



<http://portaildoc.univ-lyon1.fr>

Creative commons : Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale
- Pas de Modification 4.0 France (CC BY-NC-ND 4.0)



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.fr>



INSTITUT DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE LA READAPTATION

Directeur Professeur Jacques LUAUTE

Utilisation des seuils d'inconfort comme alternative au masquage dans l'évaluation audiométrique des
surdités asymétriques

MEMOIRE présenté pour l'obtention du

DIPLOME D'ETAT D'AUDIOPROTHESISTE

par

MADENE Lahna

Autorisation de reproduction

LYON, le

17 octobre 2025

David COLIN
Responsable de l'Enseignement

N° 1081



Président
Pr Bruno LINA

Vice-président CFVU
Mme Julie-Anne CHEMELLE

Vice-président CA
Mme Sandrine CHARLES

Vice-président Commission de
Recherche
M. Arnaud BRIOUDE

Directeur Général des Services par intérim
M. Gaël ASTIER

Secteur Santé

U.F.R. de Médecine Lyon Est
Directeur
Pr. RODE Gilles

U.F.R d'Odontologie
Directeur
Pr. MAURIN Jean-Christophe

U.F.R de Médecine Lyon-Sud
Charles Mérieux
Directeur
Pr PAPAREL Philippe

Institut des Sciences Pharmaceutiques
et Biologiques
Directeur
Pr DUSSART Claude

Comité de Coordination des
Etudes Médicales (CCEM)
Pr PAPAREL Philippe

Institut des Sciences et Techniques de
Réadaptation
Directeur
Pr LUAUTE Jacques

U.F.R. Des Sciences et
Techniques des Activités
Physiques et Sportives
(S.T.A.P.S.)
Directeur
M. BODET Guillaume

Secteur Sciences et Technologies

Institut des Sciences Financières et d'Assurance (I.S.F.A.)

M. ROBERT Christian

Institut National Supérieur du Professorat et de l'éducation (INSPé)

Directeur

M. CHAREYRON Pierre

UFR de Sciences

Directeur

M. DEZLUS Olivier

POLYTECH LYON

Directeur

Pr PERRIN Emmanuel

IUT LYON 1

Directeur

M. MASSENZIO Michel

Observatoire astronomique de Lyon

Directeur

M. GUIDERDONI Bruno

UFR Biosciences

Directrice

Mme GIESELER Kathrin

Département Génie Electrique et des procédés (GEP)

Directrice

Mme CAVASSILA Sophie

Département informatique

Directrice

Mme BOUAKAZ BRONDEL Saida

Département Mécanique

Directeur

M. BUFFAT Marc

Remerciements

Je tiens à exprimer ma gratitude envers plusieurs personnes qui ont contribué à la réalisation de mon mémoire.

Tout d'abord, je remercie tous les professeurs et intervenants de notre école pour les enseignements précieux qu'ils ont fournis tout au long de la formation.

Un grand merci à Cléa Cardot, l'assistante d'audioprothèse du centre Audition Conseil de Lyon 3^{ème}, pour sa bienveillance et son soutien.

Je suis également reconnaissante envers Stéphane Gallego et Christophe Micheyli pour leur aide précieuse dans le choix du sujet ainsi que dans l'élaboration du protocole.

Un remerciement particulier va à ma camarade de mémoire, Eden Bentolila, avec qui j'ai partagé ce protocole.

Je souhaite également remercier les patients qui ont eu la gentillesse de participer à mon mémoire.

Je n'oublie pas ma famille et mes proches pour leurs avis critiques sur ma rédaction.

Enfin, je tiens à exprimer une reconnaissance toute particulière à Fabien Seldran pour son aide précieuse et sa disponibilité face à mes nombreuses interrogations durant le stage, ainsi que pour le suivi de mon mémoire.

Résumé

L'objectif de ce mémoire est d'explorer si les seuils d'inconfort peuvent servir d'alternative au masquage traditionnel pour les patients présentant de grandes asymétries dans leur surdité. En effet, le masquage traditionnel est souvent long et peut devenir désagréable lorsque le patient a de faibles seuils d'inconfort sur l'oreille à assourdir. De plus, à partir d'un certain niveau d'asymétrie, les formules de masquage deviennent inapplicables. Nous souhaitons également déterminer s'il existe un pourcentage spécifique de la dynamique auditive résiduelle à partir duquel le phénomène de recrutement, caractérisé par une augmentation plus rapide de la perception sonore dans l'oreille atteinte, l'emporte sur le transfert transcrânien. Ce seuil est ce que l'on appelle le point de mixage. Par ailleurs, nous examinerons l'intérêt d'appareiller l'oreille la moins performante en cas de grande asymétrie.

Pour répondre à ces questions, nous avons mesuré l'audition des participants à l'aide de la méthode du masquage traditionnel et évalué leurs seuils d'inconfort. Nous avons également chronométré chaque test et remis un questionnaire à l'issue de chaque mesure afin de comparer les deux méthodes. Nos résultats nous indiquent que les seuils d'inconfort ne sont pas une mesure très fiable, car ils sont subjectifs et ne permettent pas de prédire le type de surdité de manière précise. Cependant, ils peuvent être utiles en tant qu'outil complémentaire pour mieux comprendre le type de surdité.

En conclusion, il est essentiel de poursuivre des études sur les points de mixage, car les sujets inclus dans notre recherche ne correspondaient pas parfaitement à la population cible. Néanmoins, nous avons constaté que les seuils d'inconfort peuvent être envisagés comme une mesure additionnelle aux autres tests auditifs classiques.

Mots-clés : UCL ; Masquage ; Sonie

Sommaire

Introduction	1
Revue de littérature.....	3
Méthodes de masquage	3
Le seuil d'inconfort (SI) ou uncomfortable level (UCL)	6
Croissance de sonie	7
Méthodologie.....	8
Design de l'Étude.....	8
Participants.....	8
Critères d'inclusion des sujets	9
Critères de non-inclusion des sujets.....	9
Procédure	9
Matériel	9
Passation des épreuves	10
Les tests	11
Résultats.....	13
Mesure de temps	13
Questionnaire	14
Test audiométrique jugé le moins gênant.....	14
Seuils d'inconfort-Comparaison de surdités entre individus.....	15
Seuils d'inconfort-Comparaison des oreilles d'un même individu	16
Dynamique résiduelle-Comparaison de surdités entre individus.....	18
Points de mixage et dynamique résiduelle-Comparaison de l'oreille atteinte avec les valeurs normales pour cette surdité	19
Seuils prothétiques.....	20
Discussion.....	22
Mesure de temps	22
Questionnaire	22
Test audiométrique jugé le moins gênant.....	23
Seuils d'inconfort-Comparaison de surdités entre individus	23
Seuils d'inconfort-Comparaison des oreilles d'un même individu	24
Dynamique résiduelle-Comparaison de surdités entre individus.....	25
Points de mixage et dynamique résiduelle-Comparaison de l'oreille atteinte avec les valeurs normales pour cette surdité	25
Seuils prothétiques.....	25
Conclusion	26
Bibliographie	28
Annexes	30

Introduction

La méthode conventionnelle de masquage utilisée actuellement présente plusieurs inconvénients. D'une part, elle est longue et souvent source d'inconfort pour le patient, ce qui peut rendre l'expérience désagréable et difficile à supporter. D'autre part, elle n'est pas toujours fiable, car le test peut être mal interprété par certains patients, ce qui nuit à sa précision et à son efficacité. Un autre problème majeur réside dans le fait qu'il devient difficile de réaliser un masquage approprié lorsque l'asymétrie de la surdité du patient est particulièrement marquée. En effet, lorsqu'il y a une grande différence de niveaux auditifs entre les deux oreilles, le masquage devient impossible. De plus, si le niveau de masquage nécessaire pour l'oreille à assourdir est trop proche du seuil d'inconfort de l'oreille la plus fonctionnelle, cela peut entraîner des complications supplémentaires, rendant l'audiométrie encore plus gênante pour le patient. Enfin, cette méthode requiert également une concentration importante de la part du patient, qui doit être particulièrement attentif et réactif tout au long du test afin de faire la différence entre le bruit masquant et le son pulsé. Cela peut augmenter la difficulté et la fatigue du patient pendant l'examen.

C'est pour cette raison que l'on se demande s'il ne serait pas pertinent de trouver une autre méthode pour évaluer les seuils auditifs des patients présentant une asymétrie importante.

Peut-on envisager un test qui soit plus rapide que le masquage traditionnel ? Ce test pourrait-il également garantir une fiabilité satisfaisante sans avoir recours au masquage de l'oreille controlatérale ? De plus, est-il possible que ce test ne nécessite pas une concentration excessive de la part du patient, afin de rendre la mesure plus agréable pour lui ?

Notre objectif principal est de déterminer si les seuils d'inconfort peuvent nous aider à identifier le type de surdité.

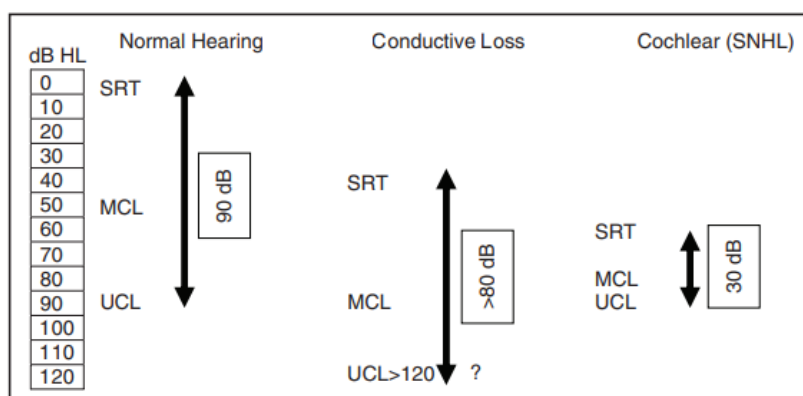


Figure 1 : Illustration de la plage dynamique de la parole pour une oreille ayant une audition normale, une surdité de transmission et une perte auditive endocochléaire. La plage dynamique de la parole est la différence entre le seuil de reconnaissance de la parole (SRT) et le niveau d'inconfort (UCL). Ce qui est le plus notable, c'est la réduction considérable de la plage dynamique (par exemple, 30 dB) observée dans les pertes auditives endocochléaires. (Kramer, 2008)

Nous souhaitons également évaluer l'acceptabilité de ce test auprès des patients à l'aide d'un questionnaire. Enfin, nous voulons démontrer la rapidité de ce test par rapport à la méthode de masquage traditionnelle.

Nos objectifs secondaires consistent à déterminer, en fonction de l'intensité testée sur l'oreille la plus atteinte, à quel niveau sonore la personne entend réellement sur celle-ci lorsque qu'il y a un transfert transcrânien. Nous souhaitons également évaluer le bénéfice de l'appareillage de cette oreille chez les patients présentant une surdité asymétrique.

Nous nous attendons à ce que les niveaux d'inconfort (UCL) chez les individus présentant une surdité de perception soient significativement plus faibles que ceux observés chez les individus souffrant de surdité mixte, et ces niveaux sont à leur tour inférieurs à ceux des individus présentant une cophose, on pourrait donc utiliser les seuils d'inconfort comme mesure finale.

Nous nous attendons également à ce que ce test soit plus rapide et plus apprécié que le masquage traditionnel. Pour chaque fréquence, à partir d'un certain pourcentage de la dynamique pincée du patient, celui-ci pourra entendre directement sur l'oreille la plus sourde, sans transfert transcrânien, en raison de la théorie du recrutement.

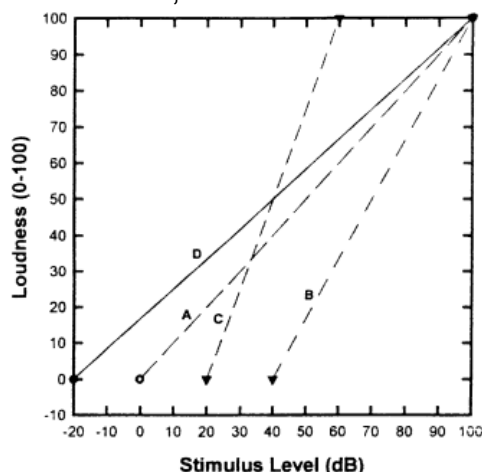


Figure 2 : *Un schéma idéalisé contraste (A) la fonction normale de sonie avec des fonctions de croissance de sonie anormales typiques de (B) un déficit de recrutement cochléaire, (C) l'hyperacousie, et (D) autre type d'hyperacousie*
(Formby & Gold, 2002)

Revue de littérature

Les critères définissant la surdité asymétrique varient considérablement selon les différents auteurs (Gelfand, 2016).

Cependant, on considère souvent, une surdité comme asymétrique, lorsque la différence des seuils des deux oreilles dépasse 15dB.

Méthodes de masquage

Pour déterminer si l'oreille la plus atteinte peut encore percevoir des sons lors d'une surdité asymétrique, nous faisons conventionnellement un masquage de l'oreille controlatérale pour éviter que ce soit la cochlée de l'oreille la plus saine qui soit recrutée (Snyder, 1973).

Or, nous sommes très souvent limités par cette méthode. En effet, l'assourdissement de cette oreille lors d'une grande asymétrie peut gêner le patient.

De plus, une étude a révélé que la moindre valeur d'un transfert transcrânien était de 35dB sur 250Hz (Reger, 1965), alors qu'aujourd'hui les audioprothésistes effectuent généralement un masquage lorsque l'asymétrie dépasse 60dB. (Portmann, 1961). Aussi, il a été observé qu'environ 15% des audiogrammes des patients testés présentaient des erreurs majeures à cause de réponses de l'oreille controlatérale, les erreurs pouvant aussi être dues à un sous-masquage ou sur-masquage (Coles, 1970). Aux Etats-Unis, une autre méthode de masquage par conduction aérienne est utilisée, il s'agit du masquage par recherche de plateau.

Le plateau fait référence à plusieurs intensités qui permettent de masquer l'oreille controlatérale. Si nous réussissons à avoir un seuil entendu 50% du temps (Perkins 2022) et durant 3 répétitions en augmentant le bruit masquant (BSA, 2023) alors nous avons notre plateau. Même si cette méthode nous permet de connaître la localisation de l'atteinte (cochléaire ou centrale) en l'illustrant, celle-ci est vraiment très longue. Cette méthode ressemble énormément à la méthode classique et peut gêner le patient dans de grosses asymétries. En effet, cette méthode peut aussi produire des acouphènes si le bruit masquant est très intense. Dans certains cas, il vaudrait mieux éviter de le faire.

Il existe, cependant, d'autres méthodes de masquage. Celles-ci peuvent aussi se faire par conduction osseuse.

Lorsque le Rinne devient très important, il devient impossible d'assourdir l'oreille controlatérale pour déterminer le seuil de la conduction osseuse. Rainville a donc, mis au point un système qui permet de déterminer directement la valeur du Rinne de

l'oreille testée, afin de déterminer le seuil absolu de la conduction osseuse et non d'éliminer l'oreille controlatérale.

Pour ce faire, des inserts et un vibreur osseux sont utilisés, le conduit auditif est obturé lors de l'utilisation du vibreur osseux. Cela nous permet de déterminer le seuil auditif en conduction aérienne ainsi que les niveaux de bruit en conduction osseuse et aérienne. La différence entre ces valeurs ($Ba-Sa=Bo-So=m$) représente la valeur du masque pour un bruit à bande étroite, considéré comme suffisant lorsqu'il s'agit de bruit blanc (Rainville, 1955).

Cependant, si la conduction osseuse est très altérée, le bruit diffusé par voie osseuse pourrait être trop intense, entraînant ainsi une fatigue auditive. Il est également nécessaire de relever le seuil en conduction osseuse de 10dB dans les basses fréquences lorsque l'on est certain qu'il ne s'agit pas d'une surdité de perception (Jerger, 1971). Enfin, pour une cophose unilatérale, le seuil obtenu en conduction osseuse est sensiblement égal à celui de l'oreille controlatérale.

En masquage par conduction osseuse, il existe aussi le SAL (Sensorineural Acuity Level) test, on peut considérer cette méthode de masquage à un ajustement de celle de Rainville, cependant le vibreur osseux n'est pas posé sur la mastoïde de l'oreille testée mais bien au centre du front, on met une feuille isolante, puis on met les écouteurs de l'audiomètre, la feuille permet d'éviter le contact entre les deux transducteurs.

Cependant, pour cette méthode comme pour celle de Rainville, il faut prendre en compte un delta plus important quand la surdité a une atteinte transmissionnelle, il faut posséder des données supplémentaires quand il s'agit d'une surdité de transmission. Pour conclure, pour les surdités de perception, le SAL test est une bonne mesure,

cependant pour les surdités de transmission, il faut utiliser le SAL test en complément (Harrison, 1964).

Aujourd'hui, il est donc compliqué de trouver une méthode de masquage efficace qui puisse répondre à l'ensemble des critères.

Le seuil d'inconfort (SI) ou uncomfortable level (UCL)

Il existe de nombreuses appellations comme « Loudness Discomfort, Uncomfortable Loudness Level, Discomfort Level and Tolerance » pour désigner distinctement des niveaux d'inconfort différents (différentes sensations : quelque peu gênants, très gênants, douloureux (intensité à ne jamais atteindre) ... Dans cette étude, nous utiliserons le seuil subjectif d'inconfort (SSI) qui correspond à l'inconfort initial (Dodelé 1992).

Le seuil d'inconfort a d'abord été utilisé pour déterminer si la surdité était neurosensorielle ou s'il y avait une atteinte transmissionnelle (Watson, 1944).

Par la suite, les UCL ont été utilisés pour les tests de recrutement (Bangs et Mullins, 1953). Une oreille est considérée comme atteinte de recrutement lorsqu'elle compense sa perte tonale à des intensités élevées, entraînant ainsi une compression de son échelle d'intensité sonore. Les UCL ont été ensuite désignés comme « test du niveau de gêne auditif » (Hood et Poole, 1966). Puis, il a été démontré que le SI est également un seuil au-delà duquel aucune amélioration de la compréhension est possible (Dirks, 1981 ; Newby, 1992 ; Gelfand, 2001), (Punch, 2004). Cette mesure est donc essentielle, car, en définissant ce seuil, nous sommes en mesure d'analyser plusieurs aspects de la surdité.

Croissance de sonie

La sonie correspond à la sensation auditive selon laquelle les sons peuvent être classés sur une échelle allant de doux à fort. La fonction de sonie est la fonction reliant le niveau du signal sonore à sa sonie correspondante. L'évaluation de la fonction de sonie basée sur l'échelle de sonie catégorielle est utilisée pour connaître les limites du champ dynamique résiduel (THR et UCL) mais est aussi utile pour la connaissance de l'ensemble de la plage dynamique résiduelle d'audition, car elle peut être utilisée pour évaluer le recrutement mais aussi pour l'adaptation des aides auditives (ISO, 2006).

Il a été révélé que les fonctions de croissance de la sonie pour les adultes évoluaient de manière non linéaire avec l'augmentation du niveau, qu'ils aient une audition normale ou une perte auditive, les malentendants montrant une croissance plus rapide de la sonie entre le seuil et l'UCL à 3000 Hz (Robinson et Gatehouse, 1996).

Une croissance rapide de la sonie résulte de dommages des cellules ciliées externes (Moore, 1999). Les résultats montrent que la croissance de sonie est plus élevée chez les personnes ayant une surdité unilatérale que chez les normoentendants et les personnes presbycousiques (croissance semblable à celle des normoentendants).

Cela montre que chez les presbycousiques, le champ auditif n'est pas forcément plus réduit car la surdité serait majoritairement rétrocochléaire et que la croissance de sonie normale peut suggérer que la pathologie neuronale (et non sensorielle) pourrait être le facteur dominant dans les presbycousies : « Le décalage de seuil dépendant de la fréquence et l'absence de recrutement observés dans les expériences semblent assez similaires aux changements liés à l'âge dans le système auditif. » (Knight, 1984).

Cependant, bien que les résultats indiquent que les personnes présentant des surdités de perception d'origine principalement endocochléaire ne perçoivent pas la sonie de manière similaire, cela soulève des interrogations sur le modèle actuel.

En effet, les études ont utilisé différentes méthodes pour établir des fonctions de sonie individuelles chez les personnes malentendantes (Marozeau, 2007). De plus, il existe aujourd'hui une remise en question de certaines hypothèses répandues concernant l'impact de la surdité sur la perception de la sonie (Van Beurden, 2020).

Pour toutes ces raisons, nous pensons qu'il est essentiel de développer une nouvelle méthode d'audiométrie rapide et sans masquage afin de mesurer les restes auditifs des personnes présentant d'importantes asymétries.

Les méthodes de masquage ne sont pas toujours totalement efficaces, et compte tenu de la nécessité d'examiner les seuils d'inconfort ainsi que de la connaissance encore partielle de la sonie, il semble pertinent d'approfondir ce sujet.

Méthodologie

Eden Bentolila et moi-même partageons un sujet commun, ce qui signifie que nous avons suivi un protocole identique. Dans cette partie, vous trouverez également les tests réalisés par Eden Bentolila pour son sujet.

Design de l'Étude

Cette étude interventionnelle et expérimentale vise à tester l'utilisation des seuils d'inconfort au casque ou de la mesure IN-SITU pour mesurer les restes auditifs, permettant ainsi d'évaluer approximativement et rapidement les seuils auditifs d'un patient sans avoir recours au masquage.

Participants

Nous avons eu l'opportunité de tester un ensemble de 32 sujets présentant une surdité asymétrique d'au moins 40 dB. Parmi ces participants, se trouvaient 7 cas de

subcophoses, 10 patients touchés par une surdité de perception sévère, 11 individus présentant une surdité de perception accompagnée d'une atteinte transmissionnelle, et pour finir, 4 cas de cophoses.

Vingt participants avaient leur oreille droite comme la plus sourde, tandis que douze autres présentaient l'oreille gauche comme la plus affectée

L'âge moyen des participants était de 65 ans ($\pm 14,9$), avec plus de 68 % de femmes et près de 32 % d'hommes dans l'échantillon. La participante la plus jeune avait 20 ans au moment des tests, tandis que la plus âgée en avait 91.

Critères d'inclusion des sujets

Pouvaient participer à cette étude toutes les personnes majeures présentant une surdité asymétrique ou unilatérale avec une asymétrie d'au moins 40 dB, qu'elles présentaient ou non une atteinte transmissionnelle.

Critères de non-inclusion des sujets

Les critères d'exclusion de l'étude incluent les personnes mineures, les patients souffrant de troubles cognitifs sévères, les individus présentant une surdité asymétrique ou unilatérale inférieure à 40 dB, les sujets ayant une surdité symétrique et celles souffrant d'hyperacousie, car durant cette étude, nous réalisons l'anti-larsen ainsi que plusieurs fois la mesure des seuils subjectifs d'inconfort.

Procédure

Matériel

Pour cette étude, nous avons réalisé les tests dans une cabine insonorisée équipée d'un audiomètre. Nous avons utilisé un vibreur osseux ainsi qu'un casque TDH-39P.

De plus, des appareils auditifs dotés d'un écouteur de puissance M pour la marque Phonak® et d'un écouteur de puissance 85 pour Bernafon® ou Philips®, accompagnés d'un double dôme, ont été utilisés lors de la mesure IN-SITU afin de garantir des résultats uniformes. Nous avons également utilisé les logiciels de ces fabricants et des bouchons ayant une atténuation de 35 dB. Enfin, un questionnaire d'évaluation numérique visuelle comprenant quatre questions spécifiques permettant au patient d'évaluer la gêne et la facilité de réponse des différentes méthodes de mesure a été distribué pour chaque test. Le questionnaire était noté de 0 à 10 points, 10 étant le meilleur score. Les questions portaient sur quatre aspects : la difficulté du test, la clarté des consignes, la concentration et la durée du test.

Passation des épreuves

Pour les examens, le sujet est assis entre 2 haut-parleurs normalisés situés à 1 mètre de lui à hauteur de sa tête (ISO 8253-2) et on a fait attention au positionnement du casque car on peut perdre jusqu'à 15 dB si celui-ci est mal placé sur les oreilles.

Bien que le son continu soit reconnu comme la norme ISO, il est possible de réaliser les audiométries avec des sons pulsés et modulés. C'est exactement ce que nous avons fait. Nous avons réalisé les mesures en commençant par l'oreille la plus saine afin d'obtenir des résultats optimaux.

Pour l'évaluation audiométrique, nous avons adopté la méthode d'encadrement avec une montée de 5 dB et une descente de 10 dB, en effectuant au moins deux balayages pour chaque fréquence.

En ce qui concerne la sonie : nous avons veillé à ce que la stimulation dure au minimum 1 seconde afin de ne pas influencer le seuil, en particulier pour les seuils d'inconfort qui sont encore plus subjectifs que les seuils liminaires (Cox, 1989).

Pour la mesure de la conduction osseuse, nous n'avons pas dépassé les seuils suivants : 40 dB à 250 Hz, 55 dB à 500 Hz et 60 dB pour les fréquences plus élevées. Dépasser ces niveaux d'intensité peut entraîner des distorsions harmoniques et des sensations tactiles, ce qui pourrait fausser les résultats des tests.

Aux hautes fréquences de 3000 et 4000 Hz, le son émis par le vibreur peut être perçu par voie aérienne (rayonnement) chez les personnes ayant une surdité de perception. Cela peut donner une valeur de conduction osseuse perçue comme étant meilleure qu'elle ne l'est réellement. Nous ne tiendrons donc pas compte de ces résultats dans le cas des surdités de perception (L'évaluation audiométrique, 2011).

Après l'otoscopie, l'ordre de passation des tests sera aléatoire, à l'exception de l'audiométrie tonale au casque des seuils prothétiques, qui ont été réalisés en dernier.

Il y a donc 6 possibilités pour l'ordre de passation des autres tests.

Enfin, pour chaque épreuve, les consignes ont été données en amont, et un seul passage par test a été réalisé. De plus, le temps a été mesuré pour chaque épreuve.

Les tests

Le premier test a consisté en la réalisation de l'audiométrie tonale monaurale, qui a impliqué des mesures en conduction aérienne et osseuse. Chaque oreille a été testée séparément au casque. Nous avons d'abord procédé au masquage en conduction osseuse en émettant un son d'assourdissement sur l'oreille controlatérale.

Ce bruit blanc à bande étroite était envoyé à une intensité correspondant à celle de l'oreille testée, diminuée de 5 dB pour tenir compte du transfert transcrânien, en plus du Rinne de l'oreille à assourdir, ainsi qu'un delta d'assourdissement fixé à 20 dB. Parallèlement, nous avons mesuré le critère de non-retentissement correspondant à l'oreille testée plus 60 dB.

Ensuite, nous avons effectué le masquage en conduction aérienne, établi à une intensité équivalente à celle de l'oreille testée, diminuée de 60 dB, en incluant le transfert transcrânien, le Rinne de l'oreille à assourdir, et le même delta d'assourdissement de 20 dB.

Enfin, nous avons à nouveau évalué le critère de non-retentissement, qui correspondait à l'intensité masquée en conduction osseuse, augmentée de 60 dB, afin de ne pas interférer avec l'oreille saine.

Pour chaque fréquence testée, on a également recherché le point de mixage que nous définirons comme la 1^{ère} intensité à laquelle le patient perçoit un son sur l'oreille testée, sans que ce son soit entendu sur l'oreille controlatérale. Cela s'appuie sur le phénomène de recrutement, qui explique que la sonie de l'oreille atteinte augmente plus rapidement que celle d'une oreille normale.

Le deuxième test avait pour objectif d'évaluer les seuils subjectifs d'inconfort au casque. Les oreilles ont été testées séparément. Il est essentiel de demander au patient de préciser, pour chaque fréquence, à partir de quel moment et de quel côté il perçoit le son, afin d'assurer la fiabilité des résultats.

Le troisième test est la mesure IN-SITU, qui consiste à réaliser une audiométrie monaurale directement avec l'appareil auditif Phonak®. Nous avons testé uniquement l'oreille la plus sourde. Nous avons mesuré à la fois le seuil liminaire et le seuil d'inconfort, en demandant au préalable sur quelle oreille le patient entend, afin de s'assurer qu'il n'y ait pas de transfert transcrânien.

Le quatrième test est similaire au précédent, mais nous avons obturé l'oreille controlatérale avec un bouchon offrant une atténuation de 35 dB, afin de vérifier la fiabilité des résultats. Cependant, il est important de noter qu'en fonction du couplage

acoustique que nous avons choisi, il se peut que nous n'ayons pas pu atteindre l'intensité maximale sur toutes les fréquences, ce qui pourrait influencer les résultats. Finalement, nous avons terminé le rendez-vous d'une heure par la mesure des seuils prothétiques afin d'évaluer le gain prothétique sur l'oreille la plus sourde avec un masquage controlatéral correspondant à l'intensité testée + 10 décibels. Cette mesure nous permet de vérifier que le patient entend bien de cette oreille et le bénéfice prothétique.

Résultats

Mesure de temps

La moyenne des temps des tests des UCL au casque (3 ± 1 minutes) et du point de mixage (2 ± 1 minutes) est significativement inférieure à celle du masquage traditionnel (12 ± 5 minutes), tandis que le temps du point de mixage est également significativement inférieur à celui des UCL au casque ($p < 0,001$; Test bilatéral de rangs signés de Wilcoxon).

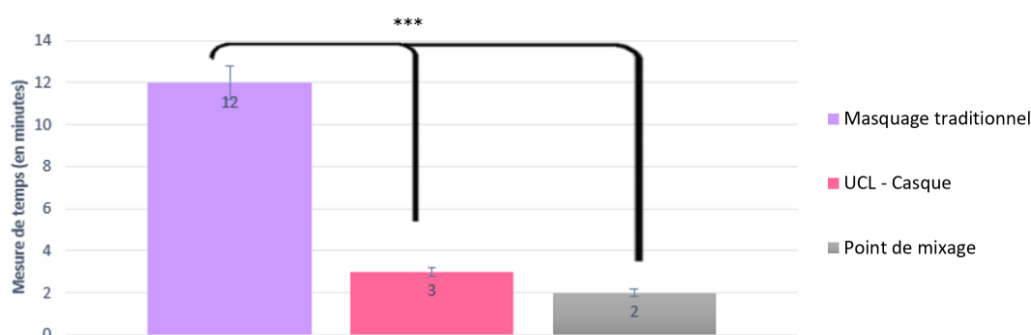


Figure 3 : Histogramme des temps mesurés pour chaque test, accompagné des erreurs standards des 32 sujets

Questionnaire

Pour les questions 3 « *A quel point le test a mobilisé votre concentration ?* » et 4 « *Comment avez-vous trouvé la durée du test ?* », les niveaux d'inconfort (UCL) sont plus hauts, ce qui indique qu'ils ont obtenu de meilleures évaluations que le masquage traditionnel, pour une concentration moindre et une durée du test satisfaisante ($p < 0.05$ pour la question 4 et $p < 0,001$ pour la question 3 ; Test bilatéral de rangs signés de Wilcoxon).

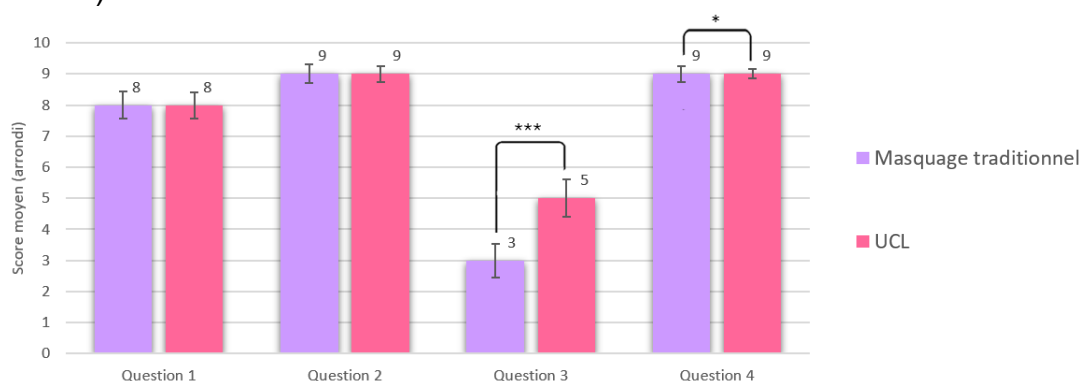


Figure 4 : Histogramme moyen des réponses au questionnaire accompagnées des erreurs standards.

Un score plus élevé indique une meilleure appréciation du test. Les éléments évalués sont : 1. difficulté du test, 2. clarté des consignes, 3. faible concentration, et 4. durée du test.

Test audiométrique jugé le moins gênant

Lorsque l'audioprothésiste n'a pas le temps de faire la mesure IN-SITU lors du bilan auditif, il est intéressant de mesurer les seuils d'inconfort. Ces mesures sont tout autant appréciées que le masquage traditionnel, tout en étant beaucoup plus rapides à effectuer. Cela constitue une alternative valable.

En revanche, lorsque l'audioprothésiste a le temps de procéder à la mesure IN-SITU, celle-ci s'avère aussi précise que l'audiométrie tonale classique et est généralement mieux acceptée par les patients. En effet, 18 personnes préfèrent la mesure IN-SITU, contre seulement 6 pour le masquage traditionnel, soit 3 fois plus de personnes.

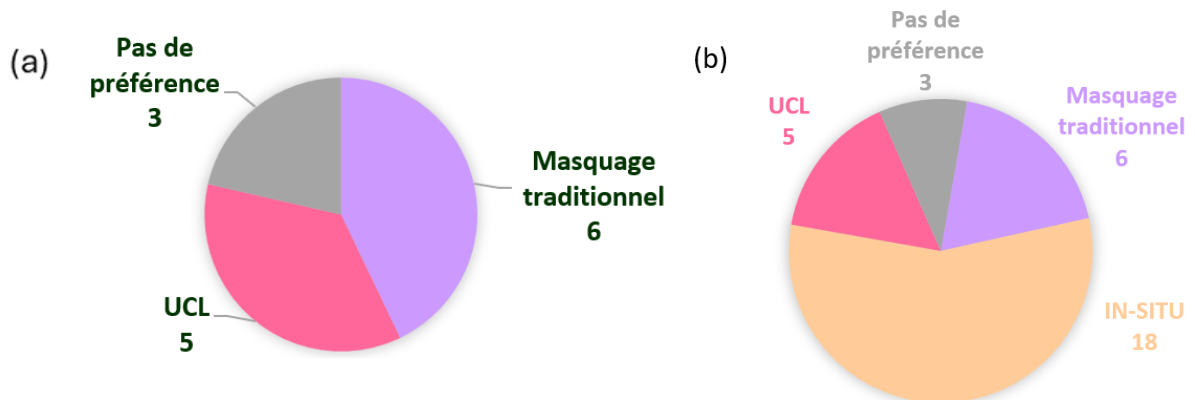


Figure 5 : Graphiques en secteurs (a) et (b) illustrant le test considéré comme le moins gênant par les 32 patients.

Seuils d'inconfort-Comparaison de surdités entre individus

Pour les fréquences basses, les niveaux d'inconfort (UCL) des personnes ayant une cophose ou une subcophose sont significativement plus élevés que ceux ayant une surdité de perception sévère ($p < 0,05$ jusqu'à 1kHz ; test bilatéral de Mann-Whitney).

Les niveaux d'inconfort (UCL) des personnes avec une surdité de perception sévère sont significativement plus faibles que ceux des personnes ayant une surdité mixte, mais seulement à la fréquence la plus basse testée, soit 250 Hz. ($p < 0,05$; Test bilatéral de Mann-Whitney).

Finalement, les niveaux d'inconfort (UCL) des personnes ayant une cophose ou une subcophose sont significativement plus élevés uniquement aux fréquences les plus élevées testées : 4kHz et 6kHz des personnes ayant une surdité mixte. ($p < 0,05$; Test bilatéral de Mann-Whitney).

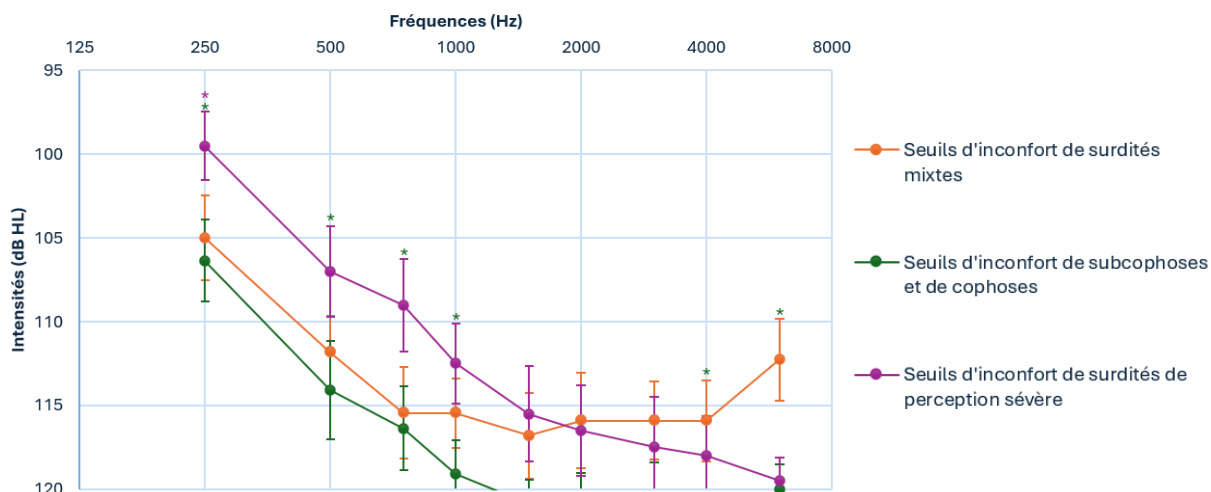


Figure 6 : Audiogrammes des seuils d'inconfort moyens et erreurs standards pour 32 participants : 11 avec une surdité mixte, 11 avec une cophose/subcophose et 10 avec une surdité de perception sévère.

Seuils d'inconfort-Comparaison des oreilles d'un même individu

Les niveaux d'inconfort (UCL) des personnes avec une surdité de perception sévère sont significativement plus élevés sur l'oreille la plus sourde sur toutes les fréquences. ($p < 0,05$ pour les fréquences 250Hz ; 750Hz et 6000Hz et $p < 0,01$ pour les fréquences 500Hz ; 1000- 4000Hz ; Test bilatéral de rangs signés de Wilcoxon).

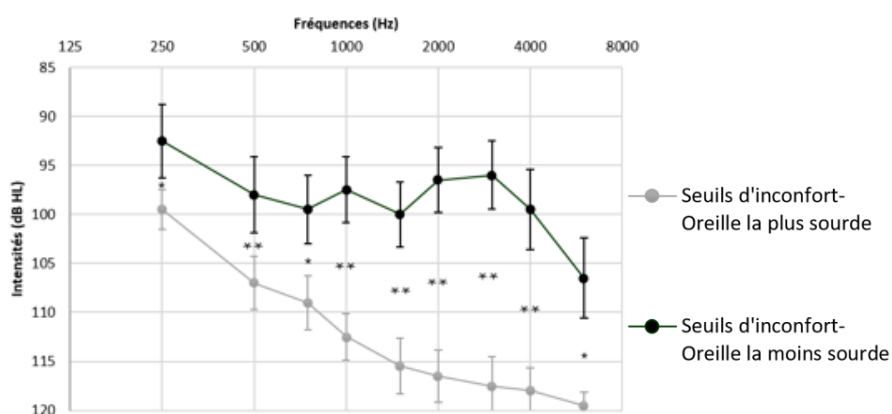


Figure 7 : Audiogrammes des seuils d'inconfort moyens et erreurs standards pour l'oreille la plus saine et la plus sourde des participants avec surdité de perception sévère.

Les niveaux d'inconfort (UCL) des personnes avec une subcophose ou une cophose sont significativement plus élevés sur l'oreille la plus atteinte sur toutes les fréquences. ($p < 0,01$; Test bilatéral de rangs signés de Wilcoxon).

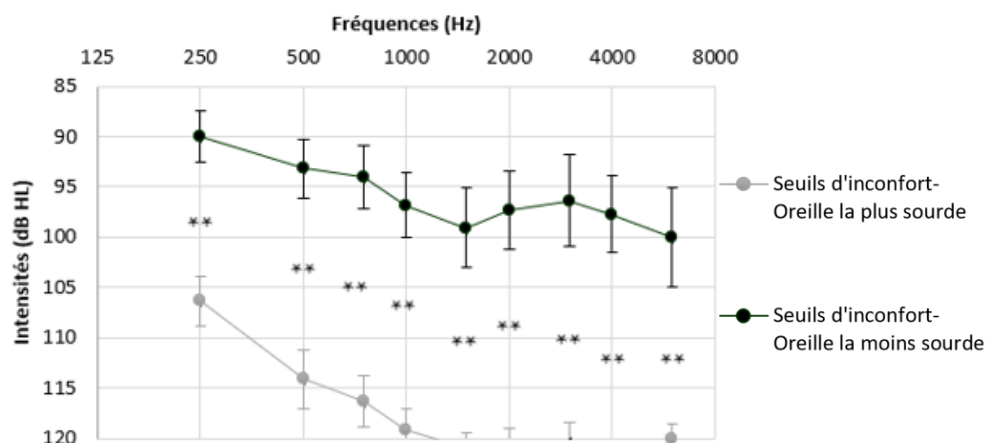


Figure 8 : Audiogrammes des seuils d'inconfort moyens et erreurs standards pour l'oreille la plus saine et la plus sourde des participants avec cophose/subcophose.

Les niveaux d'inconfort (UCL) des personnes avec une surdité mixte sont significativement plus élevés sur l'oreille la plus sourde sur toutes les fréquences sauf pour la fréquence 6kHz. ($p < 0,05$ sur 250Hz, 2-3kHz et $p < 0,01$ sur 500-1500Hz, 4kHz ; Test bilatéral de rangs signés de Wilcoxon).

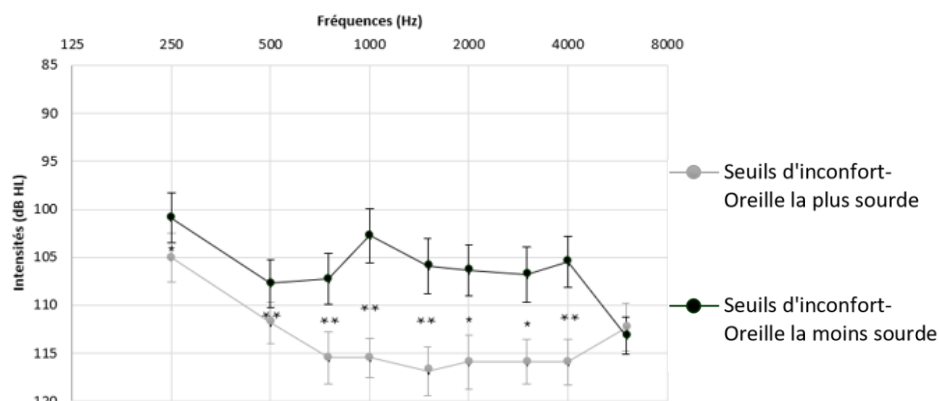


Figure 9 : Audiogrammes des seuils d'inconfort moyens et erreurs standards pour l'oreille la plus saine et la plus sourde des participants avec surdité mixte.

Dynamique résiduelle-Comparaison de surdités entre individus

Les personnes présentant une surdité de perception sévère affichent un champ dynamique auditif significativement plus élevé que ceux des individus atteints de cophose et de subcophose ($p < 0,001$ sur les fréquences 1500-4000Hz et $p < 0,01$ sur les fréquences 250-1000Hz et 6000Hz ; Test bilatéral de Mann-Whitney).

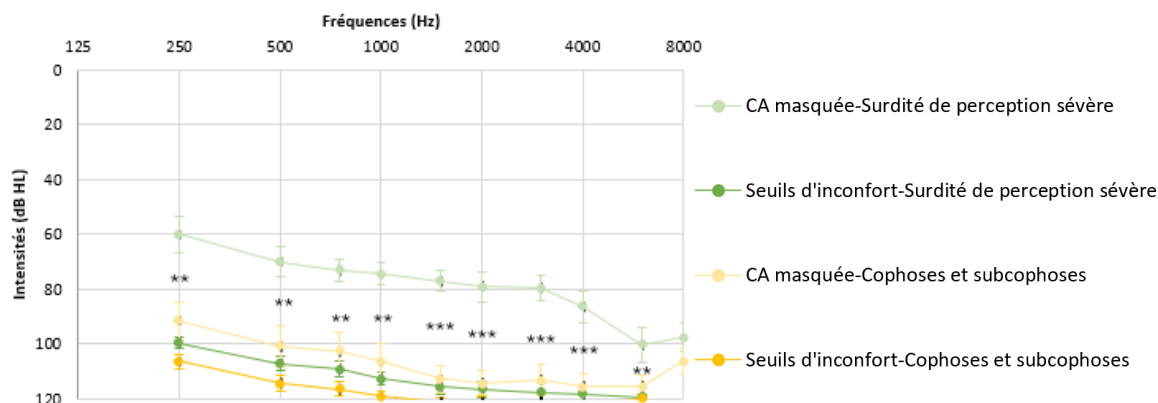


Figure 10 : Audiogrammes moyens et erreurs standards de la dynamique résiduelle de l'oreille la plus sourde chez les participants avec surdité de perception sévère et cophose/subcophose.

Les personnes ayant une surdité mixte n'ont pas un champ dynamique auditif significativement supérieur que ceux des personnes ayant une surdité de perception sévère ($p > 0,05$ sur toutes les fréquences ; Test unilatéral de Mann-Whitney).

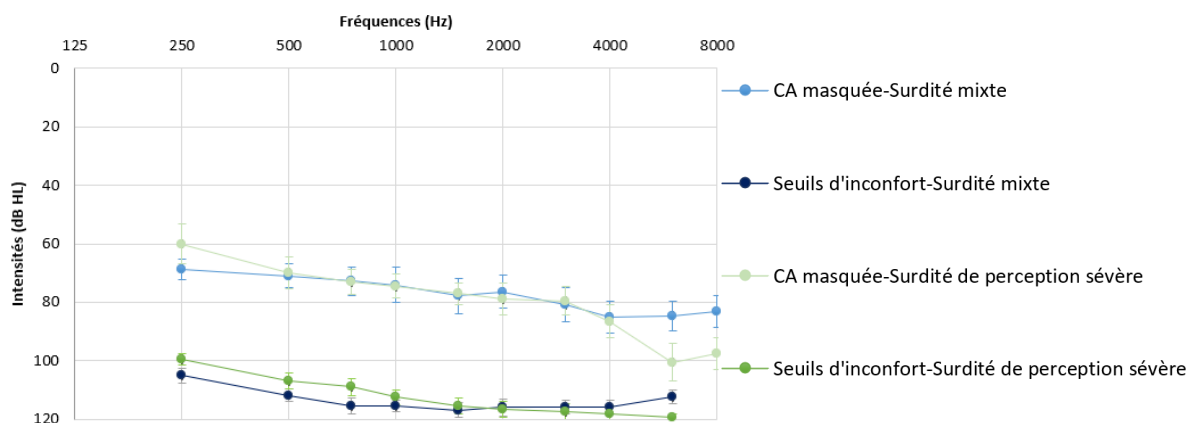


Figure 11 : Audiogrammes moyens et erreurs standards de la dynamique résiduelle de l'oreille la plus sourde chez les participants avec surdité de perception sévère et surdité mixte.

Les personnes ayant une surdité mixte ont un champ dynamique auditif significativement supérieur que ceux des personnes ayant une cophose ou une subcophose ($p < 0.05$ sur 250Hz ; $p < 0,01$ sur 500, 1k, 4k et 6kHz et $p < 0,001$ sur 750, 1,5-3kHz ; Test bilatéral de Mann-Whitney).

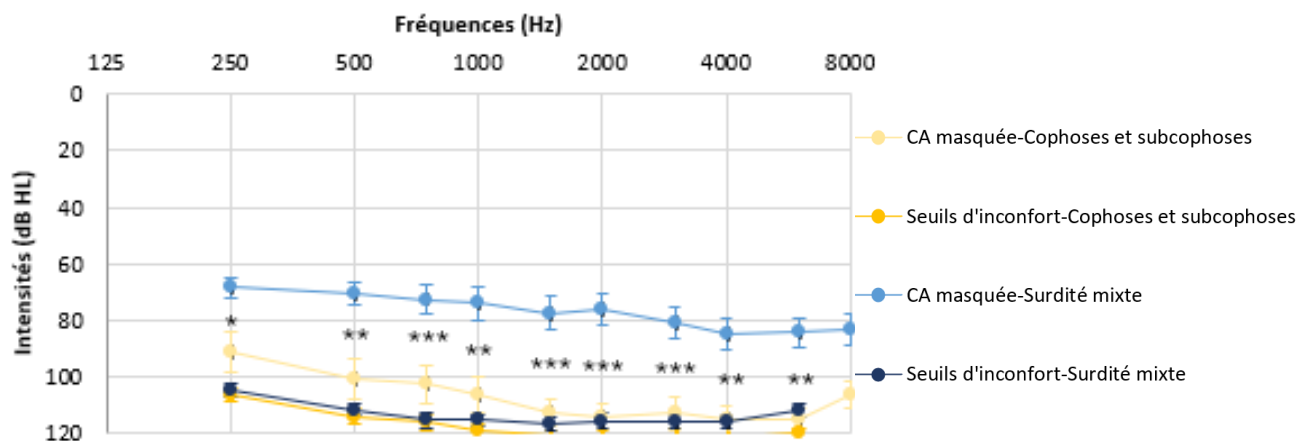


Figure 12 : Audiogrammes moyens et erreurs standards de la dynamique résiduelle de l'oreille la plus sourde chez les participants avec surdité mixte et cophose/subcophose.

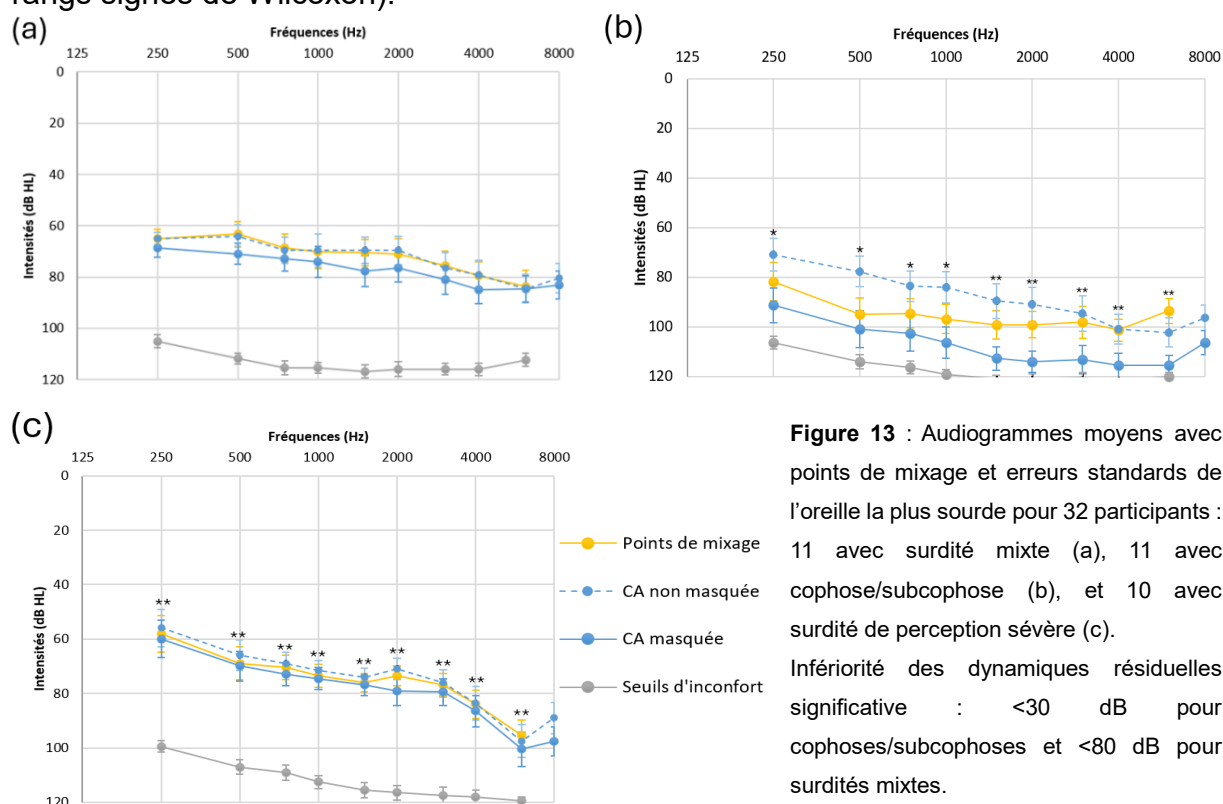
Points de mixage et dynamique résiduelle-Comparaison de l'oreille atteinte avec les valeurs normales pour cette surdité

Aucun type de surdité ni pour aucune fréquence ne présentent un point de mixage significativement supérieur à la conduction aérienne masquée de ces mêmes individus. ($p > 0,05$; Test bilatéral de rangs signés de Wilcoxon).

Les personnes présentant une surdité de perception sévère affichent une dynamique résiduelle qui n'est pas significativement inférieure à 30dB ($p > 0,05$ sur toutes les fréquences ; Test bilatéral de rangs signés Wilcoxon).

Les personnes présentant une subcophose ou une cophose affichent une dynamique résiduelle significativement inférieure à 30dB ($p < 0,05$ sur les fréquences 250-1kHz et $p < 0.01$ sur les fréquences 1,5-6kHz ; Test bilatéral de rangs signés de Wilcoxon).

Les personnes présentant une surdité mixte affichent une dynamique résiduelle significativement inférieure à 80dB ($p < 0,01$ sur toutes les fréquences ; Test bilatéral de rangs signés de Wilcoxon).



Seuils prothétiques

Afin d'évaluer l'efficacité de l'appareillage pour les grandes surdités asymétriques, nous avons également mesuré les seuils prothétiques.

Les seuils prothétiques des surdités de perception sévère sont significativement plus élevés que la conduction aérienne masquée ($p < 0,01$; Test bilatéral de rangs signés de Wilcoxon).

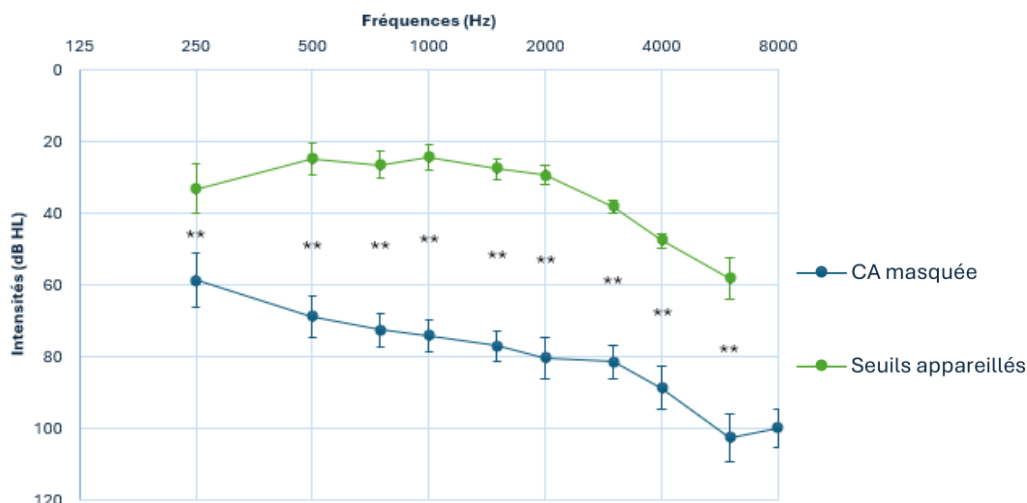


Figure 14 : Audiogrammes moyens et erreurs standards des seuils appareillés de l'oreille la plus sourde chez 9 participants avec surdité de perception sévère.

Les seuils prothétiques des subcophoses ne sont pas significativement plus élevés que les seuils de conduction aérienne masquée, en raison d'un nombre insuffisant de participants testés (seulement 3 personnes atteintes d'une subcophose étaient appareillées) ($p > 0,05$ sur toutes les fréquences ; Test bilatéral de rangs signés de Wilcoxon).

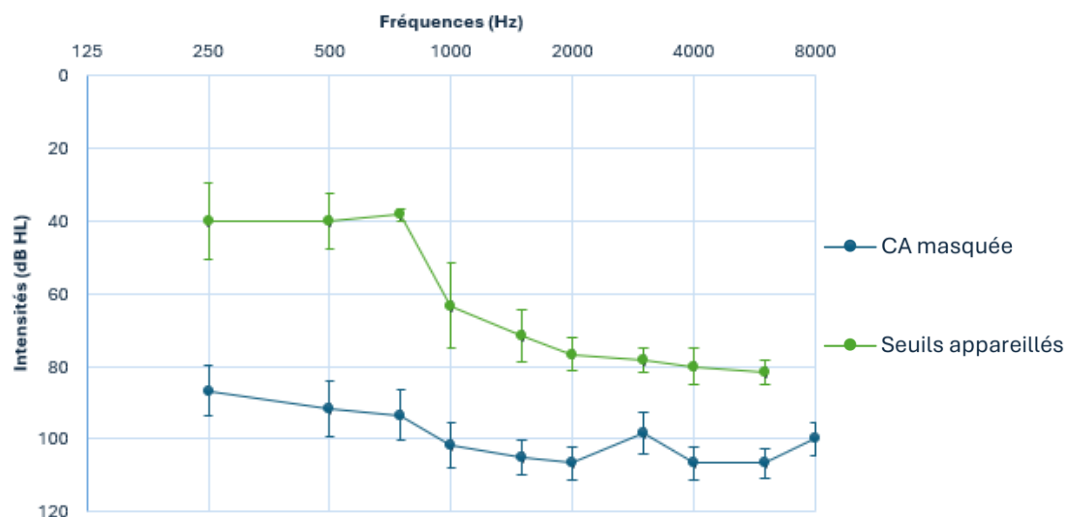


Figure 15 : Audiogrammes moyens et erreurs standards des seuils appareillés de l'oreille la plus sourde chez 3 participants avec subcophose

Les seuils prothétiques des surdités mixtes sont significativement supérieurs aux seuils de conduction aérienne masquée ($p < 0,01$ sur toutes les fréquences ; Test bilatéral de rangs signés de Wilcoxon).

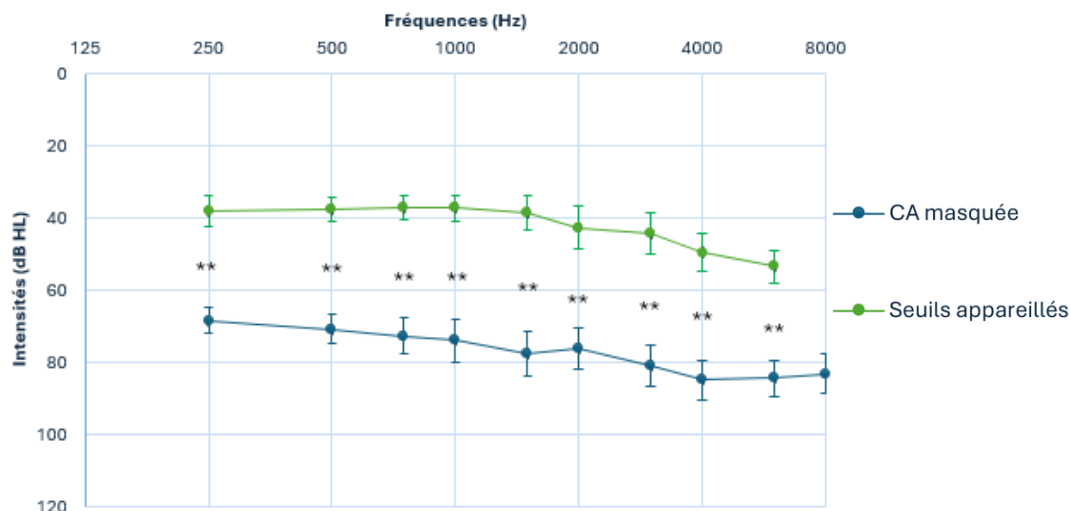


Figure 16 : Audiogrammes moyens et erreurs standards des seuils appareillés de l'oreille la plus sourde chez 11 participants avec surdité mixte.

Discussion

Mesure de temps

Les UCL sont indéniablement plus rapides à réaliser que le masquage traditionnel, nécessitant seulement 4 minutes contre 12 minutes pour ce dernier.

En effet, pour évaluer les seuils d'inconfort, nous effectuons seulement 2 mesures (une pour l'oreille droite et une pour l'oreille gauche), tandis qu'avec le masquage traditionnel, il est nécessaire de mesurer d'abord la conduction aérienne des deux oreilles, suivie de la conduction osseuse des deux oreilles, puis enfin la conduction osseuse et aérienne masquées de l'oreille la plus sourde.

Questionnaire

Les UCL ont été jugés particulièrement supérieurs en termes de concentration.

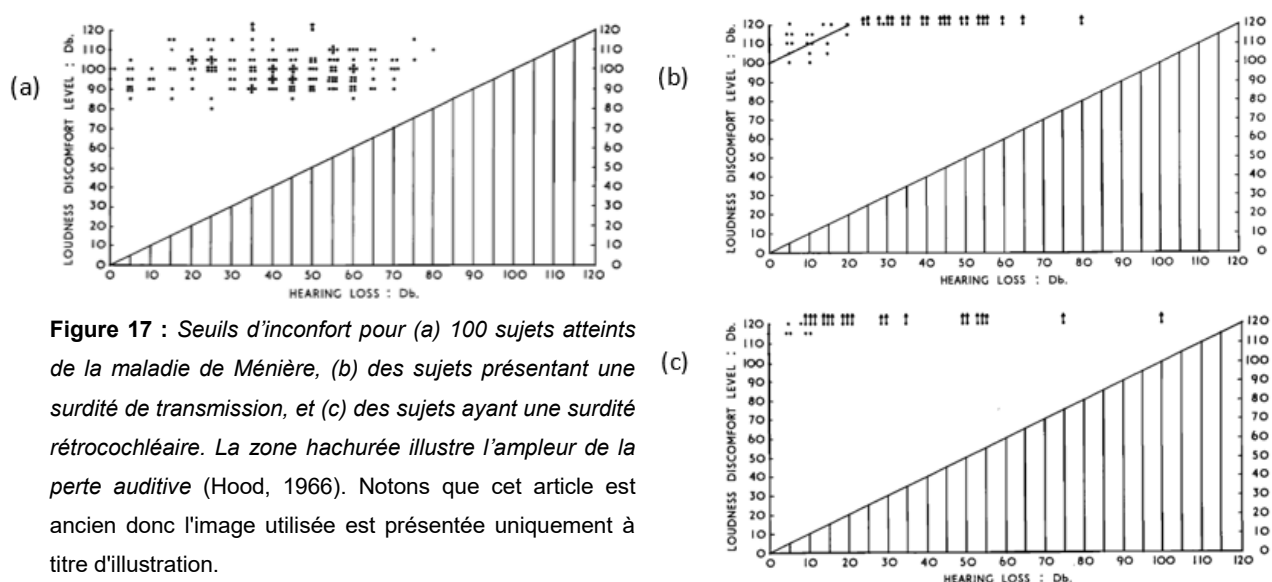
En effet, pour les participants, ce test ne nécessitait pas un niveau élevé de concentration et il a été constaté que sa durée était plus raisonnable que celle du masquage traditionnel.

Test audiométrique jugé le moins gênant

Cependant, malgré les bons résultats de ce test, les participants n'ont pas vraiment préféré les UCL au masquage traditionnel, avec 5 personnes choisissant les UCL et 6 préférant le masquage traditionnel.

Ceux qui ont opté pour les seuils d'inconfort ont indiqué que le bruit de masquage sur l'oreille la plus saine leur était désagréable ou alors ils ont trouvé qu'il était plaisant de réentendre des sons forts sur leur oreille la plus sourde, ce qui ne leur était pas arrivé depuis longtemps.

Seuils d'inconfort-Comparaison de surdités entre individus



Si les seuils d'inconfort ne sont pas significativement plus élevés chez les personnes atteintes de subcophoses ou de cophoses par rapport à celles ayant une surdité de

perception sévère, cela peut s'expliquer par le fait que la majorité des cas de surdité de perception sévère testés étaient également dus à des causes presbyacousiques, où les fréquences aiguës sont généralement perdues en premier.

Par conséquent, la différence entre ces deux groupes pourrait être moins marquée.

Bien que des études antérieures aient montré que les surdités avec atteintes transmissionnelles avaient des UCL beaucoup plus élevés, il est important de noter une limite dans la comparaison des valeurs, en raison de nombreuses mesures dépassant 120 dB. De plus, dans notre étude, lorsqu'il n'y avait pas de seuil d'inconfort, nous avons noté comme valeur, l'intensité maximale que nous pouvions tester à l'audiomètre, augmentée de 5 dB. Cela a pu fausser les résultats obtenus.

Seuils d'inconfort-Comparaison des oreilles d'un même individu

Notre étude a également révélé une élévation des UCL avec l'augmentation de la perte auditive pour les surdités neurosensorielles, ce qui est en accord avec les résultats de Liu (2000). Nous avons également observé ce même phénomène pour les surdités mixtes. Bien que nous ayons tenté de réduire les biais subjectifs en utilisant la même formulation de consignes pour tous les participants (Mc Candless, 1973 ; Berger, 1976 ; Skinner, 1988 ; Elberling and Nielsen, 1993 ; Jenstad et al, 1997 ; Rasmussen et al, 1998), nous avons observé que certains patients, ayant perdu totalement l'audition de leur oreille en raison d'une chirurgie ratée du neurinome, ressentaient une appréhension qui nous empêchait de déterminer leurs véritables seuils d'inconfort. Cette inquiétude concernant le risque d'endommager leur audition restante a pu influencer les résultats obtenus pour le groupe de cophoses et de subcophoses.

Dynamique résiduelle-Comparaison de surdités entre individus

L'absence de différences significatives dans la dynamique résiduelle de l'audition entre les surdités mixtes et les surdités de perception sévère suggère qu'il serait difficile de définir des valeurs normatives de référence pour les UCL mais aussi de leur champ auditif résiduel, en raison de la similarité de leurs dynamiques auditives.

Ainsi, il convient d'interpréter la figure 1 avec précaution.

Points de mixage et dynamique résiduelle-Comparaison de l'oreille atteinte avec les valeurs normales pour cette surdité

Cependant, sur le graphique de comparaison (Figure 1), nous observons le champ dynamique auditif d'une surdité de transmission pure, alors que notre analyse portait uniquement sur les surdités mixtes. Par conséquent, la comparaison mettant en avant l'infériorité de la dynamique résiduelle à 80 dB n'est pas entièrement probante.

Tous les points de mixage inférieurs au seuil peuvent s'expliquer par le fait que ces individus n'ont jamais perçu de sons avec cette oreille, ou qu'ils ont perdu l'audition depuis trop longtemps, rendant le test peu concluant.

De plus, leur asymétrie auditive a également contribué à leur incapacité à localiser le son, les amenant à répondre uniquement lorsqu'ils entendaient.

Finalement, les résultats sont en accord avec d'autres études, qui n'ont également pas révélé de différences significatives en ce qui concerne la plage de perception auditive résiduelle en fonction du type de surdité (Laguinn, 2005).

Seuils prothétiques

Bien que la plupart des résultats indiquent une amélioration des seuils liminaires avec l'appareillage, il est important de rester vigilant, car le masquage utilisé n'est pas

normé. Nous avons appliqué un masquage à une intensité de test + 10 dB. De plus, le nombre de personnes testées dans les groupes de surdité était limité, mais nous avons pu observer cela principalement lors de la comparaison des seuils prothétiques pour les subcophoses, qui ne comptaient que trois participants. Cela ne permet malheureusement pas d'obtenir des résultats significatifs.

Or, les personnes ayant une surdité asymétrique modérée à sévère avec une atteinte endocochléaire affichent un score de discrimination de la parole plus faible sur leur oreille la plus sourde par rapport aux patients présentant une surdité symétrique de même degré (Kurioka, 2021).

Il nous paraît essentiel de tenir compte des préférences du patient et du type de surdité de l'oreille plutôt que de se limiter uniquement au degré de surdité, afin de déterminer quelle oreille appareiller.

Conclusion

Bien que la mesure des seuils d'inconfort soit quatre fois plus rapide que la méthode de masquage traditionnel et nécessite donc moins de concentration de la part des participants, ceux-ci ont préféré le masquage traditionnel.

De plus, nous avons remarqué que la précision de ce test n'était pas aussi bonne que nous l'espérions. En effet, les résultats obtenus n'ont pas atteint le niveau de fiabilité attendu. Les différences de valeurs de seuils d'inconfort en fonction des types de surdité n'étaient pas toujours significatives et se sont parfois révélées très subjectives.

Il nous paraît essentiel de souligner, que malgré ces limites, ce test peut s'avérer être un moyen de confirmation précieux lorsque des doutes subsistent concernant une oreille dite cophotique. En effet, il se peut que cette oreille soit finalement capable de capter certains sons.

Par conséquent, même si les seuils d'inconfort ne peuvent pas encore remplacer la méthode de masquage traditionnel, ils restent une ressource utile pour les surdités avec de grandes asymétries. Ils nous permettent d'évaluer la dynamique résiduelle de l'oreille la plus sourde pour l'appareillage. En général, les UCL peuvent être considérés comme un outil supplémentaire pour mieux évaluer le type de surdité, surtout lorsqu'ils sont utilisés en association avec d'autres tests pour obtenir une évaluation plus complète.

Concernant les points de mixage, bien qu'ils aient été examinés dans cette étude, les résultats ont été tronqués par une sélection de patients qui n'était pas suffisamment ciblée ce qui a conduit à des résultats non significatifs.

Nous aurions préféré étudier des patients présentant une surdité asymétrique, en particulier des subcophoses, acquises et dont l'apparition de la perte auditive remontait à moins d'une certaine période. Il serait donc essentiel de préciser la durée maximale de la surdité à considérer dans une étude ultérieure. Cela garantirait la capacité des patients à localiser le son du côté où ils entendent. En effet, dans notre étude, ceux dont la surdité asymétrique était ancienne ou d'origine congénitale avaient souvent perdu la capacité de latéraliser le son. Par conséquent, nous n'étions pas en mesure de mesurer le point de mixage.

Il serait donc pertinent d'explorer davantage ces points de mixage dans de futures recherches, qui réuniraient une population de participants plus en correspondance avec cet objet d'étude. Cela pourrait permettre d'obtenir des résultats plus exploitables et plus utiles, enrichissant ainsi notre compréhension des mécanismes auditifs et améliorant les méthodes de diagnostic des troubles de l'audition.

Bibliographie

Bangs, J. L., & Mullins, C. J. (1953). Recruitment testing in hearing and its implications. *Archives of Otolaryngology*, 58, 582–592

Berger, K. W. (1976). The use of uncomfortable loudness level in hearing aid fitting. *Maico Audiology Library Series*, 15, 2

Coles, R. R. A, and Priede, V. M. (1970) : On the Misdiagnoses. Resulting from Incorrect Use of Masking. *Jour. Laryngol. and Otol.*, 84 (1), 41-63

Cox, R. M. (1989). Comfortable Loudness Level : Stimulus effects, long-term, reliability and predictability. *Journal of speech and Hearing research*(32), pp. 816-828

Dirks, D. D, Kamm, C. A, Dubno, J. R, & Velde, T. M. (1981). Speech recognition performance at loudness discomfort level. *Scandinavian Audiology*, 10, 239–246

Dodelé, L (1992), La mesure du seuil d'inconfort, *Phonak Focus*

Formby G. and Gold S. L, M.A (2002) Modification of Loudness Discomfort Level: Evidence for Adaptive Chronic Auditory Gain and Its Clinical Relevance, *Seminars in Hearing*, 23 (1), 21-34

Gelfand, S. A. (2001). Speech audiometry. In *Essentials of audiology*, 257–290. New York : Thieme Medical Publishers.

Gelfand, S. A. (2016), *Essentials of Audiology, Fourth Edition*, Thieme Medical Publishers Inc, p273-275

Harrison, R. J, Ph.D, (Mars 1964), The Clinical Application of the Sensorineural Acuity Level (Sal) Test*, 57, 272-274

Hood, J. D and Poole J. P (1966) Tolerable Limit of Loudness: Its Clinical and Physiological Significance, *The Journal of the Acoustical Society of America* 40 (1), 47-53

Jenstad LM, Cornelisse LE, Seewald RC. (1997) Effects of test procedure on individual loudness functions. *Ear Hear* 18 :401–408.

Jerger, J. (1971) *Principles and Limitations of the Rainville Methodology*, *Audiology*, 10, 129-137

Knight, K. K, Margolis, R. H. (March 1984), Magnitude estimation of loudness II : loudness perception in presbycusis listeners, *Journal of Speech and Hearing Research*, 27, 28-32

Kramer, S (2008) *Audiology : Science to Practice*, 192

Kurioka, T, Sano, H, Furuki, S. & Yamashita, T. (2021) Speech discrimination impairment of the worse-hearing ear in asymmetric hearing loss, *International Journal of Audiology*, 60 (1), p54-59

Legent, F, Bordure, P, Calais, C, Malard, O, Chays, A, Roland, J, Garnier, S, Debrulle, X. (2011), *Audiologie pratique, Audiométrie*, 3^e édition

Liu T-C, Chen Y-S (2000) Loudness discomfort levels in patients with conductive and mixed hearing loss, *Auris Nasus Larynx* 27, 101–104

Marozeau, J. and Florentine, M. (September 2007), Loudness growth in individual listeners with hearing losses: A review, *The Journal of the Acoustical Society of America*, 122 (3), 81-87

McCandless, G. (1973). Hearing aids and loudness discomfort. Paper presented at the 3rd Oticongress, 39–44, Oticon International A/S : Copenhagen, Denmark.

Moore, B. C. J, Glasberg, B. R. and Vickers, D. (September 1999) Further evaluation of a model of loudness perception applied to cochlear hearing loss, *The Journal of the Acoustical Society of America*, 106 (2), 898-907

Newby, H. A, & Popelka, G. R. (1992). Testing auditory function: Speech audiometry. In *Audiology*, 183–18, Englewood Cliffs, NJ : Prentice Hall

Perkins, C. J, Mitchell, S. (Last Update : March 31, 2022), *Audiology Clinical Masking*

Punch, J, Joseph, A, Rakerd, B. (December 2004), MCL and UCL : Six Decades of Research, *American Journal of Audiology*, 13, 144–157

Portmann, M, Portmann, C (1961) *Clinical audiometry*

Rainville, M. J. (1955), L'épreuve d'assourdissement ipsilatéral par conduction osseuse, 171-173

Rasmussen AN, Olsen SO, Borgkvist BV, Nielsen LH. (1998) Long-term test-retest reliability of category loudness scaling in normal-hearing subjects using pure tone stimuli. *Scand Audiol* 27 :161–167.

Reger, S. N. (1965) : Pure-Tone Audiometry. A. Glorig, Editor. In : *Audiometry: Principles and Practices*. Williams and Wilkins, Baltimore, Md

Robinson, K, & Gatehouse, S. (1996). Test–retest reliability of loudness scaling. *Ear and Hearing*, 17, 120–123

Skinner MW. (1988) Determining an individual's auditory area. In : *Remediation of Communication Disorders*. Englewood Cliffs, NJ : Prentice Hall, 118–148.

Snyder, J. M, Ph.D, (Novembre 1973), Interaural attenuation characteristics in audiometry, *The Laryngoscope*, 83 (11), 1847-1855

Van Beurden, M, Boymans, M, Van Geleuken, M, Oetting, D, Kollmeier, B. & Dreschler, W. A. (2020), Uni- and bilateral spectral loudness summation and binaural loudness summation with loudness matching and categorical loudness scaling, *International Journal of Audiology*

Watson, L. A. (1944). Certain fundamental principles in prescribing and fitting hearing aids. *Laryngoscope*, 56, 531–558.

(First edition 2006-08-01), *Acoustics - Loudness scaling by means of categories*, International Standard, International Organization for Standardization (ISO)

(2018-2023), *Recommended Procedure Pure-tone air-conduction and boneconduction threshold audiometry with and without masking*, British Society of Audiology, p16-26

Annexes

Documents Complémentaires : Données brutes, questionnaire (ENV) et formulaire de consentement type

Numéro patients	âge	Mauvaise Oreille D/G	Cophose Subcophose Transmission	Bonne oreille CA non masquée										Bonne oreille CO non masquée									
				250	500	750	1000	1500	2000	3000	4000	6000	8000	250	500	750	1000	1500	2000	3000	4000		
F781124P006	46	D	Transmission	20	15	15	10	15	10	10	20	25	10	0	15	15	0	15	10	10	10		
F481124P008	76	D	Transmission	25	40	45	55	40	35	30	35	50	75	10	15	20	35	35	30	20	20		
F331124P009	91	G	Transmission	20	35	40	40	35	30	40	50	70	80	15	25	40	40	35	30	40	50		
F631124P011	61	D	Transmission	35	30	25	15	15	15	20	35	30	40	35	30	25	15	15	15	20	35		
M881124P015	36	D	Transmission	15	15	15	10	15	15	15	15	30	10	15	15	15	5	10	10	15	5		
M531224P020	71	D	Transmission	25	40	50	55	40	40	75	70	75	105	10	20	30	35	35	40	55	65		
F541224P021	69	G	Transmission	30	30	45	45	45	45	40	65	70	80	10	25	25	30	35	40	35	30		
F601224P023	64	G	Transmission	25	30	25	20	25	20	35	35	50	50	0	5	5	10	10	20	15	15		
F571224P025	67	D	Transmission	25	30	35	35	35	40	40	45	65	50	20	25	35	35	35	35	30	25		
F371224P028	87	G	Transmission	25	25	30	40	40	40	45	55	70	85	5	25	20	25	30	30	35	40		
M551224P031	69	D	Transmission	15	15	10	10	15	15	40	45	30	20	0	15	10	5	10	15	45	35		
F511024P003	72	G	Perception sévère	25	20	20	20	15	10	30	30	65	55	15	20	20	15	15	10	30	30		
F551124P004	69	D	Perception sévère	10	5	5	5	15	10	20	30	45	75	10	5	5	5	5	10	20	30		
M491124P010	75	G	Perception sévère	10	5	10	15	25	25	40	55	60	80	5	5	10	15	20	25	40	50		
M551124P013	69	D	Perception sévère	20	15	15	15	40	40	35	50	50	55	20	15	15	15	35	40	35	25		
M721124P014	52	D	Perception sévère	15	20	20	25	10	10	30	40	65	45	10	20	20	10	10	10	25	35		
F511124P016	73	D	Perception sévère	10	10	15	15	20	30	35	35	75	60	10	10	15	10	15	30	25	35		
F771124P017	47	G	Perception sévère	10	10	10	10	25	10	10	10	20	15	10	10	5	10	15	10	10	0		
M661124P018	58	G	Perception sévère	20	20	25	25	35	35	30	50	70	65	20	20	25	20	35	35	30	45		
F361224P019	88	D	Perception sévère	35	40	50	55	55	50	50	65	80	86	35	40	50	55	55	50	50	50		
F741224P022	70	G	Perception sévère	45	35	35	50	45	40	30	25	35	30	-5	15	10	25	35	40	25	15		
F041024P001	20	D	Subcophose	15	5	0	0	-5	0	-10	5	10	10	10	5	0	0	-5	0	-10	0		
M421024P002	82	G	Subcophose	30	25	20	35	45	45	40	50	65	70	5	25	20	35	45	45	40	40		
M581124P005	65	D	Subcophose	10	15	10	10	15	25	45	45	60	80	10	15	10	10	15	25	35	30		
F591124P007	65	D	Subcophose	15	10	5	5	15	15	20	20	45	35	15	10	5	5	15	15	20	20		
F391124P012	85	D	Subcophose	40	40	40	40	50	55	55	60	70	80	40	40	40	40	50	50	50	60		
M741224P027	50	D	Subcophose	20	20	20	15	10	15	15	20	20	15	20	20	20	15	10	15	15	20		
F631224P029	61	G	Subcophose	35	30	20	15	15	25	30	30	50	50	5	20	15	10	15	20	15	10		
F581224P024	66	D	Cophose	70	75	85	75	60	55	50	30	50	70	20	30	40	30	30	35	25	0		
F631224P026	61	D	Cophose	25	20	15	15	10	15	15	35	15	35	25	20	15	15	10	15	15	15		
F621224P030	62	D	Cophose	25	30	40	50	55	55	55	70	65	70	25	30	35	40	50	55	50	55		
F611224P032	63	G	Cophose	65	65	65	70	75	60	60	65	75	85	20	35	25	35	40	30	40	40		
Ecart-type âge	14,91359523	Transmission	Moyenne	23,636363	27,7272727	30,4545455	30,4545455	29,0909091	27,7272727	35,4545455	42,7272727	51,3636364	55	10,9090909	19,5454545	21,8181818	21,3636364	24,0909091	25	29,0909091	30		
Moyenne d'âge	65,3125		Erreur Standard	1,7953107	2,80937039	4,12611117	5,41271842	3,68153759	3,89426365	5,28525158	5,15062381	5,91957113	9,81649817	3,14918329	2,17992342	3,18181818	4,42569507	3,55592858	3,43775825	4,30740281	5,35129551		
Médiane d'âge	66,5	Perception sévère	Moyenne	20	18	20,5	23,5	28,5	26	31	39	56,5	56,6	13	16	17,5	18	24	26	25	31,5		
Pourcentage H	31,25		Erreur Standard	3,80058475	3,74165739	4,24591307	5,22015325	4,65772954	4,8189441	3,39934634	5,15320828	5,96517672	7,00031745	3,34995854	3,23178657	4,16666667	4,48454135	4,87624628	4,8189441	3,48010217	4,94694069		
Pourcentage F	68,75	Subcophose	Moyenne	23,5714286	20,7142857	16,4285714	17,1428571	20,7142857	25,7142857	27,8571429	32,8571429	45,7142857	48,5714286	15	19,2857143	15,7142857	16,4285714	20,7142857	24,2857143	23,5714286	25,7142857		
			Erreur Standard	4,32521475	4,55503011	4,96586991	5,65444861	7,43452143	7,10705312	8,2272155	7,38862888	8,62088904	11,1651182	4,6291005	4,28571429	4,93150361	5,74397052	7,43452143	6,67516465	7,536758	7,51415897		
		Cophose	Moyenne	46,25	47,5	51,25	52,5	50	46,25	45	50	51,25	65	22,5	28,75	28,75	30	32,5	33,75	32,5	27,5		
			Erreur Standard	12,3110723	13,3072662	15,1897718	13,6167789	13,9940464	10,4831214	10,2062073	10,2062073	13,1299594	10,6066017	1,44337567	3,14576435	5,54338946	5,40061725	8,53912564	8,26009483	7,77281588	12,3322072		
		Subcophose et cophose	Moyenne	31,8181818	30,4545455	29,0909091	30	31,3636364	33,1818182	34,0909091	39,0909091	47,7272727	54,5454545	17,7272727	22,7272727	20,4545455	21,3636364	25	27,7272727	26,8181818	26,3636364		
			Erreur Standard	5,96477262	6,62140281	7,91483595	7,83349452	7,89392485	6,4057051	6,63387251	6,24565965	6,92044522	8,13115628	3,11620664	3,18830508	4,07065694	4,47675355	5,68090902	5,15062381	5,48853049	6,18248659		

Mauvaise oreille CA non masquée										Mauvaise oreille CO non masquée								Mauvaise oreille CA masquée										
250	500	750	1000	1500	2000	3000	4000	6000	8000	250	500	750	1000	1500	2000	3000	4000	250	500	750	1000	1500	2000	3000	4000	6000	8000	
50	50	50	55	50	40	50	55	50	45	0	20	20	0	15	20	15	10	50	50	50	55	50	40	50	55	50	45	
70	80	85	105	80	75	70	75	80	80	15	25	25	35	35	35	30	25	70	80	90	105	90	80	70	80	85	90	
70	80	85	85	95	90	80	85	105	75	25	45	40	40	45	50	45	50	75	80	85	85	115	95	80	85	90	80	
70	70	70	60	60	50	55	55	75	70	40	35	25	20	15	25	45	55	80	80	65	60	60	60	65	70	80	75	
70	60	60	50	50	60	75	75	80	65	15	15	10	10	35	30	25	20	75	70	65	65	70	75	80	85	85	70	
65	70	90	95	85	95	120	120	115	115	10	20	30	35	35	50	60	65	65	70	90	95	95	100	120	120	115	115	
65	55	75	70	70	75	95	100	105	95	10	25	30	30	30	45	55	50	60	60	80	75	80	85	100	100	100	100	
55	35	40	40	65	70	80	90	90	100	0	10	5	5	20	20	35	25	55	55	50	40	65	70	95	105	90	95	
60	80	90	90	95	85	80	70	80	80	5	40	45	40	45	60	30	30	75	95	95	95	100	95	85	80	85	80	
80	70	65	66	60	80	75	75	85	90	15	40	45	35	35	35	50	50	90	80	70	80	70	85	80	80	85	90	
60	55	55	50	55	45	60	70	65	70	20	15	10	15	25	25	55	40	60	60	60	60	60	55	65	75	65	75	
70	80	75	75	70	60	65	60	70	65	20	30	30	30	25	15	40	35	80	80	75	80	75	70	65	65	65	70	
35	45	50	55	60	65	70	85	100	95	15	35	35	15	5	20	35	35	35	50	55	55	65	65	70	85	100	100	
40	45	55	55	60	55	70	100	120	110	5	15	20	20	35	50	60	65	40	45	55	55	60	60	70	100	120	115	
40	60	65	70	70	60	60	65	85	70	40	20	20	25	45	45	50	40	50	65	70	70	70	70	65	65	85	80	
65	60	75	70	85	85	105	120	125	105	10	10	10	10	10	10	30	35	50	70	60	75	75	90	115	105	120	125	115
30	60	65	65	70	65	75	70	90	85	20	35	25	15	25	30	35	35	40	70	65	70	70	75	85	80	90	95	
65	70	65	70	70	65	55	60	75	70	20	15	10	15	25	25	20	15	70	80	75	75	75	65	60	65	80	75	
55	65	65	80	80	85	85	95	120	110	10	25	25	20	40	40	50	45	55	75	80	85	80	85	90	95	120	110	
105	105	95	90	90	85	85	90	100	105	50	60	60	60	60	65	60	60	105	105	100	95	95	90	90	90	110	105	
55	70	80	85	85	85	90	90	90	75	0	25	20	30	35	30	25	20	55	70	80	85	90	95	95	100	110	110	
60	65	65	60	60	60	60	55	75	70	20	5	15	5	5	20	0	5	115	125	125	125	125	125	125	125	125	115	
65	80	90	90	90	95	85	85	90	75	25	45	40	40	60	50	45	60	70	100	95	90	90	95	85	85	95	75	
55	65	70	70	70	80	95	110	110	105	10	15	25	25	15	30	35	30	70	75	95	125	125	125	125	125	125	115	
45	60	70	70	75	95	75	100	120	90	5	10	5	5	25	30	25	25	55	65	75	75	95	100	125	125	120	110	
40	45	55	70	105	105	120	120	120	110	30	50	55	55	45	45	55	50	65	60	60	80	120	120	120	120	120	110	
75	75	80	80	80	80	95	105	90	95	35	30	40	30	35	40	45	25	80	90	85	85	105	110	95	110	110	110	
85	80	75	65	65	60	75	85	85	75	5	25	20	20	15	15	25	20	110	110	100	95	85	85	75	85	85	75	
110	120	125	125	125	125	125	125	125	120	115	25	40	30	25	25	40	25	20	110	120	125	125	125	125	125	125	115	
75	80	80	80	80	75	70	95	75	95	10	30	20	25	35	30	20	35	110	115	120	120	120	120	120	120	120	115	
70	85	105	105	110	125	125	115	125	115	30	35	40	35	60	60	65	65	110	125	125	125	125	125	125	125	125	115	
100	100	105	110	125	100	115	115	115	115	25	35	40	45	50	40	60	65	110	125	125	125	125	125	125	125	125	115	
65	64,0909091	69,5454545	69,6363636	69,5454545	69,5454545	76,3636364	79,0909091	84,5454545	80,4545455	14,0909091	26,3636364	25,9090909	24,0909091	30,4545455	35,9090909	40,4545455	38,1818182	68,6363636	70,9090909	72,7272727	74,0909091	77,7272727	76,3636364	80,9090909	85	84,5454545	83,1818182	
2,5226249	4,35984684	5,15463364	6,40635016	5,06568426	5,57814508	5,84227964	5,75318812	5,65904527	5,73880513	3,49142989	3,57331709	4,20055093	4,41166748	3,1947788	4,09090909	4,3408496	5,190582	3,57331709	4,09090909	4,87869377	6,02337046	6,04391641	5,64442239	5,79255721	5,35129551	5,06568426	5,48853049	
58	66	66	71,5	74	71	76	83,5	97,5	88	15	27	23,5	25	32	36,5	41	40	60	70	74	77	7	75	79,5	86,5	100,5	97,5	
6,98410895	5,51764845	4,06885187	3,65528537	3,31662475	3,92994204	4,8189441	6,19363473	6,06675824	5,71547607	4,87624628	4,54606057	4,53688586	4,84194635	4,48454135	4,47524053	4,33333333	6,83130051	5,3748388	4,163333	4,04488703	3,66666667	5,4160256	4,85626743	5,77590782	6,30035272	5,33593686		
60,7142857	67,1428571	72,1428571	72,1428571	77,85714286	82,1428571	86,4285714	94,2857143	98,5714286	88,5714286	18,5714286	25,7142857	28,5714286	25,7142857	28,5714286	32,8571429	32,8571429	30,7142857	80,7142857	89,2857143	90,7142857	96,4285714	106,428571	108,571429	107,142857	110,714286	111,428571	101,428571	
6,01867841	4,73803541	4,20560041	3,75707949	5,861206488	6,62401321	7,29597783	8,123201	6,78884639	5,94761714	4,59221465	6,49437224	6,52050664	6,85118789	7,29597783	4,8620423	6,88832197	7,0228005	8,68966076	9,091372	7,74816195	7,77008042	6,42857143	5,94761714	8,15454466	6,9375249	5,94761714	6,87596623	
88,75	96,25	103,75	105	110	106,25	108,75	112,5	108,75	110	22,5	35	32,5	32,5	42,5	42,5	46,25	110	121,25	123,75	123,75	123,75	123,75	123,75	123,75	123,75	122,5	115	
9,65552519	8,98494111	9,21389349	9,35414347	10,60660172	11,9678388	13,1299594	6,2915287	11,4336856	5	4,33012702	2,04124145	4,78713554	4,78713554	7,77281588	6,2915287	11,6368667	11,25	0	2,39356777	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,44337567	0	
70,9090909	77,7272727	83,6363636	84,0909091	89,5454545	90,9090909	94,5454545	100,909091	102,272727	96,3636364	20	29,0909091	30	28,1818182	33,6363636	36,3636364	36,3636364	36,3636364	91,3636364	100,90909	102,727273	106,363636	112,727273	114,090909	113,181818	115,454545	115,454545	106,363636	
6,49538934	6,08140371	6,25557603	6,31801831	7,021219314	6,76952334	7,11766514	6,09836721	5,85287949	5,18261557	3,23334895	4,30740281	4,36931449	4,63547229	5,60401275	3,93647911	5,91957113	6,1824865	6,97693958	7,47170975	6,95320843	6,36363636	4,78461722	4,35984684	5,65173856	4,74123811	4,07065694	4,72377493	

Mauvaise oreille CO masquée								Bonne oreille Seuil d'inconfort								Mauvaise oreille Seuil d'inconfort										
250	500	750	1000	1500	2000	3000	4000	250	500	750	1000	1500	2000	3000	4000	6000	250	500	750	1000	1500	2000	3000	4000	6000	
	0	20	25	20	25	25	30	20	100	105	100	95	100	100	90	100	100	105	110	110	115	110	110	110	120	105
10	35	40	45	45	45	50	40	30	105	100	100	100	105	105	105	100	105	100	100	100	105	100	105	105	105	105
30	45	45	50	60	60	60	55	55	110	110	110	100	95	100	100	110	110	120	120	125	120	125	125	115	125	110
45	55	50	50	50	45	45	45	45	100	100	100	90	95	90	95	95	120	105	105	105	105	105	100	110	105	105
30	55	55	50	55	65	50	60	95	100	100	100	105	110	110	105	100	110	105	105	105	110	120	120	125	115	100
10	25	35	40	55	65	65	65	80	95	95	90	95	95	100	110	100	120	85	105	120	120	120	125	125	125	125
20	25	30	35	45	65	65	55	100	110	110	110	105	115	115	110	105	115	105	115	120	115	115	115	115	115	120
5	15	10	10	30	35	40	30	110	115	120	105	105	110	105	100	105	115	110	115	115	115	120	125	120	120	115
10	40	55	55	65	65	60	45	100	120	110	105	105	105	105	115	110	115	105	120	125	125	125	120	120	115	120
20	65	60	60	55	45	50	50	110	115	115	120	120	120	120	120	125	120	110	120	125	125	125	125	125	125	120
20	25	30	25	40	40	45	45	100	115	120	115	120	115	120	115	115	105	115	120	115	120	105	105	105	110	110
45	65	75	75	75	65	70	65	95	100	100	95	95	95	90	90	90	95	100	100	100	105	100	100	100	105	115
35	45	50	50	60	60	65	70	80	90	90	90	90	95	90	95	95	95	90	100	105	105	105	110	120	125	125
45	50	60	50	55	60	65	65	85	90	90	90	90	95	90	90	100	115	95	100	100	105	110	120	125	125	110
45	60	65	65	65	65	65	65	90	95	95	95	95	100	100	95	95	100	95	105	105	105	110	105	100	105	120
45	60	65	65	65	65	65	65	70	75	85	85	85	85	85	85	90	100	105	100	100	115	120	120	120	125	125
20	55	65	65	65	65	65	65	105	110	110	110	120	120	110	110	115	120	105	110	110	110	125	120	120	120	120
15	55	60	65	65	65	65	55	105	115	115	100	110	115	105	115	120	105	115	115	115	115	125	125	120	120	120
45	55	65	65	65	65	65	65	100	105	110	100	100	95	95	95	95	115	105	120	120	120	115	120	125	120	120
60	60	65	65	65	65	65	65	105	110	110	110	110	110	105	115	120	120	105	120	125	125	125	125	125	125	120
5	55	60	65	65	65	60	55	90	90	90	90	90	85	80	80	80	85	90	100	110	120	120	120	115	120	120
50	65	65	65	65	65	65	60	75	80	85	85	85	85	80	80	80	75	100	100	110	110	115	110	115	115	115
45	65	65	70	70	70	70	70	100	105	105	110	105	105	105	100	100	100	105	115	115	115	125	125	125	120	120
50	60	65	65	65	65	65	70	95	100	95	100	120	115	125	115	125	115	125	115	110	120	125	125	125	125	125
50	60	65	65	65	65	65	-60	85	90	90	95	95	100	90	95	90	100	90	100	105	120	115	125	125	125	120
45	65	65	65	65	65	65	65	85	85	85	90	95	100	100	100	105	120	100	105	100	110	120	120	120	110	110
45	55	65	65	65	65	65	65	85	90	90	85	85	85	85	85	90	80	105	110	115	120	115	120	120	125	125
45	55	65	65	65	65	65	65	85	90	95	100	95	95	95	95	100	110	125	120	110	115	105	105	115	120	120
25	40	35	30	30	60	40	40	105	115	120	120	120	120	120	120	120	115	110	120	125	125	125	125	125	125	120
60	60	65	65	65	65	65	60	90	90	85	90	85	85	75	80	80	105	120	120	125	125	120	120	120	115	115
45	55	65	65	65	65	65	65	90	90	90	90	90	90	90	90	100	110	125	125	125	125	125	125	125	125	125
60	60	65	65	65	65	65	60	95	90	95	100	110	105	95	100	105	105	120	125	125	125	125	125	125	125	125
18,1818182	36,8181818	39,5454545	40	47,7272727	50,9090909	49,5454545	45,4545455	100,909091	107,727273	107,272727	102,727273	105,909091	106,363636	106,818182	105,454545	113,181818	105	111,818182	115,454545	115,454545	116,818182	115,909091	115,909091	115,909091	112,272727	112,272727
3,94696243	4,96683214	4,59518253	4,76731295	3,71505759	4,25431235	3,33402197	4,18082992	2,59529135	2,46462577	2,64262579	2,80937039	2,8459047	2,61906551	2,88197591	2,65043268	1,93915718	2,5226249	2,16088442	2,73483799	2,07304623	2,5470774	2,8459047	2,31773614	2,41380328	2,46462577	2,46462577
36	56	63	63	64,5	64,5	64,5	64,5	92,5	98	99,5	97,5	100	96,5	96	99,5	106,5	99,5	107	109	112,5	115,5	116,5	117,5	118	119,5	119,5
5,4160256	1,79505494	2	2,38047614	1,57233019	0,5	1,38443731	1,16666667	3,74536751	3,88730126	3,45205253	3,35410197	3,33333333	3,3374974	3,48010217	4,11298756	4,08588356	2,03442594	2,7080128	2,76887462	2,38630351	2,83333333	2,6925824	3,00462606	2,38047614	1,38443731	1,38443731
47,1428571	60,7142857	65	65,7142857	65,7142857	65,7142857	65,7142857	47,8571429	87,1428571	91,4285714	92,1428571	95	97,8571429	95,7142857	97,1428571	96,4285714	100	103,571429	109,285714	112,142857	115,714286	118,571429	119,285714	118,571429	120,714286	119,285714	119,285714
1,01015254	1,7003401	0	0,71428571	0,71428571	0,71428571	0,71428571	18,0230389	3,05838871	3,22089268	2,64060393	3,4503278	4,61069446	4,55503011	5,43983793	4,32521479	6,98638131	3,03045763	3,35029697	2,85714286	2,29610732	1,79757963	2,76641668	3,03045763	1,7003401	2,02030509	2,02030509
47,5	53,75	57,5	56,25	56,25	63,75	58,75	56,25	95	96,25	97,5	100	101,25	100	95	100	100	111,25	122,5	123,75	125	125	123,75	123,75	123,75	121,25	121,25
8,29156198	4,73242362	7,5	8,75	8,75	1,25	6,25	5,54338946	3,53553391	6,25	7,77281588	7,07106781	8,26009483	7,90569415	9,35414347	8,16496581	7,35980072	3,14576435	1,44337567	1,25	0	0	1,25	1,25	1,25	2,39356777	2,39356777
47,2727273	58,1818182	62,2727273	62,2727273	62,2727273	65	63,1818182	50,9090909	90	93,1818182	94,0909091	96,8181818	99,0909091	97,2727273	96,3636364	97,7272727	100	106,363636	114,090909	116,363636	119,090909	120,909091	120,909091	120,454545	121,818182	120	120
2,80937039	2,16088442	2,72727273	3,25880879	3,25880879	0,67419986	2,36188746	11,3581805	2,5226249	2,95978556	3,14918329	3,25246251	3,97824663	3,89426363	4,57716214	3,83545875	4,95433694	2,43934688	2,92467417	2,53080198	2,00206505	1,47989278	1,88513103	2,07304623	1,21967344	1,50755672	1,50755672

Point de mixage																			
Première intensité perçue sur la mauvaise oreille (du bon côté)										Seuil prothétique mauvaise oreille									
250	500	750	1000	1500	2000	3000	4000	6000		250	500	750	1000	1500	2000	3000	4000	6000	
40	40	40	50	50	40	35	50	60	40	40	30	30	25	25	15	25	25	35	30
75	80	85	105	80	75	70	75	75	80	30	40	40	50	55	40	35	35	35	50
80	80	85	85	100	90	80	85	105	105	40	35	35	45	50	35	35	40	40	
70	70	70	60	60	50	55	55	75	65	65	45	35	30	30	25	20	30	35	
60	60	50	50	65	70	75	70	80	40	30	30	25	20	20	25	35	35	60	
65	70	90	95	85	95	120	120	115	15	20	35	40	45	45	60	70	65		
60	55	75	75	75	80	90	95	100	40	40	50	50	50	65	80	75	70		
55	35	40	40	65	70	80	90	90	25	25	25	30	35	45	60	55	65		
70	80	90	95	90	90	75	80	85	30	55	50	40	65	75	45	60	60		
80	70	65	65	60	80	75	75	85	35	45	50	50	50	70	65	75	75		
60	55	55	50	55	45	60	70	65	60	50	30	25	25	25	30	35	40		
70	75	75	80	75	65	65	70	65	70	45	45	45	40	40	40	45	55	70	
40	50	55	55	60	65	70	90	100	10	5	10	10	10	20	20	35	45	80	
40	45	45	50	60	55	70	100	120	25	20	20	20	25	20	20	35	55	80	
50	60	70	75	75	70	60	65	85	45	40	40	40	35	35	40	35	45	75	
75	70	80	75	85	80	100	115	125	60	20	20	20	10	15	20	45	50	40	
35	65	65	65	70	70	90	80	95	25	35	25	20	30	30	35	45	45	45	
65	75	80	80	75	70	60	60	80											
50	65	65	80	80	80	85	85	95	20	15	20	20	20	20	30	45	40	40	
105	115	95	90	90	90	85	85	100	30	30	35	25	35	30	30	35	40	40	
50	70	75	85	90	90	85	90	90	15	15	25	35	35	35	35	35	55	55	
105	100	100	95	95	100	100	115	125											
65	95	95	95	95	95	95	85	85											
70	70	95	125	125	125	125	125	125	20	25	35	85	85	85	85	85	85	85	
45	60	70	65	70	80	85	95	105											
40	45	55	70	105	105	120	115	115											
75	80	85	85	95	105	95	110	125	45	45	40	45	60	75	75	85	85	85	
110	110	105	95	85	85	75	85	100	55	50	40	60	70	70	75	70	75	75	
110	120	125	125	125	125	125	125	120											
75	80	80	80	80	75	70	95	75											
70	85	105	105	110	125	125	115	125											
110	100	105	105	125	100	115	115	120											
65	63,1818182	68,6363636	70	70,4545455	70,9090909	75,4545455	79,5454545	83,6363636	38,1818182	37,7272727	37,2727273	37,2727273	38,6363636	42,7272727	44,5454545	49,5454545	53,6363636		
3,56753034	4,73251458	5,39742822	6,70820393	5,24207391	5,94742809	5,69906473	5,41271842	6,1085227	4,33131973	3,25880879	3,25880879	3,59062139	4,57716214	5,77469544	5,73880513	5,37056563	4,62654933		
58	69	70,5	73,5	76	73,5	77	84	95,5	33,3333333	25	26,6666667	24,4444444	27,7777778	29,4444444	38,3333333	47,7777778	58,3333333		
6,71648056	6	4,43784232	4,08588356	3,39934634	3,57848509	4,35889894	5,20683312	5,60009921	6,51920241	4,18330013	3,53553391	3,39525813	2,86259401	2,55495162	1,58113883	1,9543399	5,6457949		
72,8571429	80	86,4285714	90	95,7142857	99,2857143	97,8571429	104,285714	112,142857	40	40	38,3333333	63,3333333	71,6666667	76,6666667	78,3333333	80	81,6666667		
10,168646	8,79664438	6,78884639	7,48013242	6,40206174	5,6091519	7,05903194	6,01867841	5,32929269	6,81385144	5	1,09108945	7,63762616	4,75594866	2,88675135	2,1821789	3,27326835	2,1821789		
91,25	96,25	103,75	103,75	110	106,25	108,75	112,5	110											
10,8733236	8,98494111	9,21389349	9,21389349	10,6066017	11,9678388	13,1299594	6,2915287	11,7260394											
79,5454545	85,9090909	92,7272727	95	100,909091	101,818182	101,818182	107,272727	111,363636	40	40	38,3333333	63,3333333	71,6666667	76,6666667	78,3333333	80	81,6666667		
7,75929195	6,66804393	5,81391889	5,91607978	5,71354777	5,36286589	6,37012656	4,43967834	5,09415481	5,43557307	3,98862018	0,87038828	6,09271796	3,79393455	2,30283093	1,74077656	2,61116484	1,74077656		

Surdités	Mesure temps (en minutes)		
	Masquage traditionnel	Point de mixage - Casque	UCL - Casque
Mixte	11	1	4
	17	2	4
	14	3	5
	12	1	4
	8	1	2
	14	2	3
	13	2	4
	6	1	2
	10	1	2
	6	1	2
	7	1	2
Perception sévère	16	2	4
	13	2	5
	13	2	3
	9	3	2
	11	3	3
	8	1	4
	9	2	2
	7	1	2
	7	1	2
	12	2	2
Cophose / Subcophose	28	6	6
	15	2	5
	16	3	5
	18	4	4
	10	2	3
	8	2	3
	11	1	2
	6	1	2
	9	1	2
	11	2	3
	13	2	4
Moyenne totale	11,5	1,90625	3,1875
Moyenne totale arrondie	12	2	3
Erreur Standard	0,798183421	0,192392487	0,212689669

Sujet	Âge	Masquage traditionnel				IN-SITU avec bouchon				IN-SITU sans bouchon				UCL				MEILLEUR TEST
		Question 1	Question 2	Question 3	Question 4	Question 1	Question 2	Question 3	Question 4	Question 1	Question 2	Question 3	Question 4	Question 1	Question 2	Question 3	Question 4	
F041024P001	20	7	10	0	4	3	6	5	8	5	9	0	8	0	10	10	10	IN-SITU sans bouchon
M421024P002	82	8	10	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	8	9	8	9	UCL
F511024P003	72	8	9	0	9	6	9	0	9	9	9	0	9	9	8	1	9	IN-SITU sans bouchon
F551124P004	69	10	10	8	10	10	10	8	10	10	10	8	10	10	10	8	10	IN-SITU avec bouchon
M581124P005	65	1	1	1	9	0	1	0	9	0	1	0	9	3	3	0	9	Masquage traditionnel
F781124P006	46	10	10	4	7	6	9	3	5	9	8	8	8	5	6	7	7	Masquage traditionnel
F591124P007	65	5	10	1	9	8	9	1	9	5	9	1	9	10	10	6	10	Masquage traditionnel
F481124P008	76	7	9	3	8	7	9	4	6	7	9	4	9	6	9	7	8	IN-SITU avec bouchon
F331124P009	91	10	10	5	10	6	8	1	10	10	10	3	10	10	10	5	10	Pas de préférence
M491124P010	75	9	9	0	10	9	9	0	10	9	10	0	10	8	10	0	10	Masquage traditionnel
F631124P011	61	4	10	2	9	7	10	3	5	7	10	7	5	8	10	4	9	UCL
F391124P012	85	8	9	2	9	7	9	1	8	7	9	2	8	7	9	2	9	IN-SITU avec bouchon
M551124P013	69	7	8	2	8	7	8	3	7	7	8	2	7	7	8	4	7	IN-SITU sans bouchon
M721124P014	52	9	10	0	10	9	10	0	10	9	10	0	10	9	10	0	10	IN-SITU sans bouchon
M880524P015	36	5	10	4	10	9	10	6	9	9	10	4	9	9	10	6	10	Pas de préférence
F511124P016	73	5	7	6	9	6	8	7	8	8	8	7	9	5	8	7	10	IN-SITU sans bouchon
F771124P017	47	4	9	1	10	7	10	3	10	7	10	2	10	8	10	3	10	UCL
M661124P018	58	7	10	3	5	2	10	1	9	8	10	3	9	9	10	3	10	IN-SITU sans bouchon
F361224P019	88	5	9	3	8	9	9	3	9	9	9	3	9	7	9	3	9	IN-SITU sans bouchon
M531224P020	71	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	Pas de préférence
F541224P021	69	10	10	0	10	10	10	2	10	10	10	2	10	10	10	1	10	Masquage traditionnel
F741224P022	70	4	10	0	10	5	10	1	10	10	10	2	10	8	10	7	10	IN-SITU sans bouchon
F601224P023	64	9	10	0	10	10	10	0	10	10	10	3	10	10	10	5	10	IN-SITU sans bouchon
F581224P024	66	10	10	5	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	IN-SITU sans bouchon
F571224P025	67	5	9	3	9	8	9	9	9	9	9	9	10	10	9	8	10	IN-SITU sans bouchon
F631224P026	61	9	9	2	9	8	9	1	9	8	9	1	9	5	9	3	9	Masquage traditionnel
M741224P027	50	10	10	0	10	10	10	0	10	10	10	0	10	10	10	0	10	IN-SITU sans bouchon
F371224P028	87	8	10	0	7	8	10	2	9	8	10	2	9	8	10	3	9	IN-SITU sans bouchon
F631224P029	61	10	10	0	10	10	10	0	10	10	10	0	10	10	10	0	10	IN-SITU sans bouchon
F621224P030	62	9	9	0	9	9	9	0	9	9	9	0	9	9	9	5	9	UCL
M551224P031	69	10	10	5	10	10	10	5	10	10	10	5	10	10	10	10	10	IN-SITU avec bouchon
F611224P032	63	10	10	10	10	3	10	10	10	3	10	10	10	10	10	10	10	UCL
Moyenne		7,59375	9,28125	2,75	8,90625	7,4375	9,0625	3,375	8,9375	8,15625	9,21875	3,65625	9,1875	8,0625	9,25	4,875	9,46875	
Moyenne arrondie		8	9	3	9	7	9	3	9	8	9	4	9	8	9	5	9	
Erreur Standard		0,4326852	0,29523902	0,53506105	0,25933917	0,45776786	0,30432865	0,61196076	0,24974786	0,40188411	0,29007221	0,61828551	0,1928014	0,42106216	0,25793848	0,60031914	0,14881504	
me totale des réponses		28,53125				28,8125				30,21875				31,65625				
otale arrondie des réponses		29				29				30				32				
		Résultats du "MEILLEUR TEST" pour le diagramme								Résultats du "MEILLEUR TEST" pour le diagramme - UCL								
		Masquage traditionnel				6				Masquage traditionnel				6				
		IN-SITU avec bouchon				4				Autre Test (IN-SITU)				18				
		IN-SITU sans bouchon				14												
		UCL				5				UCL				5				
		Pas de préférence				3				Pas de préférence				3				
		Total				26				Total				0				



Note d'information

Concernant une étude intitulée « Outils d'évaluation du bénéfice des prothèses auditives », organisée en collaboration avec le Centre de Recherches en Neurosciences de Lyon.

Madame, Monsieur,

Toujours désireux d'améliorer nos connaissances sur la prise en charge de nos patients, **Audition Conseil** s'engage aujourd'hui dans la recherche scientifique et souhaiterait, à ce titre, votre participation. Cette recherche résulte d'une collaboration entre le Centre de Recherche en Neurosciences de Lyon (Dr Annie Moulin, investigateur-coordonnateur) et votre centre d'audioprothèse Audition Conseil, dans le but de **mettre au point de meilleurs tests auditifs** permettant l'évaluation du **bénéfice apporté par l'appareillage auditif**. Cette recherche est enregistrée sous le numéro ID-RCB 2021-A00076-35 et a reçu un avis favorable le 28/04/2021 du Comité des Protection des Personnes de Ile de France II.

Dans le but de mieux cerner votre **satisfaction** et vos **difficultés**, vous êtes invité à compléter plusieurs questionnaires concernant différents aspects de votre audition et à participer à plusieurs tests auditifs. Ces tests sont similaires à ceux que vous connaissez déjà au sein de votre cabinet d'audioprothèse: il vous sera demandé de répéter des mots, ou de choisir vos réponses, parmi plusieurs, sur une feuille de papier. Il vous sera demandé également de quantifier l'effort que vous avez dû fournir (sous forme d'une note de 0 à 10) pour chacun de ces tests. Ces tests sont effectués lors de vos rendez-vous de suivi audioprothétique et ne diffèrent des tests habituels que par leur longueur : une durée supplémentaire de 20 minutes à 30 minutes, incluant des pauses fréquentes, est envisagée.

Pour tous ces tests, vous avez la possibilité de demander une pause, ou l'arrêt de votre participation à tout moment, même au cours d'un test, **sans avoir à vous justifier** et sans inconvénient pour vous.

. Votre participation (ou non-participation) n'affecte en rien votre appareillage ou votre suivi audio-prothétique.

Le fait de signer la présente feuille d'information montre votre non-opposition au traitement anonyme des données issues de ces tests, des questionnaires, et des données de votre suivi audioprothétique habituel.

Confidentialité des données

La société Entendre & comprendre (Audition Conseil), promoteur de l'étude, a signé un engagement de conformité à la « Méthodologie de Référence MR-003 » en date du 06 mars 2019. En application du RGPD (Règlement Général sur la Protection des Données Personnelles) du 25 mai 2018 et des dispositions de la loi du 20 juin 2018 n°2018-493 concernant les dispositions d'adaptation communes au règlement européen (UE) 2016/679 du parlement européen et du conseil du 27 avril 2016 et à la directive (UE) 2016/680 du parlement européen et du conseil du 27 avril 2016 relative à la protection des données personnelles, nous portons à votre connaissance les informations suivantes :

- Votre audioprothésiste est responsable du stockage des informations personnelles que vous lui avez confiées.
- Votre audioprothésiste pourra être amené à collecter les données suivantes : nom, prénom, âge, sexe, données relatives à votre expérience de l'appareillage auditif (questionnaires)
- Les informations personnelles que nous recueillons dans le cadre de cette étude sont conservées au sein de votre cabinet d'audioprothèse habituel. Ces informations peuvent être conservées pendant 15 ans ou plus.
- Les données issues des test auditifs et cognitifs, des questionnaires que vous complétez sont collectées à des fins de recherche scientifique. Vous avez le droit de vous opposer à l'utilisation de vos informations personnelles pour une recherche supplémentaire avec d'autres objectifs scientifiques que ceux de la présente étude, pour des raisons qui vous sont propres. Si vous souhaitez vous opposer à une telle utilisation, veuillez contacter l'investigateur de l'étude.
- Aucune information personnelle identifiante ne sera communiquée à quiconque, en dehors du cabinet d'audioprothèse et de son personnel qui assurent votre suivi. Votre audioprothésiste procédera à l'anonymisation de vos questionnaires et données par encodage. Cet encodage sera composé de 2 lettres désignant le cabinet d'audioprothèse dans lequel vous êtes suivi (AA, BB, ...), suivi d'un code à 2 chiffres permettant d'identifier le test auquel vous avez participé, et un numéro à 4 chiffres correspondant à l'ordre de saisie des données. Ce numéro sera donc de la forme CC040236 (exemple).
- La transmission des données vous concernant ne sera donc effectuée que sous forme **anonyme** et uniquement vers les personnes impliquées dans cette recherche. Les résultats de cette recherche ne contiendront aucune donnée individuelle directement ou indirectement identifiante.
- Vous pouvez demander à voir les informations qui ont été recueillies à votre sujet et vérifier que nous les traitons conformément à la législation applicable. Si vous pensez qu'elles sont incorrectes, vous pouvez demander par écrit qu'elles soient modifiées ou retirées. Vous pouvez également demander à ce que nous restreignions l'utilisation de vos informations personnelles. Enfin, vous bénéficiez de la portabilité de vos données. Si vous changez d'avis au sujet de votre participation, nous ne pouvons pas supprimer les informations personnelles qui ont été collectées pour cette étude avant votre décision d'arrêt.
- Pour demander à voir et/ou modifier les informations vous concernant ou si vous avez des questions sur la façon dont nous utilisons vos informations personnelles, veuillez-vous adresser d'abord à **vos audioprothésistes Audition Conseil, M. Fabien SELDRAN et M. Paul BERGER situés respectivement au 34 bis avenue LACASSAGNE 69003 LYON 3 et au 40 rue Michel Servet 69100 VILLEURBANNE**, par téléphone au **04.72.12.01.08** et au **04.37.43.04.54** ou par courrier électronique : lyon3@auditionconseil.fr et villeurbanne1@auditionconseil.fr, à l'investigateur-coordonnateur de l'étude, Dr A. Moulin, au 04 72 13 89 37, ou annie.moulin@cnrs.fr, ou par courrier (Centre de recherches en neurosciences de Lyon, Bâtiment 452, Hôpital du Vinatier, 95, Bd Pinel, 69375 BRON Cedex). Vous pouvez également vous adresser au **délégué à la protection des données (DPD)**, madame M. Berger, par [mél marie.berger@ec-audio.fr](mailto:marie.berger@ec-audio.fr) ou par courrier : SARL ENTENDRE ET COMPRENDRE, 60, Avenue du Maréchal Foch, 69006 LYON. Si vous n'êtes pas satisfait(e) des réponses que vous obtenez, vous pouvez vous adresser à la **Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés (CNIL)** en utilisant le lien : <https://www.cnil.fr/>.

Nous vous remercions vivement pour votre participation, qui, nous aidera à améliorer la prise en charge des pertes auditives.

Vos Audioprothésistes, M. Fabien SELDRAN et M. Paul BERGER et leurs stagiaires Mme Lahna MADENE et Mme Eden BENTOLILA

J'ai bien reçu et lu la présente feuille d'information concernant cette recherche et ai pu poser toute question concernant cette recherche à mon audioprothésiste. **En signant cette feuille, je montre que je ne suis pas opposé(e) au traitement anonyme des données me concernant, données recueillies au cours des tests proposés et des tests faisant partie de mon suivi audio-prothétique.**

J'ai bien compris que **je peux, à tout moment, retirer ma participation aux tests**, même lorsque ceux-ci sont en cours, ou refuser de répondre à certaines questions, **sans que je doive justifier** quoi que ce soit.

J'ai bien compris que ma participation (ou non-participation) n'affecte en rien mon appareillage ou mon suivi audio-prothétique.

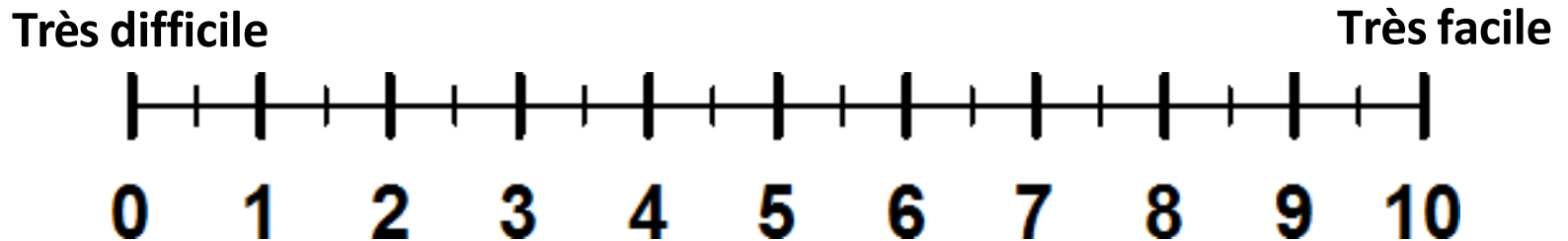
Fait en double exemplaire, à Lyon, le /.../20....

Nom..... Prénom.....

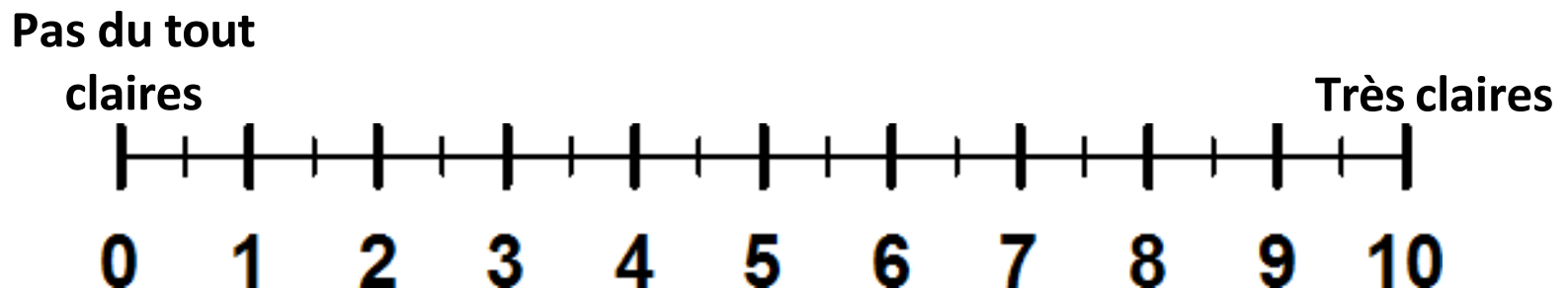
Signature :

Ces questions nous aident à obtenir des retours précis sur votre perception de la difficulté du test

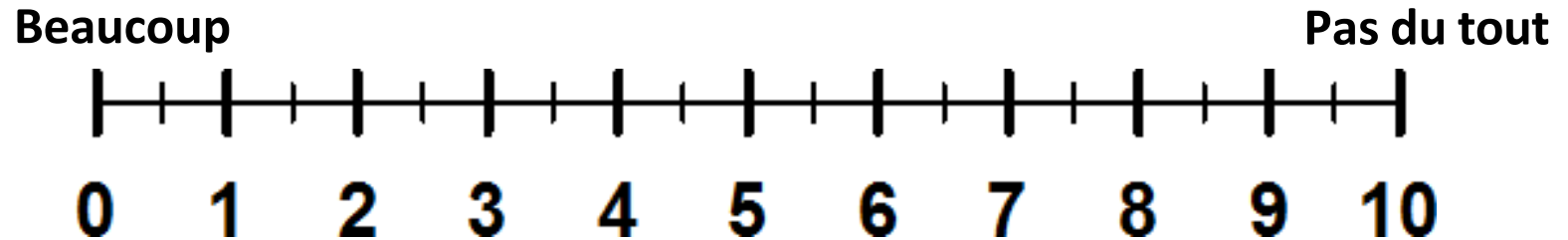
1. Comment jugeriez-vous la difficulté de ce test ?



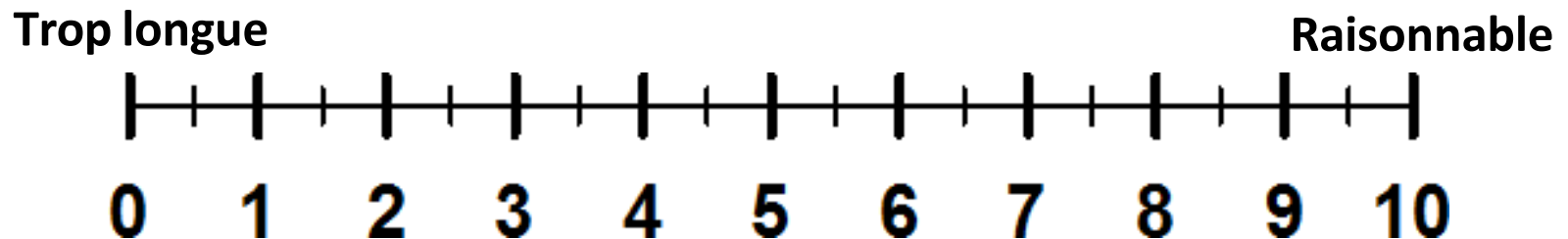
2. À quel point avez-vous trouvé les consignes claires, étaient-elles faciles à suivre ?



3. À quel point le test a mobilisé votre concentration ?



4. Comment avez-vous trouvé la durée du test ?



Parmi les tests que vous avez passés, lequel vous a semblé le plus acceptable/le moins gênant ?