

SuddenSound Stabilizer

Preuves cliniques et bénéfiques pour les utilisateurs

Adaptation rapide et équilibrée aux bruits impulsionnels pour plus de clarté et moins d'efforts

RÉSUMÉ

Les bruits impulsionnels sont très courants dans les environnements d'écoute du quotidien. Pour les utilisateurs d'aides auditives, les bruits impulsionnels doivent être traités de manière à les rendre agréables et non dérangeants, mais aussi à les préserver en tant qu'éléments naturels distincts de la scène sonore. Ils se présentent sous une grande variété de formes et de tailles. Ils peuvent être plus ou moins forts selon la situation. En outre, la sensibilité aux sons soudains varie fortement d'une personne à l'autre. Ce livre blanc présente une nouvelle approche du traitement des bruits impulsionnels dans les aides auditives Oticon. Cette approche est conçue pour assurer une flexibilité permettant de refléter la diversité des bruits impulsionnels et de la sensibilité des clients dans le monde réel.

La fonction SuddenSound Stabilizer intégrée à Oticon Real™ permet une adaptation équilibrée et rapide aux sons soudains et fait partie de MoreSound Amplifier™ 2.0. Cette nouvelle solution, active aussi bien dans les situations simples que complexes, comprend deux nouveaux paramètres permettant une meilleure personnalisation aux besoins individuels des utilisateurs. Des études techniques ont révélé que SuddenSound Stabilizer pouvait fournir une gamme plus large de schémas d'atténuation que les solutions déjà disponibles, tout en agissant instantanément et en préservant avec une très grande intégrité l'onde sonore détaillée des bruits impulsionnels. Il a été constaté que les deux nouveaux réglages atténuent les artéfacts sonores bien plus efficacement que les réglages maximums disponibles dans les algorithmes correspondants utilisés dans la génération précédente d'appareils Oticon et dans deux appareils auditifs concurrents de qualité supérieure. SuddenSound Stabilizer a également amélioré l'accès à la parole en présence de bruits impulsionnels pour tous les paramètres d'activation. Enfin, une étude clinique a démontré que SuddenSound Stabilizer réduisait considérablement l'effort d'écoute et la tendance des participants à abandonner leur écoute de la parole en présence de sons soudains, sans pour autant altérer la compréhension de la parole.

02	Introduction
03	Adaptation rapide et équilibrée aux bruits impulsionnels
05	Atténuation des bruits impulsionnels - Performances techniques et référence
07	Amélioration de la clarté de la parole en présence de bruits impulsionnels
07	Réduction de l'effort d'écoute tout en préservant la compréhension de la parole
13	Références

RÉDACTEURS DU NUMÉRO

Sébastien Santurette, Mette Brændgaard,
Junzhe Wilson Wang et Kang Sun
Centre de recherche en audiologie appliquée, Oticon A/S

Introduction

Nous sommes entourés de sons. Des forts, et des faibles. Les sons soudains, forts ou faibles, sont parmi les plus difficiles à gérer pour les aides auditives. Les systèmes traditionnels traitent les sons soudains de différentes manières. Certains algorithmes traditionnels sont capables de traiter les bruits impulsifs plus faibles et plus forts, tandis que d'autres ne sont capables de traiter que les sons soudains forts, tels que les claquements de porte et les éclats de couverts (Keshavarzi et al., 2018 ; Liu et al., 2012). Pour traiter les bruits impulsifs, l'une des solutions utilisées des systèmes traditionnels consiste à diminuer le gain pour modifier le bruit impulsif. Malheureusement, cela se traduit souvent par une diminution du gain pour les sons vocaux suivants, qui peuvent alors devenir inaudibles (Keshavarzi et al., 2018). Une autre façon de gérer les sons soudains est de recourir à l'écrêtage. Ce système ne gère que les sons soudains qui sont suffisamment forts pour atteindre le seuil d'écrêtage (Keshavarzi et al., 2018). Cette dernière approche entraîne également une distorsion du signal qui réduit la qualité du son et l'intelligibilité de la parole (Dillon, 2001).

Des aides auditives inadaptées entraînent trop souvent des difficultés pour les clients. Un nombre important de clients déclarent être dérangés quotidiennement par des sons soudains (Gade et al., 2023). Imaginez un clavier qui cliquette ou un collègue qui tapote son stylo sur une table. Dans un open space, il se peut que vous remarquiez à peine ces sons, car il sont couverts par

d'autres bruits de fond. Pourtant, dans un bureau vide ou une salle de réunion silencieuse, ces sons peuvent être distrayants, voire perturbants, même s'ils ne sont pas très forts. Bien entendu, les sons forts et soudains doivent également être gérés afin de ne pas être une source de distraction ou même d'inconfort.

Dans Oticon Real™, tous les sons sont traités par MoreSound Intelligence™ 2.0 avec Wind & Handling Stabilizer (voir Figure 1). Le signal d'entrée est clarifié pour restituer l'intégralité de la scène sonore avec un contraste et un équilibre clair. Le signal de sortie équilibré

Désormais, grâce à notre nouveau SuddenSound Stabilizer, qui fait partie de MSA 2.0, nous pouvons gérer des sons soudains plus subtils dans des environnements variés, tout en gérant plus précisément les sons soudains forts. Cette capacité accrue à gérer un spectre sonore plus large est particulièrement pertinente lorsque l'on sait que sept utilisateurs d'appareils auditifs sur dix sont gênés par des sons parasites et que neuf audioprothésistes sur dix sont confrontés directement à ces problèmes (Gade et al., 2023).

Afin de mieux comprendre pourquoi les chiffres sont si élevés, nous avons calculé le nombre de fois où SuddenSound Stabilizer s'active au cours d'une journée type de 16 heures. Diverses scènes sonores vécues dans la vie réelle ont été jouées pour l'aide auditive Oticon Real. On a ensuite compté le nombre d'activations du SuddenSound Stabilizer. Les scènes sonores

Technologie RealSound™

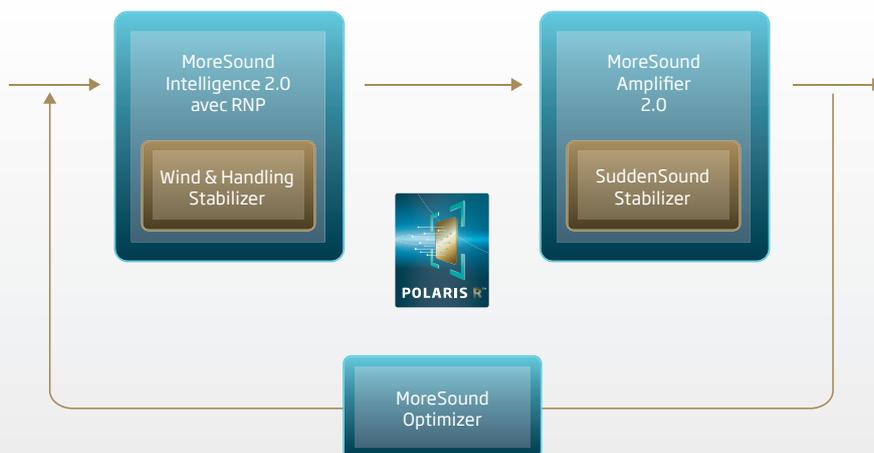


Figure 1 : SuddenSound Stabilizer fait partie de MoreSound Amplifier 2.0.

consistaient, par exemple, en un parc d'attractions avec de la musique, une tondeuse à gazon, des activités sportives, un dîner, des activités de bureau et de salon. Les différentes scènes sonores ont été classées de simples à très complexes.

Le niveau d'activité de SuddenSound Stabilizer dans les différentes scènes sonores a été étalé sur une journée de 16 heures, sur la base des données de Humes et al. (2018). Humes et al. affirment, sur la base de données d'enregistrement d'aides auditives, que les utilisateurs d'aides auditives passent environ 60 % d'une journée typique dans des situations calmes ou uniquement de parole, et 40 % dans des environnements modérément complexes à complexes. La Figure 2 montre un exemple de répartition du son au cours d'une journée typique. Notre enquête a révélé que SuddenSound Stabilizer était activé jusqu'à 500 000 fois par jour, en fonction des réglages individuels des aides auditives. Le même calcul a été effectué pour Oticon More avec la gestion des transitoires réglée sur Moyen. En comparaison, Oticon Real a détecté et traité 70 % de plus d'artéfacts sonores qu'Oticon More.

SuddenSound Stabilizer gère une grande variété de sons environnementaux. Notre nouveau système analyse en permanence les entrées sonores et l'environnement auditif. Il peut alors décider de manière dynamique comment traiter tous les sons avant qu'ils ne soient

perçus par le client. Le résultat consiste en une scène sonore plus équilibrée dans laquelle les sons soudains sont perçus, mais pas distrayants, entendus, mais pas perturbants.

Adaptation rapide et équilibrée aux sons soudains

SuddenSound Stabilizer (SSS) finalise le traitement dans MSA 2.0 et garantit que tous les sons soudains sont correctement amplifiés. Les sons soudains sont des sons qui apparaissent et disparaissent très rapidement et dont le contenu fréquentiel est souvent à large bande. Des sons aussi impulsifs nécessitent une surveillance spéciale pour s'assurer qu'ils ne sont ni suramplifiés ni sous-amplifiés. L'objectif du système SuddenSound Stabilizer est de garantir que les sons sont audibles, mais pas perturbants, gênants ou désagréables.

Flux de traitement

Le traitement du son dans SuddenSound Stabilizer est illustré dans la Figure 3. La description suivante repose sur les étapes figurant dans la Figure.

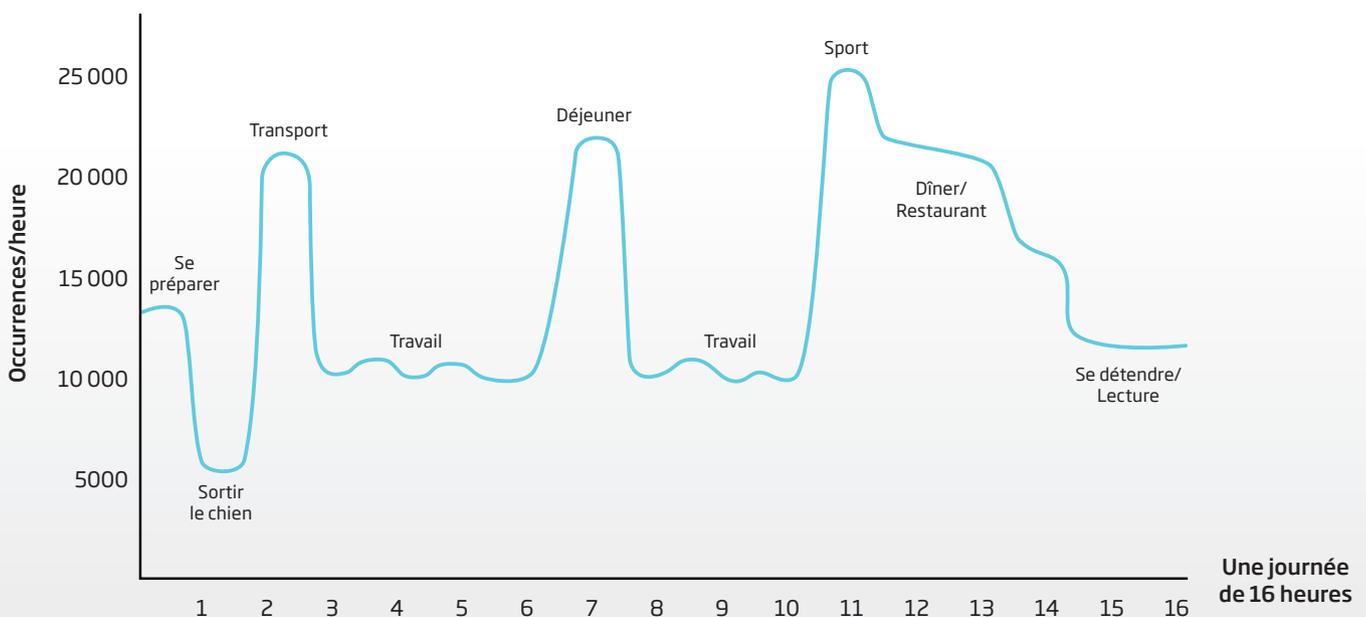


Figure 2 : activité de SuddenSound Stabilizer sur une journée de 16 heures avec différentes activités pendant le travail et le temps libre.

Étape 1 le calcul de SSS est effectué selon les mesures effectuées par un détecteur de niveau rapide. Le détecteur de niveau rapide mesure les niveaux d'amplitude à travers les fréquences dans le temps. Ces mesures sont effectuées sur le signal amplifié (fourni par la première partie de MSA 2.0) et reflètent tous les changements dynamiques de la scène sonore pour toute la gamme de fréquences. Les mesures sont ensuite transmises à un détecteur lent qui utilise un filtre passe-bas pour créer une estimation plus lente et variable du niveau. La différence entre les deux mesures est calculée afin de déterminer où l'estimation rapide du niveau est supérieure à l'estimation lente. Les variations indiquent la présence éventuelle de sons soudains. Tout pic correspond à un son soudain potentiel qui doit être traité par le système. Le filtre passe-bas dépend des paramètres personnalisés de l'aide auditive (voir Paramètres personnalisés ci-dessous). En modifiant le coefficient du filtre passe-bas, on obtient une différence plus ou moins marquée entre les estimations rapides et lentes par rapport au réglage par défaut. Par exemple, lorsque le client choisit un réglage personnel plus élevé, un plus grand nombre de sons soudains sont détectés et perçus comme plus percutants par SSS. Par conséquent, le système apporte une aide supplémentaire aux clients qui en ont besoin.

SSS fonctionne en permanence, et peut détecter et traiter jusqu'à 500 000 sons soudains par jour. La quantité de sons dépend de l'environnement d'écoute de l'utilisateur d'aides auditives et de la durée du port de celles-ci. Cette mesure sert de référence pour le traitement des sons soudains.

Étape 2 : les pics positifs sont inversés en valeurs de gain négatif en fonction des réglages individuels de l'aide auditive de l'utilisateur, ce qui crée la cartographie des sons soudains.

Étape 3 et 4 : les sons soudains sont plus forts que la moyenne des sons environnants. Cela ne signifie pas nécessairement que le son est fort dans l'absolu, mais simplement qu'il est fort dans le contexte de l'environnement actuel. Par exemple, le fait de taper sur un clavier créera des pics dans un environnement calme. Le bruit sera perturbant et peut-être gênant, mais pas assez fort pour être douloureux ou désagréable. D'autre part, dans un environnement bruyant, le bruit de la frappe sur un clavier ne sera pas plus fort que le son moyen environnant et ne sera donc pas identifié comme un son soudain. Par conséquent, le niveau d'entrée du microphone est pris en compte dans le réglage final du gain pour les sons soudains. Cela garantit que les sons soudains sont atténués de manière adéquate en fonction de l'environnement sonore. Par conséquent, les sons soudains dans les environnements bruyants seront davantage atténués que les sons soudains dans les environnements calmes. Sans cela, les sons soudains dans les environnements bruyants deviendraient désagréablement forts.

Étape 5 : Les ajustements finaux de gain pour les sons soudains sont ensuite répartis sur les 24 canaux de traitement. L'atténuation est appliquée instantanément dès le début du son soudain et relâchée dès la fin du son. Cela permet de ne pas atténuer l'amplification nécessaire pour les autres sons avant et après le son soudain.

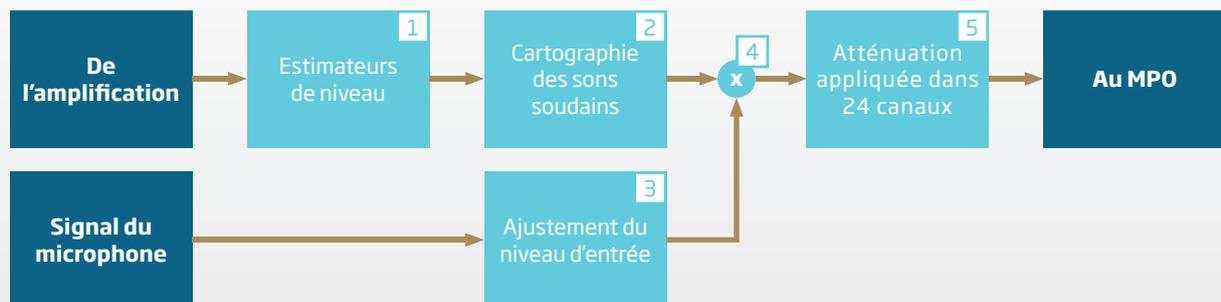


Figure 3 : traitement de SuddenSound Stabilizer. Pour des explications, voir le texte.

Paramètres personnalisés

SuddenSound Stabilizer dispose de six réglages différents pour personnaliser les performances de l'aide auditive en fonction des besoins individuels du client. Les paramètres vont de Désactivé à Max. Plusieurs paramètres sont proposés : Désactivé, Faible, Moyen, Élevé, Très élevé et Max. Moyen est le paramètre par défaut pour tous les ajustements. Le réglage individuel doit être choisi en tenant compte des réactions du client. Plus il est sensible aux sons soudains, plus il faut choisir un réglage orienté vers Max. Pour plus de conseils sur la manière d'optimiser les ajustements pour ce groupe d'utilisateurs, veuillez vous référer à Preszcator et Løve (2023).

L'atténuation réelle dépendra de différentes variables. L'atténuation maximale pour les différents réglages est, par exemple, jusqu'à 10 dB pour le réglage Faible, et jusqu'à plus de 30 dB pour le réglage Max. La Figure 4 présente un exemple des différentes quantités d'atténuation en fonction des différents réglages.

L'atténuation maximale ne peut pas être mesurée dans un boîtier de test standard, car certaines des variables permettant d'obtenir l'atténuation maximale ne peuvent pas y être appliquées.

L'ancien système de gestion des bruits transitoires (GBT) comportait quatre paramètres : Désactivé, Faible, Moyen, Élevé. Ces quatre paramètres ne correspondent pas exactement à ceux définis dans SSS. Compte tenu des observations des utilisateurs lors des tests cliniques, l'atténuation des sons soudains dans les environnements bruyants a été augmentée. Pour les clients satisfaits du réglage dont ils disposent aujourd'hui, il est recommandé d'utiliser le réglage portant le même nom dans SSS.

En raison d'une préférence générale pour une plus forte atténuation dans les environnements plus bruyants, les paramètres d'atténuation des sons soudains dans les programmes à usage spécial ont également été ajustés. Pour le programme parole dans le bruit, le paramètre d'atténuation est passé de moyen dans l'ancien

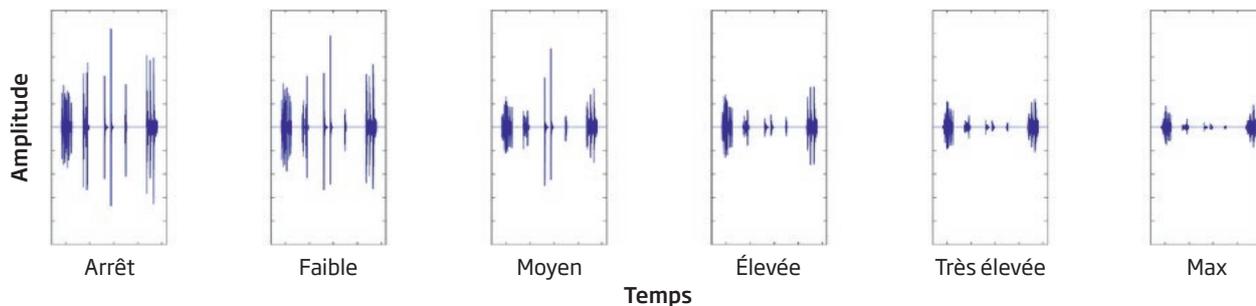


Figure 4 : amplitude de différents bruits impulsifs issus de situations réelles, enregistrés à la sortie de l'aide auditive d'Oticon Real avec les différents réglages de SuddenSound Stabilizer, de Désactivé à Max.

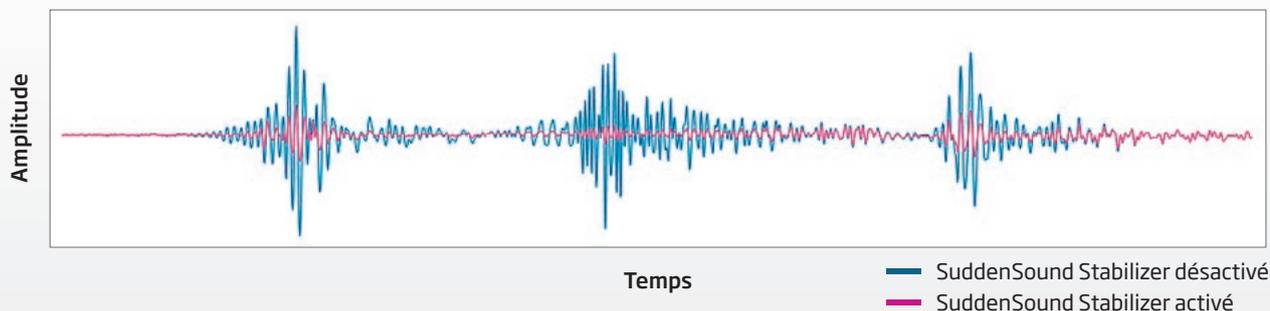


Figure 5 : forme d'onde détaillée de trois sons soudains de situations réelles enregistrés à la sortie de l'aide auditive pour Oticon Real avec SuddenSound Stabilizer Désactivé (forme d'onde bleue) et SuddenSound Stabilizer Activé en réglage Élevé (forme d'onde rouge). Le temps écoulé entre chaque pic était généralement inférieur à 1 ms dans nos mesures.

système de GBT à élevé dans SSS. Pour le programme confort, le paramètre d'atténuation est passé de moyen dans la GBT à très élevé dans SSS. Par comparaison directe, ces changements sont audibles.

SuddenSound Stabilizer est disponible pour les aides auditives sur la plateforme Polaris R™. Le nombre de réglages varie en fonction du niveau de performance. Les appareils les plus chers disposent du plus grand nombre de paramètres. Si le réglage par défaut d'un programme à usage spécial n'est pas disponible dans la gamme de prix de l'aide auditive à adapter, le programme utilisera par défaut le réglage le plus élevé disponible.

Atténuation des sons soudains - Performances techniques et référence Incidence des différents réglages sur les sons soudains

Nous avons étudié les performances techniques de SuddenSound Stabilizer en enregistrant la sortie des aides auditives Oticon Real en présence de sons soudains

réels dans un studio d'enregistrement. Une paire d'aides auditives Oticon Real dont le gain a été ajusté pour une perte auditive modérée sur la base d'un audiogramme standard N3 (Bisgaard et al., 2010), a été placée sur les oreilles d'un simulateur tête et torse (HATS) équipé de microphones très sensibles à l'extrémité de ses conduits auditifs. Un haut-parleur placé à l'avant du HATS a émis une vingtaine de sons soudains et authentiques, tels que le hachage d'un couteau, le claquement d'une porte, la chute d'une pièce de monnaie sur une table, des bruits de frappe sur un clavier, des bruits de pas, etc. Ces sons soudains ont été choisis pour refléter la diversité acoustique des sons auxquels les utilisateurs d'aides auditives sont confrontés dans leur vie quotidienne, avec un nombre différent de pics d'amplitude dans leurs formes d'onde acoustique et des hauteurs de pic variées. Toutes les fonctionnalités avancées des aides auditives ont été réglées sur les valeurs par défaut recommandées. Nous avons réalisé des enregistrements pour tous les réglages disponibles de la fonctionnalité SuddenSound Stabilizer.

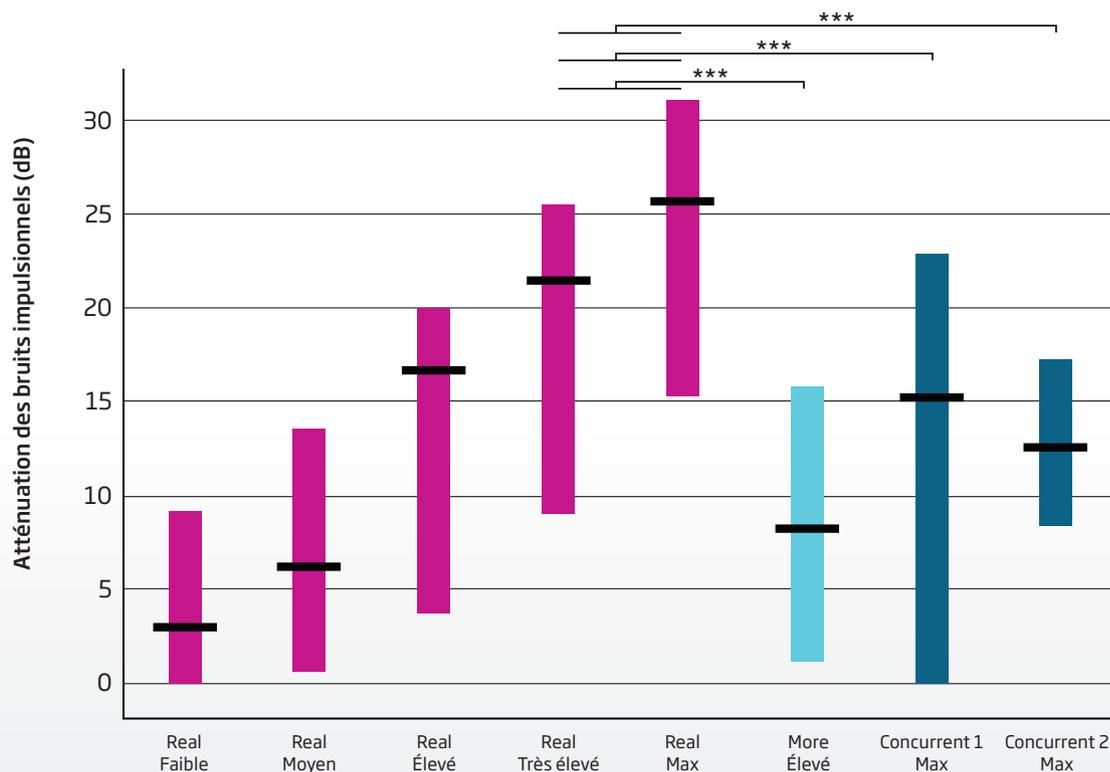


Figure 6 : plages d'atténuation mesurées en dB pour 20 bruits impulsifs issus de situations réelles avec les différents réglages d'activation du SuddenSound Stabilizer dans Oticon Real et avec le réglage maximal disponible dans Oticon More et deux appareils concurrents haut de gamme. Pour chaque appareil, les barres verticales correspondent à la plage d'atténuation et les lignes horizontales noires indiquent la valeur médiane de l'atténuation. *** $p < 0,001$.

La Figure 4 présente des exemples d'enregistrements de cinq sons soudains différents pour les six réglages de SuddenSound Stabilizer, de Désactivé à Max. En observant la hauteur de l'enveloppe temporelle de l'onde, on constate clairement que l'augmentation de l'activation de SuddenSound Stabilizer atténue progressivement la hauteur des pics. Cela montre que l'atténuation des sons soudains peut être réglée à différents niveaux en fonction des besoins de l'utilisateur. En zoomant sur trois exemples de pics d'amplitude sonore soudains, la Figure 5 montre l'enveloppe temporelle du signal d'onde acoustique à la sortie de l'aide auditive pour le réglage Désactivé (forme d'onde bleue) et le réglage Élevé (forme d'onde rouge). Bien que la période de temps entre les pics consécutifs soit extrêmement courte, généralement inférieure à 1 ms, on peut voir que tous les pics de l'enveloppe temporelle du signal sont réduits. Même les tout premiers pics au début des sons soudains sont réduits, ce qui indique que SuddenSound Stabilizer peut agir si rapidement qu'il peut capter les augmentations brusques et instantanées du niveau sonore. De plus, alors que tous les pics sont clairement atténués lorsque SuddenSound Stabilizer est actif, leur rythme reste inchangé, que la fonction soit activée ou non, de sorte que l'intégrité temporelle fine du son est très bien préservée par SuddenSound Stabilizer.

Afin de quantifier l'atténuation des sons soudains assurée par SuddenSound Stabilizer, les niveaux de pics ont été calculés et comparés pour ses différents niveaux d'activation par rapport au réglage Désactivé. Les plages d'atténuation des 20 sons soudains différents sont représentées par les barres verticales magenta de la Figure 6. La ligne noire indique l'atténuation médiane pour chacun des réglages Faible, Moyen, Fort, Très Fort et Max. Ces résultats indiquent que la gamme d'atténuation évolue progressivement vers des valeurs plus élevées d'atténuation du son soudain au fur et à mesure que l'on choisit des réglages plus élevés et peut atteindre une atténuation de plus de 30 dB dans le réglage Max. On notera l'étendue des plages d'atténuation pour chaque réglage, qui reflète le fait que SuddenSound Stabilizer s'adapte aux caractéristiques des différents sons soudains, avec une atténuation qui dépend de leur niveau d'origine.

Référence de performance

Nous avons également obtenu des enregistrements pour le même ensemble de 20 sons soudains avec trois autres aides auditives, à savoir Oticon More et deux appareils haut de gamme de concurrents de premier plan. Toutes les aides auditives ont été programmées pour répondre à la même perte auditive modérée, sur la base d'un audiogramme standard N3 (Bisgaard et al., 2010), en utilisant le raisonnement NAL-NL2 (Keidser et al., 2011) avec toutes les caractéristiques définies sur la recommandation par défaut. Seule la fonction de gestion des bruits transitoires a été réglée sur le réglage minimum (Désactivé) ou maximum disponible (correspondant à Élevé dans Oticon More), et l'atténuation des bruits soudains entre ces deux réglages a été calculée. Comme illustré par les barres verticales bleu clair (Oticon More) et bleu foncé (concurrents) de la Figure 6, les valeurs d'atténuation du son soudain obtenues pour Oticon Real dans les réglages Très élevé et Max étaient significativement plus élevées que celles obtenues pour Oticon More et les deux concurrents dans leur réglage maximal disponible (toutes les comparaisons : $p < 0,001$, test de la somme des rangs de Wilcoxon avec correction de Bonferroni-Holm). Les deux nouveaux réglages disponibles dans Oticon Real, à savoir Très élevé et Max, ont donc permis d'obtenir une atténuation médiane nettement supérieure à celle des autres appareils. Cela indique que SuddenSound Stabilizer peut mieux répondre aux besoins des utilisateurs qui présentent une sensibilité élevée aux sons soudains que la gestion des bruits transitoires d'Oticon More et les fonctions correspondantes des appareils concurrents haut de gamme testés, offrant ainsi un meilleur confort en présence de sons soudains.

Amélioration de la clarté de la parole en présence de sons soudains

Lorsque les sons soudains se produisent au cours de l'écoute de la parole, ils peuvent compromettre l'intégrité du signal vocal. Dans une seconde enquête technique, nous avons évalué comment SuddenSound Stabilizer dans Oticon Real agissait sur la clarté de la parole et comment cet effet était comparé à la solution de gestion du bruit transitoire dans notre précédente génération d'aides auditives haut de gamme, Oticon More. À cette fin, nous avons étudié dans quelle mesure l'activation de chaque caractéristique faisait ressortir la parole par rapport au bruit de fond dans une scène sonore réaliste comportant des sons soudains.

Nous avons reproduit la scène vocale dans le bruit écologiquement valide présentée dans la Figure 7 dans notre studio d'enregistrement. Le signal vocal provenait du corpus danois DAT (Nielsen et al., 2014) prononcé par un locuteur féminin dans le haut-parleur avant à 70 dB SPL. La sélection de divers sons soudains issus de la vie réelle utilisée dans la section précédente a été présentée par l'un des haut-parleurs à un azimut de 30°. En outre, un bruit de brouhaha à quatre voix fut diffusé à partir de 100° et 260° d'azimut à 60, 65 ou 70 dB SPL, ce qui correspond à des situations simples, modérées et complexes, respectivement. Le niveau de pic des sons soudains a été égalisé, ce qui correspond à des niveaux généraux de sons soudains allant de 70 à 89 dB (C).

Un HATS fut placé au centre de l'installation, à 1,6 m de chaque haut-parleur, et était équipé d'Oticon Real ou Oticon More sur les deux oreilles. Des dômes de puissance dont la taille correspond à celle des conduits auditifs ont été utilisés pour éviter les fuites sonores entre les récepteurs et les microphones. Le gain a été fourni pour une perte auditive moyenne sur la base d'un audiogramme standard N3 (Bisgaard et al., 2010) en utilisant le raisonnement NAL-NL2 (Keidser et al., 2011). SuddenSound Stabilizer dans Oticon Real et la gestion des bruits transitoires dans Oticon More étaient réglés soit sur Désactivé, soit sur le réglage par défaut (Moyen),

soit sur le réglage maximal disponible. Toutes les autres fonctionnalités ont été réglées sur la recommandation par défaut.

L'amélioration du rapport signal/bruit (S/B) a été calculée selon la méthode d'inversion de phase (Hagerman & Olofsson, 2004) pour chaque situation testée dans Oticon Real et Oticon More. Tous les rapports S/B ont été pondérés avec l'indice d'intelligibilité de la parole (SII) dans chaque région de fréquence selon la norme ANSI S3.5-1997 (1997). Nous avons calculé la différence de rapport S/B pondéré par le SII entre les réglages SSS Désactivé, par défaut (Moyen) et maximum (Max) dans Oticon Real, et entre les réglages du système de GBT Désactivé, par défaut (Moyen) et maximum (Élevé) dans Oticon More, pour montrer l'amélioration du rapport S/B fournie par les niveaux d'activation de SSS/du système de GBT par défaut et maximum.

La Figure 8 montre les améliorations du rapport S/B assurées par SSS dans les aides auditives Oticon Real et le système de GBT dans Oticon More dans les réglages par défaut et maximum par rapport à Désactivé.

Dans les deux cas, Oticon Real s'est avéré fournir un avantage supplémentaire en matière de rapport S/B, avec des améliorations d'environ 1,5 dB dans le réglage par défaut et jusqu'à environ 3 dB dans le réglage

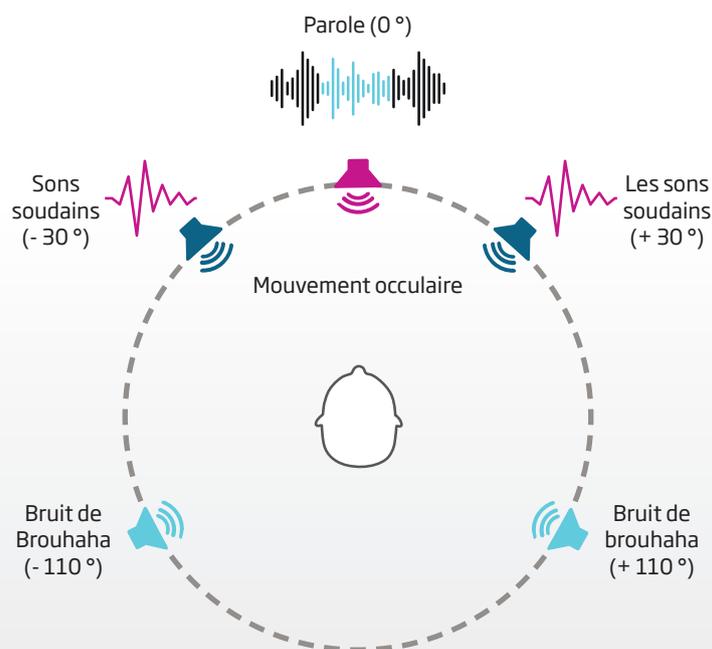


Figure 7 : configuration du test pour les mesures du rapport S/B de sortie et l'étude clinique. La parole est diffusée de face, les sons soudains légèrement sur le côté, et les bruits de fond proviennent des côtés arrière.

maximal. De telles améliorations ont été observées dans les trois situations testées, des plus simples aux plus complexes. Les résultats de situations de test supplémentaires avec les autres réglages disponibles dans Oticon Real ont révélé que l'amélioration moyenne du rapport S/B varie de 0,7 dB dans le réglage Faible à 2,7 dB dans le réglage Max. Ces résultats indiquent que l'activation du SSS dans Oticon Real améliore la clarté de la parole en présence de sons soudains pour tous les réglages disponibles et surpasse le système de GBT dans Oticon More pour la clarté de la parole pour les réglages Moyen à Max. Cela s'explique par le fait que le SSS peut atténuer soudainement le son sans compromettre l'amplification adéquate de la parole, même lorsque ces phénomènes se produisent simultanément.

Réduction de l'effort d'écoute tout en préservant la compréhension de la parole

Les sons soudains sont présents au quotidien et font partie intégrante de notre vie : le chant des oiseaux, le tic-tac des horloges, le bruit des couverts pendant le repas, etc. Les informations fournies par ces sons enrichissent notre ressenti auditif et notre conscience de notre environnement. Qu'ils soient désirés ou non, les

sons soudains accompagnent nos activités et contribuent au contexte de la situation. Ils peuvent également détourner notre attention. Imaginez que vous participez à une conversation animée. Le bruit du verre qui se brise, d'une porte qui claque ou de la frappe sur le clavier peut détourner votre attention de la conversation. Idéalement, les utilisateurs d'aides auditives aimeraient préserver les informations auditives véhiculées par les sons soudains sans être dérangés par ceux-ci.

Dans le cadre d'une étude clinique, nous avons étudié l'effet de SuddenSound Stabilizer auprès de 29 utilisateurs d'aides auditives présentant une perte auditive symétrique légère à modérée. Ils ont effectué une tâche de reconnaissance vocale au cours de laquelle étaient diffusés des sons soudains. Les résultats mesurés portaient sur l'intelligibilité de la parole, la réaction des pupilles comme indice de l'effort d'écoute, et les évaluations subjectives.

Méthodes

Tous les participants ont été équipés d'aides auditives Oticon Real en utilisant le gain prescrit par la méthodologie VAC+. Toutes les fonctionnalités avancées étaient réglées sur la recommandation par défaut, à l'exception

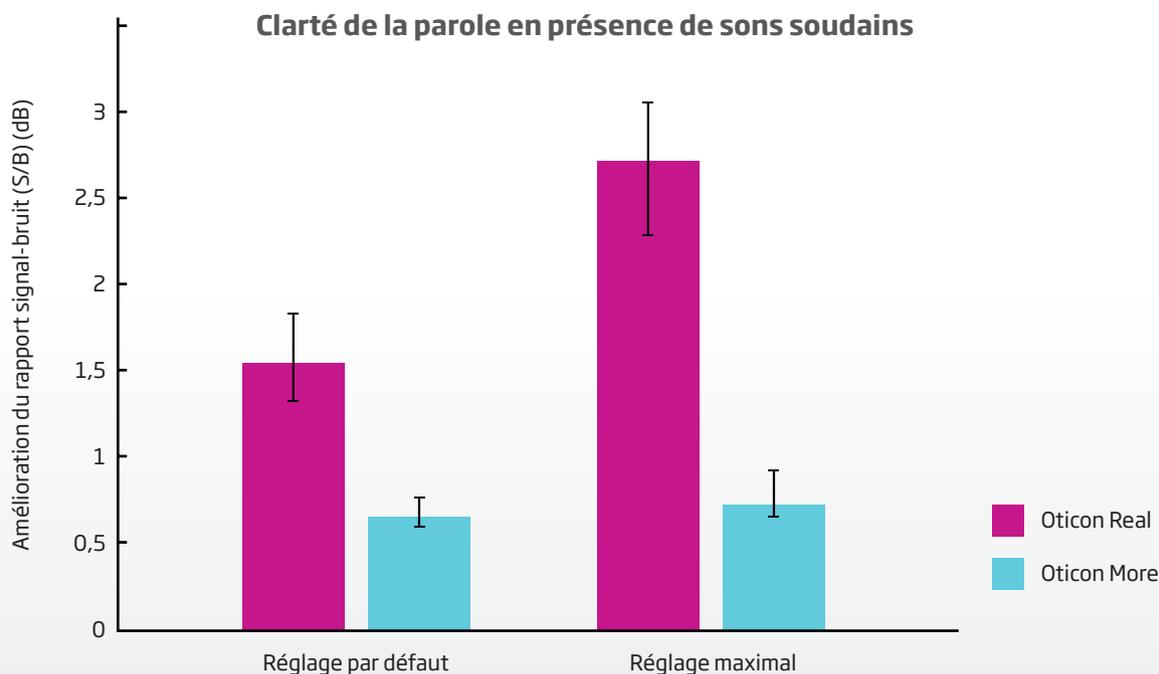


Figure 8 : amélioration du rapport S/B lors de l'activation de SuddenSound Stabilizer dans Oticon Real (barres magenta) et de la gestion des bruits transitoires dans Oticon More (barres bleu clair) dans les paramètres recommandés par défaut (Moyen) et maximum. La hauteur des barres indique l'amélioration moyenne et les barres d'erreur indiquent toute la plage d'amélioration observée dans les mesures pour les situations simples, modérées et complexes.

de SSS qui était soit activé soit désactivé. On a utilisé la configuration de test illustrée à la Figure 7, avec un discours cible présenté par un seul haut-parleur frontal, composé de phrases longues de 2 secondes issues du corpus danois DAT (Nielsen et al., 2014). Le bruit de fond était diffusé à partir d'un azimut de $\pm 110^\circ$, avec un bruit de brouhaha à 4 locuteurs présenté de chaque côté. Les sons soudains ont été diffusés à partir d'un azimut de $\pm 30^\circ$. Quand un son soudain se produisait, il avait autant de probabilités de provenir de l'un ou l'autre des deux haut-parleurs.

La tâche consistait à répéter les deux mots-clés dans une phrase du DAT, survenant entre 0,8 s et 1,8 s environ après le début de la phrase. On a utilisé le même ensemble de sons soudains issus de la vie réelle que dans les enquêtes techniques mentionnées ci-dessus. Ils duraient tous 1 seconde. Pour chaque essai, un son

soudain choisi au hasard dans l'ensemble apparaissait avec les mots-clés pendant la phrase. Le niveau de parole cible était fixé à 70 dB (C), tandis que le niveau de pic des sons soudains a été égalisé, ce qui correspond à des niveaux généraux de sons soudains allant de 70 à 89 dB (C). Le niveau du bruit de fond a été ajusté au cas par cas, pour s'assurer que tous les participants au test atteignent une intelligibilité de la parole de 80 % (indexée par les mots-clés correctement signalés) en l'absence de sons soudains.

Cette étude a été réalisée selon une conception deux par deux. SuddenSound Stabilizer était réglé soit Désactivé, soit Élevé, et les sons soudains étaient soit présents, soit absents. Les quatre combinaisons de réglage de SuddenSound Stabilizer avec la présence de sons soudains ont été testées sur un minimum de 20 phrases chacune, dans un ordre aléatoire et équilibré.

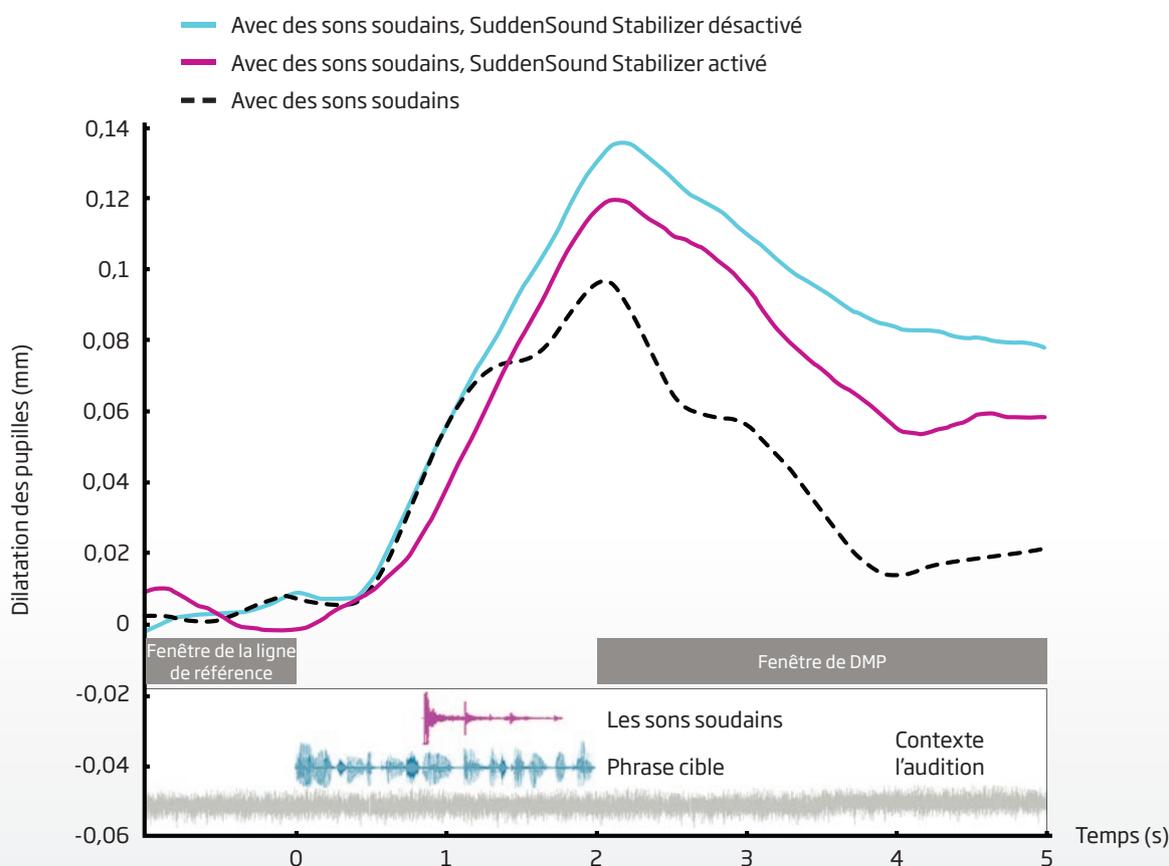


Figure 9 dilatation agrégée des pupilles (corrigée par rapport à la ligne de référence) au cours d'un essai. Les mouvements des pupilles et la trajectoire temporelle du stimulus sont indiqués sur la Figure. Les courbes magenta et bleu clair indiquent la dilatation des pupilles en présence de sons soudains lorsque SSS est activé et désactivé, respectivement. La courbe noire en pointillés indique la dilatation des pupilles en l'absence de sons soudains (moyenne des situations où SSS est activé et désactivé). Les fenêtres temporelles utilisées pour les calculs de la ligne de référence et de la dilatation moyenne des pupilles (DMP) sont également indiquées.

Pour chacune de ces quatre situations, on a enregistré la compréhension de la parole et les réaction des pupilles. Les auditeurs ont également répondu à un questionnaire subjectif qui comparait leur tendance à abandonner pendant la tâche sur une échelle de 0 à 10 entre les deux réglages de SSS.

Résultats

Compréhension de la parole

La compréhension de la parole a été calculée par le pourcentage de mots-clés correctement répétés pour chaque situation. Pendant la phase de test de l'expérience, la compréhension moyenne de la parole en l'absence de sons soudains était de 86 %. En présence de sons soudains, le score moyen a baissé pour atteindre 60 % en raison de l'effet de masquage des sons soudains sur les mots-clés cibles. Cependant, indépendamment de la présence ou non de sons soudains, l'activation de SuddenSound Stabilizer n'a pas eu d'effet notable sur la compréhension de la parole. Cette constatation a été confirmée par une analyse statistique de modèle linéaire généralisé montrant que l'effet exercé par les sons soudains sur les scores de reconnaissance des mots-clés était important ($p < 0,001$), alors que l'effet du réglage de SSS ne l'était pas ($p = 0,633$).

Réaction des pupilles

En suivant la procédure décrite dans Wendt et al. (2017), la dilatation agrégée des pupilles corrigée par la ligne de référence au cours d'un essai est présentée à la Figure 9. Les courbes colorées représentent les réactions des pupilles en présence de sons soudains et lorsque le SSS est activé (courbe magenta) ou désactivé (courbe bleu clair). La courbe noire en pointillés correspond à la réaction moyenne des pupilles en l'absence de sons soudains. Conformément à la littérature (par exemple, Ohlenforst et al., 2018 ; Wendt et al., 2017), on constate une augmentation du degré de dilatation des pupilles au début de la phrase, pour atteindre une valeur maximale, et une nouvelle diminution progressive vers la

ligne de référence après le décalage de la phrase, ce qui montre le changement de l'effort d'écoute pendant la tâche. Lorsque des sons soudains étaient diffusés avec les mots-clés de la phrase, l'activation de SuddenSound Stabilizer entraînait une réduction de la réaction des pupilles (comparaison des courbes bleu clair et magenta). Cela indique une réduction de la répartition des efforts. En l'absence totale de sons soudains, les réactions des pupilles étaient les plus faibles (comparaison des courbes noires et colorées en pointillés). Comme prévu, les sons soudains se superposant à la parole ont demandé aux participants de fournir un effort plus important pour la tâche.

On a utilisé trois paramètres pour effectuer l'analyse statistique des tracés pupillaires : la dilatation pupillaire de base, la dilatation pupillaire moyenne (DMP) à partir du décalage de la phrase (voir la fenêtre temporelle de la Figure 9), et le pic de dilatation pupillaire (PDP), c'est-à-dire le point le plus élevé du tracé pupillaire. Un modèle linéaire généralisé a été appliqué aux trois paramètres avec les participants au test comme facteur aléatoire. Si aucune différence significative n'a été constatée pour la ligne de référence ($p > 0,05$), la DMP et le PDP ont été significativement augmentés en présence de sons soudains ($p < 0,003$). En activant SuddenSound Stabilizer en présence de sons soudains, la DMP et le PDP ont diminué de manière significative ($p < 0,05$), ce qui indique une diminution de l'effort d'écoute. Dans l'ensemble, la DMP a diminué de 22 % lors de l'activation de SSS par rapport à la plus grande taille moyenne de la pupille lorsque SSS est désactivé. En revanche, en l'absence de sons soudains, le réglage de SuddenSound Stabilizer n'a pas eu d'effet notable sur la DMP et le PDP. Dans l'ensemble, ces résultats suggèrent que SSS réduit considérablement l'effort d'écoute nécessaire lors de la reconnaissance de la parole en présence de sons soudains.

Évaluation subjective

On a utilisé une analyse des mesures répétées de la variance pour analyser la tendance subjectivement rapportée à abandonner pendant la tâche d'écoute. L'activation de SuddenSound Stabilizer a permis de réduire de manière significative la probabilité que les utilisateurs d'aides auditives abandonnent pendant cette tâche ($p < 0,05$). Ces résultats suggèrent que les participants ont été davantage impliqués dans la tâche d'écoute lorsque le SSS était activé que lorsqu'il était désactivé.

Résumé

Cette étude clinique a étudié l'effet de SuddenSound Stabilizer dans le cadre d'une tâche de reconnaissance vocale, en présence de sons soudains ou en leur absence. Les résultats ont démontré que :

- l'activation de SuddenSound Stabilizer n'a pas altéré la compréhension de la parole ;
- l'activation de SuddenSound Stabilizer a réduit la réaction des pupilles de 22 % en présence de sons soudains pendant une tâche de reconnaissance vocale, ce qui indique une réduction significative de l'effort d'écoute ;
- l'activation de SuddenSound Stabilizer a réduit la probabilité que les participants abandonnent l'écoute de la parole.

Références

1. ANSI (1997). ANSI S3.5-1997, American National Standard methods for the calculation of the Speech Intelligibility Index (American National Standards Institute, New York).
2. Bisgaard, N., Vlaming, M. S., et Dahlquist, M. (2010). Standard audiograms for the IEC 60118-15 measurement procedure. *Trends in Amplification*, 14 (2), 113-120.
3. Dillon, H. (2001). *Hearing Aids*. Thieme Medical Publishers.
4. Gade, P., Brændgaard, M., Flocken, H., Preszcatör, D., & Santurette, S. (2023). *Wind & Handling Stabilizer - Evidence and user benefits*. Livre blanc d'Oticon.
5. Hagerman, B., & Olofsson, Å. (2004). A method to measure the effect of noise reduction algorithms using simultaneous speech and noise. *Acta Acustica United with Acustica*, 90(2), 356-361.
6. Humes, L.E., Rogers, S.E., Main, A.K., & Kinney, D.L. (2018). The Acoustic Environments in Which Older Adults Wear Their Hearing Aids: Insights From Datalogging Sound Environment Classification. *American Journal of Audiology*, 27, 594-603.
7. Keidser, G., Dillon, H., Flax, M., Ching, T., & Brewer, S. (2011). The NAL-NL2 prescription procedure. *Audiology research*, 1(1), 88-90
8. Keshavarzi, M., Baer, T., & Moore, B.C.J., (2018). Evaluation of a multi-channel algorithm for reducing transient sounds. *International Journal of Audiology*, 57:8, 624-631, DOI : 10.1080/14992027.2018.1470336
9. Liu, H., Zhang, H., Bentler, R. A., Han, D., & Zhang, L. (2012). Evaluation of a Transient Noise Reduction Strategy for Hearing Aids. *J Am Acad Audiol* 23, 606-615, DOI : 10.3766/jaaa.23.8.4
10. Nielsen, J.B., Dau, T., & Neher, T., 2014. A Danish open-set speech corpus for competing-speech studies. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 135(1), 407-420.
11. Preszcatör, D., & Løve, S. (2023). *Oticon Fitting Guide - Sound Sensitivity*.
12. Wendt, D., Hietkamp, R.K., & Lunner, T., 2017. Impact of noise and noise reduction on processing effort: A pupillometry study. *Ear and Hearing*, 38(6), 690-700.

Life-changing technology signifie
Des technologies qui changent la vie.

www.oticon.fr

Oticon est une marque du groupe Demant.

oticon
life-changing **technology**