

Les prothèses auditives

La perte auditive est un problème qui touche tout le monde et ce, tous âges confondus notamment dans mon entourage. Des solutions techniques existent comme les prothèses auditives mais toutes rencontrent un problème majeur, l'effet Larsen, un sifflement désagréable créé par l'appareil auditif lui-même. Ainsi, j'ai souhaité étudier ce phénomène pour comprendre son origine et les différentes solutions techniques choisies par les industriels pour éviter ce désagrément.

Positionnement thématique (étape 1)

PHYSIQUE (Physique Interdisciplinaire), SCIENCES INDUSTRIELLES (Electronique), INFORMATIQUE (Informatique pratique).

Mots-clés (étape 1)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>Effet Larsen</i>	<i>Audio feedback</i>
<i>Prothèse auditive</i>	<i>Hearing aid</i>
<i>Anti-Larsen</i>	<i>Anti-feedback</i>
<i>Rétroaction acoustique</i>	<i>Acoustique feedback</i>
<i>Amplification</i>	<i>Amplification</i>

Mots-clés (étape 2)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>Prothèse auditive analogique</i>	<i>Analogic hearing aid</i>
<i>Effet Larsen</i>	<i>Audio feedback</i>
<i>Anti-Larsen</i>	<i>Anti-feedback</i>
<i>Rétroaction acoustique</i>	<i>Acoustic feedback</i>
<i>Amplification</i>	<i>Amplification</i>

Bibliographie commentée

Le nombre de personnes souffrant de problèmes d'audition s'élève dans le monde à 360 millions dont 32 millions sont des enfants. [7] C'est un problème qui concerne de plus en plus de personnes. En France, en 2013, 5 millions de personnes présentaient des problèmes auditifs. [8] En 2015, ce nombre a doublé. [9]

Pour combler cette perte d'audition, les malentendants doivent porter des prothèses auditives. Autrefois sous forme de cornet puis de sonotone, la notion de prothèse auditive apparaît dans les années 1980 pour désigner les appareils auditifs à programmation numérique et utilisant une amplification analogique [5]. Avec l'avancée de l'informatique et de la micro-électronique, les ingénieurs s'orientent désormais vers une prothèse numérique ayant une capacité de calculs plus importante ainsi qu'une taille minimale [10]. Dans tous les cas, elles possèdent les mêmes composantes, à savoir : un microphone, une alimentation (pile, batterie), un transducteur et un système d'amplification. [4] Ces prothèses peuvent conduire à un sifflement gênant pour les

personnes appareillées appelée effet Larsen. [2] Ce sifflement se manifeste dans un système soumis à une rétroaction simple, haut-parleur-amplificateur-microphone. [1] Il résulte d'une boucle d'amplification qui se forme lorsque le son amplifié par le haut-parleur est de nouveau capté par le microphone [2] provoquant l'apparition d'un signal quasi-sinusoidal. Parmi les différents facteurs influant sur l'effet Larsen, la distance microphone-haut-parleur est l'un des principaux d'autant plus que dans les audioprothèses, l'espace entre chaque élément est faible.

Face à cette contrainte, il existe deux solutions : le « notch filter » et le « feedback ». Le « notch filter » est un système anti-Larsen qui consiste à supprimer la fréquence pour laquelle la rétroaction est présente dans le signal crée par la prothèse auditive. Généralement, ce sont des filtres coupe bande qui sont utilisés permettant ainsi de perdre le minimum d'information. [1,2,6] Cette solution est caractéristique des prothèses auditives analogique et présente comme avantage d'avoir une restitution plus naturelle des sons de l'environnement et donc un plus grand sens de l'ouïe. [10] Le « feedback » est également un anti-Larsen mais utilisant le principe d'opposition de phase pour supprimer la boucle de Larsen. Cette technique consiste à envoyer un signal dont les creux sont en phase avec les crêtes du signal émis par l'appareil auditif et inversement. Cette solution est présente dans les prothèses numériques et utilise des algorithmes permettant de différencier un son environnant d'une rétroaction émise par l'audioprothèse. Plus ce traitement est rapide, plus l'appareil est performant. L'avantage de ce type de procédé est que le signal n'est pas affecté. [2,3,10]

Problématique retenue

L'effet Larsen est une contrainte qui apparait dans toutes les prothèses auditives. Pour supprimer ce phénomène et ainsi offrir le confort auditif attendu par les personnes appareillées, les audioprothèses doivent être dotées d'un anti-Larsen optimal en étant le plus efficace sans altérer le rendu acoustique.

Objectifs du TIPE

Je me propose :

- i) D'étudier les caractéristiques physiques du Larsen et les différents facteurs influant sur ce signal
- ii) De réaliser un système anti-Larsen à partir d'un filtre coupe-bande simulé sur Python
- De réaliser un système anti-Larsen à partir du principe d'opposition de phase et de le comparer avec celui fait avec un filtre

Abstract

I have been interested in the analog hearing aid because it is a problem that touches everybody due to several reasons. Although analog hearing aids to offset the hearing loss, every surgical appliance presents a constraint called the audio feedback. Firstly, I've studied the main characteristics of this

effect and the different factor that may influence the issue. Secondly, I have focused on the solution presents in the analogic hearing aid and able to eliminate this audio feedback, namely notch filter. To finish, I've searched another solution used in the numeric hearing aid that is the feedback.

Références bibliographiques

- [1] LYCÉE BELLEVUE : Olympiade de Physique 2007-2008 :
http://www.odpf.org/images/archives_docs/15eme/memoires/gr-20/memoire.pdf, 19/09/2016
- [2] Les anti-Larsen : <http://lobe.ca/audition-langage-et-parole/jai-une-perte-auditive-audition-langage-et-parole/le-fonctionnement-des-appareils-auditifs/comprendre-le-fonctionnement-des-systemes-de-suppression-de-leffet-larsen-retroaction-acoustique/>, 3/10/2016
- [3] MARC BOULET : L'anti-Larsen dans une prothèse numérique Siemens :
<http://www.marcbouletaudition.com/article-siemens-devoile-le-plus-petit-appareil-auditif-intra-auriculaire-au-monde-99503941.html>, 3/10/2016
- [4] La composition et les différents types de prothèses auditives :
<http://www.oreillemudry.ch/structure-d%E2%80%99un-appareil-auditif/>, 19/09/2016
- [5] Historique de l'appareil auditif : <http://www.sonalto.fr/fr/lhistoire-du-sonotone-et-de-lappareil-auditif>, 28/02/2017
- [6] Le filtre coupe-bande : http://hdehaan.free.fr/electricite/e_5/e_5_2/e_5_2_cons.htm, 16/01/2017
- [7] OMS : Chiffres sur la surdité et la déficience auditive :
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs300/fr/>, février 2017
- [8] CENTRE D'INFORMATION ET DE DOCUMENTATION SUR LE BRUIT : :
<http://www.bruit.fr/images/stories/pdf/guide-bruit-sante-cidb-2013.pdf>, 3/10/2016
- [9] HÉLÈNE BOUR : Chiffres clefs de la déficience auditive :
<http://www.topsante.com/medecine/troubles-ork/perte-d-audition/vivre-avec/infographie-les-chiffres-clefs-de-la-deficience-auditive-246017>, 28/02/2017
- [10] Les différences entre la prothèse analogique et celle numérique : <http://www.laboratoires-unisson.com/page/differences-entre-appareil-auditif-analogique-et-prothese-numerique.html>, 19/09/2016