

nouveau.. nouveau.. nouveau... nouveau.. nouveau... nouveau.. nouveau.. nouveau... nouveau... nouveau...

Les rendez-vous de l'audition

n° 7

Bruits impulsifs : Les différents moyens de réduire leurs effets nocifs sur l'audition chez l'entendant et le malentendant appareillé !

Ce 7^e numéro post-congrès marque encore un tournant dans le domaine de l'innovation technologique en matière d'aides auditives. Il vous fera part des différents moyens existant actuellement afin de réduire l'effet nocif des bruits impulsifs.

Toujours soucieux de donner le maximum de confort au patient, des fabricants d'aides auditives ont intégré dans leur microprocesseurs des algorithmes de traitement de signaux capables de détecter les bruits impulsifs et de diminuer leurs effets nocifs et inconfortables sans pour autant altérer la compréhension de la parole. Prouesse technologique ! Il semble essentiel de garder à l'idée que le malentendant a une audition fragilisée et qu'il s'agit de faire le maximum pour qu'il conserve le plus longtemps son capital auditif. Pour cela, il faut diminuer toute fatigue auditive....

Après vous avoir fait une présentation du bruit et plus particulièrement du bruit impulsif et de ses conséquences sur l'audition, je vous ferai part des différents systèmes de protection mis actuellement à disposition sur le



marché afin d'atténuer l'effet désagréable des bruits impulsifs. Nous ne citerons que quelques exemples, comme les bouchons d'oreilles non linéaires classiques de type PASSTOP ainsi que les protections antibruits destinées aux chasseurs. Enfin, nous parlerons des premières aides auditives dotées d'un réducteur de bruits impulsifs.

Je dédie cet article au Pr Jean-Luc Poncet, médecin en chef hors classe des armées du Val de Grâce, qui a su me sensibiliser sur la nécessité de protéger l'ouïe de tous bruits dangereux et en particulier des bruits impulsifs (ces fameux bruits à l'origine du traumatisme sonore où l'atteinte auditive est souvent irréversible !), par le port de protections appropriées. Je pense que l'on ne peut que se réjouir de l'application de la réduction de bruits impulsifs à l'aide auditive !

Dan SONIGO, Audioprothésiste D.E.

Notre quotidien nous soumet à une série de gestes et situations capables de nous exposer à toutes sortes de bruits ou d'effets sonores. L'oreille, organe de notre audition, est à la fois un réceptacle de tous les bruits et sons qui nous mettent en relation avec le monde extérieur, mais elle est aussi la proie de toutes les agressions sonores que l'homme a contribué à créer dans son environnement. Il faut également protéger cet organe sensible puisque "l'oreille n'a pas de paupière". Elle n'a donc pas la liberté d'échapper spontanément au bruit.

L'oreille interne est la cible des bruits. Ses structures peuvent être lésées par un bruit trop intense et/ou de très longue

durée. Les lésions sensorielles sont à l'origine de déficits auditifs temporaires (fatigue auditive), ou définitifs (pertes auditives).

Que faire? Les moyens thérapeutiques que nous pouvons opposer aux lésions auditives sont limités et relativement peu efficaces. Ainsi le traitement des traumatismes sonores aigus, même effectué en urgence, ne permet d'obtenir que 50 à 80 % de guérison et la surdité, une fois installée, n'admet aucun traitement.

Les lésions auditives causées par un environnement sonore bruyant sont inacceptables, car il s'agit d'un préjudice physique et moral grave, majoré souvent par des nuisances associées telles qu'acouphènes et des difficultés de compréhension de la parole.

Le bruit

Le bruit est une sensation perçue par l'oreille pouvant être agréable ou désagréable. Sa caractéristique principale est sa force, c'est-à-dire son intensité (forte ou faible). Les bruits sont souvent désignés comme des émissions sonores présentant pour l'individu un caractère désagréable ou gênant, c'est-à-dire le caractère d'une nuisance : tout son importun deviendrait un bruit.

Un bruit est dit "stable" ou "continu", lorsque les fluctuations du niveau de pression acoustique (mesuré dans des conditions spécifiques) ne sont pas supérieures à 5 dB pendant une période T d'observation. Ils sont particulièrement fréquents en milieu militaire dans les chars et les véhicules blindés.

Un bruit est "instable" ou "discontinu" lorsque les fluctuations du niveau de pression acoustique (mesuré dans des conditions spécifiques) sont supérieures à 5 dB pendant une période T d'observation. Le plus connu est le bruit impulsif, qui, par son caractère abrupt, peut avoir des effets destructeurs sur l'audition au point de provoquer un traumatisme sonore aigu.

Hauteur tonale ou tonie

La hauteur tonale est la qualité de l'oreille qui distingue un son grave d'un son aigu. Elle se caractérise par la fréquence et se mesure en hertz (Hz). L'ouïe humaine est plus sensible aux sons de fréquence médium et aiguë qu'aux sons de fréquence grave.

2 Bruits impulsifs

Intensité

L'intensité est la qualité qui distingue un son faible d'un son fort. Elle se caractérise par le niveau sonore et se mesure en décibels (dB). Les unités les plus utilisées sont le dBA et le dBC. Le dBA est l'unité psychophysique qui rend le mieux compte de la sensation sonore résultant d'une exposition à bas niveau sonore et le dBC, l'unité psychophysique qui rend compte de la sensation sonore résultant d'une exposition à haut niveau sonore.

Classification légale des bruits (Arrêté du Ministère du travail du 12/08/1975)

Elle distingue :

les bruits continus - si la variation d'intensité d'un bruit est supérieure à 2 dB, on parlera de bruits fluctuants, dans le cas contraire on parlera de bruits stables ou encore de bruits industriels.

les bruits intermittents, de durée habituellement supérieure à 1 s. **les bruits impulsifs**, lorsque la durée est inférieure à 1 s.

les bruits impulsifs, lorsque la durée est inférieure à 300 ms (c'est le cas des détonations d'armes à feu).

Du point de vue médical et préventif, l'idéal serait de faire en sorte qu'aucune perte auditive ne survienne. Cependant, la susceptibilité aux pertes auditives entraînées par l'exposition aux bruits (et plus particulièrement aux bruits impulsifs) varie de façon importante d'un sujet à l'autre, et il est difficile de protéger la totali-

té des personnes exposées. Même si l'on pouvait définir une exposition sonore parfaitement inoffensive, cette dernière serait si basse que les expositions ne pourraient être en pratique à ce niveau.

Il s'agit donc d'établir une définition du risque auditif : c'est une perte auditive (mesurée par audiométrie conventionnelle) qui ne doit pas être dépassée par une proportion déterminée de la population exposée. ■

Les effets du bruit sur l'audition

La cochlée oppose à l'aggravation sonore trois modalités réactives : l'adaptation, la fatigue auditive puis le déficit auditif permanent.

1. L'adaptation auditive

Lors de l'émission du stimulus sonore, la sensibilité de la cochlée diminue (le seuil d'audition s'élève) mais se rétablit dès la fin de la stimulation.

2. La fatigue auditive (FA)

Elle est caractérisée par une rémanence de la diminution de la sensibilité auditive après la fin de l'exposition au stimulus sonore. Mais, il s'agit d'un phénomène encore réversible à plus ou moins long terme : c'est le Temporary Threshold Shift (TTS) des auteurs anglosaxons ou Elevation Temporaire du Seuil auditif (ETS). Le délai de récupération d'un seuil auditif normal permet de définir :

la fatigue à court terme dissipée en moins de 2 mn (le maximum des élévations de seuils se situe à la fréquence d'exposition).

la fatigue à long terme dissipée entre 3 mn et 16 heures (intervalle théorique entre 2 journées de travail en ambiance bruyante, qui constitue la limite arbitraire à ne

pas dépasser lors de l'exposition à des bruits industriels). La fatigue auditive est fonction de l'intensité, de la durée et de la fréquence de la stimulation. Elle est aussi fonction des conditions de présentation de la stimulation : une dose donnée de bruit appliquée sous forme intermittente est moins dangereuse pour l'audition.

la fatigue à long terme non dissipée au delà de 16 heures.

Sur le plan clinique, la FA a pour symptomatologie un acouphène aigu, tenace. Son extinction est observée dans plus de 80 pour cent des cas en moins d'une heure. Il n'est jamais mentionné après 24 heures.

Sur le plan audiométrique, la zone des fréquences aiguës est le siège habituel des altérations dues à la FA (entre 3 et 8 kHz et surtout 4,5 et 6 kHz).

Les fréquences médianes sont moins touchées.

L'amplitude des TTS augmente en moyenne de 6 dB chaque fois que celle de la stimulation double. A partir d'un certain

niveau (niveau critique), cette augmentation s'accélère très fortement. Ce phénomène est particulièrement important dans le cas de l'exposition aux bruits impulsifs. Audelà d'une certaine durée d'exposition, les TTS atteignent une valeur asymptotique qui est d'autant plus élevée que le niveau de la stimulation est plus fort.

Du fait de la fonction de transfert de l'oreille externe et de l'oreille moyenne, les basses fréquences sont beaucoup mieux tolérées que les fréquences moyennes et élevées : l'oreille est la plus réceptive aux fréquences pour lesquelles sa sensibilité est la meilleure. C'est en effet pour ces fréquences que l'énergie acoustique est transmise de façon optimale du milieu extérieur à l'oreille interne : voilà l'explication principale du fameux "trou à 4000 Hz" caractéristique des surdités professionnelles et bien connu de tous les cliniciens.

Les effets du niveau et de la durée de la stimulation étant interdépendants, on a supposé que l'importance des déficits auditifs

(et en particulier des pertes auditives ou PTS : Permanent Threshold Shift) était liée à la quantité d'énergie acoustique reçue par l'oreille. C'est cette hypothèse qui a servi de base à l'établissement de normes internationales (ISO 1999). Il ne faut cependant pas considérer la mesure de l'énergie acoustique comme une solution universelle car, dans de nombreux cas, le principe d'isoénergie est pris en défaut : c'est le cas des bruits intermittents par exemple.

3. Les déficits permanents

Ils caractérisent des lésions structurelles endocochléaires qui entraînent des altérations irréversibles de l'audition : c'est le Permanent Threshold Shift (PTS) des anglo-saxons ou Elévation Permanente du Seuil.

Il faut distinguer :

les traumatismes sonores aigus (TSA) dus à l'exposition accidentelle ou répétée, dans un même temps limite à des bruits impulsifs (détonations d'armes à feu)

Signes subjectifs : triade clas-

sique d'apparition immédiate (otalgie fugace et inconstante), acouphène de timbre aigu, hypoacousie brutale avec sensation d'oreille cotonneuse. L'atteinte est le plus souvent unilatérale.

Signes d'examen : otoscopie normale.

L'audiométrie tonale montre le plus souvent un scotome plus ou moins large centré sur la fréquence

4 000 Hz. Dans 20 pour cent des cas, l'audiogramme est atypique.

En cas de TSA constitué en l'absence de traitement dont l'efficacité n'est pas prouvée, la surdité est irréversible, en dehors d'une tranche de récupération de l'ordre de 20 dB.

En cas de TSA itératifs ou TSA souvent répétés : une hypoacousie bilatérale avec retentissement

social majeur. Les acouphènes sont souvent présents.

les surdités professionnelles consécutives à l'exposition prolongée à des bruits continus ou impulsionnels (système d'armes, ateliers).

Bien que non linéaire dans son évolution, la surdité professionnelle connaît 4 stades :

période d'adaptation
période de latence
période d'état
période d'aggravation

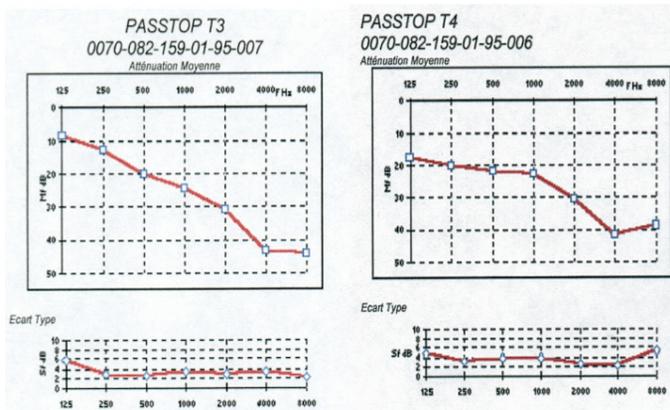
L'évolution en 4 stades est schématique et se fait par paliers successifs. Cette évolution est irréversible et l'hypoacousie s'accroît tant que dure l'exposition.

La protection auditive contre les bruits impulsionnels. Intérêt des bouchons d'oreilles non linéaires.

Comportement non linéaire : l'atténuation augmente lorsque l'intensité du son augmente.

L'effet de nonlinéarité du PASSTOP permet de compenser en parité cette augmentation. En moyenne à partir de 100 dB, nous avons les courbes de réponses suivantes.

Ainsi, l'opérateur se déplaçant vers la source sonore ou subissant un bruit impulsionnel fort aura une protection de son audition renforcée par rapport à un antibruit classique (sans la Chambre d'Atténuation du filtre PASSTOP).



STOPGUN : protection réservée aux tirs d'armes

Filtre acoustique traditionnel à comportement non linéaire ou circuit électronique, les StopGun protègent efficacement l'audition des tirs d'arme à feu et sans altérer la perception des faibles sons du gibier.

STOPGUN ELECTRONIQUE PERSONNALISEE

Protecteur auditif électronique muni de 2 circuits : stabilisation des sons à 80 dB et amplification. Fabrication personnalisée en résine acrylique d'après empreintes de conduit auditif.

STOPGUN S

Version standard du Stopgun, avec tips silicone réutilisables et lavables.

STOPGUN ES, OREILLE GAUCHE

Protecteur auditif électronique muni de 2 circuits : stabilisation des sons à 80 dB et amplification. Version standard livrée avec 2 tips silicone réutilisables et lavables. Fonctionnement amplification / protection particulièrement apprécié par les chasseurs.

STOP GUN SPECIAL CHASSEUR

Protecteur auditif en silicone avec filtre acoustique non linéaire pour une atténuation très faible, augmentant en fonction de l'environnement sonore. Idéal pour la chasse.

Quand j'ai rédigé mon mémoire de fin d'études sur le « bruit et les moyens de protection individuelles de l'ouïe », j'imaginai déjà des futures prothèses numériques capables d'amplifier les sons tout en essayant de protéger au mieux l'oreille du patient malentendant notamment des bruits impulsionnels. Il semblerait que l'utilisation d'une aide auditive pour mieux entendre mais en même temps dotée d'un microprocesseur intelligent capable de réduire les bruits impulsionnels soit une avancée technologique intéressante....

Bruits de vaisselle, bruits de porte qui claquent.... Lors de comptes rendus d'essai d'appareillage où le patient était tout de même conscient du bénéfice de son aide auditive, il pouvait nous arriver d'entendre le patient nous dire qu'il entend mieux d'une façon générale mais qu'il est parfois gêné par les bruits de la rue, les bruits de klaxon ou encore la sirène des véhicules de police surtout en fin de journée. S'installe alors une fatigue auditive engendrant sur le long terme une perte auditive permanente. Pour justement diminuer cette fatigue auditive des réducteurs de bruit impulsionnel ont été mis point, dont nous donnerons deux exemples de traitement de signaux : le **SoundSmoothing de SIEMENS** intégrant dans sa technologie un réducteur de bruit impulsionnels, le **Sound Relax de chez Phonak** disposant aussi d'un système de réduction de bruit impulsionnel.....

Depuis 18 ans, AuditionSanté met son expérience au service des malentendants.

Au programme : adaptations, formations, innovations.



Depuis 18 ans, les audioprothésistes des laboratoires AuditionSanté sont au service des malentendants.

Ce Groupement a connu toutes les grandes évolutions en matière d'appareils auditifs : des appareils analogiques aux appareils de technologie numérique, des premiers intra auriculaire aux appareils à embouts ouverts. A chaque évolution technologique, AuditionSanté s'est adapté en choisissant les meilleurs formateurs pour ses audioprothésistes, en participant aux différentes conférences de présentation des nouveaux produits, en se positionnant en « laboratoire référent » pour tester les dernières évolutions en matière de technologie auditive.

• La recherche de réglage plus précis

Aujourd'hui, la technologie des aides auditives est arrivée à un tel niveau de perfection que le comité de recherche, interne au Groupement AuditionSanté et composé de spécialistes de la correction auditive, de médecins et de malentendants, associés à l'I.R.C.A. (Institut de Recherche pour le Confort Auditif), s'est intéressé aux contrôles de dépistage et aux différents tests destinés à régler les aides auditives.

Le besoin de réglage plus précis des appareils auditifs, la participation du patient à ce réglage et la nécessité d'un équilibrage acoustique parfait sont ressortis des études entreprises.

La conclusion s'est avérée intéressante puisque AuditionSanté innove, pour son implantation au Mans, en équipant son laboratoire d'une cabine audiométrique ultra sophistiquée.

• « Le bureau cabine » pour faire participer le malentendant

Le réglage des appareils se fait dorénavant en temps réel et nécessite la participation active du patient.



Pour plus de convivialité et d'efficacité, AuditionSanté a choisi son nouveau laboratoire du Mans pour tester un nouveau concept de « bureau cabine » ultra sophistiqué. Dans ce « bureau cabine », le malentendant et l'audioprothésiste sont face à face pour améliorer le contact et répondre aux besoins spécifiques de certains patients.

Un écran LCD de 80 cm permettra au malentendant de suivre en temps réel l'adaptation, le réglage et les modifications éventuelles de ses appareils.

L'envoi des données audioprothétiques à l'appareil auditif se fera par un système *bluetooth* (liaison sans fil).

Les hauts-parleurs, disposés en cercle autour de lui, permettront de reproduire les différents environnements sonores afin de tester l'efficacité des appareils auditifs dans des conditions identiques à celles de la vie courante.

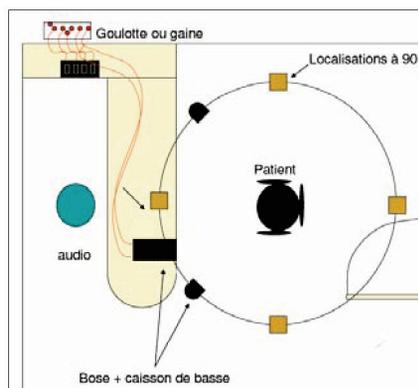
Équilibrer l'audition favorise la compréhension en milieu bruyant

Les audioprothésistes participant au comité de recherche AuditionSanté et partisans du « pré-réglage » préconisent un équilibrage parfait des appareils auditifs pour une meilleure compréhension en milieu bruyant.

Pour ce faire, un système de hauts-parleurs est placé de part et d'autre de la tête du patient. Ce système repose sur des données bien spécifiques comme la distance par rapport aux oreilles et à la distance par rapport au sol.

Une fois l'équilibrage des appareils effectué, l'audioprothésiste enregistrera les données audioprothétiques et « bloquera » le réglage afin que le patient se retrouve à chaque instant dans des conditions optimales de confort auditif.

Outre une chaîne de mesure et un audiomètre, un vidéoscope, appareil très perfectionné permettant l'examen très précis du conduit auditif, complète ce nouveau concept de « bureau cabine ».



• Le Fauteuil Auditif

Pour améliorer l'acoustique et les conditions de tests de ses patients le Groupement AuditionSanté, après l'avoir expérimenté dans trois de ses laboratoires, lance en janvier 2007, le « Fauteuil Auditif » permettant de réaliser les tests audioprothétiques dans des conditions optimales. Ce nouveau concept sera présenté au adhérents AuditionSanté lors du Séminaire AuditionSanté en janvier 2007.



Des audioprothésistes de réputation

Groupement AuditionSanté
Chemin des Mathieux - La Beyne-Est
46000 CAHORS
Tél. : 05 65 23 20 30
Site : www.auditionsante.fr

SoundSmoothing

Un nouvel algorithme de réduction des bruits gênants

SoundSmoothing est un nouveau composant du « Système de Rehaussement de la Parole/Réduction du Bruit » de Siemens. C'est un algorithme capable de réduire la gêne occasionnée par les bruits transitoires. La preuve est faite de la nécessité de ce type de technique innovante et sa fonctionnalité est expliquée en détail. SoundSmoothing a été évalué dans le cadre de trois études indépendantes – tant en

Introduction

Les bruits de fond posent depuis longtemps un énorme problème aux porteurs d'appareils auditifs. Non seulement ces bruits réduisent-ils souvent l'intelligibilité des conversations mais, dans de nombreux cas, ils créent une gêne, rendant le port de l'appareil auditif très désagréable. Les études ont révélé que les nouveaux porteurs d'appareils auditifs indiquaient que les bruits de fond les gênaient davantage après avoir été appareillés (par exemple, Boymans et Dreschler 2000, Surr et al. 2002, Ricketts et al. 2003). En fait, dans l'ensemble, ils jugent les bruits de fond plus gênants que ce que considèrent les personnes entendant. Cette situation se produit même lorsque la sortie de l'appareil auditif est minutieusement ajustée sous le seuil d'inconfort sonore (LDL - loudness discomfort level) des patients, ce qui indique que le problème ne réside pas dans un niveau de volume sonore désagréablement élevé mais plutôt dans le bruit en général (Palmer et al. 2006). Dans une certaine mesure, cela est tout simplement dû à la perception antérieurement réduite de ces bruits chez le patient. Bien qu'il soit possible que l'acclimatation auditive à long terme puisse aider la personne appareillée à s'adapter à ces bruits (Mueller et powers 2001), il est également possible

que la gêne subie entraîne le porteur d'appareil auditif à cesser d'utiliser son équipement (Kochlin 2005). C'est-à-dire que le degré de gêne peut l'empêcher d'utiliser l'appareil auditif assez longtemps pour permettre l'acclimatation. En conséquence, généralement, l'un des objectifs du réglage de l'appareil auditif consiste à réduire le degré de gêne des bruits de fond.

Lorsque l'on définit la meilleure façon de réduire la gêne sonore, il est important d'étudier en premier lieu la variété des bruits auxquels les porteurs d'appareils auditifs sont soumis dans leur vie quotidienne. Par exemple, la variation d'intensité et de durée de ces bruits. Certaines personnes appareillées rendent compte d'une gêne importante due à des bruits forts et continus comme ceux des motos, tandis que d'autres se plaignent d'une gêne occasionnée par des bruits sourds intermittents, tels que le cliquetis du clavier d'un ordinateur.

Afin de déterminer l'ampleur de la gêne occasionnée par divers types de bruits et évaluer ceux rencontrés fréquemment, Hernandez et al. (2006) ont mené une étude sur plus de 30 nouveaux porteurs d'aides auditives. A l'aide d'un agenda, le nouvel appareillé compile une liste des bruits subis pendant la première semaine de port, et

conditions de laboratoire qu'en situation de vie quotidienne. Les résultats de ces études confirment les avantages de SoundSmoothing pour une grande diversité de problèmes auditifs. SoundSmoothing réduit considérablement la gêne produite chez les porteurs d'appareils auditifs par les bruits de fond. "...les nouveaux porteurs d'appareils auditifs indiquent que les bruits de fond sont de plus en plus gênants..."

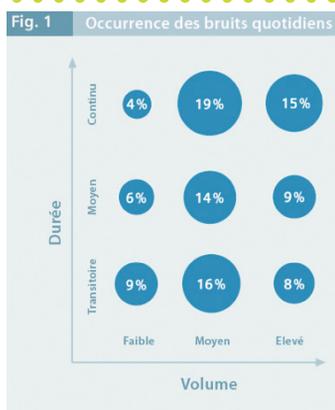


Figure 1 Répartition de l'occurrence des bruits quotidiens rapportés par les nouveaux porteurs d'aide auditive selon le degré sonore et leur durée.

note son degré de gêne pour chaque bruit. La gêne a été notée sur une échelle de 0 à 10 (0 = aucune gêne ; 10 = très forte gêne). Le but ne consistait pas à identifier spécifiquement un bruit gênant mais tout simplement à rendre compte de l'éventail de bruits subis, même ceux considérés comme non gênants. Comme prévu, plusieurs personnes appareillées ont relevé des bruits similaires ; toutefois, après fusion des données, plus de 100 sons environnementaux ont été identifiés.

«...les conclusions révèlent que 33% des bruits environnementaux considérés comme gênant étaient transitoires... »

Un panel de cinq juges audiologistes, tous familiarisés avec les

relevés de bruits réels, a noté ces différents bruits. Chaque bruit a été noté sur le fondement de ce que les juges estimaient être l'intensité la plus courante (faible, moyenne ou élevée) et sur la durée réelle du bruit (transitoire, moyenne ou continue).

La répartition de la notation des différents bruits environnementaux est présentée au Sch. 1. On observera que les types de bruits subis ont été répartis avec une égalité relative dans les diverses catégories, une distribution identique étant constatée pour les trois types de durée en situation de volume élevé. Même si l'on considère souvent que ce sont les bruits (continus) de longue durée qui sont gênants, on observera que ces conclusions révèlent que 33% des bruits environnementaux qualifiés de gênants étaient intermittents - point sur lequel nous reviendrons plus tard.

Les participants à cette étude ont noté le degré de gêne occasionné par les différents bruits. Il s'agit à l'évidence d'une distinction importante car, si un bruit environnemental précis n'est pas gênant (par exemple le chant des oiseaux), ce bruit est généralement moins problématique et donc peu susceptible de décourager le port de l'aide auditive. Comme indiqué sur la figure 2, il n'existe pas de grande différence entre les diverses notations de gêne attribuées aux bruits envi-

6

Bruits impulsionnels



ronnementaux. Comme on pouvait le prévoir, la gêne la plus forte est provoquée par des bruits forts continus. On relèvera toutefois que même les bruits intermittents ont été qualifiés de relativement gênants (5,8 en moyenne en situation de volume élevé), et que les bruits forts intermittents n'étaient pas beaucoup moins gênants que ceux de plus longue durée.

« Il est donc indispensable de disposer d'un nouveau type de système de réduction des bruits spécifiquement conçu pour traiter les signaux sonores intermittents gênants. »

Résoudre le problème de la gêne

L'une des solutions potentielles au problème de la gêne sonore est la mise en oeuvre de la réduction numérique du bruit (Digital Noise Reduction - DNR). La DNR a été introduite dans les appareillages d'aide auditive numérique il y a dix ans. La recherche a prouvé qu'après son implémentation, la réduction numérique du bruit produit une audition plus agréable. C'est-à-dire que lorsque l'on écoute une conversation en bruit de fond et que l'on compare l'audition avec la DNR activée et avec la DNR désactivée, la majorité des gens préfèrent que la DNR soit activée (Ricketts et Hornsby 2005). On a également observé que lorsque des degrés sonores acceptables sont mesurés, la DNR permet à l'auditeur de

tolérer des bruits de fond de degré sonore supérieur (Mueller et al. 2006).

Enfin, il a également été constaté que dans les situations d'écoute au quotidien, les personnes appareillées préféreraient que la DNR soit activée (Powers et al. 2006). Néanmoins, en grande partie, cette étude concerne les bruits continus de longue durée.

Une nouvelle solution : SoundSmoothing™ de Siemens

Un schéma de principe du nouvel algorithme SoundSmoothing est présenté en Schéma 3. Tout d'abord, les propriétés spectrales et temporelles du signal d'entrée sont déterminées par analyse spectro-temporelle. Les informations spectrales permettent à SoundSmoothing d'atténuer les bruits intermittents basse ou haute fréquence sans altérer les zones de fréquence ne comportant pas de bruits intermittents. Les propriétés temporelles sont calculées par très haute résolution et par un délai de traitement exceptionnellement faible (<1ms) afin de raccourcir au minimum le temps de réaction de SoundSmoothing devant un bruit intermittent.

Lors de l'étape suivante, les caractéristiques d'« enveloppes spectrales » sont extraites. Elles servent ensuite à définir la présence ou l'absence de sons liés ou non à la parole. A cette fin les enveloppes spectrales sont analysées par l'utilisation d'un modèle vocal. Un facteur d'atténuation n'est calculé que pour les sons non liés à la parole. La quantité de modifications d'acquisition transitoire est

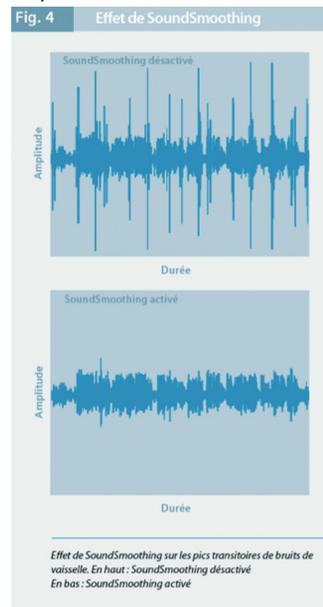
définie par le rapport entre le pic et le degré RMS général à long terme (à savoir, plus le bruit est transitoire, plus la réduction est forte).

La quantité maximum de réduction acquise des bruits transitoires est ajustable, tout comme le seuil de détection. Les bruits transitoires présentant des degrés inférieurs au seuil de détection ne sont pas atténués par SoundSmoothing. Enfin, le signal de sortie est reconstitué lors de l'étape de synthèse.

«...SoundSmoothing réduit les bruits transitoires non stationnaires, en situation de conversation ou non.»

Ce qui donne une conversation claire avec un environnement sonore équilibré et confortable

Le système idéal de gestion sonore qui associe plusieurs techniques de réduction du bruit



Evidemment, un bruit continu peut également être gênant ou induire un plus grand effort d'écoute lorsqu'il accompagne une conversation. Ainsi, le système idéal de gestion sonore associe plusieurs algorithmes DNR : réduction du bruit par modulation, filtre Wiener et SoundSmoothing. Alors que la DNR par modulation (composant de "Réduction du Bruit" de CENTRA) est très efficace lorsque seul un bruit stationnaire est présent, le Filtre Wiener (composant « Rehaussement de la parole » de CENTRA) prend le dessus lorsque la parole et le bruit sont simultanément présents. Enfin, SoundSmoothing réduit les bruits transitoires non stationnaires, en situation de conversation ou non." Remarque : Toutes ces techniques de réduction du bruit réduisent efficacement le volume sonore mais ne dégradent pas la qualité sonore de la parole.

« La conclusion la plus frappante de cette étude est la forte préférence accordée à SoundSmoothing en termes de signaux transitoires. »

Pour étudier les effets de SoundSmoothing sur la compréhension de la conversation, les chercheurs des National Acoustic Laboratories ont mené un test d'aide à l'intelligibilité de la parole en utilisant des phrases BKB (Bamford Kowal Bench) avec bruit de fond (bruissement de papier et de couverts). Le test a été réalisé en situation SoundSmoothing activé / SoundSmoothing désactivé.

Les résultats n'ont révélé aucun effet important de SoundSmoothing (p = 0,85). Aucun effet négatif n'a été observé en matière de compréhension de la conversation lorsque l'algorithme SoundSmoothing était utilisé. Un test de localisation auditive a également été effectué aux National Acoustic Laboratories. SoundSmoothing réduisant la pente de l'enveloppe acoustique



(afin de réduire effectivement la gêne occasionnée par les bruits transitoires), cette étude a été menée aux fins de savoir si cette altération du signal perturbait la localisation spatiale du signal chez la personne appareillée. Les performances de localisation ont été évaluées en situation SoundSmoothing activé / SoundSmoothing désactivé en utilisant le martèlement comme stimulus. Les erreurs RMS de localisation ont révélé qu'en groupe, aucune différence importante en termes de capacité de localisation n'était observée, que l'algorithme soit activé ou non ($p > 0,33$). En plus des conclusions du NAL, les sujets d'une autre étude menée à l'Hôpital Universitaire de Giessen, en Allemagne, ont noté la localisation de signaux de la vie quotidienne de la même façon, que SoundSmoothing soit ou non activé, ce qui indique que SoundSmoothing n'a aucun effet indésirable sur la localisation.

Quoi qu'il en soit, le même modèle de préférence a été observé. A savoir qu'en présence de bruits transitoires, l'algorithme SoundSmoothing réduit le degré de gêne. Ces conclusions entrent en étroite corrélation avec les résultats produits antérieurement par les National Acoustic Laboratories et apportent une validation complémentaire de l'efficacité de l'algorithme SoundSmoothing en situation de vie réelle.

Résumé

- Les bruits de fond en général sont particulièrement gênants pour les personnes appareillées et c'est la raison majeure pour laquelle ces personnes ne portent pas leurs aides auditives.
- Les études réalisées auprès de patients indiquent qu'un bruit environnemental gênant peut être faible ou fort et être de courte ou moyenne durée ou encore conti-

nu. Il est également important de relever qu'un tiers des bruits environnementaux subis par les porteurs d'aides auditives ont une durée transitoire et qu'ils sont pour la plupart jugés aussi gênants que des bruits de durée moyenne ou continue.

- Les algorithmes traditionnels de réduction du bruit ne peuvent soulager les patients de la gêne provoquée par les bruits transitoires car ils ne sont pas reconnus comme bruit dans le système de classification numérique.

- Un nouvel algorithme DNR introduit dans les produits CENTRA de Siemens, SoundSmoothing, permet de régler la pente de l'enveloppe spectrale pour résoudre précisément le problème des bruits environnementaux soudains gênants.

- Une étude comportementale indépendante a révélé que cet algorithme était efficace en matière de réduction de la gêne sonore. Les participants à cette étude ont préféré SoundSmoothing pour une grande diversité de signaux et d'exercices auditifs tant en laboratoire qu'en situation réelle. De plus, les études menées jusqu'à ce jour indiquent également que SoundSmoothing ne produit aucun effet négatif sur la compréhension ou la localisation de la parole.

- Les études indiquant que SoundSmoothing apporte un avantage certain aux patients en situation de vie réelle pour les bruits subis par toutes les personnes appareillées, son utilisation devrait être envisagée pour tous les patients.

Références

Boymans, M., Dreschler, W.A. (2000). Field trials using a digital hearing instrument with active noise reduction and dual-microphone directionality. (Essais sur site de l'utilisation d'une aide auditive numérique avec réduction active du bruit et orientabilité à double microphone) *Audiology*, 39, 260-268.

Burton, P., Smaka, C., Powers, T. A. (2006). Digital Noise Reduction: Yes, there is research supporting its effectiveness.

(Réduction Numérique du Bruit : Oui, la recherche soutient son efficacité) *Hearing Review* 2006: 13 (3), 82-87

Hamacher, V., Chalupper, J., Eggers, J., Fischer, E., Kornagel, U., Puder H., Rass U. (2005). Signal Processing in High-End Hearing Instruments: State of the Art, Challenges, and Future Trends. (Traitement des signaux par les aides auditives haut de gamme : Technologie de pointe, défis et orientations futures) *Journal on Applied Signal Processing*, 18, 2915-2929.

Hernandez A., Chalupper J., Powers, T. A. (2006). An assessment of everyday noises and their annoyance. (Evaluation des bruits quotidiens et de leur gêne) *Hearing Review*, 2006.

Kochkin, S. (2005). MarkeTrak VII: Customer Satisfaction with Hearing Instruments in the Digital Age. (MarkeTrak VII : Satisfaction des clients en termes d'aide auditive à l'Ere du Numérique) *Hearing Journal*, 58(9), 30-38.

Mueller, H. G., Powers T. A. (2001). Considerations of auditory acclimatization in the prescriptive fitting of hearing instruments. (Perception de l'acclimatation auditive dans le paramétrage prescriptif des aides auditives) *Seminars in hearing* 2001, Vol. 22, No. 2, 103-124.

Mueller H. G., Ricketts, T. (2005). Digital noise reduction. (Réduction numérique du bruit) *Hearing Journal*, 58 (1) 10-17.

Mueller, H. G., Weber J., Hornsby, B. (2006). The effects of digital noise reduction on the acceptable noise level. (Les effets de la réduction numérique du bruit sur les degrés sonores acceptables) *Trends in Amp* 10 (2).

Palmer, C. V., Bentler, R. A., Mueller, H. G. (2006). Amplification and the perception of annoying and aversive sounds. (Amplification et perception des bruits gênants et agressifs) *Trends in Amp* 10 (2).

Powers, T.A., Branda, E., Hernandez, A., Paul, A. (2006). Study finds real-world benefit from digital noise reduction. (L'étude conclut à un avantage réel de la réduction numérique du bruit) *Hearing Journal*, 59 (2), 26-30.

Ricketts, T., Henry, P., Gnewikow, D. (2003). Full time directional versus wearer selectable microphone modes in hearing instruments. (Mode microphone directionnel à plein temps c/ sélectionnable des aides auditives) *Ear and Hearing*, 24, 424-439.

Ricketts, T., Hornsby, B. (2005). Sound quality measures for speech in noise through a commercial hearing instrument implementing digital noise reduction. (Relevés de qualité sonore de la parole dans le bruit par aide auditive commerciale équipée du système de réduction numérique du bruit) *Journal of the American Academy of Audiology*, 16 (5), 270-277.

Surr, R., Walden, B., Cord, M., Olsen, L. (2002). Influence of environmental factors on hearing instrument microphone preference. (Influence des facteurs environne-

mentaux sur la préférence de microphone des aides auditives) *Journal of the American Academy of Audiology*, 13, 208-322.

Wiener, N. (1948). *Cybernetics*. (Cybernétique) Cambridge, MIT Press.

Siemens Hearing Instruments, Inc.
P.O. Box 1397, Piscataway, NJ 08855-1397
(800) 766-4500
Siemens Hearing Instruments
Division of Siemens Canada Limited
320 Pinebush Road, Cambridge, Ontario, Canada N1T 1Z6

Nouveau SoundSmoothing™ de Siemens

SoundSmoothing supprime l'effet désagréable produit par les bruits impulsionsnels, comme le bruit de verres lors d'un cocktail, des couverts, le froissement de papier,.... Centra e2e de Siemens résout efficacement ces problèmes et satisfait les plus exigeants grâce un traitement de la parole et du bruit optimisé. Avec SoundSmoothing, les bruits impulsionsnels sont réduits, la parole reste quand à elle intacte. SoundSmoothing permet de restituer une écoute plus confortable, l'utilisateur se sent moins fatigué car il n'est plus agressé par l'amplification des sons désagréables.

Au restaurant par exemple ou au bureau, le patient entend plus clairement et distingue la parole sans aucune difficulté.

Associé au traitement optimisé de la parole et du bruit, SoundSmoothing permet à CENTRA e2e' d'offrir à l'utilisateur un son pur et compréhensible.

1-e2e Wireless:

Localisation des sons pour une écoute naturelle

Grâce à la technologie sans fil e2e, les 2 aides auditives, en appareillage binaural, travaillent en parfaite harmonie. La provenance des sons est facilement identifiée. De plus, dès que le volume d'une aide auditive est modifié, l'autre aide auditive suit ce changement automatiquement. Le réglage du volume et du programme peut se faire manuellement ou à partir de la télécommande ePocket. ePocket permet en outre de lire l'état des piles ou des programmes. more

8 Bruits impulsifs

Savia Art™



Le chef-d'œuvre des performances auditives

Sound Relax de chez Phonak

De nombreux bruits de notre environnement, tels que des heurts d'assiettes ou des froissements de papier, deviennent très désagréables quand ils sont transmis par une aide auditive. Une fonction appelée **SoundRelax** dans **Savia Art** détecte tous les sons potentiellement gênants et réduit leur niveau sonore. Dans SoundRelax, contrairement aux autres systèmes, la réduction du volume sonore n'affecte d'aucune autre façon le signal sonore.

Les plaintes des utilisateurs relatives à ces facteurs gênants ont souvent été mal interprétées par le passé, ce qui a conduit à des adaptations fines inappropriées, soit par une activation plus agressive de l'antibruit, soit par une réduction de la puissance de sortie. Mais ces deux tactiques ne résolvent pas efficacement le problème et introduisent en réalité de nouvelles difficultés. Les systèmes antibruit courants sont déclenchés par des bruits entretenus qui doivent être présents pendant plusieurs millisecondes pour que le système puisse à la fois les

détecter et déclencher la réduction du gain. Les impulsions sonores sont simplement trop brèves pour déclencher les contrôles anti-bruits traditionnels. Une réduction du bruit inutilement agressive peut être l'objet d'autres plaintes de la part de certains utilisateurs. Réduire le niveau de sortie contribue à atténuer la gêne résultant d'impulsions intenses, mais n'aura que peu d'effet sur les impulsions sonores d'un niveau inférieur. La réduction du niveau maximal de sortie limite inutilement la gamme dynamique et a donc un effet négatif sur la perception globale de qualité sonore, sans pour autant résoudre ces problèmes.

Deux impératifs essentiels sont à respecter dans le développement de technologies efficaces contre les impulsions sonores gênantes, la rapidité d'action et l'absence d'artefacts. Alors que la rapidité d'action, à tous les niveaux d'entrée, est un critère évident, assurer l'absence d'artefacts contribuera

essentiellement à l'acceptation par l'utilisateur.

La fonction SoundRelax de Savia Art comprend deux mécanismes complémentaires: un système de détection instantané et un dispositif de contrôle efficace et adaptatif des crêtes transitoires. Le système de détection analyse la vitesse de croissance du signal d'entrée (dans une fenêtre temporelle prédéfinie). Les impulsions et les sons transitoires ont une pente typique qui les distingue de signaux utiles tels que la parole ou la musique. Une fois l'impulsion identifiée, le système de contrôle des crêtes, rapide et adaptatif, est immédiatement activé en tenant compte de l'impact du signal transitoire par une estimation de l'environnement sonore global. Cette approche garantit à l'utilisateur une perception naturelle et confortable de la sonorité des signaux d'entrée, sans affecter les sons tels que la parole ou la musique.

Les crêtes ou les impulsions sonores peuvent être encore plus gênantes dans le calme que dans un bruit ambiant, car ce dernier masque souvent certaines perturbations résultant de l'impulsion sonore. Dans ces situations, la suppression du signal doit être plus importante. De même, un signal transitoire plus long contient plus d'énergie et sera par conséquent plus perceptible. Le contraste entre le signal crête et les autres sons environnants ainsi que la durée de l'impulsion sont analysés préalablement à l'activation de SoundRelax. L'importance de la réduction du

gain appliquée est fonction des caractéristiques originales du signal impulsif. C'est essentiel pour assurer que le signal traité conserve son authenticité sonore et soit encore perçu avec sa qualité acoustique originale. Par exemple, le bruit du couteau dans une assiette est devenu agréable mais reste authentique car il ne s'est pas mué en un bruit sourd.

Pour écouter de la musique, par exemple, il n'y a pas lieu de supprimer les sons impulsifs car de nombreux instruments de musique sont précisément conçus pour en produire. En les supprimant, la sensation acoustique pourrait manquer de naturel. Il est donc essentiel que des réglages différents soient mis en place dans les programmes automatiques.

Cette capacité à adapter l'importance de la réduction des crêtes en fonction des environnements individuels et des objectifs auditifs spécifiques contribue aussi à maintenir la qualité sonore la plus naturelle et la plus authentique possible.

Source : Phonak France, Christian Canepa

Conclusion :

Il semble que nos fabricants s'intéressent de plus en plus à la reconnaissance vocale numérique, dont je vous parlerai dans le prochain numéro ainsi qu'au caractère des signaux impulsifs entrants.

PHONAK
hearing systems



Avec Savia Art, c'est vous l'artiste – votre patient s'en va avec un chef-d'œuvre personnalisé.