbanisation, qui entraînent une augmentation du niveau du bruit, font de la maîtrise de l'espace sonore un sujet de préoccupation des professionnels et des citoyens acteurs de la transformation de leur environnement et de celui d'autres organismes,

Souhaitant que l'UNESCO œuvre à la prise de conscience des problèmes liés au son sur le plan international,

Ayant examiné le document 39 C/49,

- 1. Exprime sa satisfaction quant aux efforts déployés par la Directrice générale pour promouvoir des initiatives inspirées, notamment, par la Semaine du son ;
- 2. Encourage les États membres à favoriser la mobilisation de contributions extrabudgétaires afin de permettre à l'UNESCO, en association avec les commissions nationales et le Réseau du système des écoles associées de l'UNESCO (réSEAU), de promouvoir de bonnes pratiques liées au son dans tous les domaines de la vie, et ce dès la petite enfance.



> Dossier La semaine du Son

La compression de la dynamique sonore et les risques auditifs

Christian HUGONNET, Ingénieur acousticien, Président fondateur de la Semaine du Son Jean José WANÈGUE, Ingénieur enseignant, Membre du bureau de la Semaine du Son



Qu'est-ce que la compression de la dynamique sonore ?

Les techniques d'enregistrement et de reproduction emploient des subterfuges pour séduire nos oreilles et conserver notre audience, y compris dans un environnement urbain très bruyant. Les médias et les musiques doivent être entendus de tous et partout : n'importe où dans notre appartement, en discothèque, dans le brouhaha urbain, en voiture. L'une des manipulations les plus répandues dans les radios, les télévisions, les baladeurs MP 3, les CD et DVD, les téléphones mobiles, les jouets musicaux, les jeux vidéo et toutes les sonorisations de spectacle est la compression de dynamique sonore.

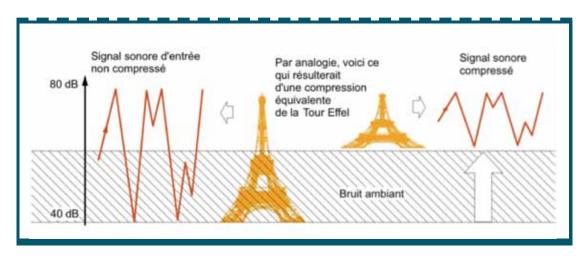
Comme le montre le schéma ci dessous, le procédé consiste à remonter électroniquement tous les niveaux faibles vers les niveaux forts afin que le signal sonore compressé soit toujours plus élevé que le bruit ambiant. Il provient du détournement d'une technique de mixage employée par les ingénieurs du son dès l'analogique : elle avait pour intérêt de faire ressortir un élément faible d'une formation musicale, par exemple une guitare parmi les cuivres. D'abord généralisée sur les spots publicitaires, cette compression de dynamique est désormais appliquée sur tous les programmes radio, TV, multimédia, internet,

téléphones et supports audiovisuels, sans but esthétique ou artistique. L'amplitude des nuances s'étend sur une plage de seulement 1 ou 2 décibels (dB). Deux chercheurs musiciens, Thierry Garacino et Yann Coppier, ont étudié comment la dynamique des enregistrements a évolué sur une période de trente ans. Les résultats de leur travail sont éloquents : par le truchement de la compression de dynamique, le niveau moyen de la plupart des musiques est aujourd'hui supérieur de 6 dB à celui du groupe de hard rock Led Zeppelin dans les années 1970 !



Une oreille qui s'épuise, faute de respiration

La compression de dynamique habitue l'auditeur à un son sans nuances, souvent perçu très fort (l'énergie sonore dans ce cas est en effet très concentrée), privant ainsi l'oreille de toute « gymnastique ». Une fois habituée à ce son facile à entendre, l'audition renâcle à se réadapter à des sons de faibles niveaux qui eux nécessitent un effort d'écoute. Une des conséquences est le recours systématique à une sonorisation dès lors qu'une personne s'exprime face à plusieurs autres (dans le cadre d'une réunion de travail, par exemple).



Dossier < La semaine du Son



Le son compressé, qui ne ménage aucune plage de silence, peut également créer stress et fatigue car il ne laisse à l'auditeur aucune « respiration » auditive. Il s'ensuit une véritable « asphyxie » de l'oreille le privant de sa capacité d'assimilation, voire de réflexion. Ainsi, en radio, cette forte compression, appliquée quotidiennement aux informations déjà très fournies du matin, est souvent citée par les auditeurs comme une gêne à la compréhension. En effet, le repos nécessaire à notre audition est obtenu dans tous ces micro-silences que nous laisse un son avec une dynamique suffisante.



modifiée par la compression

Dans une conversation normale, nous nous exprimons à un niveau moyen de 65 dB(A) sachant que le décibel dit « A » [(dB(A)] est un rapport de pressions acoustiques qui permet de quantifier le niveau sonore au plus proche de notre perception physiologique.

Nous chuchotons aux alentours de 40 dB(A) et nous crions à 80 dB(A). C'est dire si notre palette de nuances dispose d'une large plage dynamique. Mais, par une écoute prolongée des sons fortement compressés, nous en venons à nous exprimer comme si nous avions un compresseur de dynamique dans la voix. Ainsi, des enfants de maternelle regardant chez eux des dessins animés à la télévision, dont le son est toujours très compressé, ont tendance ensuite à s'exprimer en classe de manière forte et sans nuance. Des chefs d'orchestres de plusieurs conservatoires de musique nous ont fait part de leurs difficultés récentes à obtenir de leurs instrumentistes une expression musicale aux niveaux les plus subtils. Obtenir un vrai pianissimo relèvera peut-être bientôt d'un tour de force.

Il y a là une perte dans l'expressivité de l'individu, une perte dans sa capacité à communiquer.

Problématique soutenue par l'Unesco et l'OMS

Nous rappelons que la problématique de la compression de la dynamique sonore est abordée dans la résolution 39C/59 « L'importance du sonore dans le monde actuel : promouvoir les bonnes pratiques » qui a été adoptée avec l'aval de l'OMS le 31 octobre 2017 lors de la conférence générale de l'Unesco par les 195 pays membres, à l'initiative de la Semaine du Son.

Etude expérimentale

Une étude expérimentale « Dangers pour l'audition de la musique compressée - Étude de preuve de concept » a été lancée à l'initiative de la Semaine du Son le 1er février 2019 à l'UMR 1107 de l'UCA à Clermont-Ferrand par l'unité du Professeur Paul Avan. Les premiers résultats à mi-temps de cette étude seront présentés le mercredi 20 janvier au ministère de la santé dans le cadre de la 18ème Semaine du Son de l'UNESCO.



Dossier < La semaine du Son



La Semaine du Son de l'Unesco -Les Mardis des Bernardins « Le bruit aux pauvres, le silence aux riches ? »

Rédaction : Alain BESSE, pour la Semaine du Son

L'environnement sonore, source d'épanouissement. C'est ainsi que Christian Hugonnet, président de La Semaine du Son - Unesco, a lancé l'édition 2020. L'environnement sonore, c'est bien sûr le son, parfois bruit, mais aussi parfois silence.

Etait-ce prémonitoire ? Pouvions-nous imaginer la (re) découverte du silence que l'épidémie nous a « offerte » ? En ce mardi 21 janvier 2020, dans une belle association entre les Mardi du collège des Bernardins et la Semaine du son -Unesco, Christian Hugonnet nous propose de développer ce thème social et environnemental : le bruit s'impose-t-il aux pauvres, alors que le silence serait l'apanage des riches ? L'idée lui en était venue lors de sa présence à Beyrouth pendant la Semaine du son libanaise. Le bord de mer est occupé par des immeubles cossus où la population aisée profite du calme des plages et du chuchotis des vagues. Derrière ces immeubles, les quartiers plus populaires sont isolés de cette douceur sonore et plongés dans un brouhaha agressif, si bien décrit dans le film Capharnaüm. Pour que cette population plus pauvre puisse « retrouver » un peu de cette sérénité côtière, de grands tuyaux ont été installés, qui contournent les immeubles cossus et amènent le son de la mer aux enfants qui ne peuvent en profiter en direct.

Cette soirée, lancée par Rolland Deps, directeur délégué du Collège des Bernardins, a réuni, autour de son animateur Didier Pourquery, président du site The Conversation : Sœur Cécile, prieure de Paris de la Fraternité monastique de Jérusalem ; Cynthia Fleury, philosophe, enseignante et psychanaliste; et Christian Hugonnet, acousticien et président de la Semaine du son.

En France, la Semaine du Son Unesco a commandité début 2020 un sondage auprès d'OpinionWay, à propos de la ségrégation par le son. On peut y lire notamment que 87% des Français considèrent que le silence est devenu un privilège dont peu de personnes peuvent bénéficier. Le bruit est source de ségrégation sociale, la pollution sonore est épuisante. Et surtout, il n'existe plus de respiration possible, de moments de répit, c'est toujours, tout le temps.

Alors, selon notre sensibilité, notre culture, notre histoire, nous abordons le silence sous de multiples compréhensions. Il peut être outil de la concentration, du calme, du ressourcement, de la disponibilité à l'autre, à soi, au monde qui nous entoure, toile de fond de nos vies, ou bien un vide. Mais aussi le support de notre quête de la profondeur de nos âmes.



Fonctions primordiales du silence

En 2016, Cynthia Fleury déclarait : « Le silence, c'est le temps des choses, l'élément dont l'âme a besoin pour ressentir ce qu'elle pense et vit ». Elle précise aujourd'hui que le silence a une fonction primordiale, cognitive, intellective, noétique, car c'est de lui dont nous avons besoin pour penser. Mais il a aussi d'autres fonctions, décrites dans de nombreuses publications (Moser, Gässler...). Le silence soigne et apaise. Le manque de silence provoque de nombreux troubles neurologiques, somatiques, alors que le calme sonore réduit les anxiétés ou le stress. Elle y voit également une fonction citoyenne, citant Matthew Crawford (Contact - The World Beyond Your Head, 2015), au sens d'une fonction performative permettant de faire silence pour écouter l'autre et parésiastique au sens du dire vrai. Le silence est donc fondamental pour la santé physiologique mais aussi mentale des Hommes.

L'exemple des open space modernes démontre la souffrance exprimée par les travailleurs, qui déclarent : « Je ne m'entends plus penser, sans cesse dans un sentiment de surveillance, de soupçon. J'ai autant le sentiment de déranger que d'être déranger ». Ce manque de silence, et de l'intimité que l'on y associe, est révélateur des analyses de la psycho dynamique et de la psycho pathologie du travail. La démocratie est en partie construite sur la séparation, des pouvoirs, de la vie privée et de la vie publique, des religions, du politique... Et pour pouvoir « habiter le monde », on voit des gens s'isoler artificiellement des autres, avec des casques ou des cloisons, exprimant un mouvement de rétractation par rapport au monde.



Cependant, le silence peut aussi être un mode d'expression en négatif. Le monde des transports en commun, où les gens ne se parlent pas, ne se regardent pas, s'isolent à tout prix, est dénoncé par Sœur Cécile, qui y voit une indifférence plus forte que le mépris, en disant à l'autre qu'il n'existe pas, qu'on ne le voit pas.

Le silence intérieur

Mais peut-être ne faut-il pas prendre le silence que comme une opposition au bruit extérieur. Nous avons aussi un bruit intérieur, un vrai tumulte dit Sœur Cécile, jusqu'au plus profond de nous, qui perturbe notre recherche d'un silence que l'on peut appeler le silence de l'âme. S'y ajoutent les perturbations qui proviennent du « bruit » visuel qui nous assaille de toutes parts, dans ce monde de l'image.

C'est là une partie de la recherche effectuée vers la paix intérieure par Sœur Cécile, une paix faite de voyage au travers de tous ces bruits pour en faire des silences jusqu'à la connaissance de soi, et la rencontre avec soi. La vie monastique qu'elle pratique en pleine ville (près de l'Hôtel de Ville de Paris) propose le silence comme chemin vers cette vie intérieure si tumultueuse et qu'il faut assagir pour atteindre les profondeurs du cœur. Une des phrases symboliques du livre de vie qui règle son chemin monastique énonce que le silence matériel nous introduit au silence spirituel, lequel nous fait monter jusqu'à vivre en Dieu, au sens où il amène au plus profond de soi. Ainsi, pour les religions, le silence n'est pas seulement une absence de bruit, mais aussi une mise en présence, ici de Dieu, par la méditation. Il ne s'agit pas de se retrouver uniquement soi-même, car, comme le dit Sœur Cécile « Franchement, me retrouver juste avec moi et le néant que je suis, je ne trouve pas ça passionnant ». Il s'agit de faire de la place en soi, de se désencombrer, pour pouvoir accueillir. Pour elle, il s'agit d'accueillir Dieu, mais aussi les autres.

Le silence, pour elle, c'est créer cet espace intérieur, ces dispositions physiques et psychiques où on est rendu capable d'entendre, de comprendre, de recevoir, d'acquiescer, de collaborer à ce que la Trinité dit en nous, qui nous révèle notre dignité profonde. C'est quelque chose qui a un retentissement pour l'éternité.

Les échelles du silence

En prolongeant cette approche religieuse du silence, Christian Hugonnet rappelle que tous les silences sont habités. Le silence physique absolu, que l'on appelle le 0 décibel (valable pour l'être humain), n'existe pas. L'intérêt du silence, c'est qu'il permet l'émergence. Pour Sœur Cécile, c'est l'émergence de Dieu, pour d'autres ce sera l'émergence de soi, la compréhension de l'autre. Prenons un rocher. Si la mer est basse, on voit le rocher. Lorsque la mer monte, on ne voit plus le rocher. Souvent, ce rocher, c'est la parole que l'on entend fort et claire lorsque l'auditoire fait silence, mais qui se perd pour tous lorsque le bruit domine l'ambiance, créant la cacophonie et l'incompréhension.

On constate que beaucoup aujourd'hui ne SE parlent plus, ils parlent. Chacun avance ses pions, et plus personne ne s'écoute, car il faut le silence pour pouvoir écouter sereinement. Le bruit, de plus

en plus élevé dans nos sociétés, masque tout, et lorsque l'on veut se faire entendre, il ne suffit plus de parler, il faut éructer. Lorsque l'on veut se parler vraiment, échanger, partager, le niveau de bruit ambiant doit descendre. Il est difficile de se dire romantiquement « Je t'aime » au milieu d'un flot de circulation. Lorsque l'on veut se dire des choses un peu profondes, et pour qu'elles portent, qu'elles soient entendues, écouter, on va les dire à des niveaux sonores plutôt faibles, et on aura donc besoin d'une ambiance sonore également faible.

Le silence amène à la réflexion, et cette réflexion donne la capacité de pouvoir avancer dans la dialectique, dans cette capacité à pouvoir échanger avec le verbe. Il y a une dimension politique importante au silence. Il est plus aisé d'échanger et d'argumenter dans la tranquillité sonore d'un salon que dans les pétarades de la ville. Alain Passard, grand chef étoilé et ami de la Semaine du Son, a construit son restaurant sur le silence, et constate : « Ce n'est pas uniquement la nourriture que nous apprécions avec le silence, c'est la discussion, c'est la dialectique ». Au-delà de l'acoustique du lieu, excellente, il a également espacé les tables, favorisant ainsi l'intimité du dialogue. Dans une brasserie tonitruante, les échanges sont nécessairement différents, d'une qualité moins profonde, et durent rarement au-delà de la première conversation. Avec tout cet environnement sonore, nous perdons notre capacité à réfléchir, mais aussi à aller dans l'imaginaire, ou à rester dans le projet de société.

Le silence, acte politique, social et sociétal

Et alors le silence devient un droit. Comme le rappelle Cynthia Fleury, le bruit est une vraie perte de chance pour la santé, autant en psychologie qu'en chirurgie, car il crée un stress néfaste pour le patient. L'être humain crée le bruit qui devient nuisance. Le silence (relatif) est spontané s'il n'y a ni humain, ni technologie. Dès que ces deux sources sonores entre en lice, cela devient une activité sociale en soi que de faire silence. Et ici la religieuse, la philosophe et l'ingénieur se rejoignent sur ces points essentiels des rôles politiques et sociaux du silence, garant incontournable de la qualité de la délibération politique, de la régulation citoyenne, de la civilité, toutes choses qui nous permettent d'être ensemble. Cet aspect social et sociétal du silence est aujourd'hui intégrer dans la réflexion de nombreux architectes et d'urbanistes.

Tous autant que nous sommes, avons-nous toujours conscience de notre fonction dans la gestion du silence, en oubliant la nécessité de ces fonctions sociales, cognitives, médicales et politiques, tout au long de nos journées desquelles nous sortons cependant harassés et épuisés par tout ce bruit. Le philosophe italien Giorgio Agamben, disait, à la fin de la guerre de 14-18 : « La modernité, c'est vivre un fatras d'événements, et ne plus arriver à faire expérience ». Et si le silence permet de faire émergence, de faire expérience et retour d'expérience, l'absence de silence casse cette résonance pourtant possible.

Que ce soit par une méditation programmée à heure fixe sur une application ou que l'on effectue un travail aussi profond que celui pratiqué dans les monastères, l'importance du silence dans ce travail sur le Soi est fondamental pour refaire lien avec le monde, lien rompu par le bruit. Ce silence qui permet l'intériorisation doit



permettre l'ouverture à l'Autre et à tous les autres. Se désapprendre de soi-même, se désencombrer de soi-même, pour être capable d'accueillir l'altérité. Mais ce travail n'est pas solitaire, il se partage. Nous avons aussi besoin des autres pour faire silence.

Dans sa recherche intérieure, Sœur Cécile, qui vit autant dans la ville qu'au monastère, a au début subit la pression de la ville, exprimée au sein du monastère par le bruit de son activité : klaxons, véhicules, manifestations, etc. Et finalement, elle priait en se protégeant contre ces bruits, comme quelqu'un qui met ses bras pour se protéger des coups, essayant de repousser ce bruit qui agresse. Alors, elle a cherché dans ce bruit ce qui y faisait sens, l'interprétant finalement comme le cœur battant de la ville, un cœur qui parfois se stresse, bat la chamade, crie, pleure, chante, danse. Et ainsi toute la tension de la moniale est retombée, et aujourd'hui, pendant sa prière, elle n'entend même plus le bus, pourtant toujours présent. Savoir s'isoler intérieurement dans le bruit est un privilège qu'il serait utile de partager, cela permet de se ressourcer, comme le prouvait un homme d'affaire venant régulièrement se ressourcer lors des repas en silence du monastère. Il déclarait, lorsqu'on lui demandait son restaurant préféré à Paris : « Ah, le repas chez les frères de la fraternité monastique, c'est le seul endroit où on peut avoir un repas en silence »



Le silence, c'est la santé

Cependant, même si l'on arrive en s'en protéger, le bruit reste un vrai risque sanitaire. Dans l'étude OpinionWay, 70% des sondés déclarent être conscients que vivre dans le bruit, c'est abréger une partie de son existence. D'une certaine façon, le bruit nous « habille ». Lorsque l'on accepte le bruit, il nous habille, il nous façonne. Le silence, c'est la nudité. Savoir être nu, c'est aussi savoir se regarder. Dans un même bruit, nous sommes tous habillés par ce bruit, et nous voilà uniformes, gris le plus souvent. C'est une manière de vivre dans l'anonymat. Alors, on n'existe plus, on est personne, on est nulle part. Lorsque l'on est nu, on est quelqu'un car on est repéré. C'est donc bien une ségrégation négative par le bruit, qui cache les gens, alors que le silence permet qu'ils existent, en leur laissant la possibilité d'exprimer quelque chose hors de la masse.

Tout comme Sœur Cécile, les habitants des villes vivent dans le bruit des autres, et ce bruit, on l'avale, on le digère, on le « déconscientise ». Lors d'expertise acoustique, Christian Hugonnet rencontre des gens en souffrance de ce bruit permanent. Ils sont alors asphyxiés, immergés, sans solution. Il est donc très important de réfléchir à cette fonction ségrégationniste que le bruit transporte. Et au-delà du sanitaire, c'est l'ensemble de la société qui est en cause, dans ses modes de fonctionnement. Longtemps, le bâti des quartiers populaires a été de moins bonne qualité que dans les quartiers plus riches. Mais c'est aussi tout l'environnement qui est concerné : les usines, les décharges, les activités polluantes (au niveau sonore, mais pas que) sont près des zones populaires, et loin des zones plus riches. La qualité des espaces publics est également impactante. Lorsque les seuls lieux « publics » dont vous disposez pour vous rencontrer sont des centres commerciaux, votre accès au silence en est fortement réduit. Par sa nature économique et sociale, la bruit fait partie de la modernité.

Aujourd'hui, la modernité intègre aussi la santé, et donc entre autres la protection au bruit. La naturalité du silence dans les années 50 a longtemps servi de guide aux aménageurs. On ne pensait donc pas à la nécessité de considérer que le silence est un bien public essentiel.

Un autre exemple de lieu bruyant : l'hôpital. Un hôpital n'est pas silencieux. On y parle, on y travaille, on y échange, il y a plein d'appareils qui émettent du bruit. Aujourd'hui, les architectes travaillent à ce que l'on appelle les conditions spatiales du soin. Des facteurs d'apaisement sont recherchés dans l'acoustique des lieux, mais aussi la gestion de la lumière, l'accès à la nature, ou au moins à la vue de la nature, la lumière naturelle. Le seuil nociceptif (sensation de la douleur) varie chez les patients selon qu'il est dans un local bruyant ou silencieux. Ce travail acoustique permet d'améliorer notablement les échanges entre soignants, et donc la qualité du soin. La civilité revient, l'agressivité se réduit.



Le temps, protecteur du silence

L'expérience de la vie monastique au cœur de Paris, expliquée par Sœur Cécile, est instructive à plusieurs titres pour considérer le rôle du silence dans la vie moderne. Ce monastère, installé près de l'église St Gervais, est au cœur de la ville. Le passage par St Gervais est souvent un raccourci pour les piétons, qui se trouvent alors confrontés au silence et à l'immobilisme des moines. Et intervient alors une nouvelle notion qui complète le silence : le temps. Le temps qui rythme leur vie, qui l'organise, autour de plages de silence et de plages d'échanges. Les échanges entre eux sont interdits à table, il faut donc trouver d'autres méthodes pour demander le sel, par exemple, ce qui implique de faire attention à l'autre, et d'attirer son attention. Le temps qui surprend le visiteur occasionnel, qui entre et ressort en courant dans sa vie citadine, et ne comprend pas cette lenteur introspective. Le même temps qui attire d'autres personnes extérieures venant se ressourcer ici au rythme lent de ces silences successifs. Ils y ressentent tous une qualité dans l'action d'être ensemble.



En guise de conclusion

Alors oui, il existe bien une ségrégation sociale face au bruit, et donc face au silence. C'est principalement l'accélération de la société industrielle qui a déclenché ce mouvement sonore ininterrompu. Certes, le bruit existait avant, les cris des charretiers ne sont pas que légende, mais ils alternaient avec du silence profond. Il a aujourd'hui évolué vers un bourdonnement constant, d'où émergent parfois quelque objet sonore encore plus prétentieux, mais dans lequel on ne perçoit jamais le chuchotement de la sagesse.

Politique, social, sanitaire, le silence est un enjeu essentiel de l'avenir de nos sociétés. De plus en plus de personnes le comprennent et commencent à agir, comme les nombreux ambassadeurs auprès de l'Unesco qui, après avoir intégré la Charte du sonore en 2019 dans les textes de l'Unesco, ont ouvertement pris à leur compte ce combat lors de la cérémonie d'ouverture de La Semaine du son, UNESCO du 20 janvier 2020.



> Dossier La semaine du Son

Implant cochléaire totalement implantable : MED-EL franchit une nouvelle étape révolutionnaire dans l'innovation technologique

Par Patrick D'HAESE, Directeur communication corporate et affaires publiques

En septembre dernier, une personne - la première en Europe - a reçu un implant cochléaire totalement implantable (TICI) dans le cadre d'une étude de faisabilité. Cet article explore comment la technologie médicale totalement implantable permettra d'offrir une meilleure qualité de vie aux patients.

Depuis tant d'années passées chez MED-EL, partager l'émerveillement que procurent les implants cochléaires avec quelqu'un qui n'y est pas familier demeure un point clé de notre travail.

Il est fréquent que les personnes sans expérience ou connaissances préalables dans les traitements de la déficience auditive ou de la surdité citent uniquement les prothèses auditives comme traitement potentiel. Certaines pensent même qu'une personne née sourde ou avec une surdité profonde ne pourra jamais percevoir les sons de la vie. Mais lorsqu'elles découvrent qu'il est possible d'entendre et de traiter la parole avec des implants cochléaires malgré une surdité sévère à profonde, ou même une surdité de naissance, leur réaction est presque toujours la même : une totale stupéfaction.

Voici comment cette incroyable technologie fonctionne : un implant cochléaire est un stimulateur neural qui fournit une stimulation électrique directement au nerf auditif. C'est un fonctionnement différent d'une prothèse auditive qui elle, va amplifier le son et l'envoyer au système auditif endommagé. L'implant cochléaire est composé d'un dispositif implanté et d'un audio processeur porté à l'extérieur. Pendant la chirurgie, un porte-électrodes est inséré dans la cochlée ce qui permettra une stimulation directe des cellules du ganglion spiral. L'audio processeur externe capte les sons via un microphone et les convertit en une série de signaux

transmis par radio fréquence à un récepteur implanté dans la mastoïde de la tête. Ce récepteur transmet ces signaux aux contacts/électrodes placés le long du porte-électrodes.

Si cette option de traitement peut changer la vie de beaucoup de patients, nombre de candidats potentiels à l'implantation cochléaire craignent une stigmatisation induite par le port d'un dispositif médical visible. Cette crainte, qui peut retarder le traitement, peut causer des difficultés plus sérieuses comme l'isolement social, les problèmes de santé mentale et moins d'opportunités en matière d'éducation et d'emploi. Sans surprise, les patients ont régulièrement exprimé leur désir de bénéficier d'une technologie d'implant cochléaire totalement implantable dès les premiers jours de leur implantation.

MED-EL, le fabricant d'implants auditifs basé à Innsbruck, a pris en compte les demandes des patients et a récemment réalisé la première chirurgie en Europe d'un implant cochléaire totalement implantable (le TICI) dans le cadre d'une étude de faisabilité. Le 24 septembre dernier, le Professeur Dr. Philippe Lefebvre de Liège en Belgique a réalisé avec succès cette implantation, posant ainsi un nouveau jalon dans l'histoire des innovations technologiques de MED-EL.

Grâce à cette nouvelle technologie, ceux qui souhaitaient bénéficier d'un implant cochléaire mais qui en craignaient les répercussions sociales peuvent désormais se sentir plus confiants à franchir le pas vers une nouvelle vie, plus d'indépendance, une meilleure qualité de vie et des liens plus forts avec le monde. C'est quelque chose qu'il nous faut célébrer!

Dossier < La semaine du Son



Sensorion annonce des données précliniques préliminaires positives pour son programme de thérapie génique dans la déficience en Otoferline

Des études in vivo menées en toute sécurité chez des primates non humains montrent des données préliminaires prometteuses sur le tropisme tissulaire dans l'oreille interne et l'obtention d'un taux de transduction élevé

Montpellier, le 9 juin 2020 - Sensorion (FR0012596468

- ALSEN / éligible PEA-PME) société biotechnologique pionnière au stade clinique dédiée au développement de thérapies innovantes pour restaurer, traiter et prévenir dans le domaine des pertes d'audition, annonce de nouvelles données préliminaires prometteuses chez des primates non humains, issues de son programme de thérapie génique ciblant le gène codant pour l'otoferline (OTOF).

Ces résultats concernent le premier des deux programmes précliniques menés dans le cadre d'un large partenariat de recherche avec l'Institut Pasteur (Paris). Le but de ce partenariat est de développer des thérapies géniques visant à corriger de manière efficace et sans danger des formes monogéniques de surdité héréditaire. Le premier programme vise spécifiquement la surdité due à une mutation du gène codant pour l'otoferline, une protéine largement exprimée dans les cellules sensorielles de la cochlée et jouant un rôle essentiel dans l'audition.

La protéine fluorescente verte (GFP) a été utilisée comme traceur intracellulaire pour évaluer le transfert et l'expression du gène. Le virus adéno-associé (AAV) sélectionné, un vecteur de thérapie génique sûr et efficace, a permis l'expression de la protéine GFP sous le contrôle du promoteur choisi. Une fluorescence vert intense due à la GFP a été mise en évidence par immunocoloration dans le tissu cochléaire de deux animaux sur les trois inclus dans l'étude, démontrant ainsi un tropisme adéquat pour l'oreille interne. Il est intéressant de noter que l'expression de la protéine verte GFP était surtout marquée dans les cellules ciliées internes, indiquant une transduction efficace au niveau des cellules cibles à des taux compatibles avec une future thérapie génique destinée à corriger le déficit en otoferline. Ces résultats devraient être publiés.

« Un des défis de la thérapie génique est le transfert précis et sans danger du gène requis au niveau du tissu cible. Dans cette étude, l'intervention chirurgicale s'est déroulée sans difficulté chez les trois primates non humains. Aucune infection n'a été observée, ni avant ni après l'intervention, et la cicatrisation était parfaite. Par ailleurs, aucun effet secondaire lié à la procédure, tel qu'un vertige transitoire, n'a été constaté, » observe Géraldine Honnet, Directrice Médicale de Sensorion.

« Ces données confirment que le programme OTOF est très prometteur, et constitue une étape importante dans le développement de thérapies géniques pour traiter les formes monogéniques de surdité héréditaire. Notre collaboration avec une des institutions académiques à la pointe de la recherche dans le domaine de l'audition ainsi qu'avec l'un des meilleurs hôpitaux pédiatriques ORL au monde est clé. Celle-ci permet la création d'une plateforme et d'un écosystème solides fondamentaux pour le développement de thérapies géniques dans les pertes d'audition. Les données précliniques confirment le potentiel de ce partenariat pour la mise au point de traitements pouvant révolutionner la vie des patients atteints de maladies génétiques invalidantes de l'oreille interne, » déclare Nawal Ouzren, Directrice Générale de Sensorion.

L'accord exclusif de Sensorion est conclu avec l'unité Génétique et Physiologie de l'audition de l'Institut Pasteur, dirigée par le Prof. Christine Petit, dont le laboratoire a acquis au cours des 25 dernières années une expertise mondialement reconnue sur la physiologie et la physiopathologie moléculaires de l'audition, et a généré des données validant le développement de thérapies géniques potentielles. L'accord accorde à Sensorion le droit exclusif d'obtenir la licence pleine et entière des droits de propriété intellectuelle pour le développement et la commercialisation de produits de thérapie génique issus de projets collaboratifs pour la restauration, le traitement et la prévention de troubles auditifs. Le gouvernement français a accordé jusqu'à 9,7 millions d'euros au consortium AUDINNOVE, composé notamment de l'Hôpital Necker-Enfants malades, l'Institut Pasteur et Sensorion, pour soutenir le développement du programme OTOF jusqu'aux essais cliniques chez l'humain.

À propos de Sensorion

Sensorion est une société de biotechnologie pionnière au stade clinique dédiée au développement de thérapies innovantes pour restaurer, traiter et prévenir dans le domaine des pertes d'audition. Un produit est en développement clinique de phase 2, le SENS-401 (Arazasétron) dans la perte auditive neurosensorielle soudaine (SSNHL). Nous avons développé dans nos laboratoires une plateforme unique de R&D pour approfondir notre compréhension de la physiopathologie et de l'étiologie des maladies de l'oreille interne. Cette approche nous permet de sélectionner les meilleures cibles thérapeutiques et mécanismes d'action appropriés pour nos candidats médicaments. Nous travaillons également sur l'identification de biomarqueurs afin d'améliorer le diagnostic de ces maladies peu ou mal soignées. Sensorion a lancé au second semestre 2019 deux programmes précliniques de thérapie génique visant à corriger des formes monogéniques héréditaires de surdité parmi lesquelles le syndrome de Usher de type 1 et les surdités causées par une mutation du gène codant pour l'Otoferline. Notre plate-forme de R&D et notre portefeuille de candidats médicaments nous positionnent de manière unique pour améliorer de manière durable la qualité de vie des centaines de milliers de personnes souffrant de désordres de l'oreille interne, un besoin médical largement insatisfait dans le monde aujourd'hui.

www.sensorion-pharma.com

Contacts:

Directrice Générale - Nawal Ouzren contact@sensorion-pharma.com - +33 4 67 20 77 30

Communication financière
LifeSci Advisors - Sophie Baumont
sophie@lifesciadvisors.com - +33 6 27 74 74 49

Avertissement

Le présent communiqué contient des déclarations prospectives relatives à Sensorion et à ses activités. Sensorion estime que ces déclarations prospectives reposent sur des hypothèses raisonnables. Cependant, aucune garantie ne peut être donnée quant à la réalisation des prévisions exprimées dans ces déclarations prospectives qui sont soumises à des risques, dont ceux décrits dans le Document de référence enregistré auprès de l'AMF sous le numéro R.17-062 du 7 septembre 2017, et à l'évolution de la conjoncture économique, des marchés financiers et des marchés sur lesquels Sensorion est présente. Les déclarations prospectives figurant dans le présent communiqué sont également soumises à des risques inconnus de Sensorion ou que Sensorion ne considère pas comme significatifs à cette date. La réalisation de tout ou partie de ces risques pourrait conduire à ce que les résultats réels, conditions financières, performances ou réalisations de Sensorion diffèrent significativement des résultats, conditions financières, performances ou réalisations exprimés dans ces déclarations prospectives. Le présent communiqué et les informations qu'il contient ne constituent pas, ni ne sauraient être interprétés comme une offre ou une invitation de vente ou de souscription, ou la sollicitation de tout ordre ou invitation d'achat ou de souscription d'actions Sensorion dans un quelconque pays. La diffusion de ce communiqué dans certains pays peut constituer une violation des dispositions légales en vigueur. Les personnes en possession du communiqué doivent donc s'informer des éventuelles restrictions locales et s'y conformer.



Vu à la TV

ReSound ONE

La première* aide auditive avec



qui offre enfin un son naturel à vos patients.



Le nouveau module M&RIE est une prouesse technologique combinant les deux microphones traditionnels avec un troisième, positionné directement dans le conduit auditif, avec l'écouteur.

Disponible en RIE rechargeable, pile 312 et pile 13.



> Dossier La semaine du Son



Comment le cerveau décode-t-il la musique ?

Boris GOURÉVITCH

Chercheur CNRS en neurosciences à l'Institut de l'audition, centre de l'Institut Pasteur situé à Paris. boris@pi314.net

La musique est paradoxalement aussi naturelle à écouter que difficile à définir. En effet, perçue sans effort par le cerveau, elle est pourtant le fruit d'un assemblage complexe de notes, de timbres et de rythmes qui varient en outre selon les cultures et les époques. Cette complexité acoustique structurelle ainsi que la variété des émotions que la musique porte s'accompagnent d'un traitement cognitif sophistiqué qui n'est pas encore bien compris de nos jours.



La musique, une création culturelle humaine ?

La musique est universelle, en cela qu'on observe sa présence dans toutes les cultures, à toutes les époques connues depuis les sociétés préhistoriques et l'établissement d'humains modernes en Europe il y a 40 000 ans [1]. Par exemple, une flûte en os de vautour datant de cette époque a été retrouvée en Allemagne [2]. Pourquoi la musique existe-t-elle dans la culture humaine ? C'est un vaste débat encore ouvert [3]1. Même si, par exemple, les oiseaux et les baleines chantent [6]2, la musique utilisant des instruments est une forme élaborée exclusivement humaine [7,8]. En outre, même si de nombreux animaux sont sensibles à la musique [9] et que les souris, les singes et les poissons, par exemple, comme probablement la plupart des

vertébrés ^[10-12], peuvent facilement distinguer deux notes de musique, leur capacité à discriminer des composantes plus complexes de la musique reste incertaine ^[13].

Les ethnomusicologistes considèrent souvent la musique comme une construction non seulement humaine mais exclusivement culturelle (et à ce titre, pas complètement universelle) [14]. Sa définition et son usage varient selon les cultures et les traditions des peuples : en Afrique, certaines

- 1. En éthologie, selon Tinbergen, il y a typiquement 4 réponses à ce genre de question [4, 5], trop longues à aborder ici mais que l'on peut illustrer par l'exemple similaire du chant chez l'oiseau : anatomiquement, certains oiseaux chantent car ils le peuvent (ils ont un organe vocal), et ils ont les circuits neuronaux pour le faire. Du point de vue développemental, l'oiseau chante car ses congénères chantent et il apprend à le faire. Du point de vue phylogénétique, les oiseaux chantent car ils ont un organe (la syrinx) qui est apparu très tôt dans leur évolution. Enfin, la fonction du chant est une adaptation : les oiseaux qui chantaient se sont mieux reproduits que les autres, parce qu'ils étaient plus attirants et/ou qu'ils défendaient de meilleurs territoires, par exemple.
- 2. Toujours en éthologie, le chant des oiseaux est davantage considéré comme un modèle de parole que de musique en raison de son objectif premier pour les oiseaux : utiliser l'organe vocal pour faire passer aux congénères un message structuré et stéréotypé à base de syllabes et de phrases, comme le langage chez l'homme. Même si la frontière avec la musique peut se discuter, on considérera avant tout la musique produite par l'humain dans cet article, par simplicité.

Dossier < La semaine du Son



tribus ne la distinguent pas fondamentalement du chant et de la danse, et d'autres la considèrent comme une part intégrante de la communication ou des rites sociaux [15]. Sa forme varie également. D'une part géographiquement : les musiques traditionnelles asiatiques, ou encore de tribus indiennes ou africaines sonnent parfois curieusement aux oreilles « occidentales » en raison de différences dans les rythmes [16], placements de notes [17] et instruments. D'autre part selon les époques et les générations, parfois très rapprochées : les préférences et productions musicales en France favorisent la pop rock dans les années 60, le disco à la fin des années 70, le rap et la dance dans les années 90, dont les rythmes, instruments et messages diffèrent fondamentalement.

Comment définir la musique et ce que l'on en perçoit ?

Malgré ces divergences, certaines bases structurelles sont communes ou majoritaires dans toutes les musiques, comme le chant, un petit nombre de notes, certains intervalles simples entre notes et l'existence de pulsations [14, 18]. En fait, la musique, tout comme chaque langage, est constituée d'une « syntaxe » relativement universelle, qui



Figure 1 : Exemples de regroupements perceptifs. Alors que ces différentes portées correspondent juste à une succession de notes, un individu va, à l'écoute, reconnaître différents regroupements. Cette tendance à regrouper ensemble des objets proches plutôt qu'à les percevoir comme une simple juxtaposition d'éléments illustre le principe de proximité de type Gestalt ^[21]. Ces regroupements opérés de manière automatique, non consciente, permettent à l'individu de donner « un sens » à ce qui n'est en définitive qu'une succession de sons de fréquences différentes. a) A l'écoute, les mêmes notes semblent former des regroupements; b) il y a un saut de note mais la pause crée une grande distance entre les notes, c'est elle qui crée ici les regroupements ; c) le saut de note est si grand que c'est lui, et non la pause, qui crée des regroupements; dernière ligne : première notes de « Norwegian wood » des Beatles : les pauses et les proximités de notes créent des regroupements progressifs imbriqués les uns dans les autres et ne suivant pas toujours les mesures de séparation. Adapté de [22].

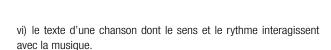
gouverne la manière dont les éléments musicaux (notes, pulsations) peuvent être combinés et exprimés séquentiellement pour créer accords, mélodies et rythmes [20]. Cette syntaxe n'est pas aussi rigide que dans un langage, elle joue des contrastes et des rapprochements de notes et de rythmes pour créer des regroupements perceptifs et la sensation d'écouter de la musique (Fig. 1).

Indépendamment de la manière de produire de la musique (instruments, chant...), la perception qu'un morceau est une musique provient de l'identification par le cerveau de cette syntaxe : faire suivre des notes au hasard ne crée pas une mélodie reconnue comme plaisante par la plupart des gens. C'est d'ailleurs, avec la mélodie et le rythme, le troisième aspect majeur de la musique : elle provoque des sensations, elle interagit avec nos émotions [22], et dans ce cadre, la culture joue un rôle essentiel : le fado tirera des larmes aux Portugais mais pourra laisser de marbre des Polonais.

Vers une interprétation biologique de la perception musicale

Ces trois aspects majeurs et universels de la musique permettent d'envisager que la musique « est dans notre nature » [23] : il existerait un traitement cognitif spécifique et inné de la musique chez les humains. Cette approche biologique de la perception musicale est relativement récente [24] et moins évidente qu'il n'y paraît. En effet, la perception de la musique par le cerveau ne peut pas être simple car beaucoup d'aspects rentrent en jeu simultanément, par exemple :

- i) la perception des différentes composantes de la musique [25]: les rythmes, la hauteur des notes, les combinaisons simultanées de notes donnant des accords ;
- ii) la perception et la distinction des instruments utilisés, dont la différence acoustique est appelée « timbre » : une même note jouée par un piano et un violon diffèrent par leur timbre, c'est-à-dire la répartition de l'énergie entre les fréquences multiples (appelée harmoniques) de la note de base (appelée fondamentale) ;
- iii) la mémoire immédiate ou de long terme pour comprendre une mélodie, reconnaître un couplet, un refrain, se rappeler un morceau connu : par exemple, percevoir un rythme implique d'avoir mémorisé et reconnu la différence temporelle entre deux pulsations ;
- iv) la prédiction par le cerveau des futures notes et arrangements : on peut reconnaître implicitement la gamme du morceau et prédire la note³ terminant la mélodie, c'est-àdire la célèbre « résolution » en musique [27];
- v) Les émotions liées à l'écoute pure du morceau, au souvenir accompagnant une écoute passée ou aux sensations donnant envie de danser par exemple ;



On se demande donc bien par où commencer l'étude cérébrale de la perception musicale! En même temps, voir des animaux suivre des rythmes ou même danser (chiens, perroquets) suggère que certains mécanismes communs à de nombreuses espèces permettent de percevoir au moins certaines composantes de la musique comme le rythme.

Le traitement des sons et de la musique par le système auditif

En fait, comme tout son, la musique est d'abord traitée par le système auditif, dont l'organisation est commune à tous les mammifères4. Pour résumer, le son est une variation de pression de l'air transmise par le conduit auditif externe vers le tympan puis la chaîne d'osselets (rôle d'amplification) et enfin la cochlée.

Cet organe spiralaire transforme, via les cellules ciliées, cette variation de pression en une activité électrique pouvant être transmise par des neurones5: c'est la transduction mécano-électrique.

La cochlée décompose les sons en composantes fréquentielles, autrement dit, elle sépare les sons des plus graves aux plus aigus, avant que cette information ne se transmette jusqu'au cerveau via des fibres nerveuses et des neurones concentrés dans plusieurs noyaux souscorticaux (Figure 2A): le ganglion spiral, le noyau cochléaire, l'olive supérieure, le lemnisque latéral, le colliculus inférieur, le thalamus auditif. Chacun de ces noyaux transforme progressivement l'information sonore et en traite déjà certains aspects. Par exemple, l'olive supérieure compare l'information venant des oreilles gauche et droite pour en déduire la localisation spatiale du son (permettant d'apprécier un effet musical « stéréo »). Après le thalamus, l'information atteint le cortex auditif primaire (A1), premier relais auditif du néocortex situé dans le gyrus supérieur du lobe temporal. Le système auditif est le plus rapide des systèmes sensoriels, il peut transcrire des modifications temporelles plus rapides qu'une milliseconde (ms) et fait parvenir cette information du tympan vers A1 en moins de 25ms chez l'humain! Cette vitesse permet de détecter rapidement des sons d'alerte, ou de suivre les riches variations temporelles des vocalisations, de la parole et de la musique.

La décomposition des sons en fréquences issue de la cochlée se maintient jusqu'à A1 (le phénomène est appelé tonotopie [28]), dont les neurones répondent donc préférentiellement à une gamme de fréquences réduite. Autour de A1, dans le gyrus supérieur du lobe temporal, on trouve une première ceinture de zones auditives associatives (« belt ») pouvant intégrer des informations d'autres zones du cerveau (par exemple visuelles), puis une seconde ceinture de zones encore plus associatives (« parabelt ») [29], voir Figure 2B. La taille de ces zones et leur organisation diffèrent cette fois entre les mammifères. Le cortex auditif (A1+belt+parabelt) est connecté à de nombreuses autres zones cérébrales (hippocampe, cortex frontal, striatum, aires multimodales...) stockant, traitant ou interprétant l'information qui en est issue.

Même si l'on sait que le cortex auditif est nécessaire pour traiter l'information sonore, le rôle de toutes les zones susnommées dans le traitement des sons et a fortiori de la musique n'est pas complètement éclairci. La hauteur des sons (notes) serait traitée grâce à la tonotopie par A1, ainsi que par le planum temporale (belt) [30]. Lorsque les notes s'enchaînent en mélodie, l'activation se déplace vers des zones plus latérales et antérieures dans le cortex auditif [31]. Enfin, à mesure que des composantes plus complexes sont détectées (tonalité, rythmes complexes) ou que le recours à la mémoire et à l'attention augmentent, des zones frontales médiales et inférieures sont également activées en plus du gyrus temporal supérieur [32] (voir section suivante et Figure 2C). De manière générale, de nombreuses études ont observé une latéralisation du traitement de la musique, avec une activation plus forte de l'hémisphère droit [30, 33-35].

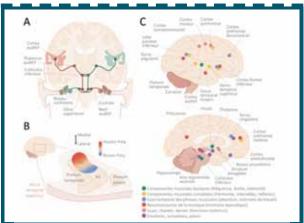


Figure 2 : Zones de traitement de l'information auditive et musicale. A : Schéma des voies auditives depuis le tympan et la cochlée jusqu'au cortex auditif. D'après ^[36]. B : le cortex auditif, situé dans le lobe temporal, comprend une zone primaire (Heschl Gyrus, HG) organisée de manière tonotopique entre basses (L pour Low) et hautes (H pour high) fréquences, puis diverses zones associatives autour formant deux ceintures successives (Belt, ParaBelt). D'après [37]. C : Zones cérébrales activées par l'écoute, la lecture ou la production de musique. D'après [38]. Crédits : Illustration Jérémie Luciani (www. ieremieluciani.com).

Le lieu où la musique est mémorisée n'est pas encore bien compris, et n'est probablement pas unique. On a observé qu'écouter de la musique connue et l'imaginer ne sont pas des processus cérébraux si différents, ils activent de nombreuses zones similaires dans le lobe temporal et la zone préfrontale inférieure [39-42]. Ces zones stockeraient donc une partie au moins de la mémoire musicale. Mais on peut aussi supposer qu'imaginer la musique provoque tout simplement le même traitement cérébral que l'écouter!



Figure 3 : Comparaison des zones cérébrales activées lorsqu'on écoute ou imagine des morceaux familiers. Le vert indique un recouvrement entre les deux processus. Adapté de [42]. Crédits : "Neuronal Correlates of Perception, Imagery, and Memory for Familiar Tunes" by Sibylle C. Herholz, Andrea R. Halpern and Robert J. Zatorre in Journal of Cognitive Science, Volume 23, issue 6, June 2012, figure 2, reprinted courtesy of The MIT Press.

^{3.} On peut prédire assez naturellement où un morceau nous emmène musicalement ou émotionnellement. Selon le morceau ou le compositeur, cette prédiction sera confirmée ou infirmée. Comme le souligne le spécialiste des sciences cognitives Daniel Levitin, une confirmation trop fréquente nous mène vers l'ennui et le désintérêt du morceau. Les petites variations nous tiennent en éveil, et attirent l'attention sur les moments musicaux qui sont essentiels au récit [26].



Existe-t-il des aires cérébrales spécialisées dans la musique?

C'est la question qui taraude les chercheurs depuis longtemps. Il existe en fait deux hypothèses principales quant à la manière dont le cerveau perçoit la musique [23, 43]. Dans la première, il n'existerait pas d'aire spécialisée dans le traitement des musiques : les humains utiliseraient les capacités naturelles d'apprentissage et de plasticité du cerveau, c'est-à-dire qu'ils se serviraient de circuits cérébraux dédiés à d'autres fonctions pour traiter, apprécier, apprendre et produire la musique. Dans la seconde hypothèse, il existerait des circuits dédiés à la perception de la musique chez l'homme. Ils seraient donc guidés par une évolution récente et gouvernés par les gènes. Pour départager ces deux hypothèses, il faut déterminer si les zones du cerveau qui répondent à la musique correspondent à des zones connues pour effectuer d'autres fonctions ou s'il s'agit de structures traitant de façon exclusive les informations musicales.

En accord avec la première hypothèse, les chercheurs ont identifié des aires cérébrales servant à la fois pour le traitement du langage et de la musique (Figure 4). Globalement, c'est le cas du cortex frontal inférieur (CFI) et du gyrus temporal supérieur et moyen (parties postérieures et antérieures)^[44].

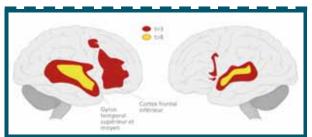


Figure 4 : Activation du cerveau à la musique et la parole. On observe de fortes réponses dans le cortex frontal inférieur et le gyrus supérieur et moyen temporal. Les zones colorées correspondent aux aires cérébrales qui sont aussi bien activées lors de l'écoute de paroles que lors de celle d'une musique. On observe ici une activation plus forte et plus étendue dans l'hémisphère droit qu'à gauche. D'après [44].

Dans cette hypothèse, la théorie dite « des ressources d'intégration syntaxique partagées » [45] propose que le traitement syntaxique du langage et de la musique partagent un ensemble commun de ressources neurales localisées dans les régions antérieures du cortex temporal supérieur [46, 47] et dans le cortex préfrontal, plus particulièrement le cortex frontal inférieur. Ainsi, les études comparant la réponse cérébrale à de la musique classique et à sa version dégradée (le morceau étant coupé en intervalles de 300 ms permutés aléatoirement) ont montré l'implication de zones antérieures et orbitales du cortex frontal inférieur, autour du gyrus préfrontal inférieur [48, 49]. En outre, le traitement des irrégularités tonales et harmoniques impliquerait des zones «linguistiques» connues du cortex frontal inférieur $^{\mbox{\tiny [50-52]}}$: des régions ventrales-antérieures (pars opercularis et gyrus préfrontal inférieur) impliquées dans le traitement syntaxique et sémantique [53, 54] et des régions dorsales-postérieures (pars opercularis et pars triangularis, constituant ensemble l'aire de Broca, dans l'hémisphère gauche) impliquées dans le traitement phonologique et syntaxique. Le cas de l'aire de Broca est intéressant : on sait depuis longtemps qu'elle est importante pour la production du langage, et qu'elle s'active également en présence d'une violation d'une règle grammaticale, par exemple si l'on dit « Bill a écrit papier un. » [55]. Une étude récente [56] a montré que cette zone, mais aussi son équivalent de l'hémisphère droit dont la fonction est mal connue, s'activaient en présence de « violations » locales de règles musicales (Figure 5).

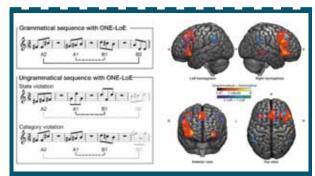


Figure 5 : activation de l'équivalent à droite de l'aire de Broca lors de la présentation de phrases musicales « non grammaticales ». Dans une phrase « grammaticale », A1 est en miroir de B1 et A2 en miroir de B2. Dans les deux exemples de phrases « non grammaticales », soit B2 va dans le même sens que A2 (en haut), soit B2 n'est pas du même type que A2 (en bas). Lors de l'écoute de phrases non grammaticales, différentes aires cérébrales sont activées (en rouge) dont l'aire de Broca et son équivalent dans l'hémisphère droit. Les zones colorées en bleu correspondent à d'autres conditions expérimentales non étudiées ici. Adapté de [56].

Preuve de la complexité et la modularité des aires associées à la musique, l'écriture musicale semble distincte de la production du langage ou du traitement de la musique : le célèbre compositeur Maurice Ravel a souffert à partir de 1933 d'une maladie neurodégénérative qui l'a empêché d'écrire des partitions de musique [57, 58] alors qu'il se rappelait parfaitement ses compositions passées et avait même son futur opéra, jamais écrit, dans sa tête. À l'inverse, le compositeur russe Shebalin fut victime d'une attaque cérébrale en 1953 qui le laissa dans l'incapacité de parler ou comprendre la parole alors même qu'il ne cessa jamais d'écrire des partitions [26].

En accord avec la deuxième hypothèse, des chercheurs du MIT ont identifié en 2015 une population neuronale (bilatérale) qui ne répondrait exclusivement qu'à la musique, et dont la réponse est dégradée lorsque l'on détruit la structure musicale du morceau [43]. Cette population est située dans le cortex temporal, antérieurement au cortex auditif. Une hypothèse moins forte est proposée par divers auteurs, postulant que des réseaux neuronaux spécifiques et peutêtre typiquement humains traitent des composantes de la musique, principalement dans le lobe temporal et le cortex frontal inférieur $^{[20,\ 23,\ 59,\ 60]}$. Par exemple, l'encodage de la hauteur des notes et de leur variation pourrait être un « module » spécialisé et indépendant du langage car la compréhension de celui-ci ne dépend pas des « notes » utilisées (par exemple, on peut comprendre une phrase même si elle est chantée). Une manière d'aborder le problème est d'étudier les sujets montrant un déficit nommé « amusie », c'est-àdire une incapacité à reconnaître et mémoriser la hauteur des notes dans la musique [61].

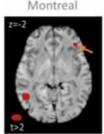
Les sujets « amusiques » (peut-être jusqu'à 4 % des humains hors lésions ^[62]) ne détectent pas les notes fausses dans une mélodie, ne distinguent pas toujours deux mélodies, ne peuvent suivre un rythme et trouvent par exemple tout à fait neutres ou plaisantes des mélodies dissonantes absolument désagréables pour la majorité des gens!

La description exhaustive est disponible facilement, par exemple sur le site de référence initié par Rémy Pujol http://www.cochlea.org

^{5.} Ce sont ces fameuses cellules ciliées qui sont endommagées par des variations trop fortes de pression, autrement dit par l'écoute de sons trop forts. Comme elles ne se régénèrent pas, c'est un capital dont on doit prendre soin toute sa vie!

Ceci avec des niveaux normaux d'intelligence ou de traitement du langage par ailleurs. L'amusie peut être la conséquence d'une lésion cérébrale [63] ou d'une anomalie neurale congénitale. Des lésions du lobe temporal (plus souvent à droite) peuvent provoquer une amusie [64-68], mais chez certains de ces sujets, la capacité à distinguer des notes ou même des séquences de notes reste préservée, ce qui indique qu'il existe bien plusieurs « modules » dans la perception de la musique. Dans les études d'imagerie chez des sujets ayant une amusie congénitale (donc probablement d'origine génétique), des déficits du lobe temporal sont parfois envisagés [69, 70], mais ce sont surtout des déficits volumétriques du cortex frontal inférieur (Figure 6) et de sa connectivité avec le cortex auditif qui sont pointés du doigt [69, 71, 72]. Ceci est cohérent avec le rôle du cortex frontal inférieur dans la mémoire de travail associée à la hauteur de son [35] et dans la perception des violations harmoniques [51, 73]. On peut également aborder le problème des « modules » neuronaux spécialisés dans le traitement de composantes de la musique par la biologie comparative. Une étude récente a ainsi trouvé chez les humains davantage de régions du lobe temporal préférant les sons harmoniques, très présents dans le langage et la musique, que chez les macaques [74].

Montreal Newcastle



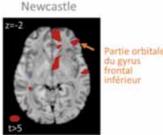


Figure 6 : Relation entre la concentration locale de matière blanche (WM) et le test de violation mélodique (une note hors de la gamme est insérée dans la mélodie) pour deux échantillons de patients à Montréal et Newcastle. Les zones colorées correspondent à des zones où une augmentation de concentration de matière blanche est associée à une augmentation du score au test de violation mélodique. Ces résultats, obtenus à partir de mesures réalisées chez des patients amusiques et témoins, indiquent qu'une cause de l'amusie pourrait provenir d'une faible concentration en matière blanche du cortex frontal inférieur de ces sujets, marqué d'une flèche jaune sur les images cérébrales. D'après [71].



Les émotions portées par la musique

Environ 80% des adultes ressentent des émotions physiques visibles (frissons, joies, peurs, pleurs) à l'écoute de la musique [75]. Celles-ci sont mesurables via des variations de la fréquence cardiaque, de la pression artérielle, de la température corporelle (musiques tristes) ou de la respiration (musiques joyeuses) [76]. Il faut y ajouter des émotions plus complexes, touchant au plus profond des êtres, liées par exemple à des souvenirs personnels.

Dans le cerveau, les émotions portées par la musique seraient davantage associées à l'activité du lobe frontal ou des systèmes limbiques et paralimbiques, classiquement associés aux émotions, qu'au lobe temporal. Les circuits impliqués peuvent en fait grandement varier selon le type d'émotion, même pour des objets musicaux acoustiquement proches. Par exemple, les intervalles musicaux consonants⁶ évoquent des sensations agréables et activent l'aire orbitofrontale de l'hémisphère droit et une partie du corps calleux. À l'inverse, les accords dissonants activent davantage le gyrus parahippocampal [77]. De manière générale, les musiques très plaisantes activent les régions du cerveau impliquées dans la récompense/motivation, les émotions et l'excitation, notamment le striatum ventral, le mésencéphale, l'amygdale, le cortex orbitofrontal et le cortex préfrontal ventral médian [78]. Ces structures cérébrales sont aussi connues pour être activées par d'autres stimuli induisant l'euphorie et l'addiction, tels que la nourriture, le sexe et les drogues!



En conclusion

En simplifiant, la partie supérieure du lobe temporal, siège du cortex auditif, permet de traiter les composantes les plus fondamentales de la musique (notes, rythmes, mélodies) tandis que le lobe frontal, et plus particulièrement le cortex frontal inférieur, semble communiquer avec le lobe temporal pour identifier, traiter et percevoir les composantes plus complexes de la musique comme sa syntaxe. La perception de la musique par le cerveau reste cependant mal connue, peut-être en raison de sa structure acoustique complexe et parce que les modèles animaux se prêtent mal à l'étude de cette pure création culturelle humaine.



Remerciements

Merci à Pascal Combemorel pour sa relecture attentive, à Alexandra Gibert pour ses remarques pertinentes et à Jérémie Luciani pour les illustrations.



Bibliographie

- 1. D'Errico, F., Henshilwood, C., Lawson, G., Vanhaeren, M., Tillier, A.-M., Soressi, M., Bresson, F., Maureille, B., Nowell, A., Lakarra, J., Backwell, L., Julien, M.: Archaeological Evidence for the Emergence of Language, Symbolism, and Music-An Alternative Multidisciplinary Perspective. J. World Prehistory. 17, 1-70 (2003). https://doi. org/10.1023/A:1023980201043
- https://fr.wikipedia.org/w/index. 2. Musique préhistorique, php?title=Musique_pr%C3%A9historique&oldid=169022407, (2020)
- 3. Hauser, M.D., McDermott, J.: The evolution of the music faculty: a comparative perspective. Nat. Neurosci. 6, 663-668 (2003). https:// doi.org/10.1038/nn1080
- 4. Fitch, W.T.: The biology and evolution of music: A comparative perspective. Cognition. 100, 173-215 (2006). https://doi. org/10.1016/j.cognition.2005.11.009
- Tinbergen, N.: On aims and methods of Ethology. Z. Für Tierpsychol. 20, 410-433 (1963). https://doi.org/10.1111/j.1439-0310.1963. tb01161.x
- 6. Gray, P.M., Krause, B., Atema, J., Payne, R., Krumhansl, C., Baptista, L.: The Music of Nature and the Nature of Music. Science. 291, 52-54 (2001). https://doi.org/10.1126/science.10.1126/SCIENCE.1056960
- 7. Stalinski, S.M., Schellenberg, E.G.: Music cognition: a developmental perspective. Top. Cogn. Sci. 4, 485-497 (2012). https://doi. org/10.1111/j.1756-8765.2012.01217.x
- 8. Stevens, C.J.: Music perception and cognition: a review of recent cross-cultural research. Top. Cogn. Sci. 4, 653-667 (2012). https:// doi.org/10.1111/j.1756-8765.2012.01215.x
- 9. Panksepp, J., Bernatzky, G.: Emotional sounds and the brain: the neuro-affective foundations of musical appreciation. Behav Process. 60, 133-155 (2002). https://doi.org/S0376635702000803 [pii]

DOSSIER <



- Lewis, E.R.: Speculations about noise and the evolution of vertebrate hearing. Hear. Res. 25, 83–90 (1987). https://doi.org/10.1016/0378-5955(87)90082-7
- 11. Fay, R.R.: HEARING AND LATERAL LINE I Psychoacoustics: What Fish Hear. In: Farrell, A.P. (ed.) Encyclopedia of Fish Physiology. pp. 276–282. Academic Press. San Diego (2011)
- de Hoz, L., Nelken, I.: Frequency tuning in the behaving mouse: different bandwidths for discrimination and generalization. PloS One. 9, e91676 (2014). https://doi.org/10.1371/journal.pone.0091676
- D'Amato, M.R.: A Search for Tonal Pattern Perception in Cebus Monkeys: Why Monkeys Can't Hum a Tune. Music Percept. 5, 453–480 (1988). https://doi.org/10.2307/40285410
- Nettl, B.: An Ethnomusicologist Contemplates Universals in Musical. Sound and Musical Culture. In: Wallin, N.L., Merker, B., and Brown, S. (eds.) The Origins of Music. pp. 463–472. Massachusett s Institute of Technology Press, London (2000)
- Wiggins, T.: Globalisation. L'Afrique occidentale dans le monde ou le monde en Afrique occidentale. Cah. D'ethnomusicologie Anciennement Cah. Musiques Tradit. 189–200 (1996)
- Anku, W.: Principles of Rhythm Integration in African Drumming. Black Music Res. J. 17, 211–238 (1997). https://doi.org/10.2307/779369
- London, J., Polak, R., Jacoby, N.: Rhythm histograms and musical meter: A corpus study of Malian percussion music. Psychon. Bull. Rev. 24, 474–480 (2017). https://doi.org/10.3758/s13423-016-1093-7
- Carterette, E.C., Kendall, R.A.: 18 Comparative Music Perception and Cognition. In: Deutsch, D. (ed.) The Psychology of Music (Second Edition). pp. 725–791. Academic Press, San Diego (1999)
- 19. Dowling, W.J., Harwood, J.L.: Music Cognition. Academic Press (1986)
- 20. Lerdahl, F., Jackendoff, R.S.: A Generative Theory of Tonal Music, reissue, with a new preface. MIT Press (1996)
- 21. Principles of grouping, https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Principles_of_grouping&oldid=950323007, (2020)
- Jackendoff, R., Lerdahl, F.: The capacity for music: what is it, and what's special about it? Cognition. 100, 33–72 (2006). https://doi. org/10.1016/j.cognition.2005.11.005
- Peretz, I.: The nature of music from a biological perspective. Cognition. 100, 1–32 (2006). https://doi.org/10.1016/j.cognition.2005.11.004
- 24. Wallin, N.L., Merker, B., Brown, S.: The Origins of Music. MIT Press (2001)
- Warren, J.: How does the brain process music? Clin. Med. Lond. Engl. 8, 32–36 (2008). https://doi.org/10.7861/clinmedicine.8-1-32
- 26. Weinberger, N.M.: Music And The Brain, https://www.scientificamerican.com/article/music-and-the-brain-2006-09/
- 27. Résolution (musique)., http://www.cosmovisions.com/musiReso lution.htm
- Tonotopy, https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Tonotopy&o Idid=968167982, (2020)
- Auditory cortex, https://en.wikipedia.org/w/index.php?title= Auditory_cortex&oldid=966826580, (2020)
- Hyde, K.L., Peretz, I., Zatorre, R.J.: Evidence for the role of the right auditory cortex in fine pitch resolution. Neuropsychologia. 46, 632–639 (2008). https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2007.09.004
- 6. Les intervalles musicaux consonants sont généralement ceux pour lesquels il existe un rapport simple entre les fréquences de deux sons. Par exemple, un « do » à 260 Hertz (Hz) et un « sol » à 390 Hz ont un rapport de 2:3 entre leurs fréquences, formant un intervalle de quinte parfaite agréable à entendre lorsqu'ils sont joués simultanément. En revanche, le même « do » et le do dièse (277 Hz) ont un rapport complexe d'environ 17:18 et sont considérés comme désagréables lorsque joués simultanément, avec une sensation de son « rugueux ».

- Patterson, R.D., Uppenkamp, S., Johnsrude, I.S., Griffiths, T.D.: The Processing of Temporal Pitch and Melody Information in Auditory Cortex. Neuron. 36, 767–776 (2002). https://doi.org/10.1016/S0896-6273(02)01060-7
- Janata, P., Birk, J.L., Horn, J.D.V., Leman, M., Tillmann, B., Bharucha, J.J.: The Cortical Topography of Tonal Structures Underlying Western Music. Science. 298, 2167–2170 (2002). https://doi.org/10.1126/ science.1076262
- 33. Evers, S., Dannert, J., Rödding, D., Rötter, G., Ringelstein, E.B.: The cerebral haemodynamics of music perception. A transcranial Doppler sonography study. Brain J. Neurol. 122 (Pt 1), 75–85 (1999). https://doi.org/10.1093/brain/122.1.75
- Griffiths, T.D., Johnsrude, I., Dean, J.L., Green, G.G.: A common neural substrate for the analysis of pitch and duration pattern in segmented sound? Neuroreport. 10, 3825–3830 (1999). https://doi. org/10.1097/00001756-199912160-00019
- Zatorre, R.J., Evans, A.C., Meyer, E.: Neural mechanisms underlying melodic perception and memory for pitch. J. Neurosci. Off. J. Soc. Neurosci. 14, 1908–1919 (1994)
- 36. Purves, D., Williams, S.M.: Neuroscience. Sinauer Associates, Sunderland, Mass. (2001)
- Semple, M.N., Scott, B.H.: Cortical mechanisms in hearing. Curr.
 Opin. Neurobiol. 13, 167–173 (2003). https://doi.org/10.1016/S0959-4388(03)00048-5
- Särkämö, T., Tervaniemi, M., Huotilainen, M.: Music perception and cognition: development, neural basis, and rehabilitative use of music. WIREs Cogn. Sci. 4, 441–451 (2013). https://doi.org/10.1002/ wcs.1237
- Halpern, A.R., Zatorre, R.J.: When that tune runs through your head: a PET investigation of auditory imagery for familiar melodies. Cereb. Cortex N. Y. N 1991. 9, 697–704 (1999). https://doi.org/10.1093/cercor/9.7.697
- Halpern, A.R., Zatorre, R.J., Bouffard, M., Johnson, J.A.: Behavioral and neural correlates of perceived and imagined musical timbre. Neuropsychologia. 42, 1281–1292 (2004). https://doi.org/10.1016/j. neuropsychologia.2003.12.017
- Zatorre, R.J., Halpern, A.R., Perry, D.W., Meyer, E., Evans, A.C.: Hearing in the mind's ear: a PET investigation of musical imagery and perception. J Cogn Neurosci. 8, 29–46 (1996)
- Herholz, S.C., Halpern, A.R., Zatorre, R.J.: Neuronal correlates of perception, imagery, and memory for familiar tunes. J. Cogn. Neurosci. 24, 1382–1397 (2012). https://doi.org/10.1162/jocn_a_00216
- Norman-Haignere, S., Kanwisher, N.G., McDermott, J.H.: Distinct Cortical Pathways for Music and Speech Revealed by Hypothesis-Free Voxel Decomposition. Neuron. 88, 1281–1296 (2015). https:// doi.org/10.1016/j.neuron.2015.11.035
- 44. Abrams, D.A., Bhatara, A., Ryali, S., Balaban, E., Levitin, D.J., Menon, V.: Decoding Temporal Structure in Music and Speech Relies on Shared Brain Resources but Elicits Different Fine-Scale Spatial Patterns. Cereb. Cortex. 21, 1507–1518 (2011). https://doi.org/10.1093/cercor/bhq198
- Patel, A.D.: Language, music, syntax and the brain. Nat. Neurosci. 6, 674–681 (2003). https://doi.org/10.1038/nn1082
- Koelsch, S.: Neural substrates of processing syntax and semantics in music. Curr. Opin. Neurobiol. 15, 207–212 (2005). https://doi.org/10.1016/j.conb.2005.03.005
- Callan, D.E., Tsytsarev, V., Hanakawa, T., Callan, A.M., Katsuhara, M., Fukuyama, H., Turner, R.: Song and speech: brain regions involved with perception and covert production. NeuroImage. 31, 1327–1342 (2006). https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2006.01.036
- 48. Levitin, D.J., Menon, V.: Musical structure is processed in "language" areas of the brain: a possible role for Brodmann Area 47 in temporal coherence. NeuroImage. 20, 2142–2152 (2003). https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2003.08.016



- Maess, B., Koelsch, S., Gunter, T.C., Friederici, A.D.: Musical syntax is processed in Broca's area: an MEG study. Nat. Neurosci. 4, 540–545 (2001). https://doi.org/10.1038/87502
- Koelsch, S., Gunter, T.C., v Cramon, D.Y., Zysset, S., Lohmann, G., Friederici, A.D.: Bach speaks: a cortical "language-network" serves the processing of music. NeuroImage. 17, 956–966 (2002)
- Janata, P.: Brain networks that track musical structure. Ann. N. Y. Acad. Sci. 1060, 111–124 (2005). https://doi.org/10.1196/annals.1360.008
- Bookheimer, S.: Functional MRI of language: new approaches to understanding the cortical organization of semantic processing. Annu. Rev. Neurosci. 25, 151–188 (2002). https://doi.org/10.1146/ annurev.neuro.25.112701.142946
- Grodzinsky, Y., Friederici, A.D.: Neuroimaging of syntax and syntactic processing. Curr. Opin. Neurobiol. 16, 240–246 (2006). https://doi. org/10.1016/j.conb.2006.03.007
- Embick, D., Marantz, A., Miyashita, Y., O'Neil, W., Sakai, K.L.: A syntactic specialization for Broca's area. Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A. 97, 6150–6154 (2000)
- Cheung, V.K.M., Meyer, L., Friederici, A.D., Koelsch, S.: The right inferior frontal gyrus processes nested non-local dependencies in music. Sci. Rep. 8, 3822 (2018). https://doi.org/10.1038/s41598-018-22144-9
- 57. Dieguez, S.: L'opéra muet de Ravel, https://www.cerveauetpsycho.fr/ sr/autour-oeuvre/lopera-muet-de-ravel-5784.php
- Caron, J.-L.: Maurice Ravel, victime d'une démence dégénérative « Aller + Loin « ResMusica, https://www.resmusica.com/2017/12/14/ maurice-ravel-victime-dune-demence-degenerative-2/
- Dowling, W.J.: Perception of music. In: Blackwell handbook of perception. pp. 469–498. Blackwell Publishing, Malden (2001)
- Fedorenko, E., McDermott, J.H., Norman-Haignere, S., Kanwisher, N.: Sensitivity to musical structure in the human brain. J. Neurophysiol. 108, 3289–3300 (2012). https://doi.org/10.1152/jn.00209.2012
- Peretz, I., Hyde, K.L.: What is specific to music processing? Insights from congenital amusia. Trends Cogn. Sci. 7, 362–367 (2003). https:// doi.org/10.1016/s1364-6613(03)00150-5
- Stewart, L.: Congenital amusia. Curr. Biol. 16, R904–R906 (2006). https://doi.org/10.1016/j.cub.2006.09.054
- Peretz, I.: Auditory atonalia for melodies. Cogn. Neuropsychol. 10, 21–56 (1993). https://doi.org/10.1080/02643299308253455
- 64. Di Pietro, M., Laganaro, M., Leemann, B., Schnider, A.: Receptive amusia: temporal auditory processing deficit in a professional musician following a left temporo-parietal lesion. Neuropsychologia. 42, 868–877 (2004). https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2003.12.004
- 65. Griffiths, T.D., Rees, A., Witton, C., Cross, P.M., Shakir, R.A., Green, G.G.: Spatial and temporal auditory processing deficits following right hemisphere infarction. A psychophysical study. Brain J. Neurol. 120 (Pt 5), 785–794 (1997). https://doi.org/10.1093/brain/120.5.785
- Liégeois-Chauvel, C., Peretz, I., Babaï, M., Laguitton, V., Chauvel,
 P.: Contribution of different cortical areas in the temporal lobes to music processing. Brain J. Neurol. 121 (Pt 10), 1853–1867 (1998). https://doi.org/10.1093/brain/121.10.1853
- Peretz, I., Kolinsky, R., Tramo, M., Labrecque, R., Hublet, C., Demeurisse, G., Belleville, S.: Functional dissociations following bilateral lesions of auditory cortex. Brain J. Neurol. 117 (Pt 6), 1283–1301 (1994). https://doi.org/10.1093/brain/117.6.1283
- Steinke, W.R., Cuddy, L.L., Jakobson, L.S.: Dissociations among functional subsystems governing melody recognition after right-hemisphere damage. Cogn. Neuropsychol. 18, 411–437 (2001). https://doi. org/10.1080/02643290125702

- 69. Albouy, P., Mattout, J., Bouet, R., Maby, E., Sanchez, G., Aguera, P.-E., Daligault, S., Delpuech, C., Bertrand, O., Caclin, A., Tillmann, B.: Impaired pitch perception and memory in congenital amusia: the deficit starts in the auditory cortex. Brain J. Neurol. 136, 1639–1661 (2013). https://doi.org/10.1093/brain/awt082
- Norman-Haignere, S.V., Albouy, P., Caclin, A., McDermott, J.H., Kanwisher, N.G., Tillmann, B.: Pitch-Responsive Cortical Regions in Congenital Amusia. J. Neurosci. Off. J. Soc. Neurosci. 36, 2986–2994 (2016). https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2705-15.2016
- Hyde, K.L., Zatorre, R.J., Griffiths, T.D., Lerch, J.P., Peretz, I.: Morphometry of the amusic brain: a two-site study. Brain J. Neurol. 129, 2562–2570 (2006). https://doi.org/10.1093/brain/awl204
- Hyde, K.L., Zatorre, R.J., Peretz, I.: Functional MRI evidence of an abnormal neural network for pitch processing in congenital amusia. Cereb. Cortex N. Y. N 1991. 21, 292–299 (2011). https://doi. org/10.1093/cercor/bhq094
- Tillmann, B., Bharucha, J.J.: Effect of harmonic relatedness on the detection of temporal asynchronies. Percept. Psychophys. 64, 640–649 (2002). https://doi.org/10.3758/bf03194732
- Norman-Haignere, S.V., Kanwisher, N., McDermott, J.H., Conway, B.R.: Divergence in the functional organization of human and macaque auditory cortex revealed by fMRI responses to harmonic tones. Nat. Neurosci. 22, 1057–1060 (2019). https://doi.org/10.1038/ s41593-019-0410-7
- Sloboda, J.A.: Empirical studies of emotional response to music. In: Cognitive bases of musical communication. pp. 33–46. American Psychological Association, Washington, DC, US (1992)
- Krumhansl, C.L.: An exploratory study of musical emotions and psychophysiology. Can. J. Exp. Psychol. Rev. Can. Psychol. Exp. 51, 336–353 (1997). https://doi.org/10.1037/1196-1961.51.4.336
- Blood, A.J., Zatorre, R.J., Bermudez, P., Evans, A.C.: Emotional responses to pleasant and unpleasant music correlate with activity in paralimbic brain regions. Nat. Neurosci. 2, 382–387 (1999). https:// doi.org/10.1038/7299
- Blood, A.J., Zatorre, R.J.: Intensely pleasurable responses to music correlate with activity in brain regions implicated in reward and emotion. Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A. 98, 11818–11823 (2001). https://doi.org/10.1073/pnas.191355898



Le nouvel audio processeur SAMBA 2 pour BONEBRIDGE et VIBRANT SOUNDBRIDGE adapte ses réglages à l'environnement et supprime les bruits gênants. Son système intelligent intègre les préférences auditives de l'utilisateur. La manipulation est simple et intuitive : changer la pile et le couvercle n'a jamais été aussi rapide. Et avec l'application SAMBA 2 Remote, l'utilisateur peut facilement contrôler ses réglages prédéfinis par l'audioprothésiste.

Vous voulez en savoir plus ? Retrouvez toute l'information sur le blog MED-EL à destination des professionnels.

L'audio processeur SAMBA2 fait partie du système d'implant d'oreille moyenne VIBRANT SOUNDBRIDGE et d'implant à conduction osseuse BONEBRIDGE, fabriqués par MED-EL GmbH, Autriche. Il s'agit d'un dispositif de classe DMIA inscrit à la LPPR. Il porte le marquage CE (Numéro de l'organisme notifié : 0123). Indications : pertes auditives de perception légères à sévères et de pertes auditives mixtes et de transmission ou surdité neurosensorielle unilatérale après échec ou inefficacité d'un appareillage conventionnel par voie aérienne ou osseuse. Lire attentivement la notice d'utilisation. Date de dernière modification : 10/2020. MED-EL, 400 avenue Roumanille, Bât. 6 – CS 70062, 06902 Sophia Antipolis Cedex, Tel : +33 (0)4 83 88 06 00

hearl IFF



> Métier et Technique

Réorganisation corticale suite à la restauration de la fonction binaurale chez des patients avec une surdité unilatérale

Elsa LEGRIS, Jean-Marie AOUSTIN, David BAKHOS legris.elsa@gmail.com

1

Introduction

La compréhension de la parole dans le bruit peut s'avérer difficile, même chez sujets bien entendants. En présence de bruit, le son est perçu et traité de manière binaurale. Le système auditif central réalise une analyse constante des indices acoustiques (différence intéraurale d'intensité et de temps) entre les deux oreilles. Dans le cas d'une surdité unilatérale, ces indices ne peuvent être utilisés, entrainant des difficultés à extraire l'information utile en présence de bruit ambiant (Bess and Tharpe, 1986; Brookhouser et al., 1991). Également, les patients ne peuvent avoir recours à la sommation binaurale (Hawkins et al., 1987; Heil, 2014; Keys, J. W., 1947). A cela, s'ajoute des difficultés à localiser une source sonore, induisant des conséquences négatives sur la qualité de vie (Arndt et al., 2017, 2011; Firszt et al., 2012; Gordon et al., 2013). Il en résulte de la suppléance mentale demandant de l'énergie au patient, et donc une fatigue générale (Gallégo, 2010).

Les réhabilitations auditives proposées à ces patients sont les systèmes Controlateral Routing Of Signal (CROS) et les prothèses auditives à ancrage osseux. Ces systèmes permettent un transfert de l'information auditive. Néanmoins, ces réhabilitations prothétiques n'arrivent pas à satisfaire la majorité des patients souffrant d'une surdité unilatérale (Bishop and Eby, 2010; Finbow et al., 2015; Snapp et al., 2017). La source de cette insatisfaction est principalement liée au fait que les patients ne peuvent s'appuyer sur les signaux binauraux pour localiser et discriminer la parole en environnement bruyant.

L'implant cochléaire offre une restauration partielle de l'audition pour l'oreille déficiente, et a montré des améliorations significatives pour la localisation spatiale, la compréhension de la parole dans le bruit, la qualité de vie, et la perception de l'acouphène (Arndt et al., 2017, 2011; Buechner et al., 2010; Cabral Junior et al., 2016; Cadieux et al., 2013; Dillon et al., 2017; Dorbeau et al., 2018; Finke et al., 2017; Firszt et al., 2012; Galvin et al., 2018; Gartrell et al., 2014; Grossmann et al., 2016; Litovsky et al., 2018; Prejban et al., 2018; Rahne and Plontke, 2016; Stelzig et al., 2011; Távora-Vieira et al., 2015; Tokita et al., 2014;

Vermeire and Van de Heyning, 2009; Zeitler et al., 2015). A ce jour, il ne peut cependant être dispensé aux sujets souffrant d'une surdité unilatérale en France.

Les mesures objectives, tels que les potentiels évoqués auditifs corticaux (PEACs), permettent l'étude du traitement cortical de l'information sonore (Eggermont, J., 2007; Kileny, 2007). Chez l'adulte, les PEACs consistent en quatre pics: une onde positive (P1) autour de 50 msec, un pic négatif (N1) arrivant approximativement à 100 msec, un deuxième pic positif (P2) à 200 msec, et une dernière onde négative (N2) à 250 msec (Ponton et al., 1996; Sharma et al., 2004; Lippé et al., 2009). L'onde P1 permettrait de refléter le traitement perceptuel précoce des caractéristiques acoustiques du signal (Čeponienė et al., 2005). L'onde N1 serait corrélée avec la détection du signal, et serait sensible aux caractéristiques du signal telles que la pente (montée ou descente) de l'amplitude (Näätänen and Picton, 1987). Il s'agit de l'onde la plus étudiée chez l'adulte, du fait de la localisation de ces générateurs dans le cortex auditif temporal supérieur (Näätänen and Picton, 1987). Les propriétés plus fines du stimulus sont reflétées par l'onde P2 (Crowley and Colrain, 2004). La présence des composantes des PEACs atteste que le cortex auditif a été correctement activé et que le signal vocal a été percu (Korczak et al., 2005; Munro et al., 2011; Carter et al.,

Afin d'analyser l'organisation spatiale résultante des signaux collectés, une analyse des cartographies de champs de potentiels peut être réalisée. Cette méthodologie permet d'évaluer la dissociation des régions cérébrales impliquées dans la genèse des différentes réponses. La Figure 1 représente la réponse typique obtenue pour des PEACs. On observe 4 ondes (P1, N1, P2 et N2) sur le tracé de l'électrode fronto-contrale (Cz). Les ondes obtenues pour l'électrode placée sur la mastoïde (M1) ont une polarité inversée. Il en résulte une cartographie de champ de potentiel avec une négativité fronto-centrale et une inversion de polarité (positivité) en région mastoïdienne pour l'onde N1.

Les recherches utilisant les PEACs montrent qu'une surdité unilatérale induit des asymétries hémisphériques lorsqu'une stimulation auditive monaurale est délivrée du côté de l'oreille déficiente. On observe une sur-représentation

Métier et Technique <



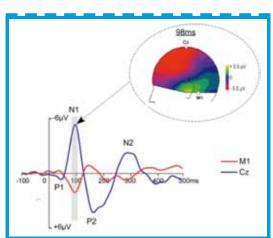


Figure 1 : Moyenne d'un potentiel évoqué enregistré en Cz et M1 chez huit sujets adultes normoentendants avec une bouffée tonale émise à 70dB SPL. En abscisse le temps en milliseconde, et en ordonnée l'amplitude en microvolt. On observe les ondes P1, N1, P2 et N2. La négativité se trouve en haut. En haut la cartographie de champ de potentiel enregistrée pour l'onde N1 à 98ms.

de l'oreille saine et une prédominance de l'hémisphère controlatéral à la surdité (Ponton et al., 2001, Vasama and Mäkelä 1995, Scheffler et al., 1998; Bilecen et al., 2000). Les récentes études réalisées chez l'enfant avec une surdité unilatérale d'origine congénitale montrent que l'IC amène à une réorganisation corticale et une amélioration des performances auditives (Cañete et al., 2017; Polonenko et al., 2017b; Sharma et al., 2016).

Trois études ont été réalisées au CHU Bretonneau de Tours, en partenariat avec l'INSERM, dans le but d'évaluer la réorganisation corticale en lien avec les performances auditives chez des patients adultes avec une réhabilitation auditive.

Une première pré-étude a été établie pour analyser l'activité corticale ayant lieu lors du port d'un CROS, une BAHA et un IC, chez des sujets souffrant d'une surdité unilatérale. Au cours d'une seconde étude longitudinale, nous avons étudié la réorganisation corticale successive à la restauration de l'audition par un IC chez des sujets ayant une surdité unilatérale, dans un environnement silencieux, et dans une troisième étude, en milieu bruyant.

2

Méthode

Les potentiels évoqués auditifs corticaux constituent une technique de choix pour évaluer les réponses auditives chez des sujets malentendants. Associée aux évaluations perceptives, l'analyse de ces réponses donne un aperçu des impacts d'une réhabilitation auditive. Les études présentées dans cette revue ont employé ces deux méthodologies.

2.1. Sujets

Des sujets adultes ayant une surdité unilatérale ont été inclus (1ère étude : n=21; 2ème étude : n=9; 3ème étude : n=6). Le critère d'inclusion pour l'oreille entendante était un seuil tonal moyen (STM) \leq 25 dB HL sur les fréquences 0.5, 1, 2 et 3kHz, conformément au guide AMA (American Medical Association) pour l'évaluation de la déficience permanente (AMA, 2008).

Un groupe témoin constitués de sujet normo-entendant (NE) adultes a également été évalué (1ère étude : n=7 ; 2ème étude : n=9 ; 3ème étude : n=6).

Le comité éthique de l'Hôpital Universitaire du CHU Bretonneau a approuvé ce protocole (N°ID RCB No 2015-A01249-40), et les consentements ont été lus et signés par l'ensemble des sujets.

2.2. Audiométrie vocale dans le bruit

Un test de reconnaissance de phrases dans le bruit a été réalisé selon une procédure adaptative. Les stimuli étaient des phrases françaises provenant du corpus Marginal Benefit from Acoustic Amplification (MBAA), qui consistent en 33 listes de 15 phrases chacune (Fraysse et al., 1998). Pour chacune des conditions, les listes étaient sélectionnées au hasard en champs libre. Le bruit utilisé était un bruit blanc continu calibré en dB A. La parole était présentée à 65dB A et le bruit ajusté par pas de 5-dB selon l'exactitude de la réponse. Si le sujet répétait la phrase entière correctement, le rapport signal sur bruit (RSB) était réduit de 5dB. Si le sujet n'était pas capable de répéter la phrase entièrement, le RSB était augmenté de 5dB. Le seuil d'intelligibilité était calculé comme étant le niveau RSB permettant une compréhension de 50% des phrases. Trois conditions spatiales étaient testées: 1) Dichotique (parole à l'oreille déficiente, et bruit à l'oreille NE), 2) Diotique (bruit et parole envoyés par le même haut-parleur), et 3) Dichotique inversé (parole à l'oreille NE et bruit à l'oreille déficiente). Ces trois conditions ont été illustrées sur la Figure 2.

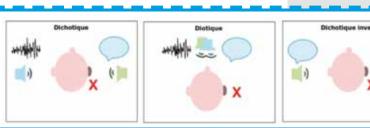


Figure 2 : Conditions spatiales d'évaluation de la compréhension de la parole dans le bruit chez le sujet ayant une surdité unilatérale. 1) Dichotique (parole à l'oreille déficiente, et bruit à l'oreille NE), 2) Diotique (bruit et parole envoyés par le même haut-parleur), et 3) Dichotique inversé (parole à l'oreille NE et bruit à l'oreille déficiente).



> MÉTIER ET TECHNIQUE

2.3. Les potentiels évoqués auditifs corticaux

2.2.1. Stimuli

La stimulation vocale était un /ba/ (durée: 125ms) présentée à 70 dBA via 2 hauts parleurs situés à 1.3m du sujet, et à -45° et +45°. Mille cent cinquante stimuli ont été présentés avec un intervalle inter stimuli de 700 ms. Les enregistrements neurophysiologiques duraient approximativement 20 minutes par sujet.

Dans la 3ème étude, une deuxième séquence a été réalisée avec l'ajout d'un bruit blanc continu (RSB=-5dB).

2.2.2. Electroencéphalogramme (EEG)

Lors des sessions d'enregistrement, chaque participant était installé dans un fauteuil situé dans une pièce peu éclairée et insonorisée. Le sujet avait pour consigne de regarder un film silencieux durant l'enregistrement.

L'EEG était enregistré à l'aide du système Neuroscan (amplificateur Synamps RT, logiciels Curry 7 et Neuroscan Stim²) avec 64 électrodes référencées sur le nez. L'impédance des électrodes était inférieure à 5 k Ω . Les données d'EEG étaient enregistrées avec une fréquence d'échantillonnage à 500Hz et filtrées à 0-200Hz.

L'analyse de l'EEG a été effectuée à l'aide du logiciel Matlab (Mathworks, Natick, MA) via l'interface EEGLAB [26]. Les enregistrements EEG étaient filtrés par un filtre passe bande (0.3-70 Hz). Les périodes d'EEG enregistrées lors d'un mouvement du sujet ont été identifiées manuellement, puis rejetées. La rejection des artéfacts supplémentaires, dus aux mouvements oculaires ou à la réhabilitation auditive, a été effectuée par analyse de composante indépendante (ACI) implémentée sur EEGLAB (Debener et al., 2008). Les composantes de l'ACI représentant les artéfacts de la réhabilitation auditive ont été identifiées comme étant ipsilatérale à la réhabilitation auditive (en région temporo-pariétale), synchrone à la stimulation auditive, et de grande amplitude. Cette méthodologie a été validée dans de nombreuses études (Bakhos et al., 2012; Debener et al., 2008; Viola et al., 2012, 2009).

Les réponses auditives corticales ont été évaluées par le Global Field Power (GFP), qui correspond à la déviation standard à travers les électrodes en fonction du temps, et permet la quantification de l'activité simultanée de toutes les électrodes (Skrandies, 1990). La morphologie du GFP est composée de pics (P1, N1 et P2), identifiés par inspection visuelle.

3

Résultats

Les résultats de l'audiométrie vocale dans le bruit seront détaillés uniquement pour les études 1 et 2. Les résultats du GFP seront présentés pour les 3 études.

3.1. Réponses auditives corticales en fonction du système de réhabilitation auditive chez des patients atteints d'une surdité unilatérale

Cette étude a fait l'objet d'une publication dans les Annales Française d'Otorhinolaryngologie (Legris et al., 2019).

Vingt et un sujets ayant une surdité unilatérale ont été évalués. Six d'entre eux étaient porteurs d'une BAHA, 6 d'un système CROS, et 9 d'un IC. Sept sujets NE ont été évalués, afin de comparer leurs performances avec celles des sujets ayant une SU.

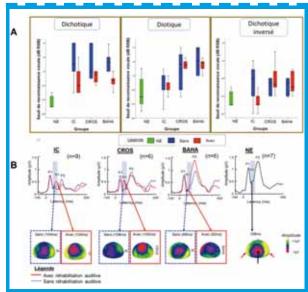


Figure 3: Résultats obtenus en fonction du type de réhabilitation choisie (BAHA, CROS, IC) et de la condition de test (en bleu, avec la réhabilitation auditive, et en rouge sans la réhabilitation auditive) pour : (A) la compréhension de la parole dans le bruit dans les conditions dichotique, diotique et dichotique inversé, (B) le Global Field Power (GFP) et les cartographies de champs de potentiel relatives au pic de l'onde N1 (zone grisée).

3.1.1. Résultats de la perception de la parole en environnement bruyant

Seule la réhabilitation de l'audition par l'IC permettait une amélioration significative du seuil d'intelligibilité, pour les conditions dichotique inversé et dichotique (test de Wilcoxon, p<0.05, Figure 3A).

Les sujets témoins présentaient de meilleures performances que les sujets ayant un CROS ou une BAHA en condition diotique (Test de Manny Whitney, p<0.05).

En condition dichotique, leurs scores étaient également meilleurs quelques soit la réhabilitation auditive utilisée (IC, BAHA ou CROS, Test de Mann Whitney, p<0.05).

Pour la condition dichotique inversé, les sujets NE avaient des scores similaires à ceux des patients (IC, BAHA ou CROS, Test de Mann Whitney, p>0.05).

3.1.2. Résultats des réponses auditives corticales

Suite au port de l'IC, les sujets présentaient une augmentation significative de l'amplitude du pic de l'onde N1 (Test de Wilcoxon, p<0.05). Les groupes BAHA et CROS, ne présentaient pas de différences significatives pour l'amplitude du pic des ondes P1, N1 et P2 (p>0.05). Aucune différence n'a été relevée pour la latence des pics P1, N1 et P2, chez les 3 groupes de patients (p>0.05).

Les sujets témoins et les 3 groupes de patients (IC, CROS et BAHA) ne présentaient pas de différence d'amplitude pour l'ensemble des ondes (Test de Mann Whitney, p>0.05). Il en était de même pour la latence des ondes, excepté pour la latence de l'onde N1 qui était plus tardive pour les patients du groupe CROS (Test de Mann Whitney, p<0.05), et l'onde P2 qui était plus tardive pour les patients avec un IC (Test de Mann Whitney, p<0.01).

L'analyse des cartographies de champs de potentiel de l'onde N1 (Figure 3B), montre la présence d'une négativité fronto-centrale chez l'ensemble des sujets testés. Cette négativité augmente après le port de l'IC et du système CROS.

MÉTIER ET TECHNIQUE <



Chez les sujets témoins, on observe une inversion de la polarité (positivité) symétrique dans les régions temporales et mastoïdiennes. Sans leurs systèmes de réhabilitation auditive, les patients présentent une inversion de polarité temporo-mastoïdienne moins importante, ou absente, du côté controlatéral à l'oreille déficiente. Après le port de l'IC, on constate l'apparition d'une inversion de polarité temporo-mastoïdienne controlatérale à l'IC. Les sujets ayant le système CROS présentent une augmentation de l'inversion de la polarité du côté controlatéral à l'oreille déficiente, mais une asymétrie persiste du côté ipsilatéral. Pour le groupe porteur de la BAHA, l'amplitude positive devient négative lors du port du système.

3.2. Réorganisation corticale d'une surdité unilatérale suite à l'implantation cochléaire

Ce travail a été valorisé par un article scientifique publié dans la revue Plos One (Legris et al., 2018).

Neuf sujets ayant une surdité unilatérale ont été évalués. Cinq d'entre eux avaient leur surdité du côté gauche (groupe SU-G) et 4 du côté droit (groupe SU-D). Les patients ont été testés au cours de 3 sessions : avant l'IC (Base), 6 mois (6m) et 12 mois (12m) après l'IC.

Neuf sujets normo entendant (NE) ont également été évalués.

3.2.1. Résultats de la perception de la parole en environnement bruyant

La Figure 4A montre l'évolution du SRT dans le bruit en fonction des 3 conditions spatiales de test. Une diminution de la moyenne du SRT apparaît pour les 3 conditions de test effectuées suite à l'IC.

Une analyse ANOVA à mesure répétée à deux facteurs [Temps (Base, 6m et 12m), et côté de l'IC (droit ou gauche)] a été réalisée. Le facteur « Temps » a montré un impact significatif pour les conditions dichotique inversé (p<0.01) et dichotique (p<0,05). Aucun effet du côté de l'IC n'a pu être relevé (p>0,05).

Il n'y avait pas de différence entre les résultats des patients IC et des témoins pour les conditions dichotique inversé et diotique (Test de Mann Whitney, p>0.05). En revanche, pour la condition dichotique les sujets NE avaient de meilleurs résultats que les patients IC pour l'ensemble des sessions réalisées (Test de Mann Whitney, p<0.05).

3.2.2. Résultats des réponses auditives corticales

La Figure 4B représente les courbes obtenues pour le GFP suite à l'IC (Base, 6m et 12m) en fonction du côté de l'IC. Chez les patients SU-G, la moyenne de l'amplitude des pics P1 et N1 semble augmenter au cours du temps, sans modification de la latence. Pour les sujets SU-D, aucune modification de l'amplitude ou de la latence des ondes ne semble se produire suite à l'IC. L'amplitude des ondes N1 et P2 apparait même diminuée après 6 mois de port de l'IC.

L'impact du temps (Base, 6m, 12m), du groupe (IC droit ou gauche) et de l'onde évaluée (P1, N1, P2) a été évalué par le test statistique MANCOVA; où l'amplitude et la latence des ondes étaient des variables indépendantes et la variabilité du sujet était une covariable. Les résultats statistiques n'ont montré aucune valeur significative (p>0.05).

D'après la Figure 4B, les sujets NE présentaient une amplitude de pic P2 plus importante que celle des sujets ayant une surdité unilatérale, même après l'IC. Une analyse statistique de Kruskal-Wallis a été effectuée afin de comparer les résultats des patients et ceux des sujets NE. Les résultats ne montraient pas de différence

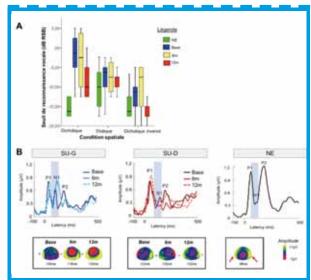


Figure 4 : Résultats obtenus chez des sujets normo entendants (NE) et des patients ayants une surdité unilatérale avant (Base) et après 6 mois (6m) et 12 mois (12m) de port de l'implant cochléaire (IC). (A) Résultats de l'audiométrie vocale dans le bruit dans les conditions dichotique, diotique et dichotique inversé, (B) Le Global Field Power (GFP) et les cartographies de champs de potentiel relatives au pic de l'onde N1 (zone grisée), pour des patients ayant une surdité unilatérale du côté gauche (SU-G, en bleu) et du côté droit (SU-D, en rouge), et pour des sujets NE (noir).

significative entre les deux groupes pour l'amplitude des ondes. La latence de l'onde P2 était plus tardive chez les patients ayant l'IC à droite ou à gauche par rapport au groupe témoin (p<0.01).

Chez les sujets SU-G, les cartographies de champ de potentiel montrent une distribution asymétrique de l'inversion de polarité dans les aires temporo mastoïdienne avant l'IC. Après 6m et 12m d'IC, on observe des aires positives plus symétriques. Aussi, la négativité fronto-centrale était plus prononcée à 6m et 12m.

Pour les patients SU-D, la négativité fronto-centrale de l'onde N1 était peu prononcée quelques soit la session de test (Base, 6m ou 12m). Dans les régions temporales, seul le côté ipsilatéral à l'IC montrait une amplitude positive avant l'IC et après 12m. Pour le côté controlatéral à l'IC, l'amplitude était négative à la Base et positive à 12m.

3.3. Evolution des réponses auditives corticales pour la parole dans le bruit chez des sujets ayant une surdité unilatérale après l'implantation cochléaire

Les résultats de cette étude ont été publiés dans la revue Plos One (Legris et al., 2020).

Six sujets ayant une surdité unilatérale à gauche ont été évalués en présence de bruit ambiant, afin d'évaluer l'évolution des réponses auditives corticales suite à une IC.

Six sujets témoins ont également été recrutés.

Deux sessions de tests étaient réalisées, une dans le calme et une autre dans le bruit.

Les patients étaient évalués au cours de deux sessions : avant l'IC (Base) et après 12 mois de port d'IC (12m).

Pour le groupe de sujets NE, l'amplitude des ondes (P1, N1 et P2) ne différait pas entre les conditions 'Calme' et 'Bruit' (Test de Wilcoxon, p>0,05). En revanche, l'onde P1 et N1 étaient plus tardives lorsqu'il y avait du bruit (Test de Wilcoxon, p<0,05). Les cartographies de



> MÉTIER ET TECHNIQUE

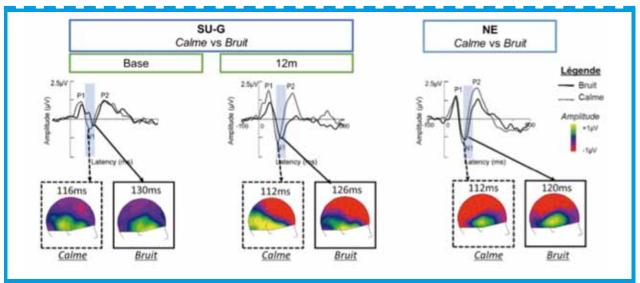


Figure 5 : Le Global Field Power (GFP) et les cartographies de champs de potentiel relatives au pic de l'onde N1 (zone grisée), selon la condition de test ('Calme', tracé en pointillé, ou 'Bruit' tracé gras), obtenus chez des sujets normo entendants (NE) et des patients ayants une surdité unilatérale avant (Base) et après 12 mois (12m) d'implant cochléaire (IC).

champ de potentiel ne présentaient pas de modification de l'activité pour les 2 conditions de tests.

Pour les patients, une analyse multivariée MANCOVA a été utilisée, avec deux facteurs : la condition de test ('Calme' et 'Bruit'), et le temps ('Base' ou '12m').

L'expérience avec l'IC entrainait une augmentation significative de l'amplitude (p<0.01) pour les ondes P1 et N1 dans les 2 conditions de tests. La latence de l'onde P2 était plus tardive à 12m par rapport à la Base dans le calme et dans le bruit (p<0.01). Les ondes P1 et N1 étaient plus amples dans le silence que dans le bruit à la Base et à 12m (p<0.001). Aucun effet significatif n'a été relevé pour l'amplitude de l'onde P2, ou pour la latence des 3 ondes (p>0.05).

Les cartographies de champs de potentiel (Figure 4) montraient une activité similaire entre les conditions 'Calme' et 'Bruit' pour les ondes P1 et P2. L'onde N1, présentait une amplitude négative fronto-centrale moins importante dans le bruit.

La comparaison entre les groupes NE et patients n'ont pas montré de différence significative (p>0.05, test de Mann Whitney). Les cartographies de champs de potentiel (Figure 5) montraient une amplitude fronto-centrale négative plus importante pour l'onde N1 chez les sujets témoins par rapport aux patients avant l'IC. Après l'IC, cette activité semble se normaliser.

4

Discussion

Ces travaux mettent en avant l'évolution de la plasticité du cortex auditif chez les patients avec une surdité unilatérale, selon le mode de réhabilitation choisie. L'implant cochléaire est l'unique dispositif permettant de retrouver une perception de l'oreille déficiente. Il en découle une meilleure compréhension de la parole dans le bruit et une réorganisation corticale. Néanmoins, il subsiste une variabilité importante, avec des performances plus basses par rapport à celles obtenues chez des sujets entendants.

4.1. Amélioration de la perception de la parole dans le bruit suite à la restauration de la binauralité

L'IC entraine une amélioration significative de la compréhension de la parole dans le bruit pour les conditions dichotique et dichotique inversé, conformément aux résultats des autres études (Arndt et al., 2017; Dorbeau et al., 2018; Galvin et al., 2018; Távora-Vieira et al., 2015). Ces résultats s'expliquent par l'effet d'ombre de la tête qui induit une intégration par le système auditif des différences de rapport signal sur bruit entre les deux oreilles, et par l'interaction binaurale permettant le calcul des différences intéraurale de temps et d'intensité. Les systèmes BAHA et CROS n'ont pas montré d'amélioration significative des scores. Ces deux systèmes présentaient des résultats similaires, contrairement à certaines études qui trouvaient de meilleures performances pour le système CROS par rapport à la BAHA (Niparko et al., 2003; Wazen et al., 2003).

Pour la condition diotique, aucune amélioration significative n'a été notée lors du port de l'IC, la BAHA ou le CROS, indiquant l'absence de leur impact pour l'effet de sommation.

La réhabilitation de l'audition par l'IC apparait également réduire la différence entre les réponses auditives corticales observées dans le calme et dans le bruit. Ce résultat suggère un meilleur traitement cortical des réponses auditives dans le bruit après l'IC.

Malgré la restauration de la binauralité par l'IC, les patients conservent une moins bonne intelligibilité en présence de bruit par rapport à des sujets témoins, notamment en condition d'écoute dichotique. Bien qu'étant un outil efficace, l'IC ne peut se substituer à l'oreille humaine. En effet, l'activation neurale résultant des pulses de la stimulation électrique est très différente d'une stimulation acoustique, puisque seule la partie la plus basale de la cochlée est stimulée par l'IC. Par conséquent, l'IC restaure différemment l'organisation tonotopique, et il en résulte des performances différentes.

MÉTIER ET TECHNIQUE <



4.2. Réorganisation corticale suite à la restauration de la binauralité

L'IC s'est révélé être la seule réhabilitation auditive entrainant une augmentation significative de l'amplitude de l'onde N1, dans les conditions 'Calme' et 'Bruit'. Cette modification traduit une activité plus importante des générateurs temporaux (Knight et al., 1988). Les cartographies de champs de potentiel de l'onde N1 (Figure 3B, 4B et 5) présentent une activation plus importante pour les électrodes fronto-centrales et pour les électrodes temporales de l'hémisphère cérébral controlatéral à la surdité, lors du port de l'IC et du CROS (Figure 3B). La plus grande amplitude observée avec le système CROS pourrait s'expliquer par l'amplification relative à l'apport d'informations auditives provenant du CROS vers l'aide auditive positionnée du côté de la meilleure oreille. Cependant, cet effet visible sur les cartographies, ne ressort pas significatif lors de l'analyse des données du GFP. Les patients réhabilités par une BAHA présentaient une cartographie avec une activité plus diffuse. L'absence de bénéfices pour ce groupe peut s'expliquer par la variabilité interindividuelle et le faible effectif.

Les ondes P1 et P2 n'étaient pas affectées par le port des réhabilitations auditives. Ce résultat peut s'expliquer par le design de l'étude qui utilisait une stimulation vocale simple, et donc sans impact marqué sur le traitement perceptuel précoce des caractéristiques acoustiques du signal, relatif à l'onde P1 (Čeponiene et al., 2005), ou les caractéristiques fines du signal retranscrites par l'onde P2 (Crowley and Colrain, 2004).

4.3. La réorganisation corticale suite à l'IC dépend du côté de la surdité

Après 6 mois de port d'IC, les cartographies de champ de potentiel relatives au pic de l'onde N1, montrent une augmentation de l'amplitude dans les régions temporales et mastoïdienne du côté controlatéral à la surdité. Ce résultat laisse suggérer une activation des générateurs temporaux suite au port d'IC (Lister et al., 2011), qui s'accentue au cours du temps et devient optimale après une année de port d'IC.

Ainsi qu'en témoigne les courbes moyennées du GFP (Figure 4A), les patients ayant une surdité à droite ont une activité électrique corticale assez diffuse, même après le port de l'IC, contrairement aux patients ayant une surdité à gauche. Il semblerait que les patients ayant une surdité à gauche ait une réorganisation corticale plus rapide, tout comme ils présentent une réorganisation corticale plus rapide après le début de la perte auditive (Hanss et al., 2009; Khosla et al., 2003).

L'absence de différence significative en amplitude et en latence pour les ondes P1 et P2, indique l'absence de modification corticale consécutive au port de l'IC, au niveau thalamocortical (onde P1) (Näätänen and Picton, 1987) et pour le système réticulaire mésencéphalique (onde P2) (Knight et al., 1988, 1980; Näätänen and Picton, 1987).

4.4. Limites des études présentés

Le nombre de patients inclus au sein des études présentées ici est très faible, du fait de la difficulté de recrutement. Ce faible effectif est probablement à l'origine de la large variabilité interindividuelle des résultats obtenus.

Par ailleurs, le traitement de l'artéfact de l'IC en électroencéphalographie est complexe puisqu'il dépend du type d'IC et du mode de stimulation (Bakhos et al., 2012; Debener et al., 2008; Deprez et al., 2014). En conséquence, les tracés obtenus peuvent conserver quelques traces d'artefacts.

Aussi, les patients testés dans cette étude présentaient tous une surdité unilatérale acquise. L'impact de l'étiologie n'a donc pas été évalué. Les données des études chez l'animal montrent que la réorganisation corticale s'instaure différemment selon le type de surdité (congénitale ou acquise). Une surdité d'origine congénitale entraîne une réorganisation neuronale différente de celles des surdités acquises, en termes de préférence aurale de la meilleure oreille (Kral et al., 2013). Une étude sur la réorganisation corticale des patients ayant une surdité unilatérale d'origine congénitale suite à l'IC, pourrait apporter des interprétations complémentaires.

4.5. Perspectives

Les résultats obtenus pour l'audiométrie vocale dans le bruit ou les PEAC montrent une importante variabilité. Aussi, les performances des patients IC restent plus basses que celles des sujets NE. Suite à l'IC, les patients doivent intégrer des patterns de stimulation très différents, avec des informations qui arrivent par une voie acoustique, et d'autres par une voie électrique. Il est possible qu'il subsiste une mismatch tonotopique entre la place de l'oreille entendante et celle de l'oreille implantée, ce qui limiterait l'intégration binaurale (Bernstein et al., 2018; Kan et al., 2015). Ces différences pourraient limiter les patients dans leur intégration entre les signaux acoustiques et électriques, et expliqueraient les déficits de compréhension dans le bruit et/ou des amplitudes plus basses des PEACs dans le bruit, par rapport aux NE. Une étude sur la fusion binaurale, avec une analyse des réponses obtenues par voie acoustique (insert) et par voie électrique (IC), permettrait de mieux comprendre l'intégration binaurale chez ces patients.

5

Conclusion

La restauration de la binauralité permet une amélioration de l'intelligibilité de la parole dans le bruit principalement pour la condition dichotique. Une réorganisation corticale est également observée, avec l'apparition d'une inversion de polarité dans les aires temporales et mastoïdiennes controlatérales à la surdité. Les résultats observés dans le calme et dans le bruit se rapprochent suite à l'IC, suggérant un meilleur traitement cortical de l'information en environnement bruyant. Les systèmes de réhabilitation auditive de type CROS et BAHA ne permettent pas de modification des réponses auditives corticales.

Ces résultats attestent de l'intérêt de l'IC dans la réhabilitation des surdités unilatérales. Néanmoins, la variabilité interindividuelle importante et le faible effectif de patients invitent à conduire des études complémentaires.



Références

AMA, 2008. Guides to the Evaluation of Permanent Impairment. Rondinelli RD, ed. 6th ed, Chicago.

Arndt, S., Aschendorff, A., Laszig, R., Beck, R., Schild, C., Kroeger, S., Ihorst, G., Wesarg, T., 2011. Comparison of pseudobinaural hearing to real binaural hearing rehabilitation after cochlear implantation in



> MÉTIER ET TECHNIQUE

patients with unilateral deafness and tinnitus. Otol. Neurotol. 32, 39–47. https://doi.org/10.1097/MAO.0b013e3181fcf271

Arndt, S., Laszig, R., Aschendorff, A., Hassepass, F., Beck, R., Wesarg, T., 2017. Cochlear implant treatment of patients with single-sided deafness or asymmetric hearing loss. HNO. https://doi.org/10.1007/s00106-016-0297-5

Bakhos, D., Roux, S., Robier, A., Bonnet-Brilhault, F., Lescanne, E., Bruneau, N., 2012. Minimization of cochlear implant artifact in cortical auditory evoked potentials in children. Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol. 76, 1627–1632. https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2012.07.034

Bess, F.H., Tharpe, A.M., 1986. An introduction to unilateral sensorineural hearing loss in children. Ear Hear 7, 3–13.

Brookhouser, P.E., Worthington, D.W., Kelly, W.J., 1991. Unilateral hearing loss in children. The Laryngoscope 101, 1264–1272. https://doi.org/10.1002/lary.5541011202

Buechner, A., Brendel, M., Lesinski-Schiedat, A., Wenzel, G., Frohne-Buechner, C., Jaeger, B., Lenarz, T., 2010. Cochlear implantation in unilateral deaf subjects associated with ipsilateral tinnitus. Otol. Neurotol. 31, 1381–1385. https://doi.org/10.1097/MA0.0b013e3181e3d353

Cabral Junior, F., Pinna, M.H., Alves, R.D., Malerbi, A.F.D.S., Bento, R.F., 2016. Cochlear Implantation and Single-sided Deafness: A Systematic Review of the Literature. Int Arch Otorhinolaryngol 20, 69–75. https://doi.org/10.1055/s-0035-1559586

Cadieux, J.H., Firszt, J.B., Reeder, R.M., 2013. Cochlear implantation in nontraditional candidates: preliminary results in adolescents with asymmetric hearing loss. Otol. Neurotol. 34, 408–415. https://doi.org/10.1097/MA0.0b013e31827850b8

Debener, S., Hine, J., Bleeck, S., Eyles, J., 2008. Source localization of auditory evoked potentials after cochlear implantation. Psychophysiology 45, 20–24. https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2007.00610.x

Dillon, M.T., Buss, E., Rooth, M.A., King, E.R., Deres, E.J., Buchman, C.A., Pillsbury, H.C., Brown, K.D., 2017. Effect of Cochlear Implantation on Quality of Life in Adults with Unilateral Hearing Loss. Audiol. Neurootol. 22, 259–271. https://doi.org/10.1159/000484079

Dorbeau, C., Galvin, J., Fu, Q.-J., Legris, E., Marx, M., Bakhos, D., 2018. Binaural Perception in Single-Sided Deaf Cochlear Implant Users with Unrestricted or Restricted Acoustic Hearing in the Non-Implanted Ear. Audiol. Neurootol. 23, 187–197. https://doi.org/10.1159/000490879

Finke, M., Strauß-Schier, A., Kludt, E., Büchner, A., Illg, A., 2017. Speech intelligibility and subjective benefit in single-sided deaf adults after cochlear implantation. Hear. Res. 348, 112–119. https://doi.org/10.1016/j.heares.2017.03.002

Firszt, J.B., Holden, L.K., Reeder, R.M., Cowdrey, L., King, S., 2012. Cochlear implantation in adults with asymmetric hearing loss. Ear Hear 33, 521–533. https://doi.org/10.1097/AUD.0b013e31824b9dfc

Fraysse, B., Dillier, N., Klenzner, T., Laszig, R., Manrique, M., Morera Perez, C., Morgon, A.H., Müller-Deile, J., Ramos Macias, A., 1998. Cochlear implants for adults obtaining marginal benefit from acoustic amplification: a European study. Am J Otol 19, 591–597.

Galvin, J.J., Fu, Q.-J., Wilkinson, E.P., Mills, D., Hagan, S.C., Lupo, J.E., Padilla, M., Shannon, R.V., 2018. Benefits of Cochlear Implantation for Single-Sided Deafness: Data From the House Clinic-University of Southern California-University of California, Los Angeles Clinical Trial. Ear Hear. https://doi.org/10.1097/AUD.00000000000000671

Gartrell, B.C., Jones, H.G., Kan, A., Buhr-Lawler, M., Gubbels, S.P., Litovsky, R.Y., 2014. Investigating long-term effects of cochlear implantation in single-sided deafness: a best practice model for longitudinal assessment of spatial hearing abilities and tinnitus handicap. Otol. Neurotol. 35, 1525–1532. https://doi.org/10.1097/MA0.0000000000000437

Gordon, K.A., Jiwani, S., Papsin, B.C., 2013. Benefits and detriments of unilateral cochlear implant use on bilateral auditory development in children who are deaf. Front Psychol 4, 719. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00719

Grossmann, W., Brill, S., Moeltner, A., Mlynski, R., Hagen, R., Radeloff, A., 2016. Cochlear Implantation Improves Spatial Release From Masking and Restores Localization Abilities in Single-sided Deaf Patients. Otology & Neurotology 37, 658. https://doi.org/10.1097/MA0.0000000000001043

Hawkins, D.B., Prosek, R.A., Walden, B.E., Montgomery, A.A., 1987. Binaural Loudness Summation in the Hearing Impaired. J Speech Hear Res 30, 37–43. https://doi.org/10.1044/jshr.3001.37

Heil, P., 2014. Towards a unifying basis of auditory thresholds: binaural summation. J. Assoc. Res. Otolaryngol. 15, 219–234. https://doi.org/10.1007/s10162-013-0432-x

Keys, J. W., 1947. Binaural versus monaural hearing. The Journal of the Acoustical Society of America 19.

Legris, E., Galvin, J., Roux, S., Aoustin, J.-M., Bakhos, D., 2020. Development of cortical auditory responses to speech in noise in unilaterally deaf adults following cochlear implantation. PLoS One 15, e0239487. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0239487

Legris, E., Galvin, J., Roux, S., Gomot, M., Aoustin, J.-M., Marx, M., He, S., Bakhos, D., 2018. Cortical reorganization after cochlear implantation for adults with single-sided deafness. PLoS ONE 13, e0204402. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0204402

Legris, E., Roux, S., Aoustin, J.-M., Galvin, J., Bakhos, D., 2019. Cortical auditory responses according to hearing rehabilitation in unilateral hearing loss. Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis 136, 439–445. https://doi.org/10.1016/j.anorl.2019.08.001

Litovsky, R.Y., Moua, K., Godar, S., Kan, A., Misurelli, S.M., Lee, D.J., 2018. Restoration of spatial hearing in adult cochlear implant users with single-sided deafness. Hear. Res. https://doi.org/10.1016/j. heares.2018.04.004

Prejban, D.A., Hamzavi, J.-S., Arnoldner, C., Liepins, R., Honeder, C., Kaider, A., Gstöttner, W., Baumgartner, W.-D., Riss, D., 2018. Single Sided Deaf Cochlear Implant Users in the Difficult Listening Situation: Speech Perception and Subjective Benefit. Otol. Neurotol. 39, e803–e809. https://doi.org/10.1097/MA0.0000000000001963

Skrandies, W., 1990. Global field power and topographic similarity. Brain Topogr 3, 137–141.

Stelzig, Y., Jacob, R., Mueller, J., 2011. Preliminary speech recognition results after cochlear implantation in patients with unilateral hearing loss: a case series. J Med Case Rep 5, 343. https://doi.org/10.1186/1752-1947-5-343

Távora-Vieira, D., De Ceulaer, G., Govaerts, P.J., Rajan, G.P., 2015. Cochlear implantation improves localization ability in patients with unilateral deafness. Ear Hear 36, e93-98. https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000000130

Vermeire, K., Van de Heyning, P., 2009. Binaural hearing after cochlear implantation in subjects with unilateral sensorineural deafness and tinnitus. Audiol. Neurootol. 14, 163–171. https://doi.org/10.1159/000171478

Viola, F.C., De Vos, M., Hine, J., Sandmann, P., Bleeck, S., Eyles, J., Debener, S., 2012. Semi-automatic attenuation of cochlear implant artifacts for the evaluation of late auditory evoked potentials. Hear. Res. 284, 6–15. https://doi.org/10.1016/j.heares.2011.12.010

Viola, F.C., Thorne, J., Edmonds, B., Schneider, T., Eichele, T., Debener, S., 2009. Semi-automatic identification of independent components representing EEG artifact. Clin Neurophysiol 120, 868–877. https://doi.org/10.1016/j.clinph.2009.01.015

Veille acouphènes <

Evolution comparée de la plainte d'acouphène et d'hyperacousie après thérapie sonore (TRT) - Partie 2



1

Mécanismes cérébraux

Conséquences de la perte auditive

Pour diverses raisons, comme des traumatismes sonores ou des traumatismes liés à l'ototoxicité, lorsqu'un certain nombre de cellules ciliées internes et/ou externes sont détruites, le fonctionnement de la cochlée se trouve alors perturbé. Les stimulations nerveuses n'en sont que partiellement transformées. En effet, les cellules sensorielles déficientes ne peuvent jouer leur rôle, ce qui entraine un transfert incomplet de l'information nerveuse suite à l'absence d'information provenant des cellules détruites. Ce fonctionnement anormal du système auditif se traduit par une sous-stimulation du système périphérique et une absence de stimulation pour les différents relais et les zones de projection corticales correspondant au niveau du système nerveux central (conservation de la tonotopie). (Auerbach et al, 2014).

Le plus souvent des cas, cette sensation peut se visualiser et se quantifier par un audiogramme. Néanmoins, certains patients ressentent une perte auditive ou des problèmes de compréhension sans que l'audiogramme ne le confirme. Nous parlons dans ce cas de surdité cachée ou de synaptopatie cochléaire. Les dommages causés génèrent une dégénérescence progressive entre les synapses des cellules ciliées internes et les fibres auditives nerveuses de type I (Shi, Chang, Li, Aiken, Liu, Wang, 2016). Ce phénomène s'explique par un système auditif périphérique encore intact (du point de vue morphologique) alors le nombre de neurones au niveau du ganglion spiral s'amoindrit (Deltenre, 2019). Le résultat en est un codage du signal dans un environnement bruyant difficile dans la mesure où le taux de décharges spontanées au niveau de la fibre nerveuse est faible. Cependant, nous ne l'observons pas au niveau des examens audiométriques puisque qu'il n'y pas de décalage permanent du seuil (Shi et al, 2016).

Que la perte auditive soit visible ou cachée, l'activité neuronale transmise est réduite dans les deux cas (Auerbach, 2014).

Augmentation du gain central

Nous savons depuis longtemps maintenant que la nature humaine est bien faite. Notre organisme arrive à combler certaines failles qui peuvent survenir au cours de notre vie. La plasticité cérébrale en est un exemple puisque le cerveau est en constante réorganisation afin de s'adapter au mieux à notre environnement. Le système auditif central s'est donc adapté face à cette sous-stimulation. Et il a su créer une compensation au niveau central.

Chez l'individu cochléo-lésé, on observe un mécanisme de compensation de la baisse de l'activité neuronale au

niveau des structures supérieures, plus précisément au niveau du cortex auditif, du corps genouillé médian et du colliculus inférieur. (Auerbach et al, 2014). C'est au niveau du colliculus inférieur et/ou du noyau cochléaire que ce mécanisme prendrait naissance, avec une modification probable à plusieurs niveaux, En effet une différence de gain est nettement observée entre le noyau cochléaire et le colliculus inférieur (Schaette & Mc Alpine 2011).

L'adaptation du gain central a pour but de compenser la privation sensorielle. L'hyperactivité des neurones permet le mécanisme de compensation et préserve l'efficacité du codage neuronal. Les mécanismes de déclenchement des acouphènes (Schaette 2011) et de l'hyperacousie (Hickox 2014) seraient provoqués par une différence entre le taux de décharges spontanées et le taux de décharges moyennes. Cette activité spontanée augmenterait d'abord en particulier dans le noyau cochléaire dorsal. (Auerbach et al, 2014). Ensuite le mésencéphale, le thalamus et le cortex auditif primaire seraient les zones auditives centrales où cette augmentation de l'activité au sein du système nerveux central serait perceptible. (Schaette, 2014).

Plasticité homéostatique

La plasticité homéostatique permet la compensation de la perte auditive. C'est un mécanisme de régulation lié à la perturbation de l'activité neuronale globale, elle-même associée à la diminution de la force synaptique (Auerbach et al, 2014). La plasticité homéostatique répond à la privation sensorielle (surdité cachée ou non) afin de compenser les connexions synaptiques manquantes ou diminuées.

Plusieurs mécanismes seraient à l'origine de cette plasticité homéostatique. La modification de l'excitabilité intrinsèque neuronale serait une réponse au maintien de l'équilibre synaptique puisqu'une relation inversement proportionnelle s'établirait entre l'excitabilité intrinsèque et les entrées synaptiques (Tien et Kerschensteiner, 2018).

2

Résultat de l'étude clinique (suite)

1. Analyses inférentielles des variables impliquées

• Consistance des tests THI et Mini HQ9

Pour pourvoir évaluer l'existence d'une efficacité à la thérapie sonore, il est important d'utiliser des outils de questionnaires fiables afin d'évaluer le degré d'intensité d'acouphènes et d'hyperacousie. Les questionnaires utilisés sont définis comme subjectifs puisqu'ils interrogent le ressenti du patient.

Philippe LUROUIN



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

Morgane VIALA



Audioprothésiste, CHU Marie Curie Charleroi



> VEILLE ACOUPHÈNES

Pour analyser la consistance des questionnaires utilisés dans cette étude, un test Alpha de Cronbach a été réalisé.

Concernant le test du THI, nous avons obtenu 0,793 ainsi que 0.750 pour le test du MiniHQ9. Ces alphas de Cronbach étant supérieurs à 0.7, nous pouvons donc en déduire une bonne fiabilité sur l'évaluation subjective de l'intensité de l'acouphène et de l'hyperacousie grâce au test respectif THI et Mini HQ9.

Normalité des données

Après vérification de la normalité des variables grâce au test Shapiro-Wilk, nous avons observé que la majorité des variables suivent une distribution normale. Ainsi, des tests paramétriques seront réalisés.

A. Résultats

Avant la thérapie sonore

• Corrélation entre les deux tests

Comme cité précédemment, les données de l'échelle de l'acouphène et de l'hyperacousie sont normales. C'est la raison pour laquelle nous nous servirons de la méthode paramétrique et donc du coefficient de corrélation r de Pearson pour vérifier une relation existante entre nos deux variables.

Une corrélation non significative existe entre le score au questionnaire « acouphène » au questionnaire « hyperacousie » (r= -0,211, p= 0,310). Il n'existerait aucun lien entre les deux symptômes avant traitement.

• Régression linéaire simple entre l'acouphène et l'hyperacousie

Le R2 est l'indicateur qui qualifie la qualité de la relation linéaire entre nos deux variables. Le résultat ici n'est pas concluant (R2 = 0,045). Ceci signifie que nous pouvons prédire notre modèle à 4,5%, ce résultat étant très faible.

De plus, notre modèle de régression semble n'être ni pertinent, ni significatif (F (1,23) = 1,076; p= 0,310).

Nous pouvons obtenir les paramètres du modèle de régression, que nous avons analysé précédemment. Il est possible de construire la droite de régression de notre modèle qui est la suivante :

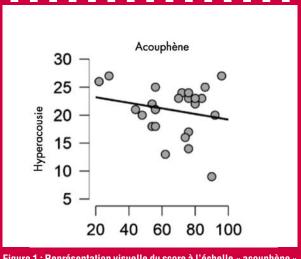


Figure 1 : Représentation visuelle du score à l'échelle « acouphène » en fonction de l'intensité d'hyperacousie avant thérapie.

Y= 24, 200 - 0, 050 x acouphènes ; où α = 24,200 et β = -0.050

Le nombre 24,200 correspond à l'ordonnée à l'origine et le nombre -0,050 est la pente de la courbe. Ce dernier indique la variation de la réponse moyenne qui semble presque nulle.

B. Après la thérapie sonore

• Corrélation entre les deux tests

Une corrélation faiblement positive et significative existe après thérapie sonore entre l'acouphène et l'hyperacousie (r= 0,422, p= 0,035). Ces deux échelles évoluent de la même manière. En d'autres termes, lorsque le handicap lié à l'acouphène est élevé, la gêne liée à l'hyperacousie montre généralement des valeurs élevées également.

Régression linéaire simple entre l'acouphène et l'hyperacousie

Le R2 n'est pas concluant non plus (R2=0,178) bien qu'il soit supérieur au résultat trouvé avant la thérapie sonore. Cela signifie que nous pouvons prédire notre modèle à 17,8%, ce chiffre étant également plus élevé que le précédemment mais restant cependant faible.

Les paramètres correspondant à la droite de régression de ce modèle sont les suivantes :

Y = 8.194 + 0.145 x acouphènes ; où α = 8.194 et β = +0,145 (annexe 11).

Le coefficient est cette fois positif, impliquant que plus l'intensité de l'acouphène serait élevée, la gêne correspondant à l'hyperacousie évoluerait dans le même sens.

Nous pouvons remarquer visuellement la pente faiblement redressée de notre modèle. Il semblerait donc que l'hyperacousie ne serait qu'une faible prédicteur sur l'acouphène Nous observons sur le nuage de points ci-dessus qu'il existe certains points aberrants et éloignés de la droite dessinée. Ces points correspondent soit à un score trop important pour l'acouphène par rapport à un score relativement faible de l'hyperacousie, soit l'inverse.

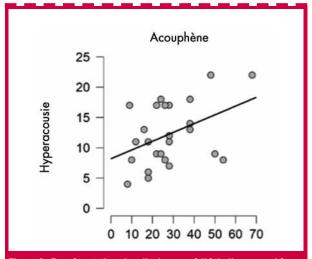


Figure 2 : Représentation visuelle du score à l'échelle « acouphène » en fonction du score de l'échelle « hyperacousie » après thérapie

VEILLE ACOUPHÈNES <



Si nous comparons les données avant et après thérapie sonore, nous observons que les résultats au niveau de la corrélation et de la régression sont complètement différents les uns des autres. Ceci signifie que le lien et l'influence entre les deux symptômes ne semblent pas suivre les mêmes tendances et ne dépendent pas l'un de l'autre. Leur évolution ne serait donc pas synchrone et simultanée.

• Régression linéaire multiple

Le modèle de régression après la thérapie sonore étant significatif, nous avons décidé de réaliser deux régressions linéaires multiples à l'aide deux variables : la perte auditive et l'âge.

Nous avons effectué une régression linéaire multiple afin de prédire la perte auditive cette fois sur l'acouphène et l'hyperacousie. Ce modèle n'est pas significatif (F (2,22)=1,212; p= 0,317; avec un R2 de 0,099). Les résultats semblent aller plus loin puisque les résultats tendent à conclure que la perte auditive ne semble être un prédicteur, ni pour l'hyperacousie (t= 1,425; p= 0,168), ni pour l'acouphène (t=0,035; p= 0,973) séparément.

Nous avons également effectué une régression linéaire multiple afin de prédire l'âge sur l'acouphène et l'hyperacousie. Ce modèle n'est pas significatif (F (2,22) = 2,898; p = 0,076; avec un R2 de 0,209). Ainsi, ensemble aucun des deux symptômes ne contribuent à prédire l'âge.

• Evolution de la variation des symptômes

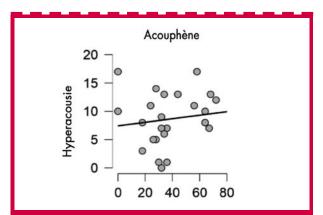


Figure 3 : Représentation visuelle de la variation des scores du THI et du Minil HQ 9 avant et après thérapie sonore.

La variation des scores entre les deux questionnaires montre une corrélation non significative (r=0,139; p=0,509).

Le modèle de régression présente un R2 de 0,019, soit 1,9% de la qualité de ce modèle. De plus, la pertinence et la significativité de cette variation semble faible. (F (1,23) = 0,451; p = 0,509).

Les paramètres correspondant à la droite de régression de ce modèle sont les suivantes :

Y = 33,303 + 0.613 x acouphènes ; où $\alpha = 33,303$ et $\beta = +0,613$.

Ainsi, la variation des scores représentant l'acouphène ne semble pas avoir un poids suffisamment important sur la variation des scores de l'hyperacousie. En d'autres termes, la variation de l'acouphène ne semble pas être un bon prédicteur sur celui de l'hyperacousie et donc il n'existerait pas d'influence entre ces deux variables.

Discussion

La normalité de l'échelle a permis de confirmer l'adéquation de la distribution de mes données. La relation linéaire positive significative après thérapie rejoint les résultats de Yoshitaka Takanashi et al. (2018). Toutefois, leurs résultats sont davantage marqués. La dispersion de nos résultats à ce sujet est probablement due à un faible échantillon qui rendrait nos données hétérogènes. La normalité de l'échelle a également permis de vérifier une influence possible de l'acouphène sur l'hyperacousie. Nos résultats totalement différents avant et après traitement permettent de mettre en évidence une absence d'évolution synchrone et simultanée entre l'acouphène et l'hyperacousie. Il est intéressant de remarquer qu'il ne suffit pas d'évaluer un des deux symptômes mais bien les deux de manière indépendante. Bien que nous utilisions le même traitement, leur évolution ne semble pas liée.

A cela s'ajoute une absence de prédicteurs sur l'acouphène et l'hyperacousie. Seul l'âge serait un prédicteur sur l'acouphène. La littérature semblerait confirmer ses dires avec un âge d'apparition le plus souvent vers la quarantaine (Bottero, Heyde et Lurquin, 2009). Il est important de remarquer que les résultats obtenus ont été effectué avec des pertes auditives moyennes plus élevées que nos données descriptives. Il serait intéressant de réaliser les mêmes observations avec une perte auditive moyenne supérieure à la mienne. Cette divergence de résultats s'expliquerait par une forme de résignation chez certains ou à l'existence d'autres problèmes en dehors leur plainte auditive que nous nommerons relativisation. Une mesure avec un nombre plus important de patients pourrait confirmer ou infirmer ces remarques.



Conclusion

Cette étude avait pour but de réaliser une évolution comparée des symptômes chez le patient acouphénique et hyperacousique.

Les acouphènes et l'hyperacousie semblent posséder des mécanismes cérébraux similaires avec une compensation centrale liée à la plasticité homéostatique, à la suite d'une perte périphérique.

Lors de notre étude, l'amélioration des deux symptômes au bout de trois mois démontrerait l'efficacité de la TRT à court terme avec des résultats légèrement meilleurs pour l'acouphène : Nous n'avons pas obtenu une corrélation positive de manière marquée qui montreraient des variations de handicap similaires pour les acouphènes et l'hyperacousie.

Malgré l'utilisation du même traitement (TRT) pour les deux symptômes, ils n'évolueraient pas de manière synchrone et simultanée. La perte auditive n'est pas considérée comme un prédicteur sur les symptômes mais l'âge prédirait l'intensité de l'acouphène mais pas celle de l'hyperacousie. Ces observations peuvent s'expliquer par la faible perte auditive de notre échantillon. Nos données et la littérature s'accordent pour affirmer que l'acouphène se soignerait plus rapidement que l'hyperacousie.



> VEILLE ACOUPHÈNES



Bibliographie

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

Aazh H, Moore BC, Lammaing K, Cropley M. (2016). Tinnitus and hyperacusis therapy in a UK National Health Service audiology department: Patients' evaluations of the effectiveness of treatments. International Journal of Audiology, 55, 514-22. doi: 10.1080 / 14992027.2016.1178400.

Aazh H, Moore BC. (2018). Effectiveness of Audiologist-Delivered Cognitive Behavioral Therapy for Tinnitus and Hyperacusis Rehabilitation: Outcomes for Patients Treated in Routine Practice. Doi: 10.1044/2018 AJA-17-0096

Aazh H. & Moore BCJ. (2017). Utilité des questionnaires d'Auto-évaluation pour l'évaluation psychologique des patients souffrant d'acouphènes et d'hyperacousie et points de vue des patients sur les questionnaires. int. I Audiol. 57

Amlani AM (2020). Hearing Health and Technology Matters. Coronavirus and Audiology Services. Cconsulté sur: https://hearinghealthmatters.org/hearingeconomics/2020/coronavirus-covid19-audiology-services/

Altena E, Baglioni C, Espie C, Ellis J, Gavriloff D, Holzinger B, Schlarb A, Frase L, Jernelöv S, Riemann D. (2020). Dealing with sleep problems during home confinement due to the COVID-19 outbreak: practical recommendations from a task force of the European CBT-I Academy. Doi: 10.1111/jsr.13052

Auerbach, B. D., Rodrigues, P. V., & Salvi, R. J. (2014). Central gain control in tinnitus and hyperacusis. Frontiers in Neurology, 5. doi:10.3389/fneur.2014.00206

Bläsing L, Goebel G, Flötzinger U, Berthold A, Kröner-Herwig B (2010). Hypersensibilité au son chez les patients souffrant d'acouphènes : analyse d'une construction basée sur un questionnaire et des données audiologiques. International Journal of Audiology. 49 (7). 518-526. doi: 10.3109 / 14992021003724996.

Blaesing L, Kroener- Herwig. (2012). Self-reported and behavioral sound avoidance in tinnitus and hyperacusis subjects, and association with anxiety ratings. International Journal of Audiology, volume 51- p 611-617.

Bonneau C et Caillier H. (2018). Le sport et ses hormones, une histoire magique. Consulté sur : https://www.sportnovae.com/le-sport-et-ses-hormones-une-histoire-magique

British Tinnitus Association and British Academy of Audiology, (2020), Tinnitus Services and Covid-19. Consulté sur : https://www.tinnitus.org.uk/Handlers/Download.ashx?IDMF=e03e175d-ed5d-4837-b848-0dae4f23057c

Bruitparis. (2020). LES EFFETS DU CONFINEMENT SUR LE BRUIT EN ILE-DE-France. Consulté sur : https://www.bruitparif.fr/les-effets-du-confinement-sur-le-bruit-en-ile-de-france1/

Cima RF, Crombez G, Vlaeyen JW. La catastrophe et la peur des acouphènes prédisent la qualité de vie des patients souffrant d'acouphènes chroniques. Ear Hear (2011) 32 : 634–41.10.1097 / AUD.0b013e31821106dd

Bottero M, Heyde C et Philippe L (2009). Acouphène et attention auditive. Les Cahiers de l'Audition. 22 (6): 27-46

Deltenre (2019). Psychoacoustique. Cours de Psychoacoustique.

Didier Febvrel. (2017). SANTE MENTALE ET ISOLEMENT SOCIAL: quelles interactions et réponses territorialisées? p.14 Consulté sur: https://www.fabrique-territoires-sante.org/sites/default/files/dossier_isolement social.pdf

Fuller T, Cima R, Langguth B, Mazurek B, Vlaeyen JW, Hoare DJ (2020). Thérapie cognitivo-comportementale des acouphènes. La base de données Cochrane des revues systématiques, vol. 1. doi: 10.1002 / 14651858.CD012614.pub2.

Geocze L, Mucci S, Abranches DC, Marco MA, Penido N O (2013). Revue systématique des évidences d'une association entre acouphènes et dépression. Braz J Otorhinolaryngol. 79 (1): 106-11. Doi: 10.5935 / 1808-8694.20130018.

Görtelmeyer, R, Schmidt J, Suckfull M, Jastreboff P, Gebauer A, Kruger H, Wittman Werner. (2011). Assessment of tinnitus-related impairments and disabilities using the German THI-12: Sensitivity and stability of the scale over time. International Journal of Audiology, 50 (8), 2011,523-29. doi: 10.3109/14992027.2011.578591.

Grewal R., Spielmann PM, Jones SE, Hussain SS, (2014). Efficacité clinique de la thérapie de recyclage des acouphènes et de la thérapie cognitivo-comportementale dans le traitement des acouphènes subjectifs : une revue systématique. J Laryngol Otol, 128 : 1028-1033. doi: 10.1017 / S0022215114002849

Hickox AE , Liberman MC, (2014). Is noise-induced cochlear neuropathy key to the generation of hyperacusis or tinnitus? J Neurophysiol,111 (3): 552-64. doi: 10.1152 / jn.00184.2013

Jastreboff P.J, Jastreboff M.M (2000). Tinnitus Retraining Therapy (TRT) as a Method for Treatment of Tinnitus and Hyperacusis Patients.11:

Jastreboff, PJ. (2015). 25 ans de thérapie de recyclage des acouphènes, HNO, 63, (4). 307-11. doi: 10.1007 / s00106-014-2979-1.

Jérôme Sueur (2020). Dans le silence du virus : quels effets sur les êtres vivants ? Muséum national d'histoire naturelle (MNHN) , consulté sur : https://theconversation-com.cdn.ampproject.org/c/s/theconversation.com/amp/dans-le-silence-du-virus-quels-effets-sur-les-etres-vivants-134073

Jorge S, Winfried S, Martin S, Patrick N (2019). Big Five Personality Traits are Associated with Tinnitus Improvement Over Time,7, doi: 10.1038/s41598-019-53845-4

Journée Nationale de l'Audition (2018). Acouphènes et hyperacousie : fléaux du XXIe siècle ? 21e édition de Journée Nationale de l'Audition, 1-8. Consulté sur : https://www.journee-audition.org/pdf/cp-enquete-jna-ifop-2018.pdf

Khalfa S, Dubal S, Veuillet E, Perez-DiazF, Jouvent R, Collet L (2002). Normalisation psychométrique d'un questionnaire d'Hyperacousie. OrL J Otorhinolaryngol relat Spec, 64, 436–442

Kao LT, Shih JH, Yeh CB, Wang CH, Chen HC, Chien WC, Li IH (2020). Association between major depressive disorder and subsequent tinnitus: A population-based study. 263:367-372. doi: 10.1016/j.jad.2019.11.141

Kimball SH, Hamilton T, Benear E, Baldwin J (2019). Determining Emotional Tone and Verbal Behavior in Patients With Tinnitus and Hyperacusis: An Exploratory Mixed-Methods Study. 28(3):660-672. doi: 10.1044/2019_AJA-18-0136

Lurquin P (2015). L'hyperacousie : impact sur la vie sociale. Les Cahiers de l'Audition. 28 (4) 56-59.

Lurquin P, Fuks J (2015). Evaluation de l'efficacité de la TRT au moyen de questionnaires : 1) le THI. Les Cahiers de l'Audition 28(2):38-42

Lurquin P, Pauwels A-L (2015). L'hyperacousie : Impact sur la vie sociale. Les Cahiers de l'Audition 28 (4). 56-59

Lurquin P, Pelissier J.X (2016). La TRT un monde en image. Partie 1; utilisation de l'image dans la pratique du counseling. Les cahiers de l'Audition. 29 (6). 60-63.

Lurquin P, Petit M (2017). Hyperacousie (6ème partie): Les questionnaires pour évaluer l'hyperacousie. Les Cahiers de l'Audition.30 (5). 30 -34.

Lurquin P, Real M, Rampont C (2013). Impact de l'acouphène sur le couple, Les Cahiers de l'Audition, 26. (4). 24 - 27

Lurquin P, Soyer C (2017). Acouphènes et Stress, 3ème partie. Les Cahiers de l'Audition. 30 (4). 65-68

Lurquin P, Violette H (2016). Hyperacousie (5ème partie) Faire face à une hyperacousie dans un couple ou le coping dyadique. Les Cahiers de l'Audition, 29 (2). 46-52

VEILLE ACOUPHÈNES <



Nelting, Rienhoff M, Hesse G, Lamparter U (2002). Die erfassung des subjektiven Leidens unter Hyperakusis miteinem Selbstbeurteilungsbogen zur Geräuschüberempfindlichkeit (GÜF) Laryngo-rhino-Otologie. 81 (5). 327-33

Newman, CW, Jocobson GP, Spiter J B (1996). Développement de l'inventaire des handicaps acouphènes. Archives d'oto-rhino-laryngologie - Chirurgie de la tête et du cou, 122. 143-48, doi: 10.1001 / archotol.1996.01890140029007.

Parc J M, Kim W J, Ha J , Han J , Park S Y et Park S N (2017). Effet du générateur de sons sur les acouphènes et l'hyperacousie. Acta Oto-Laryngologica, 138, (2). 135-39, doi: 10.1080 / 00016489.2017.1386801.

Pavaci S, Tortorella F, Fioretti AB, Angelone AM, Businco LDR, Lauriello M, Eibenstein A. (2019). Analyse des caractéristiques audiologiques et de la comorbidité chez les patients souffrant d'acouphènes chronique. Audiology Research, 9, doi: 10.4081 /audiores.2019.231.

Rambaud A. (2018). Le sport réduit le stress, l'anxiété et la dépression. Le Figaro. Consulté sur : https://sante.lefigaro.fr/article/le-sport-reduit-le-stress-l-anxiete-et-la-depression/

Reddy KVK, Chaitanya VK, Babu GR (2019). Efficacité de la thérapie de recyclage des acouphènes, une gestion moderne des acouphènes : notre expérience. Indian J Otolaryngol Head Neck Surg. 71 (1): 95-98doi: 10.1007 / s12070-018-1392-6

Rey M, (2020). Le confinement peut désorganiser le sommeil. Le Monde, consulté sur : https://www.lemonde.fr/m-perso/article/2020/03/27/il-y-a-deux-effets-au-confinement-ceux-qui-dorment-plus-et-ceux-qui-dorment-mal_6034689_4497916.html

Rochet C. (2020). J+24 Pourquoi ce lâcher prise extrême est si difficile à vivre ? Consulté sur : https://www.youtube.com/watch?v=m7AgronlSqk

Science et Vie. (2017). Le Sport et la Santé (24). p22

Sciensano. (2020). ENQUÊTE DE SANTÉ COVID-19: QUELQUES RÉSULTATS PRÉLIMINAIRES. Consulté sur : https://www.sciensano.be/sites/www.wiv-isp.be/files/report_final_fr.pdf

Schaette R, McAlpine D, (2011). Acouphènes avec un audiogramme normal : preuves physiologiques de perte auditive cachée et modèle de calcul. Society for Neuroscience. 31 (38) doi: 10.1523 / JNEUROSCI.2156-11.2011.

Shi L, Chang Y, Li X, Aiken S, Liu L, Wang J (2016). Synaptopathie cochléaire et perte auditive cachée induite par le bruit. Doi : 10.1155 / 2016/6143164

Takanashi Y, Kawase T, Sato T, Katori Y (2018). Une étude de l'hypersensibilité auditive observée chez les patients acouphènes. Doi : 10.4295 / audiologie.61.203

Tien N-W, Kerschensteiner D (2018). Plasticité homéostatique dans le développement neuronal. doi: 10.1186 / s13064-018-0105-x

Tyler, R. S. (2006). Tinnitus Treatment. Edition Thieme. p133

Wu V, Cooke B, Eitutis A, Beyea J.A, Simpson M (2018). Prise en charge de l'acouphène. Canadian Family Physician. 64(7), e293–e298.

Zeman F, Koller M, Figueiredo R, Aazevedo A, Rates M, Coelho C, Kleinjung T, de Ridder D, Langguth B, Landgrebe M (2011) Tinnitus handicap inventory for evaluating treatment effects: which changes are clinically relevant? Otolaryngol Head Neck Surg.145(2): 282-7. Doi: 10.1177/0194599811403882

dyapason

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





MED®EL

MED-EL rend l'audition plus simple avec le nouvel audio processeur SAMBA 2

C'est officiel, MED-EL lance son nouvel audio processeur SAMBA 2 pour l'implant d'oreille moyenne VIBRANT SOUND-BRIDGE et l'implant à conduction osseuse BONEBRIDGE. Rappelons que dans le cadre d'une implantation d'un système VIBRANT SOUNDBRIDGE pour les surdités mixtes et de transmission, le processeur SAMBA 2 est intégralement remboursé en France.



L'audio processeur SAMBA 2 combine une excellente qualité sonore avec une étonnante simplicité. MED-EL a conçu le SAMBA 2 pour fournir une qualité sonore optimale en particulier dans les environnements typiquement difficiles comme les discussions au téléphone ou en voiture. L'idée du fabricant autrichien est de permettre aux utilisateurs de mettre le SAMBA 2 le matin et de ne pas avoir à s'inquiéter de devoir changer les réglages pendant la journée ; en bref, il s'agit de l'oublier! L'Adaptation Sonore Intelligente du SAMBA 2 détecte le type d'environnement dans lequel se trouve l'utilisateur, puis change automatiquement les paramètres pour adapter l'écoute. Il réduit le bruit de fond comme les bruits de vaisselle et sa fonction Suivi de la parole se concentre sur la personne en train de parler, rendant la conversation plus audible. Le résultat est une écoute sans efforts, quelle que soit la situation.

La gestion quotidienne du SAMBA 2 se retrouve également simplifiée : le compartiment de la pile, les couvercles et les clips d'attache sont fabriqués pour être aussi simple à utiliser que possible.

La conception tout-en-un du SAMBA 2 en fait un dispositif confortable à porter mais contrairement à beaucoup d'appareils similaires, il n'exerce aucune pression sur la peau. Et, en tant qu'audio processeur le plus petit et léger du marché, il est facile pour les utilisateurs de le dissimuler sous la chevelure.

Avec le nouvel accessoire de streaming SAMBA 2 GO, il est simple de passer des appels mains-libres ou d'écouter de la musique. Il permet de connecter l'audio processeur SAMBA 2 aux téléphones, tablettes... via Bluetooth puis envoie le son directement dans l'oreille de l'utilisateur. Le SAMBA 2 GO coupe tous les autres sons et permet à l'utilisateur d'entendre au mieux l'appareil audio externe.



Pour plus de commodité, l'application optionnelle SAMBA 2 Remote permet aux utilisateurs d'ajuster des paramètres de base comme le volume ou les programmes tels que prédéfinis par l'audioprothésiste. Il suffit simplement de télécharger l'application sur le téléphone puis monter le volume ou changer de programme en quelques secondes.



Les utilisateurs du SAMBA 2 ne sont pas les seuls à bénéficier de la simplicité technologique du système. En effet, le nouveau logiciel SYMFIT 8.0 simplifie les réglages et facilite le travail de l'audioprothésiste. Avec un flux de travail intuitif et guidé, un datalogging étendu et une compatibilité avec des bases de données telles que NOAH, l'audioprothésiste dispose tous les outils nécessaires pour adapter le SAMBA 2 aux besoins individuels de chaque patient de manière simple et rapide.

Le remboursement de l'audio processeur SAMBA 2 pour VIBRANT SOUNDBRIDGE est effectif depuis le 17 décembre 2020. Retrouvez le texte officiel sur le site Légifrance.gouv.fr (JORF n°293 du 4 décembre 2020).

L'implant et les coupleurs du VIBRANT SOUNDBRIDGE font déjà l'objet d'une prise en charge complète par la Sécurité Sociale. Avec le remboursement de l'audio processeur, le système VIBRANT SOUNDBRIDGE est ainsi pris en charge dans son intégralité par les organismes publics.

À propos de MED-EL

Basé à Innsbruck, MED-EL Medical Electronics est fabricant de solutions auditives. La société familiale fait partie des pionniers du secteur. Les deux scientifiques autrichiens, le Dr Ingeborg et le Prof Erwin Hochmair, ont développé le premier implant cochléaire micro-électronique et multicanaux au monde en 1977. En 1990, ils ont posé les fondations d'une croissance réussie en embauchant leurs premiers salariés. MED-EL compte aujourd'hui plus de 2200 personnes de 75 nationalités différentes et 30 filiales à travers le monde.

MED-EL offre une très large gamme de solutions auditives pour traiter les degrés variables de la surdité : système d'implant cochléaire et d'implant d'oreille moyenne, système d'implant auditif EAS (Electric Acoustic Stimulation), implant du tronc cérébral, implant actif à conduction osseuse, système auditif à conduction osseuse non implantable. MED-EL renforce ainsi sa mission dans plus de 124 pays d'aider les personnes souffrant de perte auditive à surmonter les barrières à la communication.

www.medel.com





L'audiologie d'Oticon More™

Sébastien Santurette et Thomas Behrens Centre de recherche en audiologie appliquée, Oticon A/S

Résumé

Ce livre blanc se penche sur les principes sous-jacents de l'audiologie d'Oticon More™. Inspirés par nos derniers enseignements BrainHearing™, ils nous indiquent que pour une audition optimale, le cerveau doit avoir accès à des scènes sonores intégrales et amplifiées avec des éléments équilibrés.

Pour y parvenir, Oticon More utilise l'intelligence d'un réseau neuronal profond, entraîné avec des millions de scènes sonores réelles et directement intégré à la nouvelle plateforme Polaris™ de l'aide auditive. Il offre ainsi aux utilisateurs un accès à des scènes sonores claires au sein desquelles les sons signifiants sont équilibrés et se démarquent des bruits de fond. Cette approche fondamentalement nouvelle du traitement des sons est soutenue par une nouvelle stratégie d'amplification haute résolution rapide qui permet aux détails sonores importants d'être délivrés au cerveau. Ces innovations en termes de technologie auditive diffèrent des approches traditionnelles de réduction du bruit et de compression et surmontent leurs limites, en permettant au cerveau d'accéder à la scène sonore intégrale.

Les utilisateurs peuvent donc mieux se concentrer sur ce qui est important pour eux sans renoncer aux sons porteurs de sens qui les entourent, comme démontré dans les recherches cliniques avec Oticon

Pour le cerveau, plus c'est mieux

Vous êtes en pleine conversation passionnante avec un groupe d'amis ? Vous voulez pouvoir suivre ce que chacun d'entre eux dit et rediriger facilement votre attention au fil du temps. Il y a-t-il un ventilateur bruyant ou un bruit de circulation en fond ? Vous ne voulez pas être dérangé par ces sons secondaires mais vous voulez quand même savoir qu'ils sont là. Il y a-t-il un groupe qui joue de la musique ? Y a-t-il des personnes qui applaudissent? Vous souhaitez profiter de l'ambiance du lieu tout en suivant quand même ce que disent vos amis. Vous préférez les balades tranquilles en forêt ?

Vous souhaitez peut-être pouvoir entendre le chant des oiseaux et le bruissement des feuilles. Il ne s'agit là que de quelques exemples. Dans la plupart des situations d'écoute quotidiennes, nous voulons pouvoir nous concentrer facilement sur certains sons spécifiques mais également rester conscients de ce qui se passe autour de nous et rediriger notre attention si besoin.

Que faut-il faire pour y parvenir?

Pour interpréter les sons, nous combinons constamment nos capacités sensorielles, cognitives et sociales (Pichora-Fuller et al., 2017; Meyer et al., 2016 - voir Figure 1). Grâce à cet équilibre précis de compétences, les êtres humains sont équipés pour parvenir à gérer la cacophonie complexe des sons de la vie. Pour que cela fonctionne, l'intégralité de la scène sonore doit d'abord être correctement transmise par l'oreille et convertie en un code neural précis qui traverse le nerf auditif avant d'atteindre le tronc cérébral et le centre de l'audition du cerveau (Man & Ng. 2020; Lesica, 2018). Ce sont nos compétences auditives sensorielles. À partir de là, dans le cortex auditif, le cerveau doit être capable de s'orienter parmi les éléments de la scène sonore entrante (O'Sullivan et al., 2019; Puvvada & Simon, 2017).

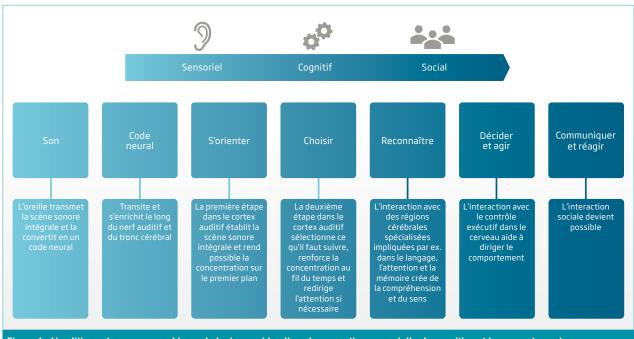


Figure 1 : L'audition est un processus biopsychologique qui implique la perception sensorielle, la cognition et le comportement.



Par le biais de l'interaction avec d'autres régions cérébrales spécialisées, il doit également pouvoir se concentrer sur les sons importants à chaque instant pour nous permettre de comprendre et de nous souvenir de ce qui est important pour nous (Man & Ng, 2020; Shinn-Cunningham et al., 2017). Cela définit nos compétences auditives cognitives. Après avoir interprété tous les sons intéressants par rapport au contexte de la scène sonore intégrale, nous pouvons alors décider et agir, écouter et parler, prêter attention et réagir à ce qui se passe autour de nous, évoluer dans notre environnement et communiquer avec les autres (Pichora-Fuller, 2016; Borg et al., 2008). Cela constitue nos compétences auditives sociales.

Il existe aujourd'hui de nombreuses preuves scientifiques qui démontrent que la perte auditive n'affecte pas uniquement la partie sensorielle du système auditif (Moore, 2007) mais qu'elle a également d'importantes conséquences sur nos capacités cognitives et sociales, y compris au-delà de l'audition (par ex., Livingston et al., 2020; Edwards, 2016; Campbell & Sharma, 2014; Rönnberg et al., 2013; Strawbridge et al., 2000; pour une revue, voir Man & Ng, 2020). La perte auditive peut survenir dans différentes parties de la voie auditive complexe qui relie les oreilles au cerveau. Or, quel que soit l'endroit où ces changements se produisent au départ, ils donnent généralement lieu à un code neural de moins bonne qualité envoyé au cerveau (Lesica, 2018) : Le cerveau reçoit moins d'informations et ces informations sont moins précises. Les personnes souffrant d'une perte auditive ont donc plus de difficultés à utiliser correctement leurs compétences cognitives et sociales. Fournir plus d'informations au cerveau de façon plus précise est donc essentiel pour offrir aux personnes souffrant d'une perte auditive une stimulation auditive optimale et les aider à atteindre les meilleurs résultats cognitifs et sociaux possibles. Ce point clé est l'élément principal sur lequel se base la conception audiologique d'Oticon More™. Il délivre un tout nouveau niveau de technologie de soins auditifs basé sur les dernières connaissances BrainHearing™ (Man & Ng, 2020).

Offrir au cerveau l'accès à plus de sons avec la technologie des aides auditives

La technologie des aides auditives est depuis longtemps conçue autour de quatre hypothèses principales : 1) La source sonore la plus pertinente pour les personnes souffrant d'une perte auditive est toujours la parole provenant de devant; 2) Les sons non vocaux exacerbent les difficultés de communication et sont toujours indésirables ; 3) Les personnes souffrant d'une perte auditive ont accès à une gamme réduite de niveaux sonores, l'amplification doit donc assurer l'audibilité, tout en préservant le confort ; et 4) L'amplification sans occurrence de Larsen doit être assurée. En général, les solutions conventionnelles traitent ces points en appliquant quatre types d'algorithmes de traitement du signal ; 1) La directivité qui offre un accès prioritaire à la parole frontale ; 2) La réduction du bruit, qui atténue tous les sons non vocaux ; 3) La compression de la plage dynamique, qui rend les sons faibles audibles et les sons forts confortables ; et 4) La gestion du Larsen qui contre le Larsen audible même si cela implique de sacrifier l'intégralité des niveaux de gain prescrits dans les situations dynamiques. Les versions avancées de ces algorithmes sont devenues très efficaces mais l'objectif auxquelles elles répondent et les hypothèses sur lesquelles elles se basent ne sont pas toujours conformes avec ce que les dernières données scientifiques nous indiquent au sujet de la façon dont le cerveau interprète les sons. Elles peuvent donc limiter les personnes souffrant d'une perte auditive.

Le cerveau est naturellement programmé pour représenter la scène sonore intégrale et s'orienter à travers elle en permanence, afin de pouvoir travailler sur les différents éléments de celle-ci (Man & Ng, 2020).

L'association de la directivité conventionnelle, la réduction du bruit, la compression et les systèmes anti-Larsen peuvent limiter la scène sonore de différentes façons : en limitant l'accès à tous les sons provenant des côtés et de l'arrière de l'utilisateur (directivité), en limitant l'accès à tous les sons qui ne sont pas perçus comme de la parole par l'aide auditive (réduction du bruit), en limitant l'accès aux détails sonores importants qui comptent pour le cerveau (compression), et en limitant l'accès au gain optimal dans les situations dynamiques (gestion du Larsen). Afin de donner au cerveau l'accès à tous les sons qui véhiculent des informations, la technologie des aides auditives doit, dans l'idéal, s'ouvrir à tous les sons signifiants, et pas uniquement aux sons de la parole. Cela vise à créer un contraste clair et naturel entre les éléments importants de la scène et les bruits de fonds, et à amplifier tous les éléments de la scène sonore de façon précise et avec suffisamment de détails. Ce n'est qu'à ce moment-là que l'attention pourra fonctionner de façon naturelle sur tous les éléments clairs disponibles (Man & Ng, 2020).

Le paradigme OpenSound des aides auditives Oticon fonctionnant sur les plateformes Velox et Velox S a constitué une étape importante pour l'ouverture à la parole tout autour de l'utilisateur, et pas uniquement provenant de devant (Le Goff et al., 2016a), avec de nombreux avantages audiologiques par rapport à la directivité traditionnelle (Juul Jensen, 2018 ; Le Goff et al., 2016b). En outre, l'approche unique récemment introduite par Oticon pour prévenir le Larsen a permis aux utilisateurs d'avoir accès à un gain optimal même dans les situations dynamiques (Løve, 2019).

Avec Oticon More, basé sur la nouvelle plateforme puissante Polaris™, nous pouvons désormais défier encore plus les conventions en utilisant la nouvelle technologie BrainHearing™ conçue pour donner accès à des scènes sonores intégrales plus faciles à décoder pour le cerveau afin qu'il puisse mieux s'orienter, choisir, se concentrer et interpréter ce qui se passe. Ci-dessous, nous illustrons la façon dont les principales innovations audiologiques d'Oticon More, MoreSound Intelligence™ et MoreSound Amplifier™, marquent une rupture avec les approches traditionnelles de réduction du bruit et de compression pour obtenir de tels résultats. Ces innovations sont soutenues par des mises à niveau d'OpenSound Optimizer dans Oticon Opn S qui fondent MoreSound Optimizer dans Oticon More.

¹⁾ Les changements peuvent se produire à différents niveaux, par ex. dans la capacité de conduction de l'oreille moyenne, la fonction sensorielle des cellules ciliées de la cochlée, les propriétés mécaniques des structures entourant les cellules ciliées, les connexions entre l'oreille interne et le nerf auditif, le fonctionnement du nerf auditif en lui-même ou les structures neuronales auditives plus centrales du tronc cérébral et du cortex.



MoreSound Intelligence™ -Un clarificateur de scène sonore inspiré par le cerveau

Lorsqu'on souffre d'une perte auditive, les sons ne sont pas seulement moins audibles mais ils ont également tendance à se mélanger. Cela explique pourquoi les personnes souffrant d'une perte auditive perçoivent souvent les scènes sonores comme « brouillées » ou « floues » et ont du mal à se concentrer sur des sons spécifiques. Cette difficulté à séparer les sons rend également le système auditif moins performant face aux bruits et aux sons gênants que la personne souhaiterait maintenir en arrière-plan. Afin d'offrir aux

personnes souffrant d'une perte auditive un accès à des scènes sonores claires et intégrales dans des environnements d'écoute réels, la nouvelle fonction MoreSound Intelligence (MSI) permet aux sons principaux de se démarquer des bruits de fond tout en préservant l'accès à toutes les sources sonores et dans toutes les directions. Cela permet au cerveau de séparer plus facilement les sons et de se concentrer sur ce qui est pertinent (Santurette et al., 2020).

Tout d'abord, MSI analyse la scène sonore intégrale pour détecter la complexité de l'environnement d'écoute et compare constamment cette complexité aux besoins d'écoute individuels de l'utilisateur

spécifiés dans le logiciel d'adaptation Genie 2. MSI rend alors les sons porteurs de sens plus distincts en se basant sur la facilité ou la difficulté de l'environnement actuel pour l'utilisateur, tout en s'adaptant parfaitement aux changements de complexité de l'environnement au fil du temps. Deux étapes de traitement sont appliquées pour améliorer la clarté de la scène sonore : le Spatial Enhancer et le Neural Clarity.

Dans les environnements relativement faciles, le Spatial Enhancer de MSI utilise 3 modèles de pavillon d'oreille qui simulent mieux le filtrage du véritable pavillon de l'oreille humaine, pour veiller à ce que la scène sonore captée par les deux microphones de l'aide auditive soit reproduite avec des informations spatiales précises et naturelles. Dans les environnements plus difficiles, le Spatial Enhancer permet aux sons porteurs de sens de rester accessibles et équilibrés face aux sons dominants qui entourent l'utilisateur, avec une précision qui dépasse celle atteinte par OpenSound Navigator d'Oticon.

Une fois les sons bien équilibrés dans l'espace, le Neural Clarity Processing de MSI intervient. Contrairement aux algorithmes de réduction du bruit traditionnels, ajustés manuellement pour préserver la parole et atténuer le bruit en se basant sur des hypothèses mathématiques, le Neural Clarity Processing utilise les connaissances acquises par un réseau neuronal profond (RNP) entraîné avec 12 millions de scènes sonores réelles (Brændgaard, 2020a), d'une manière qui s'inspire du fonctionnement cérébral humain.

La scène sonore intégrale est traitée selon ce que le RNP a appris au sujet de ce qui doit être au premier plan (les sons qui véhiculent du sens et qui peuvent retenir l'attention de l'utilisateur, comme la parole, la musique et les sons ambiants importants) et en arrière-plan (les sons qui véhiculent moins de sens et sur lesquels il est moins pertinent de se concentrer, comme le brouhaha ou le bruit).

Le RNP a appris à distinguer les éléments des scènes sonores réelles qui véhiculent le plus d'informations de ceux qui n'en véhiculent pas et il sait comment ces éléments interagissent entre eux de façon naturelle. Il en résulte donc un contraste détaillé et nuancé entre les sons porteurs de sens et les bruits de fond, par rapport à la réduction de bruit traditionnelle, comme illustré sur la Figure 3.

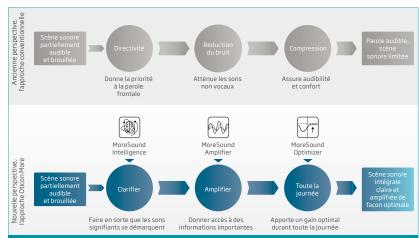


Figure 2 : Comparaison entre l'approche technologique conventionnelle et la nouvelle approche basée sur BrainHearing dans Oticon More.

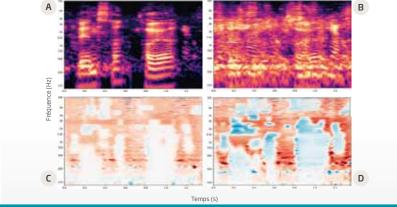


Figure 3 : (A) présente le spectogramme d'un signal de parole distinct – le mot danois pour « gauche » (« venstre »), suivi du mot danois pour « droite » (« højre »). (B) présente le spectogramme du même signal de parole dans le brouhaha. (C) et (D) présentent les zones de cette scène sonore qui sont atténuées (zones rouges), préservées (zones blanches) et renforcées (zones bleues) par la réduction du bruit traditionnelle (telle qu'exécutée dans Oticon Opn S avec un algorithme rapide de réduction du bruit, (C)) et par les nouvelles approches basées sur le RNP d'Oticon More (D). La Suppression neuronale du bruit d'Oticon More conduit à un contraste accru entre les zones de la scène sonore contenant des informations significatives – dans ce cas, la parole – par rapport aux bruits de fond, comparé à la réduction du bruit exécutée dans OpenSound Navigator d'Oticon Opn S. Avec l'action du RNP, ce contraste devient plus progressif et nuancé, avec plus d'informations de parole (zones blanches et bleues) fournies à l'utilisateur, surtout dans les hautes fréquences en raison de la résolution de fréquence accrue de la plateforme Polaris par rapport à Velox S.



Sur la Figure 3, on note que la Suppression neuronale du bruit (D) est plus précise en termes de détection de la parole et que l'amélioration du contraste présente une apparence plus naturelle qu'avec le système de réduction du bruit d'Oticon Opn S (C). Cela témoigne des acquis relatifs à l'apprentissage avec des sons réels. Le Sound Enhancer vient soutenir ce processus. Il veille à ce que les zones détectées comme étant au premier plan par MSI bénéficient d'un gain dynamiquement préservé (zones blanches) ou renforcé (zones bleues). Pour plus de détails techniques sur MSI, voir Brændgaard (2020a).

MoreSound Amplifier -Un système d'amplification haute résolution flexible

Une fois la scène sonore correctement équilibrée par MSI avec les sons de premier plan suffisamment distincts des bruits de fond pour répondre aux besoins de l'utilisateur, cette scène sonore équilibrée doit être amplifiée de façon à préserver cet équilibre précis entre les sons mais aussi à véhiculer leurs détails importants.

Ce point est particulièrement crucial puisque nous savons que la perte auditive rend plus difficile l'accès du cerveau aux détails des sons, même lorsqu'ils sont rendus audibles. En utilisant une analogie visuelle, nous pouvons considérer la scène sonore fournie par MSI comme une petite photo que nous devons agrandir pour en faire une grande photo, mais sans compromettre sa clarté. Comment pouvons-nous y parvenir?

Pour permettre au cerveau d'accéder aux détails importants de la scène sonore à tout moment, le nouveau MoreSound Amplifier (MSA) d'Oticon More s'adapte non seulement en termes de vitesse mais également en termes de résolution, selon les caractéristiques de la scène sonore et la façon dont elle change au fil du temps. Au cours de la dernière décennie, les systèmes traditionnels de compression des aides auditives ont évolué vers l'utilisation de constantes de temps adaptatives, en commençant par la technologie Speech Guard d'Oticon. Ces systèmes présentent l'avantage d'ajuster l'amplification selon la rapidité ou la lenteur des changements de niveaux sonores au fil du temps. Ils permettent de garantir l'audibilité de la parole et d'éviter la gêne produite par les sons forts.

Cependant, ils fonctionnent généralement sur une résolution de fréquence fixe (c'està-dire avec un nombre fixe de canaux) qui est souvent maintenue à un niveau faible pour éviter la distorsion audible du son lorsqu'il est comprimé. Pour en revenir à notre analogie visuelle, il est facile d'imaginer que l'agrandissement d'une petite photo avec une faible résolution conduira inévitablement à une grande photo pixellisée qui aura perdu en clarté et en détails. En outre, ces détails ne pourront pas être récupérés une fois la photo agrandie.

C'est pourquoi, grâce à la résolution accrue de la plateforme Polaris, MSA peut fonctionner avec une résolution six fois supérieure à celle de Speech Guard, tout en s'adaptant à la vitesse avec une grande précision.

Lorsque la scène sonore change rapidement, nous devons nous assurer de véhiculer précisément ces changements afin que les sons forts soient confortables et que les sons faibles soient audibles. Dans ces cas, MSA donne la priorité à la précision dans le temps plutôt qu'à la résolution à haute fréquence. À l'inverse, lorsque la scène sonore change lentement, nous devons nous assurer de ne pas perdre des détails de la scène pendant que nous l'amplifions. Ainsi, dès que la scène sonore est plus stable, le système commence à utiliser une résolution de fréquence plus élevée pour rendre tous les détails sonores pertinents audibles. Cette résolution plus élevée permet aux sons individuels avec un contenu fréquentiel différent d'être mieux séparés, et ainsi amplifiés plus précisément et de façon équilibrée par le système.

Assurer un meilleur accès au gain optimal

Le risque de Larsen et les adaptations ouvertes constituent depuis longtemps les deux principales causes de l'accès limité à un gain adéquat pour l'utilisateur. Cependant, s'assurer qu'un gain optimal est fourni dans toutes les situations. même dans les adaptations ouvertes, est essentiel pour bénéficier des avantages audiologiques complets d'un son clarifié et amplifié via MSI et MSA. Dans Oticon More, MoreSound Optimizer, une mise à niveau d'OpenSound Optimizer d'Oticon pour la plateforme Polaris, prévient et détecte le Larsen avant qu'il ne se produise, permettant ainsi un meilleur accès à un gain optimal, y compris dans

les situations dynamiques. De plus, les adaptations ouvertes avec Oticon More peuvent désormais bénéficier du nouveau dôme Open Bass qui offre un meilleur accès au gain dans les fréquences vocales qu'un dôme ouvert.

Lorsque vous diffusez vos musiques ou vos podcasts préférés, il vous permet également d'accéder à davantage de gain à basse fréquence sans compromettre le confort d'une adaptation ouverte. Enfin, Oticon More peut être réglé précisément dans 24 bandes d'adaptation, ce qui offre encore plus de flexibilité aux audioprothésistes pour fournir un gain précis aux utilisateurs.

Oticon More -Une nouvelle perspective des soins auditifs

Les innovations MSI et MSA d'Oticon More sont conçues pour fournir au cerveau un meilleur accès à des informations plus pertinentes et précises. Elles marquent une rupture avec les approches traditionnelles de réduction du bruit et de compression des aides auditives. Grâce aux apprentissages d'un RNP intégré sur la nouvelle plateforme Polaris d'Oticon, MSI clarifie d'abord la scène sonore intégrale en permettant aux sons importants de se démarquer des bruits de fond et donne accès à toutes les sources sonores présentant des informations distinctes.

MSA rend alors tous les sons audibles, qu'il s'agisse d'environnements simples ou complexes, en offrant un accès précis aux dynamiques et aux détails sonores grâce à sa vitesse et à sa résolution flexibles. Ces deux fonctions s'adaptent au fil du temps, captent la complexité de la scène sonore pendant son déroulement, et veillent à ce que les éléments de la scène soient délivrés avec précision et équilibre à l'utilisateur. Elles sont conçues dans le but de véhiculer les informations les plus importantes pour permettre au cerveau de créer des scènes sonores complètes et précises. Ainsi, Oticon More fournit au cerveau un meilleur accès à la scène sonore intégrale en cours et aux éléments du premier plan, ce qui permet aux utilisateurs de mieux se concentrer, comprendre et se souvenir des sons intéressants, comme démontré dans les recherches cliniques (Santurette et al., 2020).



Références

- Borg, E., Bergkvist, C., Olsson, I. S., Wikström, C., & Borg, B. (2008). Communication as an ecological system. International Journal of Audiology, 47(sup2), S131-S138.
- 2. Brændgaard, M. (2020a). MoreSound IntelligenceTM. Document technique Oticon.
- 3. Brændgaard, M. (2020b). The Polaris platform. Document technique Oticon.
- 4. Campbell, J., & Sharma, A. (2014). Cross-modal re-organization in adults with early stage hearing loss. PloS one, 9(2), e90594.
- Edwards, B. (2016). A model of auditorycognitive processing and relevance to clinical applicability. Ear and hearing, 37, 85S-91S.
- 6. Juul Jensen, J. (2018). Closing a gap to normal hearing. Livre blanc Oticon.
- Le Goff, N., Jensen, J., Pedersen, M. S., & Løve
 C., S. (2016a). An introduction to OpenSound Navigator™. Livre blanc Oticon.
- 8. Le Goff, N., Wendt, D., Lunner, T., & Ng, E. (2016b). Opn clinical evidence. Livre blanc Oticon.
- Lesica, N. A. (2018). Why do hearing aids fail to restore normal auditory perception? Trends in neurosciences, 41(4), 174-185.

- Livingston, G., Huntley, J., Sommerlad, A., Ames, D., Ballard, C., Banerjee, S., ... & Costafreda, S. G. (2020). Dementia prevention, intervention, and care: 2020 report of the Lancet Commission. The Lancet.
- 11. Løve, S. (2019). Introduction to OpenSound OptimizerTM. Livre blanc Oticon.
- Man K. L., B., & H. N. Ng, E. (2020). BrainHearing™ – The new perspective. Livre blanc Oticon.
- 13. Meyer, C., Grenness, C., Scarinci, N., & Hickson, L. (2016). What is the international classification of functioning, disability and health and why is it relevant to audiology? In Seminars in Hearing (Vol. 37, No. 03, pp. 163-186). Thieme Medical Publishers.
- Moore, B. C. J. (2007). Cochlear hearing loss: physiological, psychological and technical issues. John Wiley & Sons.
- O'Sullivan, J., Herrero, J., Smith, E., Schevon, C., McKhann, G. M., Sheth, S. A., ... & Mesgarani, N. (2019). Hierarchical Encoding of Attended Auditory Objects in Multi-talker Speech Perception. Neuron, 104(6), 1195-1209.

- Pichora-Fuller, M. K., Alain, C., & Schneider, B. A. (2017). Older adults at the cocktail party. In The auditory system at the cocktail party (pp. 227-259). Springer, Cham.
- Puwada, K. C., & Simon, J. Z. (2017). Cortical representations of speech in a multitalker auditory scene. Journal of Neuroscience, 37(38), 9189-9196.
- Rönnberg, J., Lunner, T., Zekveld, A., Sörqvist, P., Danielsson, H., Lyxell, B., ... & Rudner, M. (2013). The Ease of Language Understanding (ELU) model: theoretical, empirical, and clinical advances. Frontiers in systems neuroscience, 7, 31.
- Santurette, S., Ng, E. H. N., Juul Jensen, J., Micula, A. & Man K. L., B. (2020). Oticon More clinical evidence. Livre blanc Oticon.
- Shinn-Cunningham, B., Best, V., & Lee, A. K. (2017). Auditory object formation and selection. In The auditory system at the cocktail party (pp. 7-40). Springer, Cham.
- Strawbridge, W. J., Wallhagen, M. I., Shema, S. J., & Kaplan, G. A. (2000). Negative consequences of hearing impairment in old age: a longitudinal analysis. The Gerontologist, 40(3), 320-326.



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





ReSound GN

Les masques chirurgicaux : un impact pas seulement acoustique

« Ne pas apprendre d'une crise, c'est gâcher une crise. » annonce Jean-Baptiste Lemasson, Directeur de la formation GN Hearing France. L'usage du masque n'a pas été sans conséquence sur le quotidien des utilisateurs d'aides auditives. Rapidement nous pensons aux pertes d'aides auditives et à la diminution de la compréhension. Dans ces quelques lignes nous verrons ensemble l'impact acoustique des masques mais nous comprendrons également que ce n'est pas qu'une question de puissance.

Le saviez-vous?

La lecture labiale est un phénomène naturel (1) qui peut apporter 30 % d'informations complémentaires (2) pour l'amélioration de la compréhension. Il a également été démontré que combiner la lecture labiale au signal vocal revenait, en moyenne, à améliorer le rapport signal sur bruit (RSB) de 3 à 4 dB SPL (3). De plus, l'aperture et la mobilité labiale ont un impact significatif sur l'intelligibilité (4). Petite note pour les audioprothésistes : lorsque nous parlons ici d'intelligibilité nous ne devons pas faire l'amalgame avec nos listes à tort dites d'intelligibilité qui mesurent la compréhension avec la capacité d'être intelligible par quelqu'un d'autre. Nous parlons bien ici de ce dernier sens, notre performance à être intelligible par tous avec l'utilisation d'un masque chirurgical.

Production de parole avec et sans masque (FFP2 - chirurgical)

Les deux sonagrammes (fig. 1) ci-après illustrent l'impact d'un masque sur la production de parole. La phrase suivante, qui semble courante dans un lieu de commerce où le masque est obligatoire, a été prononcée : « Bonjour, que puis-je pour vous aujourd'hui ? ».

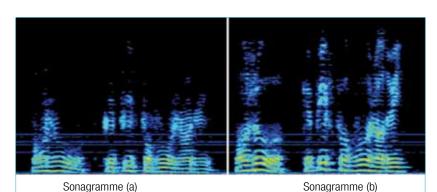
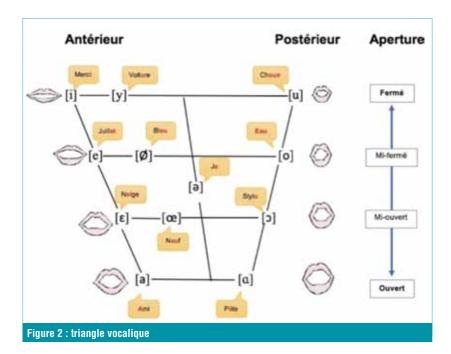


Figure 1 : illustration de deux sonagrammes (a) et (b) de la phrase « Bonjour, que puis-je pour vous aujourd'hui ? » produite en voix naturelle, masculine, à 1 mètre du microphone de mesure à 65 dB SPL avec masque (a) et sans masque (b), analysée via le logiciel freemium VoiceVista 2.5



Cette phrase n'a pas été enregistrée mais produite avec la meilleure répétabilité possible à voix nue avec et sans masque. Pour ce type d'expérience nous ne pouvions pas utiliser une voix enregistrée car nous n'aurions pas visualisé la modification de l'aperture et de l'embouchure (5) en plaçant un masque sur le haut-parleur !

Nous constatons que les hautes fréquences sont atténuées ou manquantes. Cela a un impact non négligeable sur la compréhension de la parole même dans le calme. Les bien-entendants s'en sont également rendu compte durant cette période. Les masques en tissu peuvent atténuer les hautes fréquences de parole (2000 - 7000 Hz) de 3 à 4 dB et jusqu'à 12 dB SPL pour les masques « Bec de canard » ou N95 ⁽⁶⁾.

Par lecture graphique nous remarquons également que les transitions formantiques sont modifiées. Les locus et focus les plus impactés semblent sur le groupe CVC [ɔju] du mot Bonjour. L'aperture et les mouvements de la langue sont entravés par la présence du masque. Les modifications de la mobilité labiale impactent la compréhension dans le calme ainsi que la reconnaissance de



l'interlocuteur ⁽¹⁾. Rappelons également qu'une modification de la puissance des basses fréquences perturbe les ILD et par voie de conséquent la localisation. Une bonne localisation est l'un des piliers fondamentaux de la compréhension dans le bruit ⁽⁵⁾.

Ainsi, nous comprenons que l'impact du masque pour les utilisateurs est multifactoriel. La puissance et la richesse fréquentielle sont altérées. Mais à cela s'ajoute une dégradation de la qualité de l'intelligibilité de l'interlocuteur et une abolition de la lecture labiale. La figure 2 rappelle l'effet de la modification de l'aperture sur la perception du message.

Quelles solutions?

Le problème étant multiple, la solution n'est pas directe. La première idée a été l'utilisation des visières. Comme nous l'avons vu, la lecture labiale peut apporter jusqu'à 30 % d'informations complémentaire mais encore faut-il que le malentendant soit entrainé à cette pratique. Le second axe est de sensibiliser les interlocuteurs sur leur diction. Et le troisième point sera la modification des réglages des aides auditives.

Quelques conseils de réglages

En premier lieu, il faut créer un second programme. Car l'utilisation du masque n'est pas permanente notamment dans la sphère familiale. Le sonagramme (a) indique la baisse de puissance des fréquences aigues d'intensité faible. Nous pouvons donc augmenter le gain des sons faibles (g50) sur la bande fréquentielle 1500 - 9000 Hz. Les réducteurs des sons faibles comme les « silencieux », les « expansions », les « gains très faibles » peuvent aussi être supprimés pour ne pas aggraver la baisse des sons faibles aigus. Concernant la directivité, la fréquence de coupure (point de flexion) ne doit pas être prématurée. Une fréquence d'enclenchement ne devrait pas être en dessous de 800 Hz afin de ne pas perturber davantage les transitions formatiques. Notons que ce paramètre est fonction des performances de compréhension dans le bruit de l'utilisateur. Avant de sauvegarder penser à activer le bouton poussoir ou l'application afin de rendre ce programme accessible! Ce programme additionnel peut aussi être programmé à distance avec ReSound Live Assist.

Références

- 1. FUCCI, Donald J et LASS, Norma J. Fundamentals of Speech Science. 1st. s.l. : Allyn & Bacon Paperback, 1999.
- 2. Voice Fundamental Frequency as an Audotory Supplement to the Speechreading of Senteences A Boothroyd. HNATH-CHISOLM, T, HANIN, L et KISHON-RABIN, L. 1988, Ear Hear.
- The effect of speech-reading on the speech-reception thresohld of sentences in noise.
 MIDDELWEER et PLOMP. 1987, The Journal of Acoustical Society of America, pp. 82, 2145-2147.
- Vocal tract resonnaces in speech, singing, and paying musical instruments. WOLFE, Joe, GARNIER, Maëva et SMITH, John. 2009, HFSP Journal, pp. 6-23.

- 5. LEMASSON, Jean-Baptiste. Heather's Mask. 2020
- Speech blocked by surgical masks becomes a more important issue in the Ear of COVID-19.
 GOLDIN, Alexander, WEINSTEIN, Barbara et SHIMAN, Nimrod. 2019, Hearing Review.
- Evolution de la directivité selon la Istratégie binaurale de ReSound : Directivité All Access et Ultra Focus. GROTH, Jennifer; GN Hearing A/S. 2020, Whitepaper.







Motion X

Rechargeable, connectée, la nouvelle gamme Motion X bouscule le marché des contours avec une offre complète, performante adaptée à chaque besoin. Découvrez comment le BTE reprend ses lettres de noblesse grâce aux innovations Signia.

Nicolas CASTEL, référent produit

Des débuts du BTE à la situation actuelle ou une nouvelle génération de BTE attendue par le marché

Le contour d'oreille ou plus communément appelé BTE (pour « Behind The Ear ») est considéré comme la forme d'appareil auditif la plus traditionnelle. Ce format d'appareil compact apparaît en 1955 ¹ à la suite de l'implémentation trois ans auparavant, de la technologie par transistors dans le domaine de l'audiologie. Le modèle s'est ensuite démocratisé en une forme unique avec un boîtier compact se plaçant derrière l'oreille contenant toutes les composantes et prolongé par une tubulure jusqu'au conduit auditif.

Ce format est rapidement devenu le standard de l'aide auditive grâce à sa discrétion fortement appréciée par les patients. Fort de son succès, le BTE a pu profiter de toutes les innovations technologiques de cette période en devenant par exemple le premier modèle d'aide auditive numérique à la fin des années 80. Signia (anciennement Siemens Audiologie) compte d'ailleurs de nombreux contours à succès dans son passé, avec les Prisma 4D, Signia 8DF ou encore les Life (petit contour en pile 312), ou bien les Motion 700 (premier contour BTE rechargeable), sans compter le Motion C&GO (premier contour BTE avec batterie Lithium-ion) qui ont ensuite vu le jour.

Cependant, à l'arrivée en 2003 du premier modèle RIC (Recever in Canal) le BTE a rapidement été relégué au second plan.

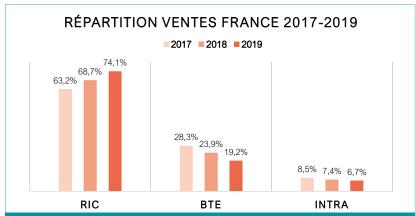


Figure a : graphique regroupant les données du SNITEM sur la répartition des ventes en France de 2017 à 2019 pour les modèles RIC, BTE et Intra-auriculaire.

Le modèle RIC possédant un écouteur déporté dans le conduit auditif disposait d'un gabarit plus petit, plus discret et plus design. Le fait de s'éloigner de la forme « traditionnelle » de l'appareil auditif fût très apprécié par la patientèle qui souhaitait s'affranchir d'un maximum de points stigmatisants de l'appareillage.

Cette volonté se confirme par une étude marketing menée par C.Hakvoort et al ² montrant que parmi une gamme complète d'appareils seulement 19% de patients (n=15) avec une perte auditive choisissent un appareillage en BTE contre 57% des patients qui préfèrent un modèle RIC. Ce pourcentage passe même à 65 % si on ajoute un modèle Slim-RIC dans la gamme tel que le Styletto réduisant la part des BTE à 12%.

La préférence du patient envers le modèle RIC a rapidement conduit à une baisse des ventes du BTE, surtout ces dernières années. Une enquête du SNITEM (Syndicat National de l'Industrie des Technologies Médicales) montre que la part de marché (pdm) en France des appareils RIC a augmenté de 10,9 points entre 2017 et 2019, atteignant ainsi 74,1% contre 19,2% de pdm pour les appareils BTE (victimes d'une baisse de 9,1 points). Il y a donc bien un transfert de la patientèle du BTE vers le RIC avec quasiment ¾ de pdm détenue par le modèle RIC en France (fig a).

L'orientation du patient et donc des ventes vers un modèle RIC a déclenché un phénomène en chaîne qui a conduit les fabricants d'aides auditives à prioriser leurs développements audiologiques et technologiques sur ces modèles. Le modèle RIC est donc devenu ces dernières années le porte-étendard des nouvelles technologies au détriment du BTE. Pour illustrer ce propos, au cours de cette année 2020 ; sur 5 annonces majeures de nouveaux processeurs issus de 5 fabricants (Widex, Starkey, Phonak, Oticon, Resound) une seulement était applicable à une aide auditive de modèle BTE, les autres étant dédiées exclusivement à des appareils RIC.

Ce choix industriel a conduit à une accentuation du clivage entre les deux modèles puisqu'il ne se caractérisent plus uniquement par une différence de gabarit mais également par des différences de performances audiologiques et d'innovations technologiques.

La demande de discrétion additionnée aux performances supérieures ont naturellement amené les audioprothésistes à privilégier l'appareillage en RIC au détriment du BTE.

Le BTE concerne majoritairement la patientèle non appareillable en RIC, comme par exemple les pertes les plus sévères pour lesquelles les BTE sont capables d'apporter des puissances et des dynamiques non atteignables par des appareils RIC.

À la suite des différents éléments évoqués ci-avant, il serait légitime de se questionner sur l'avenir de l'appareillage en BTE.



BTE : de nombreux avantages pour un grand nombre de patients

Malgré les avantages qu'apportent l'appareillage RIC et qui lui offrent une place dominante sur le marché, l'appareillage en contour BTE garde tout son intérêt et présente des qualités que seuls ces modèles peuvent proposer.

En effet cet appareillage demeure incontournable pour les patients ayant des conduits complexes pouvant être étroits, coudés ou encore avec beaucoup de cérumen. Dans ces conditions, le fait de ne pas avoir l'écouteur dans le conduit comme avec un modèle RIC est un réel avantage.

Les manipulations sont également plus simples avec un modèle contour. Le tube rigide d'un appareil contour permet une mise en place plus facile pour le patient ainsi qu'un entretien qui sera plus simple. Ainsi, les patients ayant une dextérité réduite auront bien plus de facilité pour manipuler, mettre en place et entretenir un modèle BTE.

De plus, l'écouteur du BTE étant intégré au boîtier, il est protégé de tout encrassement, torsion, humidité, et chocs ce qui lui procure une plus grande fiabilité à long terme.

Enfin, comme énoncé plus haut, pour les pertes les plus importantes, les patients présentant des pertes profondes, les BTE offrent une réserve de puissance inégalée.

Pour ces multiples raisons, nous voulions vous proposer des modèles BTE à la pointe de la technologie avec un design épuré qui ne souffrent plus de cette comparaison par rapport au RIC tout en conservant les points forts de cet appareillage.

C'est aujourd'hui chose faite avec la nouvelle famille Motion X de Signia disponible depuis janvier 2021.

La famille Motion X : une gamme complète qui répond à tous les besoins

Afin d'égaler les avantages techniques et d'implémentation qu'apporte le modèle RIC ainsi que sa grande plage d'adaptation de l'écouteur S à l'écouteur SP, nous lançons une famille complète de produits contours. Trois modèles BTE dénommés Motion C&Go X. Motion C&Go P X et Motion C&Go SP X. Ces trois modèles de différentes puissances (détaillées par la suite) correspondent à des gabarits de modèles BTE pile 312, pile 13 et pile 675. Cette similitude s'arrête là car nous avons fait le choix fort de doter les trois appareils de batteries Lithium-ion. Ainsi, peu importe le besoin de puissance, le patient disposera d'un appareil rechargeable, une des caractéristiques techniques les plus appréciées par le patient.

En effet, c'est une technologie actuelle et moderne dominant les ventes du secteur. On apprécie la fiabilité qu'apporte la batterie Lithium-ion sur le courant déployé mais aussi sur le fait de s'affranchir du tiroir à pile susceptible de casse, et de la pile qui a tendance à s'oxyder avec le temps. Enfin l'appareil rechargeable réduit le nombre de manipulations pour les patients ayant des soucis de dextérité et de vue. Ils seront donc accompagnés par leurs chargeurs. Les autonomies annoncées vont de 24H pour le Motion C&Go X à 61H pour le Motion C&Go SP X.

Côté technique, s'ajoute la présence d'antennes Bluetooth LE (Low-Energy) permettant un streaming direct de la télévision via l'accessoire StreamLine TV, la prise d'appels téléphoniques via le StreamLine Mic pour les smartphones Android ou en direct via les Iphones.



Une puissance et une discrétion inégalées

Concernant les performances audiologiques cette famille est dotée de la dernière plateforme Xperience. La première technologie sans compromis, permettant au patient de comprendre la parole, d'où qu'elle vienne, quelle que soit la situation, et ce même en mouvement. Ce sont donc également les premiers BTE dotés de capteurs de mouvement permettant d'identifier la manière dont le patient interagit dans son environnement sonore lorsqu'il se déplace.

La plateforme Xperience s'appuie sur des capteurs acoustiques et de mouvement pour coordonner les fonctionnalités du traitement de signal DSP et OVPTM afin de les ajuster en parfaite cohérence aux 127 différents scénarios identifiés.

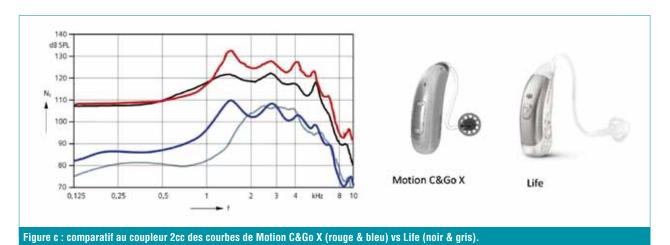
On notera également la compatibilité avec l'application Signia App permettant au patient d'accéder au contrôle de volume, de la balance sonore et de la directivité microphonique.

Il aura également accès au mode masque Signia permettant en un clic d'améliorer l'intelligibilité de la parole masquée. Enfin la famille Motion X est compatible avec Signia Assistant. Ce module directement intégré dans Signia App est une intelligence artificielle qui propose aux patients des modifications de réglages en temps réel dans des situations d'écoute complexes en fonction de leurs besoins 24H/7J.



Les Cahiers de l'Audition - N°6/2020





Enfin, concernant les paramètres e acoustiques, ces modèles sont adaptables en coudes sécurisés par une goupille s

ou avec nos nouveaux Thin Tubes 3.0 et dômes Eartips 3.0 pour le Motion X et P X. Cette famille de produits se positionne donc techniquement et audiologiquement au même niveau que les modèles RIC de la marque à savoir le Pure C&Go X et le Pure 312 X. Ils sont tous les trois disponibles sur les gammes 3, 5, 7, et en 10 coloris

Motion C&Go X : le plus petit contour rechargeable du marché

modernes et élégants.

Il est intéressant de se pencher sur les gabarits et les performances de gain de chacun des modèles. Le Motion C&Go X, plus petit modèle des trois, offre autant de gain aigu que sa version antérieure, le Motion C&Go Nx (fig b). Et ce, pour un gabarit nettement plus discret. Il est donc parfaitement adapté aux pertes presbyacousies légères à moyennes et aux pertes dites en « pente de ski ». Il

est également une parfaite alternative au modèle RIC Pure C&Go X, pour un gabarit similaire.

On peut tout simplement dire que c'est le plus petit modèle BTE rechargeable Li-ion du marché, de dimensions équivalentes au contour 312 Life, appareil plébiscité en son temps mais aux performances de gain améliorées (fig c). Avec plus de gain grave & medium, et plus de puissance medium & aigüe, Motion C&Go X couvre un plus large spectre de pertes auditives.

Côté recharge, le Motion C&Go X dispose du chargeur à induction II. Il lui permet d'obtenir 24H d'autonomie sans streaming ou 21h d'autonomie avec 5h de streaming. Ce chargeur permet aussi de sécher les appareils pendant la période de recharge.



Motion C&Go P X : petit, puissant et complet

Concernant le Motion C&Go P X, c'est un parfait renouvellement du Motion 13 P Nx, qui offre de meilleures performances pour un gabarit équivalent (fig d). Le pic de gain à 1kHz est plus facilement exploitable sur Motion X que sur Motion Nx. Notez aussi sur Motion P X l'absence de résonance écouteur à 2kHz, pour une sonorité plus agréable. Enfin le renouvellement est idéal puisque le Motion P X possède également une bobine T pour les patients aux les pertes les plus sévères ayant l'habitude de cette technologie.



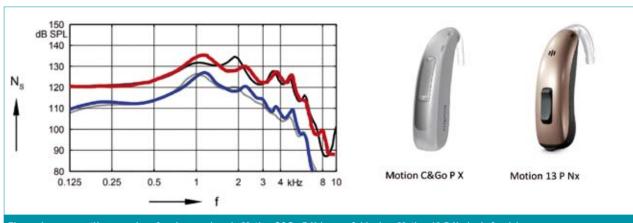


Figure d : comparatif au coupleur 2cc des courbes de Motion C&Go P X (rouge & bleu) vs Motion 13 P Nx (noir & gris).



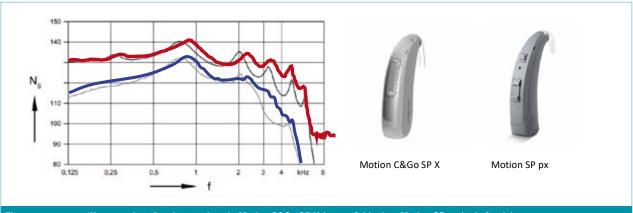


Figure e : comparatif au coupleur 2cc des courbes de Motion C&Go SP X (rouge & bleu) vs Motion SP px (noir & gris).

Par soucis d'implémentation et pour ne pas abîmer la bobine T, ce modèle dispose d'une recharge galvanique (par contact) et non par induction. Le Motion C&Go P X dispose donc de son propre chargeur standard et également d'un modèle Dry & Clean ajoutant la fonction de désinfection via UV et également une fonction de séchage. Une recharge complète procure au motion P X 30h d'autonomie sans streaming et 27H d'autonomie avec 5H de streaming.

Motion C&Go SP X : le seul contour surpuissant rechargeable du marché

Le Motion C&Go SP X est le premier appareil surpuissant disposant de la technologie de recharge Lithium-ion. Pour la recharge, le Motion SP X dispose de son propre chargeur standard et également d'un modèle Dry & Clean ajoutant la fonction de désinfection via UV et également une fonction de séchage. Une recharge complète procure au Motion C&Go SP X 61h d'autonomie sans streaming et 57H d'autonomie avec 5H de streaming. Le Motion C&Go SP X se positionne parfaitement au renouvellement du Motion SP Px, car en plus d'être rechargeable, il offre des caractéristiques acoustiques en nette amélioration (fig e).



D'abord le pic de gain et de puissance est plus proche d'1 kHz, offrant le maximum d'énergie sur cette fréquence si indispensable aux pertes sévères à profondes. Il offre aussi légèrement plus de gain dans les basses fréquences. Mais c'est surtout dans les aigus entre 3 & 4 kHz que vous bénéficierez de gain supplémentaire allant jusqu'à 13 dB avec un niveau de sortie supérieur et plus stable en fréquence. Cette réponse plus performante dans les mediums et aigus augure de meilleurs résultats en intelligibilité dans le bruit.

Ainsi le fait d'avoir une gamme de trois produits permet de proposer une réponse parfaitement adaptée aux besoins de chacun des patients, à tout niveau de puissance. Y compris en pédiatrique, car sans tiroir pile, ils sont tous trois adaptables en coude enfant de petit diamètre, ou en coude standard, sécurisés par verrouillage. Une bobine T est par ailleurs intégrée aux modèles P et SP.

Une famille de produits complète, cohérente et performante

Avec cette nouvelle famille de BTE nous rétablissons l'équilibre entre le modèle BTE et le modèle RIC. Trop souvent passé au second plan à l'avantage des RIC, cette nouvelle gamme Motion X se retrouve désormais à armes égales. Discrets, rechargeables et connectés, ils deviennent une vraie alternative, sans compromis à l'appareillage RIC. Le tout en améliorant leurs niveaux de puissance qui faisait déjà leurs forces.

- Berger, Kenneth W., 1984, The Hearing Aid It's Operation and Development. The National Hearing Aid Society third edition.
- Christina Hakvoort, MBA & Pamela Burton, AuD Backgrounder: Increasing Style, Reducing Stigma: The Styletto Solution 2018-08-27





Tinnitus Multiflex Pro : de nouveaux outils pour aider les audioprothésistes à adapter les masqueurs d'acouphènes

Paul Reinhart, PhD | Kendra Griffin, AuD | Christophe Micheyl, PhD

Résumé

- La nouvelle technologie Tinnitus Multiflex Pro de Starkey permet aux audioprothésistes de mieux personnaliser le stimulus anti-acouphènes (ou « masqueur ») en s'appuyant sur l'audiogramme ou sur les seuils de masquage.
- La thérapie acoustique utilisée pour les acouphènes n'est pas nécessairement la même pour tous les patients.
- Cette publication présente des preuves des bienfaits de Tinnitus Multiflex Pro pour les patients.

Introduction

Il arrive souvent que les personnes malentendantes souffrent également d'acouphènes chroniques gênants (Lewis et al., 2020 ; Nondahl et al., 2011). Les audioprothésistes doivent alors non seulement gérer la perte auditive de ces patients, mais aussi leurs acouphènes.

Les stratégies complètes de gestion des acouphènes comme la thérapie acoustique d'habituation (Jastreboff, 2000) et la gestion progressive des acouphènes ou PTM (Henry et al., 2010) allient accompagnement par le conseil et thérapie acoustique (aussi appelée « stimulation sonore » ou « thérapie sonore ») pour les patients souffrant d'acouphènes gênants et persistants (Tunkel et al., 2014). La thérapie acoustique peut utiliser l'amplification sonore via une aide auditive, la stimulation sonore à l'aide d'un masqueur d'acouphènes (ou « stimulus antiacouphènes ») ou bien les deux.

Dès lors que décision a été prise d'utiliser un masqueur d'acouphènes, l'audioprothésiste doit encore sélectionner un masqueur approprié et l'adapter au patient. Si l'on utilise souvent le bruit « blanc » (à spectre plat), les aides auditives actuelles permettent désormais

aux audioprothésistes de sélectionner aussi d'autres types de stimuli dotés de caractéristiques spectrales adaptées à l'audition et à l'acouphène du patient.

Tinnitus Multiflex Pro de Starkey donne aux audioprothésistes des outils qui facilitent l'adaptation de masqueurs d'acouphènes personnalisés générés via une aide auditive. Leur description a déjà fait l'objet d'une publication détaillée (Reinhart & Micheyl, 2020). Ces outils incluent notamment un « bruit façonné selon l'audiogramme », dont le niveau par bande augmente en fonction de la fréquence en lien avec la perte auditive, et un « bruit personnalisé », dont le niveau par bande est déterminé en fonction des seuils de masquage d'acouphènes (MML). Le masqueur à « bruit blanc » fréquemment utilisé reste une option possible : ce bruit possède un niveau par bande nominalement plat (lorsque mesuré au coupleur 2cc), quelle que soit la perte auditive.

Les résultats présentés ici sont ceux d'une étude préliminaire de 8 semaines concernant l'usage réel de ces masqueurs chez les patients souffrant d'acouphènes et de perte auditive. Ils révèlent des améliorations significatives de la sévérité perçue des acouphènes dès la fin de la première semaine et mettent en lumière des différences de préférence et d'utilisation des masqueurs parmi les patients. Lorsque le choix leur était donné entre les trois types de masqueurs, environ la moitié des participants ont déclaré préférer, et ont utilisé de facon préférentielle. le masqueur faconné selon l'audiogramme ou le masqueur personnalisé plutôt que le bruit blanc.

Les résultats indiquent enfin que les masqueurs personnalisés, qui contiennent une moindre énergie sonore en basses fréquences, masquent moins la parole qu'un bruit blanc.

Méthodes

Participants

Trente-et-une personnes (âge moyen = 61,3 ans ; écart type = 8,0 ans ; 26 hommes et 5 femmes) souffrant d'acouphènes ont participé à l'étude. Au début de l'étude, les participants présen-

taient des acouphènes légers à sévères d'après l'inventaire du handicap acouphénique (THI) totalisant 100 points (0-16 = peu ou pas de handicap ; 18-36 = léger handicap; 38-56 = handicap moyen; 58-76 = handicap sévère ; 78-100 = handicap catastrophique) (Newman et al., 1996). Ces participants souffraient d'une perte auditive légère à sévère dans les basses, moyennes et/ou hautes fréquences comme indiqué par les seuils de perception des sons purs (Figure 1). Pour limiter les effets potentiels d'une amplification sonore inhabituelle sur les acouphènes (Surr et al., 1985, par ex.), seuls des utilisateurs d'aides auditives expérimentés ont été recrutés (utilisation moyenne = 4,4 ans ; écart-type = 3,3 ans). Pour limiter les effets potentiels d'une expérience antérieure du masquage qui fausserait la perception des masqueurs de l'étude, ont aussi été exclues de l'étude les personnes utilisant déjà un masqueur d'acouphènes avec leurs aides auditives.

Les individus souffrant d'hyperacousie, comme indiqué par un score cumulé supérieur à 4 dans la section « Tolérance au bruit » de l'enquête sur le handicap acouphénique, ont également été exclus de l'étude (Henry et al., 2010).

Procédure

Visite 1 : point de référence et adaptation des aides auditives. Lors de la première consultation, les participants ont été soumis à une évaluation audiométrique incluant le recueil de leurs antécédents médicaux, une audiométrie en sons purs (Figure 1) et un questionnaire THI.

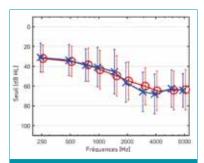


Figure 1 : Perte auditive moyenne pour les 31 participants. Courbe bleue : oreille gauche ; courbe rouge : oreille droite. Les barres d'erreur représentent un écart-type de +/-1.



Ils ont ensuite été appareillés avec les aides auditives de l'étude : 6 participants ont reçu le modèle Livio Edge Al BTE dotés d'embouts personnalisés et 25 participants ont reçu les RIC rechargeables Livio Edge Al avec des dômes ouverts (3/25), fermés (19/25) ou Power (3/25) selon la configuration audiométrique. Toutes les adaptations étaient bilatérales, à l'exception d'un participant souffrant d'une perte auditive unilatérale.

Les aides auditives ont été dotées de quatre programmes via le logiciel d'adaptation Inspire X de Starkey. Elles ont été adaptées selon la formule d'adaptation prescriptive NAL-NL2 (Keidser et al., 2011) et réglées en fonction des commentaires des participants. Le programme par défaut (programme 1) ne contenait pas de masqueur d'acouphènes (amplification seule).

L'ordre des trois autres programmes incluant les trois masqueurs d'acouphènes différents (bruit blanc, bruit façonné selon l'audiogramme et bruit personnalisé) était randomisé pour chaque participant. Au début, chaque masqueur a été généré de façon à correspondre parfaitement à la cible acouphénique, puis les niveaux ont

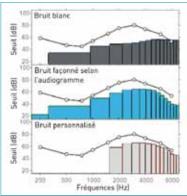


Figure 2 : Exemple de spectres de bruit blanc, bruit faconné selon l'audiogramme et bruit personnalisé (histogrammes gris foncé, bleu et gris clair, respectivement). Les hauteurs des barres des histogrammes correspondent au niveau de pression acoustique (SPL) in vivo prédit, par filtre auditif. Les ronds vides montrent les seuils de sons purs pour cette oreille, convertis en SPL minimum audibles. Les niveaux de fréquence des bruits suivent mieux les seuils en sons purs pour le bruit façonné selon l'audiogramme que pour le bruit blanc. Pour ce participant, le bruit personnalisé généré sur la base de la détection mesurée et des seuils de masquage ne contenait que des bandes de moyennes et hautes fréquences.

été réglés pour être légèrement inférieurs au seuil auquel l'acouphène aurait été entièrement masqué (Jastreboff, 2000). La figure 2 montre les spectres du bruit blanc, du bruit façonné selon l'audiogramme et du bruit personnalisé une fois l'adaptation réalisée pour un participant.

Il est intéressant de noter que les niveaux par fréquence des bruits suivent mieux les seuils en sons purs pour le bruit façonné selon l'audiogramme que pour le bruit blanc. Les niveaux de bruit inférieurs aux seuils de sons purs peuvent s'expliquer, en partie, en termes de sommation de sonie (Hawkins et al., 1987). Pour ce participant, le bruit personnalisé généré et des seuils de détection du bruit et de masquage d'acouphènes mesurés, ne contenaient que des bandes de moyennes et de hautes fréquences.

Une fois les masqueurs adaptés, le contrôle du volume des acouphènes par le patient a été activé pour permettre aux participants d'ajuster le volume des masqueurs par incréments de 4 dB grâce à l'interrupteur à bascule de leur aide auditive droite. Les participants ont également reçu une télécommande 2,4 GHz pour contrôler le volume des aides auditives. Il leur était également possible de changer les programmes en utilisant cette même télécommande ou l'interrupteur à bascule de leur aide auditive gauche.

Visite 2 : réglages avancés et test d'intelligibilité de la parole. Une semaine après la première consultation, les participants sont revenus pour une visite de suivi. Ils ont alors répondu au questionnaire THI pour réévaluer leur handicap acouphénique depuis le début de l'étude de terrain. Au besoin, ils ont aussi pu faire ajuster leurs niveaux d'amplification et de masquage en fonction de leurs retours d'expérience. Les données des aides auditives ont en outre été réinitialisées.

Des tests de l'audition dans le bruit (HINT) ont également été réalisés en laboratoire pour évaluer l'intelligibilité de la parole (Nilsson et al., 1994 ; Vermiglio, 2008). Ils ont été effectués en environnement silencieux dans quatre situations avec appareillage : amplification seule, amplification plus bruit blanc, amplification plus bruit façonné selon l'audiogramme et amplification plus bruit personnalisé. Des phrases cibles ont été présentées avec un azimut de 0° dans une chambre anéchoïque.

Chaque situation a été répétée deux fois. On a ensuite calculé la moyenne des résultats obtenus. Les scores finaux pour chaque situation correspondaient à des seuils d'intelligibilité vocale indiquant le niveau minimal (dB SPL) auquel les participants parvenaient à reconnaître 50 % des paroles.

Visite 3 : évaluation finale et fin de l'étude. Sept semaines après la deuxième consultation, les participants sont revenus pour leur dernière visite.

À cette occasion, ils ont réalisé leur évaluation THI finale et ont restitué les aides auditives de l'étude pour que les résultats finaux puissent être extraits du data logging.

Un participant a été perdu de vue pendant le suivi et ne s'est pas présenté à la troisième consultation.

Résultats

Datalogging

La durée moyenne d'utilisation des aides auditives au cours de l'étude de terrain était de 9,2 heures (écart-type = 4,6 heures). En moyenne, pendant 68,8 % de ce temps, la programmation utilisée était celle par défaut (c'est-à-dire l'amplification seule). Le reste du temps était partagé entre les programmes des trois masqueurs. La figure 3 montre la distribution en pourcentage du temps passé à utiliser les masqueurs à bruit blanc (encadré A), façonné selon l'audiogramme (encadré B) et personnalisé (encadré C).

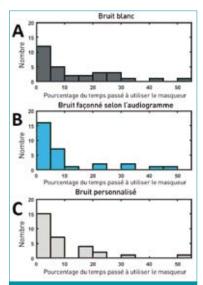


Figure 3 : Résultats extraits des données enregistrées montrant la distribution en pourcentage du temps passé par les participants à utiliser les masqueurs à bruit blanc (encadré A), façonné selon l'audiogramme (encadré B) et personnalisé (encadré C).



Les trois masqueurs possédaient des médianes similaires (bruit blanc = 8,0 %, bruit façonné selon l'audiogramme = 4,0 %, bruit personnalisé = 5,3 %) avec une distribution asymétrique à droite.

De façon générale, ces résultats indiquent que les masqueurs étaient utilisés de manière à peu près semblable par tous les participants.

Ils révèlent en outre plusieurs exemples de participants privilégiant un masqueur spécifique pendant une part substantielle (+ de 40 %) du temps au cours duquel ils sont appareillés.

Inventaire du handicap acouphénique (THI)

Les participants ayant utilisé les trois masqueurs à des degrés divers ont donc été classés en fonction de leur masqueur privilégié afin d'étudier les résultats du THI. À l'aide de cette méthode, 15 participants ont ainsi été placés dans la catégorie « Bruit blanc », 7 dans la catégorie « Bruit façonné selon l'audiogramme » et 7 dans la catégorie « Bruit personnalisé ». Les résultats du THI sont représentés à la figure 4.

D'après les résultats de l'analyse des mesures répétées du test de variance, les scores moyens au THI ont considérablement baissé (autrement dit, se sont améliorés) au cours de la première semaine (p < 0,001), mais pas entre les semaines 1 et 8 (p = 0,363). Si la baisse moyenne du score au THI initial semble plus importante pour le groupe du masqueur personnalisé que pour les deux autres groupes (un effet peut-être dû au fait que le score THI initial est visiblement plus élevé pour ce même groupe), aucune différence statistiquement significative

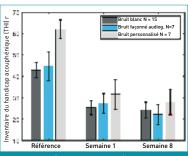


Figure 4 : Scores au THI (inventaire du handicap acouphénique) mesurés au point de référence, en semaine 1 et en semaine 8 avec des participants classés en fonction du masqueur qu'ils utilisent le plus. Les barres d'erreur représentent une erreurtype de +/-1.

des scores au THI ou des améliorations du THI au fil du temps n'a pourtant été relevée, pour aucun des trois masqueurs (p = 0.215 et p = 0.353 respectivement).

Masquage de la parole

Pour étudier les effets de masquage de la parole de chaque bruit, les seuils d'intelligibilité vocale (SRT) mesurés dans le cadre du test HINT pour l'amplification avec masqueur ont été soustraits du SRT mesuré pour l'amplification seule (sans masqueur). À l'aide de tests t pour échantillon unique, le SRT moyen mesuré en présence d'un masqueur à bruit blanc était significativement plus élevé (autrement dit, moins bon) que la performance mesurée dans le cas de l'amplification seule (moyenne = 1,67 dB; p = 0,041), signe que le bruit blanc a entraîné une baisse significative des performances d'intelligibilité vocale. En comparaison, le masqueur personnalisé n'a généré aucune hausse significative des SRT par rapport à l'amplification seule (moyenne = 0.28 dB; p = 0.654), sans doute parce qu'il contient moins d'énergie dans les basses fréquences.

Le masqueur façonné selon l'audiogramme n'a pas non plus engendré de hausse significative (p = 0,063), mais son effet moyen sur les SRT était presque aussi important que celui du bruit blanc (moyenne = 1,53 dB).

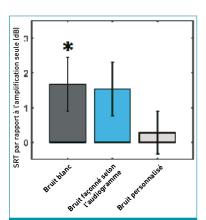


Figure 5 : Seuils d'intelligibilité vocale des trois masqueurs par rapport aux performances obtenues avec l'amplification seule. L'astérisque (*) montre que les performances dans cette situation différaient significativement de celles relevées avec l'amplification seule (p < 0,05). Les barres d'erreur représentent une erreur-type de +/-1.

Discussion

Les résultats de cette étude mettent en évidence le fait qu'une approche uniforme de la thérapie acoustique des acouphènes n'est en rien optimale.

Lorsque l'occasion leur a été donnée de tester chacun des trois masqueurs automatiquement générés dans Multiflex Tinnitus Pro (bruit blanc, faconné selon l'audiogramme et personnalisé). les participants les ont utilisés à divers degrés et avec des préférences variant selon les masqueurs et les participants. Les facteurs expliquant ces préférences individuelles restent incertains, mais peuvent inclure des différences au niveau de l'efficacité perçue des masqueurs, de l'intensité perçue (liée à la sonie), de la qualité sonore perçue (liée au timbre) et/ ou du masquage des sons environnementaux (notamment lié à l'énergie dans les basses fréquences). On notera surtout que lorsque les participants ont pu choisir quel masqueur utiliser et à quel moment, une amélioration significative des scores au THI a été observée au bout de la première semaine de recours au masquage pour les trois types de masqueurs : un fait avéré même si tous les participants avaient déjà une longue expérience antérieure de l'amplification.

Il serait pratique que les audioprothésistes puissent prévoir le type de masqueur qui conviendra le mieux à un patient. La pente de la perte auditive des patients est un des facteurs susceptibles d'influencer leur préférence. Si les groupes avaient des seuils similaires dans les basses et moyennes fréquences, le groupe préférant le bruit blanc possédait des seuils inférieurs (autrement dit meilleurs) que les groupes favorisant le masqueur façonné selon l'audiogramme et le masqueur personnalisé à 2 000 et 4 000 Hz. Chez les individus atteints d'une perte auditive importante dans les hautes fréquences, le masqueur à bruit blanc peut avoir été un sous-seuil dans les hautes fréquences, là où une certaine énergie était nécessaire pour masquer leur acouphène. Étant donné le spectre nominalement plat du bruit blanc, accroître le niveau général pour offrir un masquage suffisant dans les hautes fréquences aurait augmenté l'énergie des basses fréquences et serait devenu inconfortable. Dans ces cas-là, les spectres des masqueurs façonnés selon l'audiogramme et personnalisés peuvent être façonnés de manière à masquer les hautes fréquences sans ajouter d'énergie dans les basses fréquences.



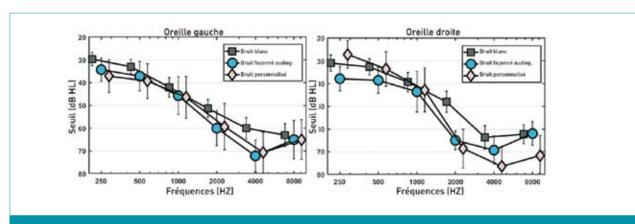


Figure 6 : Audiogrammes moyens pour les groupes préférant respectivement le bruit blanc, le bruit façonné selon l'audiogramme et le bruit personnalisé. Les barres d'erreur représentent une erreur-type de +/-1.

Le masqueur personnalisé peut s'avérer avantageux pour les patients qui ont l'intention d'utiliser un masqueur lorsqu'ils sont en situation d'écoute active. Lors des tests en laboratoire, les participants avaient une bien meilleure perception de la parole avec le masqueur personnalisé qu'avec le bruit blanc. Alors que ce dernier augmentait les SRT d'environ 1,7 dB (une détérioration des scores de reconnaissance correcte des mots évaluée à 17 points de pourcentage d'après Vermiglio, 2008), le masqueur personnalisé n'entraînait, de son côté, aucune hausse significative des SRT.

Le masqueur personnalisé est généré en s'appuyant sur des mesures psychoacoustiques du seuil de masquage (MML), qui sont utilisées pour déterminer les zones de fréquence auxquelles le masquage est le plus efficace. Dès lors que ces zones de fréquence sont identifiées, c'est là qu'est appliquée en priorité l'énergie de masquage, tandis que les zones de fréquence qui sont inefficaces au masquage des acouphènes sont exclues du spectre du bruit personnalisé. Ainsi, pour certains patients, le bruit personnalisé peut être un masqueur plus efficace que le bruit blanc ou celui façonné selon l'audiogramme, de par sa faible énergie dans les basses fréquences qui agit avant tout en masqueur énergétique lors de l'écoute de paroles tout en continuant à masquer les acouphènes. Par définition, un masqueur à bruit blanc possède toujours un spectre à large bande qui fournit un masquage énergétique aux fréquences critiques pour l'intelligibilité vocale. Si un patient signale avoir des acouphènes intrusifs pendant ses conversations, alors l'audioprothésiste pourra choisir en priorité d'adapter un masqueur personnalisé pour cet individu.

L'un des facteurs clés lorsqu'on adapte un masqueur d'acouphènes est l'adaptation de son niveau général de masquage. Le logiciel Inspire X de Starkey génère des masqueurs d'acouphènes dont le niveau initial (Tinnitus Target Match) est basé sur l'audiogramme (pour les masqueurs à bruit blanc et façonné selon l'audiogramme) ou sur les mesures enregistrées avec l'outil de personnalisation du stimulus (pour le masqueur personnalisé). Cependant, en raison des différences individuelles en matière de perception et de masquage des acouphènes, ce niveau initial peut nécessiter des réglages avancés pour atteindre le niveau souhaité en fonction des acouphènes de chacun.

Les approches couramment adoptées consistent à régler le niveau de masquage juste au-dessous, au niveau ou légèrement au-dessus du seuil de masquage du patient (Jastreboff, 2000 ; Henry et al., 2016 ; Tyler et al., 2012). Il revient en dernier ressort à l'audioprothésiste de vérifier la cohérence du niveau de masquage avec les objectifs de la thérapie acoustique. Le réglage de ce niveau initial est effectué par l'audioprothésiste mais pourra nécessiter des ajustements ultérieurs pour refléter les fluctuations dans la sévérité des acouphènes et/ou la prise en compte d'éléments de confort.

Ces réglages ultérieurs pourront être effectués lors d'une consultation de suivi ou à distance. Grâce à la programmation synchrone à distance (Sessions Live), l'audioprothésiste peut ajuster à distance le niveau de masquage pour les personnes appareillées qui possèdent déjà un masqueur activé. Qu'ils aient besoin ou

non de réglages supplémentaires, les patients ont en revanche souvent besoin qu'on leur redonne les instructions concernant l'utilisation de la commande du volume du stimulus anti-acouphènes et sa distinction avec la commande contrôlant le volume du gain des aides auditives. L'application Thrive peut simplifier cette distinction.

Conclusion

Les patients souffrant d'acouphènes peuvent différer à bien des égards, notamment leur audiogramme, la masquabilité de leur acouphène dans l'ensemble des fréquences et leurs préférences sonores subjectives. En offrant des outils pour faciliter l'adaptation de masqueurs d'acouphènes personnalisés basés sur l'audiogramme et/ou les seuils de masquage, Multiflex Tinnitus Pro de Starkey aide les audioprothésistes à explorer les options de thérapie acoustique autres que les masqueurs à bruit blanc. Pour les patients, avoir le choix de tester plusieurs masqueurs d'acouphènes peut les aider à trouver le plus efficace et/ ou le moins intrusif pour eux.

Les résultats décrits ci-dessus révèlent que, lorsqu'ils ont eu le choix entre les trois options de stimulus acoustique, environ la moitié des patients souffrant d'acouphènes testés ont exprimé leur préférence pour un masqueur plus personnalisé que le bruit blanc. En outre, des réductions statistiquement significatives de l'impact perçu des acouphènes sur la vie quotidienne (tel que mesuré à l'aide du questionnaire THI) ont été observées pour les trois masqueurs, dont le bruit façonné selon l'audiogramme et le bruit



personnalisé. Enfin, les résultats confirment que les bruits qui contiennent moins d'énergie dans les basses fréquences que le bruit blanc masquent beaucoup moins la parole, ce qui peut être avantageux lorsque le stimulus anti-acouphènes est utilisé pendant l'écoute de sons de parole ou autres sons environnementaux.

Références

- Hawkins, D. B., Prosek, R. A., Walden, B. E., & Montgomery, A. A. (1987). Binaural loudness summation in the hearing impaired. Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 30(1), 37-43. (1), 37-43.
- Henry, J., Zaugg, T., Myers, P., & Kendall, C. (2010). Progressive Tinnitus Management. Clinical Handbook for Audiologists Appendixes. Long Beach, CA: VA Employee Education System, 59, 97. 59, 97.
- Henry, J. A., Stewart, B. J., Griest, S., Kaelin, C., Zaugg, T. L., & Carlson, K. (2016). Multisite randomized controlled trial to compare two methods of tinnitus intervention to two control conditions. Ear and Hearing, 37(6), e346-e359.
- Jastreboff, P. J., & Jastreboff, M. M. (2000). Tinnitus retraining therapy (TRT) as a method for treatment of tinnitus and hyperacusis patients. Journal of the American Academy of Audiology, 11(3), 162-177.

- Keidser, G., Dillon, H., Flax, M., Ching, T., & Brewer, S. (2011). The NAL-NL2 prescription procedure. Audiology Research, 1(1).
- Lewis, R. M., Jahn, K. N., Parthasarathy, A., Goedicke, W. B., & Polley, D. B. (2020). Audiometric Predictors of Bothersome Tinnitus in a Large Clinical Cohort of Adults With Sensorineural Hearing Loss. Otology & Neurotology: Official Publication of the American Otological Society, American Neurotology Society [and] European Academy of Otology and Neurotology, 41(4), e414–e421. https://doi.org/10.1097/ MAO.0000000000000002568
- Newman, C. W., Jacobson, G. P., & Spitzer, J. B. (1996). Development of the tinnitus handicap inventory. Archives of Otolaryngology–Head & Neck Surgery, 122(2), 143-148.
- Nilsson, M., Soli, S. D., & Sullivan, J. A. (1994).
 Development of the Hearing in Noise Test for the measurement of speech reception thresholds in quiet and in noise. The Journal of the Acoustical Society of America, 95(2), 1085-1099.
- Nondahl, D. M., Cruickshanks, K. J., Huang, G.-H., Klein, B. E. K., Klein, R., Nieto, F. J., & Tweed, T. S. (2011). Tinnitus and its risk factors in the Beaver Dam offspring study. International Journal of Audiology, 50(5), 313–320. https:// doi.org/10.3109/14992027.2 010.551220

- Reinhart, P. & Micheyl, C. (2020). Introducing Multiflex Tinnitus Pro [White Paper]. Retrieved from Starkey: https:// home.starkeypro.com/ pdfs/WTPR/SG/WTPR2793-00-EE-SG/ Introducing_Multiflex_Tinnitus_Pro.pdf
- Surr, R. K., Montgomery, A. A., & Mueller, H. G. (1985). Effect of amplification on tinnitus among new hearing aid users. Ear and Hearing, 6(2), 71-75.(2), 71-75.
- Tyler, R. S., Noble, W., Coelho, C. B., & Ji, H. (2012). Tinnitus retraining therapy: mixing point and total masking are equally effective. Ear and Hearing, 33(5), 588-594.
- Tunkel DE, Bauer CA, Sun GH, Rosenfeld RM, Chandrasekhar SS, Cunningham ER Jr, Archer SM, Blakley BW, Carter JM, Granieri EC, Henry JA, Hollingsworth D, Khan FA, Mitchell S, Monfared A, Newman CW, Omole FS, Phillips CD, Robinson SK, Taw MB, Tyler RS, Waguespack R, Whamond EJ. Clinical practice guideline: tinnitus. Otolaryngoly- Head and Neck Surgery. 2014 Oct;151(2 Suppl):S1-S40. doi: 10.1177/0194599814545325. PMID: 25273878.):S1-S40. doi: 10.1177/0194599814545325. PMID: 25273878.
- Vermiglio, A. J. (2008). The American English hearing in noise test. International Journal of Audiology, 47(6), 386-387.

Actualités

du monde de l'audiologie





Aides auditives remboursées à 100 % : le SDA soutient une réforme historique pour les personnes malentendantes

Depuis le 1er janvier 2021, les 95 % de la population disposant d'un contrat de complémentaire santé « responsable », peuvent bénéficier d'un équipement auditif « 100 % santé » entièrement remboursé par l'Assurance maladie et les complémentaires, et cela auprès de tous les audioprothésistes de France.

Il est aujourd'hui incontestable que l'accès aux appareils auditifs est un facteur clé de maintien en emploi pour les actifs, de « bien vieillir » et de prévention de la perte d'autonomie pour les plus âgés. C'est pourquoi le Syndicat des audioprothésistes (SDA) soutient une réforme historique pour l'accès aux soins de toutes les personnes malentendantes de notre pays.

Le SDA appelle l'ensemble des audioprothésistes à soutenir la réforme « 100 % santé » en l'expliquant à tous les patients et en leur présentant systématiquement un devis¹ comprenant une offre « 100 % santé », y compris lorsqu'une solution haut de gamme est envisagée.

La profession s'est en effet engagée auprès des pouvoirs publics à ce que le panier « 100 % santé » représente au moins 20 % des équipements délivrés.

Fait inédit depuis sa création en 1979, le Congrès des audioprothésistes n'a pas pu se tenir en 2020 pour des raisons évidentes liées à la pandémie. Les premiers vaccins ayant commencé à être administrés, on peut espérer qu'il s'agit là du début de la fin de cette crise et d'un retour à une vie plus normale.

Alors que toute la profession a hâte de se rencontrer à nouveau, nous sommes heureux de vous annoncer que la 42^{ème} édition du Congrès des audioprothésistes se tiendra les 28 et 29 mai 2021 prochains au Palais des Congrès de Paris.

En 2021, année d'une réforme historique pour les malentendants et la profession, un congrès historique vous attend, avec une actualité qui n'aura jamais été aussi dense et un grand bonheur de pouvoir tous nous retrouver enfin!

Nous vous donnons donc rendezvous les 28 et 29 mai 2021 au Palais des Congrès de Paris pour un Congrès spécial « réforme du 100 % santé » au cours duquel la profession pourra échanger entre elle et aussi avec les représentants des associations de patients, des médecins ORL et généralistes, des Pouvoirs publics, de l'Assurance maladie, des assureurs santé...

À propos du SDA (ex-UNSAF)

Le Syndicat des audioprothésistes (SDA ex-UNSAF) est l'organisme professionnel représentatif des 4 100 audioprothésistes de France. Il siège à l'Union nationale des professionnels de santé (UNPS), l'Union Nationale des Professions Libérales (UNAPL) et au Haut Conseil des professions paramédicales (HCPP). Il est le signataire de la convention nationale de tiers-payant et de l'accord cadre interprofessionnel (ACIP),

conclus avec les Caisses nationales d'assurance maladie.

Le SDA est présent au niveau européen au sein de l'Association européenne des audioprothésistes (AEA) et est membre du World Hearing Forum de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS). Il est présidé depuis juin 2012 par Luis Godinho.

Centrales et enseignes partenaires du SDA: Audition Conseil, Centrale des Audioprothésistes CDA, Delphis, Dyapason, Entendre, Luz Audio.

Pour toute information complémentaire : unsaf.org - twitter.com/syndicat_audio linkedin.com/company/syndicataudioprotesistes/

Contact Presse
Luis Godinho – 06 88 88 07 83 contact@unsaf.org
Nicolas Merlet - 06 25 79 64 79 nicolasmerlet@ortus-sante.fr

Enseignement

ACFOS Formations professionnelles 2021

Education précoce : suivi orthophonique de l'enfant sourd avant 3 ans

Contenu : Avec le dépistage de la surdité à J+2, l'éducation précoce est un enjeu primordial. A partir de quelques rappels théoriques (diagnostic et degré de surdité, développement de l'enfant entendant de 0 à 3 ans, éducation de l'enfant sourd), les objectifs et les contenus de l'éducation précoce seront définis :

- Les outils de communication :
- Les aides auditives, la place privilégiée de l'implant cochléaire ; L'éducation auditive

^{1.} En application de l'arrêté du 29 août 2019, les modèles des devis devant être remis aux assurés étaient valables jusqu'au 31 décembre 2020. Il a été décidé une prorogation de la validité de ces modèles de devis jusqu'au 31 décembre 2021. Cf. arrêté publié au Journal officiel du 27.12.2020 : https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000042742152



> ACTUALITÉS

- Le projet éducatif du jeune enfant sourd et l'adaptation nécessaire à l'accueil d'enfants de moins de 1 an;
- L'accompagnement parental : un savoir faire de l'orthophoniste au quotidien.

La place et le rôle d'une équipe pluridisciplinaire dans le suivi de l'enfant et de sa famille seront également abordés.

Modalités: Exposés théoriques, Analyse des pratiques (vidéo), Ateliers

Type de formation : Perfectionnement **Intervenantes** :

Catherine COTT E, Orthophoniste et Directrice, CODALI, Paris

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

Informations pratiques (formation réservée aux adhérents)

Dates: 21 et 22 janvier 2021

Durée: 2 jours - 12h

Lieu : Espace Assomption, 17 rue de

l'Assomption 75016 Paris

Tarif: 400 euros

Public: Orthophonistes - Professionnels

de la surdité

Nbre minimum de participants : 15

La co-construction du langage avec le jeune enfant sourd

Quelles balises théoriques et pratiques à l'heure d'une technologie de pointe ?

Objectif: Comprendre et cerner son rôle en tant que professionnel ainsi que celui des parents dans le projet de développement d'une ou plusieurs langues parlées.

Comprendre quels sont les leviers du développement linguistique de tout enfant et les adaptations qui en découlent pour offrir un environnement linguistique optimal aux enfants sourds.

Contenu : Le contexte de l'éducation et de la rééducation de l'enfant sourd a considérablement changé au cours de ces 20 dernières années. Les avancées technologiques, la précocité de la prise en charge, les méthodes visuelles de communication sont autant de leviers qui contribuent au développement d'une ou plusieurs langues parlées par les enfants atteints de déficience auditive. Cependant, l'expérience montre que le sort de tous les enfants sourds ne semble pas pour autant réglé et ce même en l'absence de handicap associé. La formation prendra

l'orientation de la prévention des troubles linguistiques secondaires à la déficience auditive et soulignera les points d'attention à avoir dès l'éducation précoce. Elle s'articulera autour de deux axes principaux :

- 1. "Savoir penser" 1.1 -Nos ressources techniques à l'heure actuelle / 1.2 Développement du langage chez l'enfant sourd : quel modèle théorique utile à l'enfant atteint de déficience auditive ? /1.3 Les méthodes visuelles à l'ère des enfants sourds qui "entendent" / 1.4 Les enfants sourds à l'heure actuelle : qui sont-ils ? / 1.5 Notre cerveau est "social" : apport des neurosciences
- 2. "Savoir observer" 2.1 : Apports de l'approche Hanen / 2.2 : Apprivoiser le jeune enfant à nous regarder / 2.3 : Le portage linguistique : ingrédients et quelles compétences requises ?

Modalités: Exposés théoriques, réflexions et échanges des expériences de chacun à partir de sa propre pratique, illustrations de certaines notions par vidéo.

Type de formation : Perfectionnement

Intervenante: Catherine HAGE, Logopède au centre Comprendre et Parler (Bruxelles), Dr en Sciences Psychologiques (ULB) et thérapeute en Psychologie Corporelle Intégrative

Informations pratiques (formation réservée aux adhérents)

Dates: 11 et 12 mars 2021 - Durée: 2 iours - 12h

Lieu : Halle Pajol, 20 Esplanade N. Sarraute 75018 Paris - Tarif : 400 euros

Public : Orthophonistes - Autres professionnels de la surdité

Nbre minimum de participants : 15

L'éducation auditive pour les enfants sourds de 0 à 12 ans. Entendre -Ecouter - Comprendre

Objectif: L'objectif de l'éducation auditive est de réhabiliter de façon optimale la fonction auditive de l'enfant sourd en fonction de son type et degré de surdité, de son appareillage et de ses potentialités afin de lui permettre de s'approprier le monde sonore. Il s'agit de mettre du sens sur les perceptions auditives, différencier et discriminer de plus en plus finement les bruits puis les sons de la parole jusqu'à parvenir à décoder le langage oral de la façon la plus adaptée et naturelle possible.

Contenu:

- Rappels théoriques sur la perception de la parole
- Evaluation de la perception initiale
- Les modalités d'apprentissage : situation naturelle / situation dirigée
- Les étapes de l'éducation auditive et moyens à mettre en place en fonction de l'âge de l'enfant et de son niveau de langue
- L'accompagnement parental : une nécessité de la prise en charge

Modalités : Exposés théoriques - Echanges / Discussion, analyse de pratiques (vidéos)

 $\textbf{Type de formation}: \mathsf{INITIATION}$

Intervenantes: Claire Girard, Orthophoniste, Cabinet libéral, Poissy

Céline Lorenzini, Orthophoniste, ADESDA, Poissy

Informations pratiques (formation réservée aux adhérents)

Dates: 15 et 16 mars 2021

Durée: 2 jours - 12h

Lieu : Halle Pajol, 20 Esplanade N.

Sarraute 75018 Paris

Tarif: 400 euros

Public: Orthophonistes - Autres profes-

sionnels de la surdité

Nbre minimum de participants: 15

Les problématiques découlant d'un dysfonctionnement vestibulaire chez l'enfant sourd

Objectif: L'areflexie vestibulaire est un déficit neurosensoriel qu'il est important de diagnostiquer, évaluer et de prendre en charge au même titre qu'un autre déficit sensoriel.

D'autant plus qu'elle entrave le développement des moyens de compensation de la surdité avec un effet de comorbidité important. Ces déficits vestibulaires sont beaucoup plus fréquents chez l'enfant sourd que chez les enfants non sourds. Il est donc essentiel de faire connaître aux professionnels de la surdité quels sont les éventuels troubles psychomoteurs associés (troubles de l'équilibre, de la coordination motrice...) afin de les aider à proposer des réponses appropriées. Repérer et comprendre d'éventuels troubles vestibulaires chez l'enfant sourd permet de mettre en place des stratégies de palliation d'autant plus efficaces qu'elles seront précoces.

ACTUALITÉS <



Contenu:

Présentation du rôle fonctionnel de l'appareil vestibulaire dans l'établissement des structurations de base, afin de déterminer l'importance de la compensation naturelle, mais surtout ses limites en fonction d'un certain nombre de critères comme l'âge

d'apparition des troubles ou le démarrage de la prise en charge, les particularités du dysfonctionnement et leur intensité. Distinction des risques de perturbations dus au détournement des fonctions proprioceptives et visuelles vers un autre usage. Des signes cliniques atypiques touchant l'établissement de représentations corporelles, des appréciations de l'espace réel et graphique et de l'adaptation de soi vers l'extérieur seront rattachés au système de l'équilibration, afin d'expliquer l'utilité des aides à l'intégration et le peu d'efficacité des moyens plus usuels. Versant préventif : les signes d'appel chez le très jeune enfant, l'établissement du diagnostic et la lecture des résultats des tests du bilan vestibulaire. Présentation des différents modes de prise en charge ou des accompagnements parentaux et interdisciplinaire. Présentation des étapes indispensables permettant le dépasse-

Modalités : Exposés théoriques, vidéos, discussions

ment de prétendues dyspraxies motrices,

visuomotrices et visuospatiales.

Type de formation: Perfectionnement **Intervenantes**: Dr Sylvette WIENER-VACHER, Médecin ORL Hôpital Robert Debré. Paris

Catherine BALAŸ, Psychomotricienne, CAMSP D A Asso. PEP 69, Villeurbanne

Cécile BECAUD, Kinésithérapeute vestibulaire, Lyon

Informations pratiques (formation réservée aux adhérents)

Dates: 25 et 26 mars 2021

Lieu : Halle Pajol, 20 Esplanade N.

Sarraute 75018 Paris

Tarif: 400 euros

Durée: 2 jours - 12h

Public: ORL, Psychomotriciens, Kinésithérapeutes - Autres professionnels de la surdité

Nbre minimum de participants : 15

La collaboration orthophonisteaudioprothésiste au service de l'optimisation du réglage prothétique

Objectif: Détailler les multiples possibilités d'ajustement du traitement des sons de parole et du bruit par l'appareillage et par l'implant.

Connaitre les modalités d'évaluation orthophonique des performances

auditives.

Savoir analyser les éléments spécifiques dont dispose l'orthophoniste à l'issue de son bilan des performances auditives pour en extrapoler des données pertinentes permettant l'optimisation du réglage.

Contenu:

Exposés théoriques :

- Description des paramètres ajustables dans les implants et les prothèses
- Description des logiciels d'interface
- Présentation du Protocole d'Evaluation des Performances Auditives-IRPA de Ronchin

Ateliers interactifs ; Etudes de cas :

- Analyse de vidéos
- Interprétations de profil

Modalités : Exposés théoriques -Examens de cas cliniques - démonstrations - Vidéos : le stagiaire doit disposer d'un PC équipé d'un logiciel de lecture de vidéos, d'Acrobat Reader, de Powerpoint 2010 (ou d'une version ultérieure) et d'écouteurs.

Type de formation: Perfectionnement **Intervenantes**: Jérôme ANDRE, Orthophoniste, Ronchin Christian RENARD, Audioprothésiste, Lille

Informations pratiques (formation réservée aux adhérents)

Dates: 3 et 04 juin 2021 **Durée**: 2 jours - 12h

Lieu : Halle Pajol, 20 Esplanade N.

Sarraute 75018 Paris **Tarif**: 400 euros

Public : Audioprothésiste - Orthophonistes - ORL - Autres professionnels de la

surdité

Nbre minimum de participants : 15



> ANNONCES



Avec AUDITION CONSEIL 3 solutions pour accompagner les indépendants :

CRÉER SON ACTIVITÉ

Vous souhaitez vous installer en tant qu'indépendant?

TRANSFORMER SON CENTRE

Vous êtes déjà en activité et souhaitez bénéficier de la force d'une enseigne nationale ?

S'ASSOCIER OU DEVENIR SALARIÉ

Intégrez un réseau avec plus de 90% de centres exclusifs





Rejoignez AUDITION CONSEIL le 1^{er} réseau d'audioprothésistes indépendants sous enseigne





acfparis@auditionconseil. 01 56 56 75 61 06 45 24 93 69



AUDITION CONSEIL fait partie des meilleures enseignes de France pour la 3° année consécutive

🗖 auditionconseil.fr 🚨 🖪 💆



AUDITION CONSEIL

Enseigne leader aux Antilles, recherche Audioprothésiste diplômé d'Etat pour CDI tout niveau d'expérience.

Vous exercerez dans les établissements les plus modernes des Antilles et à la pointe de la technologie.

Vous ferez partie d'une équipe expérimentée dynamique et motivée composée de techniciens, audioprothésistes et assistant(e)s.

Vous rejoindrez une Enseigne Nationale, gage de sérieux, de qualité et de professionnalisme dans un cadre de vie idyllique.

Nous vous proposons un CDI de 35h avec salaire et conditions attractives (primes et avantages).

Poste à pourvoir immédiatement.

Envoyer par mail CV et prétentions.

Emmanuelle MARTIN au 06 96 33 30 83 nuelle972@yahoo.fr

Zone géographique : Martinique



Offres d'emplois
Ventes et achats de matériel
Cessions et recherches
de fonds de commerce

Déposez vos petites annonces!

Pour tout renseignement:

Collège National d'Audioprothèse editions-cna@orange.fr



Signia Motion X

La seule gamme BTE 100% rechargeable et connectée

Une gamme complète de contours avec 3 niveaux de puissance pour répondre à tous les besoins d'adaptations.













Bluetooth®



Signia Assistant



Classique Motion C&Go X



Puissant Motion C&Go P X



Surpuissant Motion C&Go SP X







Chargeurs compact classique ou Dry & Clean, option séchage pour les modèles P et SP.

signia-pro.fr

livioEdge



Personnalise l'intensité d'écoute en temps réel grâce à l'intelligence artificielle



- Ajuste le confort d'écoute dans les environnements sonores difficiles ou complexes
- Améliore l'audibilité de la parole d'un interlocuteur masqué dans les environnements bruyants



Testez l'efficacité du Mode Edge sur notre site



POUR EN SAVOIR PLUS:

Retrouvez les articles scientifiques sur le Mode Edge sur starkeyfrancepro.com