



ÉVOLUTION DU CONFORT SONORE AU COURS DE LA RÉHABILITATION PROTHÉTIQUE

Mémoire en vue de l'obtention du **DIPLOME d'ETAT AUDIOPROTHESISTE**
délivré par l'Université de Toulouse 3 – Paul Sabatier

Soutenu et présenté par Anouk Borne

Année universitaire 2018-2022

MAITRES DE MEMOIRE : Stéphane BARDET, Bertrand SEGURA & Arnaud NORENA

Engagement sur l'honneur de non-plagiat

Je soussignée **Anouk BORNE**, inscrite à l'examen conduisant à la délivrance du diplôme d'Etat d'audioprothésiste, certifie sur l'honneur être pleinement consciente que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publié sur toutes formes de supports, y compris électronique, constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée (Articles L335-2 et L335-3 du Code de la propriété intellectuelle).

Je déclare être informée que dans le cas où un plagiat serait constaté dans un de mes travaux écrits, celui-ci conduirait à la nullité de l'examen et serait passible de sanctions pénales.

En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées pour produire et écrire ce document.

Fait à Aix-en-Provence, le 01/02/2022

Anouk BORNE

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Anouk BORNE', with a stylized flourish at the end.

REMERCIEMENTS

Pour commencer, je tiens à remercier Monsieur Stéphane Bardet, mon maître de mémoire, qui a su se montrer disponible et à l'écoute. Merci pour son apprentissage enrichissant et son accueil au sein de ses laboratoires.

Je témoigne toute ma gratitude à Monsieur Bertrand SEGURA pour sa supervision éclairée tout au long de la rédaction du mémoire.

Cette étude n'aurait pu être réalisée sans la collaboration de Monsieur Arnaud NORENA Directeur de Recherche, HDR au Laboratoire de Neurosciences Cognitives (CNRS de Marseille). Je suis honorée d'avoir pu intégrer ses équipes de Recherche.

Je remercie également tous les membres des laboratoires Audition Conseil qui m'ont accompagné dans l'élaboration de ce mémoire.

Un grand merci à l'ensemble des enseignants de l'École d'Audioprothèse de Cahors pour la qualité de leurs enseignements.

De même, j'exprime ma reconnaissance aux différents audioprothésistes qui m'ont accueilli au sein de leur laboratoire et qui ont su me faire découvrir ce merveilleux métier.

Un clin d'œil à mes amis qui ont su être là pour m'encourager et participer à mon bonheur depuis leur entrée dans ma vie.

Pour finir, c'est avec une joie immense et le cœur ému que je dédie ce mémoire à mes chers parents afin de leur témoigner toute ma gratitude pour leurs affections inépuisables et leurs précieux conseils. Merci d'avoir fait de moi la personne que je suis.

GLOSSAIRE :

BTE = Appareil contour d'oreille

CA = Conduction Aérienne

CDS-Score = *Core Discriminant Sound*

CL = Champ Libre

CNRS = Centre de Recherche National de la Recherche Scientifique

dB = Décibel

H /J = Heure par jour

HP = Haut-parleur

Hz = Hertz (unité de fréquence)

RIC = Appareil contour d'oreille à écouteur déporté

SADL = *Satisfaction with Amplification in the Daily Life (Questionnaire)*

SPL = *Sound Pressure Level*

SSI = Seuils Subjectifs d'inconfort

UCL = *Uncomfortable Loudness Level*

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	1
1. SYMPTÔMES EN LIEN AVEC LA SENSIBILITÉ AU BRUIT	1
<i>L'HYPERACOUSIE</i> :.....	1
Définitions, Épidémiologie et Etiologies :.....	1
<i>LA PHONOPHOBIE ET LA MISOPHONIE</i>	2
2. SENSIBILITÉ AU BRUIT CHEZ LE MALENTENDANT APPAREILLÉ.....	3
<i>HYPERSENSIBILITE ET PERTE AUDITIVE</i>	3
<i>HYPERSENSIBILITE CHEZ LE MALENTENDANT APPAREILLÉ</i>	3
3. ÉVALUATION DE LA SENSIBILITÉ AUDITIVE	3
Anamnèse.....	3
Reflexes stapédiens.....	4
Seuil Subjectif d'inconfort (SSI) et JHQ.....	4
Les questionnaires d'évaluation	4
Limites.....	4
4. LE CORE DISCRIMINANT SOUNDS (CDS)	5
5. PROBLEMATIQUE.....	6
6. OBJECTIFS :	6
7. HYPOTHÈSES.....	6
MATERIEL ET METHODE.....	8
1. ÉLABORATION DU PROTOCOLE.....	8
2. POPULATION CIBLEE	8
Critère d'inclusion :	8
Critère d'exclusion :	8
Description population :.....	9
3. MATERIEL.....	9
Durée.....	9
Lieux.....	9
Matériel	9
Audiométrie Tonale et S.S.I. :	9
Évaluation du CDS-Score :	9
Appareils de correction auditifs utilisés :	10
Questionnaire :	10
Le recensement des données :.....	11
4. PROCEDURE DETAILLEE	11
Déroulement des Séances :.....	11
5. PROCEDURES STATISTIQUES.....	14
RESULTATS	15
<i>Présentation des résultats</i>	15
HP 1	18
La sensibilité auditive après rééducation est équivalente à la sensibilité initiale	18
HP2	19
Forte corrélation entre temps de port et rééquilibrage de la sensibilité auditive	19
HP3	20
Forte corrélation entre une bonne amélioration de la sensibilité auditive et la satisfaction du patient.	20
.....	20
HS1	21
Les conditions expérimentales impliquent une variation des scores.....	21
HS2	26
Corrélation entre la plasticité de réhabilitation et l'âge	26
HS3	26
Corrélation entre la plasticité de réhabilitation et l'ancienneté de la perte auditive	26
DISCUSSION.....	27
BIAIS ET LIMITES:	30

CONCLUSION	32
BIBLIOGRAPHIE.....	33
ANNEXES	38

TABLE DES ILLUSTRATIONS

TABLEAU 1 : TEST DE NORMALITE DES VARIABLES	16
TABLEAU 2 : STATISTIQUES DESCRIPTIVES	17
TABLEAU 3 : CORRELATION DE SPEARMAN - LA VARIATION DU CONFORT AUDITIF EN DEBUT ET FIN DE REEDUCATION ET L'ANCIENNETE DE LA PERTE AUDITIVE.	26
FIGURE 1: REPONSES MOYENNES (%) EN FONCTION DU NIVEAU SONORE POUR LE GROUPE TEMOIN (EN ABSCISSE) ET LE GROUPE HYPERACOUSIQUE (EN ORDONNEE) (ENZLER ET AL.,2021)	5
FIGURE 2 : RELATION ENTRE SCORE DE SATISFACTION ET VARIATION DU CDS A 60 DB.....	20
FIGURE 3 : RELATION ENTRE SCORE DE SATISFACTION ET VARIATION DU CDS A 80 DB.....	21
FIGURE 4 : VARIATION DU CDS SCORE EN FONCTION DES CONDITIONS EXPERIMENTALES POUR LES SONS "AGREABLES" A 60 dB	22
FIGURE 5: VARIATION DU CDS SCORE EN FONCTION DES CONDITIONS EXPERIMENTALES POUR LES SONS "AGREABLES" A 80 dB	23
FIGURE 6: VARIATION DU CDS SCORE EN FONCTION DES CONDITIONS EXPERIMENTALES POUR LES SONS "DESAGREABLES" A 60 dB .	23
FIGURE 7 : VARIATION DU CDS SCORE EN FONCTION DES CONDITIONS EXPERIMENTALES POUR LES SONS "DESAGREABLES" A 60 dB	24
FIGURE 8 : VARIATION DU CDS SCORE EN FONCTION DES CONDITIONS EXPERIMENTALES POUR LES SONS "MISOPHONIQUES" A 60 DB	25
FIGURE 9 : VARIATION DU CDS SCORE EN FONCTION DES CONDITIONS EXPERIMENTALES POUR LES SONS "MISOPHONIQUES" A 80 DB.	25

INTRODUCTION

Le bruit est un élément omniprésent dans notre société, il accompagne notre quotidien à tout âge de la vie. Cependant l'exposition répétée au bruit peut être nocive. En effet, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) déclare que le bruit est un des risques environnementaux majeur pour la santé physique et mentale (OMS, 2021). Il affecte l'Homme de sa croissance intra-utérine à l'âge adulte (Gupta et al., 2018). La « pollution sonore » est à ce jour un enjeu mondial. En plus de perturber la santé mentale (Makopa Kenda et al., 2014) l'exposition au bruit peut également avoir un impact sur le système auditif des individus. Elle est à l'origine de différents troubles, tels que des pertes auditives irréversibles (Daniel, 2007), des acouphènes (Guest et al., 2017) et des phénomènes d'inconfort sonore. Afin d'éviter les traumatismes sonores, il existe donc des valeurs maximales d'intensité sonore à ne pas dépasser afin que l'exposition ne soit pas délétère pour le fonctionnement neurosensoriel auditif (El-Amraoui et Petit, 2010). Les différences interindividuelles concernant la tolérance aux environnements bruyants sont fortes (Weinstein, 1978). Cette tolérance peut être décrite par les seuils subjectifs d'inconfort (SSI). Il s'agit d'une mesure qui définit le niveau au-delà duquel l'intensité d'un son devient inconfortable pour un sujet testé. Dans le cas d'une sensibilité exacerbée, ces seuils peuvent être atteints à des intensités normales, on parle alors d'hypersensibilité sonore. Ce trouble auditif peut être attribué à des symptômes tels que l'hyperacousie (Baguley et Hoare, 2018). Plus généralement, la privation sensorielle liée à la perte d'audition peut s'accompagner d'une augmentation de la sensibilité auditive. Dans le cas de l'appareillage des pertes d'auditions, la période de rééducation prothétique est souvent source d'inconfort pour les malentendants. C'est la principale cause de non-port des aides auditives (Skagerstrand et al., 2014). L'amplification des bruits du quotidien par la correction auditive est généralement gênante, en particulier après une période de perte de mémoire auditive.

Nous présenterons dans un premier temps les différents symptômes en lien avec l'hypersensibilité ainsi que les différentes comorbidités. Puis nous tenterons d'expliquer la présence de ce phénomène chez les malentendants appareillés. Enfin nous aborderons les différentes méthodes d'évaluation existantes et à venir de l'hypersensibilité.

1. SYMPTÔMES EN LIEN AVEC LA SENSIBILITÉ AU BRUIT

L'exposition aux bruits a entraîné l'émergence de différentes pathologies qui relèvent d'une sensibilité auditive. Dans cette partie nous définirons certaines d'entre elles, à savoir l'hyperacousie, la misophonie et la phonophobie

L'HYPERACOUSIE :

Définitions, Épidémiologie et Etiologies :

Le terme « Hyperacousie » fut inscrit pour la première fois comme un symptôme auditif dans la littérature médicale en 1938 par H.B.Perlman (Perlman, 1938). Aujourd'hui,

plusieurs définitions cohabitent pour décrire ce mécanisme. Certaines parlent de sensation d'intolérance (Vernon 1987) ou de malaise (Anari et al., 1999) impliquant une augmentation de la sensibilité (Héber et al., 2013) face à des sons évalués trop forts (Nelting., 2002). D'autres définissent la sensibilité par comparaison à une personne dite saine (Klein et al., 1990). Toutes s'accordent à dire que les patients souffrant d'hyperacousie connaissent une intolérance aux sons induite par une augmentation de la sensibilité auditive.

Du fait de ces divergences l'évaluation de la distribution de l'hyperacousie au sein d'une population est relativement complexe. Une étude réalisée en Finlande mesure une prévalence de 17,2% d'hyperacousiques au sein de sa population (Hannula et al., 2011). En 2002, une autre étude suggère que 8% de la population suédoise présentaient cette pathologie (Anderson et al., 2002). L'écart significatif des pourcentages est principalement causé par l'utilisation de méthodes différentes (Jüris et al., 2013). En Finlande l'analyse s'articulait autour de l'intolérance aux sons forts tandis qu'en Suède, il s'agissait des sons quotidiens. En effet il semble évident que la gêne liée aux sons forts sera présente chez un plus grand nombre, que la gêne liée aux sons du quotidien. Une dernière étude estime par ailleurs que 2% de la population pourrait être atteinte d'hyperacousie (Jastreboff et al., 2000).

En plus de définitions non robustes, d'autres phénomènes impliquant une intolérance aux sons peuvent perturber les données de distribution de l'hyperacousie. Les traumatismes sonores sensibilisent le système auditif et sont dans la majorité des cas les phénomènes responsables de l'Hyperacousie (Anari et al., 1999). Elle peut aussi survenir de façon progressive si l'exposition intervient de façon récurrente, comme lors d'activités professionnelles dans le bruit (Baguley et Hoare, 2018). Certaines pathologies peuvent favoriser l'apparition du symptôme d'hyperacousie. Cette sensibilité peut survenir en conséquence de dysfonctionnement des systèmes nerveux périphériques et centraux (Katzenell et Segal, 2001). Un tiers des sujets présentant une paralysie de Bell (Adour, 1974) et 95% des sujets présentant un syndrome de William expriment une forme d'hyperacousie. (Matsumoto et al., 2011). De même, des pathologies d'origines infectieuses peuvent provoquer une hypersensibilité. Le syndrome de Ramsay-Hunt provoquerait une atteinte des réflexes de protection sonores de l'oreille (Wayman et al., 1990). Des troubles psychiatriques et anxieux peuvent également coexister avec l'hyperacousie. (Grevin et al., 2020)

LA PHONOPHOBIE ET LA MISOPHONIE

La phonophobie traite de l'anxiété, de la crainte de se retrouver confronté à des sons estimés désagréables. Il s'agit d'une réponse émotionnelle aux sons résultant d'une activation anormale du système limbique et du système nerveux autonome (Lethem et al., 1938).

La misophonie ou syndrome de la sensibilité sélective, se définit par une intolérance à certains bruits identifiés, comme la mastication ou le tapotement des doigts sur un ordinateur. La confrontation à ces situations produira chez ces individus une grande irritabilité, un évitement de la source sonore ou encore un excès de colère. Cette forte aversion résulte des connexions établies entre le système auditif et le système limbique (Jastreboff et al., 2001).

Ces différents symptômes perturbent considérablement la qualité de vie des personnes qui en sont atteintes.

SENSIBILITÉ AU BRUIT CHEZ LE MALENTENDANT APPAREIL

HYPERSENSIBILITE ET PERTE AUDITIVE

Le nerf auditif relie l'oreille interne au système auditif central sous-cortical. Les relais du tronc cérébral contribuent au traitement de l'information sonore en plus de transporter cette dernière. Dans le cas de la perte auditive, ces relais du tronc cérébral semblent compenser la privation sensorielle par augmentation du gain central (Hazell et al., 1999). L'objectif de cette modulation du gain est d'adapter la sensibilité neuronale aux entrées sensorielles réduites, en préservant l'efficacité du codage neuronal. Cependant, ce phénomène pourrait se faire au prix de l'apparition d'hypersensibilité sonore (Norena, 2011).

HYPERSENSIBILITE CHEZ LE MALENTENDANT APPAREILLÉ

L'augmentation du gain central se développe progressivement au rythme de la perte auditive. A la suite de plusieurs années de privation sensorielle, lorsque le malentendant porte pour la première fois des aides auditives, il reçoit une amplification du signal sonore qui va s'ajouter à l'amplification des relais du tronc cérébrale. On parle alors de plasticité auditive de privation (Willot, 1996). La suramplification sera inconfortable jusqu'au rééquilibrage du gain central. De plus le malentendant avait une perception réduite de l'intensité sonore des sons de l'environnement quotidien. Ces sons vont lui paraître intrusifs, son système auditif sera en constante alerte (Nelson et Chen, 2004). Sur 413 malentendants appareillés, environ 44% d'entre eux étaient dérangés par l'intensité des bruits amplifiés par leur aides auditives (Bennett et al., 2020). Une amplification sonore adaptée et progressive doit alors être prescrite par l'audioprothésiste pour ne pas dégrader leur confort auditif afin que les patients portent leurs aides auditives. Certains sons peuvent être plus ou moins tolérés par la population appareillée. Les sons du quotidien tels que les bruits de véhicules, de cuisines, de paroles ou encore de télévisions ont été considérés comme particulièrement désagréables (Skagerstrand et al., 2014).

Dans ces conditions une évaluation de leur sensibilité au bruit semble alors pertinente.

ÉVALUATION DE LA SENSIBILITÉ AUDITIVE

L'identification d'une sensibilité auditive réside dans l'utilisation de différents outils. Il s'agit de quantifier l'inconfort, comprendre sa genèse et les différentes implications dans la vie quotidienne du sujet atteint.

Anamnèse

Une investigation psychopathologique permet de connaître l'origine de la sensibilité aux bruits. Le relevé des données personnels peut nous renseigner sur une exposition aux nuisances sonores dans le cadre d'une activité professionnelle ou dans la sphère privée. Évaluant ainsi le niveau de gêne social. La nature des bruits gênants ou la durée d'exposition sont des éléments déterminants pour quantifier la sensibilité (Florentine, 1986). L'ancienneté, la présence ou

l'absence de perte auditive ou de tout autre apportent des informations sur l'augmentation du gain central. Cette investigation doit aussi se porter sur les antécédents médicaux et familiaux du patient afin d'écarter toutes pathologies associées à cette sensibilité.

Reflexes stapédiens

Une mesure objective d'une sensibilité auditive passe l'exploration des réflexes stapédiens. Il s'agit d'un réflexe musculaire protecteur qui se déclenche généralement entre 70 et 90 dB fonction des fréquences testées. La tension tympanique diminue la transmission des sons de forte intensité (Ünsal et al., 2016). Cette mesure est réalisée lors de l'évaluation clinique d'un trouble auditif. L'absence de réflexes stapédiens peut contribuer à l'apparition d'une hypersensibilité, car le système auditif central n'a plus de protection périphérique. Une diminution du seuil de réflexe stapédien est fortement corrélée à une augmentation de la sensibilité auditive

Seuil Subjectif d'inconfort (SSI) et JHQ

La quantification de l'inconfort peut se faire lors de la réalisation d'une audiométrie tonale (évaluée en intensité et en fréquence), en recherchant les seuils subjectifs d'inconfort (SSI). Ce test permet d'évaluer l'intensité par fréquence des sons pouvant générer un inconfort auditif. Jastreboff estime que des SSI inférieurs à 80dB sont caractéristiques de l'hyperacousie (Jastreboff, 2000). La dynamique auditive est un outil indispensable pour l'évaluation de la sévérité de l'hyperacousie. Il s'agit du différentiel entre les seuils subjectifs d'inconforts et les seuils liminaires auditifs. Le Quotient de Johnson permet de traduire cette dynamique en sévérité (Khalifa et al., 2002). On calcule la dynamique auditive pour chaque demi-octave fréquentiel entre 250 à 8 000 Hz pour en faire une moyenne. La valeur obtenue est comparée à l'abaque de référence. (Johnson et Marsha, 1999). L'évaluation d'une hypersensibilité peut être complétée par des questionnaires pour mesurer l'impact sur la qualité de vie.

Les questionnaires d'évaluation

Le KHALFA est un questionnaire d'auto-évaluation de l'hyperacousie en 14 items. Il est organisé en trois axes représentant les composantes principales du symptôme. Cette classification est le fruit d'une normalisation de données réalisées sur 201 personnes qui ont révélé une variance plus prononcée pour l'aspect attentionnel, émotionnel et social du symptôme (Khalifa et al., 2002). L'analyse de l'hypersensibilité en lien avec divers environnements sonores peut être mesurée grâce au questionnaire Multiple Activity Scale for Hyperacusis (MASH). Par exemple, lors de cet examen le sujet doit estimer son inconfort auditif lors d'une séance de cinéma (Dauman et Bouscau-Faure, 2005).

Les échelles d'auto-évaluation type EVA sont également utilisées afin d'illustrer la douleur ou la gêne occasionnée par l'hyperacousie. Cet outil permet une évaluation rapide de la sensibilité auditive allant de « pas de douleur » à « douleur maximale ». (Huskisson, 1974).

Limites

Les différents tests précédemment cités révèlent quelques limites dans leurs pratiques. Tout d'abord, les questionnaires apportent de nombreux avantages, en particulier sur la validité

externe et sur la possibilité d’obtenir des classifications du symptôme en plusieurs axes. Ils ne suffisent cependant pas à établir un diagnostic du symptôme. Les mesures sont uniquement sommatives. Le score au MASH et la mesure des seuils d’inconfort ne semblent d’ailleurs pas être corrélés (Meeus et al., 2010)

Les seuils subjectifs d’inconfort ont une faible validité externe. Ils sont mesurés à l’aide de sons purs artificiels qui ne sont pratiquement jamais rencontrés dans l’environnement écologique. Ils ne reflètent pas les difficultés quotidiennes des patients, par conséquent, il est difficile de relier les résultats du test aux plaintes concrètes des sujets. De plus, ces sons purs peuvent rapidement devenir désagréables, pouvant générer chez les participants un inconfort précoce, allant même jusqu’à l’accentuation des symptômes d’anxiété. Les résultats seront partiellement biaisés, (Baguley & Hoare, 2018).

LE CORE DISCRIMINANT SOUNDS (CDS)

Afin de présenter un test psychoacoustique écologique, Enzler, Fournier, et Noreña du CNRS d’Aix-Marseille ont développé en 2021 un nouvel outil pour essayer de quantifier l’hyperacousie : *le Core Discriminant Sounds* (CDS). L’objectif était d’utiliser également la nature des sons pour discriminer les sujets hyperacousiques en plus de l’intensité. Les participants devaient déterminer l’agréabilité de 69 sons (au casque TDH-39) grâce à une échelle visuelle analogique. Le matériel sonore était composé de onze sons « artificiels », seize sons « agréables » et quarante-deux sons « désagréables ». L’évaluation était répétée à quatre niveaux sonores différents : 60, 70, 80 et 90 dB SPL. La notation allait de « agréable » (0 points) à « désagréable » (100 points) en passant par neutre (50 points).

Cette première étude a permis de déterminer sept sons déterminants dans la variance entre la population hyperacousique testée (n = 26) et le groupe témoin (n = 23) : « *Fountain* », « *Ocean* », « *underwater* », « *harp* », « *piano* », « *Birds* » et « *Laugh* ». Ces derniers sons, tous catégorisés comme agréables, témoignent l’intérêt d’utiliser des sons écologiques dans l’évaluation d’une hypersensibilité. Ils seront par nature plus révélateurs d’une Hyperacousie que la mesure des S.S.I qui s’effectue en sons artificiels purs.

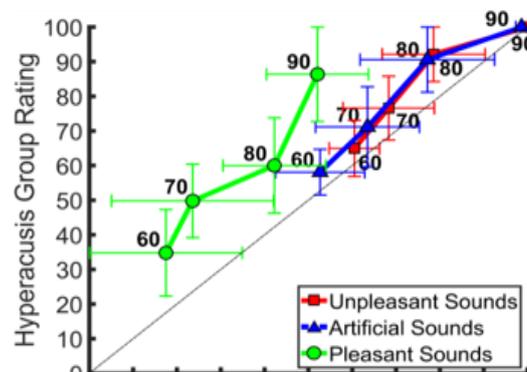


Figure 1: Réponses moyennes (%) en fonction du niveau sonore pour le groupe témoin (en abscisse) et le groupe hyperacousique (en ordonnée) (Enzler et al., 2021)

Cette normalisation nous permet de définir le calcul du CDS score, qui représente l’éloignement de la moyenne des résultats d’un sujet de celles du groupe de normo-

entendant. Un CDS score total supérieur ou égale à 19 implique une hyperacousie. (Enzler et al., 2021). (Voir calcul CDS-Score en ANNEXE 1)

PROBLEMATIQUE

L'étude précédente témoigne de résultats prometteurs pour la réussite du projet de ce nouveau test psychoacoustique CDS. Cependant le projet dans sa finalité, trouverait un intérêt dans une démarche de réhabilitation prothétique. Effectivement lors d'un primo appareillage le sujet malentendant ressent une sensibilité auditive qui pourrait s'apparenter à une hyperacousie. Les premières mesures faites à l'aide de ce test n'impliquaient pas les effets d'amplification ou de l'acclimatation au cours d'une réhabilitation auditive.

La question qui se pose est la suivante : **Est-il possible de constater une évolution du confort auditif chez le sujet malentendant appareillé grâce au test CDS ?** L'ancienneté de la perte auditive et la satisfaction du patient vis-à-vis de son appareillage sont-ils des paramètres influençant ? De plus, au terme de la rééducation auditive le sujet malentendant retrouve-t-il son confort auditif initial ?

OBJECTIFS :

Cette étude vise à recueillir des données de sensibilité auditive pour différents sons du quotidien. Nous souhaitons mettre en avant les effets de la « plasticité de réhabilitation », engendrée par la réexposition du malentendant a des stimuli amplifiés. Dans ce but, les tests se feront à différents moments de la réhabilitation prothétique. Partant du postulat que la diminution du gain central est générée par la rééducation auditive, la fiabilité des mesures est très dépendante du suivi des séances dans le temps. Pour juger de l'évolution d'une rééducation auditive les intervalles entre les deux mesures doivent être réguliers. A ce titre nous avons mis en place des critères d'exclusion stricts.

Nous cherchons à mettre en lumière l'importance de l'entraînement auditif. En comparant l'évolution de la sensibilité auditive par à rapport au temps de port quotidien de l'aide auditive, nous estimerons l'effet de l'apprentissage répété.

En outre, nous cherchons à confronter les paramètres d'âge, d'ancienneté de la perte auditive et de satisfaction d'appareillage à la variation du confort auditif durant la rééducation.

Enfin, cela permettra définir des valeurs normatives pour le calcul du CDS score total pour le sujet malentendant.

HYPOTHÈSES

Dans le cadre de ce mémoire nous faisons trois hypothèses principales.

Hypothèses principales (HP)	
HP1	La sensibilité auditive après rééducation est équivalente à la sensibilité initiale
HP2	Corrélation entre temps de port et rééquilibrage de la sensibilité auditive
HP3	Corrélation entre une bonne amélioration de la sensibilité auditive et la satisfaction du patient

Nous émettons les hypothèses secondaires suivantes :

Hypothèses secondaire (HS)	
HS1	Les conditions expérimentales impliquent une variation des scores
HS2	Corrélation entre la plasticité de réhabilitation et l'âge
HS3	Corrélation entre la plasticité de réhabilitation et l'ancienneté de la perte auditive

MATERIEL ET METHODE

1. ÉLABORATION DU PROTOCOLE

Cette étude expérimentale est réalisée à la suite aux travaux d'Enzler et al, traitant du CDS score. L'intérêt de ce projet étant d'évaluer l'effet de l'amplification sur la sensibilité auditive associée à différents sons du quotidien chez un sujet nouvellement appareillé. En effet, nous considérons qu'un patient nouvellement appareillé ressentira une augmentation de sa sensibilité auditive qui pourrait s'apparenter à l'hyperacousie. Nous allons donc observer l'évolution de cette sensibilité auditive via l'outil de quantification de l'Hyperacousie développé par les chercheurs du CNRS d'Aix-Marseille, le test CDS.

2. POPULATION CIBLE

Pour cette étude nous avons sollicité des patients venus nous consulter notre laboratoire pour un premier appareillage auditif.

Critères d'inclusion et considérations éthiques :

Les sujets devront présenter une perte auditive justifiant un appareillage, d'après les critères définis par la Commission Nationale d'Évaluation des Dispositifs Médicaux et des Technologies de Sante (CNEDiMTS). (*AVIS DE LA CNEDiMTS-9 octobre 2018.*)

Les patients pourront présenter des symptômes auditifs associés à leur surdité tant que ceux-ci ne nécessitent pas de thérapie supplémentaire à l'amplification auditive.

Chaque sujet aura le choix de participer ou non à l'étude, leur consentement éclairé (**ANNEXE 2**) avant le début du protocole sera indispensable.

Critères d'exclusion :

Au cours de ce projet d'étude, nous excluons toutes les personnes ayant déjà bénéficié d'un appareillage auditif ou d'essais prothétiques.

Les patients venus en consultation pour des symptômes associés à la perte auditive et nécessitant une thérapie sonore, tels que les acouphènes invalidants ou encore l'Hyperacousie, seront écartés de l'étude.

Toutes pathologies altérant la capacité physique et mentale de nos sujets, à l'analyse et la notation des différents sons, empêcheront l'intégration à l'étude.

Ce protocole se déroule en plusieurs étapes, chaque sujet ne pouvant pas suivre la rigueur d'évaluations hebdomadaires sur la durée d'un mois ne sera pas inclus dans l'étude.

Description de l'échantillon :

Nous avons une population de 30 patients au début de notre étude cependant au vu des critères d'exclusion stricts et de la longueur du protocole nous avons retenu seulement 15 participants. Parmi eux nous retrouvons 9 hommes et 6 femmes.

3. MATÉRIEL DURÉE

L'étude a été réalisée sur une période de 20 semaines. Nous avons débuté les tests le 1er février et nous les avons clôturés le 18 juin. Le protocole de cette étude se déroule en 6 étapes :

- 1ère Séance : Début de l'étude (J+0),
- 2ème Séance : 3 semaines après le début du protocole (J+21),
- 3ème Séance : 4 semaines après le début du protocole (J+28).
- 4ème Séance : 5 semaines après le début du protocole (J+35).
- 5ème Séance : 6 semaines après le début du protocole (J+42).
- 6ème Séance : 7 semaines après le début du protocole (J+49)

LIEUX

La présente étude a été réalisée au laboratoire de correction auditive « Audition Conseil » à Marignane. Le participant était positionné dans une cabine insonorisée à un mètre d'un haut-parleur lui faisant face, assis à un bureau sur lequel repose la tablette pour la notation des sons.

MATERIEL

Tous les tests de cette étude ont eu lieu dans une seule et même cabine insonorisée (articles D4361-19 et D4361-20).

Audiométrie Tonale et S.S.I. :

En ce qui concerne les bilans auditifs, nous étions équipés :

- d'un Otoscope
- d'un audiomètre informatisé MADSEN AURICAL
- d'un casque TDH-39
- de haut-parleur (HP)

Évaluation du CDS-Score :

En ce qui concerne l'évaluation des CDS-Score aux différentes étapes de la rééducation prothétique nous disposons du matériel suivant :

- Logiciel CDS-Score
- D'une tablette Android- Galaxy Tab S7 (STM-T870) - SAMSUNG®
- D'un haut-parleur, disposé face au sujet testé

Les 15 sons diffusés lors de cet examen sont sélectionnés dans différentes catégories :

- **Misophonie** : *Chewing ; Keyboard ; Slurping*
- **Désagréables** : *Moto ; Construction/Démolition ; Démarrage Voiture ; Aspirateur ; Car Horn*
- **Agréables** : *Fountain ; Vagu/ Océan ; Birds ; Harp ; Underwater ; Piano ; Laugh*

Nous avons sélectionné ces sons afin d'avoir une représentation des différentes catégories. Nous utilisons une majorité de sons agréables car ces derniers sont le plus déterminant pour l'évaluation de la sensibilité auditive le matériel selon l'étude d'Enzler et al précédemment citée (Enzler et al., 2021).

Appareils de correction auditifs utilisés :

Tous les participants de notre étude ont été appareillés avec des aides auditives d'un seul et même fabricant à savoir Oticon. Ces appareils, exclusivement des contours d'oreille à écouteur déportés, étaient ajustés aux malentendants avec des embouts sur mesure ou des dômes fermés en fonction du degré de perte auditive (selon le Bureau international d'audiophonologie). Les appareils auditifs devaient présenter la même bande passante d'adaptation afin d'appliquer une stimulation auditive sur la même plage fréquentielle. Les appareils auditifs compatibles avec l'étude étaient les suivants :

-SIYA 1, MORE 3, MORE 2. (Appareils à piles ou rechargeables)

A savoir que tous les algorithmes de traitement des environnements bruyants, disponibles sur la génération MORE seront désactivés pour l'étude. (ANNEXE 3 et 4)

La puissance des écouteurs ainsi que le choix du dôme ou de l'embout sur mesure étaient dépendants du profil auditif du patient Le réglage des appareils auditifs a été exécuté selon la méthodologie de réglage National Acoustic Laboratories NAL-NL2.

Questionnaire :

L'évaluation de la satisfaction des patients sera évaluée grâce à un questionnaire. Ce dernier représente une procédure simple, rapide et efficace

La version Française du SADL (SADL-F) reprend les 15 questions en intégrant plusieurs changements de formulation dont les détails sont présentés par Hochart et al. 2019. Une échelle visuelle analogique allant de 1 à 7 permet la notation de l'expérience des patients vis-à-vis de l'appareillage auditif.

Le score du SADL est composé d'un score global, correspondant à la moyenne des scores obtenus pour les 15 questions et de 4 sous-échelles (Effet positif, Service et coût, Image personnelle, Caractéristiques négatives). Le score des sous-échelles est obtenu en faisant la moyenne des scores des questions correspondantes. Les scores de certains items

(numéros : 2,4,7 et 13) doivent être inversés (un score de 1 devient un score de 7) pour le calcul du score global et par sous- échelles (Hochart et al. 2019).

Le recensement des données :

Les données relevées lors de l’anamnèse seront récoltées sur une fiche de renseignement (ANNEXE 4).

En ce qui concerne les résultats des évaluations de CDS-Score, chaque patient aura un profil sur lequel les données seront enregistrées aux différentes étapes.

De plus, nous annoterons les données du temps de port des appareils durant le suivi d’appareillage dans un tableau Excel.

4. PROCÉDURE DÉTAILLÉE

Déroulement des Séances :

➤ **J+0 : 1^{ère} Séance**

Lors de ce premier rendez-vous plusieurs étapes sont réalisées avant la passation du test CDS-Score :

Anamnèse :

Une anamnèse complète est réalisée avant tout examen, pour notre étude les points importants seront collectés sur une fiche de renseignements (ANNEXE 5), ils concernent :

- ***Donnés démographiques*** : Âge, Genre
- ***Données Sociales*** : Activité professionnelle
- ***Données Audiologiques*** :
 - Antécédents médicaux, familiaux et ORL.
 - Exposition au Bruit
 - Présence d’acouphènes
 - Ancienneté de la perte auditive

Otoscopie :

Une otoscopie de rigueur ensuite réalisée afin d’exclure toute pathologie externe pouvant altérer l’évaluation audiométrique.

Audiométrie tonale liminaire

Dans un premier temps, nous réalisons une audiométrie tonale liminaire dans le but de déterminer le seuil auditif de chaque individu. Cet examen est réalisé au casque par conduction aérienne sur la meilleure oreille ou sur l’oreille droite si aucun déficit n’est connu. La méthode de mesure est ascendante avec une précision de 5 dB aux fréquences suivantes : 125, 250, 500, 750, 1000, 1500, 2000, 3000, 4000, 6000, 8000 Hz.

Audiométrie tonale supraliminaires :

Le Seuil Subjectif d'Inconfort des participants est mesuré au casque. Les fréquences testées sont les suivantes 250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000 et 6000 Hz. Nous stimulons avec un son pur chaque niveau pendant 3 secondes en appliquant une précision de 5 dB.

La consigne était la même pour chaque sujet à savoir : « *Je vais vous faire entendre des sons forts voir très forts, vous ne dites rien, vous les laissez passer. Lorsque le son devient gênant ou agressif vous me dites stop et vous ne prenez pas sur vous.* »

Explication du bilan audiométrique et choix des appareils auditifs :

Cette étape intervient dans le protocole seulement pour signaler que nous réalisons une pose de 15 minutes avant de réaliser l'évaluation du CDS-Score.

CDS-Score :

Après avoir donné leur consentement éclairé à participer à l'étude (ANNEXE 1), le participant s'installe en face du haut-parleur et à une distance d'un mètre. Tout d'abord une phase d'entraînement permettait au patient de comprendre l'interface du logiciel.

Phase d'entraînement :

Pour cette étape le sujet est dans les conditions du test, nous sélectionnons 5 sons différents de ceux qui seront évalués et nous livrons les consignes suivantes :

“ Durant ce test, des sons du quotidien vont vous être présentés. Vous allez devoir déterminer s'ils sont agréables ou désagréables à l'aide de l'échelle au milieu de l'écran. Lorsque vous entendez un son, et que vous estimez que celui-ci est très agréable, vous devez mettre le curseur à gauche. A contrario, lorsque vous estimez qu'un son est très désagréable, vous devez mettre le curseur complètement à droite. Si le son est neutre, il faut mettre le curseur au milieu. Vous pouvez nuancer ces notations en plaçant le curseur entre ces trois points.

Si vous n'avez pas bien entendu le son, vous pouvez appuyer sur le bouton play (mais seulement une seule fois ; Bouton du milieu sous l'échelle analogique) pour le réécouter.

En cas de gêne extrême, vous pouvez arrêter le son à tout moment en appuyant sur ce bouton (en bas à gauche). Dans le cas où vous n'entendriez pas de son, vous pouvez appuyer sur ce bouton (en bas à droite) pour passer directement au prochain son.”

Phase d'évaluation :

Une fois que le sujet maîtrise la manipulation du logiciel nous pouvons passer au test. Cet examen se déroule en deux étapes.

1ère étape : Tout d'abord nous diffusons les 15 sons à 60 dB SPL dans un ordre aléatoire.

2ème étape : Évaluation de ces mêmes sons à 80 dB SPL, dans un ordre aléatoire différent.

Afin de protéger le sujet sensible, lorsque l'évaluation d'un son à 60 dB SPL est jugée désagréable à plus de 90%, il ne sera pas diffusé à 80 dB SPL. Pour ce dernier niveau d'intensité, il sera automatiquement défini comme désagréable à 100%.

➤ **J+21 : 2^{ème} Séance**

Tout d'abord, nous réalisons l'adaptation prothétique des patients à l'aide de la mesure In-Situ et de la méthodologie de préréglages NAL-NL2.

Afin d'appliquer une première amplification raisonnable nous abaissions le gain général définie par la méthodologie NAL-NL2 de 2 dB.

Ensuite nous passons à l'éducation prothétique, qui est primordiale dans le cadre d'une rééducation auditive car le patient doit être autonome avec son appareil et le porter quotidiennement.

Puis nous réalisons la première mesure du CDS-Score avec appareils. Nous suivons toujours les mêmes conditions de test.

➤ **J+28 : 3^{ème} Séance**

L'idée initiale de ce protocole était de réaliser une adaptation prothétique et de ne pas modifier les réglages des aides auditives des patients durant un mois. Cependant pour rester en accord avec les principes de réglages des audioprothésistes du laboratoire nous avons décidé de réaliser des réglages à la séance 4 et donc d'observer une habitude sur 15 jours. C'est pourquoi lors de cette séance nous réaliserons uniquement le test CDS.

Le patient exécutait le test CDS post-appareillage en suivant le même cheminement que lors des séances précédentes. Cette évaluation aux mêmes titres que les mesures suivantes sont réalisées avec appareils.

Le temps de port moyen des appareils sur la semaine est relevé grâce au Dataloging.

➤ **J+35 : 4^{ème} Séance**

Nous débutons cette séance avec la mesure du CDS-Score et le relevé du dataloging. Ensuite nous augmentons les réglages de 3 dB au niveau du gain central (soit 1 dB au-dessus des cibles définies initialement par notre méthodologie de préréglages).

Puis une nouvelle mesure du test CDS était réalisée afin de déterminer les effets immédiats de cette amplification.

➤ **J+42 : 5^{ème} Séance**

Nous observons le CDS-Score ainsi que le temps de port moyens des aides auditives.

➤ J+42 : 6^{ème} Séance

Pour cette sixième et dernière séance nous débutons par la mesure du CDS-Score et le relevé du dataloging.

Puis nous faisons passer un questionnaire de satisfaction post appareillage, après que le patient a retiré ses aides auditives en prévision du prochain test. Pour clôturer ce protocole nous remesurons le Cds-Score sans appareils fin de mesurer l'évolution du confort auditif oreille nue après ce mois de rééducation des voies auditives.

5. PROCÉDURES STATISTIQUES

Pour étudier les hypothèses de mon étude, trois types d'analyses seront réalisées. Une analyse descriptive, une analyse bivariée et une multivariée. Le premier type d'analyse à réaliser concerne l'étude de la normalité des variables quantitatives et de décrire l'échantillon. Pour le test de normalité le test de Shapiro-Wilk (SW) en raison de la taille de l'échantillon au lieu du test Kolmogorov-Smirnov (KS). Deux hypothèses statistiques ont été émises (hypothèse nulle (H_0) et hypothèse alternative (H_1)). Pour l'hypothèse H_0 , les données sont normalement distribuées contre H_1 (les données ne suivent pas une distribution normale ou gaussienne).

Pour comparer les scores moyens de deux échantillons appariés, le test de **Student apparié** a été réalisé. Pour étudier l'association entre deux variables quantitatives suivant une distribution normale, le test de corrélation de *Pearson* a été réalisé, dans le cas contraire le test de Spearman a été privilégié.

Pour l'analyse multivariée, une analyse de variance à mesure répétées a été réalisée pour comparer les différentes expériences conduites sur le même échantillon sous différentes conditions (**état initial**, **amplification 1**, **habituatation 1** et **habituatation 2**) avec des niveaux de sonore différents. S'il y a un effet significatif en cas de comparaisons multiples, il sera nécessaire de faire une analyse post hoc pour identifier ou savoir quelles moyennes diffèrent des autres. Le cas échéant, le test *Bonferroni* sera réalisé pour faire la comparaison deux à deux (appariée) de combinaison des conditions expérimentales. Des graphiques pourront être fournis si sont nécessaires pour illustrations.

Toutes les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du *Logiciel SPSS 26* (version Anglaise).

RESULTATS

PRESENTATION DES RESULTATS

Statistiques descriptives

Les résultats présentés dans le **Tableau 1** montrent que les *p-value* (les significations statistiques) sont globalement supérieurs à 0.05 sauf pour la variable Ancienneté de la perte auditive (en année) et Amplification 1 désagréable dB80. C'est-à-dire que l'hypothèse de normalité des données est retenue presque pour toutes les variables sauf pour ces deux variables. Ces résultats suggèrent globalement l'utilisation de tests paramétriques pour les variables qui suivent une distribution normale et l'utilisation des tests non paramétriques pour les autres. Dans la partie descriptive (**Tableau 2**), des calculs de moyennes, d'écart-type, de minimum et maximum ont aussi été réalisées pour décrire notre échantillon.

Par exemple, l'âge moyen des patients est de 67.26 ans avec un écart-type de 15.51 ans. Le patient le plus âgé a 92 ans et le plus jeune a 46 ans. L'ancienneté moyenne de la perte auditive des patients est de 8.33 ans avec un écart-type de 13.61. L'ancienneté maximale de la perte auditive est 55 ans et l'ancienneté minimale est de 1 an. Le score de satisfaction moyen des patients est de 80.83 avec un écart-type de 10.06. Le score de satisfaction le plus élevé est de 98 et le plus faible est de 59. Le temps moyen de port à la séance 3 est de 9 h/j avec un écart-type de 2.39 h/j. Le temps de port maximal est de 12 h/j tandis que le temps de port minimal est de 5h /j.

Tableau 1 : Test de Normalité des Variables

	Shapiro-Wilk			Normalité
	Statistique	ddl	Sig.	
Différence CDS 60	.960	15	.698	Normal
Différence CDS 80	.931	15	.278	Normal
Variation_Etat_Int_Final_60	.970	15	.852	Normal
Variation_Etat_Init_Final_80	.932	15	.289	Normal
Séance 3 temps de port	.922	15	.205	Normal
Variation_Seance32_CDS60	.959	15	.680	Normal
Variation_Seance32_CDS80	.891	15	.069	Normal
Score de satisfaction	.981	15	.973	Normal
Age	.931	15	.284	Normal
Ancienneté de la perte auditive	0.52	15	.000*	Non
Etat initial agréable dB60	.901	7	.339	Normal
Amplification 1 agréable dB60	.860	7	.152	Normal
Habitude 1 agréable dB60	.921	7	.474	Normal
Habitude 2 agréable dB60	.876	7	.209	Normal
Etat initial agréable dB80	.987	7	.985	Normal
Amplification 1 agréable dB80	.978	7	.951	Normal
Habitude 1 agréable dB80	.921	7	.481	Normal
Habitude 2 agréable dB80	.882	7	.237	Normal
Etat initial désagréable dB60	.952	5	.754	Normal
Amplification 1 désagréable dB60	.964	5	.838	Normal
Habitude 1 désagréable dB60	.960	5	.808	Normal
Habitude 2 désagréable dB60	.919	5	.524	Normal
Etat initial désagréable dB80	.891	5	.362	Normal
Amplification 1 désagréable dB80	.733	5	.021*	Non
Habitude 1 désagréable dB80	.961	5	.814	Normal
Habitude 2 désagréable dB80	.913	5	.485	Normal
Etat initial misophonique dB60	1.00	3	.976	Normal
Amplification 1 misophonique dB60	.845	3	.227	Normal
Habitude 1 misophonique dB60	.839	3	.212	Normal
Habitude 2 misophonique dB60	.997	3	.899	Normal
Etat initial misophonique dB80	.997	3	.890	Normal
Amplification 1 misophonique dB80	.947	3	.555	Normal
Habitude 1 misophonique dB80	.992	3	.832	Normal
Habitude 2 misophonique dB80	.959	3	.611	Normal

* Variables dont les données ne suivent pas une distribution normale (gaussienne) $p < 0.05$

Tableau 2 : Statistiques descriptives

	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
Différence CDS 60	-34.26	16.53	-5.3127	15.12978
Différence CDS 80	-21.46	20.13	2.8400	10.57136
Variation_Etat_Int_Final_60	-61.70	63.90	-7.6533	35.55572
Variation_Etat_Init_Final_80	-25.88	36.96	6.4816	17.88658
Séance 3 temps de port	5	12	9.00	2.390
Variation_Seance32_CDS60	-40.33	-2.76	-19.3448	10.50521
Variation_Seance32_CDS80	-26.82	-2.33	-13.1167	7.83919
Score de satisfaction	59.00	98.00	80.7333	10.06029
Age	46.00	92.00	67.2667	15.51712
Ancienneté de la perte auditive	1.00	55.00	8.3333	13.61547
Etat initial agréable dB60	7.40	34.53	20.9800	11.18781
Amplification 1 agréable dB60	15.33	55.53	32.4843	16.24109
Habituatation 1 agréable dB60	7.67	37.13	18.9514	11.00924
Habituatation 2 agréable dB60	5.53	31.93	14.8171	9.68285
Etat initial agréable dB80	14.67	58.73	37.0214	14.95426
Amplification 1 agréable dB80	32.53	80.02	54.9029	15.54812
Habituatation 1 agréable dB80	18.40	61.60	37.3329	16.36732
Habituatation 2 agréable dB80	21.73	55.67	37.1357	13.79689
Etat initial désagréable dB60	58.20	64.60	61.2520	2.57509
Amplification 1 désagréable dB60	66.53	73.00	70.0260	2.42793
Habituatation 1 désagréable dB60	52.60	65.87	59.8000	5.17469
Habituatation 2 désagréable dB60	54.67	67.73	59.8940	5.50918
Etat initial désagréable dB80	74.47	80.93	76.8380	2.58115
Amplification 1 désagréable dB80	81.53	97.40	92.5980	6.30917
Habituatation 1 désagréable dB80	83.07	94.40	88.2820	4.16104
Habituatation 2 désagréable dB80	78.20	92.60	87.1880	5.85109
Etat initial misophonique dB60	58.13	76.53	67.2633	9.20072
Amplification 1 misophonique dB60	69.13	81.53	76.8633	6.74487
Habituatation 1 misophonique dB60	53.53	76.73	68.0633	12.66386
Habituatation 2 misophonique dB60	41.40	73.87	58.1333	16.25793
Etat initial misophonique dB80	74.53	84.60	79.3967	5.04343
Amplification 1 misophonique dB80	90.80	98.07	94.9333	3.73607
Habituatation 1 misophonique dB80	91.80	95.27	93.4467	1.74173
Habituatation 2 misophonique dB80	86.67	96.20	90.8667	4.86562

Présentations des résultats de l'analyse bivariée

HP 1	La sensibilité auditive après rééducation est équivalente à la sensibilité initiale
------	---

Hypothèse de recherche : H1 : Le confort auditif après rééducation est équivalent au confort auditif initial. Dans cette partie nous voulions savoir s'il est possible de constater une évolution du confort auditif chez le sujet sensible appareillé grâce au test CDS pour les niveaux d'intensité 60 et 80 dB.

Évolution CDS 60 dB

Comme chaque patient doit faire le test à l'état initial et à l'état final, nous avons un échantillon apparié. La variable dépendante est le score CDS des patients. Bien que la moyenne des scores de l'état final (**oreille appareillée**) soit inférieure (Moyenne = 37.81, écart-type = 10.85) à la moyenne des scores de l'état initial (**oreille nue**) (Moyenne = 43.12, écart-type = 8.09), cette différence n'est pas statistiquement significative. Car le test *t Student* apparié donne $t(14) = -1.36$, $p = 0.19$.

C'est à dire que l'hypothèse nulle selon laquelle il n'y a pas de différence entre les scores moyens des patients entre l'état initial et l'état final est **acceptée** ($p > 0.05$). Ces résultats suggèrent que quand les patients portent un appareil auditif, les scores CDS diminuent mais cette différence avec l'état initial (oreille nue) n'est pas statistiquement significative. Cela signifie que l'état final est statistiquement égal à l'état initial. Ce qui suggère que le confort est retrouvé. **En conclusion, le confort auditif après rééducation est équivalent au confort auditif initial pour le niveau d'intensité sonore de 60 dB**

Evolution CDS 80

Pour l'évolution du test CDS à 80 dB, nous remarquons que la moyenne des scores de l'état final est supérieure (Moyenne = 62.07, écart-type = 8.16) à la moyenne des scores de l'état initial (Moyenne = 59.23, écart-type = 9.61) des patients. Cependant, cette différence n'est pas statistiquement significative. Car le test *t Student* apparié donne $t(14) = 1.04$, $p = 0.32$.

C'est à dire que l'hypothèse nulle selon laquelle il n'y a pas de différence entre les scores moyens des patients entre l'état initial et l'état final pour le CDS 80 est **acceptée** ($p > 0.05$). Ces résultats suggèrent que quand les patients portent un appareil auditif, les scores CDS augmentent mais cette différence avec l'état initial (oreille nue) n'est pas statistiquement significative. Cela signifie que l'état final est statistiquement égal à l'état initial. Cela suggère que le confort est retrouvé. **En conclusion le confort auditif après rééducation est équivalent au confort auditif initial.**

Relation entre temps de port et rééquilibrage de la sensibilité auditive. L'entraînement quotidien est-il un des paramètres influençant la rééducation auditive ? Dans cette partie nous confrontons les résultats du test CDS (60 et 80 dB) au temps de port relevé entre la séance d'adaptation de l'appareillage (séance 2) et la première mesure d'habituation (séance 3).

Comparaison des scores entre la séance 2 et 3 pour CDS 60 dB

Pour l'évolution du CDS 60, nous remarquons que la moyenne des scores de la **séance 3** est inférieure (*Moyenne* = 42.45, *écart-type* = 8.08) à la moyenne de la **séance 2** (*Moyenne* = 52.51, *écart-type* = 7.66) des patients. En effet, cette différence est statistiquement significative. Car le test *t Student* apparié est $t(14) = -7.47$, $p = .000$. C'est à dire que l'hypothèse nulle selon laquelle il n'y a pas de différence entre les scores moyens des patients entre la **séance 2** et la séance 3 pour le CDS 60 est **rejetée** ($p < .05$).

Ces résultats suggèrent que les scores moyens entre les séances 2 et 3 diffèrent significativement. De surcroît, cette différence moyenne entre la séance 3 et la séance 2 est négative (-10.05), suggère que les scores de la séance N+1 sont inférieurs aux scores à la séance N. Comme les scores de la séance 3 sont inférieurs, cela signifie que le confort auditif s'améliore au terme d'une semaine d'entraînement auditif.

Relation entre la variation du score entre séance 3 & 2 et le temps de port CDS 60 dB

Par ailleurs, nous avons aussi déterminé si l'entraînement quotidien était un paramètre influençant la rééducation. Nous avons observé une corrélation négative et significative $r(13) = -.57$, $p = .025 < .05$ entre la variation du score à 3 & 2 et le temps de port quotidien. Cela veut dire que les deux variables varient dans le sens inverse. En plus, la droite de régression (**ANNEXE 6**) montre que quand le temps de port augmente de **1h/j**, le taux de variation du score diminue de 2.52%. Ce résultat suggère que l'entraînement quotidien est un des paramètres influençant la rééducation auditive. Le coefficient de détermination du modèle $R^2 = 0.33$. Cela suggère que 33% de la variabilité de l'évolution du score est expliquée par le temps de port pour le **CDS 60 dB**.

Comparaison entre les scores entre la séance 2 et 3 pour CDS 80 dB

Pour l'évolution du CDS 80, nous remarquons que la moyenne des scores de la **séance 3** est inférieure (*Moyenne* = 66.00, *écart-type* = 7.25) à la moyenne de la **séance 2** (*Moyenne* = 76.22, *écart-type* = 8.46) des patients. En effet, cette différence est statistiquement significative. Car le test *t Student* apparié donne $t(14) = -5.97$, $p = .000$. C'est à dire que l'hypothèse nulle selon laquelle il n'y a pas de différence entre les scores moyens des patients entre la **séance 2** et la séance 3 pour le CDS 80 est **rejetée** ($p < .05$). Ces résultats suggèrent que les scores moyens entre les séances 2 et 3 diffèrent significativement. De plus, cette différence moyenne entre la séance 3 et la séance 2 est négative (-10.22), suggérant que les scores de la séance N+1

sont inférieurs aux scores à la séance N. Comme les scores de la séance 3 sont inférieurs, cela signifie que le confort auditif s'améliore au terme d'une semaine d'entraînement auditif.

Relation entre la variation du score entre séance 3 & 2 et le temps de port CDS 80 dB

Par ailleurs, nous avons aussi déterminé si l'entraînement quotidien était un paramètre influençant la rééducation pour le CDS à 80 dB. Nous avons observé qu'il n'y a pas de corrélation linéaire $r(13) = -.026, p = .93 > .05$ entre la variation du score à 3 & 2 et le temps de port quotidien CDS 80.

HP3	Corrélation entre une bonne amélioration de la sensibilité auditive et la satisfaction du patient.
-----	--

Nous supposons qu'il ait une relation entre la satisfaction de l'appareillage et rééquilibrage de la sensibilité auditive. Le confort auditif retrouvé en fin de rééducation est-il un des paramètres influençant la satisfaction des patients ?

Nous avons étudié si un appareillage confortable permettait la satisfaction des patients pour le CDS 60 et aussi pour le CDS 80. (Le schéma de la distribution du score de satisfaction est en ANNEXE 7)

Nous avons observé qu'il y a une corrélation linéaire négative $r(13) = -.29, p = .30 > .05$ entre la variation du score à 3 & 2 et score de satisfaction CDS 60. Cependant cette corrélation n'est statistiquement significative. Car l'hypothèse nulle selon laquelle il n'y a pas de corrélation a été acceptée ($p > .05$).

La même tendance est observée pour le CDS 80. Nous observons une corrélation négative entre le score de satisfaction et le taux de variation des scores entre l'état initial et l'état final. Cependant, cette corrélation n'est pas statistiquement significative $r(13) = -.23, p = .41 > .05$. Les deux figurent ci-dessous corroborent bien avec les résultats statistiques.

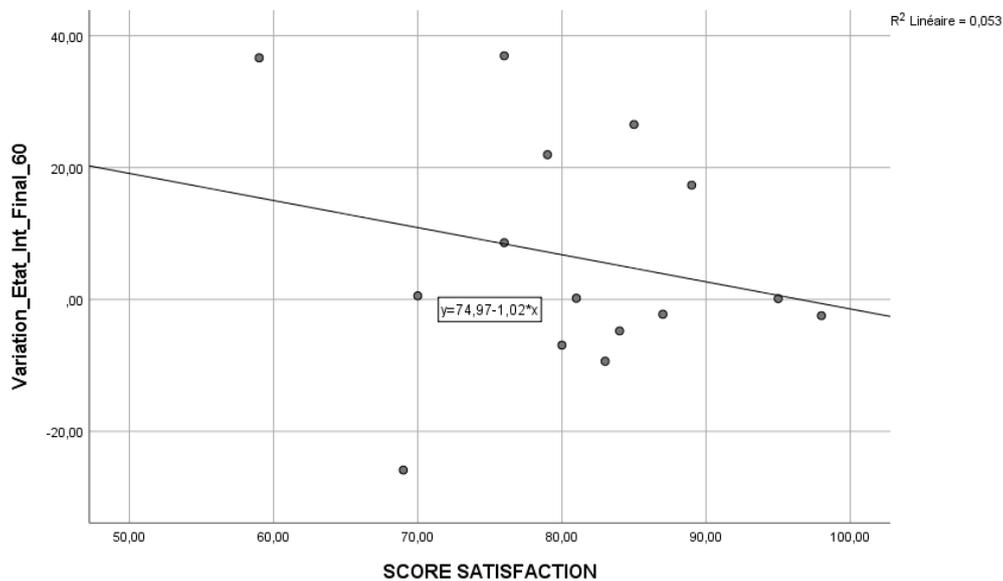


Figure 2 : Relation entre score de satisfaction et variation du CDS à 60 dB

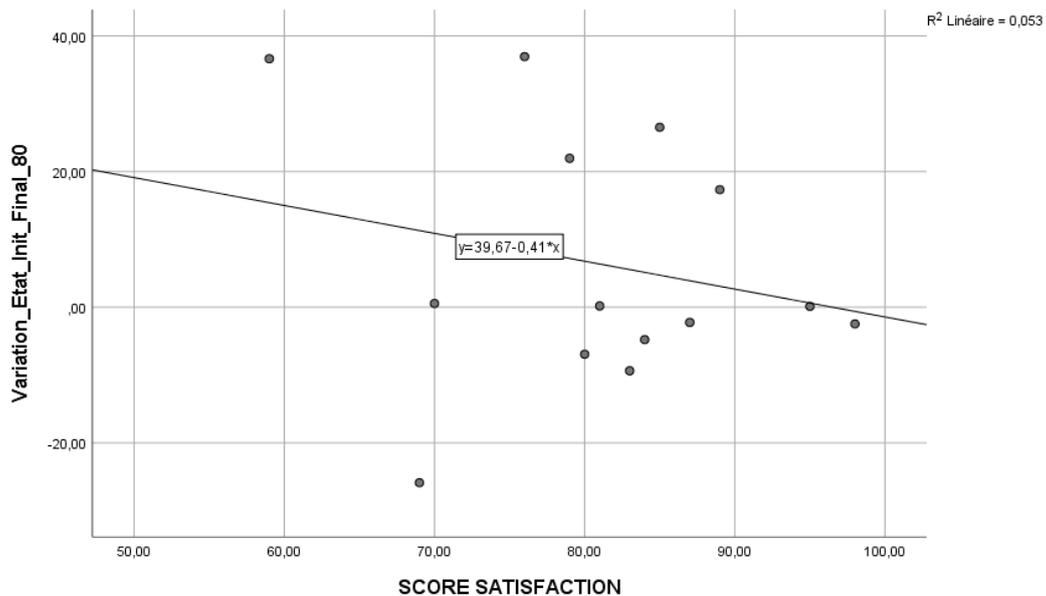


Figure 3 : Relation entre score de satisfaction et variation du CDS à 80 dB

HS1	Les conditions expérimentales impliquent une variation des scores
-----	---

Il y a-t-il un effet de condition expérimentale sur le score ? Retrouvons-nous ces variations pour toutes les catégories sonores ?

Pour chaque type de son et de niveau d'intensité en dB, le score a été mesuré 4 fois sur les mêmes patients. Une analyse de variance à mesures répétées a été réalisée pour comparer les différents effets des quatre conditions expérimentales :

- Etat initial** (oreille nue)
- **Amplification 1** (séance d'appareillage, séance 2)
- **Habituation 1** (séance 3)
- **Habituation 2** (séance 4)

Son agréable 60 dB

Il y a un effet significatif de comparaisons multiples des conditions expérimentales car $Wilk's\ Lambda = 0.18$, $F(3,4) = 6.013$, $p = .005$. C'est-à-dire que les scores moyens sont différents entre les 4 conditions expérimentales. Pour savoir quelles sont les moyennes qui diffèrent des autres, le test *Bonferroni*, post hoc test a été réalisé pour comparer les conditions expérimentales par paire.

La première comparaison appariée indique qu'il n'y a de différence significative de score entre **l'état initial** (Moyenne = 20.98, écart-type = 11.18) et **l'amplification 1** (Moyenne = 32.48, écart-type = 16.24), $p = 0.05$.

La deuxième comparaison appariée indique aussi qu'il n'y a pas de différence significative entre **l'état initial** (Moyenne = 20.98, écart-type = 11.18) et **habituation 1** (Moyenne = 18.95, écart-type = 11.00), $p = .99$.

Cependant, nous observons qu'il y a une différence significative entre **l'état initial** (Moyenne = 20.98, écart-type = 11.18) et **habituatation 2** (Moyenne = 14.82, écart-type = 9.68), $p = 0.042$.

Le score moyen de **l'amplification 1** (Moyenne = 32.48, écart-type = 16.24) est différente du score moyen d'**habituatation 1** (Moyenne = 18.95, écart-type = 11.00). Cette différence est statistiquement significative ($p = .021$).

Il y a une différence significative de score entre **l'amplification 1** (Moyenne = 32.48, écart-type = 16.24) et **habituatation 2** (Moyenne = 14.82, écart-type = 9.68). En dernier, on peut noter qu'il n'y pas de différence de score moyen entre **habituatation 1** (Moyenne = 18.95, écart-type = 11.00) et **habituatation 2** (Moyenne = 14.82, écart-type = 9.68), $p = 0.07$. (ANNEXE 8)

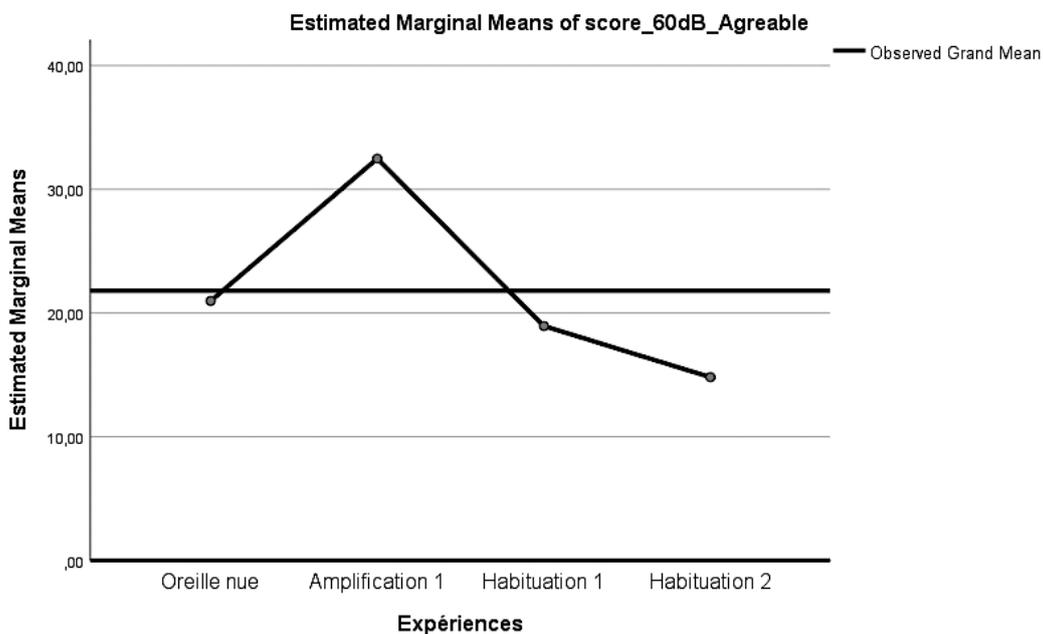


Figure 4 : Variation du CDS score en fonction des conditions expérimentales pour les sons "Agréables" à 60 dB

Son agréable 80 dB

Il y a un effet significatif de condition expérimentale, $Wilk's\ Lambda = .017$, $F(3,4) = 75.46$, $p = .0001$. C'est-à-dire que les scores moyens sont différents entre les 4 conditions expérimentales. Pour savoir quelles moyennes diffèrent des autres, le test *Bonferroni*, post hoc test a été réalisé pour comparer les conditions expérimentales par paire.

La première comparaison appariée indique qu'il y a de différence significative de score entre **l'état initial** (Moyenne = 37.02, écart-type = 14.95) et **l'amplification 1** (Moyenne = 54.90, écart-type = 15.55), $p = .000$.

On observe aussi que le score moyen de **l'amplification 1** (Moyenne = 54.90, écart-type = 15.55) est différente du score moyen d'**habituatation 1** (Moyenne = 37.33, écart-type = 16.37).

Cette différence est statistiquement significative ($p = .000$). Il y a également une différence significative de score entre **l'amplification 1** (Moyenne = 54.90, écart-type = 15.55) et **habituatation 2** (Moyenne = 37.13, écart-type = 13.80). Cependant les autres comparaisons de

condition expérimentale par paire ne sont pas statistiquement significatives. C'est-à-dire qu'elles sont identiques pour ce son agréable 80 dB. (ANNEXE 9)

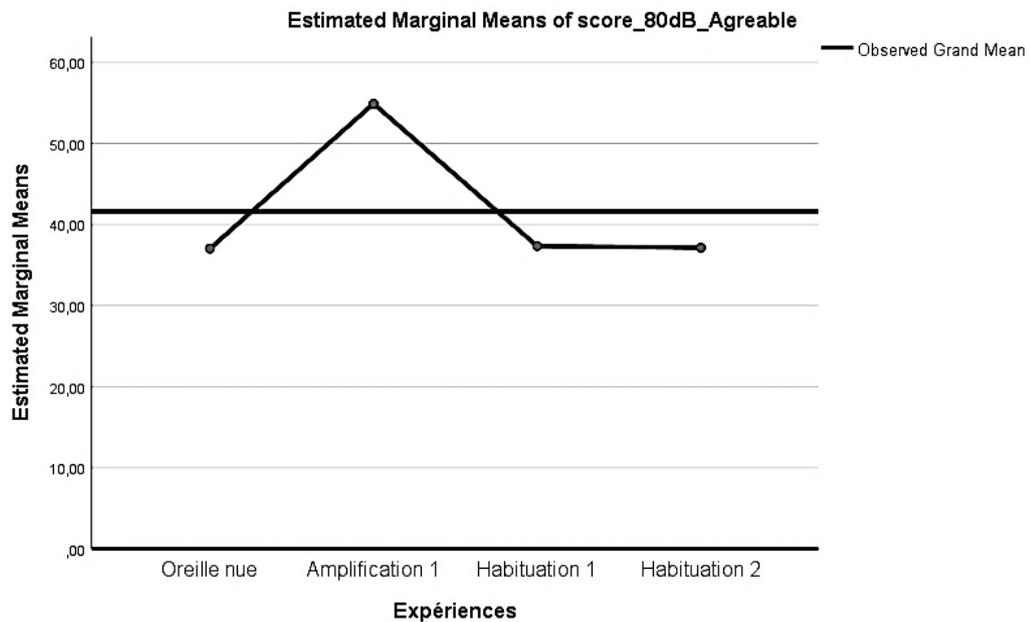


Figure 5: Variation du CDS score en fonction des conditions expérimentales pour les sons "Agréables" à 80 dB

Son désagréable 60 dB

Pour vérifier s'il y a différence de scores moyens entre les quatre conditions expérimentales (*Etat initial, Amplification 1, Habituation 1 et Habituation 2*), comme précédemment l'analyse de variance en mesures répétées a été réalisée sur un échantillon apparié. La statistique de *Wilk's Lambda* = .058, $F(3, 2) = 10.81, p = .086$.

Cela signifie que nous acceptons l'hypothèse d'égalité des scores moyens entre les quatre conditions sous le son désagréable 60 dB. En conséquence, il n'est pas nécessaire de faire un test post hoc car il n'y a d'effet de condition expérimentale. (ANNEXE 10)

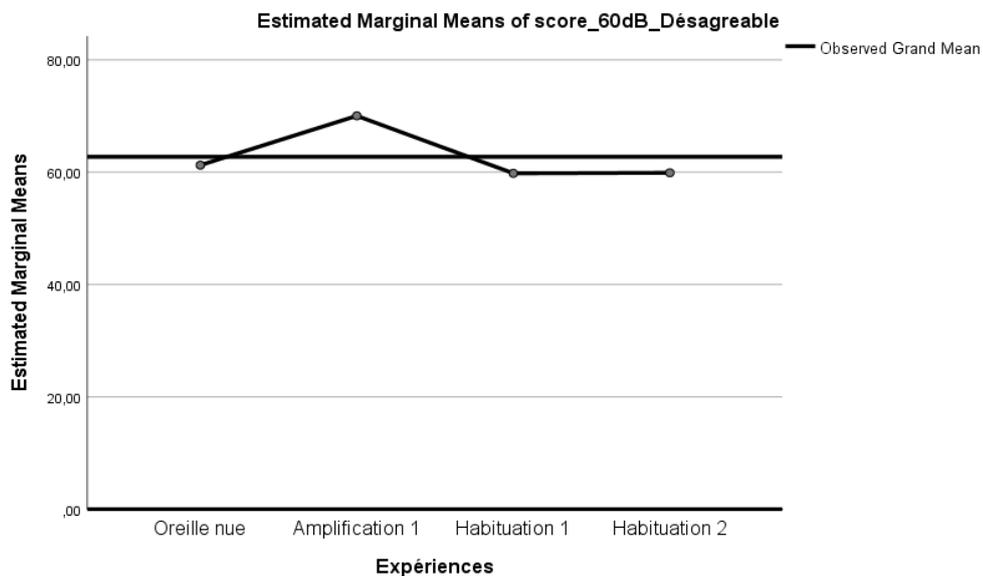


Figure 6: Variation du CDS score en fonction des conditions expérimentales pour les sons "Désagréables" à 60 dB

Son désagréable 80 dB

Les résultats de l'anova répétée sur échantillon apparié montre qu'il n'y a pas d'effet de condition expérimentale sur le score des patients. En effet, la statistique *Wilk's Lambda* = .089, $F(3, 2) = 6.86, p = .13$.

Les scores des quatre conditions (*état initial, amplification 1, habitude 1 et habitude 2*) ne sont pas statistiquement différents. En conséquence, comme c'était le cas du son désagréable 60 dB, il n'est pas nécessaire de faire un test *post hoc* car il n'y a d'effet significatif ($p > .05$) (ANNEXE 11)

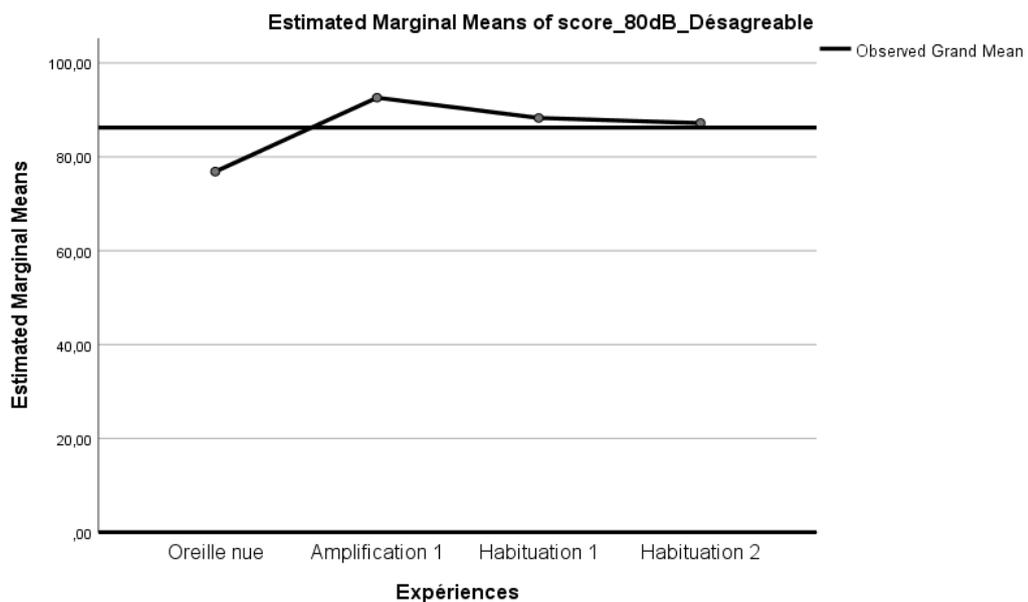


Figure 7 : Variation du CDS score en fonction des conditions expérimentales pour les sons "Désagréables" à 60 dB

Son misophonique 60 dB

Les résultats de l'anova (*analyse of variance*) répétée sur échantillon apparié montre qu'il n'y a pas d'effet de condition expérimentale sur le score des patients. En effet, la statistique *Wilk's Lambda* = .13, $F(2, 1) = 3.44, p = .36$.

Les scores des quatre conditions (*état initial, amplification 1, habitude 1 et habitude 2*) ne sont pas statistiquement différents. En conséquence, il n'est pas nécessaire de faire un test *post hoc* car il n'y a d'effet significatif ($p > .05$). (ANNEXE 12)

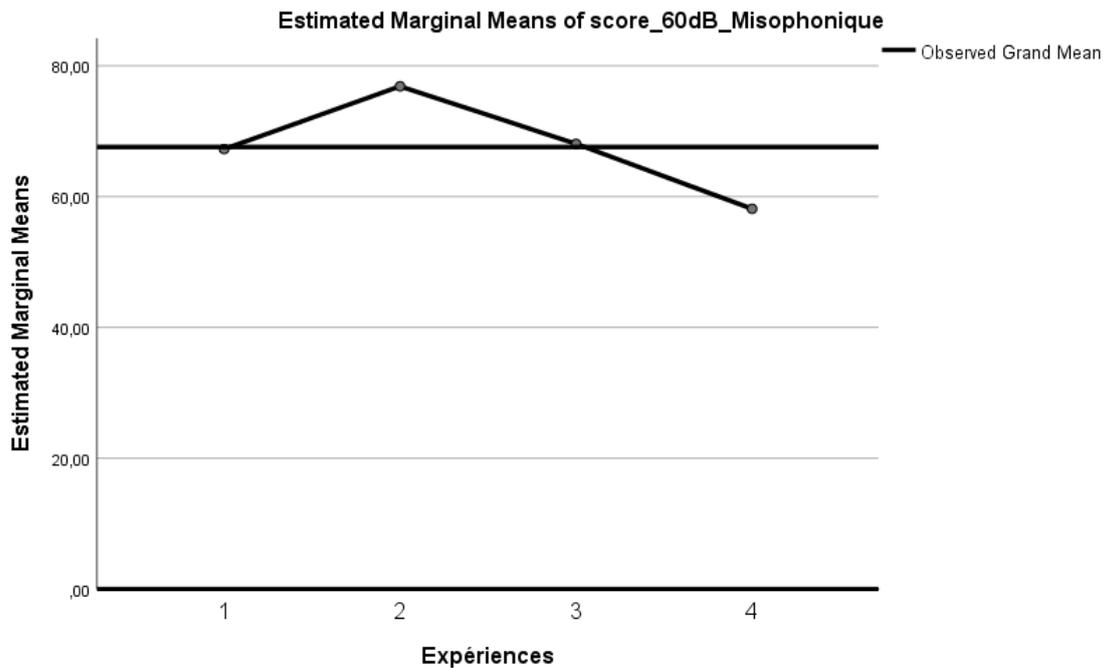


Figure 8 : Variation du CDS score en fonction des conditions expérimentales pour les sons "Misophoniques" à 60 dB

Son misophonique 80 dB

Les résultats de l'anova répétée sur échantillon apparié montre qu'il n'y a pas d'effet de condition expérimentale sur le score des patients. En effet, la statistique *Wilk's Lambda* = .007, $F(2, 1) = 68.62$, $p = .09$. Les scores des quatre conditions (*état initial*, *amplification 1*, *habituation 1* et *habituation 2*) ne sont pas statistiquement différents. En conséquence, il n'est pas nécessaire de faire un test *post hoc* car il n'y a d'effet significatif ($p > .05$). (ANNEXE 13)

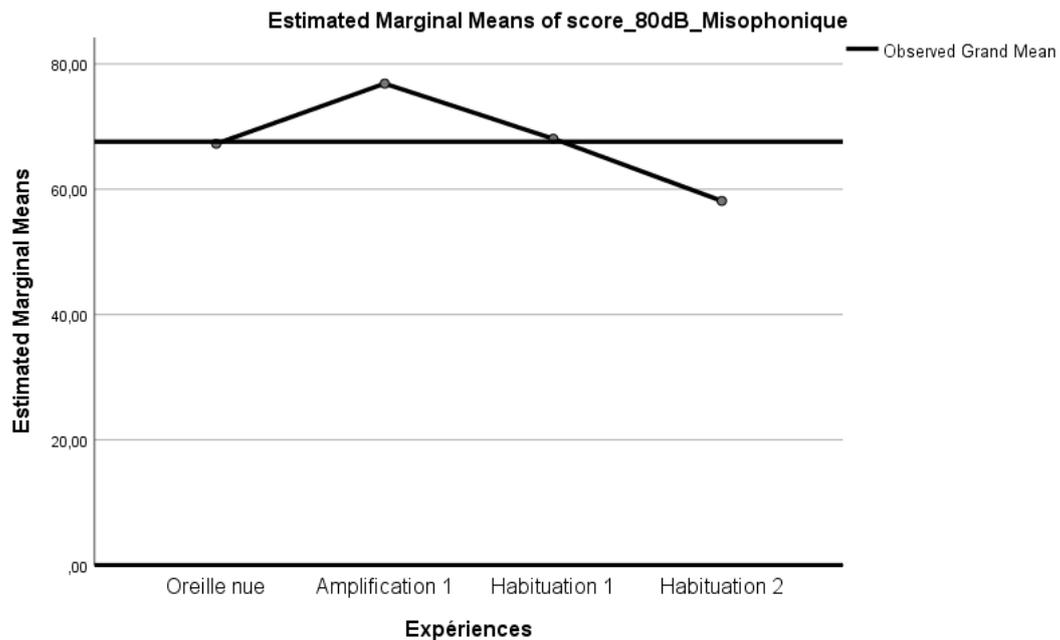


Figure 9 : Variation du CDS score en fonction des conditions expérimentales pour les sons "Misophoniques" à 80 dB.

HS2	Corrélation entre la plasticité de réhabilitation et l'âge
-----	--

Corrélation entre la variation du confort auditif en début et fin de rééducation et l'âge. L'âge est-il un des paramètres influençant la rééducation auditive ?

Nous avons étudié si l'âge était un paramètre influençant la rééducation auditive pour les scores CDS 60 et CDS 80. Les résultats suggèrent que la corrélation n'est pas statistiquement significative $r(13) = .25, p = 0.37 > 0.05$ pour les CDS 60. C'est à dire qu'il y a une absence de corrélation linéaire entre la variation du confort auditif en début et fin de rééducation et l'âge pour les CDS 60. Nous observons également une absence de corrélation $r(13) = 0.010, p = 0.97 > 0.05$ pour les scores CDS 80. C'est-à-dire qu'il n'y a pas de corrélation linéaire entre la variation du confort auditif en début et fin de rééducation et l'âge du patient.

HS3	Corrélation entre la plasticité de réhabilitation et l'ancienneté de la perte auditive
-----	--

Corrélation entre la variation du confort auditif en début et fin de rééducation et l'ancienneté de la perte auditive. L'ancienneté de la perte auditive est-elle un des paramètres influençant la rééducation auditive ?

Pour quantifier l'association entre la variation du confort auditif et l'ancienneté de la perte d'audition, une corrélation de Spearman a été réalisée au lieu de Pearson car la variable ancienneté de la perte d'auditive ne suivait pas une distribution normale (voir **Tableau 1** d'étude de normalité). Les résultats présentés dans le **Tableau 3** ne suggèrent aucune corrélation linéaire significative entre la variation du score CDS 60 / CDS 80 et la l'ancienneté de la perte d'audition. Tous les p-value sont supérieur à .05 (niveau d'acceptation de l'hypothèse nulle selon laquelle, il n'y a pas de corrélation linéaire entre ces deux variables selon le niveau sonore. C'est-à-dire qu'il n'y a de corrélation linéaire entre la variation du confort auditif en début et fin de rééducation et l'ancienneté de la perte auditive. Dans cette étude, l'ancienneté de perte auditive ne semble pas être un paramètre influençant la rééducation auditive.

Tableau 3 : Corrélation de Spearman - la variation du confort auditif en début et fin de rééducation et l'ancienneté de la perte auditive.

		Ancienneté de la perte (année)	Variation_Et at_Init_Final _60	Variation_Et at_Init_Final _80
Ancienneté de la perte (année)	<i>Corrélation</i>	1		
Variation_Etat_Int_Final_60	<i>Corrélation</i>	.125	1	
	<i>Sig.</i>	.657		
Variation_Etat_Init_Final_80	<i>Corrélation</i>	.134	.464	1
	<i>Sig.</i>	.634	.081	

DISCUSSION

Nous rappelons que la problématique est la suivante :

Est-il possible de constater une évolution du confort auditif chez le sujet malentendant appareillé grâce au test CDS ?

Tout d'abord, nous rappelons nos résultats principaux. Nous observons dans un premier temps que le score CDS en fin de rééducation est équivalent au score initial, voir amélioré pour le niveau sonore de 60 dB. Nous pouvons en conclure que le malentendant appareillé retrouve son confort auditif au terme de la rééducation. Ce résultat peut être influencé par l'entraînement auditif (temps de port). Cependant l'âge, l'ancienneté de la perte auditive et la satisfaction de l'appareillage ne sont des facteurs statistiquement déterminants de cette évolution. Durant le mois de rééducation nous observons un effet des conditions expérimentales sur le score CDS.

Ces principaux résultats seront confrontés à la littérature.

HP 1	La sensibilité auditive après rééducation est équivalente à la sensibilité initiale
------	---

Willot J.F. a déterminé que des phénomènes de plasticité cérébrale s'observent chez le sujet malentendant porteur d'un système d'une aide auditive.

Cette plasticité permet après rééducation des voies auditives, le retour à la normale des cartes représentationnelles. C'est-à-dire que le patient malentendant retrouve son confort auditif en fin d'adaptation prothétique. (Willot, 1996).

Notre étude rejoint la théorie de Willot J.F. qui décrit un retour à la normale des cartes représentationnelles, car nous retrouvons un niveau de confort auditif final équivalent au niveau initial. Nous pouvons en déduire que la plasticité de rééducation est effective pour notre population au terme d'un mois de rééducation.

Cette amélioration des performances auditives dans le temps uniquement lié aux effets d'entraînement et d'apprentissage, a été retrouvé de la même manière par Arlinger et son équipe de recherche dans leurs travaux sur la privation auditive et l'acclimatation. (Arlinger et al., 1996).

HP2	Forte corrélation entre temps de port et rééquilibrage de la sensibilité auditive
-----	---

D'après les résultats, il existe un lien entre le temps de port des aides auditives avec la récupération du niveau de sensibilité auditive initiale en fin d'adaptation mais pas pour tous les niveaux sonores.

Effectivement, pour les sons à 60 dB le temps de port est un facteur déterminant dans la réhabilitation auditive.

Cette conclusion est en accord avec l'étude de Philibert B et son équipe de recherche, qui ont démontré qu'il existait des différences significatives dans la perception de l'intensité sonore entre les sujets qui portaient leurs aides auditives à long terme et ceux qui les portaient peu. Ces derniers évaluaient la perception d'intensité plus forte que les premiers et ce en raison du manque d'entraînement. (Philibert et al., 2002).

Cependant, dans notre étude nous ne retrouvons pas de corrélation linéaire entre le temps de port de l'appareil et l'amélioration du confort auditif à 80 dB.

Ce dernier résultat n'est pas en accord avec l'étude de Collet et al. qui ont démontré que les neurones du cortex auditif primaire pourraient s'acclimater à de plus fortes intensités si le phénomène d'apprentissage était rigoureux. Ce qui améliorerait la discrimination et la tolérance des sons. (Collet et al., 2001).

De plus, une meilleure acceptation du bruit de fond est retrouvée chez les utilisateurs quotidien d'aides auditives comparé aux utilisateurs à temps partiels ou non-utilisateurs. Dans notre étude nous n'avons pas de sujets à inclure dans un groupe témoin qui porterait peu ou pas leurs aides auditives. (Nabelek et al., 2006).

Le fait de ne pas avoir de variabilité interindividuelle importante ne permet peut-être pas de mettre en valeur l'effet de l'entraînement quotidien pour les sons à 80 dB.

Enfin, la taille de l'échantillon de population peut être une explication à cette différence. Nabelek et al. ont une cohorte de 191 sujet, notre échantillon se compose de 15 sujets.

HP3	Corrélation entre une bonne amélioration de la sensibilité auditive et la satisfaction du patient.
-----	--

La confrontation des résultats du test CDS et du questionnaire de satisfaction démontre que nous n'avons pas de corrélation significative entre ces deux données pour les niveaux sonore 60 et 80 dB.

Ce qui signifie que dans cet échantillon le confort auditif n'est pas un facteur influençant la satisfaction de l'appareillage.

Cela peut s'expliquer par le fait que le questionnaire SADL que nous avons sélectionné analyse l'effet positif, le service et coût, l'image personnelle et les caractéristiques négatives de l'appareillage. Le confort auditif n'est pas examiné par cette évaluation.

Ces résultats diffèrent de l'étude de Bennett et al. qui révélait que 44.12% des malentendant appareillés étaient insatisfaits de leur appareillage à cause de l'inconfort sonore. Les patients de cette étude préféraient retirer leurs aides auditives pour plus de confort au détriment de leurs interactions sociales. (Bennett et al.,2020).

La taille de l'échantillon de notre population (15 sujets) peut être une nouvelle fois l'explication de cette différence, Bennett et al. ont déterminé leurs résultats à partir d'une cohorte de 413 sujets

HS1	Les conditions expérimentales impliquent une variation des scores
-----	---

Dans notre étude nous observons que lorsque le patient malentendant porte une aide auditive pour la première fois, cela se traduit par une dégradation de son confort auditif. Et ce pour toutes les catégories de sons.

Après la séance d'adaptation des aides auditives, deux phases de mesures de l'habituation aux sons se succèdent durant lesquelles aucun paramètre de réglage n'est modifié. Sur les périodes d'habituation nous observons une amélioration des résultats au test CDS pour les sons agréables. Ce delta met en évidence l'implication de la plasticité de réhabilitation dans la rééducation auditive.

La théorie de Willot et al. S'illustre ici dès les deux premières semaines. Ce phénomène, visible sur une période de 7 jours (durée séparant chaque évaluation de l'habituation), pourrait justifier la pratique générale des audioprothésistes, qui appliquent une amplification progressive une fois par semaine lors de la rééducation auditive. Ces résultats nous laissent penser que ce rythme de réglage est adapté car nous notons une bonne acclimatation aux sons sur cette période.

Cependant cette amélioration des scores n'est pas aussi efficace pour les sons désagréables et misophoniques.

Ce phénomène pourrait être justifié par les travaux de Humes et al. qui ont relevés que les sujets qui présentaient des pertes auditives liés à l'âge, portaient leur appareils dans des environnements calme dans plus de 60 % du temps.

Ce qui signifie que le malentendant présente moins d'entraînement dans les environnements bruyants (Humes et al., 2018). Ces derniers sont caractérisés dans notre étude par les sons désagréables et misophoniques. Donc la différence d'habituation aux sons

agréables comparé aux sons désagréables et misophoniques peut s'expliquer par un temps d'exposition plus grand aux sons agréables.

HS2	Corrélation entre la plasticité de réhabilitation et l'âge
-----	--

D'après nos résultats, il n'existe pas de corrélation linéaire entre la réhabilitation du confort auditif en fin de rééducation et l'âge de nos sujets.

Ce qui signifie qu'il peut exister des variabilités interindividuelles de l'acclimatation pour des sujets du même âge.

Ceci rejoint les conclusions de Belleville S. dans ses travaux réalisés en 2021. Son étude explique la variabilité interindividuelle dans le vieillissement cognitif par des différences dans la mise en œuvre des mécanismes neuroplastiques eux-mêmes déterminés en partie par le style de vie (Belleville, 2021).

Donc les différences de variabilité entre la plasticité de réhabilitation et l'âge des sujets pourrait peut-être s'expliquer par la mise en œuvre de mécanismes neuroplastiques différents impliquée par le style de vie.

Cependant Frank lin a révélé dans son étude traitant sur le déclin cognitif lié à la perte auditive qu'un abaissement fréquentiel de 25 dB imputait une réduction cognitive équivalente à celle d'un sujet normo entendant de 7 ans de plus. (Franl lin, 2013).

HS3	Corrélation entre la plasticité de réhabilitation et l'ancienneté de la perte auditive
-----	--

Notre étude décrit que la prise en charge précoce de la perte auditive n'est pas un facteur influençant la plasticité de réhabilitation.

Cependant Kochkin et al. ont démontré l'intérêt de la prise en charge précoce de la perte auditive. Ils expliquent que comparés aux adultes malentendants non-appareillés, les utilisateurs d'appareils auditifs souffrent moins de dépression, sont moins isolés socialement et ont une meilleure fonction cognitive.

Ce qui implique que plus les sujets malentendants demeurent non-appareillés plus la réhabilitation auditive sera complexe et ce en raison de leur fonction cognitive plus dégradée.

BIAIS ET LIMITES :

Notre étude porte sur 15 participants. Les nombreux critères d'inclusions représentent le principal frein à avoir une cohorte plus grande.

Parmi eux le fait de devoir être présent chaque semaine sans manquer à aucune séance a été la cause principale d'exclusion des sujets.

Les règles sanitaires et d'hygiènes dans un contexte sanitaire rigide lié au Covid 19 peut en être une raison de la difficulté de recrutement de participants.

Afin d'éviter les biais liés aux variations de réglages entre chaque patient, les modifications de réglages étaient uniformes. Nous partions du calcul des cibles Nal-nl2 que nous abaissions de 2 dB, puis nous remontions les cibles de 3 dB à la 4ème séance. Cependant dans la pratique quotidienne les audioprothésistes adaptent les réglages des aides auditives en tenant compte du ressenti individuel du patient et des tests d'efficacité prothétique.

De leurs propres aveux, certains patients m'ont révélé être familiers à certains sons catégorisés comme désagréables mais qui leur rappelaient un bon souvenir (son de moto pour les motards par exemple).

De la même manière certains patients qui présentaient des phobies de l'eau ont très mal notés les sons associés à leurs angoisses (qui sont catégorisés comme « agréables »). L'aspect émotionnel des sons est alors un biais que nous n'avons pas mesuré dans cette étude.

L'échelle analogique du test CDS plaçait le curseur de manière aléatoire avant la notation des sons. Cependant malgré le fait que sa position soit aléatoire elle pouvait influencer la notation du patient. L'effet Halo (la réponse à la question est induite par les réponses précédentes, selon le Centre d'Evaluation de Documentation et d'Innovation Pédagogiques (CEDIP) représente possiblement un biais cognitif.

Cette étude a montré une bonne acclimatation des patients à l'appareillage et ce en lien avec le fait qu'ils portaient bien leurs aides auditives. Cependant l'absence de groupe témoin qui porteraient leur appareil moins de six heures par jour nous permettrait de valoriser réellement l'effet du temps de port sur l'acclimatation aux sons du quotidien

Enfin, le test CDS est actuellement à l'état d'expérimentation, il n'offre donc pas de validité externe.

CONCLUSION

Environnements bruyants et troubles de la sensibilité auditive sont étroitement liées. Traumatismes sonores ou perte progressives de l'audition déclenchent des phénomènes d'hypersensibilité qui sont handicapants au quotidien.

À la suite d'une perte d'audition, les différents relais du système auditif sont soumis à un remaniement cortical, on parle du phénomène de plasticité cérébrale.

La réhabilitation de l'audition chez un sujet malentendant appareillé s'accompagne généralement d'une sensation d'exacerbation des sons quotidiens qui sont perçus de nouveau dans leur intégralité. En effet, lors de la mise en place d'aides auditives, ce remaniement central est généralement vécu comme inconfortable.

Ce mémoire s'interroge sur l'évolution de la perception des sons quotidiens au cours de la rééducation auditive. Par le biais du test CDS et en collaboration avec le CNRS de Marseille, nous mesurons l'évolution de l'agréabilité de quinze sons écologiques calibrés. Les mesures se feront sur une période d'un mois à raison d'une fois par semaine, aux différentes étapes de la rééducation auditive. Notre protocole a permis le recueil de données pour une population de 15 sujets.

L'analyse de la variation de la perception des sons de manière globale au cours de cette recherche démontre que pour la majorité des sujets le confort auditif à l'état final de l'adaptation prothétique est similaire à l'état initial. Cette variation est confrontée à plusieurs paramètres tel que le temps de port, l'âge, l'ancienneté de la perte auditive ou la satisfaction de l'appareillage. Mais après analyse de nos résultats, le temps de port se révèle être le seul facteur déterminant de la réhabilitation du confort auditif.

Ce mémoire renforce les résultats de nombreuses études qui soutiennent l'importance de la prise en compte du confort auditif pendant la période d'adaptation prothétique.

Nous disposons dorénavant d'appareils dotés d'intelligence artificielle de plus en plus performante. Il serait intéressant de renforcer l'analyse avec des procédures de passation plus ou moins complexes mettant en œuvre l'utilisation des réducteurs de bruit afin d'introduire le bénéfice des aides auditives sur l'évolution du confort sonore a cours de la réhabilitation auditive.

BIBLIOGRAPHIE

1. Publication par l' Organisation mondiale de la santé. Bureau régional pour l'Europe . (2018). Lignes directrices sur le bruit environnemental pour la Région européenne. Organisation mondiale de la santé. Bureau régional pour l'Europe. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/279952>
2. Gupta, A., Gupta, A., Jain, K., & Gupta, S. (2018). Noise Pollution and Impact on Children Health. *The Indian Journal of Pediatrics*, 85(4), 300-306. <https://doi.org/10.1007/s12098-017-2579-7>
3. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. *Dermatoses ocupacionais*. Brasília: MS; 2006.
4. Makopa Kenda I, Agoub M, Ahami AOT. Les effets du bruit sur la santé mentale : recension des écrits. *smq*. 15 déc 2014 ;39(2):169-81.
5. Daniel, Eileen. Noise and hearing loss: a review. *Journal of School Health*, 2007, vol. 77, no 5, p. 225-231.
6. Guest, H., Munro, K. J., Prendergast, G., Howe, S., & Plack, C. J. (2017). Tinnitus with a normal audiogram: Relation to noise exposure but no evidence for cochlear synaptopathy. *Hearing research*, 344, 265-274.
7. El-Amraoui A, Petit C. Thérapie cellulaire dans l'oreille interne - Nouveaux développements et perspectives. *Med Sci (Paris)*. 1 nov 2010;26(11):981-5.
8. Weinstein, N. D. (1978). Individual differences in reactions to noise: a longitudinal study in a college dormitory. *Journal of applied psychology*, 63(4), 458.
9. Baguley, D. M., & Hoare, D. J. (2018). Hyperacusis : Major research questions. *HNO*, 66(5), 358-363. <https://doi.org/10.1007/s00106-017-0464-3>
10. Skagerstrand, Å., Stenfelt, S., Arlinger, S., & Wikström, J. (2014). Sounds perceived as annoying by hearing-aid users in their daily soundscape. *International Journal of Audiology*, 53(4), 259-269. <https://doi.org/10.3109/14992027.2013.876108>
11. Perlman HB. LXXIX Hyperacusis. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. déc 1938;47(4):947-53.
12. Vernon JA. Pathophysiology of tinnitus: a special case hyperacusis and a proposed

- treatment. *Am J Otol.* 1987 May;8(3):201-2.
13. Anari, Mart; Axelsson, Alf; Eliasson, Anette; Magnusson, Lennart (1999). Hypersensibilité au son : données du questionnaire, audiométrie et classification. *Scandinavian Audiology*, 28(4), 219-230
 14. Hébert S, Fournier P, Noreña A. The auditory sensitivity is increased in tinnitus ears. *J Neurosci.* 2013 Feb 6;33(6):2356-64.
 15. Nelting M., —Hyperacusis : an overview of international literature and clinical experience, Seventh International Tinnitus Seminar, 2002.
 16. Klein AJ, Armstrong BL, Greer MK, Brown FR. Hyperacusis and Otitis Media in Individuals with Williams Syndrome. *J Speech Hear Disord.* mai 1990;55(2):339-44.
 17. Hannula S, Bloigu R, Majamaa K, Sorri M, Mäki-Torkko E. Self-Reported Hearing Problems among Older Adults: Prevalence and Comparison to Measured Hearing Impairment. *J Am Acad Audiol.* sept 2011;22(08):550-9
 18. Anderson G, Lindvall N, Hursti T, Carlbring P. Hypersensitivity to sound (hyperacusis): a Prevalence study conducted via the internet and post. *International Journal of Audiology* 2002; 41:545-554.
 19. Jüris L, Andersson G, Larsen HC, Ekselius L. Psychiatric comorbidity and personality traits in patients with hyperacusis. *Int J Audiol.* avr 2013;52(4):230-5.
 20. Jastreboff PJ, Jastreboff MM. Tinnitus Retraining Therapy (TRT) as a Method for Treatment of Tinnitus and Hyperacusis Patients. *Tinnitus Retrain Ther.* 2000;11(3):16.
 21. Baguley, D. M., & Hoare, D. J. (2018). Hyperacusis : Major research questions. *HNO*, 66(5), 358-363. <https://doi.org/10.1007/s00106-017-0464-3>
 22. Katzenell U, Segal S. Hyperacusis: Review and Clinical Guidelines: *Otol Neurotol.* mai 2001;22(3):321-7.
 23. Adour KKar. (1974): Idiopathic facial paralysis (Bell's palsy): Factors affecting severity and outcome in 446 patients. :6.
 24. Matsumoto N, Kitani R, Kalinec F. Linking LIMK1 deficiency to hyperacusis and progressive hearing loss in individuals with Williams syndrome. *Commun Integr*

Biol. 2011;4(2):208-10.

25. Wayman DM, Pham HN, Byl FM, Adour KK. Audiological manifestations of Ramsay Hunt syndrome. *J Laryngol Otol.* févr 1990;104(2):104-8.
26. Grevin P, Ohresser M, Kossowski M, Duval C, Londero A. First assessment of sophrology for the treatment of subjective tinnitus. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis.* mai 2020;137(3):195-9.
27. Jastreboff PJ, Jastreboff MM. Decreased sound tolerance. In: *Handbook of Clinical Neurology* [Internet]. Elsevier; 2015 [cité 1 déc 2020]. p. 375-87. Disponible sur: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780444626301000214>
28. Lethem, J., Slade, P. D., Troup, J. D., Bentley, G., —Outline of a Fear-Avoidance Model of exaggerated pain perception—II, *Behaviour research and therapy* 21 (4): 401–408, 1983.
29. Schaaf H, Klofat B, Hesse G. Hyperakusis, Phonophobie und Recruitment. *HNO.* 1 déc 2003;51(12):1005-11.
30. Jastreboff, P. J., & Jastreboff, M. M. (2001). Tinnitus retraining therapy. In *Seminars in Hearing* (Vol. 22, No. 01, pp. 051-064). Copyright© 2001 by Thieme Medical Publishers, Inc., 333 Seventh Avenue, New York, NY 10001, USA. Tel.:+ 1 (212) 584-4662.
31. Hazell, J. W. P. (1999, September). The TRT method in practice. In *Proceedings of the Sixth International Tinnitus Seminar* (pp. 92-98). Biddles Short Run Books Norfolk, UK.
32. Thill, Marie & Lurquin, Philippe & P., Cotton & M., Debatty & Real, Maud & Horoi, Mihaéla. (2012). Les somatoacouphènes (revue) : une conséquence de la plasticité et de l'intégration bimodale dans le noyau cochléaire dorsal. *Revue de laryngologie - otologie - rhinologie.* 133. 115-118.
33. Norena, A. J. "An Integrative Model of Tinnitus Based on a Central Gain Controlling Neural Sensitivity." *Neurosci Biobehav Rev*, Vol 35, 5, 2011, p. 1089-110
34. Willot, J.F. (1996). Physiological plasticity in the auditory system and its possible relevance to hearing aid use, deprivation effects, and acclimatization. *Ear & Hearing*, 17, 66S-67S.

35. Nelson JJ, Chen K. The relationship of tinnitus, hyperacusis, and hearing loss. *Ear Nose Throat J.* 2004 Jul;83(7):472-6. PMID: 15372918.
36. Bennett, R. J., Kosovich, E. M., Stegeman, I., Ebrahimi-Madiseh, A., Tegg-Quinn, S., & Eikelboom, R. H. (2020). Investigating the prevalence and impact of device-related
37. Skagerstrand, Å., Stenfelt, S., Arlinger, S., & Wikström, J. (2014). Sounds perceived as annoying by hearing-aid users in their daily soundscape. *International Journal of Audiology*, 53(4), 259-269.
<https://doi.org/10.3109/14992027.2013.876108>
38. Perlman HB. LXXIX Hyperacusis. *Annals of Otology, Rhinology & Laryngology.* 1938;47(4):947-953. doi:10.1177/000348943804700408
39. Florentine M. J. *Acoust Soc. Amer.* « Level discrimination of tones as a function of duration », 1986, vol 79 (3), pp 792-797
40. Ünsal S, Karataş H, Kaya M, Gümüş NM, Temügan E, Yüksel M, Gündüz M. Evaluation of Acoustic Reflex and Reflex Decay Tests in Geriatric Group. *Turk Arch Otorhinolaryngol.* 2016 Mar;54(1):10-15. doi: 10.5152/tao.2016.1556. Epub 2016 Mar 1. PMID: 29392009; PMCID: PMC5782969.
41. Hazell Jonathan, —Hypersensitivity of hearing, <http://www.ucl.ac.uk.htm>, 1998
42. Johnson, Marsha A tool for measuring hyperacusis, *The Hearing Journal*: March 1999 - Volume 52- Issue 3 - p 34-35
43. Khalfa S, Dubal S, Veuillet E, Perez-Diaz F, Jouvent R, Collet L. Psychometric Normalization of a Hyperacusis Questionnaire. *ORL.* 2002;64(6):436-42.
44. Dauman R, Bouscau-Faure F. Assessment and amelioration of hyperacusis in tinnitus patients. *Acta Otolaryngol (Stockh).* mai 2005;125(5):503-9.
45. Huskisson EC. Measurement of pain. *Lancet.* 1974 Nov 9;2(7889):1127-31. doi: 10.1016/s0140-6736(74)90884-8. PMID: 4139420.
46. Meeus, O. M., Spaepen, M., Ridder, D. D., & Heyning, P. H. V. de. (2010). Correlation between hyperacusis measurements in daily ENT practice. *International Journal of Audiology*, 49(1), 7-13. <https://doi.org/10.3109/14992020903160868>

47. Enzler, F., Fournier, P., & Noreña, A. J. (2021). A psychoacoustic test for diagnosing hyperacusis based on ratings of natural sounds. *Hearing Research*, 400, 108124. <https://doi.org/10.1016/j.heares.2020.108124>
48. Hochart. A, Ferschneider.M , Henriot.N, Cazals. B, Valla.L, et al.. Traducion et Adaptation culturelle du questionnaire de satisfaction SADL (Satisfaction with amplification in daily life). *Les cahiers de l'audition*, Elsevier, 2019, 32 (4), pp.29-35. hal-02367383
49. Lebretonchel, M. (2010). Validation du questionnaire ERSA : Évaluation du retentissement de la surdité chez l'adulte. Mémoire pour l'obtention du certificat de capacité d'orthophoniste sous la direction de Mme Ambert-Dahan, Paris.
50. Arlinger, S., Gatehouse, S., Bentler, R.A., Byrne, D., Cox, R.M., Dirks, D.D., Humes, L., Neuman, A., Ponton, C., Robinson, K., Silman, S., Summerfield, A.Q., Turner, C.W., Tyler, R.S., & Willot, J.F. (1996). Report of the Eriksholm workshop on auditory deprivation and acclimatization. *Ear & Hearing*, 17, 87S-98S.
51. Philibert B, Collet L, Vesson JF, Veuillet E. Intensity-related performances are modified by long-term hearing aid use: a functional plasticity? *Hear Res*. 2002 Mar;165(1-2):142-51. doi: 10.1016/s0378-5955(02)00296-4. PMID: 12031523.
52. L. Collet, C. Micheyl, and E. Veuillet, Variabilité et Plasticité de l'Audition Humaine de l'Adulte : Modèle du Cochléo-Lésé, 2001.
53. Nabelek, A. K., Freyaldenhoven, M. C., Tampas, J. W., Burchfield, S. B., & Muenchen, R. A. (2006). Acceptable noise level as a predictor of hearing aid use. *Journal of the American Academy of Audiology*, 17(09), 626-639.
54. Humes, L. E., Rogers, S. E., Main, A. K., & Kinney, D. L. (2018). The acoustic environments in which older adults wear their hearing aids: insights from datalogging sound environment classification. *American Journal of Audiology*, 27(4), 594-603.
55. Belleville S. Plasticité cérébrale, réserve, compensation dans le vieillissement et la phase prodromique de la maladie d'Alzheimer. (Avril 2021). Centre de recherche, Institut universitaire de gériatrie de Montréal (IUGM), Montréal, Canada
56. Lin FR, Yaffe K, Xia J, et al. Hearing Loss and Cognitive Decline in Older Adults. *JAMA Intern Med*. 2013;173(4):293–299. doi:10.1001/jamainternmed.2013.1868
57. Kochkin, S., & Rogin, C. M. (2000). Quantifying the obvious: The impact of hearing instruments on quality of life. *Hear Rev*, 7(1), 6-34.

TABLE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : FORMULE CALCUL CDS-SCORE	39
ANNEXE 2 : LETTRE DE CONSENTEMENT ECLAIRE	40
ANNEXE 3 : PARAMETRAGE DES ALGORITHMES DE TRAITEMENT DU SIGNAL POUR LES APPAREILS SIYA.....	40
ANNEXE 4 : PARAMETRAGE DES ALGORITHMES DE TRAITEMENT DU SIGNAL POUR LES APPAREILS MORE.....	42
ANNEXE 5 : FICHE DE RENSEIGNEMENT	43
ANNEXE 6 : RESULTATS DE REGRESSION LINEAIRE.	44
ANNEXE 7 : DISTRIBUTION DU SCORE DE SATISFACTION.	44
ANNEXE 8 : ANOVA MESURES REPETEES - SON AGREABLE 60 DB	45
ANNEXE 9 : ANOVA MESURES REPETEES - SON AGREABLE 80 DB	46
ANNEXE 10 : ANOVA MESURES REPETEES - SON DESAGREABLE 60 DB	47
ANNEXE 11 : ANOVA MESURES REPETEES - SON DESAGREABLE 80 DB	48
ANNEXE 12: ANOVA MESURES REPETEES - SON MISOPHONIQUE 60 DB	49
ANNEXE 13 : ANOVA MESURES REPETEES - SON MISOPHONIQUE 80 DB	50

Annexe 1 : Formule Calcul CDS-Score

CALCUL du CDS Score total :

$$CDS\ score_{total} = \text{que } \frac{\sum_{l \in \{60,70,80\}} \sum_{x \in s_valid_l} Distance_{x,l}}{\sum_{l \in \{60,70,80\}} |s_valid_l|}$$

Avec :

$$DISTANCE_{s,l} = \frac{Rating_{s,l} - Quantile_{75,s,l}}{100 - Quantile_{75,s,l}} \cdot 100$$

- « $Rating_{s,l}$ » : la note attribuée par le sujet interrogé pour un son, à un niveau.
- « $Quantile_{75,s,l}$ » : troisième quantile moyen obtenu avec les réponses du groupe témoin pour un des sept sons sélectionnés et à un niveau donné.
- « $|s_valid_l|$ » : le nombre de sons parmi les sept à avoir un $quantile_{75} < 100$ à un niveau donné, afin d'éviter la division par zéro dans le calcul de la distance.

Annexe 2 : Lettre de consentement éclairé

LETTRÉ DE CONSENTEMENT ÉCLAIRÉ POUR LA PARTICIPATION À UNE ÉTUDE SCIENTIFIQUE DANS LE CADRE D'UN MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDE

But de l'étude : Cette étude consiste à analyser l'évolution du confort auditif des patients appareillés pour la première fois, au cours de leur rééducation auditive.

Cette étude s'inscrit dans une étude plus large visant à tester un nouvel outil de diagnostic de l'Hyperacousie qui pourra servir aux médecins ORL ainsi qu'aux audioprothésistes.

Engagement de l'investigateur principal : L'investigateur principal s'engage à mener cette recherche selon les dispositions éthiques et déontologiques, à protéger l'intégrité physique, psychologique et sociale des personnes tout au long de la recherche et à assurer la confidentialité des informations recueillies.

Engagement du participant : L'étude se déroule lors de plusieurs séances qui seront à la suite des rendez-vous d'adaptation.

Les séances auront une durée approximative de 15 minutes, durant lesquels vous serez amené(e) à noter l'aspect agréable de différents sons. Cette étude ne présente aucun risque particulier pour votre santé, les niveaux d'intensité sonores sont contrôlés et vous pourrez suspendre la stimulation à tous moments.

Liberté du participant : La totalité des données recueillies lors de l'étude seront confidentielles. Le consentement pour poursuivre la recherche peut être retiré à tout moment sans donner de raison et sans encourir aucune responsabilité ni conséquence.

Consentement :

- J'ai lu et approuvé la lettre d'information concernant l'étude.

Je consens à participer,

Date et Lieu :

Signature du Participant :

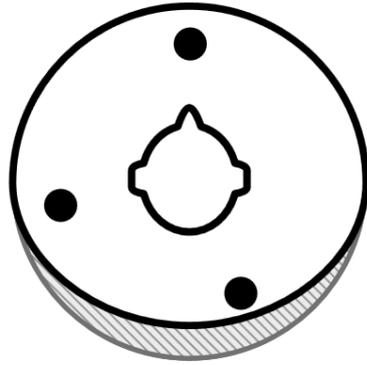
Signature de l'investigateur :

Annexe 3 : Paramétrage des algorithmes de traitement du signal pour les appareils Siya.

- P1
- APPAREILLAGE
 - Réglages fins
 - Analyseur de Larsen
 - REM
 - REM AutoFit
 - Gestion environnements
 - Gestionnaire de programmes
 - Événets et filtres
- AUTRES OUTILS
 - Assistant d'adaptation
 - Gestionnaire d'adaptation automatique
 - Fonctions automatiques
 - Acouphènes
 - Speech Rescue
 - Mémoire
 - Audiométrie in-situ



Multibande Adaptative LX



Omni amélioré

Omni amélioré

Réduction de bruit LX **Désactivé**

Activé

Réglages microphoniques

Omni amélioré

Annexe 4 : Paramétrage des algorithmes de traitement du signal pour les appareils
More.

oticon More 2 Démar Power

BIENVENUE SÉLECTION **APPAREILLAGE** ÉTAPE FINALE

CONFIGURATION DE L'ENVIRONNEMENT

Quelles situations sont faciles ou difficiles pour votre client ?

FACILE Très facile Facile Modéré D Difficile Très difficile DIFFICILE

ENVIRONNEMENT FACILE

Virtual Outer Ear: Équilibré Non ajustable

Suppression neuronale du bruit - Facile: Non disponible

ENVIRONNEMENT DIFFICILE

Suppression neuronale du bruit - Difficile: Non disponible

Sound Enhancer: Non disponible

Suppression neuronale du bruit

Réglages microphoniques: Omni fixe

ENVIRONNEMENT FACILE

Virtual Outer Ear

Équilibré
Non ajustable

Suppression neuronale du bruit - Facile

Non disponible

Suppression neuronale du bruit

ENVIRONNEMENT DIFFICILE

Suppression neuronale du bruit - Difficile

Non disponible

Sound Enhancer

Non disponible

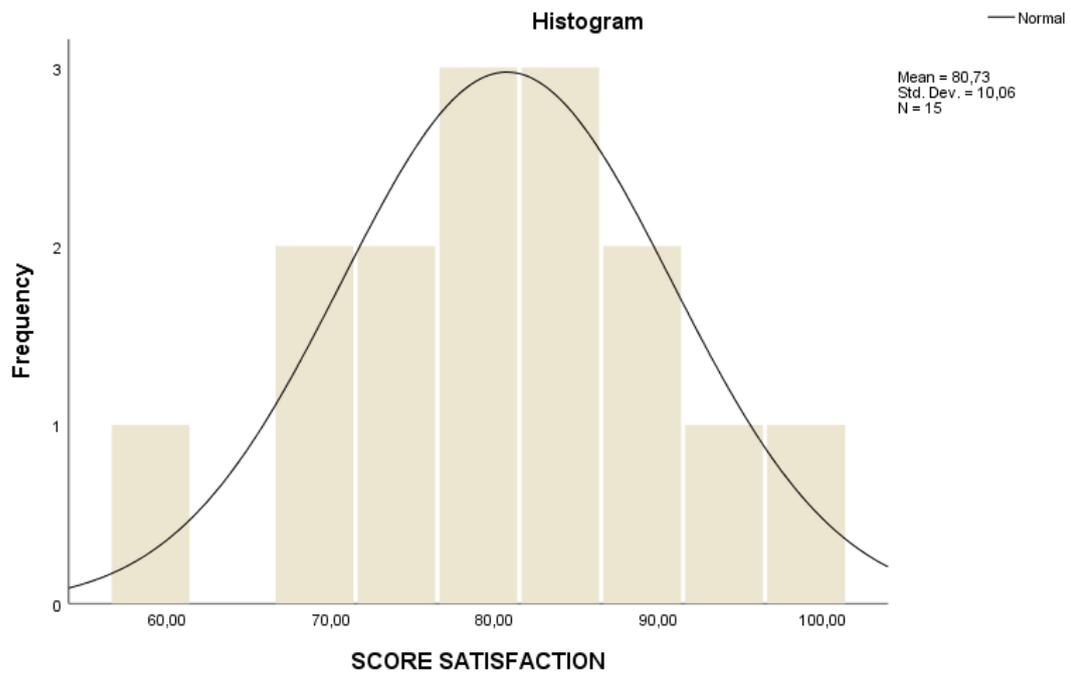
Réglages microphoniques: Omni fixe

Annexe 6 : Résultats de régression linéaire.

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	3,362	9,273		,363	,723
	Séance 3 temps de port	-2,523	,998	-,574	-2,528	,025

a. Dependent Variable: Variation_Seance32_CDS60

Annexe 7 : Distribution du score de satisfaction.



Annexe 8 : ANOVA mesures répétées - Son Agréable 60 dB

Estimates

Measure: score_60dB_Agreable

Expériences	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
Oreille nue	20,980	4,229	10,633	31,327
Amplification 1	32,484	6,139	17,464	47,505
Habituation 1	18,951	4,161	8,770	29,133
Habituation 2	14,817	3,660	5,862	23,772

Pairwise Comparisons

Measure: score_60dB_Agreable

(I) Expériences	(J) Expériences	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^b	95% Confidence Interval for Difference ^b	
					Lower Bound	Upper Bound
Oreille nue	Amplification 1	-11,504	3,070	,057	-23,362	,354
	Habituation 1	2,029	1,645	1,000	-4,326	8,383
	Habituation 2	6,163 [*]	1,536	,042	,228	12,097
Amplification 1	Oreille nue	11,504	3,070	,057	-,354	23,362
	Habituation 1	13,533 [*]	2,918	,021	2,260	24,805
	Habituation 2	17,667 [*]	3,595	,016	3,779	31,555
Habituation 1	Oreille nue	-2,029	1,645	1,000	-8,383	4,326
	Amplification 1	-13,533 [*]	2,918	,021	-24,805	-2,260
	Habituation 2	4,134	1,177	,076	-,413	8,682
Habituation 2	Oreille nue	-6,163 [*]	1,536	,042	-12,097	-,228
	Amplification 1	-17,667 [*]	3,595	,016	-31,555	-3,779
	Habituation 1	-4,134	1,177	,076	-8,682	,413

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

b. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

Multivariate Tests

	Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.	Partial Eta Squared
Pillai's trace	,819	6,013 ^a	3,000	4,000	,058	,819
Wilks' lambda	,181	6,013 ^a	3,000	4,000	,058	,819
Hotelling's trace	4,510	6,013 ^a	3,000	4,000	,058	,819
Roy's largest root	4,510	6,013 ^a	3,000	4,000	,058	,819

Each F tests the multivariate effect of Expériences. These tests are based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

a. Exact statistic

Annexe 9 : ANOVA mesures répétées - Son Agréable 80 dB

Estimates

Measure: score_80dB_Agreable

Expériences	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
Oreille nue	37,021	5,652	23,191	50,852
Amplification 1	54,903	5,877	40,523	69,282
Habituation 1	37,333	6,186	22,196	52,470
Habituation 2	37,136	5,215	24,376	49,896

Pairwise Comparisons

Measure: score_80dB_Agreable

(I) Expériences	(J) Expériences	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^b	95% Confidence Interval for Difference ^b	
					Lower Bound	Upper Bound
Oreille nue	Amplification 1	-17,881 [*]	,975	,000	-21,647	-14,116
	Habituation 1	-,311	1,571	1,000	-6,379	5,756
	Habituation 2	-,114	1,602	1,000	-6,302	6,073
Amplification 1	Oreille nue	17,881 [*]	,975	,000	14,116	21,647
	Habituation 1	17,570 [*]	1,782	,000	10,685	24,455
	Habituation 2	17,767 [*]	1,793	,000	10,842	24,692
Habituation 1	Oreille nue	,311	1,571	1,000	-5,756	6,379
	Amplification 1	-17,570 [*]	1,782	,000	-24,455	-10,685
	Habituation 2	,197	1,395	1,000	-5,193	5,587
Habituation 2	Oreille nue	,114	1,602	1,000	-6,073	6,302
	Amplification 1	-17,767 [*]	1,793	,000	-24,692	-10,842
	Habituation 1	-,197	1,395	1,000	-5,587	5,193

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

b. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

Multivariate Tests

	Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.	Partial Eta Squared
Pillai's trace	,983	75,457 ^a	3,000	4,000	,001	,983
Wilks' lambda	,017	75,457 ^a	3,000	4,000	,001	,983
Hotelling's trace	56,593	75,457 ^a	3,000	4,000	,001	,983
Roy's largest root	56,593	75,457 ^a	3,000	4,000	,001	,983

Each F tests the multivariate effect of Expériences. These tests are based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

Annexe 10 : ANOVA mesures répétées - Son Désagréable 60 dB

Estimates

Measure: score_60dB_Désagréable

Expériences	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
Oreille nue	61,252	1,152	58,055	64,449
Amplification 1	70,026	1,086	67,011	73,041
Habituation 1	59,800	2,314	53,375	66,225
Habituation 2	59,894	2,464	53,053	66,735

Pairwise Comparisons

Measure: score_60dB_Désagréable

(I) Expériences	(J) Expériences	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^b	95% Confidence Interval for Difference ^b	
					Lower Bound	Upper Bound
Oreille nue	Amplification 1	-8,774	2,013	,072	-18,540	,992
	Habituation 1	1,452	2,988	1,000	-13,043	15,947
	Habituation 2	1,358	3,235	1,000	-14,336	17,052
Amplification 1	Oreille nue	8,774	2,013	,072	-,992	18,540
	Habituation 1	10,226 [*]	1,827	,030	1,365	19,087
	Habituation 2	10,132 [*]	2,065	,048	,115	20,149
Habituation 1	Oreille nue	-1,452	2,988	1,000	-15,947	13,043
	Amplification 1	-10,226 [*]	1,827	,030	-19,087	-1,365
	Habituation 2	-,094	1,114	1,000	-5,496	5,308
Habituation 2	Oreille nue	-1,358	3,235	1,000	-17,052	14,336
	Amplification 1	-10,132 [*]	2,065	,048	-20,149	-,115
	Habituation 1	,094	1,114	1,000	-5,308	5,496

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

b. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

Multivariate Tests

	Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.	Partial Eta Squared
Pillai's trace	,942	10,810 ^a	3,000	2,000	,086	,942
Wilks' lambda	,058	10,810 ^a	3,000	2,000	,086	,942
Hotelling's trace	16,215	10,810 ^a	3,000	2,000	,086	,942
Roy's largest root	16,215	10,810 ^a	3,000	2,000	,086	,942

Each F tests the multivariate effect of Expériences. These tests are based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

a. Exact statistic

Annexe 11 : ANOVA mesures répétées - Son Désagréable 80 dB

Estimates

Measure: score_80dB_Désagréable

Expériences	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
Oreille nue	76,838	1,154	73,633	80,043
Amplification 1	92,598	2,822	84,764	100,432
Habituation 1	88,282	1,861	83,115	93,449
Habituation 2	87,188	2,617	79,923	94,453

Pairwise Comparisons

Measure: score_80dB_Désagréable

(I) Expériences	(J) Expériences	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^b	95% Confidence Interval for Difference ^b	
					Lower Bound	Upper Bound
Oreille nue	Amplification 1	-15,760 [*]	2,609	,023	-28,416	-3,104
	Habituation 1	-11,444 [*]	2,117	,034	-21,716	-1,172
	Habituation 2	-10,350	2,406	,076	-22,021	1,321
Amplification 1	Oreille nue	15,760 [*]	2,609	,023	3,104	28,416
	Habituation 1	4,316	1,742	,411	-4,137	12,769
	Habituation 2	5,410	1,431	,116	-1,529	12,349
Habituation 1	Oreille nue	11,444 [*]	2,117	,034	1,172	21,716
	Amplification 1	-4,316	1,742	,411	-12,769	4,137
	Habituation 2	1,094	1,790	1,000	-7,589	9,777
Habituation 2	Oreille nue	10,350	2,406	,076	-1,321	22,021
	Amplification 1	-5,410	1,431	,116	-12,349	1,529
	Habituation 1	-1,094	1,790	1,000	-9,777	7,589

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

b. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

Multivariate Tests

	Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.	Partial Eta Squared
Pillai's trace	,911	6,865 ^a	3,000	2,000	,130	,911
Wilks' lambda	,089	6,865 ^a	3,000	2,000	,130	,911
Hotelling's trace	10,297	6,865 ^a	3,000	2,000	,130	,911
Roy's largest root	10,297	6,865 ^a	3,000	2,000	,130	,911

Each F tests the multivariate effect of Expériences. These tests are based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

a. Exact statistic

Annexe 12: ANOVA mesures répétées - Son Misophonique 60 dB

Estimates

Measure: score_60dB_Misophonique

Expériences	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
Oreille nue	67,263	5,312	44,407	90,119
Amplification 1	76,863	3,894	60,108	93,619
Habituatation 1	68,063	7,311	36,605	99,522
Habituatation 2	58,133	9,387	17,746	98,520

Pairwise Comparisons

Measure: score_60dB_Misophonique

(I) Expériences	(J) Expériences	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^a	95% Confidence Interval for Difference ^a	
					Lower Bound	Upper Bound
Oreille nue	Amplification 1	-9,600	3,252	,589	-44,997	25,797
	Habituatation 1	-,800	4,438	1,000	-49,108	47,508
	Habituatation 2	9,130	4,101	,935	-35,510	53,770
Amplification 1	Oreille nue	9,600	3,252	,589	-25,797	44,997
	Habituatation 1	8,800	3,418	,741	-28,404	46,004
	Habituatation 2	18,730	6,519	,617	-52,237	89,697
Habituatation 1	Oreille nue	,800	4,438	1,000	-47,508	49,108
	Amplification 1	-8,800	3,418	,741	-46,004	28,404
	Habituatation 2	9,930	5,181	1,000	-46,475	66,335
Habituatation 2	Oreille nue	-9,130	4,101	,935	-53,770	35,510
	Amplification 1	-18,730	6,519	,617	-89,697	52,237
	Habituatation 1	-9,930	5,181	1,000	-66,335	46,475

Based on estimated marginal means

a. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

Multivariate Tests

	Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.	Partial Eta Squared
Pillai's trace	,873	3,444 ^a	2,000	1,000	,356	,873
Wilks' lambda	,127	3,444 ^a	2,000	1,000	,356	,873
Hotelling's trace	6,889	3,444 ^a	2,000	1,000	,356	,873
Roy's largest root	6,889	3,444 ^a	2,000	1,000	,356	,873

Each F tests the multivariate effect of Expériences. These tests are based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

a. Exact statistic

Annexe 13 : ANOVA mesures répétées - Son Misophonique 80 dB

Estimates

Measure: score_80dB_Misophonique

Expériences	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
Oreille nue	79,397	2,912	66,868	91,925
Amplification 1	94,933	2,157	85,652	104,214
Habituation 1	93,447	1,006	89,120	97,773
Habituation 2	90,867	2,809	78,780	102,954

Pairwise Comparisons

Measure: score_80dB_Misophonique

(I) Expériences	(J) Expériences	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^b	95% Confidence Interval for Difference ^b	
					Lower Bound	Upper Bound
Oreille nue	Amplification 1	-15,537 [*]	1,048	,027	-26,942	-4,131
	Habituation 1	-14,050	1,907	,108	-34,809	6,709
	Habituation 2	-11,470 [*]	,429	,008	-16,143	-6,797
Amplification 1	Oreille nue	15,537 [*]	1,048	,027	4,131	26,942
	Habituation 1	1,487	1,244	1,000	-12,055	15,029
	Habituation 2	4,067	1,250	,498	-9,545	17,678
Habituation 1	Oreille nue	14,050	1,907	,108	-6,709	34,809
	Amplification 1	-1,487	1,244	1,000	-15,029	12,055
	Habituation 2	2,580	1,814	1,000	-17,167	22,327
Habituation 2	Oreille nue	11,470 [*]	,429	,008	6,797	16,143
	Amplification 1	-4,067	1,250	,498	-17,678	9,545
	Habituation 1	-2,580	1,814	1,000	-22,327	17,167

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

b. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

Multivariate Tests

	Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.	Partial Eta Squared
Pillai's trace	,993	68,617 ^a	2,000	1,000	,085	,993
Wilks' lambda	,007	68,617 ^a	2,000	1,000	,085	,993
Hotelling's trace	137,234	68,617 ^a	2,000	1,000	,085	,993
Roy's largest root	137,234	68,617 ^a	2,000	1,000	,085	,993

Each F tests the multivariate effect of Expériences. These tests are based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

a. Exact statistic

Résumé

La tolérance aux sons de notre environnement peut être variable d'un individu à l'autre. Des phénomènes d'hypersensibilité peuvent apparaître à la suite d'une exposition au bruit répété ou encore à des pathologies associées. Les sujets malentendants appareillés pour la première fois peuvent développer une forme d'hypersensibilité aux sons qu'ils ne percevaient plus dans leur globalité. Nous souhaitons donc savoir comment évolue le confort auditif de ces sujets au cours de la rééducation prothétique. L'objectif de cette étude est de déterminer l'effet de la plasticité de réhabilitation sur le confort sonore du malentendant en primo appareillage.

Pour cela nous utilisons, en collaboration avec le CNRS de Marseille, le nouvel outil de quantification de l'Hyperacousie : le test CDS. Les sujets évaluaient l'aspect agréable de 15 sons écologiques calibrés à chaque étape

Les résultats démontrent qu'au bout d'un mois les sujets présentent un confort auditif final avec appareils auditifs équivalent au confort auditif initial sans appareils. De plus nous voyons que cette variabilité peut dépendre de l'entraînement quotidien.

Mots clés : CDS-Score, rééducation prothétique, confort sonore, SADL, plasticité de réhabilitation.