

Description

Titre de l'invention : Appareil auditif à conduction osseuse

[0001] La présente invention concerne un appareil auditif comprenant au moins un premier et au moins un deuxième dispositifs à conduction osseuse, un système
5 auditif comportant deux appareils auditifs, ainsi qu'un procédé d'écoute d'un signal sonore au moyen dudit appareil auditif ou dudit système auditif. L'invention concerne également un appareil auditif et un système auditif pour utilisation dans le traitement de la malentendance et de la surdité.

[0002] La surdité ou la malentendance touche des centaines de millions de
10 personnes dans le monde. La plupart des appareils auditifs captent les sons environnants, les traitent puis restituent le signal obtenu sous forme acoustique dans le conduit auditif de l'utilisateur.

[0003] Ce type d'appareils par conduction aérienne du son présente plusieurs inconvénients. D'une part, le son restitué dans le conduit auditif n'est pas
15 toujours de bonne qualité, en particulier lorsque l'utilisateur se trouve dans un endroit bruyant ce qui donne à l'utilisateur une sensation de « brouhaha ». D'autre part, le son est restitué de façon classique dans le conduit auditif d'un système auditif par définition défectueux, ce qui limite l'efficacité de ce type d'appareils. Par ailleurs, insérer un appareil dans le conduit auditif génère une
20 pression invasive sur le tympan. Enfin, selon la pathologie, comme par exemple lorsqu'une personne n'a pas de conduit auditif, ce type d'appareil est inutile.

[0004] Dans le cas de malentendances sévères ou de surdité, il est possible d'équiper les personnes d'un implant cochléaire. Un tel appareil comporte une
25 partie externe et une partie interne fixée dans le crâne chirurgicalement. La partie externe de l'implant permet de capter et de transformer les sons environnants en signaux électriques qui sont transmis à la partie interne de l'implant. La partie interne de l'implant émet alors des impulsions électriques transmises à la cochlée qui induit ensuite une stimulation des fibres du nerf auditif.

[0005] Cependant, l'efficacité des implants cochléaires reste limitée pour une
30 conversation dans un milieu bruyant ou pour la perception de la musique. Par ailleurs, l'implantation de ces appareils nécessite une opération chirurgicale très

invasive puis un apprentissage auprès de professionnels, ce qui ne les rend pas accessibles à tout le monde. Enfin, pour certains types de pathologies, les implants cochléaires sont également inefficaces.

[0006] Il existe donc un besoin de développer une solution auditive non invasive,
5 simple d'utilisation et de mise en place, et qui permette aux personnes malentendantes ou atteintes de surdité d'entendre les sons environnants avec une qualité optimisée et naturelle, et ce, quel que soit le lieu et le bruit ambiant et quelle que soit la pathologie de l'utilisateur.

[0007] L'invention a ainsi pour objet un appareil auditif destiné à être disposé autour
10 d'une oreille d'un utilisateur, ledit appareil comprenant au moins un premier dispositif à conduction osseuse et au moins un deuxième dispositif à conduction osseuse, le premier dispositif étant configuré pour être positionné au contact d'une première zone osseuse de la tête de l'utilisateur et pour transmettre des premières vibrations à ladite première zone osseuse, et le deuxième dispositif
15 étant configuré pour être positionné au contact d'une deuxième zone de la tête de l'utilisateur et pour transmettre des deuxièmes vibrations à ladite deuxième zone osseuse, ladite deuxième zone étant différente de la première zone, et ladite première zone osseuse et ladite deuxième zone osseuse étant situées autour d'une même oreille de l'utilisateur, ledit appareil auditif comprenant en
20 outre au moins un microphone permettant de capter un signal sonore environnant qui est ensuite transformé pour générer les premières et les deuxièmes vibrations.

[0008] L'appareil auditif précité permet de stimuler par conduction osseuse le nerf
auditif de l'oreille autour de laquelle l'appareil auditif est positionné, et ce, au
25 moyen des premières et des deuxièmes vibrations transmises par le premier et le deuxième dispositifs à conduction osseuse. Les premières et les deuxièmes vibrations atteignent ainsi directement le même nerf auditif (celui de l'oreille autour de laquelle l'appareil auditif est positionné) par l'intermédiaire de la matière osseuse traversée et ce, sans qu'il n'y ait de perte de signal. Un
30 utilisateur portant ledit appareil auditif obtient ainsi une restitution du signal sonore améliorée par rapport à la restitution du signal par des appareils auditifs de l'art antérieur.

[0009] Dans la présente description, lorsqu'il est dit que des ondes acoustiques atteignent ou stimulent le nerf auditif, il s'agit du nerf auditif (ou nerf vestibulo-cochléaire) et/ou de la cochlée.

[0010] Dans l'invention, un dispositif à conduction osseuse est un dispositif qui
5 convertit un signal sonore (ou ondes sonores) en vibrations qui sont transmises par le(s) os avec le(s)quel(s) le dispositif est en contact (direct ou indirect), et ce, de préférence jusqu'au nerf auditif. En particulier, l'appareil auditif comporte au moins un microphone qui reçoit un signal sonore environnant, c'est à dire les ondes sonores transmises par le milieu environnant, comme par exemple les
10 paroles d'une personne, de la musique ou des bruits environnants, qui transforme ce signal sonore en un signal électrique, ledit signal électrique étant ensuite transformé, au moyen d'un transducteur, en vibrations acoustiques (ou vibrations).

[0011] Le microphone peut être tout type de microphone et, de préférence un
15 microphone de type MEMS (Micro Electro Mechanical System).

[0012] De préférence, le microphone peut capter des gammes de fréquence allant au moins de 200 Hz à 20 kHz ce qui correspond aux gammes de fréquences du spectre auditif, et peut capter des gammes de fréquence allant également au-delà de cette gamme.

[0013] Par ailleurs, la gamme dynamique du microphone peut aller de 75 dB à
20 115 dB, de préférence de 85 dB à 105 dB, et de façon encore plus préférée de 90 dB à 100 dB.

[0014] Concernant la directivité, le microphone peut être omnidirectionnel, cardioïde, super-cardioïde, hypercardioïde, canon ou bi-directionnel. De préférence, le
25 microphone peut être omnidirectionnel de manière à pouvoir capter une grande partie des sons environnants.

[0015] Lorsque l'appareil auditif comporte un seul microphone, un seul signal électrique est transmis au premier et au deuxième dispositifs à conduction osseuse, ce qui permet auxdits dispositifs de transmettre des premières et
30 deuxièmes vibrations ayant des caractéristiques identiques.

[0016] Avantageusement, les premières et deuxièmes vibrations étant transmises essentiellement par de la matière osseuse, en particulier par la matière osseuse

comprise entre, d'une part, la première zone osseuse et le nerf auditif et, d'autre part, la deuxième zone osseuse et le nerf auditif, le nerf auditif est stimulé même lorsque les différents éléments/constituants du système auditif, comme par exemple le tympan ou la cochlée, sont endommagés. De plus, le mode de transmission permet de ne pas solliciter des éléments du système auditif qui seraient déjà affaiblis et, par exemple, de ne pas envoyer un signal sonore vers un tympan déjà défectueux.

[0017] Le nerf auditif comporte plusieurs zones et notamment une zone centrale recevant les vibrations acoustiques de fréquences moyennes à très basses (sons graves) et une zone périphérique recevant les vibrations acoustiques de fréquences moyennes à très hautes (sons aigües). Autrement dit, plus les vibrations acoustiques possèdent des fréquences basses, plus elles pénètrent profondément dans le nerf auditif.

[0018] De préférence, la première et/ou la deuxième zones osseuses peuvent être prédéfinies de manière à obtenir une stimulation optimale du nerf auditif. La première et/ou la deuxième zone osseuses peuvent notamment être définies en fonction de la morphologie de l'oreille et/ou des os de la tête de l'utilisateur de façon que le dispositif positionné sur la première zone osseuse transmette des premières vibrations acoustiques préférentiellement, voire uniquement, à une première partie du nerf auditif et que le dispositif positionné sur la deuxième zone osseuse transmette des deuxièmes vibrations acoustiques préférentiellement, voire uniquement, à une deuxième partie du nerf auditif, la deuxième partie étant différente de la première partie. Ainsi, l'appareil auditif peut être personnalisé en fonction des particularités de chaque utilisateur. La première partie du nerf auditif peut notamment être une zone centrale dudit nerf auditif et la deuxième partie du nerf auditif peut être une zone périphérique dudit nerf auditif.

[0019] La première zone osseuse peut faire partie de la boîte crânienne et/ou de la mâchoire. Par ailleurs, la deuxième zone osseuse peut faire partie de la boîte crânienne et/ou de la mâchoire.

[0020] Avantageusement, la première et la deuxième zones osseuses étant différentes, les premières et deuxièmes vibrations proviennent de deux zones différentes et peuvent ainsi stimuler deux parties différentes du nerf auditif ce qui

permet une transmission optimisé du signal sonore reçu par le ou les microphones. En effet, le nerf auditif est formé d'une pluralité de fibres ciliées qui reçoivent des fréquences de vibration différentes. En particulier, les fibres situées au début de la cochlée (sur la base externe) reçoivent les fréquences aiguës, et
5 celles situées à la fin interne de la spirale (vers l'apex) reçoivent les fréquences graves. Ainsi, le fait de pouvoir stimuler des parties différentes du nerf auditif permet de sélectionner, d'affiner et d'augmenter la gamme de fréquences reçue par le nerf auditif et donc d'améliorer la qualité et les variations du son entendues par l'utilisateur.

- 10 [0021] En particulier, le spectre auditif comprend les gammes des fréquences suivantes : très basses fréquences (20 Hz à 40 Hz), basses fréquences (40 Hz à 160 Hz), moyennes basses fréquences (160 Hz à 315 Hz), moyennes fréquences (315 Hz à 2,5 kHz), moyennes hautes fréquences (2,5 kHz à 5 kHz), hautes fréquences (5 kHz à 10 kHz) et très hautes fréquences (10 kHz à 20 kHz).
15 Le nerf auditif, et notamment l'ensemble des fibres ciliées) reçoit l'intégralité des gammes de fréquences du spectre auditif.

- [0022] Selon des modes particuliers de réalisation pris seuls ou en combinaison :
- l'appareil auditif peut comporter au moins deux microphones ; les deux microphones permettent de capter les sons environnant de manière optimisée ;
20 selon une variante préférée de ce mode de réalisation, les deux microphones peuvent avoir des orientations différentes et capter des signaux sonores différents et complémentaires ; les signaux sonores captés par les deux microphones sont transformés en signaux électriques par chacun des microphones et les signaux électriques résultant sont alors superposés par un
25 processeur pour former un signal électrique global qui est alors transmis au premier et au deuxième transducteurs ; selon une deuxième variante de ce mode de réalisation, les deux microphones peuvent être orientés de manière identique et capter un signal sonore identique ; les signaux sonores captés par les deux microphones sont ensuite superposés comme décrit pour la variante préférée ;
30 - le premier dispositif à conduction osseuse peut comprendre un premier transducteur et le deuxième dispositif à conduction osseuse peut comprendre un deuxième transducteur, le premier et le deuxième transducteurs permettant de transformer un signal électrique issu du signal sonore en premières et deuxièmes

vibrations acoustiques ;

- le ou les microphones permettent de générer au moins un signal électrique à partir dudit au moins un signal sonore et l'appareil auditif comprend un module de traitement permettant de traiter ledit au moins un signal électrique ; le module de traitement peut comprendre au moins un microprocesseur permettant de numériser le signal électrique reçu, et éventuellement de traiter ledit signal notamment par filtrage, compression, suppression des larsen, amélioration du rapport signal sur bruit... ;
- le premier et le deuxième dispositifs peuvent être positionnés sur la peau de l'utilisateur et l'appareil peut comporter un système de maintien du premier et du deuxième dispositif sur la peau ; le système de maintien permet avantageusement de s'assurer que le premier et/ou le deuxième dispositifs soient maintenus dans une position optimale prédéfinie, et ce, malgré les éventuels mouvements de l'utilisateur ; ainsi, l'utilisateur peut porter l'appareil auditif dans ses différentes activités du quotidien et même durant des activités sportives, et ce, sans qu'il n'y ait de perte de perception du son ; le système de maintien peut comprendre par exemple un adhésif de maintien du premier et/ou du deuxième dispositif sur la peau, un arceau rigide ou souple épousant étroitement au moins une partie du contour de l'oreille ou de la tête et comportant le premier et/ou le deuxième dispositifs, et/ou un casque auditif dans lequel sont intégrés le premier et/ou le deuxième dispositifs ;
- l'appareil auditif peut comprendre en outre un dispositif de liaison permettant de relier le premier et le deuxième dispositifs l'un à l'autre ; le dispositif de liaison peut permettre de réaliser une liaison électrique et/ou mécanique entre le premier et le deuxième dispositifs ; dans le cas d'une liaison mécanique, le dispositif de liaison peut être par exemple un arceau rigide ou souple épousant au moins une partie du contour de l'oreille ou de la tête, un casque auditif dans lequel sont intégrés le premier et/ou le deuxième dispositifs, ou encore un câble souple ; dans le cas d'une liaison électrique, il peut s'agir d'une liaison filaire ou sans fil pouvant être éventuellement intégrée au dispositif de liaison mécanique ; la liaison électrique peut par exemple se faire par l'intermédiaire d'une unité centrale comprenant notamment le module de traitement ; selon un mode de réalisation préféré, le dispositif de liaison peut relier le premier et le deuxième dispositifs l'un à l'autre par l'intermédiaire de l'unité centrale ; et

- 5 - l'appareil auditif peut comprendre en outre au moins un récepteur de signal électrique ; le récepteur de signal électrique peut par exemple recevoir un signal électrique venant d'un lecteur de musique ou d'un téléphone ; selon un mode de réalisation possible, ledit au moins un récepteur peut être par exemple intégré au dispositif de maintien et/ou au dispositif de liaison, ou encore être intégré à une unité complémentaire pouvant être par exemple un tour de cou rigide ou souple, ou un boîtier portatif, l'unité complémentaire pouvant être connectée en filaire ou sans fil au premier et/ou au deuxième dispositifs à conduction osseuse.

10 [0023] L'invention a également pour objet un procédé d'écoute d'un signal sonore au moyen de l'appareil auditif précité, ledit procédé comprenant les étapes suivantes :

- positionner le premier dispositif à conduction osseuse au contact d'une première zone osseuse de la tête de l'utilisateur,
- 15 - positionner le deuxième dispositif à conduction osseuse au contact d'une deuxième zone osseuse de la tête de l'utilisateur, la deuxième zone osseuse étant différente de la première zone osseuse, et la première et la deuxième zones osseuses étant situées autour d'une même oreille,
- transmettre des premières vibrations à partir du premier dispositif et des deuxièmes vibrations à partir du deuxième dispositif, de manière à stimuler le
- 20 nerf auditif de ladite oreille.

[0024] Avantageusement, le procédé permet de stimuler, au moyen de deux dispositifs à conduction osseuse positionnés en des points précis de l'anatomie de l'utilisateur, deux parties différentes du nerf auditif. Ainsi le procédé permet de restituer à l'utilisateur l'ensemble du spectre auditif contrairement à un appareil

25 qui utiliserait un seul point de conduction osseuse.

[0025] Dans la présente invention, lorsqu'il est indiqué qu'un dispositif à conduction osseuse est positionné autour de l'oreille, cela signifie qu'il est positionné au contact de parties osseuses situées autour de ladite oreille, et ce, de préférence à 3 cm au plus par rapport à un point du pourtour de l'oreille dont il est le plus

30 proche, de préférence à 2 cm au plus. Cependant, pour des utilisateurs ayant une morphologie atypique, le dispositif à conduction osseuse peut être positionné à une distance plus importante de l'oreille, par exemple au niveau de l'os de la tempe.

[0026] Par ailleurs, dans la présente invention, lorsqu'il est indiqué qu'un dispositif est au contact d'une zone osseuse, cela signifie que le dispositif est en contact direct ou indirect avec ladite zone osseuse, et ce, en un point de contact précis. Le contact indirect peut être par exemple être un contact par l'intermédiaire de la
5 peau et des tissus situés entre la peau et la zone osseuse.

[0027] Le positionnement du premier et du deuxième dispositifs à conduction osseuse sur la peau est réalisé en fonction de la morphologie de l'utilisateur et de manière que les vibrations atteignent le nerf auditif de façon optimale. Avantageusement, le premier et le deuxième dispositifs à conduction osseuse
10 sont aisément déplaçables autour de l'oreille de manière à pouvoir positionner l'appareil auditif de manière personnalisé pour chaque utilisateur en s'adaptant à l'anatomie de ce dernier.

[0028] Selon des modes particuliers de réalisation pris seuls ou en combinaison :

- le premier dispositif peut être positionné derrière l'oreille et le deuxième
15 dispositif peut être positionné devant l'oreille de manière que les premières vibrations atteignent une zone centrale du nerf auditif et que les deuxièmes vibrations atteignent une zone périphérique du nerf auditif ; ainsi, la stimulation du nerf auditif est optimisée, en particulier parce la stimulation à partir de l'arrière de l'oreille permet une stimulation plus importante du nerf auditif ; en effet, le nerf
20 auditif réalise un contact plus étendu avec l'os du crâne positionné derrière l'oreille et il est donc stimulé de façon plus étendu par le deuxième dispositif placé derrière l'oreille ; par ailleurs, la stimulation réalisée par l'arrière de l'oreille et celle réalisée par le devant de l'oreille sont complémentaires et permettent une restitution du son à l'utilisateur qui est optimisée, notamment car la restitution du
25 son couvre ainsi toutes les longueurs d'onde du spectre auditif ;
- la première et/ou la deuxième zones osseuses est(sont) choisie(s) de manière à pouvoir transmettre à l'utilisateur les gammes de fréquences déterminées ; ainsi, le positionnement du premier et du deuxième dispositifs peut être adapté de manière au besoin de l'utilisateur et également à sa morphologie ;
30 avantageusement, il est possible ainsi de transmettre l'intégralité des fréquences du spectre auditif au favoriser certaines fréquences selon le degrés de malentendance de l'utilisateur ;
- le premier dispositif peut être positionné au contact de l'os temporal, et de

préférence au contact du processus mastoïde de l'os temporal ;
avantageusement, le processus mastoïde de l'os temporal réalise un contact
étendu avec le nerf auditif et les premières vibrations transmises par cette partie
de l'os temporal stimulent ainsi une partie étendue du nerf auditif ; par ailleurs, le
5 processus mastoïde de l'os temporal transmet de préférence des fréquences
allant de très basses à moyenne ; et
- le deuxième dispositif peut être positionné au contact de l'os temporal et/ou du
mandibule ; lorsque le deuxième dispositif est au contact de l'os temporal, c'est
de préférence à proximité de l'articulation temporo-mandibulaire, à savoir par
10 exemple à 3 cm au plus de ladite articulation et de préférence à 2 cm au plus ;
l'os temporal transmet de préférence des fréquences allant de moyenne basses
à très hautes.

[0029] L'invention a également pour objet un système auditif comportant un premier
et un deuxième appareils auditifs tels que l'appareil auditif précité, le premier
15 appareil auditif étant configuré pour être positionné autour d'une oreille de
l'utilisateur et le deuxième appareil auditif étant configuré pour être positionné
autour de l'autre oreille dudit l'utilisateur.

[0030] Les systèmes auditifs selon l'invention permettent de pouvoir équiper les deux
oreilles d'un utilisateur, améliorant ainsi la perception du son. Dans le cas où le
20 système auditif est utilisé par une personne malentendante, la perception des
sons environnant est complète et optimale. Dans le cas où le système auditif est
utilisé par exemple pour une conversation avec une tierce personne, ou pour
écouter de la musique, le système auditif permet à l'utilisateur d'avoir un son en
stéréo.

25 [0031] L'invention a également pour objet un appareil auditif pour son utilisation dans
le traitement de la malentendance et de la surdité, ledit appareil auditif
comprenant au moins un premier dispositif à conduction osseuse et au moins un
deuxième dispositif à conduction osseuse, le premier dispositif étant configuré
pour être positionné au contact d'une première zone osseuse de la tête de
30 l'utilisateur et pour transmettre des premières vibrations à ladite première zone
osseuse, et le deuxième dispositif étant configuré pour être positionné au contact
d'une deuxième zone de la tête de l'utilisateur et pour transmettre des deuxièmes
vibrations à ladite deuxième zone osseuse, ladite deuxième zone étant différente

de la première zone, et ladite première zone osseuse et ladite deuxième zone osseuse étant situées autour d'une même oreille de l'utilisateur, ledit appareil auditif comprenant en outre au moins un microphone permettant de capter un signal sonore environnant qui est ensuite transformé pour générer les premières et les deuxièmes vibrations.

[0032] Selon un mode de réalisation préféré, l'appareil auditif peut être tel que celui décrit selon le premier objet de l'invention.

[0033] La malentendance est définie comme une perte partielle de l'audition, notamment une perte des capacité auditives d'au moins 10 dB, de préférence d'au moins 20 dB et/ou une perte des capacité auditives pour certaines fréquences du spectre auditif. La surdité est définie comme étant une perte totale de l'audition.

[0034] Les pathologies pouvant être traitées par l'appareil auditif selon l'invention sont notamment choisies parmi des pathologies de surdité ou de malentendance congénitales ou acquises telles que les pathologies mixtes, pathologies de transmission, aplasie, absence de conduit auditif, accidents d'altitude, de plongée, de décompression, otites, virus, cophose unilatérale, pathologies neurosensorielles, presbyacousie, cas de neurinomes et blast acoustique.

Brève description des dessins

[0035] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lumière de la description d'exemples non limitatif d'appareils auditif ou de systèmes auditifs selon l'invention faite en référence aux figures.

[0036] Dans les dessins annexés :

- la figure 1a représente une vue schématique de face d'un appareil auditif selon une première variante d'un premier mode de réalisation positionné autour de l'oreille d'un utilisateur ;
- la figure 1b représente une vue schématique en coupe du premier dispositif de l'appareil auditif de la figure 1a ;
- la figure 1c représente une vue schématique de face d'un appareil auditif selon une deuxième variante d'un premier mode de réalisation positionné autour de l'oreille d'un utilisateur ;

- la figure 2a représente une vue schématique de face d'un appareil auditif selon un deuxième mode de réalisation positionné autour de l'oreille d'un utilisateur ;
- la figure 2b représente une vue schématique de face d'une partie de l'appareil auditif de la figure 2a ; et
- la figure 3 représente une vue schématique de face d'un appareil auditif selon un troisième mode de réalisation ; et
- la figure 4 illustre un procédé d'écoute d'un signal sonore environnant au moyen de l'appareil auditif selon le premier mode de réalisation.

10 Description de mode(s) de réalisation

[0037] Pour des raisons de clarté, seuls les éléments essentiels pour la compréhension de l'invention ont été représentés de manière schématique, et ceci, sans respect de l'échelle.

[0038] La figure 1 illustre un appareil auditif 1 selon un premier mode de réalisation de l'invention positionné autour d'une oreille 5 d'un utilisateur. L'utilisateur est, dans ce mode de réalisation, une personne malentendante.

[0039] L'appareil auditif 1 comporte un premier dispositif à conduction osseuse 2 ainsi qu'un deuxième dispositif à conduction osseuse 3. Le premier dispositif à conduction osseuse 2 est positionné derrière l'oreille 5, au contact du processus mastoïde de l'os temporal et le deuxième dispositif à conduction osseuse 3 est positionné devant l'oreille 5 au contact de l'os temporal, à proximité de l'articulation temporo-mandibulaire. Cependant, selon la morphologie de l'utilisateur, le premier et/ou le deuxième dispositifs peuvent être positionnés au contact d'un autre os, par exemple au contact de la tempe, de manière à assurer une stimulation optimisée du nerf auditif.

[0040] L'appareil auditif 1 comporte également une unité centrale 6 qui comporte un microphone 10 permettant de capter un signal sonore environnant et de les convertir en un signal électrique. L'unité centrale 6 comporte en outre un module de traitement 9 permettant de traiter le signal électrique provenant du microphone 10. Le module de traitement 9 comporte notamment un microprocesseur 12 qui est connecté au microphone 10 et qui permet de traiter le

signal électrique venant du microphone 10 par exemple par filtrage, compression, suppression des larsens ou encore amélioration du rapport signal sur bruit, de façon à former un signal électrique amélioré.

[0041] Le module de traitement peut également comporter d'autres éléments comme
5 par exemple un module d'intelligence artificielle permettant de traiter le signal en temps réel ou encore des capteurs sensoriels.

[0042] L'unité centrale 6 comporte également une batterie 7 permettant d'alimenter électriquement l'appareil auditif 1. Dans ce mode de réalisation, l'unité centrale 6 est à distance du premier et du deuxième dispositifs à conduction osseuse et est
10 portée par l'utilisateur par exemple autour du cou.

[0043] L'appareil auditif 1 comporte également un premier transducteur électromécanique 12 positionné dans le premier dispositif à conduction osseuse 2 et un deuxième transducteur électromécanique 13 positionné dans le deuxième dispositif à conduction osseuse 3.

[0044] Le signal sonore amélioré généré par le microprocesseur 11 est transmis par l'intermédiaire d'un premier câble électrique au premier transducteur 12 et par un deuxième câble électrique au deuxième transducteur 13. Le premier câble électrique et le deuxième câble électrique passent dans le câble secondaire 8 puis se séparent et se connectent respectivement au premier transducteur 12 et
20 au deuxième transducteur 13 par l'intermédiaire du câble primaire 4.. A partir du signal sonore amélioré, le premier transducteur 12 génère ainsi des premières vibrations 14 et le deuxième transducteur génère des deuxièmes vibrations 15, les vibrations 14 et 15 étant ensuite transmises au nerf auditif non représenté par l'intermédiaire de l'os sur lequel le premier et le deuxième dispositif sont
25 positionnés.

[0045] Le premier et le deuxième transducteurs 2 et 3 étant positionné autour de la même oreille 5, les premières et les deuxièmes vibrations 14 et 15 stimulent le même nerf auditif 20, à savoir le nerf auditif de l'oreille 5 ce qui permet à l'utilisateur de percevoir un son amélioré par rapport aux appareils auditifs de l'art
30 antérieur.

[0046] Dans ce mode de réalisation, le premier dispositif à conduction osseuse 2 est positionné au contact du processus mastoïde de l'os temporal et le deuxième

dispositif à conduction osseuse 3 est positionné au contact de l'os temporal.

L'utilisateur reçoit ainsi une restitution complète du son environnant puisque l'ensemble des longueurs d'ondes du spectre auditif atteint le nerf auditif.

[0047] La figure 1b illustre une vue agrandie du premier dispositif 2. Le premier
5 dispositif 2 comporte un corps principal 16 en forme de demi-sphère dans lequel est placé le premier transducteur 12. Le premier transducteur 12 est relié au premier câble électrique positionné dans le câble primaire 4 par lequel il reçoit le signal sonore amélioré.

[0048] Le premier dispositif 12 comporte également une base 18 de positionnement
10 à laquelle est fixé un système de maintien 19 qui est, dans ce mode de réalisation, un adhésif. Le premier dispositif 2 comporte également une partie intermédiaire 17 qui permet de relier le corps principal 16 et la base 18 de manière que le corps principal 16 et la base 18 puissent bouger l'un par rapport à l'autre tout en restant solidaires.

15 [0049] La figure 1c illustre un appareil auditif selon une deuxième variante du premier mode de réalisation. Dans cette deuxième variante, l'unité centrale 6 est petite et positionnée derrière l'oreille de l'utilisateur.

[0050] L'unité centrale 6 comporte un premier microphone 10 et un deuxième
microphone 10' qui sont omnidirectionnels et de type MEMS. Le premier
20 microphone 10 est orienté vers l'avant de l'utilisateur et le deuxième microphone 10' est orienté vers l'arrière de l'utilisateur. Ainsi, le premier et le deuxième microphones 10 et 10' captent des signaux sonores différents et complémentaires.

[0051] L'unité centrale 6 comporte également un module de traitement 9
25 comprenant, comme dans la première variante, un processeur 11. Dans cette deuxième variante, le processeur 11 permet de superposer les signaux électriques provenant du premier et du deuxième microphones 10 et 10' afin de former un signal électrique global qui est ensuite transmis au premier et au deuxième transducteurs 12 et 13.

30 [0052] Dans cette deuxième variante, le premier et le deuxième transducteurs 12 et 13 sont reliés chacun directement au module de traitement 9 par l'intermédiaire d'un premier câble électrique 12' et d'un deuxième câble électrique 13'.

[0053] Dans cette deuxième variante, le premier dispositif à conduction osseuse 2 et 3 sont identiques à ceux décrits dans la première variante et sont positionnés autour de l'oreille de l'utilisateur comme décrit pour la première variante.

5 [0054] Selon cette deuxième variante, l'appareil auditif est plus compact et moins encombrant et donc plus pratique à utiliser. Par ailleurs, les deux microphones étant positionnés près de l'oreille et étant orientés différemment, l'appareil reproduit de façon très réaliste le son normalement perçu par l'oreille.

[0055] La figure 2a illustre un appareil auditif 21 selon un deuxième mode de réalisation. L'appareil auditif 21 comporte un premier dispositif à conduction
10 osseuse 22 et un deuxième dispositif à conduction osseuse 23.

[0056] Le premier et le deuxième dispositifs 22 et 23 sont reliés l'un à l'autre par un dispositif de liaison 4 qui sert également de système de maintien du premier et du deuxième dispositif 22 et 23. Le dispositif de liaison est un arceau relativement rigide qui épouse le contour de l'oreille 5 et qui maintient le premier
15 et le deuxième dispositifs 22 et 23 dans une position relativement fixe l'un par rapport à l'autre.

[0057] La figure 2b illustre une vue agrandie d'une première partie 4' du dispositif de liaison 4 dans laquelle sont placés les différents éléments permettant de générer des premières vibrations 34.

20 [0058] Le dispositif de liaison 21 comporte un premier microphone 30, un module de traitement 32 comprenant un microprocesseur 31 et un premier transducteur 33. Le dispositif de liaison 21 comporte également une batterie 27 permettant d'alimenter les différents éléments précités. Le dispositif de liaison 21 comporte également un système de connexion sans fil 26 pouvant permettre par exemple
25 de recevoir un signal électrique secondaire provenant d'un téléphone portable ou d'un lecteur de musique. Ce signal électrique secondaire peut être traité par le microprocesseur 31 puis être transmis au premier et au deuxième transducteur 33 et 33' et être ainsi transformé en premières vibrations 34 et en deuxièmes vibrations 35.

30 [0059] Selon ce mode de réalisation, l'appareil auditif comporte un seul des éléments suivants : microphone 30, microprocesseur 32 et batterie 27. Cependant, selon un deuxième mode de réalisation possible, l'appareil auditif 21 peut comprendre

chacun de ces éléments en double, le deuxième élément de chaque étant positionné dans une deuxième partie du dispositif de liaison 21, à proximité du deuxième dispositif à conduction osseuse 23.

[0060] La figure 3 illustre un troisième mode de réalisation de l'invention. Ce mode de réalisation concerne un système auditif 50 qui comprend un premier appareil auditif 41 et un deuxième appareil auditif 41'. Chaque appareil auditif 41 (41') comporte un premier dispositif à conduction osseuse 42 (42') et un deuxième dispositif à conduction osseuse 43 (43').

[0061] Chaque appareil auditif comporte également les éléments de réception et traitement du signal sonore (microphone, microprocesseur et transducteur) comme dans le deuxième mode de réalisation qui sont placés dans le système de maintien 52 prenant la forme d'un casque.

[0062] Ce troisième mode de réalisation peut par exemple être utilisé comme casque antibruit permettant de ne pas entendre les bruits environnant mais permettant de recevoir un signal électrique provenant par exemple d'un lecteur de musique ou les paroles d'une tierce personne par téléphone. Ce type de casque peut être utilisé par exemple dans des travailleurs dans le BTP. Selon cette utilisation, il est possible de traiter le signal sonore de manière que le bruit soit diminué, voire supprimé, et que l'utilisateur puisse quand même entendre les instructions d'une personne autour de lui.

[0063] La figure 4 illustre un procédé 100 d'écoute d'un signal sonore environnant au moyen de l'appareil auditif 1. Ce procédé comporte :

- une étape 120 de positionnement du premier dispositif à conduction osseuse 2 au contact d'une première zone osseuse de la tête de l'utilisateur ;
- une étape 120 de positionnement du deuxième dispositif 3 à conduction osseuse au contact d'une deuxième zone osseuse de la tête de l'utilisateur, la deuxième zone osseuse étant différente de la première zone osseuse, et la première et la deuxième zones osseuses étant situées autour d'une même oreille ;
- une étape de transmission 130 de premières vibrations 14 à partir du premier dispositif 2 et des deuxièmes vibrations 15 à partir du deuxième dispositif 3 de manière à stimuler le nerf auditif 20 de ladite oreille.

[0064] Ce procédé permet de pouvoir positionner le premier et le deuxième dispositifs à conduction osseuse de façon personnalisée pour chaque utilisateur de manière à pouvoir adapter le positionnement à la morphologie de l'utilisateur et pouvoir ainsi stimuler le nerf auditif de façon optimale. L'utilisateur peut ainsi

5 obtenir une restitution fidèle et complète du son environnant.

Revendications

- [Revendication 1] Appareil auditif destiné à être disposé autour d'une oreille d'un utilisateur, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un premier dispositif à conduction osseuse et au moins un deuxième dispositif à conduction osseuse, le premier dispositif étant configuré pour être positionné au contact d'une première zone osseuse de la tête de l'utilisateur et pour transmettre des premières vibrations à ladite première zone osseuse, et le deuxième dispositif étant configuré pour être positionné au contact d'une deuxième zone de la tête de l'utilisateur et pour transmettre des deuxièmes vibrations à ladite deuxième zone osseuse, ladite deuxième zone étant différente de la première zone, et ladite première zone osseuse et ladite deuxième zone osseuse étant situées autour d'une même oreille de l'utilisateur, ledit appareil auditif comprenant en outre au moins un microphone permettant de capter un signal sonore environnant qui est ensuite transformé pour générer les premières et les deuxièmes vibrations.
- [Revendication 2] Appareil auditif selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'il comprend au moins deux microphones.
- [Revendication 3] Appareil auditif selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le premier dispositif à conduction osseuse comprend un premier transducteur et en ce que le deuxième dispositif à conduction osseuse comprend un deuxième transducteur, le premier et le deuxième transducteur permettant de transformer un signal électrique issu du signal sonore en premières et deuxièmes vibrations acoustiques respectivement.
- [Revendication 4] Appareil auditif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le ou les microphones permettent de générer au moins un signal électrique à partir dudit au moins un signal sonore et un module de traitement permettant de traiter ledit au moins un signal électrique.
- [Revendication 5] Appareil auditif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le premier et le deuxième dispositifs sont positionnés sur la peau de l'utilisateur et en ce que l'appareil comporte un système de maintien du premier et du deuxième dispositif sur la peau.

[Revendication 6] Appareil auditif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un dispositif de liaison permettant de relier le premier et le deuxième dispositifs l'un à l'autre.

5 [Revendication 7] Appareil auditif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un récepteur de signal électrique.

[Revendication 8] Procédé (100) d'écoute d'un signal sonore environnant au moyen de l'appareil auditif selon l'une quelconque des revendications 1 à 10 7, ledit procédé étant caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- positionner (110) le premier dispositif à conduction osseuse au contact d'une première zone osseuse de la tête de l'utilisateur,
- positionner (120) le deuxième dispositif à conduction osseuse au contact d'une deuxième zone osseuse de la tête de l'utilisateur, la deuxième zone 15 osseuse étant différente de la première zone osseuse, et la première et la deuxième zones osseuses étant situées autour d'une même oreille,
- transmettre (130) des premières vibrations à partir du premier dispositif et des deuxièmes vibrations à partir du deuxième dispositif de manière à stimuler le nerf auditif de ladite oreille.

20 [Revendication 9] Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que le premier dispositif (2) est positionné derrière l'oreille et le deuxième dispositif (3) est positionné devant l'oreille de manière que les premières vibrations (14) atteignent une zone centrale du nerf auditif et que les deuxièmes vibrations (15) atteignent une zone périphérique du nerf auditif.

25 [Revendication 10] Procédé selon la revendication 8 ou 9, caractérisé en ce que la première et/ou la deuxième zones osseuses est(sont) choisie(s) de manière à pouvoir transmettre à l'utilisateur les gammes de fréquences déterminées.

[Revendication 11] Procédé selon l'une quelconque des revendications 8 à 30 10, caractérisé en ce que le premier dispositif (2) est positionné au contact du processus mastoïde de l'os temporal.

[Revendication 12] Procédé selon l'une quelconque des revendications 8 à 11, caractérisé en ce que le deuxième dispositif (3) est positionné au contact de l'os temporal et/ou du mandibule.

- 5 [Revendication 13] Système auditif caractérisé en ce qu'il comporte un premier et un deuxième appareils auditifs selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, le premier appareil auditif étant configuré pour être positionné autour d'une oreille de l'utilisateur et le deuxième appareil auditif étant configuré pour être positionné autour de l'autre oreille dudit l'utilisateur.
- [Revendication 14] Appareil auditif selon l'une quelconque des revendications 1 à 7 ou système auditif selon la revendication 13 pour son utilisation dans le traitement de la malentendance et de la surdité.
- 10 [Revendication 15] Appareil auditif selon l'une quelconque des revendications 1 à 7 ou système auditif selon la revendication 13 pour son utilisation dans le traitement d'au moins une pathologie choisie parmi des pathologies de surdité ou de malentendance congénitales ou acquises telles que les pathologies mixtes, pathologies de transmission, aplasie, absence de conduit auditif, accidents d'altitude, de plongée, de décompression, otites, virus, cophose
- 15 unilatérale, pathologies neurosensorielles, presbycousie, cas de neurinomes et blast acoustique.