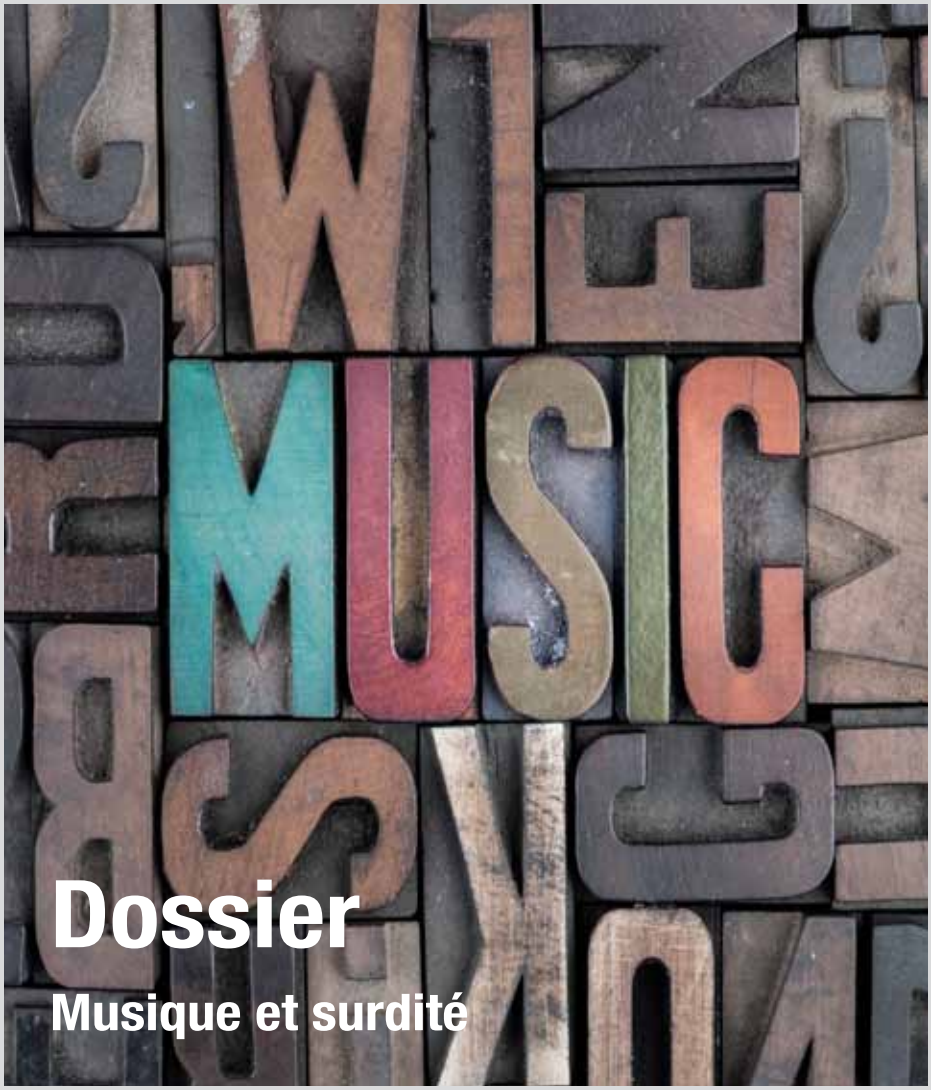
Les Cahiers de l'Audition

LA REVUE DU COLLEGE NATIONAL D'AUDIOPROTHESE

Volume 33 - Mai/Juin 2020 - Numéro 3



Dossier

Musique et surdité

ISSN 09803483

Veille technique

Les innovations des industriels

Actualités

Enseignement - Communiqués

Veille acouphènes

Acouphène et confinement

Philippe LURQUIN, M. VIALLA

Notes de lecture

François DEGOVE

Annonces

Emplois

ReSound ONE

La première aide auditive avec

M&RIE
Microphone & Receiver-In-Ear

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.

© 2020 GN Hearing A/S. Tous droits réservés. ReSound est une marque déposée de GN Hearing A/S. Aides auditives sur prescription médicale. Les aides auditives GN Hearing sont indiquées pour la correction de pertes auditives légères, moyennes, sévères et profondes. Nous vous invitons à lire attentivement le manuel d'utilisation. En cas de doute, demandez conseil à un spécialiste. Ce dispositif médical est un produit de santé réglementé qui porte, au titre de cette réglementation, le marquage CE. Septembre 2020. RCS 509689915. FR 72509689915.

Sommaire

3 Editorial

Paul AVAN

5 Communiqué de presse

7 Dossier : Musique et son

Sandrine PERRAUDEAU

7 Les méthodes actives musicales : outils spécifiques d'apprentissage

16 Intégration de la musique dans l'éducation de l'enfant sourd : expérience du centre expérimental orthophonique et pédagogique

23 Reconnaissance des textures musicales par l'enfant sourd implanté

28 Reconnaissance des émotions musicales par l'enfant sourd implanté

37 Veille acouphènes

Acouphène et confinement

Philippe LURQUIN, M. VIALLA

42 Notes de lecture

François DEGOVE

45 Veille technique

Les innovations des industriels

MED-EL, BIOTONE, OTICON, PHONAK, RESOUND, SIGNIA, STARKEY

63 Actualités

Enseignement

64 Annonces

Les Cahiers de l'Audition

Mai/Juin 2020 - Vol 33 - N°3

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

Editeur

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

Directeur de la publication et rédacteur

Arnaud COEZ
LCA - 20 rue Thérèse
75001 Paris
Tél. 01 42 96 87 77
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@mbq.fr

Abonnements, publicités & annonces

editions-cna@orange.fr

Dépot Légal à date de parution

Mai/Juin 2020
Vol. 33 N°3
Imprimé par INORE GROUPE

Le Collège National d'Audioprothèse

Président — François LE HER

Président d'honneur — Xavier RENARD

Président d'honneur Secrétaire Général — Eric BIZAGUET

Président d'honneur — Stéphane LAURENT

1er Vice Président — Matthieu DEL RIO

2e Vice Président — Christian RENARD

Trésorier Général — Eric HANS

Trésorier Général adjoint — Thomas ROY

Secrétaire général adjoint — Frank LEFEVRE

Directeur Cahiers de l'audition — Arnaud COEZ

Membres du Collège National d'Audioprothèse

Charlotte BALET
Hervé BISCHOFF
Jean-Jacques BLANCHET
David COLIN
François DEJEAN
Jean-Baptiste DELANDE
Xavier DELERCE
STÉPHANE GALLEGO
Stéphane GARNIER
Alexandre GAULT
Grégory GERBAUD
Céline GUEMAS
Jehan GUTLEBEN
Bernard HUGON
Jérôme JILLIOT
Yves LASRY
Yoan NAHMANI
Morgan POTIER
Frédéric REMBAUD
Mathieu ROBIER
Benoit ROY
Jean-François VESSON
Alain VINET
Paul-Edouard WATERLOT

Membres honoraires du Collège National d'Audioprothèse

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

Membres Correspondants étrangers du Collège National d'Audioprothèse

Roberto CARLE
Léon DODELE
Bruno LUCARELLI
Philippe LURQUIN
Leonardo MAGNELLI
Carlos MARTINEZ OSORIO
Thierry RENGLET
Juan Martinez SAN JOSE
Christoph SCHWOB
Elie EL ZIR
Membre Correspondant étranger associé

Editorial

Paul AVAN

S'il est reconnu que les patients porteurs d'implants cochléaires atteignent des performances remarquables en intelligibilité de la parole, au moins dans des environnements acoustiques pas trop défavorables, leurs capacités à profiter de la musique sont souvent décrites comme très amoindries. Beaucoup de patients implantés déclarent avoir renoncé à la musique, même s'ils reconnaissent que leur renoncement est, pour une large part, dû à un rendu musical qui n'est pas conforme à leurs souvenirs: c'est en partie leur rêve de réentendre leurs œuvres favorites « comme avant » qui est déçu. Compte tenu de la place de la musique dans la communication interhumaine et son importance culturelle essentielle, universelle, la question est légitime de soulever le cas des enfants sourds. Une éducation orientée vers la musique, ses rythmes, ses textures, ses émotions, peut-elle leur bénéficier, adaptée à leurs capacités et à leurs limites éventuelles? Comment vont-ils découvrir et ressentir les œuvres musicales, interpréter leur contenu artistique et émotionnel ? C'est ce sujet complexe et important qu'approfondit le dossier de ce numéro, construit par Sandrine Perraudeau à partir d'une collaboration étroite entre le CEOP, le Centre Expérimental Orthophonique et Pédagogique, et des scientifiques de l'Université de Bourgogne Franche-Comté, Frédéric Voisin, Emmanuel Bigand et Philippe Lalitte au LEAD (Laboratoire d'Étude des Apprentissages et du Développement). Des résultats très encourageants en ressortent quant aux aptitudes remarquables d'enfants sourds à reconnaître et classer un certain nombre de descripteurs importants de pièces de musique. Il en découle toute une réflexion éducatrice, pas forcément limitée aux enfants et qui prolonge celle de grands musiciens-pédagogues du passé.

Actualité oblige, le confinement a impacté fortement l'activité des professions de l'audiologie avec des conséquences économiques pas encore mesurables dans toutes leurs ramifications. Philippe Lurquin et M.Vialla s'y penchent dans le présent numéro, sous l'angle de la vie des patients acouphéniques dans un environnement quotidien anxiogène, bouleversé socialement et modifié sur le plan auditif. A l'heure où nous sommes tous perturbés par le report où l'annulation de nombreuses manifestations qui étaient devenues des rendez-vous très attendus par les professionnels, voici une réflexion bien utile pour des questions encore largement ouvertes. Plus que jamais, l'information technique et scientifique a besoin de circuler.

Les Cahiers de l'Audition
Mai/Juin 2020 - Vol 33 - N°3

BIOTONE
TECHNOLOGIE MÉDICALE

POUR LES CLIENTS QUI EXIGENT DE LA FIABILITÉ

UN DESIGN REPENSÉ AVEC DÉSORMAIS, DES ÉCOUTEURS DÉTACHABLES

M-CORE SR

Notre Slim Ric primé intègre désormais la technologie **Motion Core** éprouvée qui reconnaît et s'adapte automatiquement à 20 fois plus de situations sonores. Les utilisateurs entenderont leur propre voix plus clairement et percevront automatiquement de façon plus fiable leur environnement. Avec le nouveau Slim Ric, doté d'écouteurs interchangeables, vous pourrez facilement adapter les aides auditives **M-Core SR** à plus de patients qu'auparavant.

RX
M-CORE

WWW.REXTON.COM

REXTON

Communiqué de presse

25ème Enseignement Post-Universitaire reporté à 2021

COMMUNIQUÉ DE PRESSE

25ème Enseignement Post-Universitaire reporté à 2021

Considérant les conditions sanitaires et réglementaires liées au Covid-19, ainsi que les risques qui en résultent :

LE COLLÈGE NATIONAL D'AUDIOPROTHÈSE A DÉCIDÉ AU COURS DE SON ASSEMBLÉE GÉNÉRALE DE REPORTER LE 25ÈME ENSEIGNEMENT POST-UNIVERSITAIRE EN AUDIOPROTHÈSE, INITIALEMENT PRÉVU À PARIS LES 27 ET 28 NOVEMBRE 2020.

Notre sens de la responsabilité nous oblige à ne prendre aucun risque avec la santé de toutes celles et ceux qui font le succès de cet évènement : participants, intervenants et partenaires du secteur de l'audition.

NOUS VOUS DONNONS RENDEZ-VOUS EN FIN D'ANNÉE 2021 POUR PARTICIPER À CETTE 25ÈME ÉDITION DANS DE MEILLEURES CONDITIONS.

Néanmoins, pour les prochains mois à venir, au regard de l'importance des contenus à délivrer, enrichis d'éléments liés à l'actualité, **le Collège travaille d'ores et déjà sur un projet de formation en ligne**.

Vous pourrez découvrir sur notre nouveau site prochainement en ligne :
http://www.college-nat-audio.fr/ l'université virtuelle du CNA qui vous donnera de nombreux avantages : accéder aux replays de l'EPU, recevoir gratuitement les Cahiers de l'Audition et bien plus encore.

Restez connectés !

Secrétariat du Collège National d'Audioprothèse
secretariat-cna@ant-congres.com
Tél. : +33 4 67 10 92 23

LE SON **QUI CHANGE** TOUT

Pendant des décennies, l'industrie des aides auditives a été obligée d'accepter que même les meilleures solutions auditives aient toujours un son métallique.

Mais maintenant, WIDEX **MOMENT** ™ — avec la **technologie ZeroDelay** ™ — traite le signal plus rapidement que jamais, écartant ainsi le rendu sonore métallique des aides auditives. Les utilisateurs retrouvent le plaisir du son pur et naturel dont ils se souviennent.

WIDEX **MOMENT**™

LE SON QUI CHANGE TOUT

Les appareils auditifs de la marque WIDEX sont indiqués pour la correction de pertes auditives légères, moyennes, sévères et profondes. Nous vous invitons à lire attentivement le manuel d'utilisation. En cas de doute, demandez conseil à un spécialiste. Ce dispositif médical est un produit de santé réglementé qui porte, au titre de cette réglementation, le marquage CE. Mars 2020. RCS Evry 967201146. FR 61967201146

1. Les méthodes actives musicales : outils spécifiques d'apprentissage

Sandrine PERRAUDEAU sperraudeau@ceop.fr
Université de Bourgogne Franche-Comté - École Doctorale Sept (Société, Espace, Pratiques, Temps)
LEAD UMR 5022 - Doctorat de Musicologie

Un apprentissage spécifique s'avère nécessaire pour développer les capacités musicales des enfants sourds et les sensibiliser à la musique et plus particulièrement à la texture. Dans cette optique, différentes méthodes empiriques ont été crées. Nous présentons dans ce chapitre les méthodes qui ont inspiré notre outil pédagogique musical. Le système tonal occidental, par ses lois organisationnelles, permet de diriger les attentes perceptives.[1] Nous savons que les connaissances des régularités structurelles musicales s'acquièrent de façon implicite chez l'enfant normo-entendant et nous avons postulé qu'elles s'acquièrent de la même façon chez l'enfant sourd. Néanmoins, même si le processus d'acquisition des connaissances musicales pour un enfant sourd est le même qu'un enfant entendant, il aura plus de difficultés, notamment pour la perception des hauteurs.

Par contre, au regard des résultats exposés précédemment, la perception de la texture chez ces enfants suggère que l'utilisation du mouvement à travers le corps tout entier, leur apporte des informations suffisamment pertinentes pour mieux se l'approprier. C'est pourquoi, nous renforcerons cet apprentissage par des activités sensori-motrices, déjà significatives pour un enfant normoentendant mais cruciales chez l'enfant sourd, mettant en jeu par l'action, les perceptions proprioceptives, auditives et kinesthésiques.

Méthodes d'apprentissage musical

Deux grands pédagogues, Francès (1958)[2] et Zenatti (1994)[3], issus du courant socioconstructiviste, ont étudié la psychologie du développement musical chez l'enfant. Francès démontre que l'environnement dans lequel baigne l'enfant le contraint à apprendre la langue et la musique qu'il entend quotidiennement. De même que l'enfant apprend par la voix de sa mère, les syllabes, les mots et les phrases, de même, il apprendra les éléments du langage musical telles les unités (cellules rythmiques, intervalles, échelles mélodiques), l'organisation linéaire (formes simples) et simultanée (accords et cadences) et enfin les phrases. Selon ces deux auteurs, l'apprentissage de chanson et le chant lui-même contribuent à créer ces habitudes perceptives et à ancrer des structures tonales internes chez l'enfant. Il faut donc d'abord percevoir le son pour le produire (l'écoute active), mais on n'a pas vraiment perçu un son de parole tant qu'on ne l'a pas produit soi-même.

« Zenatti reprenant les travaux de Piaget propose une genèse de l'intelligence musicale. Elle suggère une construction progressive en différents stades dans lesquels il y aurait une communication réciproque entre activités perceptives et sensori-motrices permettant ainsi de mettre en lien différents éléments musicaux comme l'intervalle, le système tonal, la structure mélodique et rythmique d'une oeuvre. » [4]Selon cette psychologue, un premier stade s'observerait lors de l'acquisition du sens de l'intervalle : l'enfant reconnaît une mélodie (chanson) et lorsqu'il devient capable de la chanter, c'est qu'il possède l'image mentale de cette chanson. Ainsi, le fait de chanter, comme l'affirme Zenatti engendre une image sonore et cette dernière contrôlera l'image motrice.[5] Elle parvient à résumer l'influence déterminante de l'éducation musicale sur le développement perceptif de l'enfant :

L'éducation musicale est susceptible d'exercer une action primordiale dans le développement musical de l'enfant, depuis les âges de la crèche et de l'école maternelle jusqu'à l'adolescence... des virtualités comportementales s'atrophient lorsqu'elles ne sont pas stimulées... L'enfant sélectionne les informations qui retiennent son attention. Cette attention sélective joue un rôle capital dans le développement cognitif. Savoir susciter l'intérêt est essentiel sur le plan pédagogique, afin de favoriser l'avènement d'une familiarité avec des structures musicales diverses, variant selon la date et le lieu de composition des œuvres. Il ne s'agit pas seulement d'élargir le domaine des

1. PINEAU Marion & TILLMANN Barbara, *Percevoir la musique : une activité cognitive*, Paris, L'Harmattan, 2001.
2. FRANCÈS Robert, *La Perception du Rythme*. Paris : Vrin, 1958.
3. ZENATTI Arlette, *Psychologie de la musique*, Paris, France : Presses universitaires de France, 1994.
4. SIMARD France, CHEVALIER Nicole et DESPINS Jean-Paul, *Performance musicale : le chant préalable à l'apprentissage instrumental*. http://www.jfrem.uottawa.ca/texte_jfrem2009_simard_france.pdf
5. DOWLING, JAY. Walter, *La structuration mélodique : perception et chant*. (P.-E. Dauzat, trad.). In A. Zenatti (Ed.), *Psychologie de la musique*, Paris : PUF, 1994, p. 145-176.

connaissances mais, avec des bases cognitives de permettre une formation et une évolution des goûts musicaux, enrichissant ainsi la vie affective.[6]

Il convient également de rappeler l'ouvrage d'André Giordan, qui constitue une synthèse des différentes études pour fonder une théorie sur le cheminement de l'apprendre.[7] L'adaptation au milieu y est énoncée, de manière à trouver des moyens plus efficaces pour répondre à la diversité des problèmes posés. Le rapport qui unit les éléments organisés aux éléments du milieu est une relation d'assimilation : l'organisme conserve le cycle d'organisation et coordonne les données du milieu de manière à les incorporer à ce cycle. C'est ce que Piaget appelle « mouvements circulaires primaires »[8]. Si l'une d'entre elles varie, le milieu est transformé : l'organisme s'adapte. Le cycle organisé se modifie : il devient un nouveau cycle d'éléments organisés qui pourra donner lieu à de nouvelles assimilations. Il s'agit alors d'une accommodation. François Delalande, se référant aux travaux de Piaget, énonce trois aspects fondamentaux de la pratique musicale[9] :

- **Le jeu sensori-moteur**, qui correspond au jeu d'exercice. Il a une fonction d'adaptation. Le toucher de l'instrument, le contrôle de la sonorité représente une fusion entre la sensation et la motricité.
- **Le jeu symbolique**, qui mime le réel. L'organisation sonore peut correspondre à un mouvement rencontré dans le vécu, à une situation vécue ou encore à une émotion. Tout jeu renvoie symboliquement à une situation qui est de l'ordre des images ou des affects ; on convoque alors un système particulier de codes, propre à soi, en référence avec son vécu.
- **Le jeu de règles** qui peut être perçu comme un plaisir dans l'application du système musical.

Delalande dédie tout un chapitre (III) de *La musique est un jeu d'enfant* (1984) à l'idée de la musique comme « *art du geste* », un art dans lequel l'expérience et l'expression de la gestuelle du corps déterminent la gestuelle des sons, de leur organisation, interprétation et perception. Il fait souvent référence à la théorie de Francès (1958), selon lequel nos gestes seraient l'expression de nos émotions et ils seraient inscrits dans la musique. Depuis déjà un demi-siècle, il a été bien démontré l'importance du mouvement dans le développement psychologique de l'enfant : que ce soit chez Henri Wallon et Jean Piaget[10], un mouvement qui sert au jeune enfant (entre 1 et 2 ans, ce que Wallon appelle *stade projectif*)[11] pour projeter à l'extérieur de soi ses représentations mentales.

« D'une manière générale, le jeu instrumental réalise cette liaison sensori-motrice dans laquelle la musique est perçue à la fois comme geste et comme son. »[12]

Kémâl Afsin nous rappelle ces faits historiques importants :

Lorsqu'en 1888 Henri Marion prononçait son discours sur l'école active à la Sorbonne, il n'imaginait pas que, dans la première moitié du 20ème siècle, la quintessence de ses propos allait se propager et stimuler la réflexion de musiciens pédagogues tels que Jaques-Dalcroze en 1920, Orff en 1956, Willems en 1977, Martenot en 1967 et Kodály. À cette époque, les neurosciences et la neuropsychologie musicale n'avaient pas la portée qu'elles ont aujourd'hui. Ainsi, ces pédagogues nourrissaient leur réflexion de procédés purement empiriques pour élaborer les méthodes dites actives. L'école active trouvait donc son expression dans les méthodes dites actives. Chacun de ces pionniers de la pédagogie musicale proposait des démarches sensiblement différentes avec cependant les mêmes objectifs : maîtrise de l'écriture, de la lecture ainsi que de tous les éléments de la cognition musicale (rythmes, intervalles, mélodies, harmonies, formes).[13]

Quoique différentes à première vue, ces méthodes présentent des étapes d'apprentissage comparables. Elles préconisent une pratique globale et vivante en plaçant l'expérience au premier rang de la démarche d'apprentissage puisque les éléments musicaux sont expérimentés par le mouvement du corps. Aussi, elles prônent une progression pédagogique adaptée aux différents stades de développement psychologique et moteur de l'enfant pour ainsi assurer l'acquisition du langage musical. Par la suite, elles intègrent l'analyse et l'identification des composantes de la musique (rythme, mélodie, harmonie) après les avoir vécus corporellement puis vocalement. Enfin, elles permettent d'inculquer à l'enfant « l'audition intérieure » et « le chant intérieur », ces deux éléments constituant l'image sonore. Finalement, toutes ces approches sont reconnues pour exploiter le potentiel créatif, intellectuel, sensoriel et kinesthésique de la musique par l'entremise d'activités ludiques adaptées au développement de l'enfant (Anderson & Lawrence, 2007)[14].

Partant de ces observations, nous trouvons tout à fait pertinent le principe d'association entre son et mouvement que proposent les méthodes actives. Loin d'être seulement un moyen de rendre ludiques les activités qui permettrait à l'enfant sourd de ne pas s'ennuyer, c'est d'un réel apprentissage *de* l'oreille et *par* l'oreille dont il s'agit : mettre en mouvement un geste, un son, qui puisse être senti comme pulsation, puis mis en musique pour garder « la cadence », aide à percevoir la régularité d'une action. C'est un travail sur la perception et donc une contribution au développement de l'oreille. C'est aussi ce qui se passe lorsqu'on essaie de jouer et de maintenir régulières des valeurs longues à un tempo lent : le corps a besoin d'effectuer une décomposition, en d'autres termes, de « remplir » par un geste, physique ou mental, l'espace entre chaque pulsation. Dans l'autre sens, marcher sur les appuis d'une pulsation, se mouvoir au rythme de ce qui est perçu, implique de pouvoir synchroniser son corps avec ce qu'on entend, donc de développer des capacités d'anticipation. C'est une manière de se servir de ce que perçoit l'oreille pour s'approprier physiquement la musique. Lors des différentes séances musicales que nous avons pu animer auprès des enfants sourds, nous avons pu constater les bénéfices de cette conception pédagogique de la musique.

6. ZENATTI Arlette. « Aspects du développement musical de l'enfant dans l'Histoire de la psychologie au XXe siècle », in *Education musicale et psychologie de la musique, Revue internationale Les sciences de l'éducation pour l'ère nouvelle* n°6, CERSE, Université de Caen, 1990, p. 35-36, cité par RIBIERE-RAVERLAT Jacquotte
7. GIORDAN, André, *Apprendre !* Paris, Belin, coll. Débats, 1998.
8. PIAGET Jean, Naissance de l'intelligence chez l'enfant, Paris, Delachaux et Niestlé, Actualité pédagogiques et psychologiques, 1977.
9. DELALANDE François, *La musique est un jeu d'enfant*, Paris, Buchet/Chastel, coll. Bibliothèque de Recherche musicale, 1984.
10. PIAGET Jean, *La formation du symbole chez l'enfant*, Neuchâtel, Delachaux et Niestlé, 1945.
11. WALLON Henri, « *Importance du mouvement dans le développement psychologique de l'enfant* », Enfance, réédit. in Enfance, 1959, 3-4, p. 235-239.
12. CELESTE Bernadette, DELALANDE François, DUMAURIER Elisabeth, *L'enfant, du sonore au musical*, Paris, Buchet/Chastel-INA, coll. Bibliothèque de Recherche Musicale, 1982, p 165.
13. AFSIN Kémâl, « *Psychopédagogie de l'écoute musicale* ». Orphée Apprenti, Atelier du GRIAM, Octobre 2010, p. 42.
14. ANDERSON M. William. & LAWRENCE E. Joy, *Integrating music into the elementary classroom* (7e éd.), Belmont, Thomson Higher Education, 2007.

C'est un enseignement basé sur l'individu qui propose au lieu d'imposer, suggère au lieu de commander. Cela signifie, entre autres, que le rôle de la musique consiste à jeter un pont entre l'expérience et l'analyse, le corps et le cerveau, l'intuition et le savoir, l'expérience et la compréhension. La musique suscite le mouvement en invitant les enfants à réagir à ce qu'ils entendent. Elle inspire une qualité de mouvement selon ses nuances, ses rythmes, ses timbres, ses accents, ses phrases, ses harmonies, ses mélodies et ses silences. La musique impose ses vitesses, exige une adaptation à l'espace dont dispose l'enfant.

Le corps humain est un orchestre dans lequel divers instruments, muscles, nerfs, oreilles et yeux sont dirigés simultanément par deux chefs : l'âme et le cerveau. (Jacques-Dalcroze, 1948)[15]

1. La méthode Orff

Le compositeur munichois Carl Orff (1895-1982) a eu une approche tout à fait singulière. D'une part, il a su utiliser le théâtre nouveau, inspiré du théâtre grec où se mêlent l'expression verbale, la prosodie, le rythme, le mouvement et la danse. D'autre part, en tant que pédagogue, il crée son *Orff-Schulwerk* (« travail scolaire Orff ») grâce à des collaborations étroites et fructueuses qu'il a mené pendant une vingtaine d'années au sein de son enseignement à l'Ecole de danse de Munich. La gymnaste et danseuse Dorothée Gunther (1896-1975), la musicienne et compositrice Gunild Keetman (1904-1990), la danseuse et chorégraphe Maja Lex (1906-1986) furent des pédagogues essentielles dans la création de cette optique nouvelle. L'approche pédagogique de Carl Orff s'inscrit dans le courant des recherches psychopédagogiques du début du siècle, avec Montessori, Decroly, Wallon puis Freinet, Piaget, etc., qui prônent une activité centrée sur le développement et la croissance de l'enfant et non sur son seul savoir. C'est donc l'enfant et sa personnalité qui sont au coeur des recherches pédagogiques de Carl Orff. Ce dernier considère que le contexte culturel est un élément important dans le développement des personnes et qu'il est indispensable d'en tenir compte et d'enexploiter les ressources. Par exemple, Orff s'intéresse et se sert énormément du folklore, appartenant au monde verbal et culturel. C'est une pédagogie musicale et corporelle basée sur l'évolution de l'enfant, comme une musique à vivre. Il prône cette éducation musicale qui permet de « découvrir et étendre son potentiel musical, gestuel et langagier ». Il a écrit de nombreuses musiques pour enfants en essayant de pénétrer l'essence des créations enfantines. « Partant du principe que l'enfant parcourt ontogénétiquement les mêmes étapes que l'humanité, il pense que la musique pour les enfants doit être au départ une musique élémentaire. »[16]

Carl Orff conçoit sa méthode en rapport avec le fonctionnement de l'individu dans la société : ce qui l'intéresse particulièrement c'est que chacun puisse participer à cette construction collective en même tant qu'il développe son potentiel. Cette démarche singulière s'adresse à tous sans exception, son but n'étant pas le résultat à atteindre, mais le processus d'apprentissage qui sous-tend la progression unique de chaque individu. A partir des années 1950, grâce à la création d'un Instrumentarium, des enfants handicapés ont pu accéder à cette méthode.

Figure 1 : Instrumentarium Orff.

1Orff emploie la notion « d'élémentarité » pour qualifier la musique qu'il utilise au sein de sa méthode. Comme cette musique n'utilise pas de schémas préétablis, chacun peut se l'approprier en fonction de ses possibilités personnelles.[17] Ce dernier va utiliser ce qu'il nomme des « ressources de l'individu », qu'il va répertorier en quatre parties différentes : d'abord la voix, le langage (les cris et les onomatopées par exemple) et le chant dont il va se servir simplement, avec des mélodies élémentaires, des rythmes courts et facilement mémorisables. La répétition rythmique des syllabes d'une phrase amène à différencier les hauteurs du son. Au départ, Orff utilise deux sons (une tierce mineure descendante), puis peu à peu il arrive à une gamme pentatonique sur laquelle il travaille longtemps afin que l'enfant puisse développer le plus son imagination, en s'éloignant des modèles harmoniques de la musique non pentatonique. Il considère que cette gamme favorise l'improvisation des enfants car elle ne crée pas de dissonances. Une grande partie du travail est faite à partir de textes comme des comptines ou des poésies. Carl Orff les décortique rythmiquement puis introduit des éléments mélodiques pour arriver à faire des montages d'une extrême complexité.[18]

Bien évidemment, l'utilisation du corps tout entier, le schéma corporel, la danse folklorique, la percussion corporelle qu'il va privilégier en la qualifiant de premier instrument de la « musique élémentaire », sont tout à fait essentiels dans sa démarche pédagogique. Ensuite, le rythme va mettre en relation le mouvement, le langage et la musique. C'est aussi un élément primordial de sa musique « élémentaire ».

Enfin, *l'Instrumentarium*, qui malgré le fait que l'utilisation d'instruments ne soit pas essentielle dans sa démarche, permet d'élargir le champ d'expérimentation. Il se compose d'instruments mélodiques, carillons, xylophones, métallophones et de percussions variées de hauteur indéterminée, de plus petite taille que les instruments d'orchestre. C'est un instrumentarium fort riche, provenant de cultures du monde entier (africaine, sud-américaine, asiatique...). L'improvisation tient dans ce travail un rôle constant, soit que l'enfant réponde au meneur de jeu, soit qu'il prenne une place plus autonome dans un ensemble rythmique, improvise, ou même qu'il soit amené à diriger cet ensemble.

Le rythme demeure le principe fondamental de sa méthode. Chaque être humain possède en lui des instruments propres à scander le rythme : ses mains et ses pieds. Orff utilisera quatre niveaux corporels : les doigts, les mains, les cuisses et les pieds.

15. JACQUES-DALCROZE Emile, *Notes bariolées*. Genève, Edition Jeheber, 1948.
16. AGOSTI-GHERBAN Cristina, *L'éveil musical, une pédagogie évolutive*, Paris, L'Harmattan, 2000, p.18.
17. WUYTACK Jos, Musica Viva. *Pour une éducation musicale active. Volume 1 : Sonnez...battez*. Paris, Alphonse Leduc, 1970.
18. WUYTACK Jos, Musica Viva. *Pour une éducation musicale active. Volume 2 : Expression rythmique*. Paris, Alphonse Leduc 1970.

En effet, les frappements peuvent s'effectuer selon diverses variantes sonores : frappés de mains, plante, talon ou pointe du pied ; claquement de doigts (médius glissant d'un geste rapide contre le pouce). Par exemple, le fait de frapper à mains plates sur les cuisses constitue une excellente préparation à la technique des timbales et des instruments à lames. Les principaux « jeux de rythmes » sont l'imitation, la mémorisation, le canon, le jeu des « questions-réponses ». Dans la pratique de ces exercices, le rythme n'est pas intellectualisé mais seulement ressenti et réalisé avec tout le corps (ou sur les instruments). Prenons l'exemple des vitamines rythmiques, aussi nommées *percussions corporelles* (Comeau, 1995)[19]. Elles stimulent énormément la mémoire auditive de l'enfant. Ces vitamines rythmiques peuvent servir d'amorce à plusieurs apprentissages, dont l'exploitation des comptines notamment.[20]

2. Chez Zoltán Kodály

Le compositeur hongrois, très reconnu pour son remarquable travail de recherche sur le folklore hongrois aux côtés de Bartók, a créé une méthode utilisant ces chansons populaires que tous les enfants connaissent depuis leur plus jeune âge. En Hongrie, la musique folklorique fait partie de la vie de chacun. Kodály soutenait que le chant populaire est la langue maternelle musicale naturelle de l'enfant et qu'il faut l'apprendre dès le plus jeune âge, comme on apprend à parler.

Tout d'abord, il serait intéressant d'examiner les sources et l'histoire de l'éducation musicale pour comprendre pleinement, comment les principes de Kodály furent établis. Puisque l'on considère la solmisation relative comme l'une des bases fondamentales de cette méthode, c'est donc l'oeuvre du moine toscan Guido d'Arezzo (v. 990 – v. 1050) qu'il faut mentionner en premier lieu.

Il s'est servi des premières syllabes d'un hymne à Saint-Jean-Baptiste (la dernière note si est une contraction des deux initiales de Sancte Johannes) : *UT queant laxis REsonare fibris MIra gestorum FAmili tuorum, SOLve polluti LAbii reatum, Sancte Iohannes.*

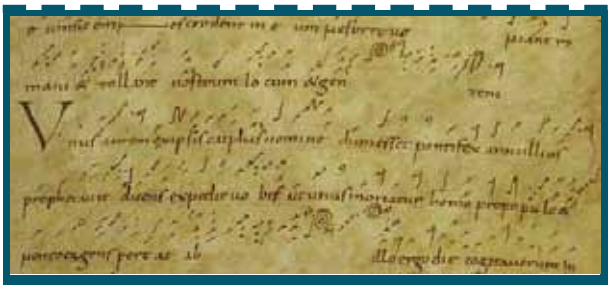


Figure 2 : Manuscrit avec notation messine, Laon, X[ème] siècle.

A chaque vers, le chant monte d'un ton. D'Arezzo eu donc l'idée de conserver la première syllabe du premier mot de chaque vers. En 1673, le *ut* devient *do* sous l'impulsion de Bononcini car plus facile à solfier. Concernant le si, même si Sancte Joannes la suggère déjà, cette note fera son apparition officielle à la fin du XVI[ème] siècle, ajoutée à la gamme par le moine français Anselme de Flandres.

Même si cela ne paraît pas si naturel lorsque l'on ne connaît pas la chanson, il faut reconnaître que cette idée de mémorisation est astucieuse puisqu'elle permet de retrouver le nom et la hauteur de la note en se référant à une chanson connue. Le système de Guido d'Arezzo fut adoptée par les autres pays latins dans la seconde moitié du Moyen Age. Dans les pays germaniques et anglo-saxons, on lui préféra la notation par les lettres (A à G). La première notation est conservée par Kodály dans le premier apprentissage de la musique. Ainsi, lorsqu'il a mis au point sa pédagogie en Hongrie dans les années cinquante, la solmisation relative sera utilisée dans le but d'éduquer l'oreille des enfants à travers le chant. Ici, les différents degrés de l'échelle sont chantés avec les noms de syllabes correspondantes, quelle que soit leur hauteur absolue. Une gamme majeure sera ainsi toujours chantée *do-ré-mi-fa-sol-la-si-do*, quelle que soit la hauteur de sa tonique absolue. De cette façon, chaque note a sa fonction et est chantée en relation à une autre note. Les intervalles deviennent les formules que les enfants reproduisent sans problème. Pour faciliter l'intonation, Kodály utilise la phonomimie, une manière de visualiser les hauteurs de notes chantées en les assimilant à un geste de la main. Il fut sensibilisé pour la première fois à cette technique en visitant l'Angleterre, où un système à échelle mobile créé par John Curwen était utilisé dans tout le pays au sein des formations chorales. Kodály a trouvé que l'échelle mobile développait le sens modal des élèves et par là leur capacité à lire la musique. Par ailleurs, il pensait que l'échelle mobile devrait précéder l'écriture sur une portée, en développant une sorte de sténographie musicale utilisant des rythmes simplifiés. [21]

Les signes de la main sont utilisés en tant qu'aide visuelle lors du chant. Cette technique assigne à chaque degré de l'échelle un signe qui montre la fonction tonale du degré. Par exemple, *do, mi* et *sol* sont d'apparence stable, tandis que *fa* et *ti* pointent respectivement dans la direction de mi et de do. De la même manière, le signe de main *ré* suggère le mouvement vers *do*, et celui de *la* vers celui de *sol*. Kodály ajouta aux signes de main de Curwen un mouvement ascendant/descendant, ce qui permet aux enfants de voir la hauteur de la note. Les signes sont réalisés devant le corps, *do* étant au niveau de la taille et *la* au niveau de l'œil. La distance dans l'espace correspond à la taille de l'intervalle représenté.

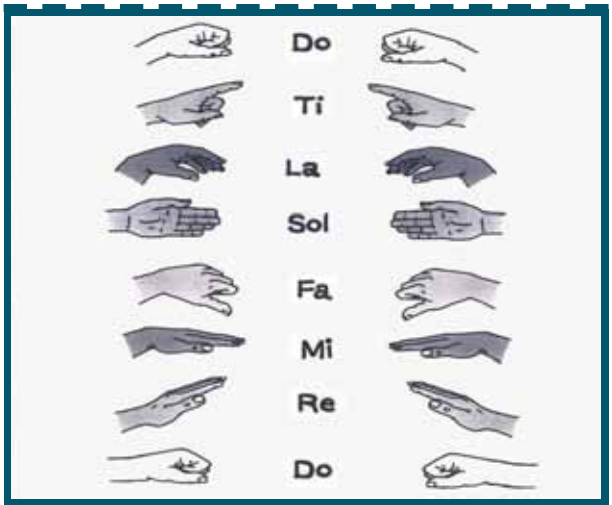


Figure 3 : Dans la méthode Kodály, la phonomimie est régulièrement utilisée pour faciliter l'intonation.

19. COMEAU Gilles, *Comparaison de trois approches d'éducation musicale, Jaques-Dalcroze, Orff ou Kodály ?*, Vanier: CFORP, 1995.
20. ORFF Carl et KEETMAN Guild, *Musik fur Kinder*, *B. Schott's Söhne*, Mainz, vol. 1, 1950, 164 p., vol. 2, 1952, 127 p., vol. 3, 1953, 128 p., vol. 4, 1954, 158 p., vol. 5, 1954, 152 p.
21. SZONYI Erzsébet, *Quelques aspects de la méthode de Zoltan Kodály : application de ses principes à l'éducation musicale*, Ed. Corvina, 1976.

À partir du moment où l'enfant acquiert l'écriture et la lecture, cet apprentissage peut alors être complété par l'étude du solfège traditionnel. La pédagogie de Kodály se fonde sur un principe fondamental : tout apprentissage musical doit être acquis par l'oreille en premier, et non par l'intellect. Le chant et le travail d'audition doivent toujours précéder la notation, sinon la lecture et l'écriture musicale sont réduites à des exercices cérébraux, non significatifs. Ainsi, dans la création de la méthode de Kodály, la première étape a été d'introduire de nombreuses mélodies enfantines et chants populaires afin de choisir un matériau sonore adapté aux enfants. En Hongrie, les mélodies enfantines sont construites principalement sur deux éléments : la tierce mineure descendante *sol-mi* et le motif *sol-la-sol-mi* (la étant la broderie supérieure du sol). Cette méthode s'adresse tout d'abord aux enfants entre trois et six/sept ans. Pour Kodály, le chant est à la base de tout enseignement musical, avant même l'étude du langage verbal et littéraire. Il était persuadé que l'esprit de l'enfant pouvait acquérir au mieux les fondamentaux musicaux par des méthodes amusantes, avec l'aide de mouvements du corps et des jeux de rythmes. Il était aussi convaincu que l'étude d'un instrument devait être précédée par l'apprentissage ludique du chant dans le but de distinguer l'assimilation naturelle, intérieure et physique de la musique, du mécanisme et de l'apprentissage liés à la technique propre de l'instrument.

C'est pourquoi Kodály a incorporé des syllabes rythmiques similaires à celles créées au XIXème siècle

par le théoricien français Émile-Joseph Chêvé. Dans ce système, on associe à chaque valeur de notesdes syllabes spécifiques qui expriment littéralement leur durée. Par exemple, une noire est dite « *ta* », tandis que deux croches sont dites « *ti-ti* ». « Deux croches-noire » se dit donc « *titi-ta* ». Ces syllabes sont utilisées pour reconnaître, chanter, frapper ou lire des rythmes.[22]

La méthode Kodály inclut également l'utilisation de mouvements rythmiques. Technique inspirée par le professeur suisse Émile Jacques Dalcroze dont nous reparlerons dans ce chapitre, Kodály connaissait bien les techniques de ce dernier et partageait l'idée que le mouvement est un outil important pour intérioriser un rythme. Ainsi, la méthode Kodály utilise des mouvements rythmiques comme la marche, la course, la marche rapide, taper des mains. Ils peuvent être exécutés lors de l'écoute ou du chant. Le professeur peut être amené à inventer sur des exercices de chant des mouvements rythmiques appropriés pour accompagner des chansons.[23]

Pour résumer, nous pouvons énumérer en dix grands principes (établis par Kodály lui-même) son enseignement et ses idées générales :

- Le rôle de la musique dans l'éducation devrait être aussi important qu'il l'était dans la Grèce Antique, et doit être au centre du système scolaire, parmi les « fondamentaux », au même titre que les mathématiques ou les arts du langage. Elle ne doit pas être considérée comme accessoire ou superflue puisqu'elle favorise l'acquisition des autres disciplines précitées qui lui sont intimement liées.
- L'analphabétisme musical est l'obstacle principal à l'accès à la culture musicale.
- L'enseignement de la musique doit être radicalement amélioré dans les écoles de formationdes maîtres.
- Il faut systématiquement éviter de faire écouter aux enfants de la « mauvaise » musique.
- L'école doit donner accès à la musique, dès le plus jeune âge, pour tous.
- Le chant doit devenir une pratique quotidienne et être enseigné aux enfants.
- Le chant choral en particulier doit être développé, comme toute pratique collective.
- Une éducation musicale digne de ce nom doit commencer entre l'âge de trois et six ans. Pour reprendre la boutade de Kodály, cet apprentissage devrait idéalement commencer « neuf mois avant la naissance de la mère ».
- Les expériences capitales de la vie d'un enfant en musique se déroulent entre l'âge de six et seize ans, soit durant la période capitale de la scolarité.
- L'écoute des chefs-d'oeuvre de la musique doit être encouragée et suivie sur le long terme.[24]

Pour terminer ce point sur la méthode du compositeur, nous souhaiterions terminer avec ses mots : « La musique est une nourriture spirituelle irremplaçable. Celui qui ne s'en nourrit pas souffrira d'anémie toute sa vie. Sans musique la vie spirituelle n'est pas complète : l'esprit humain possède des régions que seule elle peut illuminer. »[25]

3. La méthode Willems

D'origine belge, Edgar Willems (1890-1978) s'est inspiré des travaux de Dalcroze pour développer une méthode qui tienne compte des recherches sur la psychologie enfantine. Pour lui, l'éducation musicale doit favoriser l'épanouissement de l'enfant, enrichir l'être humain tout en s'adaptant aux besoins (physiques, affectifs, mentaux) de chacun. Cet enseignement de la musique suit les tendances de l'éducation moderne mettant en valeur la motricité, l'affectivité et la sensorialité.

Il s'agit de solliciter le plaisir de la découverte et de l'écoute mutuelle. Willems considère que la musique est un langage et que son apprentissage suit les mêmes lois psychiques que l'éducation au langage (activités sensorielles, mémoire, activités affectives, activités mentales, activités inventives et activités créatrices). En cela, il insiste sur l'importance de l'initiation musicale dès le plus jeune âge, en étroite collaboration avec les parents, comme l'utilisation de mouvements pour le développement de l'instinct rythmique (bercements, petits sauts sur les genoux, etc.) qui permet d'acquérir et d'ancrer les éléments essentiels de la musique à travers l'expérimentation et la participation active. Pour Willems, l'initiation musicale précoce est une étape essentielle avant l'apprentissage du solfège et d'un instrument. L'enfant doit s'imprégner progressivement de l'environnement sonore qui l'entoure. Les jeux de reconnaissance auditive grâce à l'utilisation d'objets sonores variés et attrayants (comme par exemple les appeaux) permettent d'éveiller l'écoute et l'intérêt de l'enfant. S'en suit un travail rythmique (mouvements corporels, vivre et ressentir le rythme, marches pour développer le sens du tempo) et mélodique.

22. RIBIERE-RAVERLAT Jacquotte, *L'Éducation musicale en Hongrie*, 2e éd., A. Leduc, Paris, 1977 ; Chant-Musique, adaptation française de la méthode Kodály, Paris, Leduc, 1975-1980, 5 volumes ; Un chemin pédagogique en passant par les chansons, 500 chansons folkloriques de langue française choisies et classées progressivement pour servir de base à une adaptation française de la méthode Kodály, Paris, Leduc, 1974-1981, 4 volumes ; Développer les capacités d'écoute à l'école, Ecoute musicale, écoute des langues, PUF, 1997.
23. BARKÓCZI Llona. & PLÉH Csaba, *Etude de l'effet psychologique de la méthode d'éducation musicale de Kodály. Kecskemét : Institut de pédagogie musicale Zoltán Kodály*, 1982.
24. KODÁLY Zoltán, *The selected writings of Zoltán Kodály*, Halapy, Lili (trad.), Macnicol, Fred (trad.), Boosey & Hawkes, 1974.
25. KODÁLY Zoltán, *Music should belong to everyone*. IKS: Budapest, 2002, p. 50.

Enfin, le chant tient une place très importante en tant qu'activité regroupant les aspects mélodique, rythmique et harmonique. Il s'agit d'une méthode globale pour tout ce qui concerne la vie, et une méthode analytique pour la prise de conscience, qui exclut tout procédé extramusical et emploie des moyens qui vont du concret vers l'abstrait, c'est-à-dire de l'instinct à la conscience et à l'automatisme. [26]

Dans le tome II de son ouvrage *l'oreille musicale*,[27] Edgar Willems consacre un chapitre entier à définir la *bonne oreille*. Il y distingue 3 types de fonctions auditives :

- La sensibilité auditive (réception),
- L'affectivité auditive (implique une sensation et une réaction),
- L'intelligence auditive (compréhension).

Largement influencé par la philosophie empiriste, Edgar Willems recommandera l'utilisation de l'audiomètre comme moyen pédagogique du développement auditif de ses élèves. « L'audiomètre est un genre d'harmonium à clavier chromatique qui comporte jusqu'à des cinquantièmes et des centièmes de ton » (Willems, 1968).[28] Le test de Seashore créé en 1919, une batterie de tests destinée à mesurer le talent musical appelé *Measures of musical talent*[29], permettra d'évaluer les différentes aptitudes musicales. Beaucoup plus tard, Gordon (2003)[30] et Sloboda (1988)[31] soutiendront également la même idée, à savoir qu'un test d'aptitude musicale est un outil d'enseignement. On a souvent posé la question : « l'oreille musicale peut-elle être éduquée ? » Nous répondrons affirmativement... La vue aussi peut être améliorée, car le peintre apprend à voir de mieux en mieux les couleurs et les formes, et l'on a même inventé des méthodes qui ont fait leurs preuves, par lesquelles on supplée au port de lunettes par des exercices quotidiens. Donc, si les facultés et les sens humains se développent, pourquoi en serait-il autrement pour l'audition ? Mais si tel est le cas, direz-vous, pourquoi ne s'en est-on pas occupé plus tôt ? Nous en trouvons la raison, en partie, dans la complexité de la nature de la musique ainsi que dans le fait que peu de musiciens sont psychologues et peu de psychologues, musiciens.[32]

Selon le pédagogue et musicien Jacques Chapuis, « la conception willemsienne ne part pas de la matière, ni des instruments, mais de principes de vie reliant la musique et l'être humain, exaltant en tout premier lieu ce qui nous est à tous donné par la nature, au départ, soit notamment le mouvement et la voix. » [33]

L'initiation musicale est avant tout basée sur l'instinct rythmique des enfants et sur les développements de leurs capacités auditives. Elle comporte différents éléments de travail dont les principaux sont :

- Un matériel auditif varié (surtout sensorielle et affective) : voix, flûte à coulisse, flûte à clavier, piano, sirène, carillon, xylophone, etc.,
- Des frappés pour développer l'instinct rythmique,
- Des chansons soigneusement choisies afin de développer la sensibilité,
- Un vocabulaire de termes musicaux avec des mots simples et concrets pour l'enfant : un son, un intervalle, un accord, une mélodie, une chanson, un rythme, etc.,
- La gamme diatonique de sept sons, envisagée comme un ensemble d'intervalles à partir d'un son initial, la tonique. Elle forme une suite régulière de degrés,
- Trois séries de symboles pour les sons : do, ré, mi etc. pour les noms des notes ; les chiffres romains pour les degrés de la gamme (I, II, III, etc.) et les chiffres arabes pour les intervalles (1er, 2e, 3e, etc.). L'écriture des valeurs rythmiques reste inchangée,
- Le battement de mesure pratiqué de façon naturelle et méthodique,
- Des marches caractéristiques ou des mouvements naturels, destinés à sentir le rythme physiologique et tout particulièrement, le sens du tempo.

Willems et Chapuis divisent cette initiation musicale en trois degrés pédagogique : la découverte sensorielle et auditive, la prise de conscience et l'introduction au graphisme, et enfin le stade pré-solfégique et pré-instrumental. A tous les niveaux, cette initiation doit largement faire place à l'improvisation rythmique et mélodique. Le solfège fait naturellement suite à cette initiation, dont il constitue en fait la quatrième étape, aboutissant à la maîtrise de la lecture et de l'écriture, c'est à dire à l'abstraction des phénomènes concrets.

Kémâl Afsin met en relation de manière tout à fait singulière les pédagogies de Maria Montessori et Edgar Willems en soulignant qu'ils jouent tous les deux sur ces pôles essentiels que sont le sensoriel, le mental et l'affectif. Ces trois pôles ne sont pas travaillés de manière séparée. Au contraire, ils se superposent et s'interpénètrent.[34] Enfin la pratique instrumentale s'inspire des mêmes principes fondamentaux, avec une préférence pour l'apprentissage du piano. Pour Willems, il faut éviter un enseignement trop exclusivement instrumental qui privilégie l'aspect visuel et technique en le dissociant de l'aspect auditif et instinctif.

4. La méthode Maurice Martenot (1898-1980)

D'abord pianiste et violoncelliste, puis chef d'orchestre, Maurice Martenot servit de 1914 à 1918 dans les unités de transmissions. Sa fascination pour le son naîtra de cette période, car les postes utilisés pour les transmissions radio se servaient de lampes triodes. La pureté du son qui en ressortait impressionna grandement le musicien. Grand passionné de sciences, il souhaita dès lors inclure l'électricité dans l'instrumentation musicale de son temps. En 1919, il commença alors à faire ses recherches sur son futur instrument. « Les Ondes Martenot », qui figure parmi les toutes premières inventions de la musique électro acoustique, fut présenté dès 1928, à l'Opéra de Paris. Il se compose d'un clavier à sept octaves et d'un ruban qui, provoquant des oscillations électriques, crée des sonsdont la richesse, le coloris, sont amplifiés par des haut-parleurs. La vibration répond aux moindres gestes de l'interprète, qui, de la main gauche, commande également, par des boutons, les changements de timbre et d'intensité. La première ondiste fut Geneviève Martenot, qui durant plus de 40 ans, présentera fidèlement l'invention de son frère à travers le monde. Jeanne Loriod deviendra l'élève et l'interprète privilégiée de Maurice Martenot. Elle créera un certain nombre d'oeuvres de compositeurs de l'époque, dont celles d'Olivier Messiaen. Elle fondera également un quatuor, puis un sextuor d'ondes Martenot qui portera son nom.

26. AGOSTI-GHERBAN Cristina, *op. cit.*, p 16.
27. WILLEMS Edgar, *L'oreille musicale 2, la culture auditive, les intervalles et les accords*, Ed. Pro Musica: Genève, 1940.
28. WILLEMS Edgar, *L'éducation musicale nouvelle* (2e éd.), Fribourg, Pro Musica, 1968, p. 24.
29. SEASHORE Carl E., *The Psychology of musical talent*, New York, Silver Burdett, 1919.
30. GORDON Edwin, *Learning sequences in music: A music learning theory*, Chicago, GIA Publications, 2003.
31. SLOBODA John A., *L'esprit musicien : la psychologie cognitive de la musique, op.cit.*
32. WILLEMS, *L'éducation musicale nouvelle, op. cit.*, p. 20-21.
33. CHAPUIS Jacques, *De l'Initiation musicale au Solfège vivant, Panorama Pédagogique de l'Education Musicale Willems*, 1, p. 1-8, 1980.
34. AFSIN Kémâl, *Psychopédagogie de l'écoute musicale*, Bruxelles, De Boeck Université, 2009.

Succédant à son maître, Jeanne Loriod enseignera la technique de son instrument au Conservatoire National de Paris, à partir de 1970, ainsi qu'à la Schola Cantorum.

Figure 3 : Les Ondes Martenot.

Concernant les fondements de sa pédagogie, il apparaît primordiale de se replonger dans le contexte socio-culturel de l'époque. François Joliat nous relate qu'au lendemain de la première guerre mondiale, « l'école française va élaborer un nouveau programme d'étude qui abandonnera l'accent mis sur le patriotisme, au profit d'une vision éducative basée sur le respect des besoins de l'enfant. »[35] Maurice Chevais (1880-1943) saura parfaitement intégrer cette réflexion dans ses ouvrages, prônant une « pédagogie active » de l'éducation musicale[36] . Il utilise un nombre considérable de sources dans des domaines aussi divers que la littérature (Rousseau), la sociologie (Durkheim), la psychologie (Binet, Claparède, Decroly, Wallon, Piaget) et la pédagogie (Montessori, Dewey). Se basant sur les aptitudes auditives de l'enfant, par la passation de tests qu'il aura lui-même élaborés, Chevais élaborera une véritable didactique de l'éducation musicale.[37] Elle passera par des exercices de pose de voix dont les notes de la gamme feront référence au corps par la « phonomimie » (précédemment énoncée dans notre chapitre sur la méthode Kodály) ou des exercices basés sur l'expression digitale de valeurs rythmiques appelée « dactylorythmie ».[38] Désormais, les leçons de chant ne « mettront plus l'accent sur l'exposition et la décomposition de notions théoriques suivies de chants d'illustration »[39] , mais « articuleront le besoin d'activité de l'enfant avec la musique comme art du temps et du mouvement ».[40]

Maurice Martenot s'est largement inspiré des écrits de Chevais et de Willems dans la conception de sa pédagogie. Il s'intéressa tout particulièrement au problème de l'éducation musicale.

Il mit au point avec ses soeurs, Madeleine et Ginette Martenot, une méthode d'enseignement qui, durant de longues années, mettrait en question les théories établies. La méthode Martenot développera une approche « psychopédagogique » de l'apprentissage musical. En enseignant la musique, Maurice Martenot s'est aperçu que la plupart de ses élèves instrumentistes manquaient de liberté dans leur geste, généré par des tensions intérieures plus profondes. Dès lors, la nécessité d'accorder d'abord « l'instrument humain », avant d'enseigner la musique lui est apparu comme une évidence. Après avoir expérimenté sur lui-même cette méthode de relaxation pendant plus de cinquante années de recherche, Maurice Martenot a proposé son cheminement basé sur des méthodes occidentales.[41]

L'importance de cette recherche autour de la relaxation active définit l'orientation de son travail : il ambitionne de devenir « Éducateur par l'Art ». « L'esprit avant la lettre, le coeur avant l'intellect », telle est la maxime qui se trouve en couverture des *Principes fondamentaux*.[42] Pour Maurice Martenot, l'essentiel est que la musique parte d'une « pensée musicale » : Il n'y a pas de musicien s'il n'y a pas de pensée musicale. C'est donc d'abord par le développement de cette faculté que passe tout apprentissage de la musique. Cette pensée musicale, qu'on peut aussi appeler chant intérieur, se développe par la mémorisation de mélodies dès le plus jeune âge. Elle se développe aussi par l'improvisation et la transposition spontanée. Derrière la pensée musicale, il y a tout simplement la vie. Le but de l'éducateur par l'art est de libérer, épanouir, respecter la vie, tout en inculquant les techniques. Il a pour mission de développer l'éveil, le sens de l'humain, le potentiel psychique, la stabilité continue d'attention, l'imagination créatrice et la maîtrise de soi. [43]

Les principes fondamentaux de cette éducation musicale peuvent être appliqués au dessin et à la danse aussi bien qu'au solfège et au piano. Basés sur les « trois temps Montessori » inspiré par la méthode d'Edouard Séguin[44], à savoir *l'imitation, la reconnaissance et la reproduction*[45], ces principes se situent à l'opposé des méthodes traditionnelles en ce qu'ils explicitent le processus du passage du sensoriel à l'acquisition des connaissances.

5. La méthode Émile Jacques-Dalcroze

La rythmicienne et professeure Louise Mathieu, responsable du *Groupe international de recherche sur la rythmique Jaques-Dalcroze* (GIRRJD), nous présente ce dernier dans l'article *Un regard actuel sur la rythmique Jacques-Dalcroze* : [46]

Né en 1865, mort en 1950, Émile Jaques-Dalcroze fut un homme aux multiples talents. Pianiste, compositeur, metteur en scène, il est considéré comme l'un des grands pédagogues du XX^{ème} siècle. Ses idées ont marqué plusieurs disciples artistiques. Précurseur de la danse moderne, il a également exercé une influence considérable sur le jeu scénique et la mise en scène moderne.

En 1892, Jaques-Dalcroze est nommé professeur au Conservatoire de musique de Genève. C'est à cette époque qu'il se rend compte de la nécessité de réformer les programmes d'études et les méthodes d'enseignement de la musique qu'il considère trop fragmentés et trop intellectuels, déconnectés des sensations et des émotions de l'étudiant. Il s'appliquera donc à mettre au point une approche de la pédagogie musicale qui se fonde sur l'engagement de la personne

35. JOLIAT François, « La genèse et le développement de l'éducation musicale à l'école : entre l'enseignement de l'art et l'éducation par l'art en Suisse romande », in M. Mellouki & A. Akkari (Ed.), La recherche au service de la formation des enseignants, Actes de la recherche, Vol. 7, 2009, p. 195-217.
36. CHEVAIS Maurice, Education musicale de l'enfance (Vol. 1), Paris, Leduc, 1937.
37. CHEVAIS Maurice, L'art d'enseigner (Vol. 2), Paris, Leduc, 1943
38. FIJALKOW Claire, « Du plaisir et de la méthode avant toute chose... » in C. Fijalkow (Ed.), Maurice Chevais (1880-1943) : un grand pédagogue de la musique, Paris, L'Harmattan, 2005, p. 69-92.
39. MIALARET Jean-Pierre, « Maurice Chevais et la didactique de la musique à l'école », In C. Fijalkow (Ed.), Maurice Chevais (1880-1943) : un grand pédagogue de la musique, Paris, L'Harmattan, 1995, p. 93-106.
40. CHEVAIS, 1943, op. cit., p. 96.
41. MARTENOT Maurice & SAÏTO Christine, La relaxation active ou kinésophie : le corps, expression de l'être, Paris, Le Courrier du Livre, 2004.
42. MARTENOT Maurice, Principes fondamentaux de la formation musicale et leur application, Paris, Magnard, 1996.
43. MARTENOT M. op.cit., p.19.
44. SÉGUIN Édouard, Traitement moral, hygiène et éducation des idiots, Paris, J. B. Balliere, 1846.
45. MONTESSORI Maria, L'enfant, Paris, Desclée de Brouwer, 1936, 12e éd., tr. G.J.J. Bernard.
46. MATHIEU Louise, « Un regard actuel sur la rythmique Jacques-Dalcroze », Recherche en éducation musicale, N°28, Décembre 2010, p. 17.

toute entière et vise le développement harmonieux de l'ensemble de ses facultés. De là naîtra, avec le XXème siècle, *la Rythmique* Jaques-Dalcroze.[47]

Cette belle introduction nous permet de présenter à notre tour cette pédagogie que nous utilisons majoritairement auprès des enfants sourds avec lesquels nous travaillons quotidiennement.
Nous nous sommes servis abondamment du très bel ouvrage de Marie Brice, Pédagogie de tous les possibles...[48] et de celui de Marie-Laure Bachmann, un ouvrage de référence, *La Rythmique Jaques-Dalcroze, une éducation par la musique et pour la musique*.[49]

Marie-Laure Bachmann, directrice de l'Institut Jaques-Dalcroze de Genève de 1990 à 2006, a beaucoup oeuvré pour que cette pédagogie dalcrozienne ait un plus grand rayonnement dans les diverses écoles européennes. Actuellement, il n'existe que trop peu de rythmicienne sur notre territoire. Il faudrait une vraie volonté politique pour repenser la place de l'éducation musicale au sein des écoles. Mais c'est un large débat qui n'est pas le propos véritable de ce chapitre. Nous avons été particulièrement sensible à cette affirmation de Dalcroze, « On n' écoute pas la musique uniquement avec les oreilles, on l'entend résonner dans le corps tout entier, dans le cerveau et dans le coeur ».[50]

Figure 4 : Photo de Valérie Aeschimann, Institut Jacques-Dalcroze, Genève.

En mettant l'accent sur ses propres sensations, le corps prend le rôle d'« oreille portative » en ressentant et en écoutant dans son intégralité.[51] C'est ce qui nous a particulièrement intéressé dans cette approche pour l'enseignement auprès des enfants sourds. Marie-Laure Bachmann met d'ailleurs en avant que Dalcroze avait tout à fait l'intuition de la portée de sa méthode auprès d'un public élargi tel que les personnes en situation de handicap :
La diversité des domaines auquels touche la rythmique, le nombre des aptitudes qu'elle est à même de développer, en font un instrument particulièrement souple et économique pour qui entreprend d'aider un être en difficulté à découvrir-ou à redécouvrir-ses possibilités latentes. Très tôt, les élèves de Jacques-Dalcroze ont vu le parti qu'il y avait à tirer de la Rythmique dans le champ alors presque inexploré de l'éducation ou de la rééducation des handicapés sensoriels, mentaux et moteurs. [52]

D'après le pédagogue, la rythmique part de l'individu tel qu'il est et souhaite développer ses potentiels car « l'éducation ne consiste pas à créer chez l'élève des facultés qu'il n'a pas, mais bien plutôt à le mettre en mesure de tirer le plus grand parti possible des facultés qu'il a. »[53] En voici les principaux fondements :

- « Développer le sentiment musical (dans le sens grec du mot) dans l'organisme tout entier,
- Créer le sentiment de l'ordre et de l'équilibre après avoir éveillé tous les instincts moteurs,
- Développer les facultés imaginatives. » [54]

Dalcroze insiste sur nos rythmes corporels. Ils sont composés de nos « battements de coeur », nous donnant inconsciemment l'idée de la mesure de par sa régularité. « L'acte respiratoire » nous renseigne sur la division du temps et enfin « la marche régulière » qui est un modèle parfait de mesure et de division du temps en parties égales. Sa méthode est un ensemble de principes pédagogiques basés sur « une éducation visant à ordonner les réactions nerveuses, à accorder muscles et nerfs, à harmoniser l'esprit et le corps »[55] Par ailleurs, Marja-Leena Juntunen et Leena Hyvönen, se sont penchées sur la réciprocité entre les découvertes empiriques de Jaques-Dalcroze et la phénoménologie de Merleau-Ponty. Car, tous les deux considèrent le corps et l'esprit indissociables l'un de l'autre.[56]

Pour Merleau-Ponty, écrivent-elles, « *humans come to know the world by 'being- in-the-world' through the body* ».[57] Ainsi, « chez Merleau-Ponty, tout comme c'est le cas dans la conception dalcrozienne de l'apprentissage musical, le corps est perçu comme l'attribut constitutif de la connaissance. »[58] Louise Mathieu rappelle également que « Damasio considère que le savoir se construit dans et à travers le corps, dans et à travers les sensations que nous procure notre corps, ainsi que dans la prise de conscience que notre être les ressent. »[59] Jaques-Dalcroze ne disait-il pas justement, de façon imagée : « Que votre corps devienne de la musique ».

Figure 5 : « Rythmiciennes en plein air », photo de Frédéric Boissonnas, 1909-1910. Annie Beck, Suzanne Perrottet, Jeanne Allemand et Clara Brooke.

Les trois matières principales dans cette pédagogie sont : la Rythmique, le Solfège et l'Improvisation. Deux enseignantes dalcroziennes, avec qui nous avons eu l'occasion de collaborer[60],

47. JACQUES-DALCROZE Émile, *Le rythme, la musique et l'éducation*. éd. Foetisch, Lausanne, 1965 (original 1920).
48. BRICE Marie, *Pédagogie de tous les possibles... La Rythmique Jacques-Dalcroze*, Editions Papillon, Genève, 2012.
49. BACHMANN Marie-Laure, *La Rythmique Jaques-Dalcroze, une éducation par la musique et pour la musique*. A la Baconnière, Neuchâtel, 1984.
50. JACQUES-DALCROZE Émile, *Notes bariolées*, Jeheber, Genève, 1948.
51. DUTOIT-CARLIER Claire-Lise. *Emile Jaques-Dalcroze, créateur de la rythmique*. A la Baconnière, Neuchâtel, 1965, p. 391.
52. Op. Cit., BACHMANN Marie-Laure, p. 91.
53. *Op. Cit.*, BRICE Marie, p. 27.
54. JACQUES-DALCROZE Émile, « La technique corporelle de la rythmique », *Le Rythme*, 1926, n°17, p. 2-3.
55. JACQUES-DALCROZE Émile (1919), « Avant-propos », *in JACQUES-DALCROZE*, 1965, p. 5-8.
56. JUNTUNEN Marja-Leena. « Embodiment in musical knowing: how body movement facilitates learning within Dalcroze Eurhythmics. » *British Journal of Music Education*. Vol.21, n°2, July 2004, p. 199-214.
57. *Ibid.*, p. 200.
58. *Op. Cit.*, Louise MATHIEU, p. 23.
59. DAMASIO Antonio R. *L'Erreur de Descartes. La raison des émotions*. Paris : Odile Jacob, 1995.
60. Lors d'une journée « Musique, Langage et Surdité » organisée par Daniele Schön (Institut de Neuroscience des Systèmes, Marseille) en Novembre 2016, nous avons été invités, Emmanuel Bigand et moi, afin de communiquer sur notre travail. C'est aussi à Marseille que nous avons pu participer pour la première fois à un atelier sur la méthode Dalcroze animé par Anne Gabrielle Peter-Chatoux. Nous avons par la suite suivi cette initiation au Conservatoire de Vincennes.

Anne Gabrielle Peter-Chatoux et Claire Leleu rappellent les principes pédagogiques qu'elles utilisent :

- « La relation entre le temps, l'espace et l'énergie,
- Les réactions auditives, visuelles et tactiles (en imitation, conventionnelles, mixtes),
- L'association ou la dissociation de mouvements,
- L'incitation, l'inhibition (gestion de son influx nerveux),
- L'automatisation (la répétition inconsciente),
- La systématisation (la répétition consciente),
- Les exercices de groupe (sociabilisation),
- L'improvisation (la créativité). »[61]

Tous ces moyens sont utilisés au service de l'élève (bébé, enfant, adulte, sénior) afin de développer des outils nécessaires pour l'expression du musicien, du danseur ou du comédien.

L'enseignement se fait principalement à l'aide du piano et de la voix, en s'appuyant sur les mouvements naturels du corps. Anne Gabrielle Peter-Chatoux précise que :

Pour une même notion on proposera plein d'approches différentes pour multiplier les chances qu'elle soit intégrée. Lorsque j'explique un triolet par exemple, on va d'abord faire entendre le triolet à travers des exemples musicaux. Ensuite on va le danser avec un foulard, on va le comparer avec un rythme qui ressemble beaucoup, mais qui est quand même différent, on va le chanter, taper sur un tambourin, faire écouter une chanson pour l'identifier... et après seulement on va dire à l'élève : ce que tu as fait, ressenti, marché, dansé, chanté, s'appelle un triolet et s'écrit de cette façon-là. De fait, lorsque l'enfant a intégré le triolet pratiquement sans se rendre compte, et qu'il prend son instrument, il le connait déjà.[62]

Cette rythmicienne et présidente de l'association « Dalcroze France » fait finalement la synthèse des différents exercices de « réactions » typiques de l'approche dalcrozienne, concernant l'apprentissage du triolet. Il s'agit de développer des réflexes, d'être réactif aux différents stimuli physiques proposés. Lorsqu'un enfant joue une cellule rythmique au djembé par exemple, le reste du groupe réagit avec tout son corps et développe ainsi une sensibilité particulière. Ceci dans le but de développer la capacité à discriminer des gradations (même légères) de durée, de temps, d'intensité et de phrasé. L'utilisation de cette combinaison entre le rythme et le mouvement permet une relation singulière à l'autre, nécessitant la conscience mentale et kinesthésique de soi. Toutes ces sensations physiques sont transmises au cerveau comme des émotions et une compréhension plus développée de l'expérience musicale.[63]

61. LELEU Claire et PETER-CHATOUX Anne Gabrielle, « La méthode Jacques-Dalcroze aujourd'hui », *Revue de l'APEMU*, 2017, p. 51-53.

62. KUBIK Suzana, « Vivre, ressentir, comprendre : l'enseignement musical selon la rythmique Dalcroze », Dossier *Éducation musicale dans le monde*, publié en ligne le 17 février 2017, France Musique. https://www.francemusique.fr/savoirs-pratiques/vivre-ressentir-comprendre-l-enseignement-musical-selon-la-methodedalcroze-32139

63. PERRAUDEAU Sandrine, « Un Atelier Musical avec les enfants sourds », Connaissances Surdités, décembre 2012, n°42, p. 24.

2. Intégration de la musique dans l'éducation de l'enfant sourd : expérience du centre expérimental orthophonique et pédagogique

« La danse joue un rôle capital dans les relations humaines, elle est une école du comportement social, de l'harmonie du groupe. La danse est l'école de la générosité et de l'amour, du sens de la communauté et de l'unité humaine. Tout être humain porte en lui un danseur. » Rudolf Laban

Partant du plaisir des enfants sourds à faire de la musique ensemble, nous avons réfléchi à l'élaboration d'un outil pédagogique qui nous permettrait de faire le lien entre leur perception de la texture et de la matière sonore à travers le mouvement. La perception musicale est intimement liée à l'action et vice versa. Renforcer ce couplage perception-action est tout à fait primordiale dans les mécanismes de plasticité cérébrale. Nous savons que la synchronisation du mouvement avec un son est véritablement une compétence universelle spécifique à tous les êtres humains. L'intelligence du corps est au centre de nos préoccupations. Nous avons souligné que la musique représente une médiation privilégiée pour l'émergence de nombreuses habiletés cognitives, émotionnelles et motrices.

Quelques exemples pratiques de ce type d'éducation musicale permettront d'illustrer au mieux ce cadre théorique.

1. Présentation

Les différents groupes d'enfants sourds (âgés de 3 à 12 ans) avec lesquels nous travaillons au C.E.O.P (Centre Expérimental Orthophonique et Pédagogique), bénéficient d'une séance hebdomadaire de 30 mn à 1 heure (selon leurs âges). Ils sont idéalement par groupe de 4 à 8 personnes.

Nous avons créé également depuis l'année dernière un groupe parents/bébé sourd (une heure hebdomadaire) afin de stimuler au plus tôt l'audition du tout petit. Cela nous permet également d'accompagner au mieux les parents dans l'acceptation du handicap et de répondre à leurs interrogations dans la mesure du possible. La présentation ci-dessous correspond aux groupes d'enfants plus grands.

Une séance commence toujours de la même manière : les enfants se déchaussent et s'assoient en formant un cercle. Cette disposition nous permet de tous nous voir et facilite la concentration de chacun. Nous délimitons ainsi notre espace de travail.

Il s'agit de mémoriser une suite de gestes corporels (non-signifiants) inventés par chaqueenfant à tour de rôle. L'idée est que chacun puisse exprimer ce qu'il est, en partageant librement son émotion du moment, en utilisant la partie du corps de son choix. Par la répétition, les enfants entraînent leur mémoire et prennent conscience de la successivité. Après avoir mémorisé cette«phrase» mimo-gestuée, nous la travaillons dans sa globalité en rythme. Ici, tous les enfants jouent en même temps et prennent conscience de la simultanéité (deux notions par ailleurs essentielles en langage).

Une phase d'éveil corporel termine cette mise en condition : étirements, bâillements, tension et relâchement des différentes parties du corps, prise de conscience de l'acte respiratoire. Petit à petit va s'installer une certaine harmonie, car nous aurons partagé ensemble nos sensations en respectant la proposition de mouvement de chacun, ce qui va nous permettre de développer un lien précieux, un sentiment d'appartenance. (Figure 1)

Les enfants sont alors disponibles, en éveil. Nous pouvons commencer des petits jeux d'écoute musical, comme le « jeu de Kim » par exemple, très apprécié des enfants.

Un enfant se cache derrière un paravent et choisit pour commencer, trois instruments de son choix, présents dans la salle de musique. Le reste du groupe attend au fond de la pièce. L'enfant (le leader) joue et fait écouter aux autres ces trois instruments dans un ordre connu de lui seul. Les autres doivent bien sûr écouter et découvrir l'ordre choisi par ce dernier. L'enfant qui a trouvé la bonne combinaison peut alors prendre la place du premier et ainsi de suite... Chez les plus jeunes, nous n'irons pas au-delà de cinq instruments. Pour les plus expérimentés, ils sont en mesure d'aller jusqu'à neuf. (Figure 2)

Figure 1 : Illustrations de la phase d'éveil corporel.

Figure 2 : « Jeu de Kim ».

Cet exercice exige l'identification, la mémorisation puis la reproduction fidèle de la successivité des instruments entendus. Le plaisir du geste occupe ici une place toute particulière, car l'enfant caché ose s'exprimer davantage et enrichit ses connaissances tant sur le plan corporel que musical. Ce jeu permet aussi une prise de conscience du lien entre ses perceptions et ses productions.

« D'une manière générale, le jeu instrumental réalise cette liaison sensori-motrice dans laquelle la musique est perçue a la fois comme geste et comme son ».[1]

2. Développer la conscience rythmique à travers le mouvement

Grâce à des mouvements naturels comme la marche ou les déplacements dans une salle, la sensation musculaire va pouvoir s'exercer et s'associer au phénomène sonore grâce à la musique proposée par l'enseignant ou l'enfant. Le plus important est d'être dans l'action, de prendre conscience de son corps en mouvement et d'y être attentif. Ce qui va pouvoir créer des images audiomotrices pour constituer un répertoire de perception enrichissant la musicalité de l'enfant. Même si bouger en rythme peut sembler simple, cela fait appel à un réseau complexe de régions cérébrales.

Nous avons vu que le rythme musical stimule également les régions cérébrales dédiées au cortex moteur (Kotz et al., 2011).[2]

De plus, grâce au nombreuses études scientifiques sur le sujet, nous connaissons aujourd'hui les bienfaits du mouvement et de la danse, dans les maladies neurodégénératives comme la maladie de Parkinson ou la maladie d'Alzheimer (Spaulding et al., 2012[3]; Duncan et Earhart, 2014[4] ; Lazarou et al., 2017)[5].

Dans ce qui nous préoccupe, il est tout à fait indispensable de proposer des exercices dansés de façon ludique et motivante pour l'enfant. Le point de vue de la danseuse Doris Humphrey nous semble intéressant d'être mentionné. Dans son ouvrage, *The Art of making dances* (1959)[6], elle écrit que « le mouvement sans motivation est impensable ». Juste le fait de produire des mouvements peut être une motivation en soi. Elle poursuit en affirmant « je vis, donc je bouge ».

La pédagogie Dalcrozienne nous semble partir de ce même élan vital. Le point d'entrée de la corporéité passe par les sensations corporelles chez l'enfant et lui fournissent un outil indispensable pour éveiller son imagination.

Pour favoriser cela, voici quelques exemples d'exercices typiques de cette pédagogie :

- Grâce à leurs déplacements, les notions de « poids » leur permettront de sentir et de prendre conscience de la métrique et de la mesure dans la musique,
- A travers la tension et détente musculaire, le ressenti des nuances sera plus aisée,
- L'orientation dans l'espace pourra aider les enfants à découvrir le phrasé,
- L'utilisation de l'espace enrichira la conscience de l'espace sonore.

Nous utilisons du matériel comme des balles, des cerceaux, des bâtons colorés... tout ce que notre imagination peut nous dicter sans limites. Il faut prendre le temps d'expérimenter, d'essayer des choses et de se tromper. Il est essentiel d'encourager les enfants à proposer tel ou tel matériel. La fierté ressentie par l'enfant et surtout les possibilités dont il dispose de choisir par lui-même sont si précieuses.

Figure 3 : Travail autour de la mesure à 4 temps avec des bâtons colorés.

Il est possible, dans un second temps, de proposer aux enfants d'associer une action à un instrument. Par exemple, sur la cymbale, les enfants tournent, sur le triangle, on se met sur la pointe des pieds, etc. L'idée étant de faire correspondre un mouvement à la qualité du timbre proposé. La mémoire kinesthésique aidera ici à reconnaître de manière ludique chaque instrument et leur succession dans le temps. L'enfant développe alors, ce que Piaget, rappelons-le, a mis en évidence : le principe « d'assimilation » et « d'accommodation ». Par exemple, si un enfant entend une cymbale, son impulsion première sera de tourner sur lui-même puisqu'il l'a travaillé ainsi.

Et si le coup de cymbale est joué « fortissimo », il pourra accommoder en amplifiant son mouvement ou en tournant plus vite notamment. « Assimilation » et « accommodation » sont inséparables l'une de l'autre. Nous assistons à un perpétuel va et vient entre ces deux actions essentielles. Cette activité peut aider à mobiliser ces principes piagétiens.[7]

1. CELESTE Bernadette, DELALANDE François, DUMAURIER Elisabeth, *L'enfant, du sonore au musical*, Paris, Buchet/Chastel-INA, coll. Bibliothèque de Recherche Musicale, 1982, p. 165.
2. KOTZ Sonja A. E. & SCHWARTZE Michael, « Differential Input of the Supplementary Motor Area to a Dedicated Temporal Processing Network: Functional and Clinical Implications », *Frontiers in Integrative Neuroscience*, Vol. 5, 2011, p. 86.
3. SPAULDING Sandy J., BARBER Brittany, COLBY Morgan, CORMACK Bronwyn, MICK Tanya & JENKINS Mary E., « Cueing and Gait Improvement Among People with Parkinson's Disease: A Meta-Analysis », *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, Vol. 94, 2012, p. 562-570.
4. DUNCAN Ryan P., EARHART Gammon M., « Are the effects of community-based dance on Parkinson disease severity, balance, and functional mobility reduced with time? A 2-year prospective pilot study », *Journal of alternative and complementary medicine*, Vol. 20, n°10, p. 757-763.
5. LAZAROU Loulietta, PARASTATIDIS Themis, TSOLAKI Anthoula, GKIOKA Mara, « International Ballroom Dancing Against Neurodegeneration: A Randomized Controlled Trial in Greek Community-Dwelling Elders With Mild Cognitive impairment », *American Journal of Alzheimer's Disease & Other Dementias*, Vol. 32, n°8, p. 489-499.
6. HUMPHREY Doris, *Construire la danse [The Art of making dances*, 1959], Paris, L'Harmattan, 1998, p. 126.
7. PIAGET Jean, *Naissance de l'intelligence chez l'enfant, op. cit.*

Figure 4 : Travail de la conscience rythmique à l'aide de balles.

« Le but des études rythmiques est de régulariser les rythmes naturels du corps et, grâce à leur automatisation, de créer dans le cerveau des images rythmiques définitives. »[8]

3. Improvisation et Création

3.1. Exploration instrumentale

Nous jouons dans un premier temps avec des instruments de petite percussion (tambourins, claves...) avec pour objectif de :

- Prendre conscience de notre corps en mouvement,
- Entraîner la coordination entre les pieds et les mains,
- Travailler les différents niveaux de dissociation : entre les pieds et les mains (motricité globale), entre les mains et les doigts (motricité fine),
- Établir une autre forme de relation dans le groupe.

Dans un second temps, les enfants explorent librement les instruments qui sont mis à leur disposition tels que des triangles, maracas, tambourins, xylophones ou carillons, guiros, claves, des « tubes mélodiques », djembé, etc. au final, ce qui ressemble finalement à *l'instrumentarium* de Carl Orff, dont nous avons déjà parlé au cours de ce sixième chapitre (Cf. Figure 129). La découverte se fait sur plusieurs séances, les enfants sont amenés à manipuler tous les instruments, à explorer leur sonorité, leur matériau, leur texture, etc. Nous pouvons alors échanger sur les techniques ou les stratégies mises en place pour faire de la musique avec tel ou tel instrument. Un travail sur les techniques de jeu est réalisé avec les enfants. Ils apprennent alors à contrôler et à préciser leurs gestes pour jouer.

3.2. Improvisation dansée

Nous pouvons proposer également aux enfants un ruban de gymnastique, qu'ils affectionnent tout particulièrement, pour travailler en profondeur une cellule rythmique, comme deux croches/noire par exemple. La consigne étant de dire « Suivez ce que vous entendez au piano et dessinez-le avec votre ruban. » Ainsi les élèves dessinent avec leur ruban ce qu'ils entendent. Nous enchaînons alors au piano, des phrases qui toutes comportent deux croches/noire, mais les enfants ne le savent évidemment pas. Cet exercice fait appel à une perception globale. Même si le but est d'apprendre cette cellule rythmique tout particulièrement, il importe de laisser le temps d'explorer la sensation corporelle des rythmes. On ne fait pas appel à l'analyse ici, mais plutôt au ressenti.

8. JAQUES-DALCROZE Emile. « La rythmique et la plastique animée », *Le rythme, la musique et l'éducation*, 1965, p.137.

Les enfants n'ont même pas besoin de savoir ce qui se passe dans la musique, ils n'ont qu'à se laisser guider par ce qu'ils entendent. En revanche, nous exigeons une certaine précision de mouvement, afin de voir les rythmes se dessiner. Les mouvements du ruban et du corps doivent rendre visible la musique entendue.

Figure 5 : Utilisation du ruban.

3.3. Improvisation instrumentale

En partant d'une musique appréciée de l'enfant, nous aimons bien proposer l'utilisation d'un ou plusieurs instruments afin de permettre à l'enfant de s'exprimer. En improvisant, les enfants explorent les caractéristiques de leur corps, ils reconnaissent et expriment leurs sentiments et développent une meilleure compréhension du monde environnant. Pierre Schaeffer, dans son célèbre *Traité des objets musicaux*,[9] « valorise les « sons » plutôt que les « notes », non pas leur origine ou leur signification, mais leur mouvement, leur texture, leur couleur. »[10] C'est en créant des espaces sonores que les enfants découvrent qu'ils peuvent « composer ». Ils n'ont pas forcément des modèles à suivre ou à reproduire. En ne se préoccupant pas forcément de la tonalité et de ses codes, ils ont directement accès au monde sonore selon leurs moyens et leur personnalité.

3.4. Création de partition comme des « *Paysages sonores* »

Des musiciens tels que John Paynter[11] ou R. Murray Schafer[12] , et plus tard François Delalande[13], Monique Frapat[14] et Claire Renard ont totalement inspiré ma démarche autour de la création avec les enfants sourds.[15] Cette dernière propose d'aborder le jeu musical par le geste comme « l'intermédiaire entre la pensée musicale et le son produit ».[16] Par exemple, pour jouer avec la texture, nous pouvons proposer ce type d'improvisation où les enfants joueront d'un instrument les uns après les autres, ce qui va densifier

9. SCHAEFFER Pierre, *Traité des objets musicaux*, Paris, Seuil, 1966.
10. PROULX Monique Désy, *Pourquoi la musique ? Son importance dans la vie des enfants, op. cit.*, p. 219.
11. FINNEY John, « John Paynter, music education and the creativity of coincidence », *British Journal of Music Education*, Vol. 28, n°1, 2011, p. 11-26.
12. SHAFER Raymond Murray, *Le paysage sonore, le monde comme musique (The Tuning of the World*, 1977), Marseille, éditions Wild Project, 2010.
13. DELALANDE François, *La musique est un jeu d'enfant, op. cit.*
14. FRAPAT Monique, *L'invention musicale en maternelle*, Centre régional de documentation pédagogique de Versailles, 1990.
15. DESROCHES Monique, STÉVANCE Sophie et LACASSE Serge, *Quand La Musique Prend Corps*. Presses De L'Université De Montréal, 2014.
16. RENARD Claire, *Le geste musical*, Van de Velde, 1982.

la matière sonore ou au contraire la faire disparaître, jouant sur la densité du son. Le volume sonore va varier mais les enfants, eux, devront garder la même intensité sonore par exemple.

Ce qui est particulièrement intéressant dans ce type d'approche, c'est de proposer un enseignement musical fondé sur la créativité, l'expression libre, ainsi que sur un retour à l'élément fondamental de la musique : le son. En travaillant sur la matière sonore et la texture, il devient alors possible d'aborder l'interprétation, l'improvisation et la composition musicale. Les sons peuvent alors être assemblés comme pourraient l'être les couleurs d'une peinture abstraite. Nous avons d'ailleurs mené un projet entre le pictural et la création musicale avec un petit groupe d'élèves sourds signants de 10-12 ans au Ceop, en collaboration avec Philippe Séro-Guillaume, qui nous a ouvert les portes de son atelier. Il est interprète en langue des signes, docteur en traductologie, directeur de la Section Interprétation en Langue des Signes de l'Ecole Supérieure d'Interprètes et de Traducteurs (ESIT). Son ouvrage, *Langues des Signes, Surdité et accès au langage* (2008)[17] est une référence, car ses recherches mettent en évidence les bases constructivistes psycho-mécaniques inhérentes à l'activité langagière qu'elle soit signée, parlée ou écrite. Il a proposé une analyse des différents mécanismes d'apprentissage de la langue.

Sur une proposition de ces enfants, il s'agissait d'illustrer musicalement le tableau ci-dessous.

Les enfants ont aussi travaillé leur créativité et leur imagination en produisant un texte écrit de manière collective.

Figure 6 : Composition, 2015 de Philippe Séro-Guillaume, Huile sur toile, 100 x 100 cm

Nous avons réalisé un premier graphique représentant les différents flux auditifs, une sorte d'architecture globale où chaque enfant s'intégrait dans la matière sonore. Le premier élément important pour eux a été d'exprimer l'intensité : ce que l'on distingue en bas à gauche de la photo.

Nous avons désigné un instrument pour chacun et élaboré, selon nos émotions et nos sensibilités, le début d'une partition. Grâce à cette pratique collective, l'enfant se construit en tant que personne au sein du groupe et grâce au groupe. En effet, l'enfant sourd, tout en apprenant à respecter des règles, construit son savoir seul mais il a besoin des autres pour le structurer et le faire évoluer.

17. SÉRO-GUILLAUME Philippe, *Langues des Signes, Surdité et accès au langage*, Neuilly-Plaisance, Éd. Du Papyrus, 2008.

Chaque instrument entrait successivement constituant un immense crescendo orchestral en quelque sorte, arrivant à son climax pour redescendre peu à peu et terminer avec l'instrument initial :

un tambour océan. Le contexte imaginé était de représenter une île bleu azur et ses habitants : divers animaux (baleine, dinosaure, girafe, éléphant, renard, etc.).

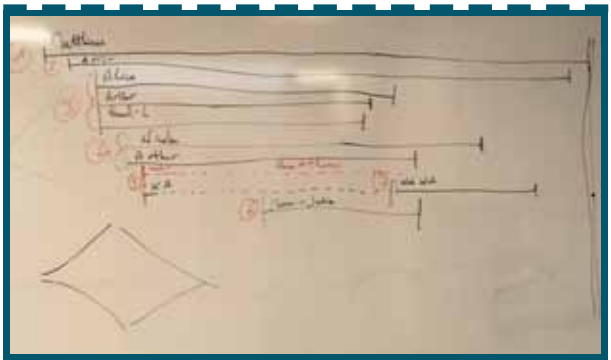


Figure 7 : Premier jet de notre travail.

Après avoir travaillé leurs parties séparément, ils ont pris un immense plaisir à jouer ensemble. Tous les enfants sont attirés spontanément par le jeu instrumental : plaisir de la découverte, plaisir du geste, plaisir de la production.

Finalement, après avoir joué les propositions des uns et des autres, nous nous sommes mis d'accord pour aboutir à la partition finale ci-dessous (fig. 13).

Dans cette perspective, le fait d'enseigner la musique comme phénomène sonore, permet d'accèder à une plus large compréhension de toutes les musiques, autant les musiques tonales que les musiques non tonales ou extra-occidentales. Les enfants sont donc invités à penser la musique sous forme de textures, avec des termes comme doux/rugueux, chaud/froid, léger/lourd, etc., le plus souvent corrélés avec des émotions comme la tristesse, la gaieté, la peur, etc.

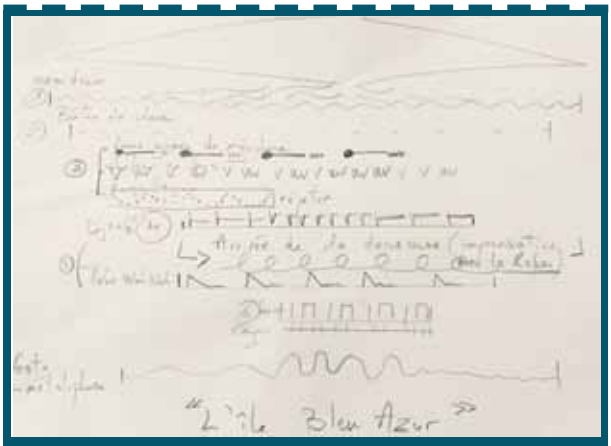


Figure 8 : Partition collective de l'Ile Bleu Azur.

Le rôle de l'enseignant consiste à stimuler l'écoute et la curiosité des enfants par la présence accrue d'exercices d'improvisation, d'expression, de travail corporel, afin de développer leur jugement esthétique. De cette manière, les enfants pourront apprendre d'eux-mêmes, en procédant par tatônnement tout en essayant de résoudre les divers problèmes rencontrés dans leur démarche artistique.

Figure 9 : Concert des enfants devant Philippe Sero-Guillaume au Ceop.

Finalement, notre démarche pourrait s'inscrire dans un processus de « recherche-création » défini par Gosselin notamment.[18] Les travaux réalisés dans ce sens par Grazia Giacco et le GREAM (Groupe de recherches expérimentales sur l'acte musical) à Strasbourg nous intéresse tout particulièrement.[19]

4. Le rôle essentiel des comptines

L'importance des comptines, pendant les premières années de l'enfance est fondamentale. Nous pouvons affirmer qu'elles soutiennent la communication préverbale de tout petit. Trevarthen et Malloch (2009) ont développé le concept de musicalité communicative afin de décrire la capacité du tout petit à communiquer avec les autres.[20] Ces chercheurs ont montré que les bébés étaient capables très précocement de s'impliquer dans des échanges sociaux et d'avoir une influence sur eux. Nous avons également vu que le motherese participait à la construction de la communication mère-enfant. Lors de ces échanges, la communication est polysensorielle : le regard, les mouvements du corps et la voix sont corrélées. Déjà, l'implication du corps tout entier nous renseigne sur les émotions, au niveau de sa tonicité ou de son relâchement (tension/détente). La conception du danseur et chorégraphe Rudolph Laban développée dans les années 1950 pose les bases du rôle de l'expression corporelle.[21] Il énonce quatre facteurs constitutifs du mouvement : le poids, le flux, l'espace et le temps. Il ajoute la notion essentielle de l'« effort » qui désigne « les impulsions intérieures dans lesquelles le mouvement prend son origine ».[22] Selon lui, ces éléments sont « les clefs permettant de comprendre ce qu'on pourrait appeler l'alphabet du langage du mouvement ».[23] Tous ces éléments sont déjà présents chez le nouveau-né. De plus, selon l'âge et le comportement de son enfant, la mère adaptera son chant. Anne Delavenne et collaborateurs (2013) ont mis en évidence cela en demandant aux mères de chanter la même chanson à deux moments différents : au 3 mois puis au 6 mois de leur enfant. Une analyse acoustique a permis de montrer que les mères avaient un chant beaucoup plus marqué au 6 mois de leur petit. Ce qui suggère que les mères devaient ajuster leur chant en fonction du développement de leur enfant de manière intuitive. Ces études sont corroborées par les recherches de Sandra E. Trehub : « Les nourrissons sont sensibles aux modèles de sons perçus par les adultes comme « musicaux », tels le contour d'une mélodie et les intervalles les plus bas d'une série harmonique comme la quinte juste ; ils peuvent aussi reconnaître des séquences de sons dans diverses transpositions et divers tempos. On connaît bien leur sensibilité à la mélodie sous forme de berceuse (Trehub & Trainor, 1998)[24] ».

Les comptines s'inscrivent dans notre patrimoine culturel. La plupart sont très anciennes. La forme de la comptine est multiple, cependant nous pouvons dire qu'elle est souvent divisée en couplets séparés d'un refrain. Elle prépare l'enfant à recevoir les principales composantes du langage, à savoir le rythme et l'intonation. La comptine est un moyen simple pour réguler les émotions des bébés. Leur but est manifestement ludique, car elles sont source de plaisir partagé. L'aspect rythmé des comptines et leur répétition permet aux bébés de développer des capacités attentionnelles ainsi que des capacités d'anticipation, car la familiarité des chansons entendues va lui permettre de prédire la suite des évènements (Stern, 1989).[25]

Pour un bébé sourd, comme chez un bébé normo-entendant, les comptines vont éveiller son intérêt pour le monde sonore et donner du sens à son environnement. Après la mise en place d'un appareillage adapté le plus tôt possible, le bébé sourd pourra développer les mêmes types de compétences grâce à l'apport de la comptine notamment. Elle va l'accompagner tout au long de son développement psycho-affectif et favorisera son développement linguistique. Multimodale, la comptine fait intervenir l'audition, la vision et la motricité. Elle contribue à la structuration du temps, de l'énergie et de l'espace. C'est grâce à cela, que pourront se construire la langue et la pensée. La comptine permettra aussi d'établir des liens avec l'analyse des éléments pertinents de la voix et de la parole, le travail d'articulation et de conscience phonologique. Tous ces liens se feront harmonieusement grâce au soutien essentiel de sa famille.

Ainsi, de par les échanges relationnels ludiques et dynamiques entre le bébé sourd et son entourage, la comptine offrira au bébé la possibilité de combiner « des perceptions auditivo-verbales, des perceptions kinesthésiques, multisensorielles et somesthésiques. »[26]

18. GOSSELIN Pierre & LE COGUIEC Éric, *La recherche création : Pour une compréhension de la recherche en pratique artistique*, Québec, Presses de l'Université du Québec, 2006.
19. GIACCO Grazia et LORANT Sonia, « Pour une didactique de la création artistique : Axes, projets, bilan (2014-2016) », *Le Ragioni di Erasmus-Revue en ligne de l'Université de Roma 3*, Roma TrE-Press, 2017, p. 153-168.
20. TREVARTHEN Colwyn et MALLOCK Stephen, « Musicality: Communicating the vitality and interests of life », *Communicative musicality: Exploring the basis of human companionship*, New York, Oxford University Press, 2009, p.1-11.
21. LABAN Rudolph, *La maîtrise du mouvement*, Arles, Acte Sud, 1994.
22. *Ibid.*, p. 49
23. *Ibid.*, p. 152.
24. TREHUB Sandra & TRAINOR Laurel, « Singing to infants: Lullabies and play songs », *Advances in Infancy Research*. Vol. 12, 1998, p. 43-77.
25. STERN Daniel, *Le monde interpersonnel du nourrisson, op. cit.*
26. DELAROCHE Monique, *op. cit.*, p. 31.

Au niveau pédagogique, l'utilisation de la voix associée aux gestes permet d'aborder une réflexion intéressante menée par Grazia Giacco (2016) à propos du processus de création autour de la notion de geste visuel, sonore et tactile.[27] Il s'agit ici de repenser la place de la voix, « La voix n'est pas uniquement une voix chantée : un lien profond l'unit au corps, une voix qui grâce à l'expression gestuelle, corporelle, peut être exploitée dans toutes ses possibilités paramétriques, sonores-quantitatives et qualitatives. »[28] Par rapport à la surdité, cette problématique prend tout son sens. Le « Moi-Peau » développé par Didier Anzieu (1985)[29] et rappelé par Grazia Giacco, constitue un concept psychanalytique majeur, replaçant le corps au centre de toutes les attentions. Il explique comment se construit le sentiment d'existence, d'identité du bébé, ce sentiment d'être « une personne unifiée » pour Anzieu. Ce dernier s'inspirera notamment des travaux de l'éthologue Lorenz sur « l'empreinte »[30,31] et des travaux du pédo-psychiatre Winnicott à travers la notion de holding.[32]

C'est pourquoi les gestes maternels, réalisés au moment des soins du tout petit mais aussi au moment des échanges vocaux-gestués des comptines, correspondent aux premiers messages d'une communication pré-verbale précoce essentielle. Dès lors, la place du corps, central dans les méthodes actives musicales exposées tout au long de ce chapitre, devient un concept clef dans l'élaboration d'une pédagogie musicale auprès des enfants sourds.

5. Création d'un « Jardin des Sons »

Depuis quelques années, nous animons également deux ateliers musicaux hebdomadaires au CHU de Dijon à destination des enfants et des adultes sourds implantés. Ce qui a donné naissance à une réflexion autour de leur perception. Nous avons alors élaboré avec Frédéric Voisin, Emmanuel Bigand et Philippe Lalitte au LEAD (Laboratoire d'Étude des Apprentissages et du Développement) un projet de recherche nommé « Jardin des sons », en utilisant les mêmes textures présentes dans notre première expérimentation, afin de créer un espace sonore ludique où les enfants sourds se déplaceraient munis de capteurs sensoriels. Selon leurs déplacements, cela pourrait nous renseigner sur leurs préférences, ce qu'ils perçoivent le mieux, etc.

Figure 10 : Salle d'interaction Musique-Geste LEAD.

Ce dispositif de sonification musicale du mouvement nous a permis d'amener les enfants sourds implantés à explorer le plus grand nombre de dimensions du son et de la musique avec une participation active de l'ensemble du corps et par la même occasion d'explorer leurs propres capacités auditives.

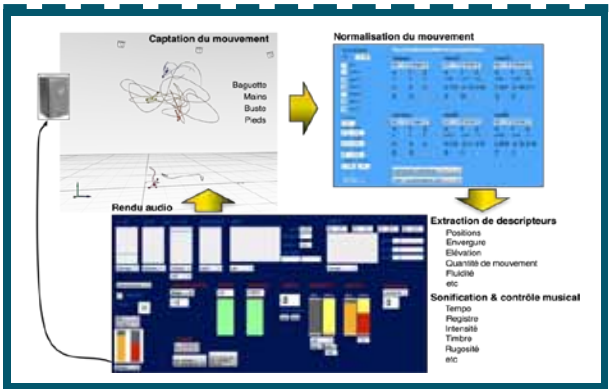


Figure 11 : Schéma général de l'interface musicale.

Neuf modules d'exploration sonore et musicale ont été conçus :

- Audiométrie active : *Les fils sonores, La pêche aux mots, La chasse au trésor*.
- Exploration du son musical : *Jeu de la statue, Jeu avec deux dimensions sonores, Jeu avec plusieurs dimensions sonores*.
- Explorations polyphoniques : *Mimer c'est jouer, Mix et remix, Danse avec les voix*.

Figure 12 : Expérimentation des enfants sourds implantés au LEAD.

27. GIACCO Grazia, « Geste et voix, entre corps et souffle : pour une didactique de la création artistique », *Revue Recherche en éducation musicale*, n° 33, Juillet 2016, p. 63-89.
28. *Ibid.*, p. 72.
29. ANZIEU Didier, *Le Moi-peau*, Paris, Dunod, 1985.
30. LORENZ Konrad, *Evolution et modification du comportement*, éd. Payot & Rivages, 2007.
31. LAMBERT Nelle et LOTSTRA Françoise, « L'attachement. De Konrad Lorenz à Larry Young : de l'éthologie à la neurobiologie », *Cahiers critiques de thérapie familiale et de pratiques de réseaux*, Vol. 35, n°2, 2005, p. 83-97.
32. WINNICOTT Donald Woods, « La théorie de la relation parents-nourisson », in *De la pédiatrie à la psychanalyse*, Paris, Payot, 1969, p. 61

Ils ont été expérimenté par nos élèves à plusieurs reprises. Ces modules comportent tous des niveaux de difficultés progressifs, en relation direct avec leurs capacités psychomotrices Voici une présentation détaillée de l'avancement de ce projet en cours de finalisation.

5.1. Audiométrie active

- **Les fils sonores virtuels** : Au moyen d'une baguette, l'enfant tire l'un après l'autre différents fils virtuels qui représentent des fréquences fixes dont l'intensité décroit lorsqu'il traverse la salle jusqu'à devenir inaudible. Dans une première phase, pour chaque fil (fréquence), l'enfant marque le sol de sa baguette lorsqu'il arrive au bout du fil, c'est à dire lorsqu'il ne l'entend plus. Dans une seconde phase, l'enfant doit retrouver chacun des bouts de fil en partant du silence cette fois-ci.

  Notre objectif principal étant de familiariser l'enfant avec la sonification de l'espace. Nous cherchons à évaluer le seuil de perception tonale de l'enfant.
- **La pêche aux mots** : A l'aide d'une baguette, l'enfant recherche des puits virtuels d'où émergent des voix à peine audibles : plus la baguette est proche du sol, plus on entend les voix. A chacun des puits qu'il trouve, l'enfant en extrait tous les mots, en les répétant un à un : à chaque extraction, l'intensité des mots diminue de 4 dB. Lorsque le puit est vide, les mots étant devenus inaudibles, l'enfant recherche le puit suivant.

  L'objectif est d'évaluer leur seuil de perception et leur seuil d'intelligibilité vocale.
- **La chasse aux trésors** : L'enfant effectue un jeu de piste dans la salle. Des coups de baguette déclenchent l'énonciation vocale de consignes qu'il doit suivre. L'enfant est amené à parcourir six « scènes auditives » typiques (par exemple : la rue, la cantine, la cours de récréation, la mer) associées à six zones différentes dans la salle. La hauteur de la baguette détermine le rapport signal bruit de la consigne vocale (voix/scène auditive).

5.2. Exploration du son musical

- **Le jeu de la Statue** : L'enfant accompagne la musique en bougeant et en se déplaçant comme il veut. Lorsque la musique s'interrompt, l'enfant doit rester immobile. Lorsqu'elle reprend, l'enfant peut recommencer à bouger. A chaque reprise, l'intensité de la musique diminue de 4 à 6 dB.

  Dans une première phase, les arrêts sont automatisés, aléatoires ou structuraux (prédictibles). Dans une deuxième phase, c'est l'enfant qui décide de l'arrêt et du recommencement de la musique.

  L'objectif consiste à évaluer leurs seuils de perception avec des sons musicaux.
- **Jeu avec deux dimension sonores** : Explorer les dimensions du son et de la musique par les mouvements du corps et les déplacements dans l'espace qui font varier deux dimensions musicales à fois, notamment le tempo de la musique et le registre des instruments.

  L'objectif est d'apprendre aux enfants à interagir avec la musique par le mouvement et la position dans l'espace.
- **Jeu des effets musicaux** : Explorer différents effets musicaux par les mouvements plus précis des mains, outre les positions dans l'espace : tempo, registre, mais aussi intensité, consonances, dissonances, rugosité, réverbération... L'espace est exploité dans ses 3 dimensions.

  Notre objectif consiste à aider l'enfant à se familiariser avec la diversité des dimensions et qualités musicales en apprenant à contrôler ses gestes.

5.3. Exploration polyphonique

- **Mimer c'est jouer** : Lorsque l'enfant mime un instrument (violon, trombone, flûte traversière, batterie), il s'entend en jouer comme s'il avait déjà commencé à apprendre à en jouer... A différentes positions dans l'espace correspondent différents styles de musique. Il s'agit ici de familiariser l'enfant au contrôle du phrasé et à l'expressivité musicale par le geste.
- **Mix et Remix** : L'enfant se tient debout au milieu de la salle. Des « fenêtres » invisibles que l'on peut ouvrir ou fermer plus ou moins, sont disposées ici et là autour de lui. Elles permettent d'entendre ou d'atténuer différentes parties qui constituent une musique polyphonique. L'idée est que les enfants se familiarisent avec les différentes parties d'une musique polyphonique.
- **Danse avec les voix** : Avec l'ensemble de son corps, l'enfant active, avec plus ou moins d'intensité, les différentes parties polyphoniques associées aux différentes parties de son corps. La musique s'arrête lorsque l'enfant ne bouge plus et reprend lorsqu'il bouge. Il peut changer de style de musique en frappant dans ses mains.

  L'objectif principal est de permettre à l'enfant de développer la coordination et l'indépendance de différentes parties de son corps (membres, torse) en relation avec la musique entendue.

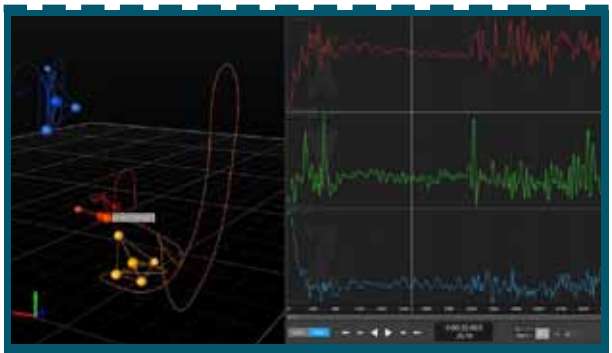


Figure 13 : Visualisation du mouvement d'un enfant sourd implanté.

3. Reconnaissance des textures musicales par l'enfant sourd implanté

1. Méthode

1.1. Participants

1.1.1. Le groupe expérimental

Cette étude a été menée auprès de 50 enfants dont 26 enfants sourds implantés, scolarisés au CEOP (Centre Expérimental Orthophonique et Pédagogique) à Paris, et auprès de 24 enfants normaux-entendants scolarisés à Chamboeuf en Côte d'Or. Les enfants sont âgés de 6 à 12 ans répartis en deux groupes distincts.
Le groupe expérimental est composé de 26 enfants sourds dont 13 garçons et 13 filles. Tous présentent une surdité congénitale profonde, sauf un, ayant une surdité moyenne limite sévère. Les enfants sont répartis en primaire du CP au CM2. 14 enfants portent un implant cochléaire et une prothèse controlatérale, 12 sont bi-implantés. 18 enfants ont été implantés avant l'âge de 2 ans (implantation prélinguale). Ils ont tous bénéficié d'une éducation auditive dès leur plus jeune âge dispensée par des orthophonistes. Les enfants de ce groupe ont suivi au moins un an des séances de musique hebdomadaire avec un professeur spécialisée pour enfants sourds et musicienne, pour les plus jeunes, et 5 ans pour les plus âgés.
Le projet de cet établissement est bilingue : apprentissage de la langue des signes française (L.S.F.) et développement de la langue orale française accompagnée du langage parlé complété (L.P.C.).

1.1.2. Le groupe contrôle

Ce groupe est composé de 22 enfants normo-entendants (11 garçons et 11 filles), âgés de 6 à 12 ans, scolarisés en primaire du CP au CM2, tout comme le groupe expérimental. A la discrétion des professeurs des écoles et en accord avec les programmes de l'éducation nationale, les enfants pouvaient bénéficier d'un temps musical de 45mn à 1h30 par semaine.

1.2. Matériel

L'expérience a été réalisée sur un ordinateur portable muni de haut parleurs de très bonne qualité au sein des deux établissements différents : au CEOP ainsi qu'à l'école élémentaire de Chamboeuf. Les fichiers audio sont de qualité 44 100 Hz, 16 bit, extraits de CD commercialisés. Le programme est réalisé avec Max MSP tournant avec Max Runtime.[1]

1.2.1. Matériel musical

Nous avons utilisé 24 extraits de musique contemporaine en sélectionnant 6 extraits pour chaque texture : la texture aérée, dense, lisse et pulsée. Voici la liste des oeuvres utilisées pour différencier les différents types de textures : 24 extraits (20 sec. ± 1).

- Concernant les extraits ayant des textures aérées :

1. Péter Eötvös (1944 - en vie), compositeur et chef d'orchestre hongrois, *Chinese Opera* pour ensemble (1986), extrait au début du morceau.
2. Morton Feldman (1926-1987), compositeur américain, *Piano and orchestra* (1975) extrait à 1'17 minute.
3. Helmut Lachenmann (1935- en vie), compositeur allemand, *Mouvement (- vor der Erstarrung)* pour ensemble (1984) extrait du début du morceau.
4. Helmut Lachenmann (1935 - en vie), compositeur allemand, *Schwankungen am Rand* pour cuivres et cordes (1975) extrait à 1'05 minute.
5. Karlheinz Stockhausen (1928 - 2007), compositeur allemand, *Gruppen for three orchestras* (1955) extrait à 8'38 minutes.
6. Tõru Takemitsu (1930 - 1996), compositeur japonais, *Tree lines* (1988) extrait du début du morceau.

- Concernant les extraits ayant des textures lisses :

1. Péter Eötvös (1944 - en vie), compositeur et chef d'orchestre Hongrois, *Chinese Opera* pour ensemble (1986), extrait à 4'33.
2. Gerard Grisey (1946-1998), compositeur français, *Partiels* pour dix-huit musiciens (1975) extrait à 6'05 minutes.
3. Georg Friedrich Haas (1953- en vie), compositeur autrichien, *Wer, wenn ich schriee, hörte mich*, pour percussions et ensemble (1999), extrait à 1'08 minute.
4. György Ligeti (1923-2006), compositeur hongrois naturalisé autrichien, *Lontano* pour grand orchestre (1967) extrait à 19 seconde.
5. Tristan Murail (1947-en vie), compositeur français, *Le lac* pour grand ensemble (2001) extrait à 5'06 minutes.
6. Roger Reynolds (1934- en vie), compositeur Américain, *Symphony [Myths]* pour orchestre (1990) extrait à 2'55 minutes.

- Concernant les extraits ayant des textures denses :

1. Hugues Dufourt (1943-en vie), compositeur français, *Le Déluge d'après Poussin* pour orchestre (2001) extrait à 28'45 minutes.
2. Pascal Dusapin (1955- en vie) compositeur français, *Extenso solo n° 2* pour orchestre (1994) extrait à 4'55 minutes.
3. Tristan Murail (1947-en vie), compositeur français, *Le lac* pour grand ensemble (2001) extrait à 18'36 minutes.
4. Roger Reynolds, (1934- en vie), compositeur américain, *Symphony [Myths]* pour orchestre (1990) extrait à 20 seconde.
5. Giacinto Scelsi (1905-1988), compositeur italien, *Konx-Om-Pax* pour grand orchestre, choeur et orgue (1969) extrait à 3'38 minutes.
6. Iannis Xenakis (1922-2001), compositeur grec, *Tracées* pour 94 musiciens (1987) extrait à 30 secondes.

- Concernant les extraits ayant des textures pulsées :

1. Pierre Boulez (1925-2016), compositeur français, *Éclat/Multiples* pour orchestre (1970) extrait au début du morceau.
2. Pierre Boulez (1925-2016), compositeur français, *Répons* pour six solistes, ensemble de chambre, sons électroniques et électronique en direct (1982) extrait au début du morceau.

1. Site internet du marchand du logiciel : https://cycling74.com/downloads/#.VzxxgPmLSM8, consulté le 15 mai 2017.

3. Pierre Boulez (1925-2016), compositeur français, *Rituel in memoriam Bruno Maderna* pour orchestre en huit groupes (1974-1975) extrait à 3'02 minutes.
4. Peter Eötvös (1944 – en vie), compositeur et chef d'orchestre hongrois, *Chinese Opera* pour ensemble (1986) extrait à 58 secondes.
5. Georg Friedrich Haas (1953- en vie), compositeur autrichien, *Wer, wenn ich schriee, hörte mich*, pour percussions et ensemble (1999), extrait à 7'31 minutes.
6. György Ligeti (1923-2006) compositeur hongrois naturalisé autrichien, *Kammerkonzert* pour treize instrumentistes (1970) extrait à 1'24 minute.

Liste des 24 extraits (20 sec. + 1) :

	Aérés		Denses
1	A_Eotvos_Chine_Opera_0.wav	7	D_Dufour_Deluge_1707.wav
2	A_Feldman_Piano_77.wav	8	D_Dusapin_Extenso_273.wav
3	A_Lachenmann_Mouvement_0.wav	9	D_Murail_Lac_1102.wav (new)
4	A_Lachenmann_Schwankungen_65.wav	10	D_Reynolds_Myths1_20.wav
5	A_Stockhausen_Gruppen_523.wav	11	D_Scelsi_Konx_Om_Pax1_218.wav
6	A_Takemitsu_Tree_Line_0.wav	12	D_Xenakis_Tracees_30.wav
	Lisses		Pulsés
13	L_Eotvos_Chinese_Opera1_260.wav	19	P_Boulez_Multiples_00.wav
14	L_Grisey_Partiels_365.wav	20	P_Boulez_Repons1_0.wav
15	L_Haas_Wer_68.wav	21	P_Boulez_Rituel_182.wav
16	L_Ligeti_Lontano_19.wav	22	P_Eotvos_Chinese_Opera1_58.wav
17	L_Murail_Lac_306.wav	23	P_Haas_Wer_447.wav
18	L_Reynolds_Myths1_175.wav (new)	24	P_Ligeti_Chamber_Concerto3_84.wav

Figure 1 : Abréviations : P (pulsé), A (aéré), D (dense), L (lisse) et le nom de fichier : La qualité de texture, le nom du compositeur, le nom abrégé de l'oeuvre avec éventuellement le numéro de mouvement et un chiffre indiquant la position de l'extrait - en secondes - dans le fichier original. Ex. P_Boulez_Rituel_182.wav

Nous avons sélectionné ces quatre types de textures en nous interrogeant sur l'effet qu'elles pourraient produire et si ces effets pourraient conditionnés un classement pertinent.

C'est pourquoi la texture que nous qualifions de « lisse » suggère une atmosphère paisible et éthérée, avec un spectre harmonique plutôt réduit, avec peu d'éléments rythmiques, sur des longues tenues renvoyant à un certain immobilisme. Nous n'avons pas réellement de contrastes ou de changements bruts entre les sons.

La texture aérée nous plonge dans un espace intemporel dicté par des sons de façon aléatoire.

La présence des silences est caractéristique de cette texture. Celle-ci est très fragmentée avec des effets de spatialisation, le plus souvent avec un mode de jeux bruités et des rythmes apériodiques

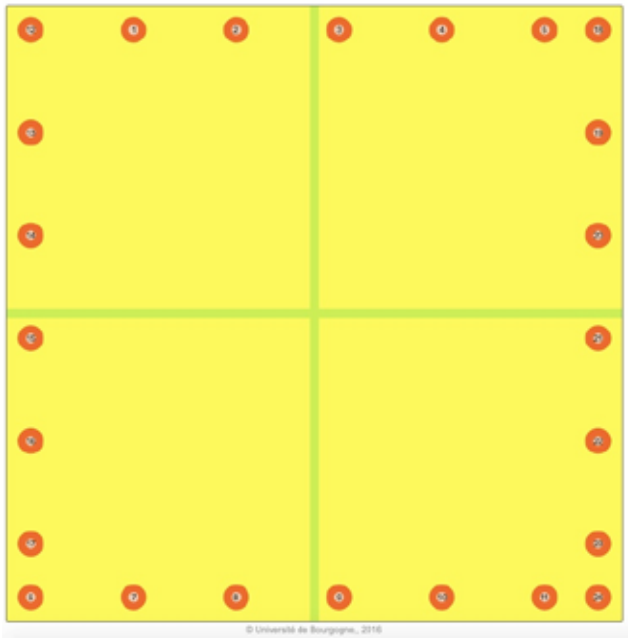
La texture dense se caractérise par un tissu orchestral complexe où toutes les familles d'instruments sont représentées. Les dissonances sensorielles pourront être perçues comme étant rugueuses d'une part parce que le nombre de lignes musicales est multiple, d'autre part car les rapports d'intervalles et les timbres utilisés confèrent un mode de jeu plutôt bruité. L'enveloppe spectrale sera le plus souvent tendue, acérée.

Quant à la texture pulsée, des éléments rythmiques périodiques la caractérisent, avec un ambitus large. Les sons se superposent, s'ajoutent. Il émerge des lignes mélodiques bien spécifiques conférant à une ambiance chaotique.

1.3. Procédure

La capture d'écran ci-dessous correspond à l'image du logiciel Max MSP à son ouverture avant que le sujet commence l'expérience.

A droite, nous pouvons voir les consignes qui ont été données à nos sujets, consignes que nous lisions avec eux en leur donnant des explications complémentaires si besoin. Ainsi, nous pouvons voir 24 pastilles entourées d'un rond rouge orangé réparties en bordure du carré jaune. Ce carré jaune est divisé en quatre parties égales.



24 extraits de musique d'orchestre sont représentés à l'écran au moyen d'une pastille ronde et orange.

• Pour écouter un extrait, clique une fois sur une pastille.
Pendant que la pastille disparait, l'extrait ne peut pas être interrompu ;

• Dès qu'elle réapparait en rouge foncé, tu peux interrompre l'extrait en cliquant sur la pastille (ou toute autre) ;

• Lorsqu'une pastille est orange ou rouge, tu peux la déplacer à n'importe quelle place dans le carré jaune : maintiens le clic enfoncé en son centre tout en la déplaçant ;

• Tu dois écouter tous les extraits au moins une fois en entier !

L'objectif est de regrouper les pastilles dont les musiques se ressemblent.
Tu peux faire autant de groupes que tu le souhaites et chaque groupe peut comporter autant d'extraits que tu veux.
Les groupes doivent être clairement séparés dans l'espace et ne pas se chevaucher.

Figure 2 : Capture d'écran d'une passation finalisée avec un enfant avec l'explication donnée oralement accompagnée ou pas de LPC (Langage Parlé Complété) ou proposée en Langue des Signes Française (L.S.F.).

Les pastilles sont toutes numérotées de 1 à 24. Chaque pastille correspond à un extrait de musique contemporaine d'environ 20 secondes (cf matériel musical en amont). Il est important de préciser qu'à chaque ouverture du logiciel, les extraits musicaux sont associés de manière aléatoire aux différentes pastilles, de façon à ce que la pastille n°1, par exemple, ne correspond pas toujours au même extrait, etc. Ceci afin de pouvoir écarter un biais d'ordre entre les extraits musicaux et le numéro des pastilles.

Chaque sujet devait cliquer sur la pastille de son choix pour démarrer l'expérimentation :

l'extrait correspondant, présenté de manière aléatoire pour chaque sujet, pouvait être arrêté au bout de 10 secondes d'écoute. Les sujets pouvaient réécouter plusieurs fois les extraits à tout moment quand ils en ressentaient le besoin, afin de réaliser la tâche demandée le mieux possible et d'être sûr de leur classement. Au fur et à mesure de leur écoute, les participants devaient déplacer les pastilles afin de former des groupes. Ils pouvaient faire un nombre de groupes à leur convenance, et chaque groupe pouvait contenir autant d'extraits qu'ils le souhaitaient. Les résultats d'un sujet à l'autre se sont avérés être relativement différents en terme de groupement notamment.

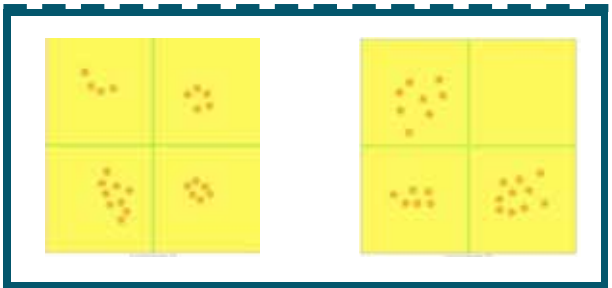


Figure 3 : Exemples de classements réalisés par deux enfants sourds implantés du groupe expérimental.

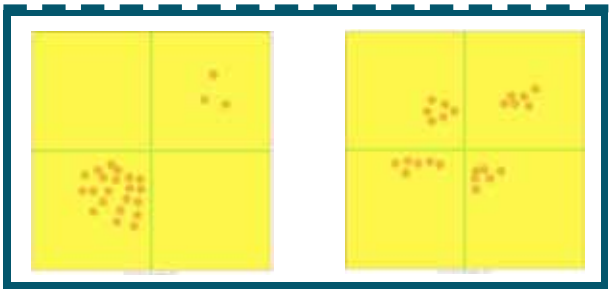


Figure 4 : Exemples de classements réalisés par deux enfants normo-entendants du groupe contrôle.

Nous avons rencontré des classements divers : le nombre de groupes pouvant varier entre 2 et 9 selon les sujets. Bien que le plus grand nombre ait réalisé 4 groupes distincts.

Après avoir finalisé l'expérimentation, nous demandions aux sujets d'exprimer leurs ressentis. Concernant les enfants sourds, la plupart ont eu besoin de commenter leurs actions et d'exprimer leurs émotions spontanément : « Cette musique me fait penser aux méchants dans *Star Wars* » (Aydane, 8 ans) ou encore « J'imagine être en haut de cette colline où tout est calme et paisible » (Anaïs, 12 ans). La plupart des enfants sourds ont eu besoin d'associer à leur écoute une information visuelle ou une émotion. La question est de savoir si c'est la musique contemporaine qui suscite ce type de lien ou bien plus précisément la texture. Nous verrons dans nos résultats et dans notre discussion si nous aurons des éléments de réponses à cette question. Nous avons pu collecter un grand nombre de réponses selon les sujets : 49 chez les enfants et 30 chez les adultes. Nous détaillerons dans un second temps cette dernière population.

Nous avons émis l'hypothèse que la musique contemporaine serait plus porteuse de sens et d'émotions pour les enfants sourds que la musique « tonale ».

2. Résultats

2.1. Le groupe expérimental

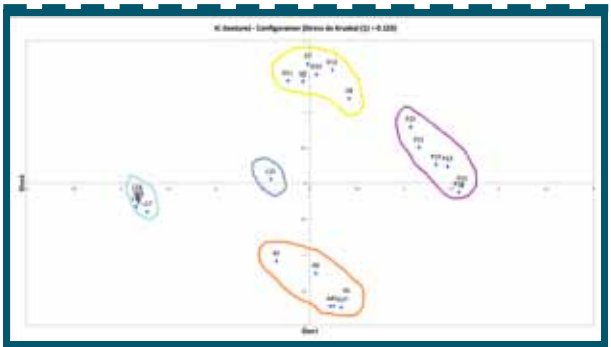


Figure 5 : MDS des enfants sourds implantés (cooccurrence)

Pour analyser les résultats, nous avons utilisé la méthode de *Multidimensional scaling* (MDS) afin de pouvoir visualiser les similarités dans les données. Deux méthodes de MDS ont été utilisées :

la première se base sur un algorithme qui calcule les distances entre les pastilles et la deuxième se base sur une matrice de cooccurrence relevée manuellement. Il nous est apparu nécessaire de vérifier l'efficience de l'algorithme avec cette seconde analyse.

La MDS est une méthode couramment employée dans les études sur les émotions notamment. Nous pensons à l'étude d'Emmanuel Bigand et collaborateurs, Multidimensional scaling of emotional responses to music : *the effects of musical expertise and of the duration of the excerpts* (2005).[2]

Pour commencer, nous constatons un classement remarquable chez ces enfants que ce soit avec la MDS à partir de données relevées à la main (fig. 4) et la MDS réalisée à partir de l'algorithme de calcul des distances (fig. 116). Les différentes textures entendues sont très bien discriminées et classées. Que ce soit dans la MDS relevée à la main ou celle réalisée à partir de l'algorithme de calcul des distances, les textures denses sont bien opposées aux textures aérées sur l'axe 2. Les textures lisses sont opposées aux pulsées sur l'axe 1. Dans la MDS relevée à la main seul un extrait est isolé (L15 *Wer* de Haas) et dans celle produite à partir de l'algorithme, nous remarquons que seul D10 (Reynolds *Myths*) est isolé. Cette différence provient de la façon de calculer les MDS, c'est un artefact des méthodes.

Sur la MDS (figure 4), les textures lisses sont les mieux regroupées, à part l'extrait L15 (Wer de Haas) qui est éloignée de toutes les textures représentées. Concernant les textures aérées, les extraits A1-A3-A4-A5 sont parfaitement classés (*Chinese Opera* d'Eotvös, les Lachenmann et Gruppen de Stockhausen). *Piano and orchestra*

2. BIGAND Emmanuel, VIEILLARD Sandrine, MADURELL François, MAROZEAU Jeremy, DACQUET Alice, « Multidimensional scaling of emotional responses to music: the effects of musical expertise and of the duration of the excerpts », *Cognition and Emotion*, Vol. 19, n°8, 2005, p. 1113-1139.

de Feldman (A2) apparaît légèrement plus distant des autres, tout comme *Tree Lines* de Takemitsu (A6), mais dans un degré moindre. Les textures denses sont fort bien regroupées également. Cependant, l'extrait D8 se détache très légèrement des autres : *Extenso* de Dusapin. Quant aux textures pulsées, très bien groupées, *Repons* de Boulez semble se rapprocher des extraits denses.

Si nous comparons ces mêmes réponses avec la MDS ci-dessous (calcul mathématique des distances entre chaque pastille), nous pouvons remarquer 4 groupes distincts également. Néanmoins, avec cette MDS, dans les textures denses, l'extrait D10, Myths de Reynolds se détache significativement du groupe.

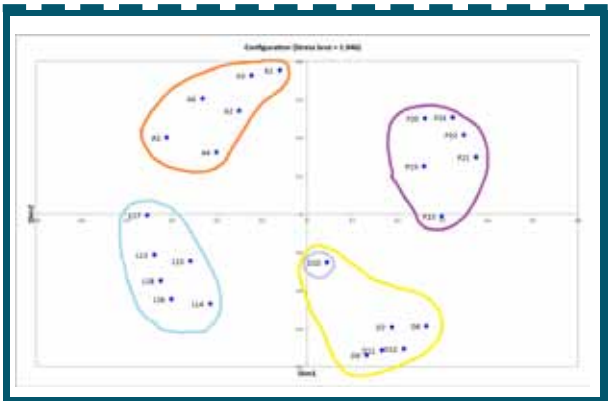


Figure 6 : MDS des enfants sourds implantés (à partir d'un algorithme de calcul des distances entre chaque pastille).

Au vu de tous ces résultats, nous pouvons affirmer que les enfants sourds implantés sont tout à fait capables de différencier des textures à partir de musiques contemporaines.

Nous avons proposé cette expérimentation auprès d'enfants normo-entendants qui constituent notre groupe contrôle. Nous supposons que ces derniers seront encore plus performants pour classer ces textures.

2.2. Le groupe contrôle

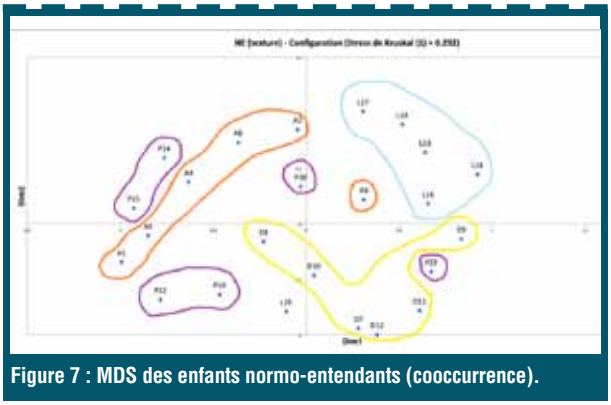


Figure 7 : MDS des enfants normo-entendants (cooccurrence).

La MDS (fig. 6) nous montre une classification étonnamment beaucoup moins nette que celle des enfants sourds IC.

Nous pouvons remarquer que les extraits ayant une texture lisse sont les mieux classés tout comme chez les enfants sourds, avec *Wer* de Haas (L15) qui se retrouve également isolé. Ici, il est classé entre des textures denses et pulsées. Les impulsions apériodiques et le registre grave propre à cet extrait semblent avoir déstabiliser les enfants. Les textures pulsées sont quant à elles éclatées, tantôt au milieu des aérées, tantôt proches des denses. *Rituels* de Boulez (P21) cohabite près du *Concerto de chambre* de Ligeti (P24) tout près des textures aérées. *Repons* de Boulez (P20) est au carrefour de deux textures aérées (A2, *Piano and orchestra* de Feldman et A3, *Mouvement* de Lachenmann) et d'une texture dense (D8, *Extenso* de Dusapin).

Le groupement des textures denses est plus cohérent, même si l'extrait P23 est classé parmi elles (Wer de Haas pulsée). Pour essayer de comprendre la confusion entre les textures que l'on a pu constater chez les enfants normo-entendants, nous avons réécouté attentivement les stimuli. Il s'avère que sur l'axe horizontale, les enfants ont regroupé à gauche des extraits avec des attaques rapides (beaucoup de sons de percussions) et à droite des extraits avec sons aigus ayant des attaques lentes. Sur l'axe vertical, il semble que les enfants aient fait leur regroupement sur la base de la brillance du timbre et sur la dissonance. Les extraits les plus en haut ont tendance à avoir un timbre plus clair et contenant moins de dissonances, alors que ceux placés en bas, sont plus sombres et plus dissonants.

Tous ces résultats chez les enfants nous conduisent à nous intéresser aux résultats chez les adultes NE musiciens vs non musiciens.

2.3. Participants adultes

Cette expérimentation a été menée par une étudiante en musicologie dans le cadre de son mémoire de master 1.[3] Chloé Beyrand a utilisé notre corpus musical, afin de les corréler aux émotions.

Pour cette expérience, elle a sélectionné 30 sujets : 15 musiciens et 15 non musiciens, le nombre de femmes et d'hommes étant sensiblement le même et tous ses sujets ont entre 20 et 40 ans.

Nous entendons par « musicien », un sujet ayant effectué au moins 6 années de pratique et de formation musicale encadrées par des professionnels (conservatoire, école de musique). Concernant nos sujets non musiciens, ils devaient ne jamais avoir reçu de formation musicale par un professionnel ni être un musicien autodidacte.

2.3.1. Résultats

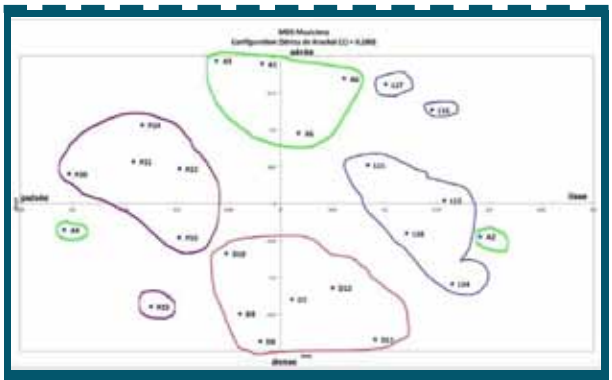


Figure 8 : MDS des adultes normo-entendants musiciens (à partir d'un algorithme de calcul des distances entre chaque pastille).

3. BEYRAND Chloé, « Comment sont véhiculées les émotions dans la texture de la musique contemporaine? », Mémoire de Master 1 sous la direction de Philippe Lalitte, 2016.

Figure 9 : MDS des adultes normo-entendants non-musiciens (à partir d'un algorithme de calcul des distances entre chaque pastille).

Chez les musiciens, nous pouvons constater un bon classement des différentes textures, un classement cohérent (cf. groupements de couleurs).

Chez les non-musiciens, les résultats sont moins bons. Ils classent bien les textures pulsées et denses alors que le classement des textures aérées et lisses n'est pas réussi. Nous pouvons rapprocher ces résultats avec ceux des enfants normo-entendants.

Nous remarquons que ce sont les extraits correspondants à la texture dense qui ont étécorrectement perçus par les deux groupes de participants. De même, mais de façon moindre, la texture pulsée a plutôt bien été reconnue par les deux groupes, par contre, aucun des deux groupes n'ont intégré l'extrait P23 (*Wer wenn ich schriee* de Friedrich Haas) dans une texture significative pour eux, ce qui pourrait expliquer son isolement. La texture aérée n'a pas toujours été bien perçue, certains extraits sont assez dispersés, surtout chez les non musiciens. De la même manière, la texture lisse n'a pas toujours été bien perçue, surtout les extrait L16 (*Lontano* de György Ligeti) et L17 (*Le lac* de Tristan Murail) qui ont plutôt été regroupés avec les extraits correspondants à la texture aérée.

Au vu de l'ensemble de ces résultats, nous avons entrepris une autre expérimentation avec les enfants où il s'agissait de classer des extraits musicaux en fonction de leur contenu émotionnel : la gaieté, la colère, la sérénité et la tristesse.

Notre principale hypothèse serait de voir si les enfants normo-entendants seraient meilleurs dans cette tâche, puisque nous avons utilisés des musiques tonales cette fois-ci. Est-ce que les enfants sourds implantés seront tout aussi performants également ? Sachant que la perception de la hauteur est plutôt déficitaire, même avec un implant cochléaire.

dyapason

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

2016
- Plateforme partage

2017
- e-learning
- ISO 9001

2018
- Plateforme qualité
- Déploiement ISO 9001

2019
- Chroniques Dyapason
- Plateforme patients
- Plateforme Chat

Un réseau national ouvert à tous.

J'ADHÈRE

Vincent GÉNOT
06 87 83 93 32

Philippe DELBORT
06 98 20 64 46

dyapason.fr
dyapason.audio
dyapason.expert
dyapason-chroniques.fr

4. Reconnaissance des émotions musicales par l'enfant sourd implanté

1. Méthode

1.1. Participants

Cette étude a été menée auprès de 58 enfants dont 27 enfants sourds implantés, scolarisés au CEOP à Paris, et auprès de 8 enfants normo-entendants scolarisés à Chamboeuf et de 23 enfants normo-entendants à l'école élémentaire de Gevrey en Côte d'Or. Les enfants sont âgés de 5 à 12 ans répartis en deux groupes distincts.

1.1.1. Le groupe expérimental

Le groupe expérimental est composé de 27 enfants sourds dont 14 garçons et 13 filles âgés de 5 à 12 ans. 17 enfants ont participé à l'expérimentation précédente. Tous présentent une surdité congénitale profonde. Les enfants sont répartis en primaire du CP au CM2. 12 enfants portent un implant cochléaire et une prothèse controlatérale, 15 sont bi-implantés. 20 enfants ont été implantés avant l'âge de 2 ans (implantation pré-linguale). Ils ont tous bénéficié d'une éducation auditive dès leur plus jeune âge dispensée par des orthophonistes. Les conditions restent identiques à la première expérimentation : les enfants ont donc suivi au moins un an des séances de musique hebdomadaire avec un professeur spécialisée pour enfants sourds et musicienne, pour les plus jeunes, et 5 ans pour les plus âgés. Pour rappel, le projet de cet établissement est bilingue.

1.1.2. Le groupe contrôle

Ce groupe est composé de 31 enfants Normaux-entendants (16 garçons et 15 filles), âgés de 6 à 12 ans, scolarisés en primaire du CP au CM2, mais cette fois-ci dans deux écoles différentes. A la discrétion des professeurs des écoles et en accord avec les programmes de l'éducation nationale, les enfants pouvaient bénéficier d'un temps musical de 45mn à 1h30 par semaine.

1.2. Matériel

L'expérience a été réalisée sur un ordinateur portable muni de haut parleurs de très bonne qualité au sein des deux établissements différents : au CEOP ainsi que dans les écoles élémentaires de Chamboeuf et Gevrey. Les fichiers audio sont de qualité 44 100 Hz, 16 bit, extraits de CD commercialisés. Le programme est réalisé avec Max MSP tournant avec Max Runtime.

1.2.1. Matériel musical

Nous avons utilisé 24 extraits de musique classique instrumentale avec les mêmes textures que l'expérimentation précédente, à savoir des textures denses, pulsées, aérées et lisses, corrélées cette fois-ci à quatre émotions fondamentales : la colère, la gaieté, la peur et la sérénité. La durée de chaque extrait est d'environ 15 à 20 s, recouvrant la période de la Renaissance au début du XX^{ème}.

• TEXTURE DENSE :

- La colère :

- Ludwig van Beethoven, *Symphonie n° 6, « Pastorale »*, 4e mouvement, Wiener Philharmoniker dirigé par Simon Rattle.
- Modeste Moussorgski, *Les tableaux d'une exposition*, Gnomus, orchestre de la Suisse Romande dirigé par Ernest Ansermet.
- Richard Strauss, *Tod und Verklärung*, SWR Stuttgart Radio Symphony Orchestra dirigé par Sergiu Celibidache.

- La gaieté :

- Maurice Ravel, *Rapsodie espagnole*, Berliner Philharmoniker dirigé par Pierre Boulez.
- Hector Berlioz, *Symphonie Fantastique, 2e mouvement « un bal »*, le Sinfonieorchester des Bayerischen Rundfunks dirigé par Mariss Jansons.
- Ludwig van Beethoven, *Symphonie n°4, 4e mouvement*, Wiener Philharmoniker dirigé par Simon Rattle.

• TEXTURE PULSÉE:

- La colère :

- Franz Liszt, *Totentaz*, Nelson Freire au piano, Dresdener philharmoniker dirigé par Nelson Freire.
- Igor Stravinski, *le Sacre du Printemps, Premier tableau : L'Adoration de la terre : Jeux des cités rivales*, The Cleveland Orchestra dirigé par Pierre Boulez.
- Sergueï Prokofiev, *Suite Scythe*, City of Birmingham Symphony Orchestra dirigé par Simon Rattle.

- La gaieté :

- Jean-Sébastien Bach, *Concerto Brandebourgeois n°5, 1er mouvement Allegro*, dirigé par Gustav Leonhardt.
- Rodrigo Martinez, *Villancio Foli*, Hesperion XX dirigé par Jordi Savall.
- Ludwig van Beethoven, *Octuor à vents en mib majeur* op.103, Quintette de l'orchestre Philharmonique de Berlin.

• TEXTURE AÉRÉE :

- La sérénité :

- Wolfgang Amadeus Mozart, *Quintette pour piano et vents k.452*, Largo, Brian Pollard (basson), George Pieterson (clarinette), Vicente Zarzo (cor), Han de Vries (hautbois), Radu Lupu (piano).
- Franz Liszt, *Concerto pour piano n°1, 2e mouvement Quasi Adagio*, Martha Argerich (piano), London Symphony Orchestra, dirigé par Claudio Abbado.
- Robert Schumann, *Kreisleriana*, op.16, Wilhelm Kempff (piano).

- La tristesse :

- Béla Bartók, *Musique pour cordes percussions et célesta*, 3e mouvement, Chicago Symphony Orchestra dirigé par James Levine.
- François Couperin, *Pièces de viole avec la basse chiffrée (1728), Suite n°1*, Mikko Perkola (viole de gambe), Aapo Häkkinen (harpe), Prélude.
- Wolfgang Amadeus Mozart, *Concerto pour piano et orchestre n°23* en La Majeur K. 488, Adagio, Clara Haskil (piano), Wiener Symphoniker dirigé par Paul Sacher.

• TEXTURE LISSE :

- La sérénité :

- Alexandre Borodine, *Dans les steppes de l'Asie centrale*, USSR Symphony Orchestra dirigé par Sveltanov,
- Claude Debussy, *Prélude à l'après-midi d'un faune*, South West German Sinfonieorchester vf Baden-Baden und Freiburg dirigé par Sylvain Cambreling,.
- Richard Wagner, *Parsifal*, Acte 3 final, Berliner Philharmoniker dirigé par Herbert von Karajan.

- La tristesse :

- Gustav Malher, Symphonie n°5, *Adagietto*, Berliner Philharminiker dirigé par Herbert von Karajan.
- Richard Wagner, *Tristan et Isolde*, Prélude, Wiener Philharmoniker dirigé par Georg Solti.
- John Dowland, *Go Crystal Tears*, Concerto di Viole, Andreas Scholl (Contre ténor), Julian Behr (Luth).

La difficulté pour créer ce corpus musical a résidé dans le fait de réussir à corréler nos 4 textures avec chacune des émotions choisies : un extrait musical ayant une texture lisse corrélée à la tristesse semble assez évident à faire correspondre, tandis que de trouver un extrait musical avec cette même texture pour exprimer la colère nous a véritablement posé problème. Après plusieurs tentatives infructueuses nous avons pris la décision de partir plutôt des émotions en associant des textures évidentes qui émaneraient naturellement du caractère émotionnel des pièces sélectionnées.

Ainsi, la colère suggère plutôt des extraits musicaux avec une texture dense ou pulsée tout comme la gaieté, deux émotions ayant une dynamique positive ; tandis que la sérénité et la tristesse, ayant une dynamique négative, seront plutôt corrélées avec des textures lisses et aérées.

Pour pallier à cette contrainte, nous avons essayé dans la mesure du possible de varier les ensembles instrumentaux au sein de chaque émotion et texture : par exemple, la sérénité avec une texture aérée sera tout autant représentée par un grand orchestre chez Liszt, un quintette pour piano et vents chez Mozart et un instrument seul (le piano) chez Schumann.

Nous espérons que nos résultats ne seront pas trop influencés par ces contraintes.

Voici un tableau récapitulatif des extraits musicaux choisis pour cette expérimentation :

1	**AS**	Liszt : *Concerto pour piano n° 1, 2e mouvement Quasi adagio*, Martha Argerich, piano, London Symphony Orchestra, dir. C. Abbado (à 0'36),
2	**AS**	Mozart : *Quintette pour piano et vents K. 452, 1er mouvement, Largo*, Brian Pollard (basson), George Pieterson (clarinette), Vicente Zarzo (cor), Han de Vries (hautbois), Radu Lupu (piano), (à 0.00)
3	**AS**	Schumann : *Kreisleriana op. 16, n° 6*, Wilhelm Kempff
4	**AT**	Bartók : *Musique pour cordes, percussion et célesta, 3e mouvement*, Chicago Symphony Orchestra, James Levine
5	**AT**	Couperin : *Pièces de violes avec la basse chiffrée (1728), Suite n° 1*, Prélude, Mikko Perkola (viola da gamba), Aapo Häkkinen (harpsichord),
6	**AT**	Mozart : *Concerto pour piano et orchestre n°23*, adagio, Clara Haskil (piano), Paul Sacher (dir.),Wiener Symphoniker
7	**DC**	Beethoven : *Symphonie n° 6, 4e mouvement*, Simon Rattle (dir.), Wiener Philharmoniker
8	**DC**	Moussorgski : *Tableaux d'une exposition, Gnomus*, Orchestre de la Suisse Romande, (dir.) Ernest Ansermet (à 3'15)
9	**DC**	Strauss : *Mort et transfiguration* (à 7'), Sergiu Celibidache (dir.) SWR Stuttgart Radio Symphony Orchestra
10	**DG**	Beethoven : Symphonie n° 4, 4e mouvement, Wiener Philharmoniker, dir. Rattle
11	**DG**	Berlioz : *Symphonie fantastique, 2e mouvement Un bal*, Symphonieorchester des Bayerischen Rundfunks, dir. Mariss Jansons (à 5')
12	**DG**	Ravel : *Rapsodie espagnole*, Berliner Philharmoniker, dir. Boulez (à 5'20)
13	**LS**	Borodine : *Dans les steppes de l'Asie centrale*, USRR Symphony Orchestra, E. Svetlanov (début)
14	**LS**	Debussy : *Prélude à l'après-midi d'un faune*, SWR Sinfonieorchester Baden-Baden und Freiburg, dir. S. Cambreling (début)
15	**LS**	Wagner : *Parsifal, Acte 3 final*, Berliner Philharmoniker, dir Karajan
16	**LT**	Dowland : *Go Crystal Tears, Concerto di Viole*, Julian Behr (Luth), Andreas Scholl contreténor (début)
17	**LT**	Mahler : *Symphonie n° 5*, adagietto, Berliner Philharmoniker, dir. Karajan (à 2'32)
18	**LT**	Wagner : *Tristan et Ysolde, Prélude*, Wiener Philharmoniker, dir. G. Solti (début)
19	**PC**	Liszt : *Totentanz*, Nelson Freire, piano, Dresdener philharmoniker (début)
20	**PC**	Prokofiev : *Suite Scythe*, City of Birmingham Symphony Orchestra, dir. S. Rattle
21	**PC**	Stravinski : *Le sacre du printemps*, Jeux des cités rivales, The Cleveland Orchestra, dir. P. Boulez
22	**PG**	Bach : *Concerto brandebourgeois n° 5, 1er mouvement allegro*, dir. G. Leonhardt, (début)
23	**PG**	Beethoven : *Octuor à vents en mib majeur op. 103*, Quintette de l'orchestre Philharmonique de Berlin,
24	**PG**	Rodrigo Martinez : *Villancio Foli*, Hesperion XX, dir. J. Savall

Tableau 1 : Liste des œuvres, A = aéré, D = dense, L = lisse, P = pulsé, S = serein, T = triste, G = gai, C = colérique.

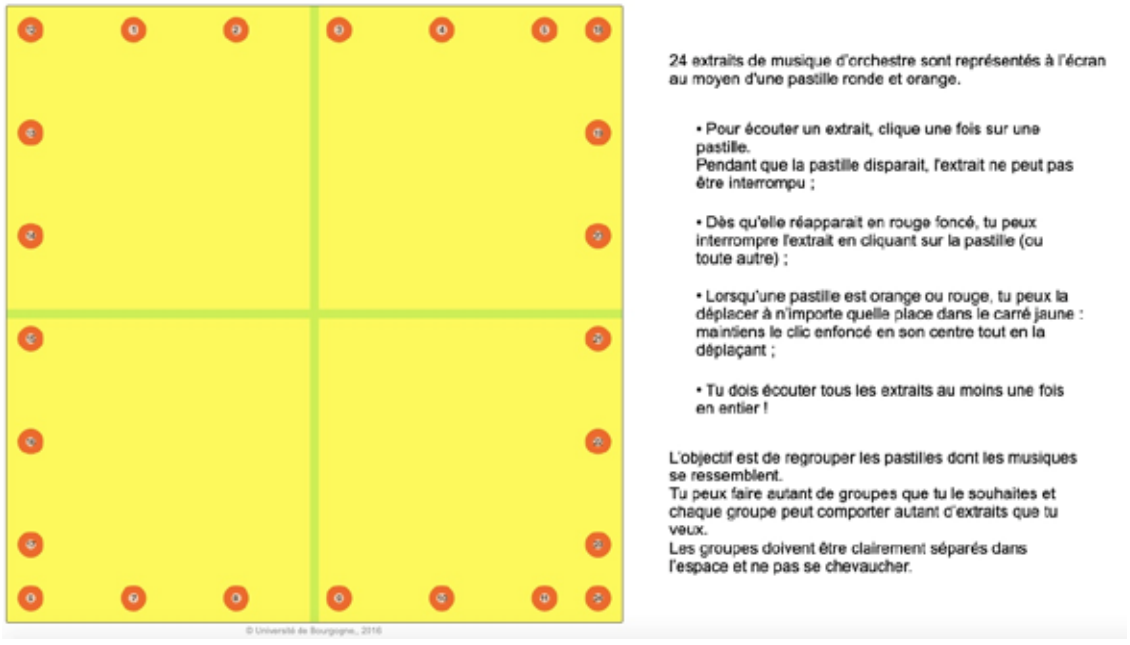


Figure 1 : Capture d'écran d'une passation finalisée avec un enfant avec l'explication donnée oralement accompagnée ou pas de LPC (Langage Parlé Complété) ou proposée en Langue des Signes Française (L.S.F.).

1.3. Procédure

Nous avons présenté à l'ensemble des enfants cette nouvelle expérimentation de la même manière que l'expérimentation précédente : une lecture de la tâche à réaliser (ce que vous pouvez lire à droite de la capture d'écran ci-dessus) avec explication complémentaire si nécessaire. La procédure étant identique à l'expérimentation précédente, il ne nous apparaît pas nécessaire de la détailler à nouveau ici. Par contre, il est important de souligner qu'à la différence de la première expérimentation, l'écran de démarrage n'est pas divisé en quatre parties. Ainsi, les sujets devaient classer les 24 extraits musicaux entendus en fonction des émotions qu'ils véhiculaient.

2. Résultats

2.1. Le groupe expérimental

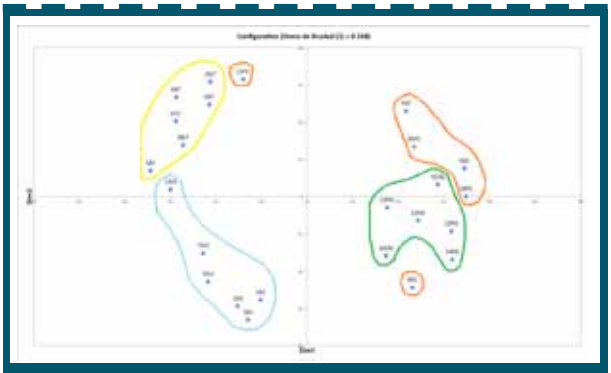


Figure 2 : MDS des enfants IC (à partir d'un algorithme de calcul des distances entre chaque pastille). L'axe 1 correspond à la dynamique/énergie positive (rythme, percussion, intensité forte et timbre clair) et l'axe 2 correspond à la valence positive (tempo vif, très rythmé, dynamique forte).

De prime abord, nous pouvons observer que les enfants IC obtiennent des résultats moins pertinents que pour le classement des textures. Cependant l'énergie, la dynamique, sont clairement identifiée car ils séparent d'un côté, les gais et les colériques, et de l'autre les tristes et les sereins à partir d'extraits de musique tonale, sauf pour le 21 PC (*Le Jeu des Cités Rivales* dans *Le Sacre du Printemps* de Stravinski) dont nous reparlerons après.

Par rapport au classement des émotions, ils séparent significativement les sereins et les tristes mis à part le 5 AT (Couperin) et le 13 LS (Borodine) qui sont très proches sur la MDS, alors que les gais et les colériques sont bien moins distingués. Ce qui est tout à fait remarquable sachant que pour le plus grand nombre, ce sont très souvent les extraits gais et colériques qui sont les mieux reconnus.

Sur l'axe horizontal (axe 1), *Totentanz* de Liszt (19 PC) a la dynamique la plus forte pour cette population, tandis que la *Suite n°1* de Couperin (5 AT), la dynamique la plus faible. La perception de la texture semble être regroupée en deux grands groupes : d'une part les textures denses et pulsées et d'autre part les textures lisses et aérées, renvoyant aux limites de notre élaboration pour ce corpus.

Comme expliqué dans le matériel musical choisi, lorsque nous avons créé et choisi les extraits musicaux qui composent cette expérimentation, nous nous sommes retrouvés face à la difficulté de faire corréler nos quatre types de textures (dense, pulsée, aérée et lisse) à chacune des émotions sélectionnées (la sérénité, la gaieté, la colère et la tristesse). Trouver un extrait musical colérique ayant une texture lisse nous a plongé dans l'embarras de même qu'un extrait musical serein avec une texture pulsée. Au lieu de partir des textures pour construire notre matériel musical émotionnel, nous sommes plutôt parti des émotions engendrées par la musique pour faire correspondre nos textures. C'est pourquoi nous retrouvons dans ces résultats, la colère et la gaieté regroupées avec des textures denses et pulsées, la sérénité et la tristesse avec des textures lisses et aérées. Malgré les limites de ce matériel, ces résultats suggèrent chez ces enfants, une sensibilité particulière pour percevoir la texture et s'en servir afin de séparer en deux groupes distincts des extraits musicaux ayant des dynamiques opposées.

Nous remarquons que deux pièces musicales sont isolées : la 11 DG (*Le Bal de la Symphonie Fantastique* de Berlioz) et la 8 DC (Moussorgski : *Tableaux d'une exposition*, Gnomus). *Le Bal*, relié à la gaieté, est ici classé avec les colériques. Cela pourrait s'expliquer de par le caractère entrainant et endiablé de cette pièce qui pourrait prêter à confusion. Le crescendo crée une certaine tension dramatique également. Concernant la pièce de Moussorgski, le tempo est plutôt modéré avec une progression orchestrale en tension croissante conférant un caractère sombre, inquiétant et mystérieux. Tous les éléments semblent réunis pour susciter chez l'auditeur un sentiment de colère sourde mélangée à de la peur. Pourtant, cet extrait a été classé comme gaie. Le plus surprenant reste le classement du 21 PC (*Le Jeu des Cités Rivales* dans *Le Sacre du Printemps* de Stravinski), classé parmi les tristes. Comme cette pièce a la valence la plus négative, nous aurions un début d'explication par rapport à cette incongruité.

Par rapport à la valence (axe 2, vertical), le morceau ayant la valence la plus négative est un extrait du Sacre du Printemps de Stravinski (21 PC) alors que Kreisleriana de Schumann (3 AS) est le morceau classé avec la valence la plus positive.

Après une écoute approfondie des extraits tristes vs sereins, il nous est apparu intéressant d'étudier si les enfants sourds pourraient percevoir le mode, pour mieux expliquer leur classement.

Cette réflexion a abouti à une vérification systématique des modes de tous les extraits proposés :

Mode Majeur	Mode mineur	Autres
1AS, 2AS, 3AS, 4AT, 8DC, 10DG, 11DG, 12DG, 13LS, 15LS, 20PC, 22PG, 23PG, 24PG	5AT, 6AT, 7DC, 9DC, 16LT, 17LT, 21PC	14LS (chromatique), 18LT, 19PC

De prime abord, nous pouvons remarquer que le classement des extraits tristes réalisé par cette population, en se focalisant sur le mode, est plutôt cohérent : 16LT, 6AT, 5AT (mode mineur), 18LT (ambigu) et 4AT (majeur). Nous tiendrons compte du 21PC (mode mineur) classé avec les extraits tristes. De plus, concernant les extraits sereins, leur classement est meilleur encore : 13LS, 15LS, 14LS (ambigu), 1AS, 2AS et 3AS (5 sur 6 en mode majeur).

Au vu de ces observations, nous avons utilisé pour mettre en évidence cela, la méthode de Bravais Pearson. Le coefficient de corrélation linéaire Bravais Pearson exprime l'intensité et le sens (positif ou négatif) de la relation linéaire entre deux variables quantitatives : on parle d'analyse de corrélation dans la littérature. Cet indice statistique assume des valeurs se situant dans l'intervalle qui va de - 1 à +1. « Une valeur égale à - 1 ou à +1 indique l'existence d'une relation linéaire parfaite (fonctionnelle) entre ces deux variables. L'intensité de la relation linéaire sera donc d'autant plus forte si la valeur du coefficient est proche de +1 ou de - 1, et d'autant plus faible si elle est proche de 0 ».[1]

Le coefficient de corrélation de Bravais Pearson se calcule à partir de la formule suivante :

$$r_{x,y} = \frac{cov_{x,y}}{s_x \times s_y}$$

1. https://www.irdp.ch/institut/coefficient-bravais-pearson-2041.html

Dans notre étude, le coefficient de corrélation linéaire Bravais Pearson est égal à - 0,67 sur la dimension 2, ce qui est significatif à 0,001. Alors que nous obtenons le coefficient + 0,29 sur la dimension 1, ce qui n'est pas significatif. Cela met en valeur le fait que les enfants sourds entendent significativement le mode.

2.2. Le groupe contrôle

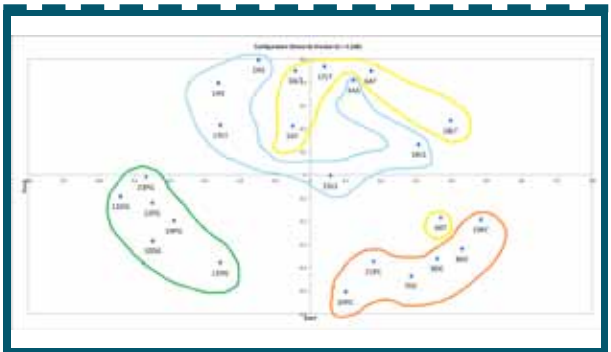


Figure 3 : MDS des enfants normo-entendants : l'axe 1 correspond ici à la valence et l'axe 2 à l'énergie.

Les pièces orchestrales sont majoritairement classées avec une dynamique positive (forte) et les pièces avec solistes, ou en duo, ou de musique de chambre sont toutes classées en dynamique négative (faible). L'extrait *Dans les steppes de l'Asie centrale* de Borodine (13LS) présente une particularité, car il n'est pas représentatif d'une oeuvre orchestrale puisque nous avons fait entendre juste le début, avec une longue pédale aux violons et le thème principal joué à la clarinette. C'est pourquoi, nous l'avons classé à deux endroits différents : d'une part, en solo/duo (correspondant à la réalité de notre extrait) et d'autre part, dans les oeuvres orchestrales. Pareillement, le début du *Prélude à l'après-midi d'un faune* de Debussy présente les mêmes particularités : thème exposé aux flûtes.

Nous avons classé ces deux oeuvres dans la rubrique Solo/Duo pour signifier ce qui est entendu par l'auditeur, et leurs présences sont légitimes dans la rubrique orchestrale car ce sont bien évidemment deux œuvres écrites pour orchestre (entre parenthèses).

	Solo/Duo	Chambre	Orchestre
		4AT, 23PG, 24PG, 22PG	9DC, 19PC, 21PC, 8DC, 7DC, 20PC, 12DG, 10DG, 11DG
Dynamique -	16LT, 5AT, 6AT, 13LS, 3AS, 14LS	2AS	(13LS), (14LS), 15LS, 1AS, 17LT, 18LT,

Nous remarquons une claire différenciation sur l'axe 1 de la MDS entre d'une part Colère/Gai et d'autre part Serein/Triste, ainsi que sur l'axe 2 entre Gai et Colérique. Par contre, la différence entre serein et triste semble confus, même si nous pouvons noter un meilleur regroupement des extraits tristes versus sereins. Quelques pièces musicales sont isolées : la 4AT (*Musique pour cordes percussions et célesta* de Bartók) est classée avec les colériques, certainement explicable du fait que ce soit un morceau classé parmi les

plus tristes avec le 18 LT (le début du *Prélude de Tristan et Yseult* de Wagner) et ayant la dynamique la plus forte de tous les extraits tristes. La 12DG (*Rapsodie espagnole* de Ravel) se retrouve proche des colériques probablement de par le caractère du début de la pièce.

Les enfants normo-entendants classent ici bien mieux les extraits musicaux selon les émotions.

La valence positive, gai et colérique est très claire. Les tristes et les sereins sont plus confus, ils sont moins reconnus.

En comparaison avec les enfants sourds implantés, le coefficient de corrélation linéaire Bravais Pearson chez les enfants normo-entendants sur l'axe de la valence avec le mode n'est pas significatif - 0,14. Par contre, ils entendent le mode corrélé avec la valence - 0,45, significatif à 0,05. La valence est meilleure chez les normo-entendants car certainement reliée à la structure tonale également.

3. Discussion générale

Au vu des excellents résultats des enfants sourds implantés versus enfants normo-entendants pour classer des textures, nous nous sommes évertués d'essayer d'expliquer ces résultats pour mieux les comprendre. De plus, dans notre deuxième expérimentation autour des émotions, nous avons mis en évidence le fait que ces mêmes enfants sourds implantés se montraient moins performants dans cette tâche par rapport aux enfants normo-entendants. Malgré cela, ils sont tout de même capables de reconnaître le mode (majeur ou mineur) de ces pièces de manière significative.

Les MDS obtenues sur les enfants sourds implantés et normo-entendants montrent systématiquement des avantages des enfants implantés sur les normo-entendants pour la classification des textures. Ce qui est paradoxale à priori, c'est que l'on obtienne le même type de résultats avec les adultes. Cela suggère que bien qu'implantés ces enfants entendent bien les dimensions acoustiques pertinentes des textures. A ce stade, il nous apparaît primordial d'analyser au plus près certaines caractéristiques du son, grâce aux descripteurs audio. Ils vont nous permettre de mettre en évidence des caractéristiques spécifiques du signal audio. Ils ont été développés dans le domaine *Music Information Retrieval/Research* (MIR) sur la base de travaux sur le traitement de la parole et sur le timbre musical en psychoacoustique. Les descripteurs audio et leurs outils de visualisation sont de plus en plus utilisés en musicologie pour l'analyse de l'interprétation notamment[2] , mais aussi pour celle des musiques électroacoustiques.[3] En psychologie cognitive, ils sont également fort pertinents.[4] Pour le musicologue Philippe Lalitte, « Ce sont des prédicteurs de la représentation psychologique sous-jacente à une dimension musicale (le timbre, la tonalité, la structure emporelle). »[5]

2. LALITTE Philippe, *Analyser l'interprétation de la musique du XX*ème *siècle*, Hermann, Paris, 2015.
3. MALT Mikhail, « Une proposition pour l'analyse des musiques électroacoustiques de Xenakis à partir de l'utilisation de descripteurs audio », dans Iannis Xenakis – *The Electroacoustic Music* / La Musique électroacoustique, sous la direction de Makis Solomos, L'Harmattan, Paris, 2015, p. 159-198.
4. LALITTE Philippe, BIGAND Emmanuel, KANTOR-MARTYRUSKA Joanna et DELBÉ Charles, « On listening to atonal variants of two Piano Sonatas by Beethoven », *Music Perception*, Vol. 26, n°3, 2009, p. 223-234.
5. LALITTE Philippe, *op.cit.* p. 149.

Les descripteurs audio commencent à être utilisé également dans le cas de musiques populaires enregistrées. Nous pouvons citer les travaux de Philippe Gonin autour de l'album *Atom Heart Mother* des Pink Floyd[6] et de Philippe Lalitte[7] avec une analyse de Heroes de David Bowie, afin de démontrer certaines réalités musicales. Il existe aujourd'hui un grand nombre de logiciel audio (*CLAM*[8], *Marsyas*[9], *Psysound* 3[10], *Sonic Visualiser*[11], *Eanalysis*[12]). Nous avions choisi Sonic Visualiser pour ce chapitre. Pour approfondir nos résultats obtenus dans notre première expérimentation, nous avons décidé d'utiliser également la *MIR Toolbox*.[13] Les descripteurs audio sont fort nombreux, nous ne fournirons pas dans le cadre de ce travail une liste complète, ni une définition pour chacun d'eux. Pour cela, l'ouvrage d'Alexander Lerch, *An Introduction to Audio Content Analysis* nous semble pertinent et intéressant à consulter pour ces questions.[14]

Voici une liste non limitative proposée par Philippe Lalitte :

Domaine	Nom
Intensité	Root Mean Square (RMS), Loudness
Timbre	Mel Frequency Cepstral Coefficients (MFCC), Inharmonicity, Odd/Even Harmonic Ratio, Spectral Centroïd, Spectral Flux, Spectral Irregularity, Spectral Kurtosis, Spectral Roll-off (SRF), Spectral Sharpness, Spectral Spread, Tristimulus
Bruit	Zero Crossing Rate (ZCR), Noisiness
Dissonance	Roughness, Consonance Estimate
Hauteur	Fondamental Frequency, Pitch Salience, Chromagram
Harmonie	Key Strenght, Key Clarity, Harmonic Change Detection Function (HCDF), chord estimate
Rythme	Onset, Onset Density, Rythm Clarity
Tempo	Beats, Bars, Tempo
Forme	Similarity matrix, Novelty, Segmentation

Figure 4 : Liste de certains descripteurs audio.

En ce qui nous concerne, sur la figure 124 avec le cercle, nous avons choisi 16 descripteurs audio qui nous semblent les plus pertinents pour analyser la texture : le temps d'attaque du sonagramme (Attack Time), la pente d'attaque (*Attack Slope*), la fluctuation rythmique (*Rhythm Fluctuation*), le centroïde spectral (*Spectral Centroïd*), la brillance spectrale (*Spectral Brightness*), l'étalement spectral (largeur du spectre : *Spectral Spread*), la platitude spectrale (*Spectral Flatness*), le roulement spectral (*Roll Off*), l'irrégularité spectrale (*Spectral Irregularity*), le RMS (*Root Mean Square* : l'amplitude globale du son), la rugosité (*Roughness*), le ZCR (*Zero Crossing Rate* : le nombre de passage par seconde /descripteur du bruit dans le son), le flux spectral dans le temps (*Spectral Flux*), la clarté tonale (*Key Clarity*), l'HCDF (*Harmonic Change Detection Function* : la détection des changements de l'harmonie) et le Centroïde tonal (*Chroma Centroïd* : la fréquence qui ressort le plus).

6. GONIN Philippe, *Pink Floyd, Atom Heart Mother*, Scérén/CNDP, Paris, 2011.
7. LALITTE Philippe, « Outils informatiques et méthodes pour l'analyse des musiques actuelles », *Focus sur le rock en France*, Éditions Delatour France, Sampzon, 2014, p. 191-213.
8. http://clam-project.org
9. http://marsyas.info
10. http://psysound.wikidot.com
11. http://www.sonicvisualiser.org
12. http://logiciels.pierrecouprie.fr.
13. LARTILLOT Olivier et TOIVIAINEN Petri, « A Matlab Toolbox for Musical Feature Extraction From Audio », in *International Conference on Digital Audio Effects*, Bordeaux, 2007.
14. LERCH Alexander, *An Introduction to Audio Content Analysis*, New York, John Wiley, 2012.

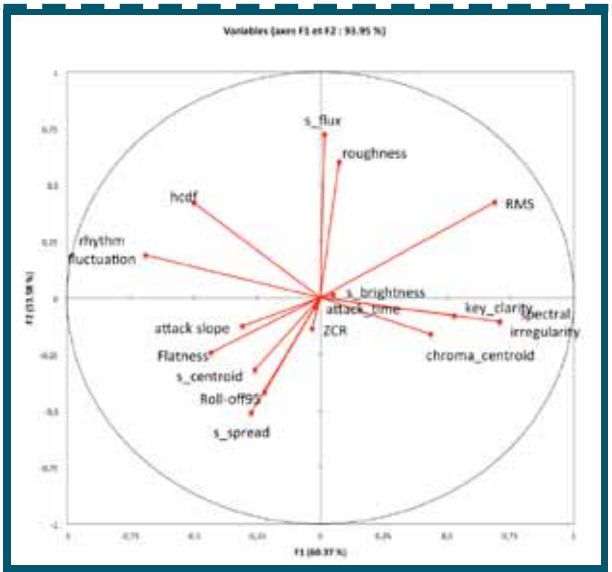


Figure 5 : Analyse réalisée par les descripteurs audio choisis.

Catégories	Descripteurs
Intensité	Root Mean Square (RMS), Loudness
Timbre	Mel-Frequency Cepstral Coefficients (MFCC), Inharmonicity, Odd/Even Harmonic Ratio, Spectral Centroid, Spectral Flux, Spectral Irregularity, Spectral Kurtosis, Spectral Rolloff (SRF), Spectral Sharpness, Spectral Spread, Tristimulus
Bruit	Zero Crossing Rate (ZCR), Noisiness
Dissonance	Roughness, Consonance Estimate
Hauteur	Fondamental Frequency, Pitch Salience, Chromagram, Pitch Periodicity Flux, Tuning
Harmonie	Key Strenght, Key Clarity, Harmonic Change Detection Function (HCDF), Chord estimate
Rythme	Onset, Onset Density, Rythm Clarity, Bars,
Tempo	Beats, Tempo
Structure temporelle	Similarity matrix, Novelty, Segmentation

Tableau 4 : Classification des descripteurs audio. (LALITTE Philippe (2015), op.cit., p. 152.)

Les observations ci-dessous correspondent aux morceaux choisis dans notre première expérimentation où il s'agissait de classer les différentes textures. Nous avons fait une analyse factorielle discriminante qui permet de voir si nos variables ou nos descripteurs audio sont capables de catégoriser les observations (qui ressemblent à nos MDS).

Les variables en valeur positive qui expliquent le mieux le facteur 1 (axe horizontal) sont : l'irrégularité spectrale, le RMS (l'amplitude globale du son), la clarté tonale. En valeur négative, ce sera surtout la fluctuation rythmique qui ressort et dans une moindre mesure le HCDF (la détection des changements de l'harmonie).

Les variables en valeur positive qui expliquent le mieux le facteur 2 (axe vertical) sont : le flux spectral, la rugosité et dans une moindre mesure le RMS. En valeur négative, ce sera surtout la largeur du spectre et dans une moindre mesure le roulement spectral.

Ce qui suggère que les variables de timbre et d'intensité sont les plus significatives pour expliquer les regroupements des pièces dans l'analyse factorielle discriminante. On peut voir également que les pièces sont très bien regroupées en quatre groupes correspondant aux 4 textures choisies.

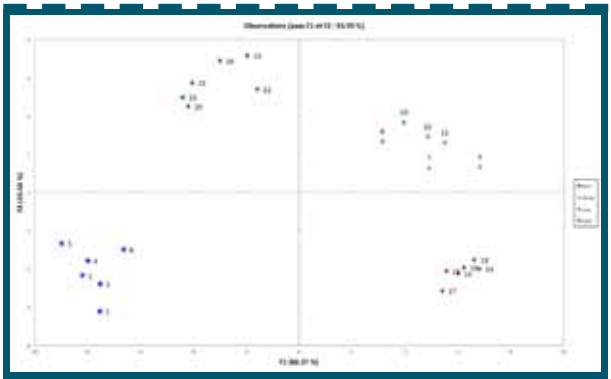


Figure 6 : Analyse factorielle discriminante avec le premier F1 (axe horizontal) F2 (axe vertical).

Sur l'axe 1, nous remarquons une opposition nette entre les textures denses et lisses d'une part et la texture aérée d'autre part. Cet écart se base sur les descripteurs audio d'intensité et de timbre et la fluctuation rythmique a permis de regrouper les textures aérées. Sur l'axe 2, nous observons une séparation claire entre la texture pulsée et les textures aérées et lisses. Ce sont surtout les descripteurs audio de timbre qui ont permis cette séparation. A titre d'exemple, les morceaux les plus représentatifs concernant la texture dense sont : *Le lac* de Murail (extrait n° 9), *Konx Om Pax* de Scelsi (extrait n° 11). Pour la texture lisse ce sera : *Partiels* de Grisey (extrait n° 14) et *Le Lac* de Murail (extrait n° 17). Concernant la texture aérée, *Gruppen* de Stockhausen (extrait n° 5), *Chinese Opera* d'Etvös (extrait n°1) et *Schwankungen* de Lachenmann (extrait n° 4) sont les plus pertinents. Pour la texture pulsée, *Multiples* de Boulez (extrait n° 19) et *Le concerto de chambre* de Ligeti (extrait n° 24) sont les plus représentatifs. Par rapport à ces descripteurs, il est tout à fait possible que les enfants sourds aient plus utilisé les descripteurs de timbre, d'intensité et de fluctuation rythmique qu'un descripteur comme la clarté tonale qui demande des capacités fines de discriminations de fréquences.

Tous ces résultats suggèrent que dans le signal audio, les enfants sourds implantés ont des éléments pertinents qui leur permettent d'effectuer cette classification de façon tout à fait exemplaire. Les extraits denses et aérés sont les mieux catégorisés avec un pourcentage d'explication de 60,37%.

En résumé, les catégories des descripteurs audio les plus significatives, dans cette tâche de classification de textures, sont : l'intensité, le timbre, la dissonance, l'harmonie et le timbre.

Concernant l'intensité, c'est le descripteur audio RMS (*Root Mean Square* : l'amplitude globale du son) qui ressort le plus nettement. Pour le timbre, le flux spectral dans le temps (*Spectral Flux*), l'irrégularité spectrale (*Spectral Irregularity*) et la propagation spectrale (*Spectral spread*) sont les plus représentés. Le descripteur audio le plus significatif pour la dissonance est la rugosité (*Roughness*), et pour l'harmonie, le HCDF (*Harmonic Change Detection Function* : la détection des changements de l'harmonie). Quant au rythme, la fluctuation rythmique (*Rhythm Fluctuation*) sera la plus significative.

Au sujet de notre expérimentation autour des émotions, nous avons voulu vérifier s'il pouvait exister des descripteurs audio significatifs afin de mieux comprendre les résultats obtenus. Pour ce faire, nous avons utilisé la *MIR Toolbox*, comme pour la première expérimentation.

De prime abord, nous avons essayé de trouver les descripteurs les plus pertinents afin d'expliquer les résultats de la bonne perception des modes (mineur/majeur) des enfants sourds implantés

(groupe expérimental). L'analyse faite avec les descripteurs ci-dessous correspond aux morceaux choisis pour cette deuxième expérimentation.

Nous avons donc choisi 9 descripteurs audio qui pourraient mettre en évidence le mode des extraits choisis, ainsi que les descripteurs les plus significatifs en lien avec la première expérimentation (classification des textures) : le mode (*Tonal mode*), la clarté tonale (*Tonal Key Clarity*), le temps d'attaque (*Rhythm Attack Time*), le roulement spectral (*Spectral Roll off*), la brillance spectrale (*Spectral Brightness*), l'amplitude du son (*Dynamics RMS*), la détection des changements de l'harmonie tonale (*Tonal HCDF*), la rugosité (*Spectral Roughness*), le tempo (*Rhythm Tempo*).

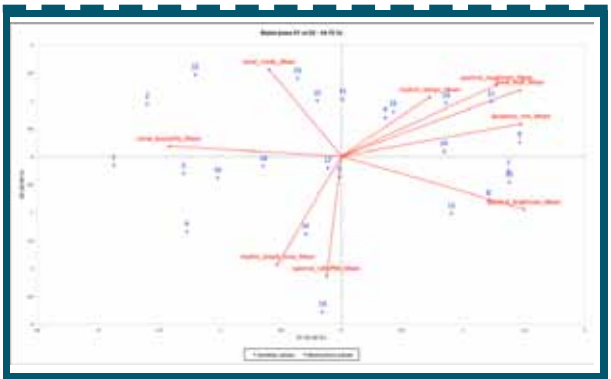


Figure 7 : Analyse réalisée par les descripteurs audio de l'expérimentation n°2 (Texture/Émotion).

Ce qui est particulièrement intéressant, c'est de constater que les descripteurs audio reliés au mode (*Tonal Mode et Key Clarity*) sont principalement corrélés avec les extraits tristes et sereins. Ce sont précisément ces extraits qui nous ont permis de faire émerger la perception du mode chez les enfants de notre groupe expérimental (extraits n° 1AS, 2AS, 3AS, 6AT, 15LS, 16LT, 17LT, 18LT sur l'analyse factorielle ci-dessous). Les extraits 13LS et 14LS sont plutôt reliés au temps d'attaque et au roulement spectral.

Les extraits colériques et gais avec une dynamique positive sont logiquement corrélés avec des descripteurs d'intensité, de timbre et d'harmonie.

Dans un second temps, nous avons réalisé une nouvelle analyse factorielle discriminante où nous avons seulement gardé 4 descripteurs qui nous semblaient les plus pertinents pour cette étude.

Les descripteurs utilisés correspondent au tempo, au mode, à la dynamique et à la rugosité des 24 extraits musicaux choisis.

Le mode ressort significativement dans cette analyse, tout comme la rugosité. Les observations ci-dessous correspondent aux morceaux choisis dans notre deuxième expérimentation où il s'agissait de classer des extraits musicaux en fonction des émotions.

Les variables en valeur positive qui expliquent le mieux le facteur 1 (axe horizontale) sont : la rugosité et la dynamique, et dans une moindre mesure le tempo. En valeur négative, ce sera principalement le mode. La principale variable en valeur positive qui explique le mieux le facteur 2 (axe verticale) correspond au mode.

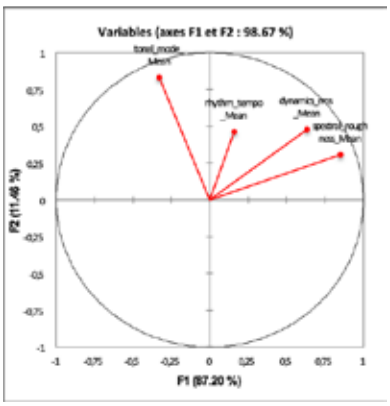


Figure 8 : Analyse réalisée par les descripteurs audio choisis.

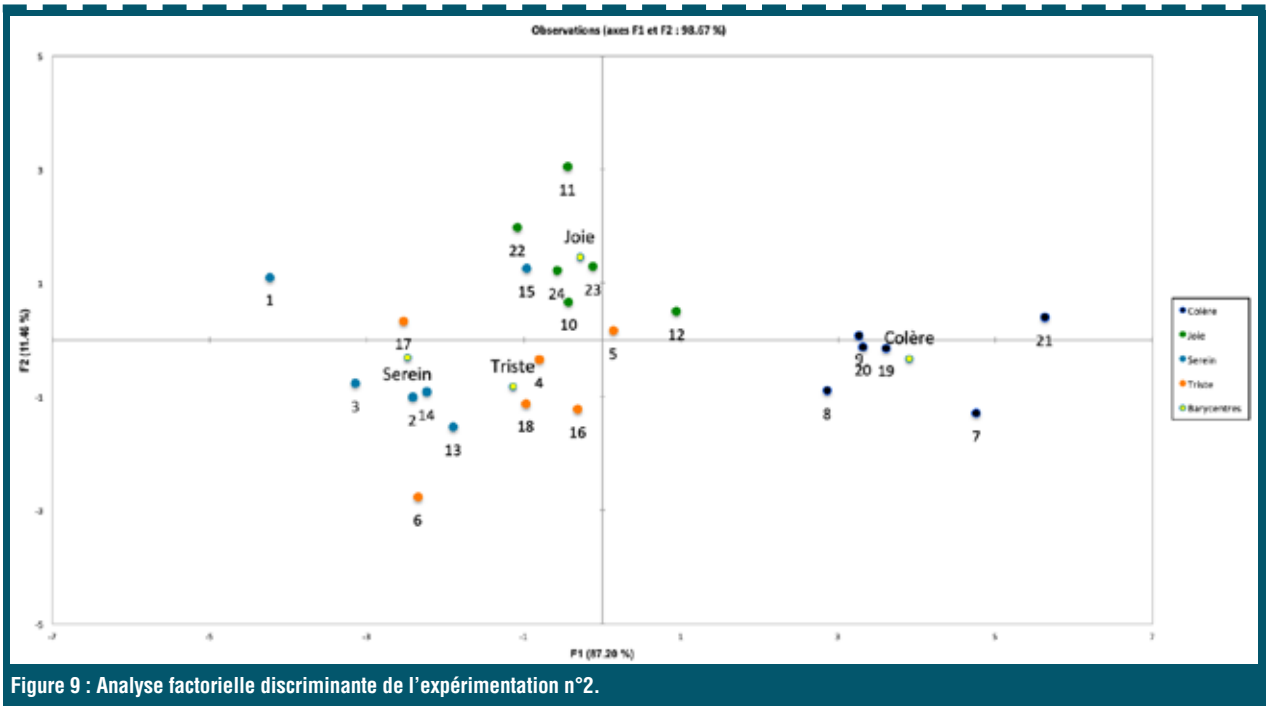


Figure 9 : Analyse factorielle discriminante de l'expérimentation n°2.

Ce qui suggère que les variables de mode, de dynamique et de rugosité sont les plus significatifs pour expliquer les regroupements des pièces dans l'analyse factorielle discriminante ci-après.

Nous pouvons déjà remarquer une nette séparation entre les extraits colériques et gais. En effet, les extraits correspondants à la colère présentent une dynamique forte et une rugosité marquée. Les enfants normo-entendants ont fort bien fait cette distinction, certainement grâce à la perception de ces variables. *Jeux des cités rivales* dans *Le sacre du printemps* de Stravinski (21PC) correspond à l'extrait le plus significatif. Pour la gaieté, *Le bal dans la Symphonie Fantastique* de Berlioz (11DG) ressort grâce au variable de mode.

Sur l'axe de facteur 1 (horizontale), nous discernons une opposition franche entre les extraits colériques et tristes d'une part, et colériques vs sereins d'autre part. Cet écart se base sur les descripteurs audio de rugosité et de dynamique. Les tristes et les sereins seraient mieux classés par les enfants sourds implantés grâce à leur perception du mode notamment, en lien direct avec nos résultats obtenus avec la méthode de Bravais Pearson. De plus, les extraits sereins et tristes semblent confus, comme ce que l'on a pu constater chez les enfants de notre groupe contrôle.

Sur l'axe de facteur 2 (vertical), la gaieté est opposée à la sérénité et à la tristesse de manière complexe. Le *Concerto pour piano et orchestre* de Mozart (6AT) correspond à l'extrait le plus significativement triste dans cette analyse. Le plus serein serait le *Final de l'acte III* de Parsifal de Wagner.

En conclusion, il apparaît que l'utilisation des descripteurs audio s'est avérée très précieuse, car ce type d'analyse nous a apporté des débuts de réponses au sein des deux expérimentations que nous avons mené auprès des enfants sourds et entendants.

Dans la première expérimentation, l'analyse des résultats a montré que dans le signal audio,les enfants sourds implantés étaient capables d'extraire des éléments significatifs leur permettant de classer des textures de façon tout à fait remarquable. Pour rappel, les extraits denses et aérés ont été les mieux catégorisés. Les catégories des descripteurs audio les plus significatives, dans cette tâche de classification de textures, se sont révélées correspondre à : l'intensité, le timbre, la dissonance, l'harmonie et le timbre. Pour les normo-entendants, enfants comme adultes, la tâche s'est révélée plus difficile. Il semblerait que les enfants aient réalisé leur regroupement en se servant principalement de la brillance du timbre et de la dissonance, grâce au flux spectral (*Spectral Flux*) dans le temps et à la rugosité (*Roughness*), notamment. Pour les adultes et les enfants, nous avons pu observer que les extraits correspondants à la texture dense ont été les mieux perçus par les deux groupes de participants. En revanche, les adultes musiciens ont eu de meilleurs résultats. Nous pouvons supposer qu'ils aient utilisé les mêmes catégories de descripteurs audio que les enfants sourds pour cette tâche.

Concernant la deuxième expérimentation autour des émotions, nous avons pu mettre en évidence que les enfants normo-entendants réussissaient un classement beaucoup plus cohérent des extraits musicaux selon les émotions. La valence positive, gai et colérique a émergé très clairement.

En revanche, les extraits tristes et sereins ont été moins bien reconnus. Le coefficient de corrélation linéaire Bravais Pearson a mis en évidence qu'ils entendent le mode corrélé avec la valence -0,45, significatif à 0,05. Alors que chez les enfants sourds, ce sont les extraits tristes et sereins qui sont remarquablement classés. Le coefficient de corrélation linéaire Bravais Pearson a mis en valeur le fait que les enfants sourds entendent significativement le mode.

La perception de la texture semble avoir un impact sur l'analyse auditive réalisée par les enfants sourds implantés. Ces résultats nous permettent de commencer à évaluer la cognition musicale de ces enfants et nous éclaire sur les processus musicaux mis en oeuvre par ces derniers. Il nous apparaît important de compléter cette réflexion en s'intéressant aux différentes pédagogies qui seraient susceptibles de nous aider à enseigner la texture.

OTICON | **Opn S**

life-changing **technology**

La première aide auditive qui aide le cerveau à organiser les sons

Une nouvelle recherche révolutionnaire qui s'appuie sur l'EEG

Prodition S.A.S., Parc des Barbanniers, 3 allée des Barbanniers, 92635 GENNEVILLIERS CEDEX
SIREN 301 689 790 R.C.S. NANTERRE

Grâce à de nouvelles recherches innovantes par EEG, Oticon prouve que les aides auditives Oticon Opn S™ aident les malentendants* à développer **une expérience sonore plus naturelle** et créent des **conditions nettement plus favorables au suivi des conversations**, même lorsque les locuteurs sont nombreux dans un environnement bruyant.

oticon
life-changing **technology**

Retrouvez cette étude en détail sur :
www.oticon.fr/professionals/audiology-and-technology/our-approach/oticon-opn-s-research

*pour les personnes présentant une perte auditive non complexe légère à modérée
Life-changing technology signifie Des technologies qui changent la vie.

Veille acouphènes <
Acouphène et confinement

Philippe LURQUIN

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

M. VIALLA

Audioprothésiste

Le sujet peut paraître « bateau ». As-t'on vu dans d'autres magazines médicaux fleurir des articles comme « confinement et céphalées », « confinement et rhumatisme » ou encore « confinement et lombalgie » ? La réponse est certainement négative.

La problématique du patient acouphénique est simplement particulière à bien des égards !

La vie d'un patient acouphénique ou hyperacousique peut être très handicapante dans un environnement auditif modifié.

Classiquement, au quotidien les conseils d'un audioprothésiste à un patient souffrant d'acouphènes sont principalement axés sur la pratique d'une activité, physique ou intellectuelle. L'usage de thérapies telle que la sophrologie, le yoga ou l'hypnose ou plus simplement les sorties hors de chez soi, permettent de se relaxer ou de s'occuper l'esprit. Toutes ces activités ont pour but de diminuer les impacts négatifs de l'acouphène sur le patient.

L'année 2020 sera pour toujours l'année de la (première ?) pandémie contrôlée par l'alliance des forces politiques et l'éclairage de scientifiques, virologues ou infectiologues. L'évènement est inédit et produit des conséquences sur la santé à l'échelle mondiale.

Le Covid-19 fait des milliers de victimes dans le monde. La conséquence pour la population est le confinement. Celui-ci outre son objectif sanitaire entraine l'obligation de se plier à de nouvelles règles même si la vie s'en trouve changée.

Qu'en est-il de nos patients souffrant d'acouphènes et d'hyperacousie ? Comment vivent-ils ce confinement ? Et surtout quels conseils procurer à nos patients ?

Le silence rime avec phobie

Le confinement a eu des conséquences prévisibles et aussi positives qu'inattendues sur la qualité de vie. En ville on a pu observer la diminution des toutes les formes de pollution (air, eau) mais aussi celle qui nous concerne le plus ; la pollution sonore.

Les nuisances sonores et plus exactement le niveau de bruit (Leq) est lié principalement au trafic routier et aérien. Par exemple, le long des axes routiers à Paris, il a été mesuré une diminution moyenne en 24 h de plus de 7 dB (A) le 1er Avril 2020, soit une baisse de presque 80 % des émissions sonores. Il en est de même pour les habitants vivant près des voies aéroportuaires.

Près de l'aéroport de Orly, une baisse de l'ordre de 17 dB (A) pour l'indicateur Lden (day- evening-night equivalent level) a été enregistré à cette même date par rapport à une situation habituelle. Le nombre de survols détectés sur la période correspondrait à une baisse de 70 % (Bruitparif, 2020).

Toutes ces nuisances sonores peuvent d'ailleurs entrainer une gêne auditive, un trouble du sommeil, un trouble de la concentration et du stress pouvant aboutir à de l'hypertension ou un dérèglement hormonal. A l'inverse, un environnement sonore calme aurait pour bénéfice de la tranquillité et du repos. La réduction des nuisances sonores améliorerait ainsi la qualité de vie (Sueur, 2020).

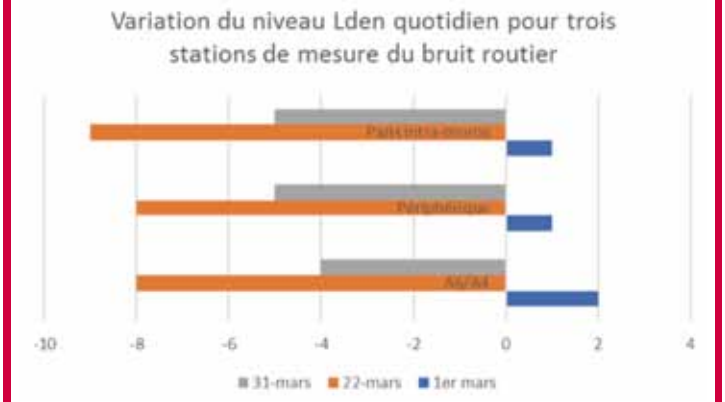


Figure 1 : Représentation de l'évolution de l'indicateur -par rapport à un jour moyen habituel- du bruit routier (Bruitparif, 2020)

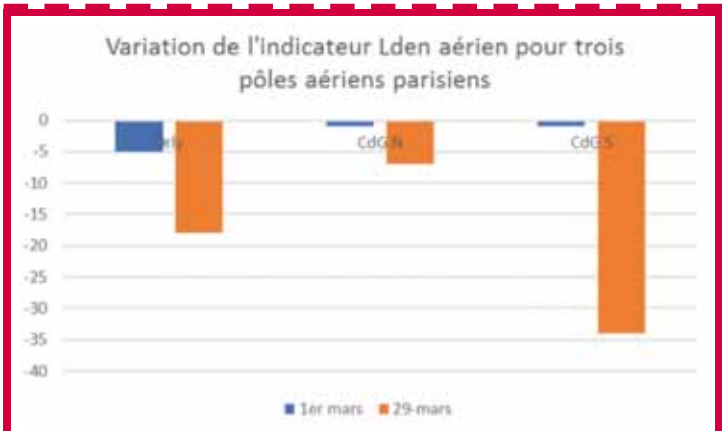


Figure 2 : Représentation de l'évolution de l'indicateur -par rapport à un jour moyen habituel- du bruit aérien (Bruitparif, 2020)

Cependant, une réduction du bruit de fond entraine de facto une augmentation de la perception des acouphènes. Le bruit de fond dans la vie de tous les jours est un générateur naturel de bruit et permet aux patients acouphéniques moins se focaliser sur leurs bourdonnements ou sifflements. A cela s'ajoute le problème de l'hyperacousie. Se plonger dans un environnement nettement plus calme augmentera le contraste des bruits ordinaires produit par un ménage. Les conséquences de la diminution du bruit de fond entrainent chez eux un retour au silence mais aussi une mise en état d'alerte du système nerveux central. Pour certaines personnes, le calme tantôt (faux) ami et tantôt ennemi est une arme à double tranchant.

Solitude et incompréhension

« Les Hommes sont fait pour vivre ensemble » (Aristote). L'obligation de s'exclure soi-même ou d'être exclu de la société peut nuire à notre santé physique ou mentale -»On observe par exemple que 8 % des personnes de 18 ans et plus ont indiqué qu'elles avaient sérieusement pensé à mettre fin à leur vie au cours des 3 derniers mois de confinement, et 0,4 % ont même tenté de le faire», selon une étude de Sciensano (2020). Cette période de confinement est donc contraire à la nature humaine puisque les gouvernements ont interdit tout rassemblement, Ceci implique un isolement social à la fois douloureux et forcé. Les réseaux sociaux ainsi que les appels téléphoniques, ont donc représenté le seul lien de communication avec l'extérieur. Personne ne conteste qu'il est important de maintenir un contact avec son entourage car « le soutien social est un facteur de protection et de bien-être ». (Febvrel, 2017). Cependant, il a été observé que, parmi l'ensemble des activités, la vie sociale et les loisirs nt été les plus impactés pendant ce confinement. En réponse à un questionnaire les répondants ont jugé avoir eu un soutien social faible. Cette insatisfaction toucherait plus particulièrement les jeunes adultes entre 16 et 44 ans en situation monoparentale ou isolée (Sciensano, 2020).

Parmi la population générale, les personnes malentendantes et plus particulièrement les personnes acouphéniques et hyperacousiques sont considérées à haut risque pendant le confinement lié au COVID-19. En effet, leur handicap entraine une plus grande solitude, une anxiété et une dépression plus importante (Amlani, 2020). Ne pouvant pas obtenir de l'aide de la part de leur audioprothésiste, ces personnes ne peuvent exprimer leur difficulté.

Quant à la possibilité de se tourner vers leurs proches ou leur conjoint la même enquête a mis en évidence à ce sujet que « les personnes pouvant bénéficier d'un bon support de la part de leurs proches ou de leur entourage sont moins nombreux à souffrir de dépression » (Sciensano, 2020). Néanmoins, il est important de comprendre que toutes les personnes acouphéniques et hyperacousiques ne se sentent pas comprises face à leurs symptômes. En interrogeant leur conjoint, nous nous rendons compte qu'ils ont une image plutôt neutre concernant l'impact négatif des symptômes dans la vie des personnes souffrantes (Lurquin, Real, Rampont, 2013). Celles-ci « ne trouveraient pas forcément dans l'entourage la reconnaissance et la compréhension nécessaire » (Lurquin, Real, Rampont, 2013). Elles se sentent donc plus démunies ou impuissantes face à cette période de solitude et d'incompréhension. Des comportements peuvent alors apparaitre en présence de cette situation jugée menaçante pour leur santé : la peur, l'anxiété ou la colère voire même une dépression peut être perçue par leur entourage ou par eux-mêmes (Lurquin, Violette, 2016). Les séances de counseling sont davantage primordiales afin de pouvoir parler à un professionnel à leur écoute.

Seules ou entourées, ces personnes ne reçoivent pas l'aide nécessaire pour faire face à cette période d'isolement qui peut aggraver leur situation médicale.

Les gouvernements ont-ils imposé des règles de confinement dans une vision exclusivement sanitaire, au détriment d'autres problèmes individuels ?

Comment s'occuper ?

« Restez chez vous » est la phrase la plus entendue durant cette période afin de sensibiliser les personnes à rester confiner. Il ne reste plus qu'à trouver des occupations dans l'espace intérieur de chacun. La curiosité ranime certaines autres activités. Là où nous avions l'habitude de prononcer cette phrase avant même de commencer :« Je ne sais pas, ce n'est pas pour moi » se transforme petit à petit en « je vais essayer, pourquoi pas » (Rochet, 2020). Changer de discours et rester positif pendant cette période de confinement permet de se donner des objectifs de vie et de sortir de sa zone de confort que l'on a trop souvent tendance à (se)« sur-écouter ». Pendant cette période nous avons reçu des témoignages de personnes se découvrant une passion pour la peinture, la lecture, la cuisine, l'apprentissage d'une langue ou encore d'un instrument de musique.

Néanmoins, les principaux bruits que les patients hyperacousiques ne supportent pas se concentrent d'abord dans un habitacle intérieur : les bruits de cuisine, les bruits d'enfants ou encore l'aspirateur (Lurquin, Pauwels, 2015).

Les personnes hyperacousiques ne peuvent donc pas essayer une nouvelle recette ou jouer à la guitare. Il en est de même pour les personnes acouphéniques qui souhaiteraient se plonger dans un

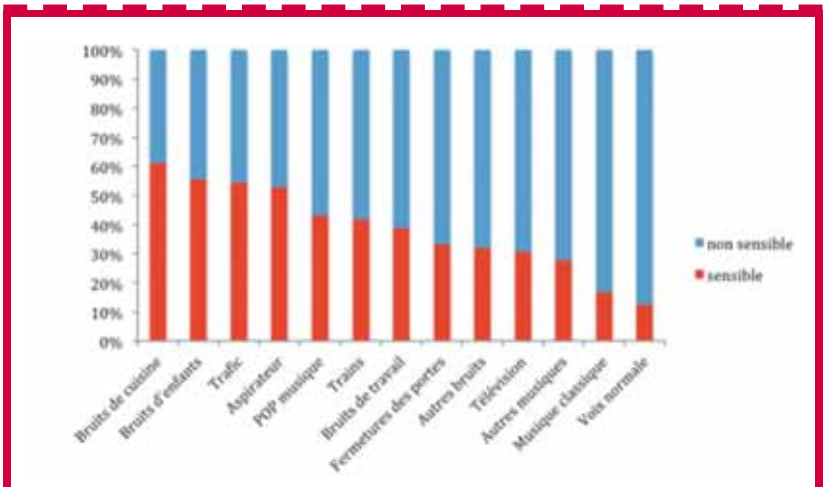


Figure 3 : Représentation de la sensibilité suivants différents ses extérieurs chez des sujets hyperacousiques (Lurquin et Pauwels, 2015)

roman ou peindre un tableau. Ces activités se réalisant généralement dans des environnements calmes, les acouphènes ressortent davantage. Il est alors compliqué de se concentrer sur la nouvelle activité. De la frustration peut émerger de cette incapacité d'accomplissement face aux objectifs fixés (Lurquin, Violette, 2016). Le confinement est donc perçu comme une stagnation voire une aggravation de leur état de santé. Si les patients viennent de démarrer leur thérapie sonore, le doute peut s'installer. Leur espoir de « guérir » est pensent-ils compromis. Notons ici l'importance de l'audioprothésiste ou du thérapeute qui a pour rôle de conseiller les activités calme au patient hyperacousique ou bruyantes au patient acouphénique. La souffrance des deux symptômes est de toute manière aggravée si leurs conditions de vie les oblige à se confiner dans un espace restreint.

Le problème financier

L'impact économique lié au confinement est non-négligeable. Les travailleurs tels que les entrepreneurs et ceux qui ont des petites entreprises, les start-ups, les commerces ainsi que les indépendants voient leur situation financière se dégrader. Les personnes travaillant dans les secteurs de l'hôtellerie, dans les bars, les restaurants et encore dans l'évènementiel, ressentent davantage de stress concernant la pérennité de leur emploi (Altena & al 2020). De nombreux employés ont un soutien seulement partiel en provenance du chômage économique En termes de chiffres, 22% de la population de nos pays serait en arrêt total d'activités professionnelles alors que 14% des personnes seulement continueraient de travailler temps plein. En effet, 19% de nos compatriotes n'auraient pas accès du tout au télétravail dans leur profession alors que 14% d'entre eux en auraient complètement la possibilité. Être spectateur de cette situation laisse les travailleurs démunis et s'installe une réflexion autour de leur avenir (Sciensano, 2020).

Chacun se demande comment payer ses factures soit professionnelles mais également personnelles. Les personnes acouphéniques et hyperacousiques en détresse face à leur situation médicale peuvent se demander comment payer le traitement de la TRT (Tinnitus Retraining Therapy : thérapie sonore d'habituation à l'acouphène). Ces soucis personnels entrainent davantage de stress et d'anxiété. Il en résulte une augmentation de la sensation de l'intensité des acouphènes chez plus de 80% des patients testés lorsqu'ils sont stressés (Lurquin, 2017). Le confinement engendre donc un cercle vicieux : sans argent, le stress puis l'acouphène et ses effets somatiques augmentent (Lurquin & Soyer 2017 ; Lurquin, Soyer & Real 2017). Ceci génère un nouveau questionnement anxiogène : comment faire pour s'offrir des soins (para-) médicaux ?

La solution viendra t'elle après la mise en place du « 100% santé » ?

Quelques conseils

Avoir un revenu du travail n'est pas seulement bénéfique pour s'offrir des soins. Il est aussi primordial pour garder le moral, se donner des objectifs, donner un sens à son existence et maintenir un rythme de vie, le tout s'avérant essentiel pour notre psychisme et/ou notre métabolisme.

Ne plus pouvoir travailler est source d'anxiété pour beaucoup de personnes en période de confinement. Si cette activité ne peut plus être pratiquer, il est néanmoins important de maintenir un cadre de vie organisé. Notre structure psychologique peut être réordonnée grâce au rituel (Rochet, 2020). Ainsi, les heures de réveil, les heures de repas, une exposition à la lumière ou les activités permettent de rythmer le quotidien mais aussi de maintenir un cycle circadien qui doit être en phase avec notre rythme biologique (Rey, 2020). Pour un sommeil de qualité, c'est-à-dire sans éveil, ni somnolence, il est important d'augmenter son activité physique diurne. Le stress pendant la journée sera alors moindre car le sommeil réparateur plus facile.

Pour nos patient(e)s acouphéniques et hyperacousiques qui sont contraintes elles aussi de rester chez elle, l'insomnie fait partie de leur profil comportemental en temps normal. Ce manque de fatigue peut être régulé par une activité physique ou du sport, permettant de le défoulement psychologique et au corps de sécréter des endorphines, l'hormone de l'apaisement puis de récolter un peu de répit avec les symptômes. Rappelons toutefois que durant la période de confinement, en France, l'activité physique fut fortement restreinte (une heure de sortie par jour dans un rayon d'un kilomètre autour du domicile). Était-ce réellement suffisant pour tout le monde ? On accepte en général l'idée que la pratique sportive à partir de trente minutes par jour, cinq fois par semaines, serait le minimum nécessaire pour en observer les bienfaits sur le corps (Science et Vie, 2017). Il est alors essentiel pour ces patients d'utiliser cette heure de trêve de confinement pour pouvoir faire du sport. Encore faut -il en avoir la possibilité... Certaines personnes n'ont pas accès à un lieu où faire du sport : intérieur trop petit, sans terrasse, aucun espace extérieur propice à la pratique sportive. A cela s'ajoute la fermeture des salles de sport et des parcs. Quelles solutions dès lors ?

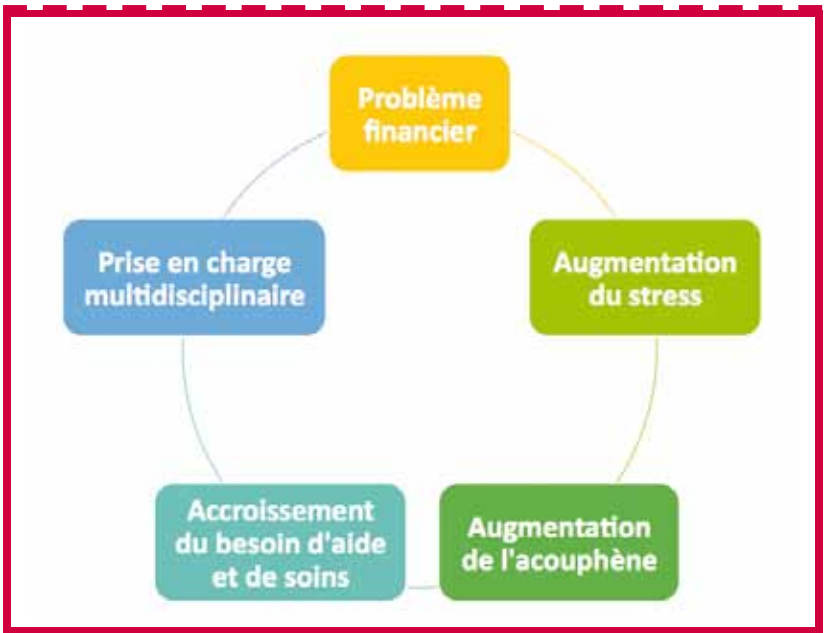


Fig 4 : Cercle vicieux de l'impact du confinement sur l'acouphène

Dommage pour nos patients... car l'activité physique a été démontré comme « véritable thérapeutique non médicamenteuse aux résultats particulièrement intéressants », selon le Pr Daniel Rivière, chef du service de médecine du sport à l'hôpital Larrey de Toulouse (Rambaud, 2018). En effet, deux principales hormones sont sécrétées. L'une appelée endorphine, semblable à la morphine, est une hormone anti-stress et anti-douleur. Il permet de réduire les émotions négatives et contribue donc à la diminution des facteurs néfastes cités ci- dessus. La seconde hormone, appelée dopamine ou hormone du bonheur, est un neurotransmetteur qui agit comme récompense après l'effort. Elle entraine donc une sensation de plénitude et de bien-être (Bonneau et Caillier, 2018). La pratique d'une activité physique fait d'ailleurs régulièrement partie des conseils donnés par un audioprothésiste lors de séances de counseling.

Le travail ou l'activité physique jouent un rôle distracteur en temps normal. En leur absence, les personnes acouphéniques et hyperacousiques se focalisent davantage sur leurs symptômes. Cette période de confinement ne leur permet donc pas d'améliorer leur situation médicale ainsi que leur qualité de vie.

Comment gérer ses symptômes pendant ce confinement ?

Le confinement a obligé certains centres auditifs à fermer leurs portes. Le télétravail reste une option à généraliser dans un métier manuel et utilisant du matériel spécifique. Il n'en reste pas moins possible d'imaginer de pratiquer des séances de counseling à distance ou du moins d'apporter le soutien nécessaire aux personnes étant dans la demande. Plusieurs psychologues ont poursuivi leurs activités en cette période Être écouté et obtenir des conseils permettrait aux personnes souffrantes de gérer au mieux leurs acouphènes et leur hyperacousie.

Selon la British Tinnitus Association, les conseils à diffuser pourraient être les suivants :

- **Tout d'abord, certains conseils à appliquer concernent l'actualité omniprésente de la pandémie. Il est important de restreindre le visionnement des médias et des journaux télévisés. Soyons attentifs à l'évolution du virus en ayant un contrôle modéré des informations médiatiques. Néanmoins, les actualiser plusieurs fois par jour de manière obsessionnelle ne stress et anxiété supplémentaire.**
- **Rester connecté avec l'entourage pendant cette période d'isolement social aide les personnes souffrantes à ne pas être submerger par leurs émotions négatives dont nous avons parlé précédemment. De plus, garder un rythme de vie contribue à maintenir « la machine du quotidien » en marche (BTA et BAA, 2020).**
- **Aux conseils du quotidien, s'ajoute des conseils que les personnes malentendantes devraient respecter. Le port de l'appareil auditif est indispensable pour minimiser les risques de régression auditive. Même si moins de conversations seront maintenues que d'ordinaire les ACAs surtout ceux munis de producteur de bruit blanc qui maintiennent une activité neurale en permanence serviront de stimulateur au même titre qu'une électrothérapie sur un muscle non utilisé.**
- **Si des personnes sont gênées par leurs acouphènes mais ne possèdent pas d'appareillage. Il leur est conseillé d'utiliser des sons naturels sur CD ou une application sur smartphone afin de créer un bruit de fond confortable ; il est également possible de télécharger des applications de relaxation. D'autres alternatives tels que la sophrologie la méditation de pleine conscience ou le yoga peuvent être recommandées par les audioprothésistes (BTA et BAA, 2020).**
- **Des rendez-vous par téléphone ou appel vidéo peuvent être proposés. Un appel en vidéoconférence est davantage approprié aux séances de conseil afin de bénéficier de la composante visuelle avec lecture labiale en compensation d'une éventuelle perte auditive. Afin de conserver le secret professionnel, il est important d'utiliser des logiciels sécurisés. Pendant ces rendez-vous, la discussion se concentre autour de la thérapie sonore, des aides auditives qui pourraient être mises en place dès le déconfinement. Enfin, un plan de gestion est à afficher au patient pour qu'il puisse suivre les conseils donnés par son audioprothésiste (BTA et BAA, 2020).**

Conclusion

De nombreux patients nous ont confié récemment espérer « ne plus jamais devoir vivre ça » D'autres ont qualifié le confinement de « pire période de leur vie » ou encore de « période pire que la guerre ». Ceci montre l'importance des souffrances engendrées par le confinement. Si cette première période nous a surpris et a démontré notre manque de préparation, aujourd'hui il nous revient de prévoir demain afin de mieux gérer de pareilles situations dans le futur.

Les appareils programmables à distance sont déjà en vente, il n'y a plus qu'un pas (ou deux) pour réaliser la thérapie sonore (TRT) à distance.

Bibliographie

Amlani AM (2020). Hearing Health and Technology Matters. Coronavirus and Audiology Services. Consulté 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

British Tinnitus Association and British Academy of Audiology, (2020), Tinnitus Services and Covid-19 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/

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

Febvrel D. (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

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

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

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, M Real (2017). Acouphènes et Stress, 2ème partie. Les Cahiers de l'Audition. 30 (3).

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

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 ? Youtube

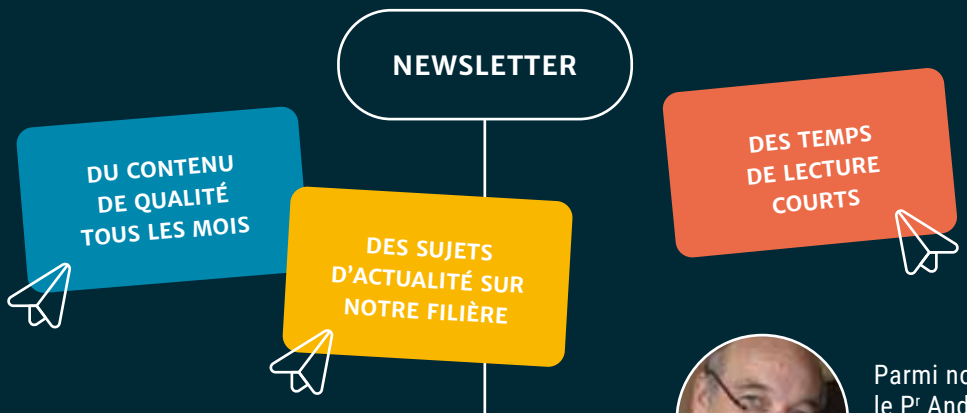
Rochet C. (2020) « L'amour commence après trois ans » Intereditions

Sciensano. (2020). Enquête de santé Covid-19 : Résultats préliminaires https://www.sciensano.be/sites/www.wiv-isp.be/files/report_final_fr.pdf

Sueur J . (2020). Dans le silence du virus : quels effets sur les êtres vivants ? https://theconversation-com.cdn.ampproject.org/c/s/theconversation.com/amp/dans-le-silence-du-virus-quels-effets-sur-les-etres-vivants-134073

chroniques dyapason

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



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

Inscrivez-vous sur dyapason-chroniques.fr

RÉSEAU dyapason

Les audioprothésistes experts en santé auditive

François DEGOVE

Membre du Collège National d'Audioprothèse

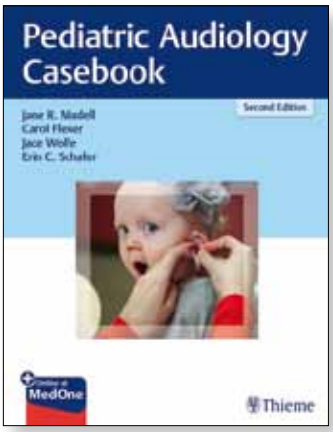
francois.degove@wanadoo.fr

PEDIATRIC AUDIOLOGY CASEBOOK (Second Edition)

Ed; J. R. Madell, C. Flexer, J. Wolfe, E. C. Schafer. Thieme, 280p., 2020

Prix : 74,99 €

De plus, ce livre donne accès gratuitement à des vidéos de cas et d'analyses en se connectant grâce à un code fourni par l'éditeur avec chaque livre.



La publication de cet ouvrage est l'occasion de s'interroger sur l'évolution des problématiques liées à l'audiologie et à la prise en charge des pathologies. Il s'agit exclusivement de dossiers de cas cliniques d'enfants, il faut le souligner. Entre la 1ère édition datant de 2011 et la dernière livraison 2020 on observe que :

- le nombre de pages est à peu près identique, 276 pour la 1ère édition, 280 pour la seconde,
- le nombre de cas traités 69 dans la 1ère 64 dans la seconde (ce qui engendre une 1/2 page de plus par cas en moyenne. Pour être précis on passe de : 4 pages à 4,4 pages pour l'édition 2).

Ce qui change :

- La couleur apparaît dans l'édition 2 c'est une très bonne chose pour la lisibilité.
- Les cas traités dans cette édition sont tous différents dans la formulation et dans la présentation des arguments et des tests de l'édition précédente. C'est un choix des éditeurs qui bien entendu, ne veulent pas rééditer le même ouvrage 9 ans plus tard. C'est normal puisque d'une part, il est toujours possible d'acquérir la 1ère édition et, d'autre part ceux qui ont apprécié la 1ère édition peuvent souhaiter acquérir la 2ème. C'est assez habituel chez les grands éditeurs scientifiques internationaux : le même titre voire la même direction éditoriale ne signifie nullement le même contenu d'une édition à l'autre, heureusement !

Ce qui ressort :

Principalement, c'est l'élargissement des problématiques de prises en charge par l'audiologie. Lorsqu'on lit les index des 2 éditions on en prend conscience très rapidement. D'où provient ce changement profond ? Sociologiquement, après vérification rapide on voit que les auteurs ne sont pas de la même génération. La 1ère auteure (Madell, est la plus âgée et, la dernière la plus jeune. Il n'y a qu'un homme : J. Wolfe). C'est probablement une première explication que l'on peut fournir : âge = « culture », formation et centres d'intérêts différents. Les 2 derniers collaborateurs ont réalisé leur doctorat entre 2000 et 2010. On voit à cette occasion que les plus anciennes générations s'attèlent à mettre le pied à l'étrier des plus jeunes ce qui aide à élargir le regard et les centres d'intérêts traités. Ainsi, pour l'exemple retenons 2 items :

- 1/ Auditory Neuropathy Spectrum Disorder et Auditory Processing Evaluation. A lire un certain nombre de cas on s'aperçoit immédiatement du changement de perspective. La 2ème édition est beaucoup plus précise dans l'évaluation et dans ses conclusions que l'édition de 2011 sur la même thématique. C'est normal nous avons le souvenir du travail demandé à J. L. Collette avec la collaboration de P. Avan, sur cette même thématique dans les Cahiers avant 2011 et si la réflexion s'engageait bien dans le sens décrit en 2011 les perspectives d'évaluation et de « remédiation » n'étaient pas les mêmes dans la présentation qui en avait été faite dans ce même journal quelques années plus tard sous la responsabilité de Didier Bouccara et de Paul Avan en mémoire de Jean Louis Collette. C'est heureux. Beaucoup de choses ont changé à commencer par le vocabulaire qui s'est étoffé, précisé. Mais aussi, naturellement les outils d'exploration, d'aide à la programmation, à la visualisation, etc. Les outils de mapping par exemple, commencent à être corrélés à des outils plus fins en termes de discrimination phonémique par exemple (Outils qui semblent il faut le souligner assez développés en France depuis les tests de Lafon. Quelques exemples : B. Virole, F. Lefevre, plus récemment Christian Renard, etc.) voire de nouveaux tests phonémiques objectifs à partir de réponses électrophysiologiques.
- 2/ Auditory Processing Disorder et Auditory Processing Evaluation. Mêmes Remarques que pour l'item précédent. Si nous renvoyons aux publications réalisées aussi sous la direction de J. L. Collette et de P. Avan dans les Cahiers de l'Audition sur ces mêmes thématiques.

Ces 2 observations (qui pourraient être plus nombreuses) nous amènent à souligner certains aspects du travail qui pour s'enrichir ne doit plus fonctionner de manière verticale : un qui sait les autres qui exécutent mais, de manière plus horizontale, collaborativve en n'ayant pas peur de montrer ses faiblesses pour ne pas porter préjudice au bénéfice potentiellement attendu (cf ci-dessous cas 35) tout en acceptant bien entendu de se former pour pouvoir s'appuyer sur les capacités expérimentales des professionnels qui ont effectué des recherches dans les domaines qui nous sont utiles et qui permettent de rendre le travail plus rigoureux.

Cet engagement c'est évidemment une responsabilité accrue pour les professionnels qui ne peuvent plus se concevoir comme « une brique isolée et seule responsable de la solidité du mur » de la connaissance salvatrice. Les biais possibles et pas toujours probables sont nombreux en particulier dans l'usage de tests vocaux en particulier et c'est bien pour cela qu'un véritable entrainement est nécessaire pour réduire les erreurs qui seraient liées à des affirmations « un peu osées » justement aveugles à ces fameux biais. L'expérience, la culture et le regard de chacun sont plus qu'indispensables. Les enseignants ont du pain sur la planche.

Quelques exemples de cas traités sur les 64 présentés dans le livre :

5/ Minimal/mild bilateral hearing Loss: M. Bagatto

7/ Behavioral hearing evaluation a 2-year-old child: J. Wilk

11/ Probable ménière's disease in a 10-year-old child: E. Schafer

14/ Child with progressive hearing loss: E. M. Fitzpatrick

18/ Auditory processing evaluation in a 12 year-old male: E. C. Schafer & S Landes

21/ Startle epilepsy and tinnitus masking: L. V. Christensen

25/ Complex audiologic diagnostic case: J. Hewitt

26/ Auditory Processing evaluation in a 8 year-old female: S. L. Landes & E. C. Schafer

35/ A complex audiological case demonstrating professional collaboration: A. McConkey Robins & C. C. Morton

42/ Considerations of hearing technology intervention for precipitously sloping hearing loss in children: J. Wolfe

43/ Teen ager rejecting hearing aids: J. R. Madell

52/ A case of pediatric hyperacusis: J. Tunnell

54/ Unilateral Auditory neuropathy spectrum disorder: K. Schaars

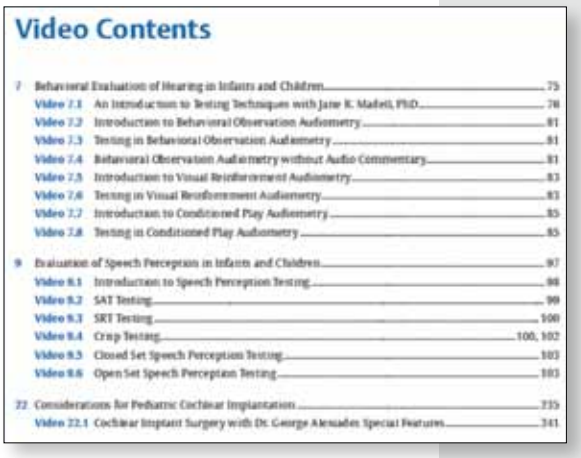
61/ Progressive hearing loss: J. L. Clark

64/ Considerations for hearing technology for minimal to mild hearing loss: A. D. Warner-Czyz& Sh. Jackson

Rappel :

Le livre « d'exercices pratiques » présenté ci-contre renvoie à un ouvrage général de « cours » réalisé par la même équipe et présenté dans les Cahiers il y a quelques mois. Petit rappel du sommaire ci-après. (Ce livre a été présenté dans les Cahiers en 2019).

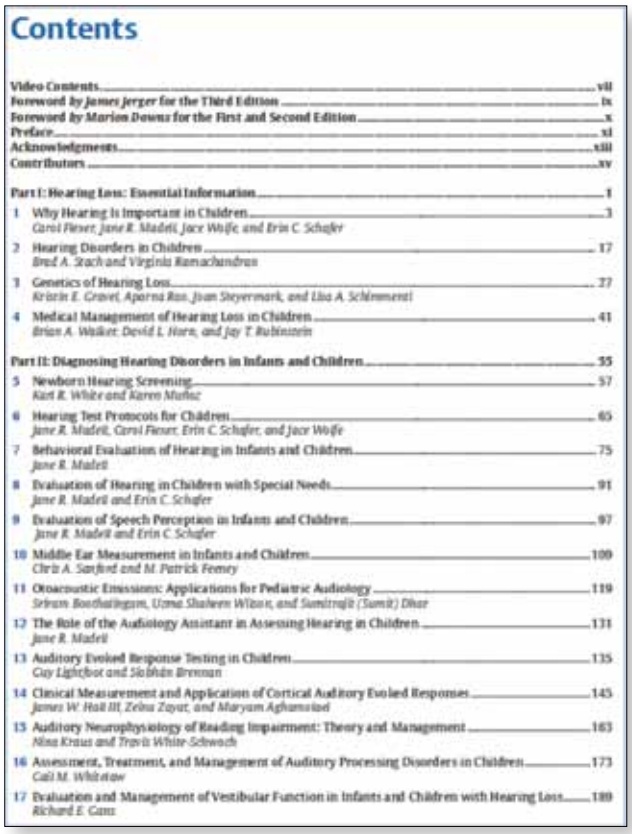
Exemples de vidéos :



Video Contents

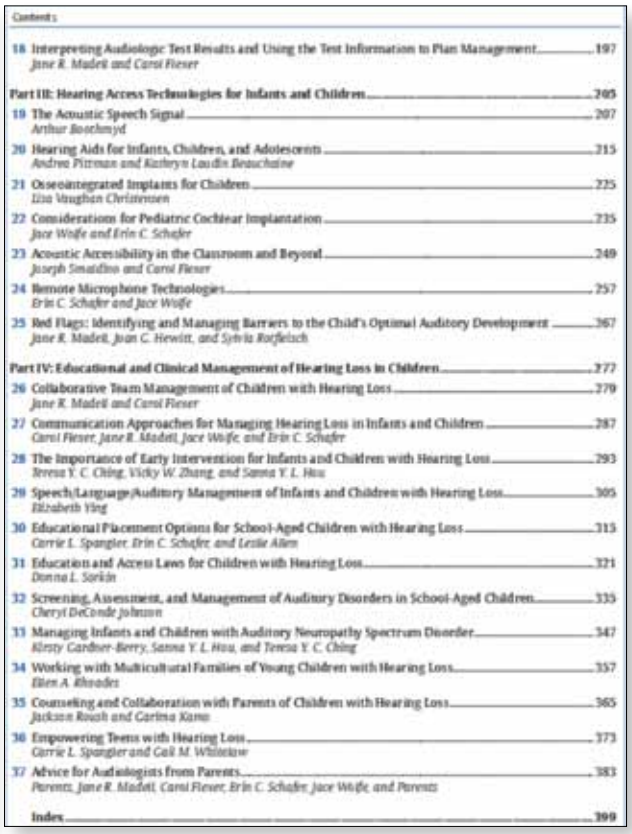
7 Behavioral Evaluation of Hearing in Infants and Children ... 73
Video 7.1 An Introduction to Testing Techniques with Jane R. Madell, PhD ... 76
Video 7.2 Introduction to Behavioral Observation Audiometry ... 81
Video 7.3 Testing in Behavioral Observation Audiometry ... 81
Video 7.4 Behavioral Observation Audiometry without Audio Commentary ... 81
Video 7.5 Introduction to Visual Reinforcement Audiometry ... 83
Video 7.6 Testing in Visual Reinforcement Audiometry ... 83
Video 7.7 Introduction to Conditioned Play Audiometry ... 85
Video 7.8 Testing in Conditioned Play Audiometry ... 85
9 Evaluation of Speech Perception in Infants and Children ... 97
Video 9.1 Introduction to Speech Perception Testing ... 98
Video 9.2 SAT Testing ... 99
Video 9.3 SRT Testing ... 100
Video 9.4 Crisp Testing ... 100, 102
Video 9.5 Closed Set Speech Perception Testing ... 103
Video 9.6 Open Set Speech Perception Testing ... 103
22 Considerations for Pediatric Cochlear Implantation ... 339
Video 22.1 Cochlear Implant Surgery with Dr. George Alexades Special Features ... 341

Le sommaire du livre de cours :



Contents

Video Contents ... vii
Foreword by James Jerger for the Third Edition ... ix
Foreword by Marion Downs for the First and Second Edition ... x
Preface ... xi
Acknowledgments ... xiii
Contributors ... xv
Part I: Hearing Loss: Essential Information ... 1
1 Why Hearing Is Important in Children ... 3
Carol Flexer, Jane R. Madell, Jace Wolfe, and Erin C. Schafer
2 Hearing Disorders in Children ... 17
Brad A. Stach and Virginia Ramachandran
3 Genetics of Hearing Loss ... 27
Kristin E. Gravel, Aparna Rao, Joan Steyermark, and Lisa A. Schimmenti
4 Medical Management of Hearing Loss in Children ... 41
Brian A. Walker, David L. Horn, and Jay T. Rubinstein
Part II: Diagnosing Hearing Disorders in Infants and Children ... 55
5 Newborn Hearing Screening ... 57
Kurt R. White and Karen Muñoz
6 Hearing Test Protocols for Children ... 65
Jane R. Madell, Carol Flexer, Erin C. Schafer, and Jace Wolfe
7 Behavioral Evaluation of Hearing in Infants and Children ... 75
Jane R. Madell
8 Evaluation of Hearing in Children with Special Needs ... 91
Jane R. Madell and Erin C. Schafer
9 Evaluation of Speech Perception in Infants and Children ... 97
Jane R. Madell and Erin C. Schafer
10 Middle Ear Measurement in Infants and Children ... 109
Chris A. Sanford and M. Patrick Feeney
11 Otoacoustic Emissions: Applications for Pediatric Audiology ... 119
Sriram Boothalingam, Uzma Shaheen Wilson, and Sumitrajit (Sumit) Dhar
12 The Role of the Audiology Assistant in Assessing Hearing in Children ... 131
Jane R. Madell
13 Auditory Evoked Response Testing in Children ... 135
Guy Lightfoot and Siobhán Brennan
14 Clinical Measurement and Application of Cortical Auditory Evoked Responses ... 145
James W. Hall III, Zelna Zayat, and Maryam Aghamolaei
15 Auditory Neurophysiology of Reading Impairment: Theory and Management ... 163
Nina Kraus and Travis White-Schwoch
16 Assessment, Treatment, and Management of Auditory Processing Disorders in Children ... 173
Gail M. Whitelaw
17 Evaluation and Management of Vestibular Function in Infants and Children with Hearing Loss ... 189
Richard E. Gans



Contents

18 Interpreting Audiologic Test Results and Using the Test Information to Plan Management ... 197
Jane R. Madell and Carol Flexer
Part III: Hearing Access Technologies for Infants and Children ... 205
19 The Acoustic Speech Signal ... 207
Arthur Boothroyd
20 Hearing Aids for Infants, Children, and Adolescents ... 215
Andrea Pittman and Kathryn Laudin Beauchaine
21 Osseointegrated Implants for Children ... 225
Lisa Vaughan Christensen
22 Considerations for Pediatric Cochlear Implantation ... 235
Jace Wolfe and Erin C. Schafer
23 Acoustic Accessibility in the Classroom and Beyond ... 249
Joseph Smaldino and Carol Flexer
24 Remote Microphone Technologies ... 257
Erin C. Schafer and Jace Wolfe
25 Red Flags: Identifying and Managing Barriers to the Child's Optimal Auditory Development ... 267
Jane R. Madell, Joan C. Hewitt, and Sylvia Rotfleisch
Part IV: Educational and Clinical Management of Hearing Loss in Children ... 277
26 Collaborative Team Management of Children with Hearing Loss ... 279
Jane R. Madell and Carol Flexer
27 Communication Approaches for Managing Hearing Loss in Infants and Children ... 287
Carol Flexer, Jane R. Madell, Jace Wolfe, and Erin C. Schafer
28 The Importance of Early Intervention for Infants and Children with Hearing Loss ... 293
Teresa Y. C. Ching, Vicky W. Zhang, and Sanna Y. L. Hou
29 Speech/Language/Auditory Management of Infants and Children with Hearing Loss ... 305
Elizabeth Ying
30 Educational Placement Options for School-Aged Children with Hearing Loss ... 315
Carrie L. Spangler, Erin C. Schafer, and Leslie Allen
31 Education and Access Laws for Children with Hearing Loss ... 321
Donna L. Sorkin
32 Screening, Assessment, and Management of Auditory Disorders in School-Aged Children ... 335
Cheryl DeConde Johnson
33 Managing Infants and Children with Auditory Neuropathy Spectrum Disorder ... 347
Kirsty Gardner-Berry, Sanna Y. L. Hou, and Teresa Y. C. Ching
34 Working with Multicultural Families of Young Children with Hearing Loss ... 357
Ellen A. Rhoades
35 Counseling and Collaboration with Parents of Children with Hearing Loss ... 365
Jackson Roush and Carlena Kamo
36 Empowering Teens with Hearing Loss ... 373
Carrie L. Spangler and Gail M. Whitelaw
37 Advice for Audiologists from Parents ... 383
Parents, Jane R. Madell, Carol Flexer, Erin C. Schafer, Jace Wolfe, and Parents
Index ... 399

MED EL

Système VIBRANT SOUNDBRIDGE

Plus de 20 ans d'expertise dans l'implant d'oreille moyenne

- Compatibilité IRM 1,5 Tesla
- Conception et manipulation chirurgicale améliorées
- Multiples options de couplage (4 coupleurs de Vibroplasty)
- Audio processeur SAMBA, le design rencontre la technologie de pointe

Le dispositif d'implant d'oreille moyenne VIBRANT SOUNDBRIDGE est fabriqué 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). Le VIBRANT SOUNDBRIDGE est destiné à traiter les patients souffrant de pertes auditives de perception légères à sévères et de pertes auditives mixtes et de transmission après échec ou inefficacité d'un appareillage conventionnel par voie aérienne ou osseuse. Lire attentivement la notice d'utilisation. Date de dernière modification : 07/2020. MED-EL, 400 avenue Roumanille, Bât. 6 – CS 70062, 06902 Sophia Antipolis Cedex, Tel : +33 (0)4 83 88 06 00

hearLIFE

MED-EL Medical Electronics
Fürstenweg 77a | 6020 Innsbruck, Austria | office@medel.com

2891011.0

MED-EL

L'audio processeur SAMBA pour implant d'oreille moyenne VIBRANT SOUNDBRIDGE de MED-EL désormais intégralement remboursé en France

C'est officiel, l'audio processeur SAMBA pour l'implant d'oreille moyenne VIBRANT SOUNDBRIDGE est désormais intégralement remboursé en France, à hauteur de 3 100 €. Il est inscrit sur la Liste des Produits et Prestations Remboursables (LPPR) prévue à l'article L. 165-1 du code de la sécurité sociale pour les cas de surdités mixte et de transmission.

Rappelons que l'audio processeur SAMBA fait partie du système VIBRANT SOUNDBRIDGE qui comprend également l'implant VORP 503 et ses coupleurs de fixation.

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

« En rajoutant l'audio processeur SAMBA sur la Liste des Produits et Prestations Remboursables, les autorités rendent le système accessible et envoient un message fort quant à l'utilité et aux bénéfices du système pour les patients » déclare Michel Beliaeff, directeur MED-EL France. « Avec une compatibilité conditionnelle IRM à 1.5 Tesla et plus de 25 années d'existence, le système VIBRANT SOUNDBRIDGE offre aux utilisateurs un niveau de sécurité élevé et une qualité de vie supérieure. Les chirurgiens et les patients bénéficient à part égale de la fiabilité de ce système ».

Le remboursement intégral de l'audio processeur SAMBA sera effectif à partir du 20 juillet 2020.

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 du 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 2000 personnes et 33 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 (Stimulation Electric Acoustic), 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 123 pays d'aider les personnes souffrant de perte auditive à surmonter les barrières à la communication.

www.medel.com

BIOTONE
TECHNOLOGIE MÉDICALE

Entendre ce qui est important avec MOTION CORE

Nous vivons dans un monde souvent assourdissant où il devient difficile d'entendre correctement et encore plus difficile lorsque l'audition commence à faiblir. Aujourd'hui, la perte auditive arrive de plus en plus tôt. Que ce soit pour se rendre sur son lieu de travail, pour rentrer à la maison en toute sécurité ou d'être là pour les personnes qui comptent sur nous, **nous savons qu'une bonne audition est essentielle.**

A travers notre nouvelle identité visuelle et notre nouvelle technologie **M-Core**, nous avons voulu représenter des personnes et des situations authentiques mais ambitieuses. Nous ne sommes pas superficiels. Nous montrons la réalité du quotidien, des métiers enrichissants mais parfois pénibles et des vies exigeantes. Nous n'hésitons pas à mettre en avant la vie réelle et les environnements complexes qui peuvent provoquer une perte auditive. Avec notre nouvelle plateforme **M-Core**, les utilisateurs pourront comptez sur Rexton en toutes situations.

High Resolution Soundpro

SoundPro Haute Résolution restitue l'environnement acoustique de manière optimale. Les capteurs acoustiques et de mouvements assurent une définition sonore en haute résolution et une réponse, parmi plus de **120 scénarios acoustiques**, bien spécifique aux besoins de chacun.

Motion Sensor

Le capteur de mouvement **Motion Sensor** analyse en permanence la situation sonore dans laquelle l'utilisateur se trouve et adapte automatiquement le scénario acoustique approprié.

Chargeur Lithium-ion

Nouveau Chargeur par induction et sans contact conçu pour accueillir les **aides auditives Lithium-ion M-Core R-Li**.

- Une charge complète assure une journée d'utilisation
- Une charge rapide de 30 minutes garantit **6 heures d'autonomie**
- **Fonction de séchage intégrée**

Nouveauté

Chargeur M-Core SR

Nouveau chargeur sans fil doté d'une batterie Lithium-ion conçu pour les **aides auditives M-Core SR**.

- **Technologie sans fil Qi** : permet de poser simplement le chargeur **M-Core SR** sur une base de charge par induction.
- La **charge complète** des appareils se fait en **4 heures** et assure **19 heures d'autonomie**
- Une **charge rapide** de 30 minutes garantit **5 heures d'autonomie**
- **Chargeur nomade doté d'une batterie autonome** : permet jusqu'à 3 charges complètes des aides auditives

REXTON APP

Prendre le contrôle de ses aides auditives en toute discrétion

L'application **Rexton** permet aux utilisateurs de piloter et contrôler leurs aides auditives de manière pratique et discrète. Ils pourront changer les programmes, le volume, la tonalité...

REXTON

RX M-CORE

Bluetooth

Made for iPhone | iPad | iPod

oticon
life-changing technology

Oticon EduMic : le nouveau système de microphone distant sans fil pour la salle de classe

A l'approche de la rentrée scolaire, Oticon revient sur la solution EduMic, son nouveau système de microphone distant sans fil destiné à aider les enfants malentendants en classe.

EduMic fonctionne avec toutes les aides auditives Oticon, permet d'optimiser le rapport signal/bruit et d'obtenir un accès clair et stable à la voix de l'enseignant.

En utilisant OpenSound Navigator, la même technologie innovante que celle utilisée dans les aides auditives pédiatriques Oticon de dernière génération, EduMic scanne en permanence l'environnement pour analyser, équilibrer, et supprimer les bruits indésirables, et ce, même entre les mots, pour un confort d'écoute permanent.

EduMic est un accessoire qui utilise la technologie Bluetooth Low Energy 2,4 GHz pour communiquer avec les aides auditives Résultat : plus besoin des traditionnels récepteurs FM.

Cet appareil léger et facile à utiliser comprend une seule batterie rechargeable Li-ion d'une autonomie de 10 heures.

« En 2019, deux nouvelles solutions auditives pédiatriques Oticon, Opn Play et Xceed Play, ont permis aux audioprothésistes de bénéficier d'une technologie révolutionnaire qui donne aux enfants malentendants un accès sur 360° au son dans des environnements d'écoute simples et complexes » a déclaré Thomas Behrens, Responsable Audiologie Oticon. « Avec EduMic, nous élargissons encore les possibilités d'améliorer le développement du langage, l'apprentissage et la socialisation des écoliers et étudiants malentendants en améliorant la compréhension de la parole dans les environnements bruyants et réverbérants typiques des salles de classe modernes ».

Une parfaite adaptabilité aux nouveaux outils d'enseignement

EduMic permet l'accès direct à la voix de l'enseignant mais aussi l'accès à toutes

sources audio pour que les écoliers comme les étudiants restent connectés et engagés pendant les cours. Les enseignants peuvent connecter EduMic à un autre ordinateur, à un tableau intelligent ou à une autre tablette à l'aide de la connexion jack audio 3,5.

EduMic est facile à utiliser : il n'a besoin d'être appairé aux aides auditives qu'une seule fois. Les enseignants peuvent ainsi communiquer clairement et efficacement avec leurs élèves en appuyant simplement sur un bouton.

Les enseignants peuvent également connecter EduMic à des systèmes FM existants à l'aide d'une connexion Europin,. La technologie 2,4 GHz fournit un signal stable et se connecte à un nombre illimité d'aides auditives Oticon.

Qualité sonore exceptionnelle

Lorsque le bruit, la distance et la réverbération deviennent un défi dans une salle de classe, EduMic collabore avec les aides auditives pour offrir un accès clair à la voix de l'enseignant. Ceci est rendu possible par la puissante plateforme Oticon Velox S, la plateforme de traitement de signal la plus rapide et la plus avancée d'Oticon, dotée du système de communication TwinLink 2,4 GHz.

TwinLink permet un traitement binaural exceptionnel des aides auditives avec une diffusion stéréo dans les aides auditives.

Conçu pour la classe et l'enseignant

EduMic est robuste et conçu pour gérer les exigences de la vie quotidienne et résister aux chutes accidentelles. Deux indicateurs LED permettent aux enseignants de connaître l'état de l'appareil en un coup d'œil.

Le dispositif léger (32 grammes) peut être porté de plusieurs façons pour correspondre aux préférences et au style personnels de l'enseignant. Le clip rotatif peut être attaché à un revers, un col ou une poche ou porté confortablement autour du cou avec une lanière facilement réglable.

EduMic est une solution flexible, discrète, simple et intuitive à utiliser, qui permet aux enseignants de se concentrer sur ce qui est important - se connecter et enseigner aux enfants, à l'intérieur et à l'extérieur de la classe.

Plus d'informations sur
www.oticon.fr/professionals

PHONAK
life is on

Effort d'écoute réduit dans le bruit avec StereoZoom dans Naída

Des électroencéphalographies (EEG) et des tests subjectifs menés à Hörzentrum Oldenburg sur des sujets atteints de perte auditive sévère ont montré que l'effort d'écoute était réduit grâce à l'utilisation d'un dispositif Phonak avec StereoZoom, par rapport à Real Ear Sound.

Introduction

Les pertes auditives sont associées à un effort d'écoute accru. Les personnes souffrant de pertes auditives essayent en permanence de « remplir les blancs » lors des conversations. Cela peut leur demander des efforts et entraîner une certaine fatigue. Les aides auditives visent à améliorer l'intelligibilité vocale et devraient dès lors réduire l'effort nécessaire pour comprendre la parole. L'avantage est que l'utilisateur devrait alors plus apprécier l'expérience auditive et être moins fatigué.

Mesurer l'effort d'écoute est un sujet extrêmement intéressant dans le cadre de l'appareillage d'une aide auditive. Cette approche intéressante évalue les aides auditives dans des situations d'écoute, dans lesquelles des stimuli sont (également) générés à des intensités supraliminaires, l'intelligibilité vocale ne pouvant pas différencier les performances ou l'acceptation de différentes aides auditives/algorithmes et/ou de leurs fonctionnalités. Cependant, dans ces situations, les différents algorithmes/aides auditives, ou leurs fonctions, peuvent toujours augmenter ou diminuer l'effort d'écoute.

Une manière de mesurer l'effort d'écoute consiste à demander à l'utilisateur d'aide auditive d'évaluer lui-même l'effort perçu. D'autres méthodes objectives existent, comme la pupillométrie, différentes mesures électrophysiologiques, l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf) ou la conductance cutanée.

Plusieurs études ont montré que l'électroencéphalographie (EEG) est une approche prometteuse pour mesurer l'effort d'écoute au niveau neural. L'hypothèse selon laquelle l'effort d'écoute peut être relié à l'activité EEG repose sur l'idée que le cerveau fait appel à un nombre limité de ressources (neuronales) partagées par des processus sensoriels, perceptifs et cognitifs. On parle plus communément de « Théorie des ressources limitées » (Kahneman, 1973). « L'hypothèse de l'effort » [Effortfulness hypothesis] (Rabitt, 1968) est liée à ce phénomène, ce qui signifie que si le traitement du signal est difficile (par ex. pour suivre une conversation dans un environnement bruyant ou à cause d'une perte auditive), il faudra consacrer plus de ressources de traitement à l'encodage sensoriel. Ce problème engendre une réduction de la disponibilité des ressources. Le traitement du niveau est donc plus élevé et l'écoute demande plus d'effort. Cette hypothèse a été confirmée par des études récentes, qui ont utilisé des mesures EEG pour démontrer les conséquences sur l'effort d'écoute en variant le traitement du signal des appareils auditifs et/ou le rapport signal sur bruit (RS/B). Un effort d'écoute plus faible s'est manifesté par une activité alpha plus faible sur l'enregistrement de l'EEG.

StereoZoom, l'algorithme d'aide auditive mis au point par Phonak, fait appel à la technologie binaurale de microphone directionnel pour créer un faisceau étroit dans les situations auditives particulièrement difficiles. Dans les conversations avec des niveaux de bruit ambiant élevés, StereoZoom améliore le RS/B, ce qui améliore l'intelligibilité vocale, la qualité sonore et la suppression du bruit.

Le Dr Winneke et al. (2018a) a découvert que l'effort d'écoute subjectif dans des environnements bruyants était réduit de 19 % avec l'utilisation de StereoZoom par rapport à Real Ear Sound (RES, un paramètre de microphone directionnel monaural imitant la directivité naturelle du pavillon). Les analyses d'EEG ont démontré que l'activité de bande alpha était considérablement plus faible avec l'utilisation de StereoZoom qu'avec RES. Ces mesures étaient menées sur des utilisateurs d'aides auditives atteints de perte auditive légère à moyenne, appareillés avec des aides auditives Audéo B90-312 de Phonak.

Objectif

L'objectif de cette étude consistait à évaluer si le microphone directionnel binaural (StereoZoom) et le microphone monaural (RES) présentaient des différences en termes d'effets produits sur l'effort d'écoute chez des individus atteints de perte auditive sévère. Cette évaluation a été mesurée de manière objective par l'analyse de la bande de fréquence alpha de l'EEG (9 à 12 Hz) et de manière subjective an demandant aux participants d'évaluer leur effort d'écoute sur une échelle.

Méthodologie

Participants

20 utilisateurs d'aides auditives expérimentés au total ont participé à l'étude. L'âge moyen des sujets était de 65,75 ans (écart type [ET] = 14,07). 9 participants étaient des femmes et 11 étaient des hommes. Les sujets étaient atteints de perte auditive sévère (critère : moyenne minimale de 67 dB HL pour la meilleure oreille ; voir audiogramme de la figure 1).

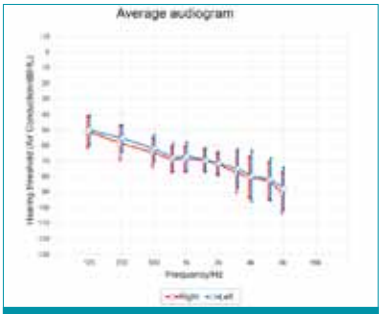


Figure 1. Audiogramme de conduction aérienne (CA) moyen des 20 sujets de l'étude. Conduction aérienne moyenne du son pur (CA-PTM) : droite : moyenne = 71,4 ; ET = 5,3 ; gauche : moy = 70,38 ; ET = 6,6).

Matériel

Chaque sujet a été appareillé avec les aides auditives Naída B90-SP (équivalent en termes de performances au dispositif Naída M90-SP pour les aspects spécifiques évalués lors de l'étude) de Phonak. Les embouts personnels des participants ont été utilisés. Si l'embout semblait usé et mal adapté, de nouveaux étaient produits avec le même évent que les embouts personnels des participants.

Configuration du test

Le signal sonore était un bruit diffus de cafétéria, diffusé à une intensité fixe de 67 dB SPL via des haut-parleurs placés de manière circulaire autour des participants à 30°, 60°, 90°, 120°, 150°, 180°, 210°, 240°, 270°, 300° et 330°.

Conditions RS/B

Le RS/B a été modifié en ajustant le niveau de signal vocal diffusé via un haut-parleur placé à 0° en face du participant, jusqu'à

déterminer le SRV 50 individuellement pour chaque participant. En se basant sur le SRV 50 individuel (SRV 50ind), les conditions de RS/B élevé, RS/B moyen et RS/B faible ont été définies comme suit :
RS/B élevé = SRV 50ind + 10 dB
RS/B moyen = SRV 50ind + 6,5 dB
RS/B faible = SRV 50ind + 3 dB

Conditions de test

Le test comprenait 6 conditions selon une conception 3 x 2 avec les facteurs suivants :
RS/B : RS/B élevé contre RS/B moyen contre RS/B faible
Programme : StereoZoom contre RES.

Paradigme de test

Le matériel vocal utilisé dans cette étude était issu du matériel de test de phrases OLSA. Toutes les phrases OLSA possèdent une structure identique et sont composées de cinq catégories de mots (nom, verbe, nombre, adjectif et objet). Les phrases sont assemblées de manière aléatoire, à partir d'une base de données contenant 10 exemples pour chaque catégorie. Les sujets entendaient trois phrases (un tercet) et devaient ensuite évaluer leur perception d'effort d'écoute via un écran tactile. L'échelle était numérotée de 1 (sans effort) à 14 (uniquement du bruit) en se basant sur la procédure ACALES.
Alors que le RS/B était aléatoire, les deux programmes différents étaient présentés en blocs dans une séquence équilibrée. Cela signifie que la moitié des participants commençaient avec StereoZoom tandis que l'autre moitié commençait avec RES. Chaque bloc était composé de 30 tercets (c'est-à-dire 90 phrases) avec 10 tercets pour chacun des trois RS/B. L'activité cérébrale a été enregistrée à l'aide d'un système EEG Smarting sans fil à 24 canaux (mBrainTrain, Belgrade, Serbie) avec 24 électrodes posées sur un casque EEG élastique fait sur mesure (EasyCap, Herrsching, Allemagne) et disposées selon le système international 10-20. Alors que les participants écoutaient les phrases OLSA, l'EEG était enregistré à une fréquence d'échantillonnage de 500 Hz, avec un filtre passe-bas de 250 Hz.
Le signal EEG a également été analysé hors ligne. Les enregistrements ont été datés dans des fenêtres de temps de 2 500 ms aux alentours du début de chaque phrase OLSA. Une analyse de la densité spectrale entre 3 et 25 Hz a été menée dans ces fenêtres de temps. L'étude s'est focalisée sur la bande de fréquences alpha EEG (9 à 12 Hz).

Résultats

Les évaluations de l'effort d'écoute subjectif sont représentées dans la figure 2.

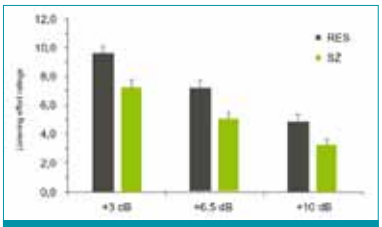


Figure 2. Moyenne subjective des évaluations de l'effort d'écoute pour StereoZoom (SZ) et RES pour trois conditions de RS/B (SRV 50 +3 dB, +6,5 dB, +10 dB). Les barres d'erreur représentent les erreurs standard. Évaluation de l'effort d'écoute dans l'UME = Unité mesure estimée

Elles montrent que les sujets ayant écouté avec RES devaient toujours fournir plus d'efforts que lorsqu'ils écoutaient avec StereoZoom (statistiquement significatif : $p < .001$).
Avec l'utilisation de StereoZoom pour le rapport signal sur bruit (RS/B) le plus difficile d'un SRV individuel plus 3 dB, cela résulte en une évaluation subjective améliorée de l'effort d'écoute dans le bruit équivalente à une amélioration du rapport signal sur bruit de 3,5 dB avec l'utilisation de RES. À un RS/B de 3 dB, l'évaluation de l'effort d'écoute pour RES est de 9,6 alors qu'il est de 7,3 pour StereoZoom Cela correspond à une diminution de 24 % de l'effort d'écoute dans le bruit avec StereoZoom par rapport à RES ([9,6-7,3]/9,6*100 = 23,96 %).
La figure 3 représente les valeurs moyennes de densité spectrale alpha pour les trois conditions RS/B (SRV individuel plus 3 dB, 6,5 dB et 10 dB) et les deux programmes (RES et StereoZoom). À cause de la faible qualité des données de l'EEG, les données de l'EEG de trois participants ont été exclues de l'analyse, ce qui donne donc une taille d'échantillon de 17.
La figure montre que la puissance de la réponse de l'EEG est plus faible pour StereoZoom que pour RES, et la différence est statistiquement significative pour tous les RS/B. Ces résultats représentent un effort cognitif réduit avec l'utilisation de StereoZoom. En réalité, le graphique signifie que pour le rapport signal sur bruit le plus simple (10 dB), l'activité de bande de fréquence alpha pour RES (cercle blanc à +10 dB) est presque la même que l'activité de bande de fréquence alpha pour StereoZoom au RS/B le plus difficile (cercle noir à +3 dB). En d'autres termes, l'activité de bande de fréquence alpha pour StereoZoom dans le bruit était comparable à l'activité de RES à un RS/B de +7 dB.
Ce résultat laisse à supposer que l'activité cérébrale liée à l'effort d'écoute est plus faible pour StereoZoom que pour RES.

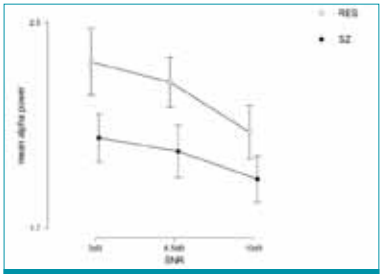


Figure 3. Valeurs moyennes de densité spectrale alpha pour les trois conditions RS/B et les deux programmes. Moyenne faite entre les participants et sur toute la bande passante de 9 à 12 Hz. Les barres d'erreur représentent les erreurs standard.

Conclusion

Cette dernière recherche menée sur des sujets atteints de perte auditive légère à moyenne a démontré une réduction de l'effort d'écoute dans le bruit avec l'utilisation de StereoZoom par rapport à RES. Ce cas a été prouvé de manière subjective, mais également objective à l'aide d'analyses EEG.
Cette étude récente a trouvé des résultats similaires avec des sujets atteints de perte auditive sévère. L'effort d'écoute subjectif s'est trouvé être plus faible pour StereoZoom que pour RES, en particulier lorsque le RS/B est à un niveau plus faible (situation auditive plus difficile). Les résultats de l'analyse des données EEG (activité de bande de fréquences alpha) concordent avec les données subjectives, car l'activité alpha avec l'utilisation de StereoZoom est bien plus faible qu'avec l'utilisation de RES, quel que soit le RS/B.
StereoZoom entraîne une meilleure suppression du bruit. Le signal vocal est donc plus facile à comprendre, car StereoZoom réduit le bruit interférant de la cafétéria, qui doit être supprimé par le cerveau (théorie des ressources limitées). Cela se traduit par une diminution de l'activité alpha pour StereoZoom par rapport à RES. Les résultats de l'analyse des données EEG font état d'une diminution de l'effort d'écoute, ce qui se voit très bien au niveau neurophysiologique également.

Plus d'informations : www.phonakpro.fr/etudes :
-Phonak Field Study News | Effort d'écoute réduit dans le bruit avec StereoZoom dans Naída

ReSound GN

Un RIE innovant avec microphone dans l'oreille permet aux utilisateurs "d'entendre avec leurs propres oreilles".

Jennifer Groth, MA, GN Hearing A/S

Résumé

Les données des États-Unis en 2019 ont indiqué que près de 79% des aides auditives distribuées étaient du type Receiver-In-Ear (RIE - écouteur déporté). La popularité du RIE est logique. Il est robuste, confortable, discret à porter et peut offrir le plus grand panel de fonctionnalités. Un inconvénient du RIE est le positionnement des microphones. Ils sont dans un endroit non naturel pour capter le signal. Bien que des algorithmes de compensation artificielle du pavillon atténuent cet inconvénient, dans une certaine mesure, le signal le plus naturel est perçu par le chemin organique, anatomique, de l'oreille – l'effet pavillonnaire. Voici un autre exemple de la façon dont la philosophie ReSound Organic Hearing (Audition Organique de ReSound) développe des innovations qui imitent et préservent les processus auditifs naturels : l'aide auditive ReSound ONE™ avec M&RIE (Microphone & Receiver-In-Ear). Ce module écouteur innovant place un microphone dans le conduit auditif de l'utilisateur. Le signal est naturellement façonné par l'anatomie particulière de chaque oreille. ReSound ONE™ offre aux utilisateurs tous les avantages du style RIE avec la capture d'un signal en position naturelle.

Aux États-Unis, il est estimé qu'un peu plus de 10% de la population âgée de 50 à 59 ans présente une perte auditive légère. La prévalence augmentant à 19% pour les personnes dans la soixantaine et à 35% pour les personnes plus âgées[1]. C'est plus de 22 millions d'adultes américains de plus de 50 ans qui, en fonction de la gravité de la perte auditive, seraient des candidats pour des aides auditives. Pourtant, c'est ce groupe de personnes qui est le moins susceptible de franchir le pas de l'appareillage. Il y a plusieurs raisons à cela. Les utilisateurs potentiels n'anticipent tout simplement pas ou - pour ceux qui essaient une solution - ne perçoivent pas suffisamment d'avantages pour que les aides auditives valent le coût*. Les utilisateurs qui portent ou essayent des aides auditives, sont très probablement adaptés avec un RIE. En 2019, les RIE représentaient 79% des aides auditives distribuées aux États-Unis[2]. Il y a de bonnes raisons à la popularité du style RIE. Les audioprothésistes peuvent les avoir à portée de main pour un essai ou même les adapter instantanément avec un dôme. Le RIE est confortable à porter et pratiquement invisible sur la plupart des oreilles. Le RIE aura souvent la meilleure gestion du bruit et des fonctionnalités de connectivité sans fil incomparables aux autres styles d'aides auditives. En outre, la connectivité sans fil sera probablement plus robuste et fiable que ce qui est proposé pour les aides auditives intra-auriculaires.

Enfin, il est prouvé que les utilisateurs sont globalement satisfaits du style RIE, ce qui est une bonne raison de continuer à les adapter. L'étude MarkeTrak 10 a rapporté un taux de satisfaction de 84% avec les aides auditives placées derrière l'oreille (dont la plupart seraient RIE) contre 79% avec les aides auditives du type intra-auriculaire[3].

Y a-t-il des problèmes avec les modèles RIE ?

Une raison pour laquelle les utilisateurs avec une perte auditive légère à moyenne pourraient rejeter les RIE est la qualité sonore artificielle, difficile à ajuster et, dans le pire des cas, peut-être même nuisible à leurs objectifs d'écoute. Un inconvénient fondamental de la conception des RIE est la position des microphones sur le dessus ou l'arrière du pavillon. Ce n'est pas un endroit avantageux pour la qualité sonore, car ce n'est pas là que le son est naturellement capté et conduit au tympan. L'empreinte acoustique n'est pas reconnue. Le cerveau d'une personne s'attend à recevoir un son qui a été façonné par l'anatomie du corps, de la tête et des oreilles de cette personne. Entendre avec une aide auditive captant un signal sonore dans la mauvaise position anatomique pourrait potentiellement interférer avec les processus auditifs naturels d'intégration, et, peut-être, contrer les effets positifs de rendre audible ce qui ne l'était plus. Cela est particulièrement vrai pour les personnes avec des pertes auditives légères à moyennes. En effet, avec une telle baisse d'audition, les utilisateurs relatent surtout des difficultés à entendre dans le bruit. Ils rapportent le plus souvent une bonne audition dans bon nombre de situations de leur vie quotidienne. Cela signifie que leurs attentes minimales en matière d'aide auditive seraient 1) de les aider à entendre dans le bruit et 2) de ne pas dégrader leur audition dans les autres situations. Les aides auditives RIE avec des microphones au-dessus des oreilles peuvent contribuer à répondre à la première attente, mais peuvent ne pas satisfaire la seconde aussi bien qu'elles le devraient.

Avantages du microphone dans l'oreille

Avec l'introduction des aides auditives intra-auriculaires (ITE) il y a des décennies, de nombreuses recherches ont démontré les avantages relatifs de la mise en place du microphone de l'aide auditive dans le conduit. Il a été souligné que le placement du microphone dans le pavillon était supérieur au placement du microphone derrière l'oreille (BTE) d'un point de vue acoustique[4-6]. De plus, il permet une meilleure reconnaissance vocale dans le bruit[6-8], ainsi qu'une meilleure capacité de localisation des sources fixes[9]. Des enquêtes plus récentes corroborent ces résultats et les ont complétées. Cubick et al[10] ont montré comment les capacités auditives spatiales et les performances de reconnaissance vocale diminuaient lorsque les utilisateurs écoutaient avec des aides auditives dont le microphone est en position non naturelle au-dessus de l'oreille. Dans leur étude, les auditeurs avec des seuils d'audition normaux ont reçu une amplification linéaire de haute qualité pour isoler les effets de l'emplacement du microphone plutôt que le traitement du son. Ils ont suggéré que la dégradation mesurée de l'intelligibilité en présence de bruits concurrents avec

ce type de positionnement microphonique pourrait être consécutive d'une diminution de la capacité à séparer les sources ; bruits et locuteurs multiples. En d'autres termes, le problème même qui pourrait inciter les personnes malentendantes à essayer des aides auditives - des difficultés d'audition dans des situations avec des sons concurrents - pourrait potentiellement être encore pire en raison de l'emplacement du microphone. L'audition spatiale est-elle importante pour les personnes malentendantes ? La plupart, utilisateurs d'aides auditives ou non, n'exprime pas explicitement leurs difficultés ou leurs souhaits en termes de perception des sons dans l'espace. Par exemple, une personne pourrait dire qu'elle a du mal à suivre la conversation lors d'une réunion de famille. Mais elle ne connaît probablement pas le rôle que joue l'audition spatiale dans sa capacité à séparer le flux de sons perçu par les oreilles pour former une scène auditive et y extraire efficacement le signal utile. Byrne & Noble[11] ont montré l'importance de la localisation pour entendre dans des situations du monde réel, soulignant que c'est une partie tellement naturelle de la vie qu'elle est considérée comme acquise. Il est maintenant reconnu que dans la vie réelle, les auditeurs doivent « localiser, identifier, écouter et afin de maintenir la compétence de communication et un sentiment de connexion avec leur environnement[12] (p86). Les résultats de MarkeTrak [10] soutiennent que l'audition spatiale contribue à la satisfaction globale des aides auditives. Les facteurs les plus importants de satisfaction ont été « la performance et la sonorité des aides auditives » et ces facteurs sont renforcés par « la capacité de donner la direction » du son[13]. De plus en plus de recherches s'intéressent à la façon dont les indices de localisation implémentent l'audition dans des situations dynamiques et quels aspects techniques des aides auditives peuvent améliorer ou dégrader cette capacité auditive spatiale. Comme mentionné précédemment, il est bien établi qu'un microphone placé dans le pavillon est meilleur que s'il est placé au-dessus en termes de préservation du filtrage et de l'amplification naturels par le pavillon lui-même. Cela a également été confirmé par des recherches plus récentes[14-16].

Il a également été démontré que les aides auditives actuelles, avec leurs programmes par défaut, introduisent des distorsions de repères spatiaux dues à la fois à l'emplacement du microphone et aux fonctionnalités de traitement du son, telle que la directivité adaptative[17,18.] Pour compenser les éventuels effets dégradants sur la localisation et la qualité sonore, certains fabricants d'aides auditives utilisent un algorithme de compensation de l'effet pavillonnaire pour pallier l'emplacement désavantageux du microphone au-dessus de l'oreille. Ce type de traitement utilise le système à deux microphones de l'aide auditive pour créer des modèles de directivité qui ressemblent à ceux d'une oreille moyenne sur une tête et un torse moyen. Une amélioration de la localisation avant-arrière a été signalée avec les algorithmes de compensation du pavillon[19-21]. Bien que ce soit une bonne nouvelle pour les utilisateurs de RIE, les algorithmes de compensation du pavillon ont néanmoins deux faiblesses. La première est, comme mentionné, qu'ils sont faits pour une oreille moyenne et réglés pour fonctionner sur un mannequin anthropomorphe. Non seulement le bénéfice variera avec la variabilité individuelle des caractéristiques anatomiques, mais il a également été démontré que les mannequins sont de piètres remplaçants pour les humains lorsque des mesures de localisation sont prises en compte[16]. La seconde constatation avec les algorithmes de compensation du pavillon est qu'ils ne peuvent pas prendre en considération tous les sons provenant de tous les azimuts horizontaux et verticaux. Ils sont réglés pour fonctionner pour le son provenant de l'avant sur le plan horizontal. De cette façon, ils ne ressemblent pas à l'oreille humaine qui façonnera le son entrant quelle que soit sa localisation. L'importance de cela en termes d'indice acoustique monaural est évidente, mais l'emplacement du microphone a également un effet dramatique sur les différences d'intensités intéraurales (ILD). Udesen et al[14] ont mesuré l'ILD à divers endroits autour du pavillon et ont montré une erreur pouvant atteindre 30dB selon l'emplacement. Parallèlement au fait que la compensation de l'effet pavillonnaire n'est pas individualisée, cela peut être un facteur contribuant à la conclusion d'une étude de méta-analyse selon laquelle cette compensation peut être moins utile dans le quotidien qu'en laboratoire[22].

Une aide auditive qui préserve les indices de localisation spatiale

La philosophie ReSound Organic Hearing s'appuie sur un héritage basé sur le biomimétisme pour développer les innovations des aides auditives. Cet héritage ReSound commence par le WDRC imitant la compression expansion en fonction des bandes critiques cochléaires. ReSound a également commercialisé les systèmes Open, alliant audition naturelle avec un son acoustique direct et un son amplifié haute-fidélité dans un contour confortable et pratiquement invisible. En fait, cette remarquable innovation a ouvert la voie aux styles RIE populaires d'aujourd'hui. Avec ReSound ONE, nous tirons à nouveau parti de la nature en profitant des oreilles de chaque utilisateur pour personnaliser le son. La nouvelle solution M&RIE combine tous les avantages du style RIE avec en plus un microphone dans le conduit auditif pour capter un son façonné par l'anatomie réelle et individuelle de l'utilisateur. Un microphone intégré dans le petit module écouteur permet au son d'être capté à l'entrée du conduit auditif de l'utilisateur, traité dans le dispositif Over The Ear et délivré par l'écouteur à l'intérieur du conduit auditif. Les microphones sur le dispositif Over The Ear indiquent que M&RIE peut être combiné à une directivité lorsqu'une amélioration supplémentaire SNR (signal-tonoise ratio) est souhaitable. M&RIE permet aux utilisateurs de profiter pleinement du traitement binaural naturel des aires corticales. Lorsque des informations encodées spatialement sont présentées aux aires corticales dans le format attendu, les avantages incluent un meilleur SNR, une meilleure estimation de la localisation, une meilleure perception de la profondeur et de la distance, et une synergie entre les systèmes visuels et auditifs. Tout cela contribue à l'expérience d'écoute la plus naturelle.

Preuves de l'efficacité de M&RIE

Les mesures techniques avec M&RIE montrent que la fonction de transfert naturelle captée avec un emplacement type intra-auriculaire est presque identique à l'oreille ouverte. La figure 1 illustre le positionnement de M&RIE dans l'oreille avec les points jaunes indiquant les emplacements des microphones. En

plus des deux microphones au-dessus de l'oreille, cette innovation dispose d'un microphone sur la partie extérieure du module écouteur à l'intérieur du conduit auditif. Les graphiques tridimensionnels montrent l'intensité des différentes fréquences présentées sous des angles de 0 à 360 degrés pour une oreille ouverte, avec M&RIE et avec un algorithme de compensation du pavillon en utilisant les microphones sur le dessus de l'oreille. Alors que l'algorithme de compensation approche approximativement les résultats de l'oreille ouverte, M&RIE les préserve très précisément. Le plus intéressant est de savoir si l'emplacement du microphone M&RIE apporte aussi des avantages perceptuels similaires aux résultats acoustiques (figure 1). Une tâche de localisation est une bonne façon de se faire une idée de la façon dont l'audition spatiale peut être impactée. Comme mentionné, des améliorations de la localisation avant-arrière ont été signalées pour les algorithmes de compensation du pavillon par rapport aux microphones omnidirectionnels. Pour valider les avantages de la localisation avec M&RIE par rapport à un mode omnidirectionnel avec compensation de l'effet pavillonnaire, un test interne a été mené auprès de cinq adultes avec des seuils d'audition dans les limites normales et 10 adultes avec des audiogrammes similaires aux audiogrammes standard N1, N2 et N323.

Les participants étaient assis dans un environnement de 12 haut-parleurs espacés de 30 degrés et positionnés de telle sorte que les oreilles des participants étaient sur le même plan horizontal que le centre des haut-parleurs. Les participants ont gardé la tête immobile tout au long du test. Les signaux ont été présentés au hasard à partir des haut-parleurs et chaque angle a été testé 4 fois, avec un total de 48 présentations de signaux. La tâche consistait à identifier le haut-parleur d'où provenait le signal, en nommant son numéro. Les participants avaient un croquis de la configuration des haut-parleurs sur une feuille de papier pour les aider. Ce test a été répété deux fois.

Les résultats avec les cinq participants avec des seuils d'audition normaux représentent le potentiel de la solution M&RIE. Comme on peut le voir sur la figure 2, ces auditeurs ont montré un avantage exceptionnel tant pour la localisation avant-arrière que globale. Ces auditeurs ont fait en moyenne 29% de confusions en moins pour la localisation avant-arrière avec M&RIE comparé à un mode omnidirectionnel. Ils ont fait 17% de confusions en moins pour la localisation globale avec M&RIE comparé à un mode omnidirectionnel. Comme il était envisageable, les dix auditeurs malentendants ont obtenu de moins bons résultats que ceux ayant une audition normale pour toutes les tâches de localisation, quelle que soit la condition. Il est bien établi que les personnes malentendantes affichent des performances dégradées dans ce domaine et qu'elles sont moins sensibles aux effets acoustiques en raison de l'emplacement du microphone[24,25]. Les participants de l'étude interne avec une perte d'audition ont aussi montré un avantage avec la compensation du pavillon mais surtout avec M&RIE. Notons que les résultats avec M&RIE ont été statistiquement meilleurs. En moyenne, les erreurs de localisation avant-arrière ont diminué de 10% et les erreurs de localisation globales de 9% par rapport à la condition omnidirectionnelle.

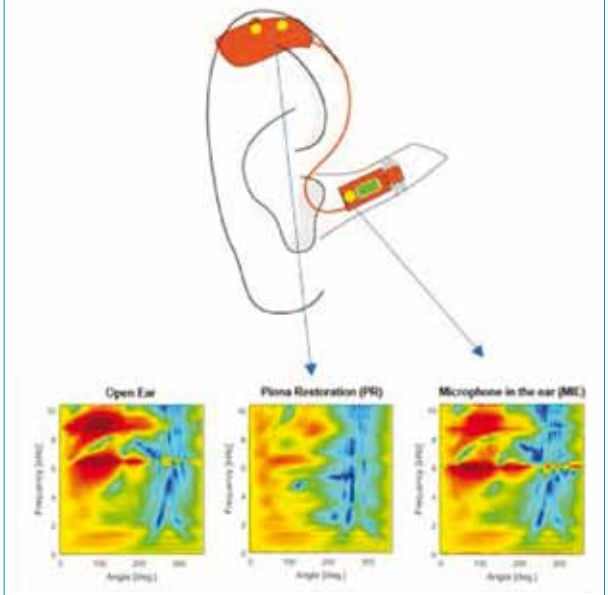


Figure 1. Le module M&RIE contient à la fois un microphone et un écouteur. Les graphiques tridimensionnels montrent l'intensité mesurée dans le conduit auditif par fréquence et angle de présentation pour une oreille ouverte, un algorithme de compensation de l'effet pavillonnaire et M&RIE. Les couleurs froides indiquent une faible intensité à l'inverse des couleurs chaudes. Avec l'emplacement du microphone M&RIE, le filtrage spectral de la tête et de l'oreille externe est presque identique à celui du conduit auditif ouvert. L'algorithme de compensation du pavillon utilisant les deux microphones au-dessus de l'oreille est une bonne approximation, mais est basé sur des données moyennes.

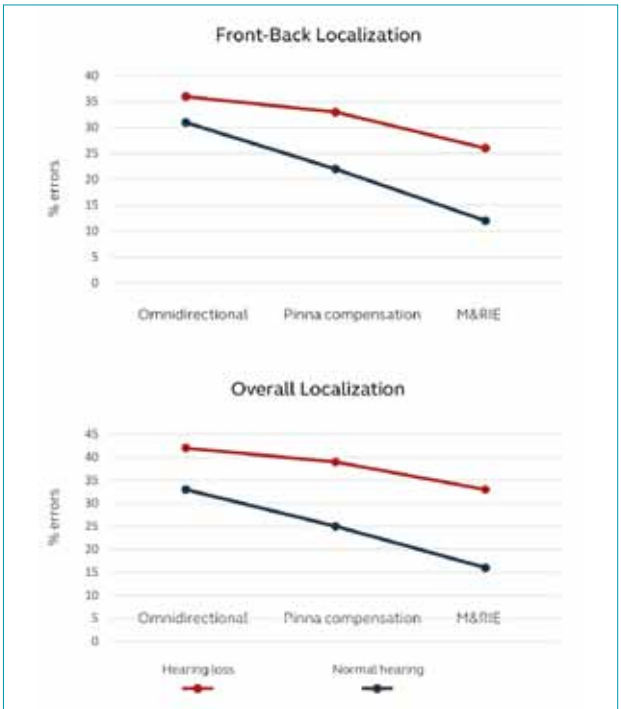


Figure 2. Le graphique supérieur affiche le pourcentage d'erreurs sur une tâche de localisation avant-arrière tandis que le graphique inférieur affiche le pourcentage d'erreurs pour la localisation globale. Les erreurs de localisation ont diminué pour les participants avec une audition normale et les participants avec une perte auditive légère à moyenne avec une compensation pavillonnaire par rapport à l'omnidirectionnel. Un meilleur avantage a été démontré avec M&RIE dans toutes les conditions.

Notons qu'il y avait beaucoup de variations individuelles. Cela suggère que certains individus peuvent mieux profiter des indices de localisation spatiale préservés que d'autres malgré une audition similaire.

Une bonne localisation spatiale contribue à une perception naturelle du son. Cela fait partie de ce qui nous aide à appréhender les signaux se produisant dans un espace. Il est donc intéressant de demander également aux auditeurs leurs préférences de qualité sonore en fonction de l'emplacement du microphone. Dans le prolongement de l'étude interne, les participants ont eu la possibilité d'évaluer les trois conditions microphoniques lors d'une promenade en plein air et dans une salle à manger bondée. Les aides auditives ont été programmées en omnidirectionnel, compensation pavillonnaire et M&RIE dans un ordre aléatoire et en condition double aveugle. Les participants ont indiqué leur préférence en termes de naturalité du son. Parmi les utilisateurs ayant une audition normale, trois sur cinq ont préféré M&RIE, un a préféré la compensation pavillonnaire et le dernier omnidirectionnel. Parmi les auditeurs malentendants, neuf préféraient M&RIE et un seul l'omnidirectionnel.

Legarth et al[26] ont développé une méthode normée pour évaluer la qualité du son dans les aides auditives, basée sur l'approche MUSHRA[27,28]. Les avantages de cette méthode sont d'être en double aveugle, d'être fiable et affranchi des limites de la mémoire auditive. Elle est souvent utilisée pour quantifier à la fois les préférences globales de qualité sonore ainsi que les dimensions spécifiques de la qualité sonore des aides auditives. Les participants écoutent les stimuli sonores au casque et les évaluent avec une EVA. Cette méthode a également été utilisée pour évaluer la qualité sonore du concept M&RIE par rapport à la compensation pavillonnaire.

Afin d'évaluer la qualité sonore résultant de l'emplacement du microphone, il est nécessaire que les individus puissent évaluer le son tel qu'il est naturellement filtré par leur anatomie avant d'arriver au microphone. Pour rendre cela possible par l'écoute au casque, les stimuli sonores de chaque condition d'écoute devaient être modifiés en fonction d'un ensemble de données obtenues par les mesures d'un signal transformé par l'anatomie individuelle et présentés à différentes distances et directions. Par conséquent, un ensemble de filtres pour les oreilles droite et gauche de cinq auditeurs a été déterminé pour le placement du microphone M&RIE et pour le placement du microphone RIE au-dessus du pavillon. Ce filtrage a ensuite été adapté à la courbe de réponse en fréquence du casque pour reproduire distance et direction. Le résultat est une véritable reproduction des pressions acoustiques naturelles dans leurs oreilles pour chacune des conditions.

Pour le test d'écoute, les cinq participants à audition normale ont évalué la qualité sonore globale et la qualité de perception spatiale. Pour une qualité sonore globale, ils devaient s'intéresser à la clarté, au timbre et à l'aspect naturel. Pour la qualité de perception spatiale, ils devaient se focaliser sur la capacité à localiser la texture du son et la sensation d'espace dans la pièce. Les stimuli ont été créés avec un outil de simulation[29] et comprenaient une scène de bureau, une scène de cafétéria et de la musique jazz.

Les résultats ont montré que les notes moyennes pour la qualité globale et la qualité spatiale pour M&RIE étaient deux fois plus élevées que pour la compensation de l'effet pavillonnaire. Le plus marquant est l'écart type pour les classements M&RIE par rapport à l'algorithme de compensation. Il s'agit d'une constatation attendue car la compensation de l'effet pavillonnaire est basée sur une oreille standardisée. Pour les personnes dont les caractéristiques anatomiques sont très différentes de cette référence, le son modélisé par cet algorithme sera moins naturel et de qualité inférieure à celui capté par M&RIE. Pour ceux ayant des caractéristiques similaires à la moyenne, le son est qualifié de bonne qualité dans les deux situations (aux nuances près).

Le confort d'écoute peut-il être affecté par l'emplacement du microphone ?

Un problème régulier pour les utilisateurs d'aides auditives est le bruit du vent. Cette gêne se produit lorsque les aides auditives sont exposées au vent et à d'autres flux d'air pendant des activités quotidiennes. Ces flux d'air peuvent être générés par quelque chose d'aussi banal que la marche. Les utilisateurs sont plus exposés avec des activités de plein air. Le bruit perçu du vent est causé par un flux d'air turbulent aux entrées microphoniques. Cette turbulence est captée par les microphones comme un son et amplifiée.

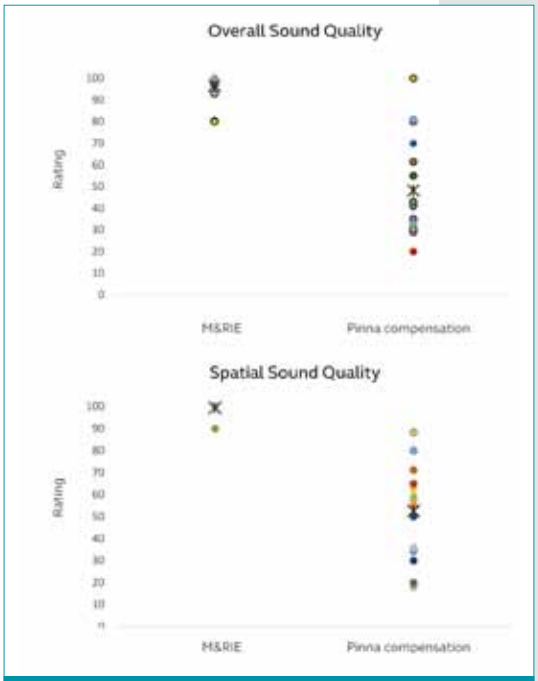


Figure 3. Notes individuelles de la qualité sonore globale et de la qualité sonore spatiale pour M&RIE et la compensation pavillonnaire. « X » indique la note moyenne pour chaque condition. Des notes élevées et constantes avec une petite dispersion sont observées pour M&RIE. Une plus grande variation des résultats avec la compensation pavillonnaire reflète la variation des différences individuelles dans la façon dont le son est filtré par l'anatomie individuelle de l'auditeur.

Elle est d'autant plus accentuée que l'obstacle rencontré est conséquent - comme le pavillon. Par conséquent, l'emplacement du microphone sur ou derrière le pavillon est le pire emplacement en termes de turbulences. Même pour le plus petit RIE qui est mieux caché, protégé, par le pavillon, ce placement de microphone est désavantageux[30]. Les fabricants d'aides auditives ont donc développé des algorithmes de traitement du signal qui peuvent identifier le bruit du vent et réduire le gain. Malgré des progrès en termes de qualité sonore et de maintien de l'audibilité, la sonorité après ce traitement du signal est largement inférieure à celle n'ayant pas été impactée dès l'entrée microphonique. Il a été démontré que le placement du microphone de l'aide auditive dans le conduit auditif réduit considérablement le bruit du vent en fonction de l'orientation du flux d'air[31].

Les mesures en soufflerie comparant M&RIE à l'emplacement du microphone On-The-Ear sont en accord avec d'autres études et confirment que les avantages de M&RIE s'étendent à la réduction du bruit du vent. Des mesures de la sortie des trois

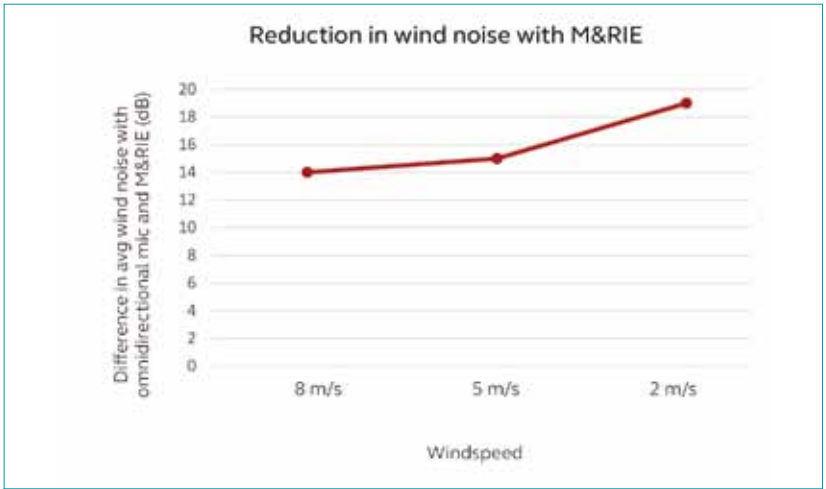


Figure 4. Réduction du bruit du vent avec le M&RIE par rapport au mode omnidirectionnel d'un RIE à différentes vitesses de vent.

microphones (les deux microphones de l'aide auditive situés au-dessus de l'oreille et M&RIE dans le conduit auditif) ont été prises à différents angles d'incidence du vent à des vitesses de 2 m.s-1, 5 m.s-1 et 8 m.s-1. Ces mesures ont été réalisées sur un KEMAR. La figure 4 montre la réduction moyenne du bruit du vent sous tous les angles pour l'emplacement du microphone M&RIE par rapport à l'emplacement du microphone avant. Les résultats par rapport à l'emplacement du microphone arrière de l'aide auditive sont similaires. Le bruit du vent a été réduit entre 14 à 19 dB avec le M&RIE. À 5 m.s-1, ce qui correspond à une brise fraîche pouvant faire osciller les petits arbres, la réduction du niveau de bruit du vent avec M&RIE par rapport à un mode omnidirectionnel était de 15 dB.

Comment M&RIE s'adapte avec Resound ONE ?

Un candidat à l'innovation M&RIE aura une perte auditive légère à modérée. Ce groupe d'utilisateurs pourra probablement bénéficier d'un accès aux indices spatiaux de hautes fréquences. Les informations spectrales indispensables pour résoudre les confusions avant-arrière ainsi que la localisation verticale des sons sont encodées dans des fréquences supérieures à 5000 Hz[32]. ReSound ONE adapté avec M&RIE se démarque aussi par une bande passante étendue qui restitue le plus naturellement possible ces indices de spatialisation. Parce que le système auditif peut s'adapter dans une certaine mesure à la localisation de sources sonores en fonction des différents emplacements du microphone de l'aide auditive[33,34], l'adaptation des nouveaux utilisateurs du M&RIE est susceptible de délivrer l'amplification la plus naturelle, car ils ont la sensation d'entendre immédiatement avec "leurs propres oreilles" par la retranscription de leur empreinte acoustique.

Tous les auditeurs, quel que soit leur état auditif, appliquent intuitivement différentes stratégies d'attention basées sur l'intention d'écoute et l'environnement acoustique. Dans certaines situations, la qualité sonore naturelle et le recours aux indices acoustiques spatiaux pour séparer le signal utile de l'environnement sont plus importants. Dans d'autres, où le bruit parasite est plus important, l'amélioration du RSB gagne en importance dans les objectifs d'écoute. La Directivité All Access est la stratégie auditive binaurale fondée sur des preuves scientifiques que ReSound applique pour renforcer et exploiter les processus auditifs binauraux naturels des aires corticales[35]. Avec cette stratégie, les utilisateurs de ReSound ONE auront le microphone du conduit auditif actif dans des environnements d'écoute silencieux, de parole et de parole avec des bruits parasites modérés. Dans d'autres environnements, la stratégie change et utilise les différents microphones des appareils ReSound ONE pour améliorer le RSB tout en maintenant l'accès aux sons environnants. M&RIE peut également être activé dans des programmes d'écoute spécifiques. Par exemple, en raison de la protection importante contre le bruit du vent et de la qualité sonore naturelle supérieure, M&RIE est sélectionné par défaut dans le programme Extérieur.

Conclusion

De nombreux utilisateurs d'aides auditives, actuels et potentiels, ont une perte auditive légère à modérée et sont susceptibles d'être appareillés avec des aides auditives de type RIE. Ils peuvent être particulièrement sensibles aux effets dégradant la localisation et la qualité sonore par l'emplacement des microphones sur les RIE. Inspirée par la philosophie ReSound Organic Hearing, une nouvelle innovation d'adaptation pour RIE est introduite avec ReSound ONE pour résoudre ces problèmes. Destiné aux personnes ayant une perte auditive légère à moyenne, M&RIE regroupe à la fois un écouteur et un microphone dans le même module s'insérant dans le conduit auditif. En captant le signal dans le conduit auditif, les propriétés individuelles de filtrage du son par la propre anatomie de l'utilisateur sont préservées, permettant au cerveau de recevoir le son comme cela est naturellement prévu. Les avantages de M&RIE comprennent une meilleure localisation et une meilleure spatialisation, même par rapport aux algorithmes de compensation pavillonnaire. M&RIE est intégré dans la Directivité All Access, la dernière version de la stratégie binaurale ReSound pour optimiser les paramètres du microphone en fonction de l'environnement d'écoute. M&RIE peut également être sélectionné pour être utilisé dans des programmes d'écoute personnalisés avec ReSound ONE.

Références

1. Goman AM, Lin FR. Prevalence of hearing loss by severity in the United States. American Journal of Public Health. 2016 Oct;106(10):1820-2.
2. Strom K. Hearing aid unit sales increase by 6.5% in 2019. Hearing Review. 2020;27(2):6,34.
3. Carr, K. (2020). 20Q: Consumer insights on hearing aids, PSAPs, OTC devices, and more from MarkeTrak 10. AudiologyOnline. Retrieved from www.audiologyonline.com.
4. Griffing T, Preves D. In-The-Ear aids: Part 1. Hearing Instruments. 1976; 3:23-24.
5. Griffing T, Preves D. In-TheEear aids: Part 2. Hearing Instruments. 1976; 5:12-14,56.
6. Risberg DM, Cox RM. Comparison of In-The-Ear and Over-The-Ear hearing aid fittings. Journal of Speech and Hearing Disorders. 1986 Nov;51(4):362-9.
7. Festen JM, Plomp R. Speech-reception threshold in noise with one and two hearing aids. Journal of the Acoustical Society of America.1986; 79(2):465–471.

8. Pumford JM, Seewald RC, Scollie SD, Jenstad LM. Speech recognition with In-The-Ear and Behind-The-Ear dual-microphone hearing instruments. Journal of the American Academy of Audiology. 2000 Jan 1;11(1):23-35.
9. Westerman S, Topholm J. Comparing BTEs and ITEs for localizing speech. Hearing Instruments. 1985; 36(2): 20-24.
10. Cubick J, Buchholz JM, Best V, Lavandier M, Dau T. Listening through hearing aids affects spatial perception and speech intelligibility in normal-hearing listeners. The Journal of the Acoustical Society of America. 2018 Nov 20;144(5):2896-905.
11. Byrne D, Noble W. Optimizing sound localization with hearing aids. Trends in Amplification. 1998 Jun;3(2):51-73.
12. Gatehouse S, Noble W. The speech, spatial and qualities of hearing scale (SSQ). International Journal of Audiology. 2004 Jan 1;43(2):85-99.
13. Picou EM. MarkeTrak 10 (MT10) Survey Results Demonstrate High Satisfaction with and Benefits from Hearing Aids. Seminars in Hearing. 2020; 41(1):21-36.
14. Udesen J, Piechowiak T, Gran F, Dittberner AB. Degradation of spatial sound by the hearing aid. In Proceedings of the International Symposium on Auditory and Audiological Research 2013 Dec 15 (Vol. 4, pp. 271-278).
15. Van den Bogaert T, Carette E, Wouters J. Sound source localization using hearing aids with microphones placed Behind-The-Ear, In-The-Canal, and In-The-Pinna. International Journal of Audiology. 2011 Mar 1;50(3):164-76.
16. Denk F, Ewert SD, Kollmeier B. Spectral directional cues captured by hearing device microphones in individual human ears. The Journal of the Acoustical Society of America. 2018 Oct 11;144(4):2072-87.
17. Keidser G, Rohrseitz K, Dillon H, Hamacher V, Carter L, Rass U, Convery E. The effect of multi-channel wide dynamic range compression, noise reduction, and the directional microphone on horizontal localization performance in hearing aid wearers. International Journal of Audiology. 2006 Jan 1;45(10):563-79.
18. Gran F, Bønnelykke JR, Haastrup A, Udesen J, Fortune T, Piechowiak T, Dittberner A. Spatial cue reproduction in modern Receiver-In-Ear hearing instruments. In Proceedings of the International Symposium on Auditory and Audiological Research. 2011 Dec 15;3:441-448.
19. Keidser G, O'Brien A, Hain JU, McLelland M, Yeend I. The effect of frequency-dependent microphone directionality on horizontal localization performance in hearing-aid users. International Journal of Audiology. 2009 Jan 1;48(11):789-803.
20. Kuk F, Korhonen P, Lau C, Keenan D, Norgaard M. Evaluation of a pinna compensation algorithm for sound localization and speech perception in noise. American Journal of Audiology. 2013.
21. Groth, J. Hearing aid directionality with binaural processing. AudiologyOnline. 2016 May. Available from www.audiologyonline.com.
22. Xu J, Han W. Improvement of Adult BTE Hearing Aid Wearers' Front/Back Localization Performance Using Digital Pinna-Cue Preserving Technologies: An Evidence-Based Review. Korean Journal of Audiology. 2014; 18(3): 97.
23. Bisgaard N, Vlaming M, Dahlquist M. Standard audiograms for the IEC 60118-15 measurement procedure. Trends in Amplification. 2010; 14:113-120.
24. Akeroyd MA. An overview of the major phenomena of the localization of sound sources by normal-hearing, hearing-impaired, and aided listeners. Trends in Hearing. 2014 Dec 8;18:1-7.
25. Best V, Kalluri S, McLachlan S, Valentine S, Edwards B, Carlile S. A comparison of CIC and BTE hearing aids for three-dimensional localization of speech. International Journal of Audiology. 2010 Oct 1;49(10):723-32.
26. Legarth SV, Simonsen CS, Dyrlund O, Bramsloev L, Jespersen C. Establishing and qualifying a hearing impaired expert listening panel. Poster presentation at ICHON. 2012, Lake Tahoe.
27. Mason AJ. The MUSHRA audio subjective test method. BBC R&D White Paper WHP. 2002 Sep;38.
28. Liebetrau J, Nagel F, Zacharov N, Watanabe K, Colomes C, Crum P, Sporer T, Mason A. Revision of Rec. ITU-R BS. 1534. In Audio Engineering Society Convention 137 2014 Oct 8. Audio Engineering Society.
29. A.Wabnitz, N. Epain, C. Jin, and A. van Schaik. Room acoustics simulation for multichannel microphone arrays. In Proc. International Symposium on Room Acoustics, Melbourne, 2010.
30. Zakis JA, Hawkins DJ. Wind noise within and across Behind-The-Ear and miniature Behind-The-Ear hearing aids. The Journal of the Acoustical Society of America. 2015 Oct 21;138(4):2291-300.
31. Zakis JA. Wind noise at microphones within and across hearing aids at wind speeds below and above microphone saturation. The Journal of the Acoustical Society of America. 2011 Jun;129(6):3897-907.
32. Langendijk EH, Bronkhorst AW. The contribution of spectral cues to human sound localization. The Journal of the Acoustical Society of America. 1999 Feb;105(2):1036.
33. Byrne D, Dirks D. Effects of acclimatization and deprivation on non-speech auditory abilities. Ear and Hearing. 1996 Jun;17(3 Suppl):29S-37S.
34. Whitmer WM, Schinkel-Bielefeld N, McShefferty D, Wilson C, Naylor G. Adaptation to hearing-aid microphone modes in a dynamic localisation task. InProceedings of the International Symposium on Auditory and Audiological Research 2019 (Vol. 7, pp. 197-204).
35. Groth J. The evolution of the ReSound binaural hearing strategy: All Access Directionality and Ultra Focus. ReSound white paper. 2020.

signia
Life sounds brilliant.

Port du masque et communication orale : comment concilier les deux ?

Philippe Lantin :
chef de produits, audioprothésiste

Introduction

L'objectif principal de l'amplification est de rendre audibles des sons qui ne peuvent être perçus en raison de la perte auditive. La complexité des environnements acoustiques rend cette tâche apparemment simple beaucoup plus difficile. Que ce soient des interlocuteurs s'exprimant à voix basse, ou bien du bruit dans l'environnement masquant la parole, les réglages acoustiques des aides auditives doivent s'ajuster aux conditions d'écoute changeantes.

Heureusement, au fil des ans, la technologie des aides auditives a progressé pour s'adapter efficacement à différents environnements. Chaque fois que les patients changent d'environnement, leurs aides auditives reconnaissent les modifications acoustiques et s'adaptent automatiquement pour optimiser leur efficacité.

L'audioprothésiste programme habituellement les aides auditives pour optimiser l'intelligibilité de la parole pour les situations calmes. Ce réglage initial sert de base pour des réglages ultérieurs afin de faire émerger la parole dans différents environnements. Bien entendu, chaque patient a des besoins d'écoute spécifiques et ses réglages préférés pour différentes situations d'écoute peuvent s'écarter de ce réglage de base. Dans ces cas, les réglages des aides auditives sont sauvegardés par l'audioprothésiste dans des programmes alternatifs accessibles au patient par un bouton poussoir sur l'appareil, une télécommande ou une application smartphone. Les programmes les plus courants sont pour les environnements bruyants, la musique et les lieux de culte, mais l'audioprothésiste et le patient peuvent décider de choisir d'autres programmes alternatifs dédiés.

Avec la pandémie de Covid-19, les gens doivent changer leur façon d'interagir avec les autres. Outre la nécessité de pratiquer la distanciation sociale, requérant de garder une distance physique de deux mètres, l'utilisation de masques de protection est obligatoire dans de nombreux endroits. Ces restrictions dues à la Covid-19 ont un impact important sur l'audition des utilisateurs d'aides auditives et autres personnes ayant une perte auditive. Il est donc important d'analyser l'impact de ces restrictions sur la communication orale.

Effets des masques

Le port du masque peut devenir, de deux façons, un défi pour la communication. Premièrement, les masques couvrent la bouche, supprimant ainsi tout indice visuel de parole que le patient pourrait recevoir. Deuxièmement, les masques peuvent avoir un impact sur les propriétés acoustiques même de la parole.

Ces indices visuels sont utiles à tous, mais tout spécialement pour les personnes malentendantes. Les indices visuels sont particulièrement importants pour comprendre en présence de bruit de fond, car ils fournissent des informations supplémentaires qui viennent s'ajouter au signal acoustique dégradé. Les mouvements des lèvres fournissent à l'interlocuteur des repères temporels utiles à la perception des mots et des sons. De plus, ils fournissent à l'auditeur des indices sur les sons de parole, en particulier les consonnes[1].

Ces indices visuels peuvent aider un auditeur, normo-entendant ou ayant une perte auditive, à identifier les mots prononcés avec plus de précision qu'avec les seules informations acoustiques ou visuelles[2]. Dell'Aringa et al[3] ont montré que l'ajout de repères visuels améliorait la reconnaissance des mots dans le calme pour les patients atteints de perte auditive, qu'ils soient ou non appareillés. Atcherson et al[4] ont évalué la perception de la parole à l'aide du Connected Speech Test à 65 dB SPL avec un rapport signal/bruit (SNR) de +10 dB. Les participants malentendants ont montré une amélioration significative de la précision lorsque des indices visuels étaient présents par rapport à un état masqué sans indices visuels.

En outre, il a été démontré que l'ajout de repères visuels permettait d'améliorer les performances d'écoute dans le bruit. Middelweerd et Plomp[5] ont noté une amélioration de 4 dB du seuil de réception de la parole (SRT 50%) lorsque des indices visuels étaient disponibles aux participants pour l'écoute de la parole en présence de bruit de fond. En outre, en comparant les SRT pour un test SPIN modifié avec et sans lecture labiale, Grange et Culling[6] ont signalé une amélioration de 3 dB pour les auditeurs normo-entendants et de 5 dB pour les utilisateurs d'implants cochléaires.

L'impact acoustique des masques peut également être très préjudiciable. Goldin et Weinstein[7] ont évalué trois types de masques médicaux : un masque chirurgical simple et deux types de masques FFP2. Leurs résultats ont indiqué une réduction des hautes fréquences dans la gamme 2000-7000 Hz de 3-4 dB pour le masque chirurgical et d'environ 12 dB pour les masques FFP2 (figure 1). Llamas et al[8] ont noté une diminution de 12 dB des hautes fréquences pour un certain type de masque chirurgical. Palmiero et al[9] ont évalué plusieurs masques de protection individuelle dans le cadre d'une étude sur la santé au travail. Deux types de masque utilisés dans l'évaluation étaient des masques FFP2 et des masques de protection générale. Les résultats ont montré une diminution des niveaux sonores à partir de 2000 Hz d'environ 1 dB pour le masque de protection à environ 6 dB pour le FFP2 sur une échelle de bande d'octave dB-A.

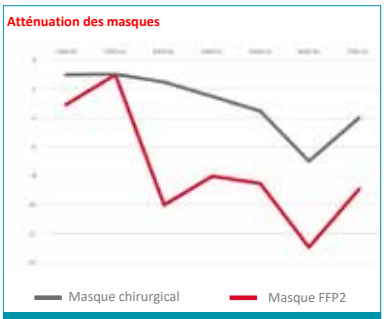


Figure 1. Atténuation du masque indiquée en dB par fréquence pour un masque chirurgical et un masque FFP2 (adapté de Goldin, Weinstein et Shiman, 2020).

Si l'on considère l'impact des indices visuels et l'atténuation des hautes fréquences du signal vocal, les masques

présentent des défis de communication importants pour de nombreuses personnes, y compris les porteurs d'aides auditives et les personnes malentendantes. Pour illustrer l'effet négatif des masques sur la communication, il est pratique d'utiliser l'audiogramme « Count-the-Dots » de Killion et Mueller[10]. Rappelez-vous que chacun des 100 points représente des indices de parole audibles. L'utilisation d'un masque, parce qu'il réduit l'intensité de la parole de l'interlocuteur, révèle sur l'audiogramme « Count-the-Dots » qu'une personne ayant une audition normale pourrait facilement connaître une diminution d'environ 30% de l'audibilité lorsqu'elle utilise un masque FFP2 correctement ajusté. Cela pourrait se traduire dans certains cas par une diminution de 10 % de l'intelligibilité[11] dans le calme. Avec l'ajout de bruits de fond et un RSB plus faible, le manque de repères visuels devient plus prégnant, en particulier pour les personnes malentendantes.

En plus de ces défis liés aux masques, il est également important de noter que les recommandations de distanciation sociale conseillent de se tenir à au moins 2 mètres des autres. En général, de nombreuses conversations se déroulent à une distance de 0,8 à 1 mètre. Le fait de doubler cette distance diminue également l'intensité du signal vocal déjà réduit reçu par l'auditeur. En fin de compte, une situation de communication déjà difficile devient encore plus difficile.

Comment l'audioprothésiste peut-il aider ?

Au début, il peut sembler décourageant d'envisager de nouveaux défis qui peuvent être perçus comme une perte auditive supplémentaire. Cependant, connaître les effets des masques et de la distance apporte des solutions.

La première étape pour aborder ces questions consiste à tenir compte des bonnes pratiques pour l'environnement clinique et la communication en présence du patient.

- Faire face au patient en lui parlant
- Envisager un écran facial transparent pour autoriser les indices labiaux & faciaux
- Marcher / s'asseoir près l'un de l'autre, mais en gardant la distance recommandée de 2 mètres
- Parlez lentement et clairement
- Reformuler plutôt que répéter ce qui n'a pas été compris
- Minimiser le bruit ambiant
- Prévoir des informations sous forme écrite pour minimiser les erreurs de communication.

Un autre outil essentiel du panel de compétences de l'audioprothésiste consiste à donner des conseils sur les effets du port d'un masque. Il peut également être utile de partager les stratégies susmentionnées avec l'utilisateur d'aides auditives, car nombre d'entre elles peuvent être applicables dans ses activités quotidiennes. En éliminant une partie du mystère derrière le masque, le porteur peut être plus conscient des stratégies de communication.

Sachant que l'utilisateur d'aides auditives reçoit moins d'informations aiguës d'un locuteur donné, il est possible d'adapter l'amplification à cette situation particulière de plusieurs façons.

Utiliser l'application Signia App est une solution très pratique et simple à utiliser pour améliorer l'intelligibilité des voix masquées. L'autre solution pour traiter le signal vocal modifié afin de le rendre plus compréhensible est de programmer les aides auditives pour une situation de «Masque». Cette solution peut également être réalisée via la programmation à distance de Signia Telecare, sans que le patient n'ait besoin de se rendre au laboratoire. En outre, l'utilisation de l'option vidéo permet d'éviter le port du masque pour les visites de contrôle, ce qui élimine l'un des défis potentiels d'une visite au labo.

Comment utiliser CONNEXX pour améliorer l'écoute et la compréhension de la parole lorsque des masques sont utilisés.

Un programme « Masque » créé et basé sur le programme universel. La compensation pour le masque et autres difficultés pour la communication peuvent être traitées avec les ajustements suivants :

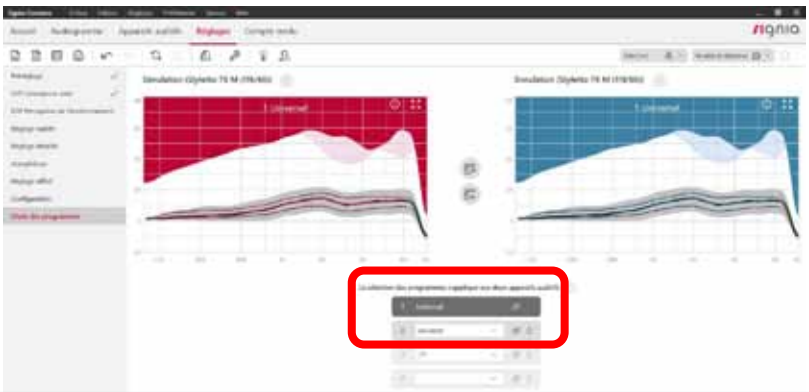


Figure 2. Ajout d'un programme basé sur l'Universel.

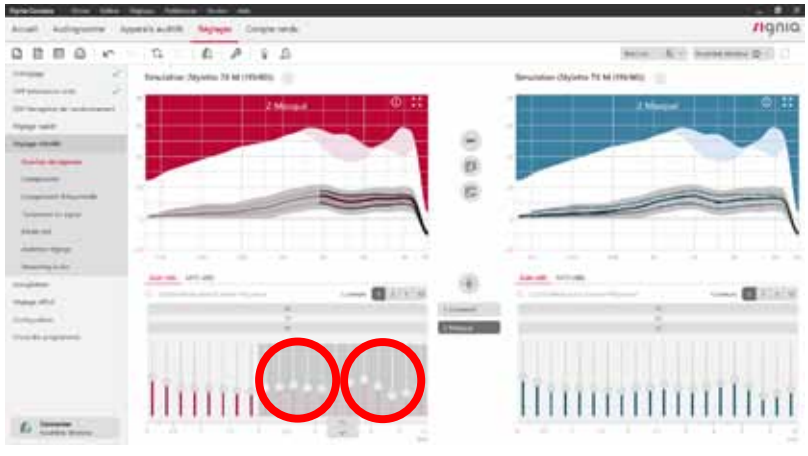


Figure 3. Augmentez le gain entre 2 & 4 kHz et au-delà de 4kHz.

Programme de masque dédié :

Sous Choix des programmes, sélectionnez le prochain programme disponible et choisissez Universel pour copier les paramètres du programme 1 dans le nouveau programme. Renommez le programme en « Masque ». Figure 2.

Compenser l'atténuation du masque :

Dans Réglage détaillé, augmentez le gain de 3dB entre 2000 et 4000 Hz, et de 5dB au-delà de 4000 Hz.
Figure 3.

Compenser l'augmentation de la distance par rapport au locuteur :

Sous Compression, augmentez le gain du NE50 de 2dB dans tous les canaux.
Figure 4.

Compenser l'absence d'indices visuels :

Sous Réglage rapide, augmentez le bouton Parole d'un clic. Figure 5.

L'utilisateur des aides auditives peut aussi les régler par l'application Signia App.

Comment utiliser l'application Signia App pour améliorer l'écoute et l'intelligibilité de la parole lorsque des masques sont utilisés.

Appareils Signia Xperience :

Signia App, l'application de gestion des aides auditives compatibles avec l'ensemble de la gamme Signia, offre une icône Masque permettant d'appliquer d'un clic les paramètres des trois compensations dans les aides auditives. Pour les appareils de la génération Xperience, il n'est donc pas nécessaire de créer le programme « Masque » si le patient a accès à un smartphone.
Figure 6 et 7.

Appareils autres que Signia Xperience :

Le contrôle du volume augmentera le gain pour le programme sélectionné. Une augmentation de 3 dB sera la première des deux étapes. Figure 8.

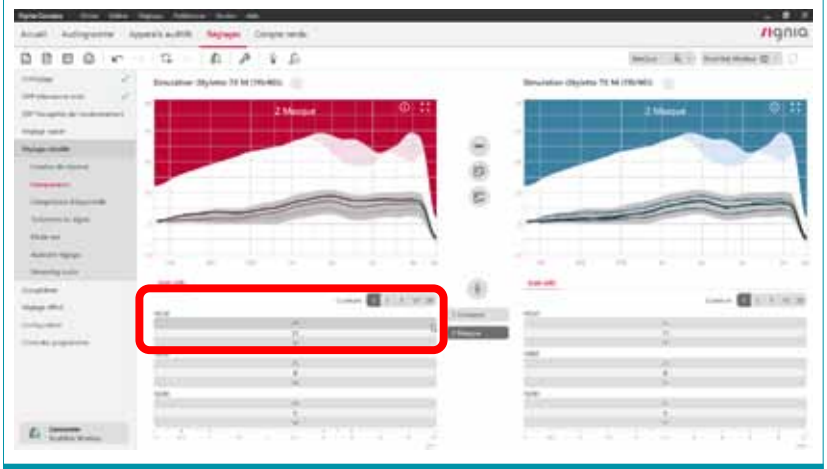


Figure 4. Augmentez le gain NE50.

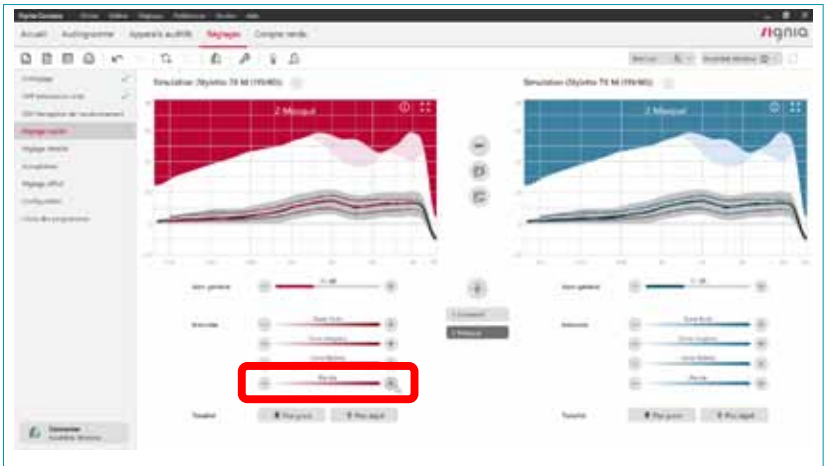


Figure 5. Augmentez le gain pour la parole.

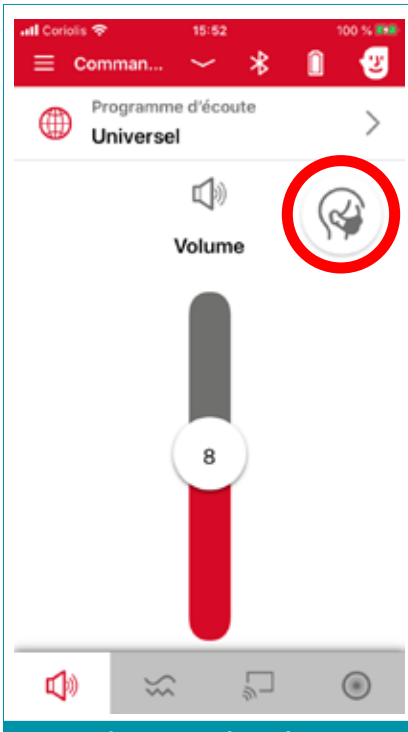


Figure 6. Icône Masque désactivée.

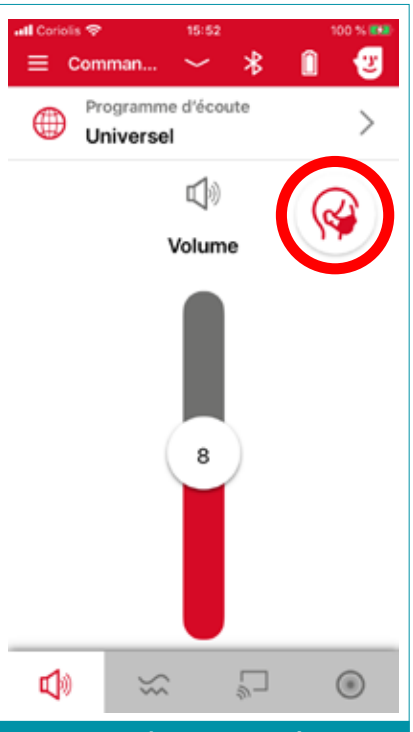


Figure 7. Icône Masque activée.

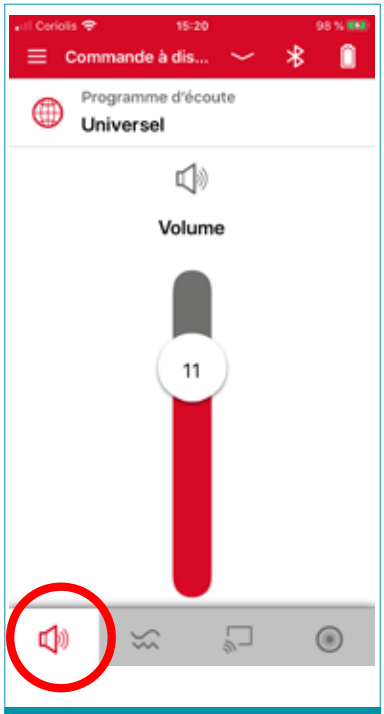


Figure 8. Contrôle du volume

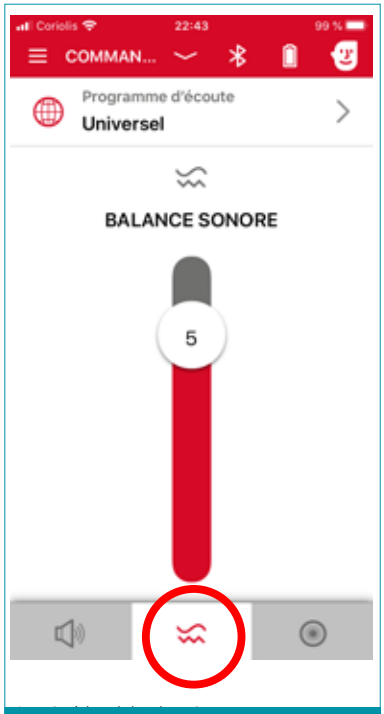


Figure 9. Réglage de la Balance Sonore.

Le contrôle de la Balance Sonore augmente spécifiquement le gain des aigus. Le patient peut l'augmenter de 5 dB pour aider à améliorer la clarté de la parole. Figure 9.

Résumé

Une perte auditive peut être difficile à vivre dans diverses situations. La technologie des aides auditives est constamment améliorée pour aider les utilisateurs à gérer les situations d'écoute les plus difficiles. L'utilisation de masques ainsi que l'éloignement de l'interlocuteur sont un vrai défi qui peut être très frustrant pour les personnes normo-entendantes et encore plus pour celles ayant une perte auditive. Les aides auditives Signia offrent une grande flexibilité à l'audioprothésiste et au patient, qui peuvent appliquer de façon simple des stratégies spécifiques et efficaces pour aider à optimiser l'intelligibilité de la parole dans ces situations.

Références :

1. Moradi S, Lidestam B, Danielsson H, Ng E, Ronnberg J. Visual cues contribute differentially to audiovisual perception of consonants and vowels in improving recognition and reducing cognitive demands in listeners with hearing impairment using hearing aids. J Speech Lang Hear Res, 2017. 60: 2687–2703.
2. Tye-Murray N, Sommers MS, Spehar B. Audiovisual integration and lipreading abilities of older adults with normal and impaired hearing. Ear and Hearing. 2007.28(5): 656-668.
3. Dell'Aringa AHB, Adachi ES, Dell'Aringa AR. Lip reading role in the hearing aid fitting process. Brazilian Journal of Otorhinolaryngology. 2007. 73(1): 95-9
4. Atcherson SR, Lucks Mendel L, Baltimore WJ, Patro C, Lee S, Pousson M, Spann MJ. The Effect of Conventional and Transparent Surgical Masks on Speech Understanding in Individuals With and Without Hearing Loss. J Am Acad Audiol. 2017. 28(1): 58-67.
5. Middelweerd MJ, Plomp R. The effect of speechreading on the speech-reception threshold of sentences in noise. The Journal of the Acoustical Society of America 1987. 82(6):2145-7.
6. Grange J & Culling JF. The benefit of head orientation to speech intelligibility in noise. The Journal of the Acoustical Society of America. 2016. 139(2): 703–712.
7. Goldin A, Weinstein BE, Shiman N. How do medical masks degrade speech perception? Hearing Review. 2020;27(5):8-9.
8. Llamas C, Harrison P, Donnelly D, Watt D. Effects of different types of face coverings on speech acoustics and intelligibility. York Papers in Linguistics, 2(9): 80-104.
9. Palmiero AJ, Symons D, Morgan JW 3rd, Shaffer RE. Speech intelligibility assessment of protective facemasks and air-purifying respirators. Journal of Occupational and Environmental Hygiene. 2016. 13(12): 960-968.
10. Killion, Mead C.; Mueller, H. Gustav Twenty years later: A NEW Count-The-Dots method, The Hearing Journal: 2010. 63(1): 10,12-14,16-17.
11. ANSI: ANSI S3.5-1997. American National Standard Methods for the Calculation of the Speech Intelligibility Index. New York: ANSI, 1997.
12. Eric Branda, AuD, PhD. Signia white-paper improving communication with face masks. 2020

Starkey

Microphone de table 2.4 GHz

Kyle Walsh, PhD I Viktoriya Zakharenko, AuD

Introduction

Isoler le signal d'intérêt du bruit indésirable est depuis longtemps un objectif majeur de l'industrie auditive. Starkey propose les technologies modernes les plus avancées pour relever ce défi et fournir aux patients des avantages cruciaux, grâce à l'innovation.

Avec le récent lancement de Livio Edge AI, Starkey a ainsi offert aux patients une assistance à la carte dans le bruit grâce au mode Edge, pour les environnements particulièrement difficiles. Un environnement multi-locuteurs, lors d'une réunion professionnelle ou d'un dîner par exemple, fait partie des situations qui posent souvent problème aux utilisateurs d'aides auditives. Cet environnement est un des plus complexes et la compréhension de la parole peut, de fait, y être difficile pour les patients. Notre tout dernier accessoire sans fil, le nouveau Microphone de table 2,4 GHz de Starkey {figure 1}, offre une solution hautement innovante à ce défi complexe, en se concentrant de manière dynamique sur l'interlocuteur actif au sein du groupe et en envoyant le signal directement aux aides auditives des patients. Ce dispositif polyvalent peut également servir de microphone déporté et de streamer multimédia.

Figure 1. Microphone de table de table en mode Automatique. Le segment illuminé indique la direction dans laquelle la formation de faisceaux est active.

Le Microphone de table est un accessoire pour aide auditive sans fil multifonction conçu pour améliorer la compréhension de la parole dans le bruit. Il utilise huit microphones spatialement séparés les uns des autres et une technologie sophistiquée de formation de faisceaux directionnels pour diviser l'environnement acoustique en huit segments de 45 degrés. En mode Automatique, le Microphone de table contrôle de manière dynamique la direction du faisceau pour se concentrer sur l'interlocuteur actif du groupe, tout en réduisant simultanément les voix de fond concurrentes ou le bruit venant d'autres directions. En mode Manuel, l'utilisateur peut choisir un ou deux interlocuteurs spécifiques dans le groupe et modifier l'orientation du ou des faisceaux en touchant simplement le dessus de l'appareil. En mode Surround, tous les microphones sont actifs afin que le son venant de toutes parts autour de l'utilisateur soit amplifié. Les modes Automatique et Manuel sont optimisés pour entendre la parole dans le bruit et le mode Surround pour entendre la parole dans le silence. Le Microphone de table offre le meilleur gain sonore lorsqu'il est placé au centre d'un groupe ou près d'un partenaire de conversation donné.

Il peut également être utilisé comme microphone déporté lorsqu'il est porté par un interlocuteur. Il est doté d'un cordon avec interface magnétique, auquel l'accessoire s'attache. Lorsqu'il est placé en position verticale, le faisceau directionnel pointe automatiquement vers le haut, vers la bouche de l'interlocuteur. De plus, le Microphone peut être connecté à la sortie audio d'un téléviseur, ordinateur, smartphone ou autre appareil, pour en transmettre le son aux aides auditives.

En d'autres termes, le Microphone de table est un outil favorisant une meilleure compréhension de la parole en situation de groupe dans le bruit ou le silence, un microphone déporté pour des conversations en tête-à-tête améliorées et un dispositif de streaming multimédia – un accessoire pour aides auditives tout-en-un !

Validation clinique

La performance du Microphone de table a été évaluée par des utilisateurs d'aides auditives à la fois en laboratoire et en conditions réelles {Figure 2}.

En laboratoire, dix-huit participants malentendants (10 femmes, 8 hommes ; âge moyen : 66,9 ans [soit de 50 à 80 ans]) ont été soumis à un test de compréhension de la parole sans appareillage, avec des intraauriculaires rechargeables Livio Edge AI seuls, avec le Microphone + 2,4 GHz de Starkey, et avec le Microphone de table. Le Microphone de table a été placé sur une petite table devant l'interlocuteur cible et le Microphone + a été fixé sur un support directement sous l'interlocuteur cible pour simuler un micro-cravate. Une évaluation subjective de l'effort d'écoute a été recueillie pour évaluer le Microphone de table en situation d'écoute de la parole dans le bruit. Tous les essais en laboratoire ont été réalisés avec des réglages d'aides auditives adaptés à la cible par défaut pour le programme *Normal.

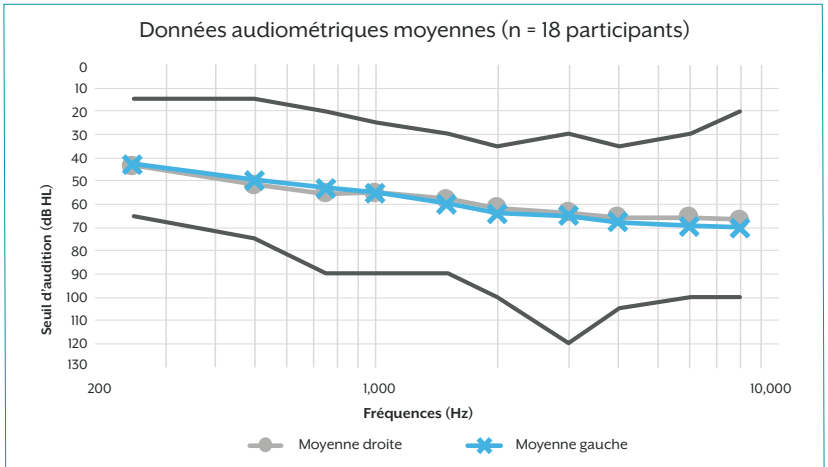


Figure 2. Valeurs audiométriques moyennes pour l'ensemble des participants.

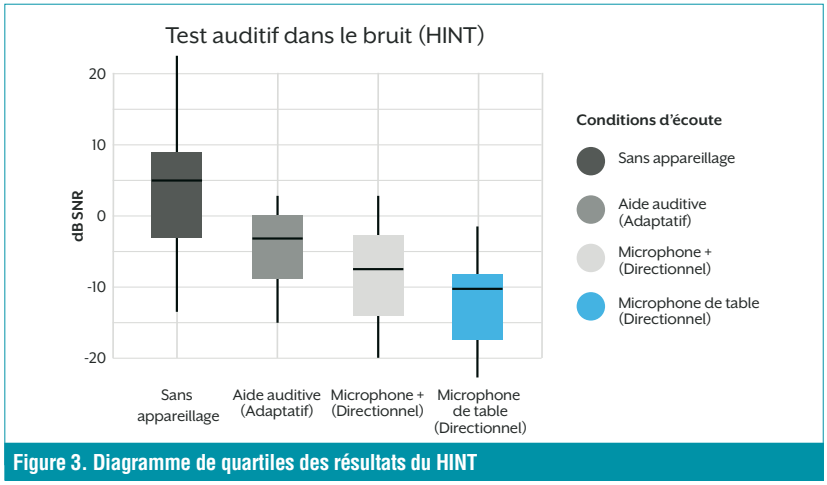


Figure 3. Diagramme de quartiles des résultats du HINT

Dans toutes les conditions, la présentation du bruit commençait avant celle de la phrase afin que les fonctions adaptatives des aides auditives soient pleinement activées.

HINT (Hearing in Noise Test) Test auditif dans le bruit

Le HINT (Hearing in the Noise Test) est un test de compréhension de la parole normalisé qui calcule le rapport signal/bruit (RSB) requis pour une bonne répétition de 50 % des phrases présentées dans un bruit ambiant ayant un spectre de parole (Nilsson, Soli & Sullivan, 1994). Le niveau du bruit est fixé à 65 dB SPL et le niveau de la voix est adapté en fonction des réponses du participant. Après une réponse correcte, le niveau de présentation de la parole est diminué pour la phrase suivante (diminuant le RSB et augmentant la difficulté) et, après une réponse incorrecte, le niveau de présentation de la parole est augmenté pour la phrase suivante (augmentant le RSB et diminuant la difficulté). Plus la note finale est faible, rapportée en dB RSB, meilleure est la performance. En moyenne, une amélioration de 1 dB du RSB se traduit par une amélioration de 8,9 % de la compréhension des phrases (Soli & Nilsson, 1997).

Comme le montre la figure 3, le Microphone de table a affiché une amélioration médiane du RSB de 4,1 dB par rapport au Microphone +, une amélioration du RSB de 7,2 dB par rapport aux aides auditives seules, et une amélioration du RSB de 15,0 dB par rapport à la condition sans appareillage.

Un modèle linéaire à effets mixtes a indiqué une différence statistiquement significative ($p < 0,001$) dans le RSB entre le Microphone de table et toutes les autres conditions de test, après prise en compte de chaque participant.

Effort d'écoute

Pour mesurer l'effort d'écoute, les participants ont écouté un interlocuteur masculin cible lisant des phrases au milieu de voix féminines concurrentes et d'un bruit de fond conversationnel. Les enregistrements de l'interlocuteur masculin cible et des voix féminines concurrentes ont été sélectionnés parmi les listes de phrases du test 'AzBio Sentence Task' et le bruit de fond conversationnel a été extrait du 'Connected Speech Test'. La voix masculine a été présentée à 65 dB SPL et l'association des voix féminines et du bruit conversationnel à 70 dB SPL (RSB = -5 dB). La configuration du test est illustrée en Figure 4.

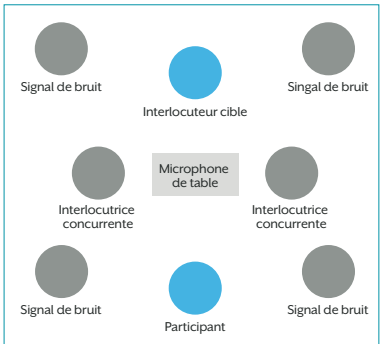


Figure 4. Configuration en laboratoire.

Les participants ont évalué leur effort d'écoute perçu dans deux conditions : avec des intraauriculaires Livio Edge AI seuls, et avec le Microphone de table Starkey. Les conditions de test ont été contrebalancées de façon aléatoire entre les participants. Après une minute d'écoute du stimulus cible dans chaque condition, les participants ont utilisé l'échelle d'évaluation de l'effort d'écoute pour indiquer leur effort (Johnson et al., 2015).

Comme le montre la figure 5, le Microphone de table a diminué l'effort d'écoute dans le bruit comparativement à l'utilisation d'aides auditives seules. Sur une échelle de 1 à 7, 1 signifiant « aucun effort » et 7 un « effort extrême », l'évaluation moyenne a été de 6,6 avec aides auditives seules et de 3,3 avec aides auditives et Microphone de table.

Un test des rangs signés de Wilcoxon a révélé une différence significative entre l'effort d'écoute avec aides auditives seules et aides auditives et Microphone de table, $z = 2,5$ ($p < 0,05$). Ceci démontre qu'un effort significativement moindre a été nécessaire lorsque les participants ont utilisé le Microphone de table.

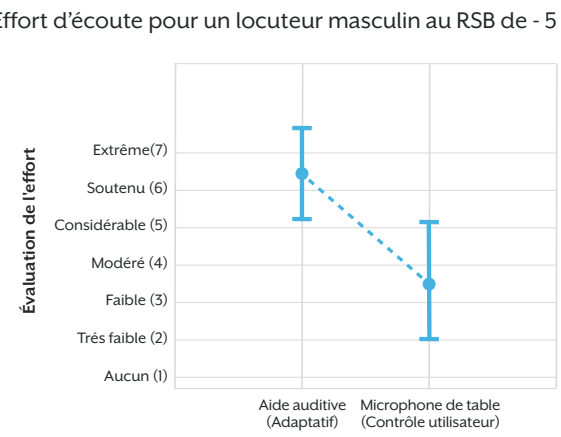


Figure 5. Évaluation subjective moyenne de l'effort d'écoute pour un locuteur masculin pour un RSB de -5 dB. Condition de test "Moyenne du groupe +/-1 écart-type".

Essai en milieu réel

Neuf des 18 participants de l'étude de laboratoire (6 femmes, 3 hommes, âgés de 51 à 80 ans, âge moyen = 66,5 ans) ont également participé à un essai de 2 semaines pour évaluer le Microphone de table dans des situations d'écoute réelles. Avant l'essai en milieu réel, les participants ont été familiarisés avec les trois modes directionnels du Microphone de table et les autres fonctions du Microphone de table leur ont également été montrées.

Au terme de l'essai, les participants ont répondu à un questionnaire sur leurs expériences avec le Microphone de table.

Évaluations subjectives

Les participants ont utilisé le Microphone de table selon différents modes et dans divers environnements sonores, allant de conversations en tête-à-tête à la maison à des conversations au sein de groupes conséquents à la maison et en public. Les évaluations subjectives de la qualité du son en streaming et la satisfaction générale avec le Microphone de table furent positives sur l'ensemble des participants. L'évaluation moyenne de la qualité du son fut de 5,6 sur une échelle de 1 à 7, et la satisfaction générale moyenne fut de 7,3 sur une échelle de 1 à 11.

Les neuf participants ont tous estimé que l'utilisation du Microphone de table était soit « facile » soit « très facile ». Plusieurs particpants ont jugé utile le mode de changement automatique de direction. Un participant a indiqué que les « différents microphones répondaient très rapidement et en temps réel ». Une autre participante travaillant dans un environnement de bureau classique a signalé que le mode Automatique réduisait l'effort d'écoute lorsque des personnes venant de directions différentes se présentaient à son poste de travail. Outre les réponses au questionnaire, les participants ont également fait part de leurs réactions générales vis-à-vis du Microphone de table. Un participant a signalé qu'il était « très clair et facile d'entendre les conversations dans le bruit de fond ». Les autres participants ont déclaré « Tellement mieux », « Le bruit de fond a disparu », et « Je l'adore ! ».

Conclusion

Le Microphone de table 2,4 GHz de Starkey est un accessoire sans-fil innovant, nouveau qui peut être utilisé de multiples façons. Les tests de laboratoire ont démontré que le Microphone de table apportait une amélioration statistiquement notable et cliniquement significative pour l'écoute de la parole dans le bruit par rapport à des aides auditives seules et des aides auditives avec Microphone +. Les participants ont également signalé un effort significativement moindre pour entendre un interlocuteur cible en présence de voix concurrentes lorsqu'ils utilisaient le Microphone de table par rapport aux aides auditives seules. L'emploi en milieu réel par les participants a démontré que l'utilisation de cet accessoire était intuitive et qu'il offrait un avantage notable dans un certain nombre de situations d'écoute.

Le Microphone de table est un outil favorisant une meilleure compréhension de la parole en situation de groupe dans le bruit ou le silence, un microphone déporté pour des conversations en tête-à-tête améliorées et un dispositif de streaming multimédia – un accessoire tout-enun pour les aides auditives !

Références

1. Johnson, J., Xu, J., Cox, R. & Pendergraft, P. (2015). A Comparison of Two Methods for Measuring Listening Effort as Part of an Audiological Test Battery. American Journal of Audiology, 24 (3), 419-431.
2. Nilsson, M., Soli, S.D., & Sullivan, J. (1994). Development of theHearing in Noise Test for the measurement of speech reception thresholds in quiet and in noise. Journal of the Acoustical Society of America, 95, 1085-1099.
3. Soli, S.D. & Nilsson, M.J. (1997). Predicting Speech Intelligibility in Noise: the Role of Factors Other Than Pure- Tone Sensitivity. Journal of the Acoustical Society of America, 101, 3201.

ACFOS Formations professionnelles 2020

Musique et surdité

Objectifs : En lien avec les découvertes des neurosciences, analyser l'impact et les effets de la musique chez le tout-petit normo entendant. Comprendre les implications de musique chez l'enfant sourd et proposer des outils pédagogiques adaptés.

Contenu : La musique chez les sujets entendants en lien avec les neurosciences : bases neuronales de la musique, la danse, le chant - Utilisation de la musique chez le tout-petit - Exposition précoce à la musique et développement cérébral - Comment utiliser la musique en maternelles ? - Développement cérébral et reconnaissance des visages. - Différences traitement central et information musicale entre des musiciens versus non musiciens - Musique : le son dans tous ses états (mesures prophylactiques). Applications à l'enfant sourd : Surdité et traitement central de l'information sonore - Cas cliniques enfant sourd et musique, enfant sourd et danse, enfant sourd et chant (films) - Les outils nécessaires (échanges pratiques avec les stagiaires) - Interactions musique / autres disciplines (orthophonie, psychomotricité...) ; les bases neurales.

Modalités :

Exposés théoriques - Exercices pratiques - Discussions - Vidéos

Intervenants :

Arnaud COEZ, Audioprothésiste, Dyapason, LCA, Paris et Sandrine PERRAUDEAU, Enseignante spécialisée, Musicologue, CEOP, Paris

Informations pratiques (formation réservée aux adhérents) :

Dates : 1er et 02 octobre 2020
Durée : 2 jours - 12h

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

Tarif : 400 euros

Public : Professionnels de la surdité : orthophonistes, enseignants spécialisés, interfaces de communication...

Nbre maximum de participants : 15

Entrée dans la lecture pour des enfants sourds avec ou sans troubles associés : nos pratiques à questionner ?

Objectifs : (Se) questionner sur les pratiques pédagogiques relatives à l'entrée dans l'écrit de l'enfant sourd présentant des troubles associés ou non. Aborder l'enseignement de l'écrit autant en tant que scripteur, que lecteur. Peut-on dissocier lecture et écriture ?

Contenu : Examiner les modalités de l'entrée dans la lengue écrite avec les jeunes enfant sourds en fonction :
- De leur profil : avec ou sans handicap associés,
- Du contexte de scolarisation : pédagogie inclusive ou pédagogie spécialisée.

Dans le cadre de la pédagogie collective : donner des outils pour gérer l'hétérogénéité des groupes classes et les difficultés associées à la surdité.

Dans le cadre de l'accompagnement pédagogique individualisé, donner des outils pédagogiques pour faciliter l'apprentissage de la lecture et s'interroger sur les pratiques à travers des mises en situation et des cas pratiques. Présentation et construction commune de séances et de séquences pédagogiques, d'outils à échanger et de vidéos autour de la production écrite et de la lecture-compréhension de textes narratifs en particulier.

Modalités :

Exposés théoriques - Exercices pratiques - Discussions - Vidéos

Intervenants :

Salomé BELLEMARE, Professeur CAPEJS, IRJS St Jean Ruelle et Hedi FATNASSI, Professeur CAPEJS, IRJS St Jean Ruelle

Informations pratiques (formation réservée aux adhérents) :

Dates : 08 et 09 octobre 2020
Durée : 2 jours - 12h

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

Tarif : 400 euros

Public : Professionnels de la surdité : orthophonistes, enseignants spécialisés, interfaces de communication...

Nbre maximum de participants : 15

Ateliers sensoriels en surdicécité

Objectifs : Tous les instituts pour sourds ont accueilli, accueillent ou accueilleront des jeunes sourds porteurs du syndrome de Usher. Cet atelier sensoriel surdicécité a pour objectif de sensibiliser les jeunes atteints de la double déficience sensorielle et leurs camarades sourds aux techniques compensatoires et aux accompagnements spécifiques à la perte visuelle de façon ludique et non stigmatisante. Les objectifs principaux sont de : définir la surdicécité secondaire, en particulier le syndrome de Usher ; comprendre les répercussions de la perte visuelle progressive sur la vie de tous les jours ; acquérir les outils et la posture pour la conduite des ateliers sensoriels surdicécité.

Contenu : Définitions théoriques de la surdicécité et de la sensorialité - Mises en situations concrètes sous lunettes de simulation et bandeaux - Création de l'atelier et principes fondamentaux ; Rééducations spécifiques à la basse vision - Ateliers interactifs : Transposition de techniques rééducatives individuelles à l'accompagnement ludique en groupe de l'atelier sensoriel surdicécité ; contournement de jeux et d'objets pour l'atelier sensoriel surdicécité - Progression de l'atelier sensoriel surdicécité et vidéos.

Modalités :

Exposés théoriques - Ateliers interactifs - Mises en situations concrètes - Vidéos

Type de formation : Perfectionnement

Intervenante :

Elodie THIERCELIN, Enseignante spécialisée, IJS Bourg la Reine

Informations pratiques (formation réservée aux adhérents) :

Dates : 19 et 20 novembre 2020

Durée : 2 jours - 12h

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

Tarif : 400 euros

Public : Professionnels de la surdité : orthophonistes, enseignants spécialisés, éducateurs spécialisés...

Nbre maximum de participants : 15

AUDITION CONSEIL

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 1er réseau d'audioprothésistes indépendants sous enseigne

Contactez Denis Kocher,
Directeur du développement

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

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

auditionconseil.fr

AUDITION CONSEIL RECRUTE

AUDIOPROTHÉSISTE D.E.

poste à pourvoir en Alsace
(Bas-Rhin : Strasbourg / Molsheim)

Nous vous proposons d'intégrer un groupe familial implanté dans l'Est de la France, avec une quinzaine de centres (Alsace, Lorraine, Rhône-Alpes, Auvergne) adossés à un groupement d'indépendants.
Vous travaillerez avec une patientèle déjà développée et assurerez le développement et la fidélisation de la clientèle, avec une liberté d'exercice et une autonomie importante.
Vous bénéficierez de l'appui de services support au sein d'une équipe d'audioprothésistes et d'assistantes déjà en place.
Vous avez le sens de la relation client et maîtrisez l'ensemble des pratiques techniques du métier.

CDI / Temps plein / Statut cadre et avantages

Pour postuler : merci d'envoyer CV et lettre de motivation à Laurence BERTAUD
lbertaud@groupe-schertz.com

AUDITION CONSEIL

auditionconseil.fr

LES LABORATOIRES D'AUDIOLOGIE RENARD

recherchent un nouveau talent pour étoffer leur équipe

1 Audioprothésiste D.E. - Lille (59)

CDI temps plein à pourvoir immédiatement
Jeunes diplômé(e)s bienvenu(e)s
Formation assurée

Rejoignez une équipe dynamique et expérimentée

Appareillage de l'adulte et de l'enfant, prise en soins des acouphènes, service d'aide aux malentendants en EHPAD, département anti-bruit, recherche en audiologie et études cliniques, congrès et formations, ...

Laboratoire d'Audiologie RENARD
Protection et correction de l'audition

Christian RENARD - 03.20.57.85.21
contact@laborenard.fr / www.laborenard.fr

MUTUALITÉ FRANÇAISE
SERVICES DE SOINS ET D'ACCOMPAGNEMENT
NORMANDIE

LA MFN SSA RECRUTE
des **Audioprothésistes D.E.**
pour ses centres de Normandie
Fixe attractif + intéressement + avantages...
Projet de carrière pour candidat.e.s motivé.e.s

Rejoignez nous !

CV et lettre de motivation à
contact@mfn-ssam.fr

scannez-moi et candidatez en ligne !

signia

Life sounds brilliant.

Silk X.

Le seul intra CIC en adaptation immédiate !

DESIGN
Le sur-mesure sans les délais

TECHNOLOGIE
Un son clair
grâce à la technologie Signia Xperience

DISCRÉTION
Quasi-invisible dans l'oreille

ASSISTANCE
Un accompagnement personnalisé

Des performances audiologiques inégalées avec
Xperience.

Made for iPhone | DYNAMIC SOUNDSCAPE PROCESSING DSP | ULTRA HD e2e | signia

Cet appareil auditif est destiné aux personnes souffrant de troubles de l'audition, caractéristiques techniques disponibles sur le site internet du fabricant. Dispositif Médical de classe IIa. TUV SUD, CE 0123. Pour un bon usage, veuillez consulter le manuel d'utilisation. Classe II : Code générique (Base de remboursement) - de 20 ans : 2307926, droite / 2396117, gauche (1400 €) et + de plus 20 ans : 2392530, droite / 2341840, gauche (300 €). 08/2020. Imprimé en France | Arlys Création.
©Signia GmbH 2020

NOUVEAU

livio Edge AI

Starkey

La haute technologie en toute simplicité

Intelligence Artificielle
Dans plusieurs niveaux technologiques

Mode Edge
Adaptation automatique dans les environnements sonores difficiles ou complexes en temps réel

Rechargeable et connecté sur-mesure
Les premiers intra-auriculaires rechargeables 2,4 GHz au monde

POUR EN SAVOIR PLUS

Renseignez-vous auprès de votre responsable régional ou sur starkeyfrancepro.com

Les logos Starkey et Livio sont des marques déposées de Starkey Laboratories, Inc.