

L'importance du stéréo équilibrage dans la compréhension dans le bruit

Florian MARGIELA

SAERA. School of Advanced Education Research and Accreditation

RÉSUMÉ

La presbyacousie est un trouble auditif lié à l'âge. Ce trouble génère des difficultés de compréhension dans les environnements bruyants puis impacte la compréhension dans le calme. Le stéréo-équilibrage est un test à faire les 2 oreilles étant appareillées. Il joue un rôle clé en améliorant la localisation des sons et la compréhension de la parole dans les situations bruyantes et dans le calme. Il permet d'uniformiser les perceptions des sons entre les oreilles et aide à séparer les voix par rapport aux bruits de fond. Des recherches ont montré que cet ajustement améliore le rapport signal sur bruit, facilitant ainsi la compréhension dans des environnements bruyants. Par exemple, une étude a révélé une amélioration 0.2 à 0,5db en S/B avec le stéréo-équilibrage. D'autres recherches ont confirmé que l'utilisation des indices de localisation dans l'espace, tels que la différence d'intensité sonore et le décalage entre les oreilles améliorent la capacité à se concentrer sur une source sonore précise. Cependant, des divergences existent entre les études. Tandis que certaines montrent des améliorations significatives de manière objective, d'autres ont observé une amélioration de la satisfaction des patients, mais pas des performances objectives en compréhension dans le bruit. Les résultats obtenus montrent que l'efficacité du stéréo-équilibrage peut varier selon les patients et leurs types de perte auditive. Ainsi des recherches supplémentaires sont nécessaires pour affiner l'utilisation de cette technologie et optimiser ses bénéfices dans des environnements variés.

Mots-clés : stéréo-équilibrage, vocale dans le bruit, compréhension, hypoacousie.

INTRODUCTION

La presbycusie est une perte auditive liée au vieillissement naturel de l'oreille. Cette perte auditive entraîne des difficultés de compréhension dans le bruit ce qui est l'un des premiers symptômes observés. Un rapport signal sur bruit supérieur à 3 dB S/B est un critère d'appareillage, d'après un article du Pr Hung Thai-Van (Aubin-Karpinski, 2020), ce qui rend crucial l'évaluation de la capacité de compréhension dans des environnements bruyants. Selon une étude canadienne, entre 5 et 15 % des personnes consultant pour des problèmes audiolologiques sont motivées par une moins bonne compréhension en environnement bruyant. Environ 14 % des 17-30 ans et 20 % des 31-40 ans sont concernés, bien que peu d'entre eux aient une perte auditive, selon une étude du Royaume-Uni (Davis, 1949).

L'évolution a façonné l'oreille externe (pavillon et conduit auditif) pour permettre l'amplification de certaines fréquences (médium et une partie des aigus), afin de mieux localiser les sources sonores et comprendre les conversations dans le bruit, avec un gain de fréquences d'environ 10 à 20 dB (Ratelle, 2024). Les sons graves ne sont pas amplifiés, car ce sont ces sons qui représentent le bruit de fond. Les mouvements de tête permettent aussi de mieux localiser les sources sonores, ce qui facilite également la compréhension dans le bruit.

Une des facultés du cerveau pour la compréhension en environnement bruyant est l'écoute dichotique, qui consiste à écouter des sons différents entre les deux oreilles, puis à les traiter et à localiser la source en fonction de ces

différences. Un son totalement identique entre la droite et la gauche ne permet pas de localiser les sons, donc la compréhension resterait limitée dans les environnements complexes. La localisation des sons et la compréhension dans le bruit ne pouvant exister sans la localisation spatiale, qui permet de localiser la distance, la hauteur et l'azimut. Le système auditif traite donc les informations pour pouvoir connaître la position de l'interlocuteur sur ses 3 axes tout en laissant de côté le bruit de fond, la localisation se faisant avec le traitement de l'onde sonore de manière interaurale et binaurale (Blauert, 1996).

La localisation spatiale implique donc plusieurs mécanismes, comme la forme de l'oreille externe, la différence d'intensité sonore entre les deux oreilles, la différence temporelle, et la faculté du démasquage binaural, utilisant les indices.

Parmi ces indices, il y a l'indice de différence de temps entre les oreilles (ITD), l'olive supérieure médiane traitant le signal provenant des noyaux cochléaires antéro-ventraux de la voie afférente, pour connaître la distance grâce à la différence de temps où arrive l'onde entre la droite et la gauche, pour les fréquences inférieures à 3000 Hz. L'indice de différence d'intensité, utilisant la différence d'intensité sonore pour les fréquences supérieures à 1500 Hz, appelé « ILD » permet de savoir de quel côté la source sonore est la plus forte. L'ILD utilise des fréquences situées sur les hautes fréquences, supérieures à 4000 Hz. Les atténuations sont provoquées par l'effet masque de la tête et les réverbérations dues à la conque. Les mouvements de tête servent à corriger les erreurs de localisation. Ces deux indices sont utilisés pour la localisation au niveau de l'horizontale. Pour la verticale, la

localisation se fait par le traitement spectral du son, utilisant la réflexion du son sur les surfaces du corps, provoquant une augmentation ou une diminution de certaines fréquences.

Le démasquage binaural est la faculté d'identifier et de focaliser sur une source sonore dans un environnement bruyant. Le principe est que le cerveau analyse le son à droite et le son à gauche, puis compare les deux scènes sonores pour distinguer la source sonore à localiser, ce qui permet de filtrer les bruits. Ce filtrage est efficace uniquement lorsqu'il y a exposition au bruit sur les deux oreilles et à la parole sur une oreille, et non sur le bruit d'un côté et la parole de l'autre.

L'appareillage auditif peut avoir tendance à fausser la localisation par la différence interaurale (ILD) lorsque des sons faibles sont amplifiés plus que des sons forts ou lorsqu'un appareil propose une bande passante courte, d'où l'importance de gérer de manière stéréophonique les gains et de choisir un appareil proposant une large bande passante. L'équilibrage de la sensation de sonie dans les situations bruyantes permet de favoriser la localisation et le démasquage binaural. La sonie est donc la sensation d'intensité sonore, totalement subjective, et cette sensation varie selon les fréquences sonores ; il est donc important de la prendre en compte pour un équilibrage. Un son arrivant sur les deux oreilles donnera environ +6 dB en sensation par rapport à un son arrivant sur une seule oreille.

Grâce aux avancées technologiques et aux progrès du numérique, les prothèses auditives offrent diverses options permettant d'améliorer la capacité à comprendre dans le bruit. Parmi les critères d'amélioration, il y a la qualité de l'appareil ainsi que la technologie de

réduction (propre à chaque fabricant), qui jouent un rôle fondamental. Ils permettent une meilleure compréhension dans le bruit en atténuant les sons indésirables pour mieux se concentrer sur la parole. La directionnalité des microphones est une option intéressante permettant de focaliser l'écoute sur une direction précise, ce qui est utile notamment dans des situations compliquées, mais en contrepartie, cela peut provoquer des erreurs de localisation dues à la fixation des microphones sur la cible. Sur certains patients, il sera donc plus intéressant d'utiliser cette option, tandis que chez d'autres, il sera préférable d'utiliser la directivité naturelle de l'oreille, qui simule la captation du pavillon et préserve ainsi les indices stéréo-acoustiques au maximum. Pour résumer, il existe donc deux façons : soit l'utilisation de la focalisation de l'écoute, soit l'utilisation de la directionnalité naturelle (Amplifon, 2023).

De nos jours, des avancées ont été faites grâce à l'intelligence artificielle et aux doubles puces pour le traitement de la parole dans le bruit. Il existe actuellement les appareils auditif Phonak avec la puce Infinio, permettant une amélioration de 10 dB en rapport signal sur bruit pour l'Audéo Sphere. Oticon a préféré partir sur le réseau neuronal profond (Oticon, 2021), entraîné sur plus de 12 millions d'environnements sonores, afin de gagner en clarté tout en gardant l'intégralité de la source sonore (Crouzet, 2024).

Pour les environnements professionnels et scolaires, il existe des accessoires complémentaires propres à chaque fabricant, tels que les microphones déportés ou les systèmes FM, pour permettre une meilleure compréhension de l'interlocuteur.

Des liens ont déjà été mis en évidence entre la compréhension dans le bruit et le stéréoéquilibrage. Pour comprendre dans le bruit, l'homme utilise le mécanisme de localisation de la source sonore dans les milieux bruyants. Le stéréo-équilibrage a pour bienfait d'améliorer la localisation des sons, car il facilite le traitement des sources sonores en séparant les différentes sources, facilitant ainsi la compréhension en environnement bruyant.

Le stéréo-équilibrage apporte aussi une amélioration dans les environnements calmes grâce à l'effet de sommation. Cet effet est dû à la présence de la source sonore dans les deux oreilles, ce qui permet d'améliorer la compréhension et donc l'intelligibilité (Reynolds et Stevens, 1960).

MÉTHODE

L'objectif de cette revue de littérature exhaustive est de comparer et de synthétiser les travaux existants. Le but est donc de comprendre quels peuvent être les bénéfices de l'équilibrage sur la compréhension dans le bruit, ainsi que de comprendre les limites de l'équilibrage. Cette revue de littérature a donc pour objectif d'examiner dans quelle mesure le stéréo-équilibrage peut améliorer la compréhension dans le bruit chez les personnes atteintes de perte auditive. Cette étude a été réalisée durant toute l'année 2024 dans le cadre du master.

Concernant la population utilisée : dans l'étude de Lespargot (2022), la population étudiée comptait 169 414 hommes et femmes non appareillés, et 112 745 appareillés, toutes marques confondues. Pour Ormancey (2022), la population était composée de 24 hommes et femmes, séparés en 2 groupes. Vidal (2022) a étudié une population de 42 personnes,

comprenant 19 hommes. Laurent (2022) a utilisé une population de 42 personnes, soit 19 hommes et 23 femmes.

Critères d'inclusion

Les articles pris en compte sont des études expérimentales ou des traitements de bases de données mettant en lien la compréhension dans le bruit et le stéréoéquilibrage. Ils regroupent des études mêlant diverses marques ainsi que diverses gammes d'appareils auditifs, allant du 100 % au classe 2. Les articles sélectionnés couvrent la période de 2010 à 2024 et portent uniquement sur l'appareillage numérique.

Critères d'exclusion

Les articles se concentrant uniquement sur le stéréo-équilibrage ou la compréhension dans le bruit ont été exclus, ainsi que les articles traitant uniquement de la compréhension dans le calme.

Procédure

Après une recherche initiale de vidéos parlant de la compréhension dans le bruit et l'avantage du stéréo-équilibrage sur cette compréhension (Lespargot et al., 2022), les recherches ont été approfondies avec PubMed dans un second temps, pour une recherche d'articles ayant établi un lien entre la compréhension dans le bruit et l'équilibrage ; dans un troisième temps sur Google Scholar pour rechercher toute trace de mémoire existant ou d'autres sources.

Une fois un certain nombre de mémoires trouvés, un tri a été réalisé pour comparer les idées et ensuite synthétiser les différents aspects de la recherche. Chaque article sera synthétisé en un paragraphe, puis comparé aux

autres ; avec des idées convergentes ou des idées divergentes.

RESULTATS

La compréhension dans le bruit

D'après une étude, 87 % d'un total de 800 personnes ont des plaintes dans le bruit (Renard, 2007). La compréhension dans le bruit est mesurée avec des tests exprimés en signal sur bruit (S/B, SNR). Ce sont des tests qui mélangent un signal (phrases, mots dissyllabiques, mots monosyllabiques et logatomes) et un bruit (stationnaire ou fluctuant).

Dans les phrases, on retrouve les listes de phrases de Fournier, les listes de phrases de Combescure, les listes de phrases MBAA, et les phrases de HINT. Pour les mots, ils peuvent être monosyllabiques, avec les monosyllabiques de Fournier et le Lafon cochléaire, ou dissyllabiques, avec le dissyllabique de Fournier et le Lafon dissyllabique. Il existe aussi des logatomes, comme la liste de Dodele.

Concernant le bruit, il peut être soit stationnaire (bruit stable en intensité, bruit blanc et bruit rose), soit fluctuant, comme le bruit représentatif des environnements (cocktail party) ou l'onde vocale globale (OVG).

Voici certains tests très utilisés en usage clinique :

- **Le test vocal rapide dans le bruit (VRB)**, qui a pour but d'obtenir le seuil d'intelligibilité dans le bruit à 50 % (SIB50). Il consiste en un passage de 4 listes pour obtenir une valeur correcte. Le patient doit se tenir à 1 mètre du haut-parleur, qui diffuse le signal et le

bruit. Le bruit est une Onde Vocale Globale adaptative si RSB+ et le signal est adaptatif si RSB-. La valeur moyenne de ce test RSB est de 0 dB.

- **Le test Matrix**, qui existe sous plusieurs formes, car il est adapté à plusieurs langues. Il a pour but d'obtenir le seuil d'intelligibilité dans le bruit à 50 % (SIB50). Le test se déroule de la manière suivante : passage de 2 listes pour l'entraînement, puis passage d'une liste. Le patient est à 1 mètre du haut-parleur, qui diffuse un bruit équilibré spectralement à 65 dB, et un signal adaptatif. La moyenne de ce test est de RSB = -6 dB.
- **Le test de HINT**, qui a pour but d'obtenir le seuil d'intelligibilité dans le bruit à 50 % (SIB50). Le test se déroule avec un passage d'une liste et une phase d'entraînement. Le patient est face au haut-parleur à 1 mètre, l'enceinte diffuse un bruit blanc filtré à 65 dB ainsi qu'un signal qui s'adapte. La moyenne de ce test RSB est de -6 dB.

Voici les critères pour choisir un bon test :

- Il doit être écologique et similaire à une situation réelle ; pour cela, il est préférable de le réaliser en champ libre plutôt qu'au casque. Les bruits de type cocktail party sont à favoriser pour ce type de test.
- Il doit être aussi reproductible, favorisant des items sans suppléance mentale, comme le Dodele. Il doit y avoir le même calibrage des haut-parleurs ainsi que le même placement entre les tests (Del Rio & Lasry, 2015)

- Le bruit doit être synchronisé au signal pour éviter de sur-masquer certains mots. Si le test nécessite une suppléance mentale, des listes de phrases seront utilisées pour rendre le test plus global, prenant en compte les systèmes de compensation du cerveau. Si la suppléance mentale doit être neutralisée, il existe des logatomes comme les logatomes de Dodele ou le Lafon cochléaire pour obtenir un test plus reproductible (Del Rio & Lasry, 2015)

Ces tests permettent aussi de dépister une presbycusie de manière précoce, de détecter une neuropathie ou de repérer un trouble au niveau central de l'audition.

Le Stéréoéquilibration

La procédure APA a été développée par Dodele. C'est une procédure d'affinement post-appareillage inventée par Léon Dodele (14) qui met l'accent sur l'équilibration stéréoacoustique en vérifiant que l'équilibration entre les deux oreilles est effectuée, puis en s'assurant que la sensation sonore des fréquences est correcte sur le réglage actuel. Il faut préalablement réaliser un équilibration des sensations sonores (sonie). Une attention particulière devrait être faite sur les courbes des sons forts, des sons moyens, et des sons faibles entre les deux oreilles. L'utilisation de la mesure in vivo doit être réalisée au préalable pour prendre en compte la morphologie du conduit auditif.

Un appareillage bien équilibré donnera une meilleure compréhension dans le bruit. Cette procédure nécessite peu de matériel : 2 haut-parleurs avec un amplificateur et le logiciel APA.

La première phase consiste à tester la localisation dans l'espace de la personne. Le stimulus sera envoyé soit à droite, soit à gauche, soit des deux côtés. Les réponses sont ensuite collectées dans le logiciel APA.

Dans un second temps, les sensations sonores seront testées afin de déterminer s'il y a sous-correction ou sur-correction. Le stimulus est envoyé des deux côtés en même temps. Cinq réponses sont possibles, allant de très faible à très fort. Les réponses sont enregistrées dans le logiciel APA.

La troisième phase consiste en l'utilisation d'un logiciel permettant de comparer les deux premières phases et de proposer un correctif : diminution ou augmentation du gain sur telle ou telle oreille.

Il existe des procédures plus simples, comme celle utilisée par Amplifon, qui utilise un seul haut-parleur pour projeter des sons allant de 500 à 6000 Hz. Le haut-parleur est placé en face du patient. Celui-ci doit alors indiquer s'il entend à gauche ou à droite. Un premier passage se fait avec des sons moyens, puis un deuxième passage avec des sons faibles, et enfin un dernier passage avec des sons forts sur toutes les fréquences.

L'équilibration pouvant se faire également à la voix, en parlant à gauche ou à droite et en demandant au patient s'il perçoit une différence.

Une adaptation faite de manière binaurale peut apporter une amélioration de 48 % dans la compréhension dans le bruit, allant jusqu'à une amélioration de 5 dB du rapport signal sur bruit s'il y a un équilibre (Drouet, 2014).

Le lien entre la compréhension dans le bruit et le stéréoéquilibration

L'être humain est composé de deux oreilles ; ces deux oreilles sont utiles pour localiser les sons et pour l'écoute dans le bruit. Pour une personne appareillée, le stéréo-équilibrage a pour but de donner les mêmes sensations sonores à droite et à gauche. Le but recherché est d'équilibrer les perceptions, ce qui améliore la localisation des sons dans l'espace. Il y a aussi une autre utilité, qui est de soustraire le bruit de fond à la voix dans des environnements sonores bruyants, permettant ainsi de mieux distinguer les voix par rapport au bruit ambiant.

Un appareil est également doté d'un débruiteur qui permet de diminuer le bruit de fond par rapport à la voix, afin de gagner en intelligibilité. Un bon équilibrage contribue à un son plus clair et plus net. Il rend l'appareillage plus proche du naturel, ce qui améliore les situations où la personne est confrontée à des sons provenant de plusieurs directions.

Le stéréo-équilibrage améliore donc la capacité à comprendre la parole dans le bruit grâce à une meilleure séparation des différentes sources sonores et améliore également la localisation de ces sources sonores.

Appareillage monaural ou binaural ?

L'appareillage binaural apportera plusieurs bénéfices : avoir le même traitement de la source sonore des deux côtés, ce qui limitera les retards suite au traitement du signal et donnera une sensation de son plus équilibré. Il permettra aussi une amélioration de la localisation spatiale grâce au traitement numérique des deux côtés. Grâce à l'effet de sommation, la puissance des appareils sera moindre. Il prendra en compte l'effet d'ombre de la tête.

Dans le cas d'une cophose unilatérale, des solutions existent, comme le système CROS, BiCROS ou TriCROS. Le CROS est un système avec simplement un appareil servant uniquement de microphone/émetteur et un appareil servant de récepteur ; il est utilisable lorsqu'il y a une oreille saine et une cophose. Dans le cas d'une oreille malentendante et une cophose, l'option du BiCROS permet d'utiliser un appareil qui sert de microphone et un appareil classique corrigeant l'audition et réceptionnant le CROS. Enfin, il existe l'appareillage TriCROS, qui a la même fonctionnalité que le BiCROS pour corriger l'audition, mais cette fois-ci des deux côtés, tout en envoyant le signal dans la meilleure oreille. Cette solution permet donc de donner une sensation de « stéréo » et améliore ainsi la compréhension dans différents environnements sonores. L'effet d'ombre de la tête étant compensé, cela permet d'entendre, par exemple, les passages d'une voiture dans le cas d'une cophose à droite, ou d'avoir une écoute à 360 degrés.

Localisation sonore spatiale

Les indices de localisation spatiale sont tout simplement : l'intensité du son, le temps de décalage entre les 2 oreilles, les différences de phases des ondes, et les indices spectro-temporels qui sont les modulations de fréquence et de spectre liées à l'orientation du son.

Ce sont donc les mécanismes qui permettent de localiser une source sonore et de focaliser sur cette source ; une fois l'attention focalisée sur la source, on peut faire abstraction du bruit environnant. Une amélioration des indices est possible et permet ainsi obtenir un meilleur signal sur bruit pour la compréhension dans le bruit.

À l'heure actuelle, les technologies de réduction du bruit, de directionnalité et de stéréo-équilibrage tirent parti de ces indices de localisation.

Dans une étude d'analyse de données menée par Lespargot (2022) dans le cadre de son rapport de stage chez Amplifon, des statistiques ont été établies à partir de la base de données d'Amplifon, accumulant 169 414 hommes et femmes non appareillés et 112 745 appareillés (toutes gammes et marques confondues).

Une récupération de données a été faite avant l'appareillage, une pendant le mois d'essai, une autre dans les 8 mois après la fin des réglages, et une dernière après 8 mois d'appareillage. Le test dans le bruit qui est utilisé est un test appelé « SPIN » : test utilisé par Amplifon ayant pour but de déterminer le niveau de compréhension dans le bruit. Le résultat est sous forme de S/B (SNR). Un bruit de fond passe à 60 dB avec un signal comprenant des phrases de HINT. L'intensité du signal est modulée pour avoir une intelligibilité à 50 %, s'adaptant si la réponse est bonne (phrase juste sans les articles) ou si la réponse est fautive (phrase incorrecte). La norme de ce test est de -3 dB SNR à 0 dB SNR. Une valeur positive indique des difficultés particulières dans le bruit. La personne testée doit se mettre face au haut-parleur à environ 1 mètre, le haut-parleur diffusant le bruit et le signal en même temps (Scala, 2023). Ce test se fait donc en binaural. Le stéréo-équilibrage (aussi utilisé chez Amplifon) est une méthode d'équilibrage de la perception des sons. La personne appareillée est assise à 1 mètre du haut-parleur en face. Le signal est envoyé en Narrow-band à un niveau de son moyen (60 dB), en sons forts (80 dB) et en sons faibles (40 dB). Les fréquences testées

sont : 1000, 1500, 2000, 3000, 4000, 6000, et en option 8000 Hz. Le but est de savoir où le son est entendu : à droite ? à gauche ? ou au milieu ? afin d'équilibrer le réglage.

L'étude a montré qu'un stéréo-équilibrage montrait une amélioration de 0,4 dB en SRT sur toutes les gammes confondues, ainsi qu'une amélioration allant de 0,2 à 0,5 dB, l'amélioration étant plus efficace sur pertes supérieures à 50 dB.

Contrairement à l'étude de Lespargot (2022), Ormancey (2022) a démontré une meilleure satisfaction des patients lors de l'administration du questionnaire SSQ15. Cependant, l'étude n'a pas révélé d'amélioration du rapport signal sur bruit et a été menée sur deux groupes de 12 patients, âgés de plus de 20 ans et portant des appareils auditifs depuis au minimum un an, et présentant une surdité symétrique avec une différence inférieure à 15 dB pour son évaluation.

Le test SPIN pour la compréhension dans le bruit et le test de stéréo-équilibrage proviennent du logiciel « AmpliNext » d'Amplifon, sont les mêmes tests utilisés pour l'étude de Lespargot (2022).

Laurent (2022) a mené son étude empirique sur 42 sujets, dont 19 hommes et 23 femmes, avec un âge moyen de 76 ans (écart-type de 11).

L'étude regroupe des personnes ayant des pertes auditives asymétriques à hauteur de 50 % de l'échantillon et symétriques à hauteur de 50 %, à condition qu'elles présentent une surdité de perception. L'étude regroupe donc 42 cas appareillés depuis plus de 6 mois. Cette période a permis une adaptation aux réglages et au port des

appareils, facilitant leur participation aux tests et questionnaires. Les tests utilisés comprenaient un test de compréhension dans le bruit avec une liste cochléaire de Lafon à 65 dB, puis un bruit à 62 dB en dichotique avec le bruit d'un côté et la parole de l'autre côté. Lorsque le score est inférieur à 30 %, le bruit est à 59 dB SPL. Dans le cas d'une perte asymétrique, les mots sont du côté de l'oreille avec le plus de perte, ainsi que le bruit du côté de la plus grande perte auditive. Pour le dichotique inversé, c'est l'inverse : le bruit du côté de la petite perte et le signal du côté de la plus grande perte auditive. Le test en dichotique est donc passé avec la liste de Lafon 1 et 2 après avoir trouvé la bonne configuration. Le dichotique inversé a été fait avec les Lafon 3 et 4. Pour le stéréoéquilibrage, le test a été effectué en champ libre en dichotique. Un son continu et modulé a été utilisé. La personne devra dire si le son est plus entendu à droite, à gauche ou en face, dans le but d'avoir la même sensation de sonie à droite et à gauche appareillées. Un questionnaire SSQ15 a donc été utilisé, composé de 3 parties : l'audition de la parole, l'audition spatiale et la qualité d'audition. Le but était de voir l'effet de la modification du MCL (niveau de confort) et l'effet du stéréoéquilibrage.

Ensuite, il y a eu les calculs des deltas :
Delta D = moyenne score dichotique rdv2 – moyenne score dichotique rdv1
Delta I = moyenne score dichotique inversé rdv2 – moyenne score dichotique inversé rdv1
Delta DI = (Moyenne score inversé rdv2 – moyenne score dichotique rdv2) – (Moyenne score inversé rdv1 – moyenne score dichotique rdv1)

Les conclusions montrent que les résultats des « deltas D » et « deltas I » sont positifs, ce qui

indique une amélioration des scores aux tests dichotiques entre le premier et le second rendez-vous. En revanche, les deltas DI sont négatifs, signifiant une réduction de l'écart entre les scores des deux tests. En résumé, le stéréo-équilibrage a rétabli une forme de stéréophonie en équilibrant les appareils auditifs, ce qui a également amélioré les performances vocales dans un environnement bruyant.

Vidal (2022) a mené son étude sur 23 personnes avec une hypoacousie asymétrique et sur 19 personnes avec une perte symétrique. Une perte est considérée comme asymétrique lorsque la différence de perte entre l'oreille droite et l'oreille gauche est supérieure à 15 dB. La majorité des sujets ont été appareillés en Phonak.

Le test utilisé pour le stéréo-équilibrage s'effectue à 60 dB, avec plusieurs haut-parleurs. Le son est envoyé et la personne devra dire si elle entend plus d'un côté que de l'autre. Ce test est à faire sur chaque fréquence.

Les tests dans le bruit utilisés sont les tests dichotiques nommés D et le test dichotique inversé, nommé DI. Le bruit utilisé est un cocktail party. Le but de l'étude était de faire une comparaison entre le score avant l'équilibrage et le score avec l'équilibrage.

Recherches montrant une amélioration subjective

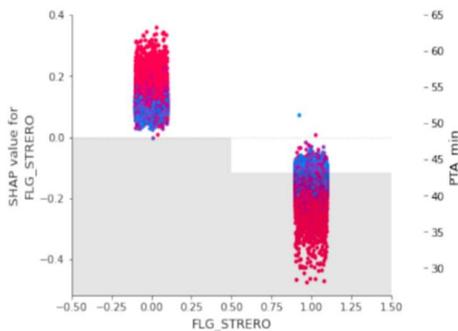
La comparaison des articles a montré des améliorations notables dans la compréhension dans le bruit dans les études de Lespargot (2022), en adéquation avec Laurent (2022) et de Vidal (2022).

L'analyse de la base de données de Lespargot (2022) a mis en lumière que l'utilisation du stéréo-équilibrage entraînait une amélioration de 0,4 dB de compréhension dans le calme. La base de données couvre toutes les gammes de pertes auditives confondues.

Une amélioration de la compréhension dans le bruit a été remarquée, allant de 0,2 à 0,5 dB RSB. Cette amélioration de score a été observée en analysant différentes fréquences allant de 250 à 6 000 Hz sur des sons faibles, moyens et forts.

Figure 1.

Effet du stéréo-équilibrage sur la perte

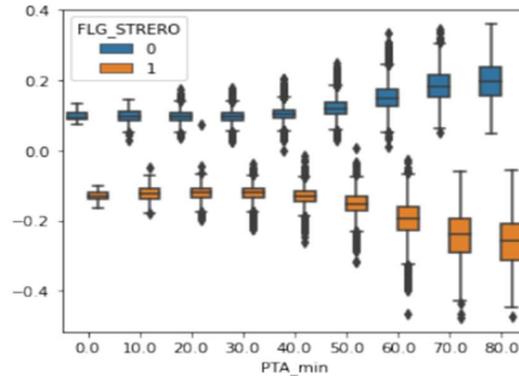


La méthode utilisée pour expliquer la prédiction est le Shape (SHapley Additive exPlanations). Cette méthode utilise l'intelligence artificielle pour expliquer les prédictions des modèles. L'objectif est de connaître l'impact de chaque caractéristique sur une prédiction donnée.

Dans la figure 1, l'étude montre une amélioration de 0,4 dB RSB.

Figure 2.

L'impact du stéréo-équilibrage sur la compréhension dans le bruit



L'étude menée par Laurent (2022) a révélé que le stéréo-équilibrage a un effet positif sur les résultats des participants. Les résultats ont été obtenus par le biais du score vocal en dichotique et dichotique inversé, qui ont augmenté entre le 1er rendez-vous et le deuxième, réduisant ainsi l'écart entre les appareils.

De plus, les deltas DI sont négatifs, indiquant une réduction de l'écart entre les scores en dichotique et en dichotique inversé. Ces résultats suggèrent que le stéréo-équilibrage a permis de rétablir une forme de stéréophonie et d'améliorer les performances vocales dans des environnements bruyants.

Le traitement statistique des résultats a été réalisé par le test de Student. Son but est de formuler une hypothèse nulle et une hypothèse alternative. Ainsi, une statistique t est calculé pour connaître la moyenne des deux groupes.

Figure 3.

Moyenne des scores en dichotique et dichotique inversée

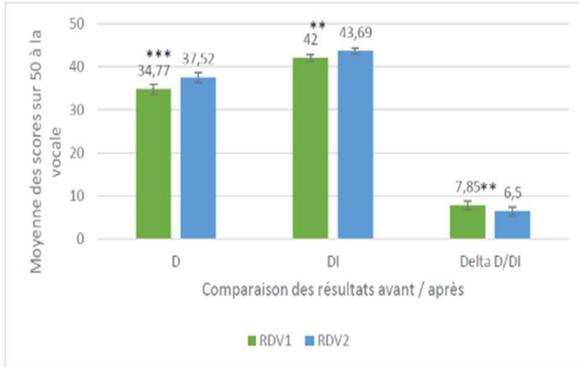
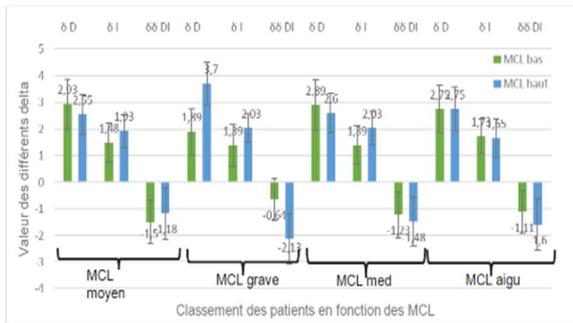


Figure 4.

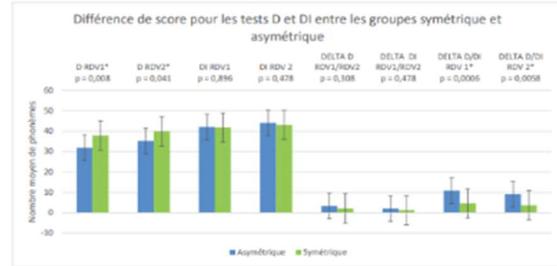
Comparaison des différents deltas



Vidal (2022) a démontré l'efficacité du stéréo-équilibrage dans le traitement des pertes auditives asymétriques. Elle a eu recours à des tests dichotiques et dichotiques inversés associés à un bruit de type « cocktail party ». Les résultats ont montré une amélioration notable de la compréhension dans le bruit

Figure 5.

Score entre les tests en dichotique et en dichotique inversé pour des pertes symétriques et asymétrique



Recherches qui ne montrent pas une amélioration en subjectif

Ormancey (2022) contrairement à Lespargot (2022) et Laurent (2022), a observé une amélioration de la satisfaction des patients mesurée par le questionnaire SSQ15, mais son étude n'a pas montré d'amélioration significative des scores en reconnaissance vocale dans le bruit. Elle a mené son étude sur deux groupes de 12 patients, présentant une surdité symétrique de moins de 15 dB de différence, utilisant des appareils auditifs depuis plus d'un an. Les tests effectués comprenaient le test Amplifon SPIN ainsi que le stéréoéquilibrage, mais les résultats ont été moins concluants en matière d'amélioration de la compréhension de la parole dans le bruit.

Pour résumer :

Le stéréo-équilibrage a globalement prouvé son efficacité pour améliorer la localisation et la compréhension de la parole dans des environnements bruyants. Ce qui a également facilité l'adaptation des patients appareillés aux environnements sonores complexes, en réduisant l'écart entre les perceptions des deux oreilles et en favorisant une meilleure séparation des sources sonores. Le stéréo-équilibrage a également montré la satisfaction des patients pour la compréhension dans le bruit.

DISCUSSION

L'objectif de cette revue est de mettre en lumière l'utilité et les limites des effets du stéréo-équilibrage sur la compréhension de la parole dans un environnement bruyant. L'analyse des études récentes montre des résultats intéressants avec certains points divergents.

Une amélioration de la compréhension de la parole a été remarquée dans le bruit grâce aux stéréo-équilibrages, comme le montre l'étude de Lespargot (2022) qui montre une amélioration de 0,4 décibel de la compréhension dans le calme ainsi qu'une amélioration de la compréhension dans le bruit allant de 0.2 à 0.5dB en rapport signal sur bruit, avec de bons résultats sur les pertes supérieurs à 50dB.

Cette amélioration du score est en partie due à l'utilisation des indices de localisation spatiale, telle que la différence d'intensité sonore et le décalage entre les oreilles qui permettent de mieux localiser la provenance de la source sonore, ce qui permet à l'être humain de mieux comprendre dans le bruit.

Cependant, bien qu'une amélioration du rapport signal sur bruit soit remarquée, les améliorations restent modestes (0,2-0,5dB), surtout pour de grosses pertes auditives ayant un signal sur bruit dégradé. Cette amélioration peut paraître faible mais elle reste significative cliniquement.

La recherche de Ormancey (2022) n'a pas révélé d'amélioration du rapport signal sur bruit, mais on a remarqué une meilleure satisfaction des patients dans les questionnaires. Ce qui suggère que l'impact peut varier d'une personne à l'autre.

Divergence des Résultats

Des divergences peuvent être remarquées suivant des études, ce qui souligne la difficulté et la complexité de l'effet du stéréo-équilibrage. L'étude de Ormancey (2022) a avant tout montré une satisfaction des patients plutôt que de meilleurs résultats du rapport signal sur bruit, ce qui peut montrer que le stéréo-équilibrage peut être impactant pour la subjectivité des patients plutôt que l'objectivité des performances de l'appareil.

Les recherches de Laurent (2022) ayant eu des participants plutôt âgés avec des pertes auditives symétriques et asymétriques montrent des performances de la vocale dans le bruit. La divergence se trouve dans la configuration de la perte auditive avec une recherche sur les pertes symétriques et les pertes asymétriques ce qui peut suggérer un bénéfice du stéréo-équilibrage pouvant être plus marqué chez un groupe de personnes alors que l'étude de Vidal (2022) a montré de meilleurs résultats pour des pertes asymétriques.

Limites des recherches actuels

La plupart de ces études ont eu une taille d'échantillon assez restreinte, par exemple Ormancey (2022) qui est de deux groupes de 12 patients (soit 24).

L'utilisation du multi marque et de modèles différents peut être une variable qui peut fluctuer des réponses, que ça soit de manière objective ou subjective.

D'autre part Les études n'ont pas pris en compte d'autres facteurs contextuels importants tels que la qualité du bruit de fond et l'équilibrage sur tous les niveaux de son, que ça soit en faible, moyen ou fort.

Une amélioration du rapport signal sur bruit est remarqué suite à un stéréo-équilibre, que ça soit chez des sujets asymétriques ou symétriques et même sur les pertes les plus importantes. Ces changements sont aussi perçus de manière différente suivant les gens. Chez certains, ils vont être perçus plutôt de manière objective et chez d'autres, de manière subjective. Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour approfondir la compréhension de ces effets et optimiser l'utilisation des technologies de stéréo-équilibre dans des environnements variés.

CONCLUSION

Pour conclure, l'analyse des recherches sur le stéréo-équilibre montre des résultats encourageants, mais met en lumière certaines complexités. Les recherches de Lespargot (2022) ont montré que l'ajustement des indices de localisation spatiale regroupant l'intensité sonore, le décalage temporel entre les oreilles et les indices temporels des patients, améliore la capacité de l'individu à séparer le signal dans un environnement bruyant, ce qui facilite l'intelligibilité dans les environnements bruyants. Tout ceci montre que le stéréo-équilibre a une influence sur les résultats de la compréhension dans le bruit, ce qui atteint l'objectif de cette étude.

Des divergences peuvent être remarquées, comme l'étude de Lespargot (2022) ayant montré une amélioration du point de vue objectif alors que l'étude de Ormancey (2022) montre plutôt une satisfaction accrue des patients étant améliorée par le stéréo-équilibre sans amélioration objective.

Les différences dans les méthodologies, la population étudiée, ou les types de pertes

auditives étudiées peuvent expliquer les divergences.

Le stéréo-équilibre offre des avantages pour l'amélioration de la compréhension de la parole dans le bruit et la localisation des sons. Des recherches supplémentaires sont pertinentes pour mieux comprendre les mécanismes liés à cet effet, et de déterminer les meilleures pratiques.

Il serait pertinent d'explorer plus en profondeur les facteurs contextuels, tels que la qualité du bruit de fond, ainsi que les différents réglages d'intensité sonore pour améliorer les technologies d'appareillage et optimiser les bénéfices du stéréo-équilibre pour une population plus large.

BIBLIOGRAPHIE

- Amplifon. (2023). *Stéréophonie et stéréo-équilibre*. Amplifon ORL. Consulté le 4 décembre 2024, à l'adresse <https://orlfr.amplifon.com/system/files/2023-06/stereophonie-stereo-equilibrage.pptx>
- Aubin-Karpinski, L. (2020, 12 novembre). « Il faut démocratiser la pratique de la vocale dans le bruit » . *Audiologie Demain*. <https://audiologie-demain.com/la-vocale-dans-le-bruit-redessine-le-parcours-de-soin/il-faut-democratiser-la-pratique-de-la-vocale-dans-le-bruit>
- Blauert, J. (1996). *Spatial Hearing : The Psychophysics of Human Sound Localization (Revised Edition)*.
- Crouzet, A. (2024, 23 septembre). *Avec l'IA en temps réel, Infinio de Phonak promet d'améliorer le RSB de 10 dB - L& # 039 ; Ouïe Magazine*. L'Ouïe Magazine.

- <https://www.ouiemagazine.net/2024/09/09/avec-lia-en-temps-reel-infinio-de-phonak-promet-dameliorer-le-rsb-de-10-db/>
- Davis, A. C. (1989). The Prevalence of Hearing Impairment and Reported Hearing Disability among Adults in Great Britain. *International Journal Of Epidemiology*, 18(4), 911-917. <https://doi.org/10.1093/ije/18.4.911>
- Del Rio, M., & Lasry, Y. (2015). Audiométrie vocale dans le bruit un outil d'analyse globale pour une mesure longitudinale du progrès. *Les Cahiers de L'Audition*. Consulté le 10 décembre 2024, à l'adresse <https://auditiondelrio.fr/wp-content/uploads/2020/03/EPU-2015-Cahiersdelaudition-Cauderan-Audition.pdf>
- Drouet, R. (2014, 11 mars). *CENTRA*. Ppt Video Online Télécharger. Consulté le 8 décembre 2024, à l'adresse <https://slideplayer.fr/amp/517401/>
- Laurent, E. (2022). *Utilité de la méthode de stéréo-équilibre pour les sujets sensibles aux sons forts lors du réglage des appareils auditifs* [Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme d'état d'audioprothésiste]. université Claude Bernard Lyon 1.
- Lespargot, T. (2022). *Rapport de stage de recherche Amplifon / IRIT* [Rapport de stage de recherche]. Institut polytechnique de Paris.
- Lespargot, T., Auberger, F., & Amplifon ORL. (2022, décembre). *Interest of BIG DATA in the evaluation of hearing aids outcomes - Thomas Lespargot & Fabien Auberger* [Vidéo]. Amplifon. Consulté le 3 juillet 2024, à l'adresse <https://orlfr.amplifon.com/interest-of-big-data>
- Ormancey, M. (2023). *Influence du stéréo-équilibre dans la compréhension dans le bruit et la satisfaction-patient grâce à un questionnaire* [Mémoire de recherche pour le diplôme d'état d'audioprothèse, Université de Lille]. <https://www.college-nat-audio.fr/memoire/influence-du-stereo-equilibrage-dans-la-comprehension-dans-le-bruit-et-la-satisfaction>
- Oticon. (2021, 4 mars). *Le réseau neuronal profond révolutionne les appareils auditifs*. Consulté le 7 décembre 2024, à l'adresse <https://www.oticon.fr/hearing-aid-users/blog/2020/what-is-dnn-5-easy-steps-for-understanding-and-its-benefits#:~:text=Le%20r%C3%A9seau%20neuronal%20profond%20d,dans%20n%27importe%20quelle%20situation.>
- Ratelle, D. (2024, 11 mars). Perception de la parole dans le bruit : les mécanismes facilitateurs du système auditif périphérique. *Speechneurolab*. Consulté le 3 octobre 2024, à l'adresse <https://speechneurolab.ca/perception-de-la-parole-dans-le-bruit-les-mecanismes-faciliteurs-du-systeme-auditif-peripherique/>
- Renard, X. (2007). *Précis d'audioprothèse tome III - le contrôle d'efficacité prothétique* (2e édition) [Livre]. Collège National d'Audioprothèse.
- Scala, B. (2023, 9 janvier). L'absence de binauralité nuit à la localisation et la compréhension. *Audiologie Demain*. <https://audiologie-demain.com/surdites-unilaterales-la-vie-est-plus-belle-en->

[stereo/labsence-de-binauralite-nuit-a-la-localisation-et-la-comprehension](#)

Vidal, E. (2022). *Effet du stéréo-équilibrage en supraliminaire sur la compréhension de la parole dans le bruit et la spatialisation pour ne surdité asymétrique* [Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme d'État d'audioprothésiste]. Université Claude Bernard Lyon 1.