



Elizabeth Peltier, audioprothésiste D.E. :

« *La transposition fréquentielle nous permet de véhiculer l'énergie via la cochlée aux zones auditives corticales, sans restriction.*

Nos patients n'ont plus de blanc »

Elizabeth Peltier, audioprothésiste D.E. (Laboratoire Chelles Surdité), travaille, en accord avec les travaux du CNRS, sur une nouvelle méthode d'appareillage visant à soulager les acouphènes à long terme.

→ Depuis quand vous intéressez-vous de près aux patients acouphéniques ?

Je suis installée depuis 39 ans à Chelles, en région parisienne, dans une zone où les habitants utilisent les transports en commun quotidiennement et sur de longues durées. Beaucoup travaillent dans le bâtiment et subissent des traumatismes sonores dans le cadre de leur profession. 30% de la population sont atteints d'acouphènes, certains invalidants. Nous sommes donc très sensibilisés aux problèmes des patients acouphéniques, et habitués à utiliser toutes les techniques existantes pour les soulager, y compris la sophrologie. J'ai été notamment formée à la TCC (thérapie comportementale et cognitive) par le Dr. Luc Patry, psychiatre à Rouen.

→ Quand avez-vous découvert que la transposition fréquentielle pouvait diminuer les acouphènes invalidants ?

La transposition fréquentielle a été créée en 2005 par Widex pour l'appareillage de malentendants souffrant d'une perte supérieure à 70db à 1 khz et présentant une pente supérieure à 50 dB/octave. Depuis 2006,

nous utilisons la TFLO en ce sens. En septembre 2009, j'ai découvert d'une façon fortuite que la TFLO pouvait diminuer des acouphènes invalidants après 8 jours d'utilisation. Nous avons voulu vérifier si cette découverte d'une nouvelle méthode d'appareillage pouvait être utilisée avec autant de succès et rapidité pour toutes les étiologies.

→ Quand a démarré votre étude ?

Nous avons mené un travail d'observation en 2009 et commencé l'étude en 2010. Elle est toujours en cours. Nous nous sommes tournés vers le fabricant, qui a confirmé que cette technique d'appareillage n'avait pas été prévue pour soulager des patients acouphéniques et qu'elle n'était pas utilisée dans d'autres pays. M. Torrèani, directeur technique de Widex, a rencontré nos patients et a validé l'utilisation de la TFLO pour l'appareillage des patients acouphéniques et hyperacousiques en réalisant lui-même une étude. Nos résultats étant en accord avec les travaux du CNRS, je me suis rapprochée d'Yves Cazals, directeur de recherche à l'Inserm de Marseille depuis deux ans, pour travailler conjointement avec lui. Nous avons proposé un article scientifique en juillet 2012, publié en décembre de la même année sur Plos One, toujours en ligne, et qui totalise à ce jour 2600 lecteurs.

→ Combien de patients suivez-vous dans le cadre de votre étude ?

Nous suivons 150 patients atteints d'acouphènes subjectifs permanents. Les 2 ou 3 premiers mois, ils sont suivis de façon hebdomadaire. Nous souhaiterions prochainement actualiser nos résultats avec ceux des équipes que nous avons formées : celles d'Elodie Vassard (audioprothésiste et membre de 2 équipes de l'Atrepa à Colmar et à Mulhouse), de Thierry Eluecque (audioprothésiste et enseignant, qui

travaille avec son équipe à Dijon) et de Florence Bonan (qui exerce depuis 30 ans au Raincy, en Seine Saint Denis). Elles ont constaté la facilité d'adaptation des patients à notre protocole d'appareillage et vérifié, par leurs conclusions, la rapidité d'évolution de l'acouphène. Cela confirme que notre méthode donne des résultats rapides et reproductibles. Nous souhaitons former d'autres équipes : une quatrième équipe, à Marseille, travaillera dès septembre sur ce protocole.

→ Pouvez-vous nous résumer concrètement ces résultats ?

Les acouphènes apparus après traumatismes sonores, traumatisme physique, chimiothérapie obtiennent les meilleurs scores de réussite. Les acouphènes invalidants deviennent tolérables, les acouphènes moyens disparaissent. Après un an, l'acouphène qui remontait en 24 heures sans appareillage ne remonte plus. On utilise la TFLO pour véhiculer de l'énergie aux zones auditives corticales sans restriction d'énergie. Nos patients nous disent qu'ils n'ont plus de blanc, la TFLO va augmenter les entrées neuronales et ainsi réduire l'acouphène. Il est important de mentionner qu'une telle étude et ses résultats n'ont pu être obtenus que par un travail d'équipe impliquant audioprothésistes, médecins ORL, sophrologues, psychiatres. La nôtre a pu être menée grâce à la confiance que nous témoignent les prescripteurs. Depuis un an, 80% des patients qui nous sont confiés sont acouphéniques. ■■

Ont travaillé à l'étude :
Stéphanie Tahar audioprothésiste D.E. ;
Evelyne Alliot-Lugaz audioprothésiste D.E. ;
Cédric Peltier audioprothésiste D.E. ;
Yves Cazals Directeur de recherche
à l'INSERM de Marseille.

Soulagement à long terme des acouphènes par audioprothèse à transposition fréquentielle linéaire par octave

E Peltier¹, C Peltier¹, S Tahar¹,
E Alliot-Lugaz¹, Y Cazals².

1 - Laboratoire Chelles surdité, Chelles, France,
2 - Laboratoire de Neurosciences Intégratives et
Adaptatives, Aix-Marseille Université,
Cnrs UMR 7260, Fédération de recherche³C
(Cerveau, Comportement, Cognition),
Marseille, France

Cet article est paru (en anglais),
le 20 décembre 2012.

Il est disponible à l'adresse : www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0051915
(2600 lecture en août 2013)

Résumé

Au cours des trois dernières années de pratique de l'audioprothèse, nous avons observé que chez 74 sujets utilisant une prothèse auditive à transposition fréquentielle linéaire par octave (TFLO), 60 ont indiqué une suppression partielle ou totale jour et nuit de leurs acouphènes. Cet effet persiste après plusieurs mois ou des années d'utilisation quotidienne.

L'étude présente plus en détail un groupe de 38 sujets pour lesquels on a obtenu une quantification sur une échelle visuelle analogique de la suppression d'acouphènes ainsi que d'autres mesures audiométriques et psychoacoustiques.

La suppression à long-terme est indépendante :

de l'âge du sujet, de l'ancienneté de l'acouphène ainsi que de la localisation subjective de l'acouphène.

Une corrélation faible mais significative a été observée avec la perte auditive mais pas avec la pente sur les hautes fréquences. La suppression des acouphènes à long terme a été observée pour différentes étiologies, mais avec un faible taux de réussite pour les surdités brusques. Il est à noter qu'une majorité des sujets (23) avaient des antécédents d'exposition au bruit. La suppression de l'acouphène débute généralement quelques jours après l'usage de la prothèse en TFLO et atteint un maximum de résultats après quelques semaines. Pour 9 sujets, différentes fréquences limites de transposition ont été essayées avec des taux de succès variables mais sans corrélation avec la tonalité subjective de l'acouphène. Un arrêt du port de l'appareillage en TFLO a provoqué la réapparition de l'acouphène dans les 24 heures ; sa réutilisation a entraîné une nouvelle disparition de l'acouphène dans les 24 heures qui ont suivi. Pour environ un tiers des 38 sujets, une prothèse à amplification classique ou à compression de fréquence non linéaire a été essayée mais n'entraînait aucune suppression d'acouphène du même type.

En conclusion, au-delà de gains prothétiques tonaux et vocaux, l'usage de prothèse en TFLO peut être une possibilité remarquable de suppression des acouphènes à long terme. D'un point de vue physiopathologique ces observations s'accordent avec l'idée d'une réattribution d'activité à des zones cérébrales dédiées aux hautes fréquences, précédemment en état de déprivation.

Introduction

L'acouphène est la perception d'un son en l'absence de stimulation externe, le plus souvent il est associé à une perte de sensibilité auditive. C'est une pathologie qui affecte environ 10% de la population mondiale (1). On a observé depuis très longtemps que l'acouphène semble plus fort et plus gênant dans un environnement calme (2,3) alors qu'une suppression partielle ou totale de la perception de l'acouphène peut être observée dans les environnements bruyants (4,5,6).

Le plus souvent, le soulagement de l'acouphène induit par des sons extérieurs s'interrompt lorsque ceux-ci s'arrêtent et les soulagements de longue durée sont peu nombreux (7). De plus une hyperacousie est souvent associée à l'acouphène (8,9), ce qui peut limiter l'amplification tolérable des sons de l'environnement et peut exacerber la perception de l'acouphène.

Il y a plusieurs décennies, on a développé la fabrication d'audioprothèses spécifiques qui délivrent des sons servant à masquer l'acouphène. Les études relatives à ces audioprothèses rapportent quelques succès mais dans l'ensemble, elles ne témoignent pas de bénéfice évident (10). Un masquage de l'acouphène est observé dans environ la moitié des cas (11) mais la permanence du son masquant devient souvent gênante (12) ou interfère avec la perception des autres sons. En plus de la suppression de l'acouphène pendant la stimulation avec un son masquant, certains sujets acouphéniques témoignent qu'à l'arrêt du masqueur, l'acou-

phène peut rester atténué pendant une période qui varie de quelques secondes à quelques minutes. Ce phénomène est appelé inhibition résiduelle (13,14).

Le timbre ou la tonalité de l'acouphène sont souvent associés aux fréquences correspondantes à la perte de sensibilité audiométrique (15,16,17). Cette association suggère fortement que la perte auditive est un déclencheur de l'acouphène bien qu'on ignore pourquoi, parmi des sujets présentant des pertes auditives similaires, certains ont des acouphènes et d'autres pas. Pour une majorité de surdités les pertes audiométriques affectent les fréquences aigües et en conséquence, les sujets acouphéniques indiquent fréquemment des tonalités aigües pour leur acouphène (12,13).

Souvent, quand le degré de surdité est modéré ou sévère la qualité et la distinction des sons peuvent être considérablement détériorés à tel point que l'amplification audioprothétique à ces fréquences n'apporte pas de bénéfice et même peut perturber la perception (18). Comme l'information donnée par les hautes fréquences peut être une aide décisive pour l'identification des sons et pour l'intelligibilité de la parole des essais de transposition des hautes fréquences vers des fréquences plus basses ont été réalisés depuis des dizaines d'années (19). Jusqu'à présent, ces techniques de décalage fréquentiel sont toujours l'objet d'études (20,21) et actuellement certains fabricants d'audioprothèse proposent quelques algorithmes. Une étude récente présente en détail les différences techniques entre les deux principales méthodes de décalage fréquentiel proposées : le programme SR de Phonak qui réalise une compression fréquentielle non linéaire et le programme AE de Widex qui réalise une transposition linéaire par octave (22). Cette étude indique que dans les deux cas, la perception des hautes fréquences est améliorée avec divers degrés de distorsion mais produisent des perceptions considérablement différentes des mêmes sons.

La présente étude rapporte un soulagement de la perception des acouphènes jour et nuit pendant des mois ou des années. Ce soulagement est décrit par des sujets après quelques jours ou quelques semaines d'usage quotidien d'une transposition fréquentielle linéaire par octave.

Matériel et méthodes

Les données présentées dans cet article ont été obtenues au cours des trois dernières années dans

deux centres d'audioprothèse. La sélection des sujets auxquels on a proposé une transposition en fréquence linéaire par octave (TFLO) était fondée sur une perte audiométrique dans les hautes fréquences. Un tiers de ces sujets avait déjà l'expérience d'une autre audioprothèse mais n'en était pas satisfait. Pour les deux autres tiers le programme à TFLO a été choisi par le patient lors d'un premier appareillage auditif.

Au cours de ces années la présence d'un acouphène invalidant fut également considérée comme critère de ce choix d'appareillage auditif adapté en TFLO. Les patients étaient suivis hebdomadairement pour les différents essais de réglage. On donnait aux sujets deux programmes différents avec et sans TFLO. Il leur était demandé d'en alterner l'utilisation et d'indiquer leur degré de satisfaction sur une période d'au moins deux semaines. Lorsque la TFLO était choisie, deux programmes de TFLO différents étaient proposés.

Bien que les datalogings des audioprothèses aient fourni le nombre d'heures d'utilisation exacte des programmes, seul le programme choisi a été pris en considération dans la présente étude.

Pour chaque sujet un dossier médical était constitué lors de la première visite, comprenant, entre autres, une anamnèse, l'historique audiométrique, l'acouphénométrie, des questionnaires ainsi que des mesures audiométriques tonales et vocales et seuil d'inconfort. Au cours de chaque visite suivante, le seuil d'audition, les gains prothétiques tonaux et vocaux étaient contrôlés et la description de la satisfaction du sujet était prise en compte pour la suite des réglages.

Cet article présente des données obtenues chez 38 sujets analysés de façon plus détaillée par des tests d'évaluation de leur acouphène. Le niveau subjectif de l'acouphène (force sonore et gêne) a été évalué par une échelle visuelle analogique (EVA) graduée de 0 à 10 en vingt pas. La localisation subjective de l'acouphène, sa tonalité et sa sonie ont été approximées par comparaison avec des sons purs produits par un audiomètre en utilisant des fréquences de 2,3,4,6 et 8 kHz. Pour 31 sujets on a évalué un masquage de l'acouphène en utilisant un son pur à la fréquence subjectivement associée à l'acouphène. Pour 12 sujets les niveaux de masque étaient de 70 dB HL ou plus, et pour 13 sujets l'hyperacousie associée a empêché d'obtenir des niveaux de masquage.

Les données indiquées ci-dessus ont aussi été examinés en considérant exclusivement les 23 sujets ayant une étiologie de traumatisme sonore, les résultats sont similaires à ceux de l'ensemble des sujets.

Les tests statistiques et les graphiques ont été réalisés en utilisant les logiciels SigmaStat et SigmaPlot version 12. En accord avec les lois françaises, les données publiées dans cette étude proviennent de l'activité professionnelle d'audioprothésistes sur leurs patients et n'ont été transmises à aucune autre partie (étude monocentrique), de plus les données ont été analysées anonymement.

Résultats

Parmi les 74 sujets appareillés avec une audioprothèse réglée en TFLO, un soulagement à long terme des acouphènes a été observé dans 60 cas (81%). Actuellement ces 60 sujets indiquent un soulagement jour et nuit et permanent pour un usage quotidien de la TFLO. Pour certains sujets, ce soulagement dure depuis quelques semaines et jusqu'à deux ans et demi. En ce qui concerne les étiologies étudiées, il est possible de classer les sujets en onze catégories. La significativité statistique du taux de suppression d'acouphènes a été calculée en utilisant le test Chi-2 et de Fisher sur les proportions.

En ce qui concerne les sujets pour lesquels l'acouphène n'a pas été supprimé, on n'a pas observé de caractéristique étiologique ou audiométrique particulière.

Les données présentées plus en détail ci-après portent sur 38 sujets pour lesquels on a obtenu des mesures d'évaluation subjective de l'acouphène par échelle visuelle analogique et pour lesquels on a aussi obtenu des données complémentaires psychoacoustiques et audiométriques. Ces sujets présentaient tous un audiogramme avec une perte audiométrique sur les aigus de pente plus ou moins forte, tous ces audiogrammes sont présentés sur la figure 1. Les valeurs subjectives de l'acouphène indiquées par EVA et obtenues avant et après appareillage avec TFLO sont indiquées sur la figure 2 (graphique de gauche). Les mêmes données sont présentées sur le graphique de droite de la figure 2 sous forme de pourcentage de soulagement (EVA avant-EVA après divisé par EVA avant et multiplié par 100). On peut voir sur cette figure qu'à trois exceptions près les sujets ont indiqué un soulagement de 50% à 100 % de leur acouphène. On observe une corrélation négative significative entre la valeur EVA avant et après TFLO qui indique que, plus la valeur EVA avant est faible, plus le pourcentage de soulagement est élevé. La valeur de la corrélation reste assez faible et ne rend compte que d'environ 16% de la variabilité observée. On n'a pas observé de corrélation entre le taux de sou-

lagement et l'ancienneté de la surdité ou l'ancienneté de l'acouphène : même pour des surdités avec acouphène depuis plusieurs dizaines d'années on peut observer un soulagement des acouphènes. On n'a pas observé de corrélation entre le taux de soulagement et les niveaux de masquage d'acouphène en audiométrie ou avec la présence d'hyperacousie. On a observé quelques corrélations significatives entre les pertes audiométriques à différentes fréquences et le taux de soulagement subjectif. La figure 4 présente les données obtenues pour les fréquences de 4 et 8 kHz les plus fréquemment appariées en tonalité à l'acouphène. On voit que les corrélations sont statistiquement significatives mais faibles ; on n'a pas trouvé de corrélation pour 1 et 2 kHz mais de façon inattendue on a trouvé des corrélations significatives mais faibles pour les fréquences de 125, 250 et 500 Hz. Pour chaque sujet la pente de l'audiogramme, en dB par octave, sur les hautes fréquences a été calculée par approximation linéaire en utilisant les valeurs pour 1,2,4 et 8 kHz. On n'a pas trouvé de corrélation significative entre cette pente et le taux de soulagement de l'acouphène. Les estimations de tonalité de l'acouphène avec les sons purs audiométriques ont donné des appariements avec les fréquences de 2,2,4,6 et 8 kHz avec une prédominance pour 4 kHz. On n'a pas trouvé de corrélation entre tonalité subjective de l'acouphène et taux de soulagement. On n'a pas trouvé non plus de corrélation avec la localisation subjective de l'acouphène (à gauche, à droite, bilatéral ou central). Un soulagement obtenu pour une oreille appareillée en TFLO pouvait être accompagné d'un soulagement d'un acouphène dans l'autre oreille mais nos données sur ce point ne sont pas systématiquement documentées.

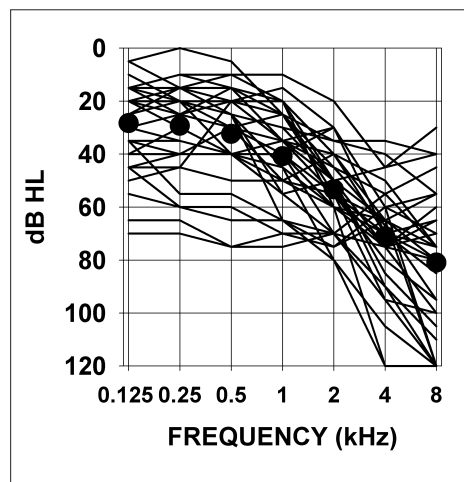


Figure 1

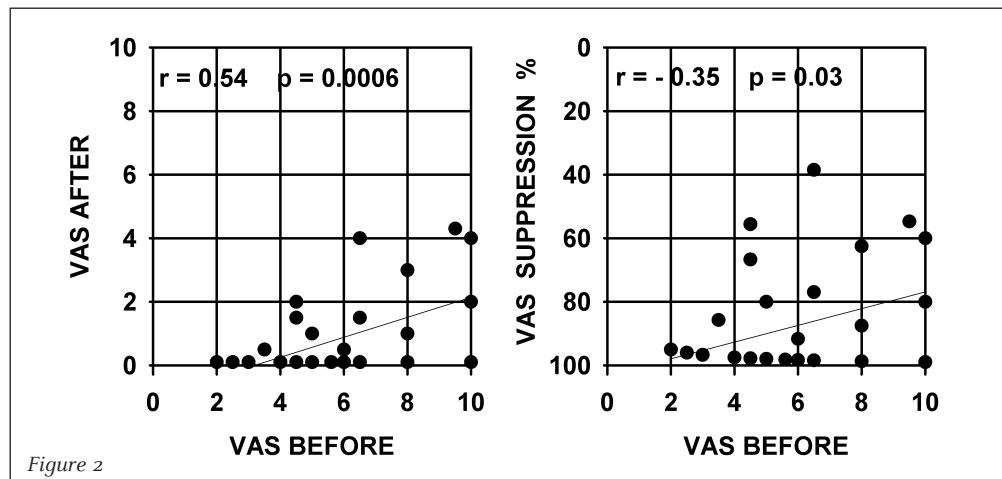


Figure 2

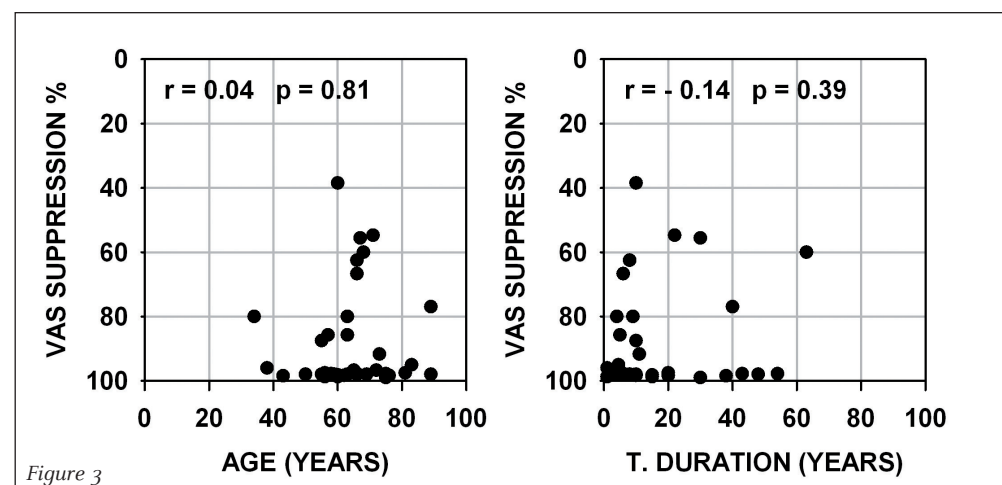


Figure 3

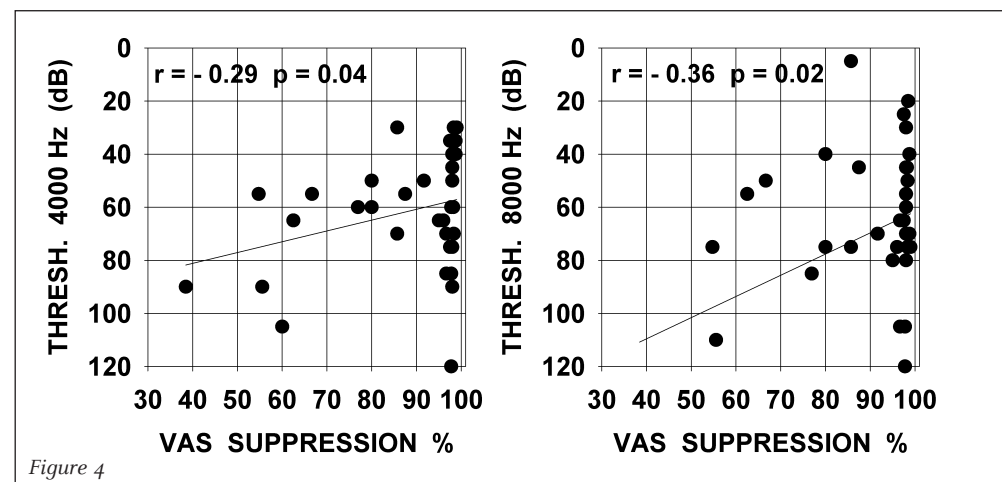


Figure 4

Le décours temporel exact du soulagement des acouphènes n'est pas très précisément documenté dans nos données parce que le suivi était le plus souvent hebdomadaire. Cependant quelques sujets ont fourni spontanément un suivi quotidien ; les données indiquent un soulagement croissant sur quelques jours ou semaines d'usage quotidien. Pour différentes raisons, des sujets ont dû arrêter l'usage de leur appareillage auditif en TFLO pour quelques jours ou semaines, ils ont tous indiqué

une reprise de leur acouphène en environ un jour, mais dès que la TFLO était réutilisée le soulagement redevenait effectif en moins de 24 heures. Pour de nombreux sujets, différentes fréquences de coupure de transposition ont été séparées par plusieurs jours sans appareillage. La figure 5 présente les variations de valeur EVA de la gêne provoquée par l'acouphène obtenues dans ces conditions chez 9 sujets. On observe que dans les périodes sans TFLO la valeur EVA de l'acouphène augmente et que le changement de fréquence de cou-

pure peut améliorer le soulagement. La fréquence de coupure a été empiriquement ajustée pour chaque sujet en fonction des résultats audiométriques et surtout selon la préférence des sujets. Les sujets ont indiqué choisir des perceptions auditives paraissant plus naturelles et non en fonction du soulagement de l'acouphène. On a trouvé une corrélation faible mais significative entre la fréquence de coupure de la TFLO et le taux de soulagement de l'acouphène comme indiqué sur la figure 6. Pour l'ensemble des sujets on n'a pas trouvé de corrélation significative entre l'approximation de tonalité de l'acouphène et la fréquence de coupure.

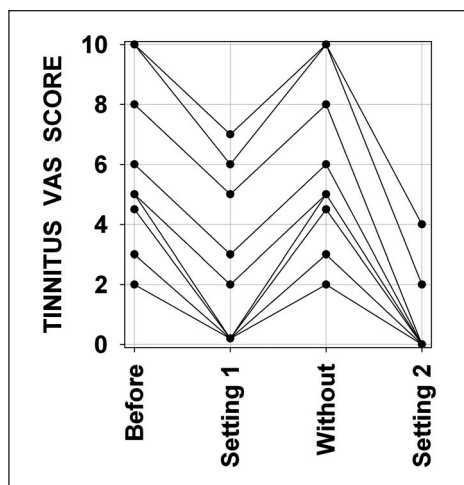


Figure 5

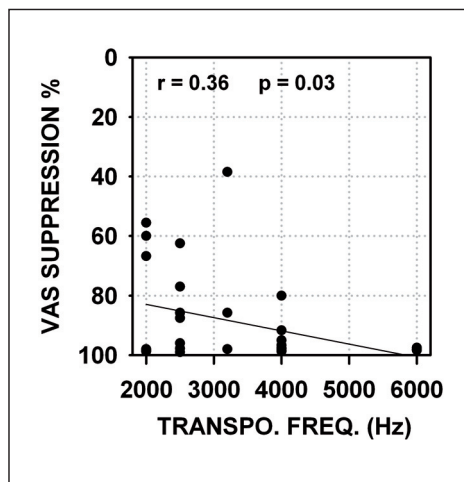


Figure 6

Discussion

Il paraît raisonnable de penser que l'acouphène est souvent associé à une déprivation auditive. En effet chez les sujets se plaignant d'acouphène on note le plus souvent une perte audiométrique associée (15,16,17). De plus les sujets normo-entendants placés en cabine insonore perçoivent un acouphène

qui ressemble à ceux décrits par les malentendants (3). Ainsi l'acouphène pourrait correspondre à une activité nerveuse anormale associée à des zones du cerveau privées d'activation auditive, hypothétiquement engendrée par altérations d'inhibition latérale et/ou de synchronie, et déclenchant une hyperréactivité vraisemblablement en relation avec une hyperacousie souvent associée aux acouphènes (23).

Il semble en outre, tout à fait clair que la réactivation des zones du cerveau privées d'excitation auditive peut être associée à une disparition des acouphènes. En témoignent nombre de rapports relatifs à des acouphènes éphémères associés à perte d'audition temporaire après expositions à des niveaux sonores excessifs ; ils montrent que les acouphènes disparaissent quand le sujet recouvre ses facultés auditives (24).

De semblables concomitances ont été observées dans beaucoup d'autres pathologies telles la maladie de Ménière, la surdité brusque ou l'ototoxicité médicamenteuse.

Dans les cas de perte auditive installée, des données suggèrent qu'une réactivation des zones déprivées est susceptible d'atténuer les acouphènes (25).

En accord avec les deux propositions précédentes on fait l'hypothèse que le soulagement des acouphènes observé dans la présente étude pourrait correspondre à une réattribution perceptive des fréquences transposées à des zones auditives cérébrales en déprivation sensorielle. Il ne s'agit pas nécessairement d'une réactivation de ces zones en déprivation mais il pourrait s'agir d'un mécanisme d'inhibition des informations de déprivation. Puisque pour les sujets de cette étude ni l'amplification habituelle par audioprothèse ni la transposition non linéaire de fréquences n'ont produit un soulagement d'acouphène semblable à celui observé par transposition fréquentielle linéaire, les deux caractéristiques de linéarité et de transposition par octave sont sans doute importantes. La linéarité permet la conservation de l'harmonicité en conservant les pics spectraux à des intervalles fréquenciers inchangés, or on sait que l'harmonicité est un facteur important de fusion des composantes spectrales en une perception auditive unique, préservant ainsi le caractère naturel des sons, caractère indiqué par les sujets comme déterminant dans leur préférence du réglage de la fréquence de transposition. De plus on sait que la transposition par octave de composantes spectrales permet une fusion plus aisée avec les fréquences non transposées (26). On peut remarquer à ce propos que la confusion d'octave souvent observée dans l'identi-

fication de la tonalité de l'acouphène est une illustration de la force perceptive de la transposition par octave. Ces deux aspects de linéarité et de transposition par octave sont sans doute essentiels pour que la perception des composantes transposées fusionne au mieux avec les fréquences non-transposées. On fait l'hypothèse qu'une fois fusionnées les composantes transposées ressemblent suffisamment aux mémoires auditives utilisées pour leur reconnaissance pour qu'elles soient réattribuées à des zones en déprivation.

Contributions des différents auteurs :

EP a conçu et organisé les mesures. EP, CP, ST, et EAL ont réalisé les mesures. EP et YC ont analysé les données. YC a réalisé les statistiques et graphiques et a écrit l'article. ■■

RÉFÉRENCES

1. Holmes S, Padgham ND (2009) Review paper : more than ringing in the ears: a review of tinnitus and its psychosocial impact. *Journal of Clinical Nursing*, 18: 2927–2937.
2. Tucker DA, Phillips SL, Ruth RA, Clayton WA, Royster E, et al. (2005) The effect of silence on tinnitus perception. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 132: 20–24.
3. Del Bo L, Forti S, Ambrosetti U, Costanzo S, Mauro D, et al. (2008) Tinnitus aurium in persons with normal hearing: 55 years later. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 139: 391–394.
4. Dutt SN, McDermott AL, Irving RM, Donaldson I, Pahor AL, et al. (2002) Prescription of binaural hearing aids in the United Kingdom: a knowledge, attitude and practice (KAP) study. *J Laryngol Otol Suppl.* 28: 2–6.
5. Trotter MI, Donaldson I (2008) Hearing aids and tinnitus therapy: a 25-year experience. *J Laryngol Otol.* 122: 1052–1056.
6. Del Bo L, Ambrosetti U (2007) Hearing aids for the treatment of tinnitus. *Prog Brain Res.* 166: 341–345.
7. Moffat G, Adjout K, Gallego S, Thai-Van H, Collet L, et al. (2009) Effects of hearing aid fitting on the perceptual characteristics of tinnitus. *Hearing Res* 254: 82–91.
8. Jastreboff PJ, Gray WC, Gold SL (1996) Neurophysiological approach to tinnitus patients. *Am J Otol.* 17: 236–240.
9. Anari M, Axelsson A, Eliasson A, Magnusson L (1999) Hypersensitivity to sound. *Scan. Audiol.* 28: 219–230.
10. Hobson J, Chisholm E, El Refaie A (2010) Sound therapy (masking) in the management of tinnitus in adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 12:CD006371.
11. Vernon J, Griest S, Press L (1990) Attributes of tinnitus and the acceptance of masking. *Am J Otolaryngol* 11: 44–50.
12. Cazals Y, Bourdin M (1983) Etude acoustique des acouphènes. *Revue de Laryngologie* 104 : 433–438.
13. Terry AM, Jones DM, Davis BR, Slater R (1983) Parametric studies of tinnitus masking and residual inhibition. *Br J Audiol.* 17: 245–256.
14. Roberts LE, Moffat G, Baumann M, Ward LM, Bosnyak DJ (2008) Residual inhibition functions overlap tinnitus spectra and the region of auditory threshold shift. *JARO* 9: 417–435
15. Wegel RI (1931) A study of tinnitus. *Arch Otolaryngol.* 14: 158–165.
16. Henry J.A., Meikle M., Gilbert A (1999) Audiometric correlates of tinnitus pitch: insights from the Tinnitus data registry. In: Hazell, J. (Ed.), *Proceedings of the Sixth International Tinnitus Seminar.* The Tinnitus and Hyperacusis Centre, London, 51–57.
17. Norena A, Micheyl C, Chéry-Croze S, Collet L (2002) Psychoacoustic characterization of the tinnitus spectrum: implications for the underlying mechanisms of tinnitus. *Audiol Neurootol.* 7: 358–369.
18. Vickers DA, Moore BCJ, Baer T (2001) Effects of low-pass filtering on the intelligibility of speech in quiet for people with and without dead regions at high frequencies. *J. Acoust. Soc. Am.* 110, 1164–1175.
19. Simpson A (2009) Frequency lowering devices for managing high frequency hearing loss : a review. *Trends in Amplification*, 13: 87–106.
20. Robinson JD, Stainsby TH, Baer T, Moore BC (2009) Evaluation of a frequency transposition algorithm using wearable hearing aids. *Int J Audiol.* 48: 384–393.
21. Füllgrabe C, Baer T, Moore BC (2010) Effect of linear and warped spectral transposition on consonant identification by normal-hearing listeners with a simulated dead region. *Int J Audiol.* 49: 420–433.
22. McDermott HJ (2011) A technical comparison of digital frequency-lowering algorithms available in two current hearing aids. *PLoS One.* 6: e22358.
23. Eggermont JJ (2012) Hearing loss, hyperacusis, or tinnitus: What is modeled in animal research? *Hear Res.* 2012 Feb 7. [Epub ahead of print].
24. Atherley GRC, Hempstock TI, Noble WG (1968) Study of tinnitus induced temporarily by noise. *J Acoust Soc Am*, 44: 1503–1506.
25. Diesch E, Andermann M, Flor H, Rupp A (2010) Functional and structural aspects of tinnitus-related enhancement and suppression of auditory cortex activity. *Neuroimage.* 50: 1545–59.
26. Bergman AS (1990) *Auditory scene analysis. The perceptual organization of sound.* MIT Press, 773 p.
27. Henry JA, Dennis KC, Schechter MA (2005) General review of tinnitus: prevalence, mechanisms, effects and management. *J Speech Lang Hear Res* 48: 1204–1235.

Cas clinique

Le témoignage de Monsieur C. – 34 ans

Témoignage spontané d'un patient atteint d'acouphènes invalidants dont il souffrait depuis 3 ans.

Il s'agit d'un patient portant deux Clear Passion 440 avec Télécommande lui permettant d'accéder chaque semaine à différents programmes dont toujours un sans transposition.

- La première partie a été écrite après 3 semaines d'essai
- La deuxième partie du témoignage a été écrite 3 mois et demi après sa première visite.

Après 2 mois d'appareillage la transposition choisi est positionné à 4000 hertz – 2Db

L'AC perçu à 2 sur l'EVA d'intensité et de gêne, le sommeil retrouvé, notre patient décide de mettre l'appareillage en suspend, le temps d'obtenir la prise en charge que nous avons demandé auprès de son rectorat, l'acouphène étant oublié dans la journée, le stress lié à l'acouphène disparu.

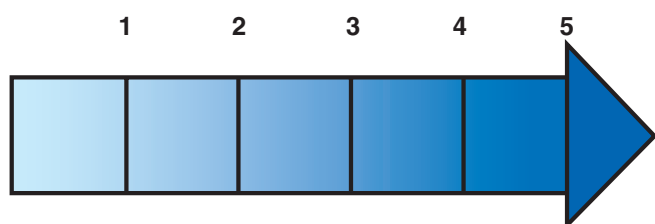
La remontée décrite à été tolérée 3 semaines.

Nous avons réadapté d'urgence l'appareillage mis en attente.

Origine du phénomène d'acouphènes

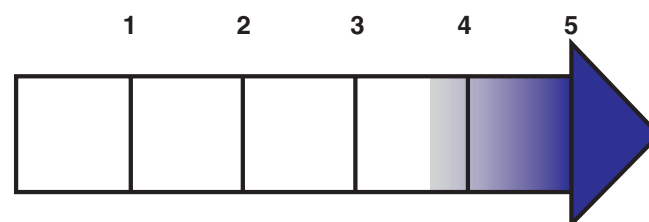
Je n'ai jamais eu de problèmes d'audition ni connu la sensation d'acouphènes auparavant. En janvier 2007, j'ai été traité pour un cancer du testicule. J'ai d'abord reçu un protocole classique appelé BEP (Bléomycine Etoposide Cisplatine). Une anomalie de l'audition et des bourdonnements d'oreille ont déjà été constatés suite à ce traitement. N'étant pas en rémission j'ai eu la chance d'intégrer le protocole expérimental TAXIF II, avec des médicaments plus agressifs, et dont le principal adjuvant est le TAXOL. J'ai été prévenu des effets secondaires multiples, immédiats et à plus long terme, qui dans la plupart des cas s'estompent mais peuvent aussi se prolonger. La neuropathie et les acouphènes font partie dans mon cas des effets persistants. Le handicap auditif est réel, les acouphènes sont d'intensité élevées, permanents et peuvent s'amplifier selon l'état de fatigue.

Une échelle pour évaluer le désagrément provoqué par les acouphènes



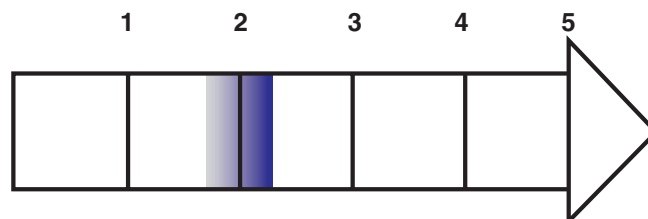
0 correspond à une absence d'acouphènes, 5 à un niveau insupportable. A partir de 1 ils sont perceptibles, le niveau 2 signifie qu'ils sont présents mais non gênants. A partir de 3 la sensation devient handicapante au quotidien. Au niveau 4 il est très dur de s'immiscer dans une conversation.

Sans l'aide auditive



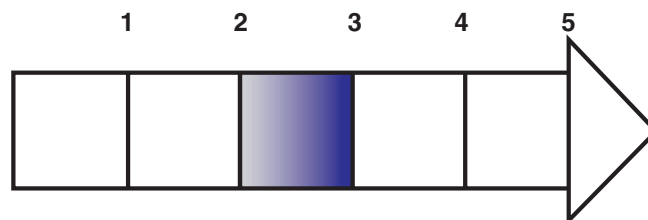
Les acouphènes sont permanents et variables selon le moment de la journée ou la fatigue, après une séance sportive par exemple. Au niveau 5, le sommeil est impossible à trouver.

Programme de transposition fréquentielle n°1



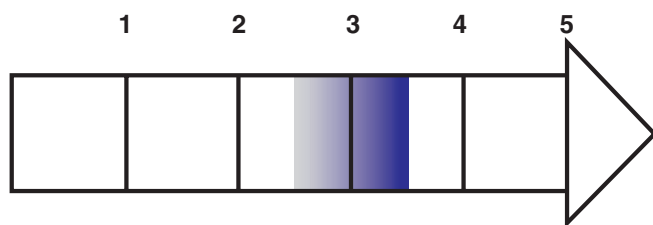
La sensation est atténuée, il est possible de suivre une conversation sans difficulté. Je dois me trouver au calme pour ressentir la sensation d'acouphènes. Lors du coucher, la gêne est beaucoup moins forte, le sommeil plus facile à trouver.

Programme de transposition fréquentielle n°2



Les conversations sont faciles à suivre. En revanche, les sons sont un peu déformés et les acouphènes un peu plus présents.

Programme principal

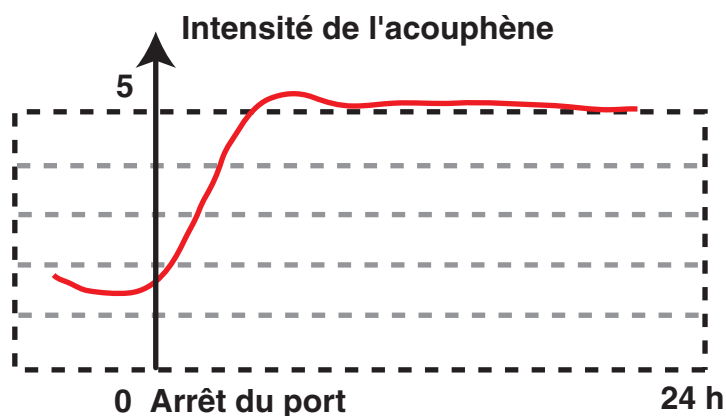


Le son est clair et limpide. Des bruits que je n'entendais plus sont à nouveau audibles. Le signal audio étant plus riche, j'ai la sensation d'entendre un peu moins les sifflements.

Comment réagit l'acouphène lors de l'arrêt du port de l'appareil ?

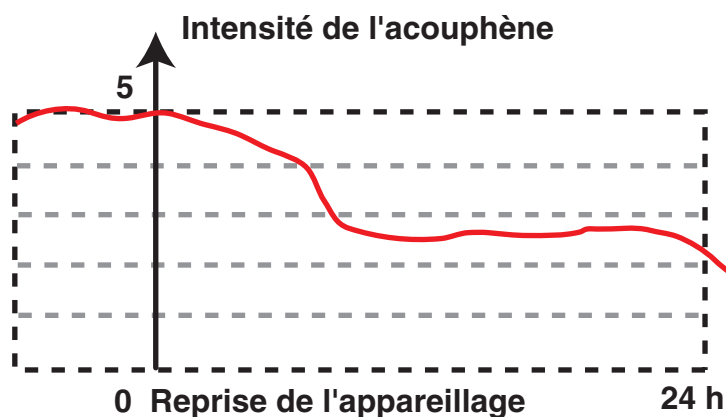
Le prêt des appareils se déroula en 2 périodes entrecoupées d'une phase sans aide auditive. J'ai donc pu quantifier la gêne provoquée par cet arrêt dans un premier temps, ensuite j'ai pu quantifier le bénéfice.

Evolution suite à l'arrêt



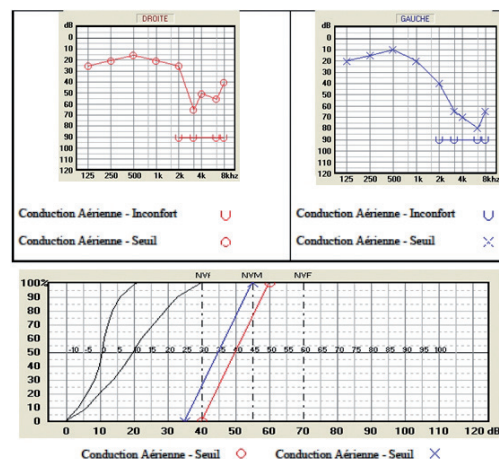
Les acouphènes réapparaissent relativement rapidement et à une intensité élevée.

Evolution suite à la reprise

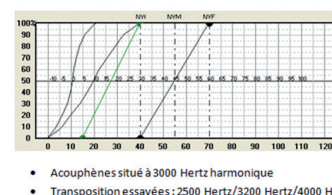
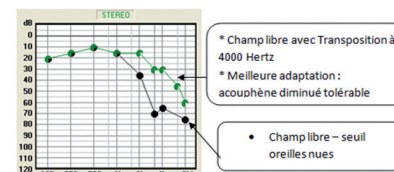


Une courte période pour réhabituer l'oreille est nécessaire en seulement une journée. Le confort auditif est similaire à celui constaté lors des derniers réglages.

Audiogrammes



Appareillage Auditif	
OREILLE DROITE	OREILLE GAUCHE
Contour WIDEX	Contour WIDEX
CLEAR 440 BTE	CLEAR 440 BTE



Cet épisode lui a permis de comprendre que cet appareillage lui était devenu indispensable. Il le portait 15h par jour, le quittant au coucher pour pouvoir s'endormir. Aujourd'hui après 3 années, il peut quitter l'appareillage pour faire du sport plusieurs heures d'affilée sans remontée de l'acouphène. L'appareillage est porté en moyenne 10 heures par jour et l'acouphène oublié lui a permis de reprendre sa vie professionnelle. ■■■