



HAL
open science

Etude comparative entre un intra-auriculaire et le SoudLens de Starkey

Victor Saas

► **To cite this version:**

Victor Saas. Etude comparative entre un intra-auriculaire et le SoudLens de Starkey. Médecine humaine et pathologie. 2011. hal-01876483

HAL Id: hal-01876483

<https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01876483>

Submitted on 18 Sep 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : ddoc-theses-contact@univ-lorraine.fr

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>

Université Henri Poincaré, Nancy I

Faculté de Pharmacie

Etude comparative entre un intra-auriculaire et le SoundLens de Starkey

Mémoire en vue de l'obtention du
Diplôme d'Etat d'Audioprothésiste

Table des matières

Remerciements	IV
Introduction	1

Partie I : Rappels généraux

I) Rappels anatomiques	3
A. L'Oreille	3
B. L'oreille externe	4
a. Le pavillon	4
b. Le conduit auditif externe	5
C. Le rôle de l'oreille externe	7
a. La localisation spatiale	7
b. La protection	8
c. L'amplification	8
II) Physiologie de l'oreille externe	8
A. Fonction transfert de l'oreille externe	8
B. Rôle du pavillon	10
C. Rôle du conduit auditif externe	11
D. Les résonances	12
a. L'autophonie	12
b. Autres résonances	13
III) Conclusion	14

Partie II : Différences entre une adaptation prothétique de SoundLens et de CIC

I) Comparaison descriptive entre le SoundLens et un intra-auriculaire semi-profond	16
A. Taille et forme	16
B. Mise en place	18
C. Circuit	21
II) A qui s'adresse le SoundLens ?	22

A.	Pour quel type de patient	22
B.	Contre-indications	23
III)	L'adaptation prothétique par rapport à un CIC	24
A.	La prise d'empreinte	24
a.	Passation	24
b.	Vérification de l'empreinte	29
c.	Envoi de l'empreinte pour fabrication	32
d.	La prise d'empreinte dans le cas d'une fabrication de SoundLens par rapport à celle dans le cas d'un CIC	33
B.	Premier réglage de l'aide auditive	34
a.	Le pré-réglage	34
b.	L'audiométrie in-situ	37
c.	L'in-vivo	39
1.	Rappel sur l'in-vivo	39
2.	Application de l'in-vivo dans l'adaptation prothétique	41
C.	L'éducation prothétique	41
a.	La manipulation	41
b.	L'entretien	43
IV)	Conclusion	44

Partie III : Les différences acoustiques entre un SoundLens et un CIC

I)	Influence de l'insertion profonde	46
A.	Influence sur le gain généré par l'autophonation	46
B.	Influence de la modification de la cavité résiduelle	47
II)	Différence au niveau des résonances	52
III)	Mesures in-vivo démontrant l'incidence de l'insertion profonde	54
A.	Mise en place	54
B.	Passation	56
C.	Analyse des résultats	58
IV)	Conclusion	63
	Conclusion	64
	Bibliographie	65

Index des figures _____ 66

Annexes _____ 68

Remerciements

Je remercie tout d'abord Starkey et plus particulièrement Monsieur Alain PETIT pour les informations qu'il m'a fournis, et surtout pour m'avoir prêté deux aides auditives pour me permettre de réaliser mes mesures.

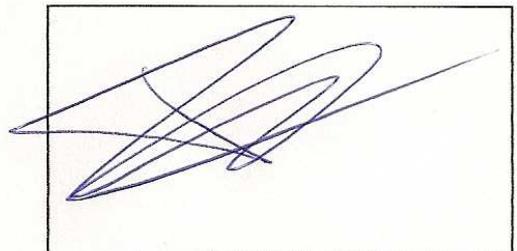
Je remercie mon maître de mémoire Monsieur Frédéric Rouen également toute l'équipe de Conversons qui m'a permis d'utiliser leur matériel mesure et qui m'a soutenue.

Merci à Monsieur Nicolas DELASSALLE et Monsieur Pierre FLEURIOJ pour avoir partagé avec moi les cas de SoundLens qu'ils ont pu traiter.

Merci à Monsieur Pierre-Olivier BLANC pour m'avoir permis d'effectuer les mesures sur lui, et pour la patience dont il a fait preuve.

Enfin, merci à Madame Catherine BOITEUX pour le temps qu'elle a consacré à la relecture de mon mémoire.

Visa du maître de mémoire :



Introduction

Depuis longtemps, les fabricants d'aides auditives cherchent à créer des solutions de plus en plus discrètes, ce qui fût possible grâce à la miniaturisation des composants électroniques

De ce fait, nous pouvons donc proposer aujourd'hui à nos patients des aides auditives quasi-invisibles telles que les RITE (Receiver In The Ear) ou les CIC (Completely In the Canal). Bien que les CIC aient connu une grande popularité il y a quelques années, les fournisseurs affirment généralement que la tendance s'inverse au profit des contours du type RITE, qui apparaissent dans certains cas bien plus discrets qu'un CIC.

En 1993 et dans le but de répondre à cette demande de discrétion, Phillips a tenté de développer la première aide auditive complètement invisible : le XP Péritympanique. Celle-ci était un intra auriculaire dont une partie de la coque était souple, et qui se plaçait dans la partie osseuse du conduit auditif, ce qui rendait l'aide auditive invisible.

C'est cette fois-ci Starkey, fabricant américain, qui a développé un intra-auriculaire profond complètement invisible. Cette discrétion m'a tout de suite interpellé, et c'est ce qui ma donné envie d'étudier cet appareil. En approfondissant le sujet, je me suis rendu compte que la discrétion n'était pas le seul avantage de l'IIC (Invisible In the Canal), par rapport à l'aide auditive qui s'en rapproche le plus : le CIC. Ce qui m'a en effet le plus intéressé était, d'après Starkey, la suppression de l'effet d'autophonation, qui est un problème courant lors d'adaptation de CIC.

Ce mémoire aura donc pour but de comparer le SoundLens et une aide auditive semi-profonde (ici, nous utiliserons un CIC S Series 11 IQ) afin de mettre en évidence les avantages et les inconvénients de l'insertion profonde et de voir en quoi cela influe sur l'autophonation.

Pour cela, nous verrons quelques rappels anatomiques et acoustiques, puis nous étudierons le déroulement de l'adaptation prothétique de chaque appareil, et enfin nous décrirons et démontrerons les différences acoustiques qu'il existe entre un SoundLens et un CIC.

Partie I
Rappels généraux

I) Rappels anatomiques

A. L'Oreille

Pour bien comprendre le fonctionnement des aides auditives que nous allons étudier, nous devons tout d'abord commencer par un bref rappel anatomique.

L'Oreille est constituée de trois parties : L'oreille externe, l'oreille moyenne et l'oreille interne comme nous le montre le schéma ci-dessous.

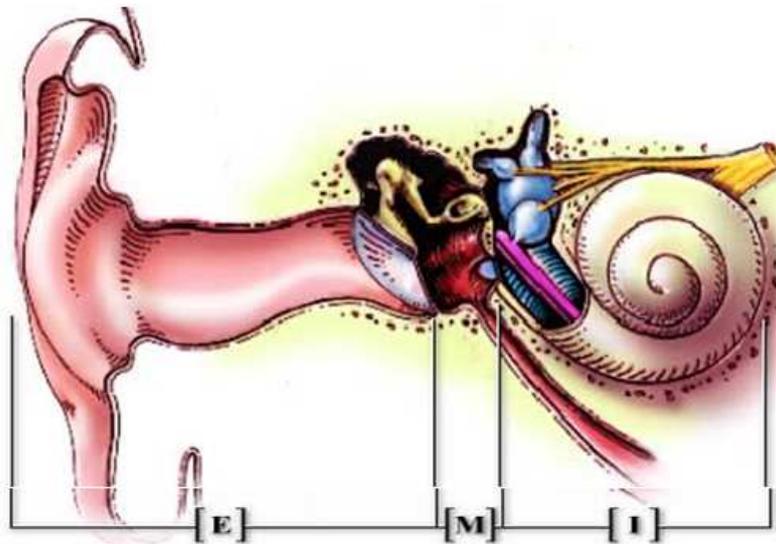


Figure 1 : L'oreille [1]

L'oreille externe est composée du pavillon, qui est essentiellement formé de fibrocartilage, et du conduit auditif externe (CAE) qui, quand à lui, est constitué d'un tiers cartilagineux et de deux tiers osseux. L'oreille externe a pour but, entre autres, d'amplifier certaines fréquences afin de permettre la stéréophonie, et d'améliorer la localisation spatiale. A l'extrémité du conduit auditif se trouve une membrane fibreuse (le tympan) qui va d'une part, créer une séparation entre l'oreille externe et moyenne, et d'autre part convertir l'énergie acoustique du son en énergie mécanique.

Nous avons ensuite l'oreille moyenne. Celle-ci est composée essentiellement des trois osselets (le marteau, l'enclume et l'étrier) qui vont transmettre le son à l'oreille interne via la fenêtre ovale.

Vient enfin l'oreille interne qui regroupe deux éléments : le système vestibulaire (l'organe de l'équilibre) et la cochlée (l'organe de l'ouïe). Celle-ci peut

être apparentée à un limaçon ayant deux tours et demi de spires avec sa base permettant de décoder les fréquences aiguës, et son apex permettant de décoder les fréquences graves.

Dans le cadre de ce mémoire, nous allons surtout nous intéresser à l'oreille externe, et plus particulièrement au conduit auditif externe. En effet, et nous le verrons par la suite, la principale différence entre le SoundLens et un intra-auriculaire semi-profond (CIC) est la place qu'il occupe dans le conduit. Pour mieux comprendre cela plus tard, voyons dès à présent la constitution précise du pavillon et du conduit auditif externe.

B. L'oreille externe

a. Le pavillon

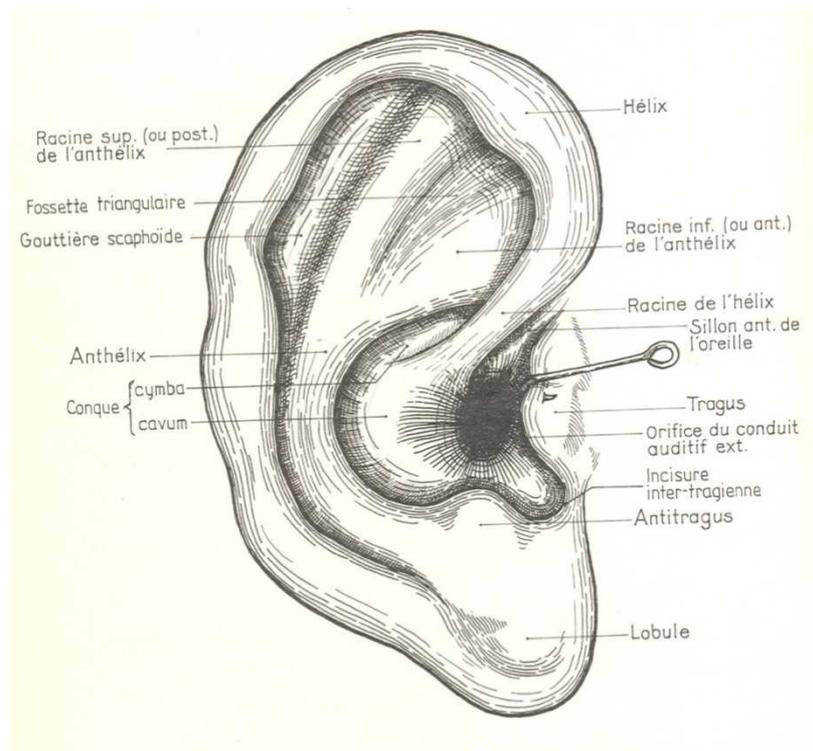


Figure 2 : Le pavillon [2]

« Le pavillon est une expansion lamelleuse, plissée sur elle-même, armé de fibro-cartilage et qui lui donne sa fixité, sa rigidité, sa forme et sa direction. » [4]

Le lobule, quand à lui, est constitué essentiellement de tissus adipeux et ne contient donc pas de cartilage.

Bien que ses dimensions soient très variables d'un individu à un autre, le pavillon varie en moyenne de 60 à 65 mm dans l'axe vertical et de 30 à 35 mm dans l'axe horizontal.

D'autres éléments sont également présents dans le pavillon :

- Des ligaments :
 - Extrinsèques rattachant le pavillon à l'os temporal,
 - Intrinsèques qui maintiennent, entre autres, la forme du cartilage.
- Des muscles rudimentaires très peu utilisés chez l'homme,
- De la peau sur la face externe, la face interne et sur le lobule.

Le pavillon joue un rôle important dans la perception stéréophonique que nous verrons par la suite.

b. Le conduit auditif externe

«C'est un canal en partie cartilagineux, en partie osseux qui fait suite à la conque et s'étend jusqu'au tympan.»

La démarcation avec le pavillon est la zone du méat auditif externe. Cette zone n'est pas nettement tranchée.» [4]

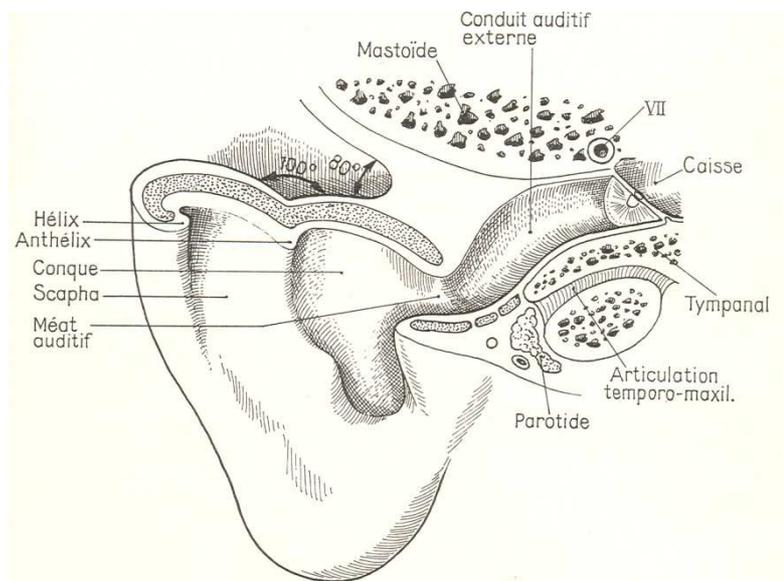


Figure 3 : Le conduit auditif externe [2]

Comme pour le pavillon, le conduit auditif varie énormément d'un individu à un autre. Il a une forme cylindrique d'avant en arrière et n'est pas rectiligne : il est formé de deux coude qui le séparent en trois parties. De ce fait, il décrit une forme en « S » dirigé en arrière et en bas.

Le conduit auditif externe mesure en moyenne 25 mm du méat auditif au tympan. Il est plus précisément et en règle générale plus long chez les hommes (25mm) que chez les femmes (24 mm).

Cependant, en 1992, OLIVEIRA, HAMMER et STILLMAN mènent une étude sur la longueur du conduit grâce à l'imagerie et concluent que le conduit auditif externe mesure en moyenne 33 mm. Cette étude permettra de déterminer plus précisément la proportion de fibro-cartilage et d'os dans le conduit [5].

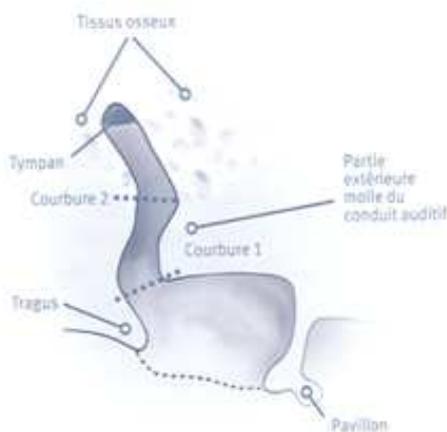


Figure 4 : Le conduit auditif externe [2]

En effet, il a été prouvé que :

- Nous nous trouvons dans une structure osseuse et fibro-cartilagineuse à 50% dès le dépassement du second coude.
- Qu'à partir de 16,8 mm en partant du méat auditif, la structure est à 100% osseuse.

➤ La partie fibro-cartilagineuse

Elle représente essentiellement l'entrée du conduit : c'est la continuité souple et élastique de la racine de l'anthélix.

Elle est tapissée d'une peau épaisse doublée d'une faible quantité de tissus adipeux et recouverte de poils très fins.

Elle contient :

- Dans le derme : des glandes sébacées,
- Dans le tissu sous-cutané : des glandes cérumineuses.

Les sécrétions de ces différentes glandes, en plus de squames cornées provenant de l'épiderme, constituent le cérumen qui a pour but de protéger le conduit auditif externe des agressions extérieures. Le cérumen est donc uniquement

présent dans la partie fibro-cartilagineuse du conduit, c'est-à-dire avant le second coude.

➤ La partie Osseuse

Elle représente entre la moitié et les deux tiers du conduit auditif. Elle est constitué par :

- Le rocher,
- L'écaille (grande structure plane sur laquelle démarre le zygomatique),
- Le tympanal (petit os creux en forme de gouttière ouverte en haut).

Contrairement à la partie cartilagineuse, la portion osseuse est recouverte d'une peau lisse et sèche, s'amincissant au fur et à mesure que l'on se rapproche du tympan.

C. Le rôle de l'oreille externe

L'oreille externe a des rôles multiples. En effet, bien que son rôle principal soit de transmettre le son jusqu'au tympan (dont la vibration va permettre la transmission du message auditif jusqu'à l'oreille interne via l'oreille moyenne), l'oreille externe va également permettre la localisation d'une source sonore, la protection, et surtout l'amplification du signal.

a. La localisation spatiale

La localisation spatiale se fait principalement grâce au fait que nous avons 2 oreilles : c'est le principe d'effet stéréophonique. En effet, la pression sonore perçue à droite et à gauche diffère en temps, en intensité et en phase.

C'est différences seront interprétées par l'oreille (plus précisément par les noyaux auditifs du tronc cérébral) pour permettre à un individu de localiser une source sonore.

b. La protection

L'oreille externe protège le système auditif de deux façons :

- Grâce au cérumen, qui recouvre la première partie du conduit et qui va donc le protéger contre certaines bactéries et champignons. C'est une des raisons pour laquelle le coton-tige est à utiliser avec précaution car l'absence de cérumen peut favoriser l'apparition d'inflammation.
- Grâce au tympan qui se raidit lorsqu'il est exposé à des sons de très forte intensité. Cela permet de diminuer l'amplitude du son incident et ainsi diminuer le risque de lésions des cellules de l'oreille interne.

c. L'amplification

L'oreille externe a un rôle d'amplification du son, aussi bien de la part du pavillon que de la part du conduit auditif externe. En effet, cette association de diffractions et de résonances crée ce qu'on appelle la fonction transfert de l'oreille externe, que nous allons détailler dans la prochaine partie de cet exposé.

II) Physiologie de l'oreille externe

A. Fonction transfert de l'oreille externe

En fonction de l'incidence et de la fréquence d'une source, l'ensemble de l'oreille externe induit, au niveau du tympan, des modifications de phase et d'amplitude. Ce sont ces modifications que l'on nomme fonction transfert.

Ceci peut s'expliquer du fait que l'on peut observer un phénomène d'ondes stationnaires dans un tube fermé à une extrémité et ouverte à une autre (principe du tube de Kundt). Pour rappel, une onde stationnaire est une superposition entre une onde incidente et une onde réfléchie ce qui peut provoquer, à certaines fréquences (dites fréquences de résonances), un phénomène de résonance, et donc une

amplification à ces fréquences. Cette fréquence peut se calculer grâce à la formule suivante :

$$f = \frac{c}{4l}$$

Avec « c » la célérité du son dans un milieu aérien, « l » la longueur du tube et « f » la fréquence de résonance.

Sur le graphique suivant, on peut voir l'amplification apporté par chaque partie de l'oreille externe :

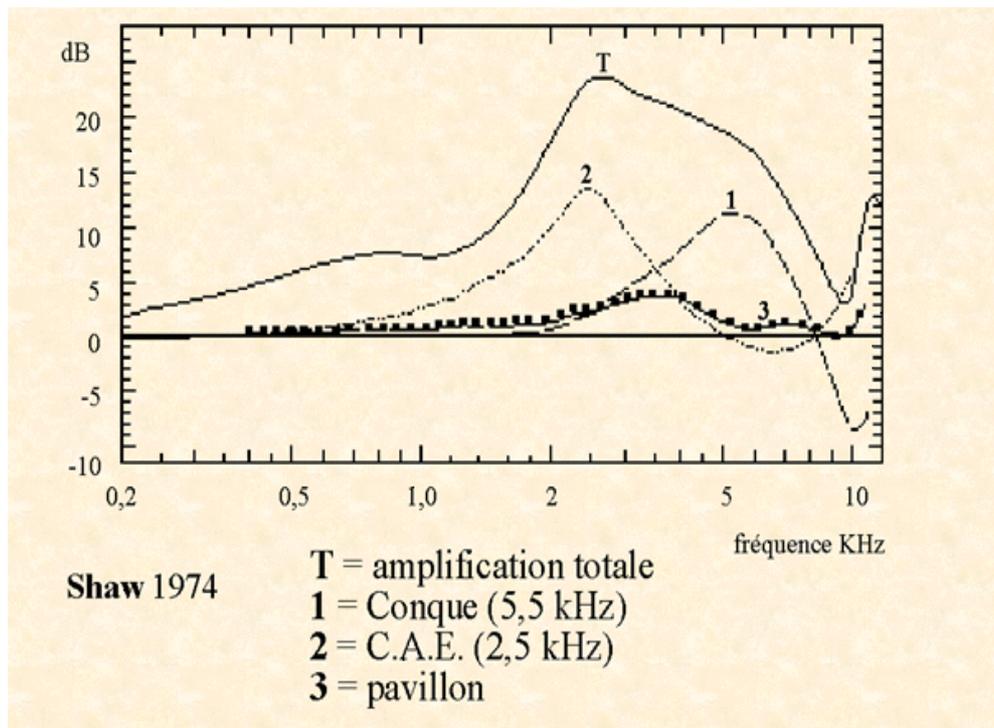


Figure 5 : Amplification par rapport à l'émission en champs libre [2]

On peut donc remarquer que l'oreille externe amplifie le signal de plus de 20dB en moyenne, sur des fréquences allant de 2500Hz à 5500Hz.

D'après ce graphique et la formule définie précédemment, on va d'ailleurs pouvoir déterminer la longueur du conduit par le calcul. En effet, en estimant que la fréquence de résonance du conduit auditif externe est de 2500Hz, et que la célérité du son dans l'air est de 344m/s, on en déduit que :

$$l = \frac{c}{4f}$$

Soit :

$$l = \frac{344}{4 * 2500} = 34,4mm$$

On se rapproche donc plus de la longueur moyenne de 33mm démontrée par OLIVIERA et coll. en 1992, que de la longueur moyenne estimée de 25 mm.

B. Rôle du pavillon

Le pavillon joue un rôle essentiel dans l'audition. En effet, grâce au pavillon et à ses circonvolutions, la sensibilité de l'oreille varie avec l'orientation de la source sonore et avec la fréquence du son.

Le pavillon a donc pour but de capter les sons et de les focaliser à l'entrée du conduit auditif externe. Afin de capter le son d'une façon optimum, l'homme se tourne naturellement vers la source sonore, ceci étant dû à une mauvaise mobilité du pavillon (contrairement à certains animaux qui, juste en bougeant leurs oreilles, peuvent localiser une source sonore).

Voici le comportement de l'onde sonore et du pavillon lorsque la tête est correctement positionnée par rapport à la source :

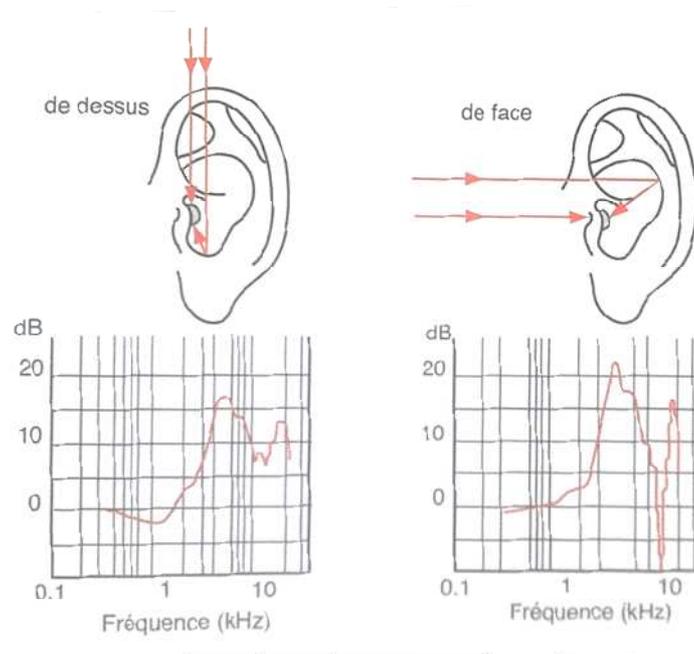


Figure 6 : Amplification et comportement de l'onde sonore en fonction de la position de la source [6]

Comme nous l'avons également vu précédemment et comme nous pouvons le voir ci-dessus, le pavillon a également un rôle d'amplification. En effet, on peut plus précisément dire que c'est la conque qui va principalement amplifier les fréquences aiguës, et plus exactement, les fréquences avoisinant le 5500Hz en fonction du positionnement de l'oreille par rapport à la source. On remarque par ailleurs que cette amplification est plus importante si l'onde sonore vient de face (environ 20dB d'amplification sur le 5500Hz) que si elle vient du dessus (environ 16dB sur cette même fréquence). Enfin, on peut également voir ici le rôle et l'importance des circonvolutions de la conque, à savoir amener le son à l'entrée du conduit auditif externe, qui est à mon sens un des avantages le plus conséquent d'un appareil de type intra-auriculaire par rapport à un de type contour d'oreille.

En effet, les microphones d'un contour d'oreille étant placés derrière l'oreille, celle-ci ne bénéficiera pas des propriétés naturelles du pavillon (à savoir la localisation spatiale et l'amplification naturelle), ce qui n'est pas le cas d'un CIC ou d'un intra-auriculaire profond (IIC). Ceci ne s'applique cependant pas forcément aux intra-auriculaires type pile 312 car ceux-ci occupent une partie de la conque.

C. Rôle du conduit auditif externe

Le but premier du conduit auditif externe est bien sûr comme nous l'avons vu précédemment, la transmission de l'onde sonore du méat auditif jusqu'au tympan. Cependant, d'après la figure 5, le conduit auditif amplifie également ce signal autour du 2500Hz. On appelle ce phénomène « la fonction transfert ».

Cette amplification dépend, entre autres, du volume et de la longueur du conduit, mais également de l'axe d'incidence de l'onde sonore. La figure 7 ci-dessous nous montre les différentes amplifications du conduit auditif en fonction de l'angle d'arrivée de cette onde, avec pour 0°, une onde arrivant de face, et pour -45° une onde arrivant de côté sur l'oreille opposée.

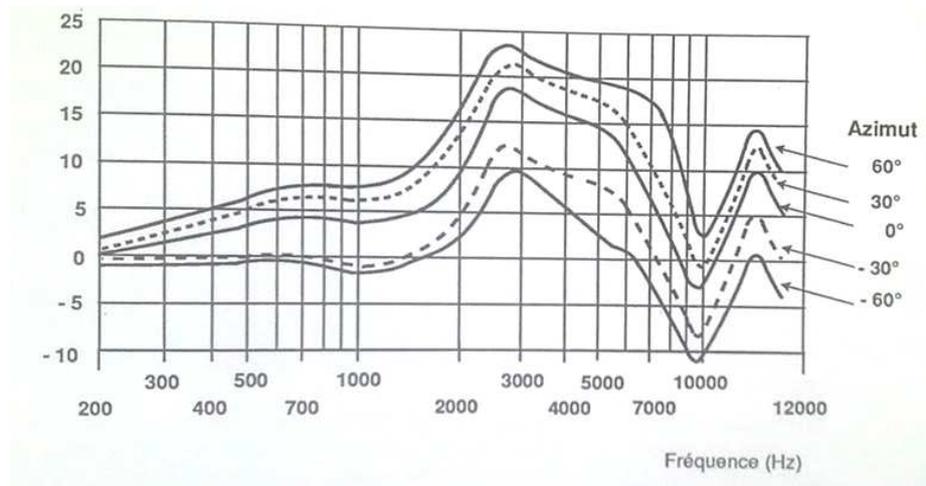


Figure 7 : Fonction transfert de l'entrée du conduit auditif par rapport au champ libre [6]

Sur ce schéma, on peut constater que l'amplification est maximum lorsque l'onde sonore arrive à 60° par rapport à l'axe de la tête. Ceci s'explique du fait que c'est l'axe d'entrée du conduit, et qu'il n'y a donc aucun obstacle perturbant la progression de l'onde. De plus, on remarque une différence importante entre l'azimut 0° et -30°, c'est-à-dire dès qu'on est plus proche de l'oreille opposée que de l'oreille testée. Cette différence est due au phénomène d'effet d'ombre de la tête.

Ce phénomène est provoqué par la diffraction du son par la tête. Il agit principalement au niveau des fréquences aiguës (faible longueur d'onde) et va diminuer l'intensité de l'onde sonore à ces fréquences. Des différences de phase vont également venir s'appliquer au niveau des fréquences graves. Ces différences d'intensité et de phase, vont entre autres aider à la localisation de la source sonore.

D. Les résonances

a. L'autophonie

Tout d'abord, définissons l'autophonie :

« L'autophonie est le résultat de la création d'énergie acoustique par la vibration des parois du conduit auditif externe, en réponse à un signal en conduction osseuse. » [5]

En effet, c'est le quotidien de l'audioprothésiste d'entendre de la part d'un patient à qui il installe pour la première fois une aide auditive ayant un embout obturant : « Ma voix résonne » ou « Ma voix semble caverneuse ». Pour mieux comprendre les solutions que l'on peut apporter à ce problème, il est important de définir un peu plus précisément le phénomène d'autophonation.

Lorsque l'on parle, une partie des vibrations (des basses fréquences en grande partie) se propage par conduction osseuse aux tissus fibreux et cartilagineux du conduit auditif externe. Si l'oreille est ouverte ou si l'évent de l'embout est assez grand, ces vibrations s'échappent par le côté où il y a le moins de résistance : l'entrée du conduit auditif externe.

Cependant, lorsque l'oreille est bouchée, le tympan devient l'extrémité présentant le moins de résistances du conduit. Les variations de pression acoustique se retrouvent alors bloquées dans la cavité résiduelle, ce qui provoque une augmentation significative du volume sonore mesuré au tympan.

Il existe donc plusieurs solutions pour éviter ce problème, à savoir :

- Augmenter l'évent si cela est possible (aussi bien d'un point de vue physique, qu'audiométrique), ce qui aura pour but de laisser s'échapper les basses fréquences.
- Si l'augmentation de l'évent est impossible, il faut donc baisser le gain des basses fréquences de l'aide auditive pour compenser le gain naturel provoqué par l'autophonie.

Nous verrons également, plus en détail et par la suite, que l'insertion profonde peut diminuer voir supprimer le problème d'autophonie.

b. Autres résonances

Dans la partie précédente, nous avons vu les résonances liées à sa propre voix : l'autophonie. Intéressons nous à présent aux autres types de résonance, celles liées aux voix des autres et aux bruits extérieurs.

Par définition et en général, une résonance est la résultante de l'accroissement de l'amplitude d'une vibration lorsque la période devient égale à la période propre de vibration du système. Ce phénomène est souvent constaté par les

patients qui trouvent que la voix de l'accompagnant ou celle de l'audioprothésiste est « sifflante » ou qui « résonne ». Le souci peut également être constaté lorsque le patient sort de la cabine insonorisée. Il trouvera alors que la compréhension est moins bonne.

D'après KILLION dont nous reviendrons plus tard sur les études réalisées en 1993, essentiellement deux facteurs vont venir provoquer des résonances par rapport aux voix et aux lieux : le volume de la cavité résiduelle et l'impédance tympanique. Il a également prouvé que l'insertion profonde provoque une résonance plus importante dans les fréquences aiguës que dans les fréquences graves.

III) Conclusion

Nous avons vu, tout au long de cette partie, que l'amplification naturelle de l'ensemble de l'oreille externe est loin d'être négligeable. En effet, en plus de permettre la localisation d'une source sonore et de protéger le reste de l'oreille, le pavillon et le conduit auditif externe amplifient également l'onde sonore sur certaines fréquences, et plus particulièrement les fréquences à partir de 2500Hz.

La mise en place d'une aide auditive sur mesure ou d'un embout va modifier la cavité résiduelle du conduit auditif externe, et va donc modifier les diverses résonances que nous avons pu observer jusqu'ici. Nous verrons d'ailleurs que la perception des résonances n'est pas les même en fonction de l'insertion, et nous nous apercevrons que c'est un aspect à prendre en compte lorsque l'on adapte un SoundLens.

En attendant, nous allons pour l'instant étudier l'adaptation prothétique détaillée d'un SoundLens, et surtout, nous allons la comparer à l'adaptation d'un intra-auriculaire semi-profond.

Partie II

Différences entre une
adaptation de SoundLens et
une Adaptation de CIC

I) Comparaison descriptive entre le SoundLens et un intra-auriculaire semi-profond

Avant de comparer ces deux aides auditives, il convient d'en faire la définition. L'intra-auriculaire est un appareil de correction auditif s'insérant entièrement dans l'oreille, avec une coque réalisée sur-mesure. Il en existe plusieurs types, à savoir l'intra conque, l'intra canal, l'intra semi-profond et l'intra profond également appelé péri-tympanique, dont voici ci-dessous une représentation des différentes insertions de ceux-ci.

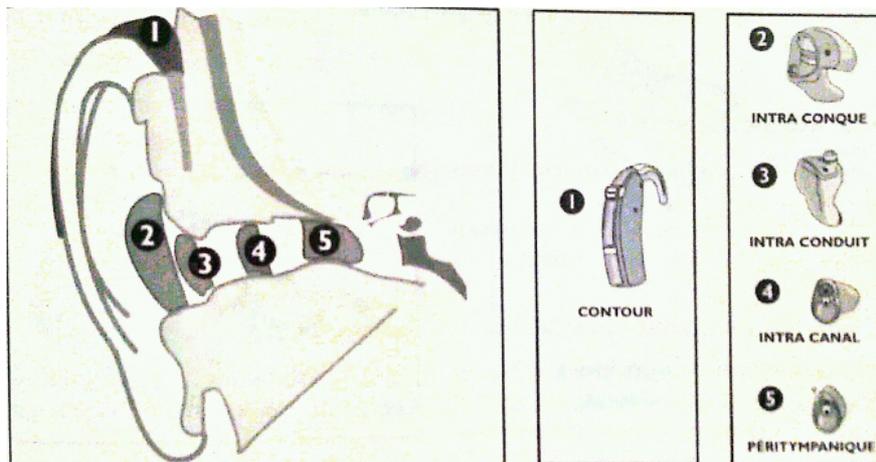


Figure 8 : L'insertion des différents modèles d'aide auditive [5]

Pour l'étude de ce mémoire, nous nous intéresserons essentiellement à l'intra-auriculaire semi-profond, également appelé CIC, et au SoundLens. Cette aide auditive profonde fut présentée et commercialisée en 2010 par Starkey, qui communique principalement sur le fait qu'elle soit « invisible » dans le conduit.

Cette partie aura pour but de voir les différences qu'il existe entre un CIC et le SoundLens, mais uniquement du point de vue de l'adaptation prothétique dans un premier temps.

A. Taille et forme



Photo 1 : Un SoundLens et un CIC



Photo 2 : Un CIC



Photo 3 : un SoundLens

Comme nous pouvons le voir sur la photo ci-dessus, le SoundLens est plus petit que le CIC, bien que cela dépende généralement de la forme et de la taille du conduit dont on a fait l'empreinte. Mais le SoundLens restera cependant plus petit, ceci étant bien sûr dû à son insertion profonde que nous verrons par la suite.

Au niveau de sa forme il est amusant de voir que la « courbure » de l'aide auditive est inversée. Prenons par exemple un appareil droit : s'il est fabriqué en CIC, celui se placera au niveau du premier coude et verra donc sa courbure aller vers la gauche. Par contre, si, pour la même oreille, on prend cette fois-ci un intra-auriculaire profond, celui-ci se placera au niveau du second coude dont la courbure se dirige vers le tympan, et dans le cas de l'oreille droite cette courbure se dirigera vers la droite. Il faut donc faire attention, car le SoundLens possède la forme inverse des CIC que nous avons l'habitude de rencontrer.

Il est cependant impossible de confondre les deux côtés, car Starkey a mis en place un système de marquage simple pour déterminer la droite et la gauche. En effet, contrairement aux intra-auriculaires avec lesquels il est possible de faire une coque de couleur pour chaque côté, le SoundLens est uniquement disponible en noir

pour une meilleur discrétion une fois dans le conduit. Cependant, il y est appliqué sur le côté (et plus précisément sur la face extérieure) une lettre blanche indiquant l'oreille concerné : R pour l'oreille droite (venant de l'anglais « Right » signifiant droite) et L pour l'oreille gauche (venant de l'anglais « Left » signifiant gauche).

Nous pouvons également remarquer un point blanc sur le dessus de l'aide auditive aussi bien présent sur le SoundLens que sur un CIC. Celui-ci permet d'indiquer le sens d'insertion au patient, en expliquant à celui-ci qu'il faut que le point blanc soit toujours dirigé vers le haut. Voyons justement tout de suite la différence de mise en place de ces deux appareils.

B. Mise en place

La mise en place du SoundLens est sans aucun doute un des avantages le plus important de cette nouvelle aide auditive. En effet, son placement profond va lui permettre d'être invisible.

Contrairement à un CIC dont la face plate débute au niveau du méat auditif et dont l'écouteur se situe juste avant le second coude, le SoundLens va venir se placer au niveau du second coude pour se terminer à seulement quelques millimètres du tympan. De ce fait, un fil d'extraction plus long est plus résistant a été mis en place pour éviter une rupture involontaire de celui-ci.

Voyons alors la mise en place de ces deux appareils :



Figure 9 : Mise en place d'un CIC et du SoundLens [7]

Comme nous l'avons vu dans la première partie, le conduit est constitué d'une partie osseuse et d'une partie fibro-cartilagineuse. Un CIC s'insérant principalement dans la portion fibro-cartilagineuse du conduit, on en déduit que le SoundLens, quand à lui, se positionne dans la portion osseuse. En plus de procurer une très grande discrétion à l'aide auditive, cela va aussi apporter d'autres avantages que nous détaillerons par la suite.

Il convient donc à présent de voir la mise en place du SoundLens d'un point de vue externe, c'est-à-dire d'observer ce que l'on voit lorsque l'on regarde l'oreille. Pour cela, Starkey a eu la gentillesse de fabriquer pour mes tests d'une part un CIC type S Series 11 IQ, et d'autre part exactement le même circuit mais cette fois-ci avec une coque de type IIC.

Pour bien voir la différence, j'ai essayé de prendre à chaque fois la même photo de l'oreille sans rien, avec un CIC et avec le SoundLens en me plaçant en arrière (azimut 60°), au centre (azimut 45°) et enfin en avant (azimut 30°).

Voici les différents clichés capturés :



Oreille 1 : Nue, Azimut 60°



Oreille 2 : Avec CIC, Azimut 60°



Oreille 3 : Avec IIC, Azimut 60°



Oreille 4 : Nue, Azimut 45°



Oreille 5 : Avec CIC, Azimut 45°



Oreille 6 : Avec IIC, Azimut 45°



Oreille 7 : Nue, Azimut 30°



Oreille 8 : Avec CIC, Azimut 30°



Oreille 9 : Avec IIC, Azimut 30°

On remarque donc bien que le SoundLens est plus discret que l'intra-auriculaire semi-profond, bien que pour l'Azimut 30° la discrétion de l'appareil soit identique. Ceci s'explique du fait que le tragus cache la face plate du CIC. Par contre, pour les autres azimuts la différence est flagrante. Même si l'on regarde dans l'axe du conduit, seul le fil d'extraction restera visible. Ceci dépend cependant de l'importance de l'angle des coudes. En effet, plus ceux-ci sont « coudé », plus la discrétion sera importante.

Chaque cas est donc unique, mais nous observons bien que l'appellation de cette nouvelle aide auditive IIC (invisible dans le conduit) n'est pas exagérée.

C. Circuit

Au niveau du circuit, très peu de changements ont été effectués par rapport au dernier intra-auriculaire semi-profond en date, à savoir le S Series IQ.

Initialement paru uniquement en haut de gamme (Series 11), le SoundLens a été décliné en deux autres gammes (Series 7 et 9) lors du congrès des audioprothésistes d'avril 2011, afin d'offrir plus de choix aux patients. La seule différence du point de vue du circuit par rapport à l'intra-auriculaire se situe au niveau du réducteur de bruit (Voice IQ) pour le SoundLens 11 uniquement. Celui-ci a en effet été optimisé par Starkey et a été renommé Voice IQ².

Pour rappel, Voice IQ est un algorithme de réduction du bruit qui va réduire le gain de l'aide auditive entre chaque syllabe de la parole, et ceci pour chaque fréquence. Voice IQ², quant à lui, est un système Voice IQ optimisé pour répondre à la demande des patients les plus exigeants. Je n'ai cependant pas eu l'occasion de constater cette différence, et celle-ci pourra faire l'objet d'une autre étude.

Si l'on compare à présent les fiches techniques d'un SoundLens 11 et d'un CIC S Series 11 IQ (fiches techniques présentées en annexe 1 et 2), on remarque qu'il n'y a aucune différence au niveau des caractéristiques de l'appareil, que ce soit concernant les gains et les niveaux, ou que ce soit concernant les autres paramètres tel que la consommation, ou les temps d'attaque et de retour. On en déduit donc que toutes les modifications qu'apporterons le SoundLens par rapport à un intra-auriculaire S Series au patient seront purement d'ordre acoustique, mise à part l'écoute en milieu bruyant grâce au nouveau système présent dans le haut de gamme : Voice IQ².

II) A qui s'adresse le SoundLens ?

A. Pour quel type de patient ?

Il est certain que le SoundLens ne s'adresse pas à tout le monde, de par sa taille d'une part, et de par la place qu'il nécessite dans le conduit d'autre part.

D'un point de vue audiolgique, le SoundLens peut couvrir des pertes allant de légère à légèrement sévères, bien que ce ne soit pas l'aide auditive le plus recommandable pour les pertes sévères. Voici ci-dessous la plage d'application donnée par Starkey pour le SoundLens :

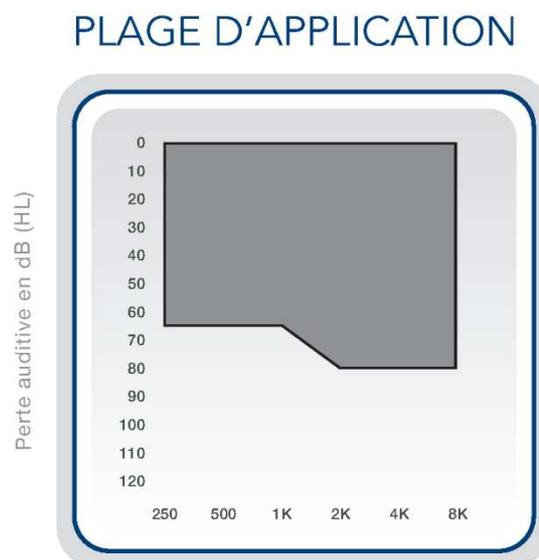


Figure 10 : Plage d'application du SoundLens

Bien que la plage d'application permette de couvrir un grand nombre de pertes d'audition, le patient devra être capable de correctement manipuler l'appareil. En effet, comme nous l'avons vu au début de cette seconde partie, le SoundLens est plus petit qu'un CIC, et il est donc plus délicat à utiliser. Ces problèmes de manipulation se retrouvent souvent chez les personnes âgées, et le SoundLens est donc peu recommandé pour ce type de patients, sauf si aucun problème de maniement n'est à signaler. De plus, cette considération est également à prendre en compte pour un souci de mise en place.

D'un point de vue anatomique, il faut bien entendu un conduit auditif le plus rectiligne possible, avec au minimum 8mm après le sommet du second coude. Ceci est impératif si l'on désire que l'appareil soit bien placé au niveau du second coude, et qu'il bénéficie donc d'une discrétion optimale. Starkey a par ailleurs mis à disposition de l'audioprothésiste un outil permettant de mesurer directement l'empreinte, pour s'assurer que le SoundLens sera réalisable, mais nous verrons cela par la suite. De plus, le SoundLens est également une solution discrète possible lorsque le contour ou le mini contour est impossible (oreilles pas assez décollées par exemple).

Enfin, le SoundLens est surtout, à mon sens, la solution idéale pour un patient qui demande avant tout de la discrétion. Il existe en effet des patients qui, malgré un réglage correct, refuseront de porter une aide auditive, dû à son manque de discrétion. Même si ceci arrive de moins en moins, on peut encore le constater, surtout chez les hommes ayant les cheveux très courts car même un mini RIC (Receiver In the Canal) devient un peu voyant chez ces personnes.

Vous aurez donc compris que le SoundLens possède à peu près les mêmes contraintes qu'un CIC, sauf d'un point de vue anatomique où l'IIC montre très vite ses limites. Cependant, il permet de répondre de façon plus adéquate aux patients exigeants recherchant avant tout de la discrétion, chose qu'un intra-auriculaire n'apportera pas complètement.

B. Contre-indications

Comme nous l'avons vu précédemment, les conditions à remplir sont nombreuses pour que le SoundLens convienne à un patient, mais seulement 2 de ces conditions doivent être impérativement remplies pour le bon déroulement d'un appareillage avec le SoundLens :

- L'intégrité des fonctions de perception, ainsi que l'acuité visuelle,
- Un conduit auditif externe sain, assez large, assez droit et assez profond.

En ce qui concerne les fonctions de perception et l'acuité visuelle, on peut retrouver les mêmes contre-indications concernant l'intra-auriculaire, à la différence près que le CIC s'insère peut être plus aisément que le SoundLens. En effet, la difficulté réside dans le fait de devoir amener le SoundLens jusqu'au second coude

tout en le gardant droit, alors que l'intra-auriculaire se place à l'entrée du conduit, ce qui le rend plus facile à mettre en place.

Au niveau à présent du conduit auditif, les contre-indications sont très différentes. La plupart du temps l'anatomie du conduit n'empêche pas la réalisation d'un intra-auriculaire, mise à part pour les conduits vraiment très petits ou étroits. Cependant, la présence abondante de cérumen peut devenir une contre-indication à l'appareillage par intra-auriculaire semi-profond, car ceci viendrait constamment boucher l'écouteur, et ceci malgré un entretien très méticuleux de la part du patient. A force, l'écouteur finira par être endommagé par le cérumen, amenant à des retours constant auprès du fournisseur. Pour l'intra-auriculaire profond, les contre-indications au niveau anatomique se retrouvent inversées.

En effet, le SoundLens étant positionné au niveau du second coude (donc dans la portion osseuse du conduit auditif externe), celui-ci n'est pas exposé au cérumen, puisque il est produit uniquement dans la première moitié du conduit auditif. Ceci facilite donc l'entretien de la part de l'utilisateur et protège ainsi l'écouteur de l'aide auditive. L'émetteur est donc protégé, mais peut en dire de même pour le récepteur qui lui se situe au niveau du second coude ? Je n'ai pas vu assez de cas pour pouvoir l'affirmer mais je pense qu'un patient sécrétant beaucoup de cérumen peut se retrouver avec le microphone bouché de temps en temps.

La forme que doit avoir le conduit est sûrement, quant à elle, l'aspect le plus contraignant du SoundLens. Pour que la discrétion de l'aide auditive soit optimale, il est impératif que le conduit puisse accueillir la totalité des composants (écouteur, microphone et amplificateur) après le second coude qui, malgré la miniaturisation actuelle, prennent souvent trop de place pour que le SoundLens puisse être correctement placé. Cette contrainte est sans aucuns doutes la première raison « d'échec » d'appareillage avec un SoundLens. D'après Starkey, seulement 10% des patients pourrait accueillir un SoundLens, et le seul moyen de rendre ce dernier adaptable à un plus grand nombre de patient serait de réussir à diminuer la taille des composants.

III) L'adaptation prothétique par rapport à un CIC

A. La prise d'empreinte

a. Passation

Si l'on désire réaliser un intra-auriculaire profond, il faut faire une empreinte très profonde.

Le XP Péritympanique de Phillips que nous avons brièvement décrit lors de l'introduction ne connu pas un grand succès et fut rapidement abandonné malgré différentes versions. Une des raisons de cet abandon est sans nul doute dû au fait que l'empreinte était très fastidieuse à réaliser. Il fallait en effet tout d'abord une pâte extrêmement liquide, ce qui multipliait les risques de passer au-delà du coton. Celui-ci comportait une aération et devait être placé de façon à recouvrir intégralement le tympan. Sachant que la pâte était liquide, il fallait donc que le patient ait la tête posée sur le bureau (si possible avec un coussin pour le confort du patient), le conduit auditif dirigé vers le haut. Le temps de prise de la pâte était quand à lui considérable, puisqu'il fallait attendre bien plus de 5 minutes pour une prise complète de la pâte.

Les choses ont cependant bien changées, et Starkey fournit aujourd'hui un matériel adéquat pour faire les prises d'empreintes plus simplement. Voici à présent un descriptif du matériel utilisé ainsi que la manière de procéder. Par ailleurs, je précise que, comme pour un intra-auriculaire, une empreinte permettant la réalisation d'un SoundLens doit être de qualité, et il ne faut donc pas hésiter à la refaire si il y a le moindre doute sur l'intégrité de celle-ci. Mais commençons tout de suite par introduire le matériel :

➤ Le coton

C'est à mon sens l'outil qui va permettre de réaliser la prise d'empreinte « facilement ». Comme nous pouvons le voir sur les photos ci-dessous, ce coton-ci est très différent de ceux utilisés habituellement dans un centre d'audioprothèse. Starkey propose en effet d'utiliser du coton plutôt que de la mousse, le coton étant une matière plus souple et plus douce qui va apporter un meilleur confort au patient (surtout que la peau du conduit est extrêmement fine comme nous l'avons vu dans la première partie et donc parfois très sensible). On remarque également que le fil à été remplacé par un tube très fin qui évitera d'avoir à faire une décompression pour retirer l'empreinte. En plus d'être indispensable pour la réalisation d'une empreinte profonde, c'est un réel confort aussi bien pour le patient que pour l'audioprothésiste.

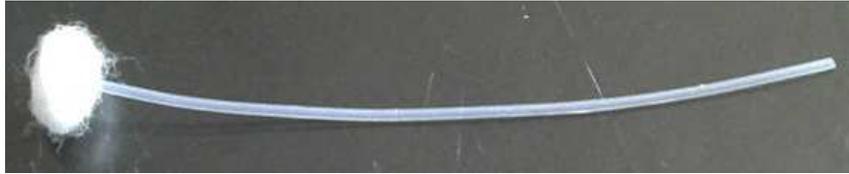


Photo 4 : Un Coton

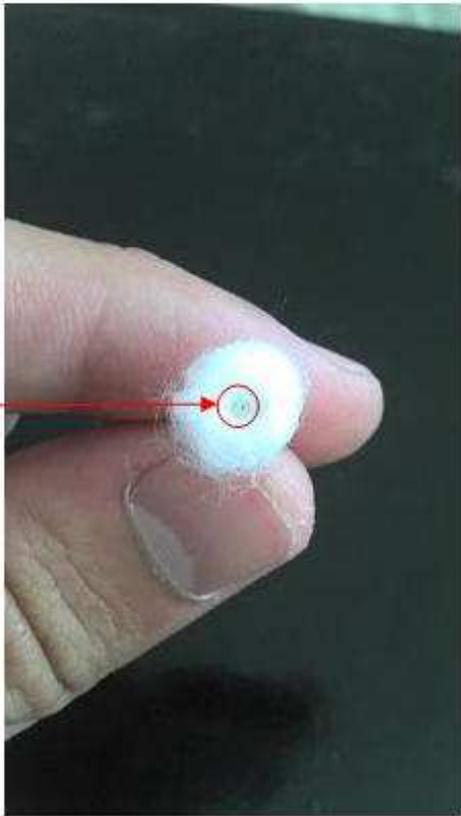


Photo 5 : Ouverture du tube du coton



Photo 6 : Coton par rapport à la main

Fine
ouverture du
tube

➤ La pâte à empreinte



Photo 7 : Pâte à empreinte et pistolet

Pour s'assurer d'avoir une empreinte correcte, Starkey recommande l'utilisation d'une pâte souple (25 Shore) au pistolet. En effet, sachant que nous devons aller au fond du conduit, il est préférable d'utiliser le pistolet, car sa longue canule va nous permettre de nous rapprocher au maximum du tympan avant même d'injecter la pâte. De plus, la pâte souple sera sûrement moins

compressive qu'une pâte épaisse, mais celle-ci nous permettra d'obtenir une empreinte sans aucun manque, critère essentiel si l'on veut faire fabriquer un SoundLens de qualité et parfaitement sur-mesure.

Cependant, lorsque j'ai dû réaliser l'empreinte du sujet B. pour la réalisation d'un SoundLens, la seule pâte que j'avais à ma disposition était une pâte 50/50 35 Shore. Mais cela ne m'a pas empêché de faire une empreinte d'assez bonne qualité pour faire un SoundLens, et nous verrons d'ailleurs cette empreinte par la suite. Je tiens tout de même à préciser que le conduit auditif externe du sujet B. était assez rectiligne, ce qui a grandement simplifié la prise d'empreinte avec ce type de pâte. De plus, cette manipulation m'a permis de me rendre compte de l'efficacité du coton, car malgré une empreinte très profonde avec une pâte assez compressive, le retrait fût très aisé, sans aucune plainte du Sujet B., d'ordinaire assez sensible lors de prise d'empreinte. Mais nous reviendrons plus tard sur la marche à suivre pour réaliser une empreinte permettant la réalisation d'un SoundLens.

➤ Oto-ease

C'est un gel lubrifiant généralement utilisé pour faciliter l'insertion des embouts ou des protections auditives. Il est recommandé d'en mettre sur le coton afin de faciliter l'insertion de celui-ci, ainsi que pour améliorer le confort du patient.



Photo 8 : Oto-ease

Bien qu'il ne soit pas obligatoire, j'ai pu remarquer que l'Oto-

ease facilite grandement l'insertion du coton, surtout qu'il faut placer celui très proche du tympan. Cette manipulation n'est pas toujours facile lorsque le conduit n'est pas droit.

➤ Le pousse-coton

Au niveau du pousse-coton, la seule recommandation qui est faite traite de la longueur de la canule. Il paraît en effet évident que plus la longueur de la canule sera longue, plus l'insertion du coton jusqu'au fond du conduit sera simple.



Photo 9 : Led-LEnser® stylo

Pour cela, Starkey recommande l'utilisation du pousse-coton ci-contre « Led-LEnser® stylo », qui a la particularité d'être un peu plus long que les autres modèles. De plus j'ai pu me rendre compte qu'il était également un peu plus lumineux, ce qui facilite d'autant plus la mise en place du coton.

Pour cela, Starkey recommande l'utilisation du pousse-coton ci-contre « Led-LEnser® stylo », qui a la particularité d'être un peu plus long que les autres modèles. De plus j'ai pu me rendre compte qu'il était également un peu plus lumineux, ce qui facilite

➤ La prise d'empreinte

Comme pour toutes les prises d'empreinte, il est bien sûr impératif de faire impératif de faire un examen minutieux du conduit auditif externe afin :

- De s'assurer de l'intégrité du tympan,
- De s'assurer que le conduit auditif externe est sain (Absence de cavité d'évidement par exemple),
- D'analyser la forme du conduit afin de s'assurer par la suite du bon placement du coton.

A la suite de cela, et si tout est en ordre, il convient alors de préparer le coton. Comme vous avez pu le constater un peu plus haut, le coton est assez épais mais il n'a pas un très grand diamètre (environ 8mm), sachant que le diamètre moyen d'un conduit auditif varie entre 8 et 10mm. En réalité, il faut légèrement étirer le coton afin qu'il prenne approximativement la forme du tympan (d'où l'importance de l'otoscopie). Bien que ce ne soit pas exactement la forme du tympan, il est cependant

impératif qu'il recouvre totalement le tympan afin que la pâte à empreinte (qui est assez liquide) ne passe pas par-dessus. Ce système nous permet donc d'optimiser le coton en fonction de l'oreille du sujet.

Une fois que nous sommes assurés que le coton est parfaitement en place, la manipulation est exactement la même que pour une prise d'empreinte classique. Dans un premier temps, il faut insérer la pâte en s'arrangeant pour que celle-ci atteigne bien le coton. Ensuite on peut éventuellement faire ouvrir et fermer la bouche du patient afin que l'empreinte prenne en compte les déformations du conduit auditif lorsqu'il y a des mouvements de mâchoires. Lorsque la pâte est solide, il convient de laisser encore un petit peu la pâte durcir car celle-ci durcit souvent plus vite à l'extérieur qu'à l'intérieur du conduit auditif. Or, sachant que nous avons de la pâte à empreinte jusqu'au fond du conduit, il faut faire attention à ne pas la retirer trop tôt pour éviter de déformer la partie la plus importante dans la réalisation d'un SoundLens ; c'est-à-dire la partie se situant entre le second coude et le tympan.

Pour retirer l'empreinte, comme nous l'avons expliqué un peu plus tôt, il n'est pas nécessaire de réaliser une décompression grâce à l'aération, et elle doit donc venir sans problème, et surtout sans forcer. Cela peut être un tout petit peu plus délicat si le conduit est assez coudé, d'où l'importance d'utiliser une pâte souple des cas là.

Une fois l'empreinte en main, il ne nous reste plus qu'à vérifier si la place est suffisante au-delà du second coude pour que le conduit puisse accueillir un SoundLens. Pour cela, Starkey nous fournit un petit gabarit qui va instantanément nous permettre de déterminer si c'est possible ou non.

b. Vérification de l'empreinte

Pour effectuer cette vérification, nous allons devoir vérifier 2 paramètres :

- Tout d'abord, la longueur de l'empreinte entre l'extrémité et le sommet du second coude doit être supérieure ou égale à 8mm.
- Puis, la largeur du conduit au-delà du second coude doit être supérieure à 6mm.

Pour cela, voici ci-dessous le gabarit fourni par Starkey pour effectuer ces vérifications :

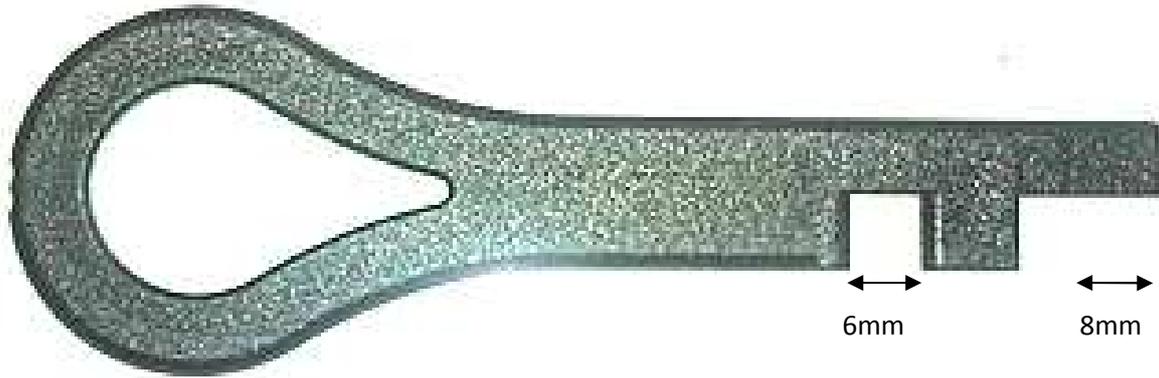


Figure 11 : Gabarit permettant de mesurer l'empreinte

Bien que ce ne soit pas très visible sur le cliché ci-dessus, il y a une graduation sur le gabarit, nous permettant de vérifier assez précisément ces critères. Pour mieux comprendre l'utilisation du gabarit, étudions simultanément deux empreintes à l'aide de cet outil fourni par Starkey. A gauche, nous étudierons une empreinte permettant de réaliser un SoundLens, et à droite, une empreinte ne le permettant pas. Sur chacune de ces empreintes, nous verrons les 2 paramètres à prendre en compte, à savoir dans l'ordre : longueur et largeur.



Photo 10 : Longueur de la bonne empreinte

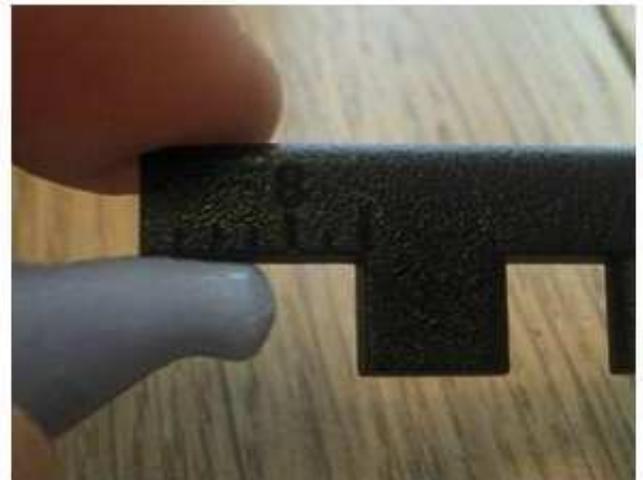


Photo 11 : Longueur de la mauvaise empreinte

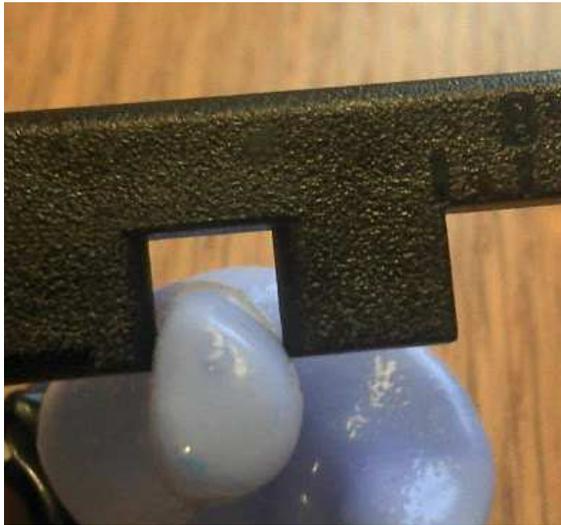


Photo 12 : Largeur de la bonne empreinte



Photo 13 : largeur de la mauvaise empreinte

Nous pouvons donc bien voir la différence entre les deux empreintes, ainsi que les manipulations nécessaires pour déterminer la faisabilité de l'aide auditive, qui sont par ailleurs simples et rapides. Ceci sera par la suite, un réel gain de temps aussi bien pour le fabricant que pour l'audioprothésiste, car celui-ci n'aura pas besoin de d'attendre la réponse de Starkey concernant la faisabilité du SoundLens, permettant ainsi au patient d'être tout de suite fixé.

Concernant le patient B. dont j'ai réalisé l'empreinte pour la fabrication du SoundLens qui m'a permis de réaliser mes tests, voici des images de l'empreinte dont j'ai fait les mesures pour m'assurer que l'aide auditive était réalisable :

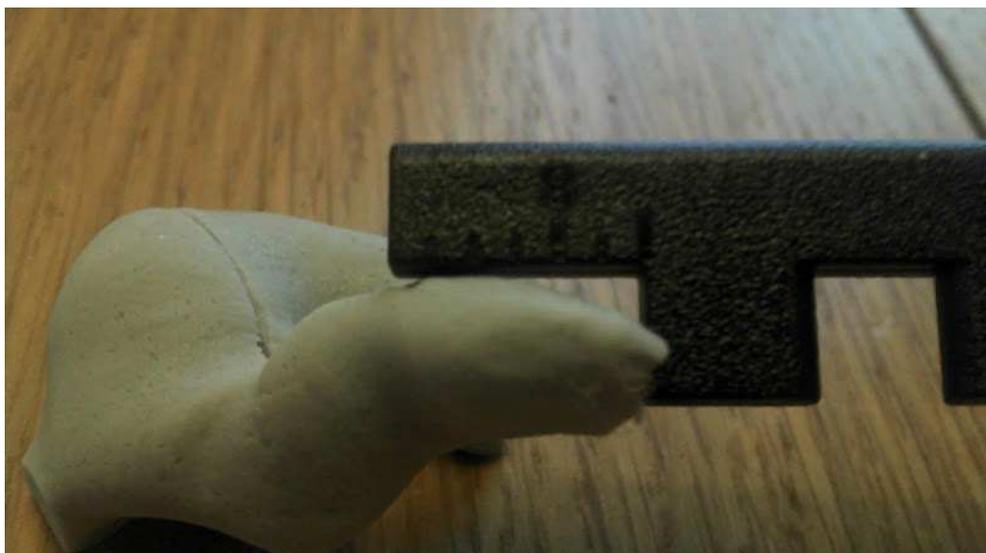


Photo 14 : Longueur de l’empreinte du Sujet B.



Photo 15 : Largeur de l’empreinte du Sujet B.

On remarque donc que tout est en ordre, et le SoundLens a donc bien été réalisé. Nous le verrons plus tard lorsque j’aborderais le test réalisé pour déterminer l’influence de l’insertion profonde. Mais tout d’abord, voyons l’étape suivante dans le processus d’appareillage avec un SoundLens.

c. Envoi de l’empreinte pour fabrication

Une fois vérifiée, il convient d’envoyer l’empreinte précédemment réalisée à Starkey pour la fabrication. Pour cela deux solutions s’offrent à nous :

- Envoyer l’empreinte par la poste ou par le biais d’un transporteur,
- Scanner l’empreinte et l’envoyé à Starkey par mail.

Cette dernière solution est de loin la plus efficace et la plus rapide, bien qu’il nécessite la machine adéquate qui est assez coûteuse.

Quel que soit le mode d’expédition choisi, il est de toute façon possible, via le logiciel de programmation de Starkey (dont la dernière version en date est « Inspire 2011 »), de générer directement un bon de commande à joindre avec l’empreinte, et ceci que ce soit pour un intra-auriculaire semi-profond ou pour un SoundLens (voir Annexe 3). Ceci a pour avantage de remplir facilement un bon de commande en choisissant les options que l’on désire, avec en plus les données audiologiques du patient qui apparaîtront automatiquement si elles ont été correctement rentrées sous Noah.

De plus, ceci est également un gain de temps pour le fabricant, car celui-ci n’aura pas à retranscrire les informations du patient et de l’appareil car le logiciel génère également un code-barre qu’il suffira à Starkey de scanner pour que la commande soit directement lancée.

d. La prise d’empreinte dans le cas d’une fabrication de SoundLens par rapport à celle dans le cas d’un CIC

Comme je l’ai expliqué au début de cette partie sur la prise d’empreinte, la principale raison de l’échec du XP péri-tympanique de Phillips fût la difficulté de la réalisation de celle-ci. J’ai par ailleurs remarqué que c’était encore une crainte chez certains audioprothésistes qui refusent d’essayer le SoundLens uniquement à cause de la prise d’empreinte.

Cependant, l’audioprothésiste dispose aujourd’hui d’un matériel de qualité qui permet de réaliser des empreintes profondes sans plus de difficultés que pour des empreintes allant jusqu’au second coude. Bien que le matériel soit quelque peu différent, la méthode à appliquer pour réaliser la prise d’empreinte, que se soit pour un CIC ou pour un IIC, ne l’est pas.

Ceci est un réel avantage pour le SoundLens, car outre les contre-indications que nous avons citées un peu plus haut, la prise d’empreinte ne devrait pas être un critère de choix car la difficulté est exactement la même, quelque soit la prise

d'empreinte réalisée. On peut éventuellement dire que la seule différence entre les deux est l'otoscopie qui doit être plus minutieuse dans le cas d'une empreinte profonde, bien que celle-ci soit importante pour n'importe quelle prise d'empreinte.

B. Premier réglage de l'aide auditive

a. Le préréglage

Le préréglage ou présélection de l'aide auditive est un réglage théorique fait de façon automatique et basé sur les valeurs de l'audiométrie tonale. Aujourd'hui, il en existe un grand nombre et presque tous les fabricants ont leurs propres méthodes et leurs propres propriétés. Par exemple, le préréglage du fabricant qui nous intéresse pour cette étude (Starkey) s'appelle e-Stat et est plus linéaire que d'autres formules de présélection. Dans leur logiciel Inspire, on peut également y retrouver les formules de préréglage plus « classique » tel que plusieurs versions de NAL ou bien la formule DSL-v5, qui est par ailleurs souvent réservé à un usage pédiatrique.

Bien que le choix du préréglage soit important lors de la première mise en place de l'appareil auditif, c'est surtout un réglage qui permet de constituer une base de travail car il est souvent modifié par la suite en fonction du ressenti du patient. Il existe cependant aujourd'hui des outils que nous verrons par la suite (audiométrie in-situ, in-vivo,...) qui permettent d'affiner très précisément ce réglage. En effet l'inconvénient majeur du préréglage est qu'il ne tient pas compte des propriétés anatomiques du conduit auditif, qui, comme nous l'avons dans la première partie, jouent un rôle très important dans l'amplification naturelle du son. Le problème est qu'il n'a pas été mis en place un préréglage particulier pour le SoundLens, ou pour les intra-auriculaires à insertion profonde en générale.

Intéressons nous maintenant aux formules de préréglages adaptées à chacun des deux appareils étudiés et essayons surtout de trouver le préréglage le plus adapté pour un appareillage en SoundLens. Je tiens par ailleurs à préciser que le choix de telle ou telle formule de préréglage dépend uniquement de la façon de travailler de l'audioprothésiste, et les formules que j'utiliserais par la suite sont un choix tout à fait personnel. Lors des appareillages d'intra-auriculaire semi-profond que j'ai pu voir, j'ai remarqué que la formule créée par Starkey (e-STAT) convenait assez bien, dans le sens où il y avait peu de changement à faire pour que le patient trouve le premier réglage confortable. Par contre, c'est une formule comportant peu de compression et

il faut donc faire attention lors d'un premier appareillage. On obtient également de très bons premiers réglages avec une formule de type NAL-NL1, car celle-ci est assez générale et peut s'appliquer dans beaucoup de cas.

Voici ci-dessous une simulation d'appareillage avec un intra-auriculaire semi-profond et avec tout d'abord une formule de présélection e-STAT, puis avec la formule NAL-NL1. L'audiogramme utilisé pour cette simulation est un audiogramme plat à 50dB.

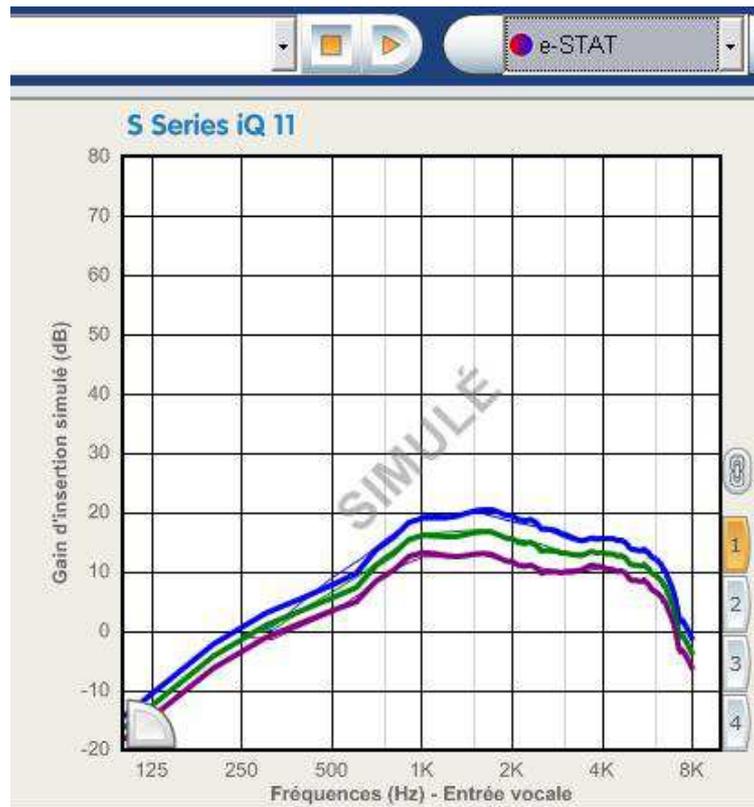


Figure 12 : Préréglage e-STAT

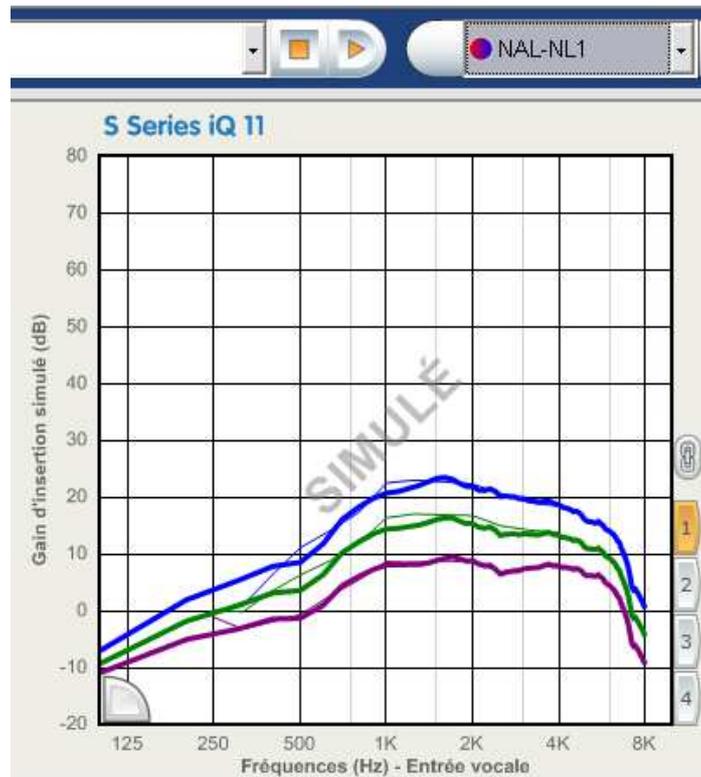


Figure 13 : Préréglage NAL-NL1

Comme nous pouvons le voir sur ces deux séries de courbes, la différence réside presque uniquement sur la compression appliquée.

Pour une adaptation de SoundLens, je me suis vite rendu compte que l'utilisation de ces préréglages n'était pas possible, mais je démontrerai cela plus tard. En effet, nous verrons que l'insertion profonde apporte un gain plus important que le CIC dans les aigus, et avec ces deux formules, le patient trouverait le son trop fort et beaucoup trop « métallique ». C'est pour cette raison que l'on peut utiliser la formule NAL-NL1*, qui est une variante de la formule NAL-NL1 mais avec moins d'aigus. Bien qu'il faille encore baisser les aigus par rapport à cette formule, nous nous rapprochons un peu plus du réglage qu'il faut appliquer lors d'un premier appareillage. Voici avec les mêmes conditions citées précédemment une simulation d'appareillage avec un SoundLens, mais cette fois-ci avec la formule de présélection NAL-NL1*.

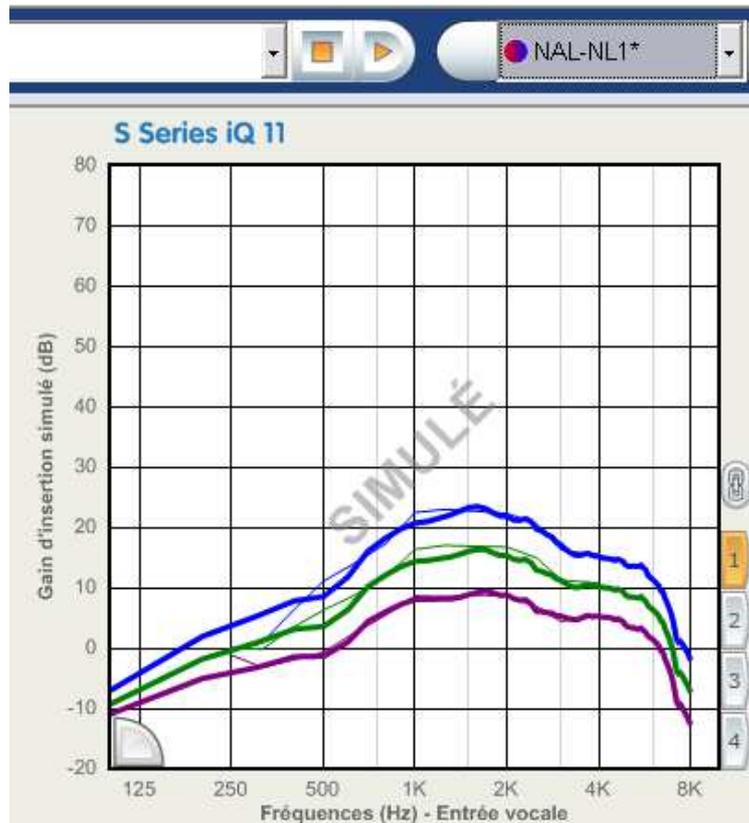


Figure 14 : Préréglage NAL-NL1*

Nous nous rendons effectivement compte que c'est presque la même formule que NAL-NL1, à l'exception d'une baisse d'environ 5dB à partir de la fréquence 3000Hz.

Encore une fois, je répète que le choix de la formule de préréglage fait partie d'une méthodologie propre à chaque audioprothésiste. Mais compte tenu du gain théorique qu'apporte l'insertion profonde (point que nous approfondirons dans la partie 3), c'est en règle générale la formule qui amènera à faire le moins de modifications.

b. L'audiométrie in-situ

L'audiométrie in-situ est une audiométrie tonale réalisée directement à partir de l'aide auditive lorsque celle-ci est en position (« position » étant d'ailleurs la traduction grecque de « in-situ »). Grâce à cette audiométrie, on peut mesurer le

seuil minimum d'audition ainsi que le seuil subjectif d'inconfort, avec l'avantage de prendre en fonction l'insertion de l'aide auditive.

Bien que cette audiométrie ne soit pas impérative dans le cas d'un appareillage en intra-auriculaire semi-profond, elle se retrouve vite indispensable dans le cas d'un appareillage avec un SoundLens. En effet, si l'in-vivo n'est pas réalisable (et nous verrons dans quels cas par la suite), l'audiométrie in-situ est la seule possibilité de réaliser un pré-réglage prenant en compte l'insertion, et donc la cavité résiduelle. Cette audiométrie, une fois réalisée, viendra compléter le pré-réglage et ainsi modifier les cibles déjà mesurées.

Au niveau de la réalisation, ça se passe exactement comme une audiométrie classique : on test tout d'abord le 1000Hz puis on va vers les aigus, on repasse ensuite par le 1000Hz pour tester les basses fréquences. Voici comment cette audiométrie se présente sous Inspire 2011 :

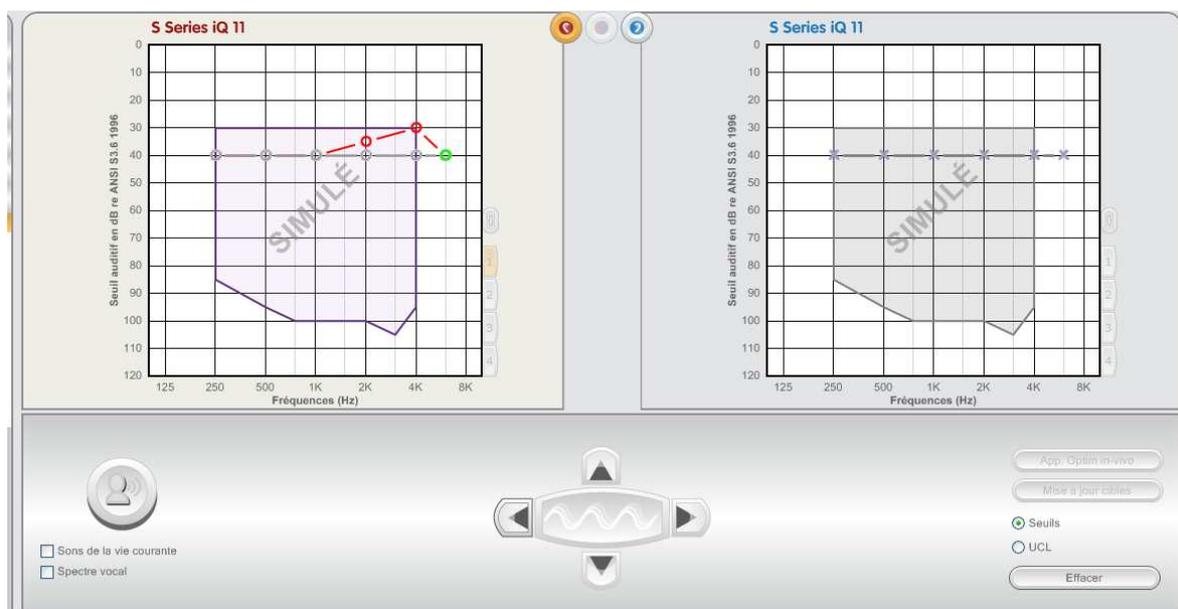


Figure 15 : audiométrie in-situ

Sur cet exemple, on peut remarquer deux types de courbe : une colorée et une autre grisée. Cette dernière correspond à l'audiométrie initialement réalisé au casque. La colorée quand à elle correspond aux nouveaux seuils déterminés à l'aide de l'audiométrie in-situ. Une fois les deux oreilles effectuées, il faut cliquer sur « Mettre à jour les cibles » pour que les changements soit bien pris en compte.

L'avantage de ce test est qu'il est très rapide à réaliser et qu'il ne nécessite aucun matériel, si ce n'est le logiciel et l'aide auditive correctement mise en place.

Cette manipulation permettra cependant d'avoir un pré réglage tenant compte de l'insertion profonde et constituera donc une meilleure base de travail. En ce qui concerne l'intra-auriculaire semi-profond, la réalisation l'audiométrie in-situ est conseillée, bien que la plus part du temps peu de modifications soit apportées aux cibles.

Voyons à présent un autre test qui nous permet cette fois-ci de déterminer objectivement et avec précision l'influence de la cavité résiduelle, ce qui va nous permettre d'obtenir un pré réglage très précis.

c. L'in-vivo

1. Rappel sur l'in-vivo

Le principe de l'in-vivo consiste à relever une différence de pression acoustique mesurée au pavillon et au fond du conduit, à 1mm du tympan. Ces mesures peuvent être réalisées avec ou sans appareil nous permettant ainsi de mesurer le gain naturel de l'oreille ou bien le gain d'insertion, appareil en marche ou non.

Pour cela nous utilisons une sonde qui sera placée au fond de l'oreille, un microphone de référence placé au niveau du pavillon et un haut parleur envoyant un stimulus large bande (pour ce mémoire, nous utiliserons un signal ISTS qui est un mélange de plusieurs langue, et qui est équilibré en fréquence sans être considéré par l'aide auditive comme un bruit). Avant de faire une quelconque mesure, il faut calibrer la sonde, et pour cela il suffit de placer celle-ci au niveau du microphone de référence et d'envoyé le signal avec une distance d'un mètre environ entre le haut parleur et le patient.

Voici ci-dessous un schéma du dispositif lorsque la sonde est placée dans le conduit auditif (ici, le dispositif prêt pour effectuer la mesure du gain naturel de l'oreille réel que nous détaillerons par la suite) :

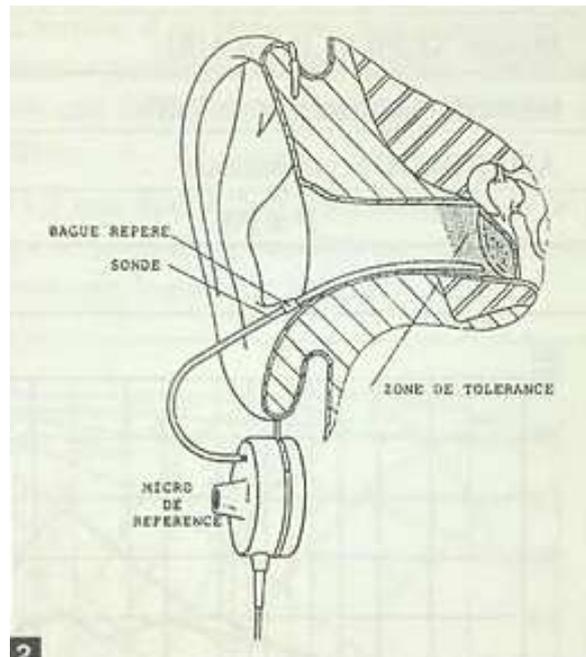


Figure 16 : Installation de l'in-vivo [5]

On remarque la présence d'une bague qui va nous permettre de garder en mémoire le placement de la sonde en plaçant cette bague au niveau du méat auditif lorsque celle-ci est en place. En effet, comme nous l'avons vu dans la première partie, la longueur varie énormément d'un individu à l'autre et le placement correct de la sonde est la difficulté principale. En se basant sur ce que nous avons dit et en faisant une moyenne, j'ai remarqué si on plaçait la bague à 29mm de l'extrémité, on se trouvait presque toujours dans la zone de tolérance. Il faut ensuite utiliser l'otoscope pour affiner le placement de la sonde, car son placement est primordial pour avoir des mesures justes.

Grâce à l'in-vivo, nous allons pouvoir mesurer plusieurs valeurs, entre autres :

- REUR (Real Ear Unaided Response) : c'est le gain naturel de l'oreille. Il nous permet de constater la fonction transfert de l'oreille externe vue dans la première partie.
- REOR (Real Ear Occluded Response) : c'est le gain de l'oreille lorsque l'appareil auditif est en place mais non en fonctionnement.
- REAR (Real Ear Aided Response) : c'est le gain de l'oreille mais avec cette fois-ci l'appareil en marche.

L'in-vivo va nous permettre de connaître précisément le gain naturel d'une part, et le gain dû à l'insertion d'autre part, nous permettant d'avoir ainsi un

préréglage totalement adapté. Cependant, le plus gros inconvénient de la mesure in-vivo est son manque de reproductibilité, dû à l'impossibilité de placer la sonde exactement au même endroit deux fois de suite.

2. Application de l'in-vivo dans l'adaptation prothétique

Si l'in-vivo est facilement réalisable avec un intra-auriculaire semi-profond, ce n'est pas le cas avec un SoundLens. En effet, celui-ci étant placé dans la portion osseuse du conduit auditif externe, la cavité résiduelle est parfois trop faible pour pouvoir réaliser ces mesures. Cela souligne par ailleurs l'importance de l'audiométrie in-situ dans ces cas là. De plus, la structure entre le 2eme coude et le tympan étant plus solide que le reste du conduit, il est également possible que la sonde se retrouve pincée entre l'aide auditive et la paroi du conduit, amenant également à un échec de la mesure in-vivo.

Ces problèmes peuvent aussi être constatés avec un CIC, mais de façons moins fréquentes. Un des problèmes qui revient souvent est également la sonde qui se bouche à cause du cérumen à cause de son très petit diamètre.

L'in-vivo est aujourd'hui l'outil à disposition de l'audioprothésiste permettant de réaliser les pré réglages les plus précis. Malheureusement l'in-vivo n'est pas toujours applicable dans le cas d'une adaptation de SoundLens, contrairement à une de CIC. J'ai cependant pu faire de l'in-vivo sur le Sujet B., me permettant ainsi de constater la différence et l'influence de l'insertion. Je reviendrais donc sur la différence qu'apporte l'in-vivo dans l'adaptation prothétique lorsque je détaillerais mes mesures.

C. L'éducation prothétique

a. La manipulation

Un des aspects le plus important de l'éducation prothétique est de s'assurer que le patient sache correctement manipuler son aide auditive, à savoir l'allumer et l'éteindre, reconnaître la droite de la gauche et surtout, bien savoir la mettre en place.

Ce dernier point plus que les autres va particulièrement changer entre un CIC et un IIC. Comme nous l'avons détaillé plus tôt, le SoundLens est plutôt conseillé pour des personnes ne souffrant d'aucun trouble de manipulation. Ce point est d'autant plus important, que je me suis aperçu qu'il est plus difficile de mettre en place un SoundLens qu'un intra-auriculaire semi-profond. En effet, le problème réside essentiellement dans le fait que l'aide auditive soit plus petite d'une part, et que les patients n'osent pas l'insérer trop profondément d'autre part.

Tout d'abord, sa petite taille fait que l'appareil tourne parfois sur lui-même lors de l'insertion. Lorsqu'un patient insert dans son conduit auditif un appareil de type intra (qu'il soit profond ou non), il a souvent tendance à faire un quart de tour vers l'extérieur pour faciliter son insertion. Grâce à sa taille, ce n'est pas un problème pour un intra semi-profond, mais ça le devient pour un intra profond. C'est cependant un problème qui ne survient qu'au début, mais sur lequel il faut insister pour que l'aide auditive soit correctement mise en place lors d'un essai.

L'autre problème que l'on peut de temps en temps retrouver dans un CIC, est la peur qu'a le patient de l'enfoncer trop profondément. Sachant que le SoundLens est situé dans une partie assez sensible, il faudra seulement bien montrer au patient la différence de sensation si l'appareil est bien inséré ou si celui-ci ne l'est pas. Il faut également insister sur le fait qu'une insertion correcte de l'aide auditive est un point primordial dans le processus d'habituation de l'oreille.

Les patients cibles du SoundLens étant souvent encore en activité et donc encore jeunes, ils n'ont souvent pas de soucis pour intégrer les consignes de mise en place. Ce n'est pas forcément le cas chez certains possesseurs de CIC, sachant que c'est une aide auditive qui touche un public plus large.

En ce qui concerne la droite et la gauche et la fonction marche/arrêt, il y a peu ou pas de différences entre les deux appareils étudiés. Pour la marche et l'arrêt, c'est exactement la même chose, à savoir ouverture ou la fermeture du tiroir pile pour éteindre ou mettre en marche l'appareil. Nous avons vu précédemment que pour distinguer la gauche de la droite, une lettre indiquait le côté (lettres qui sont d'ailleurs souvent utilisées pour un grand nombre d'équipement sonore). Pour un CIC comme pour très grand nombre d'aide auditive, c'est un code couleur qui permet de distinguer les deux côtés (rouge pour la droite et bleu pour la gauche).

Enfin, c'est exactement la même chose du point de vue de la pile entre l'intra-auriculaire semi-profond et le SoundLens. Les deux systèmes nécessitent une pile 10 et sont équipés du même tiroir pile.

b. L'entretien

Comme nous le savons, l'entretien est également un aspect très important dans l'éducation prothétique en règle générale, mais il l'est d'autant plus un intra-auriculaire car celui-ci est entièrement dans l'oreille, et est donc plus exposé au cérumen qu'un autre type d'aide auditive. Le principal problème, est que le cérumen vient se loger dans l'écouteur comme nous l'avons vu un peu plus tôt. Pour cela, il est recommandé, voir essentiel de la part du patient d'utiliser une brosse afin de constamment balayer le cérumen hors de l'écouteur. Il faut également changer le pare-cérumen lorsque l'utilisation de la brosse ne suffit plus. De plus, le cérumen peut également venir boucher la sortie de l'évent, ayant pour effet de provoquer des sensations de résonances pour le patient. Pour éviter cela, on peut utiliser une petite bombe d'air comprimé pour expulser le cérumen hors de l'évent.

Pour le SoundLens, un entretien est également requis et cela toujours à cause du cérumen. Ce sera cependant au niveau de la face plate que cet entretien devra avoir lieu. Comme je l'ai dit un peu plus tôt, je n'ai pas vu assez de cas pour affirmer que le cérumen vient souvent boucher le microphone, mais un collègue audioprothésiste a pu le constater. Le problème venait de l'extraction de l'appareil, car celui-ci « raclait » le cérumen présent le long du conduit (dans la première partie du conduit) et venait boucher à la fois l'entrée microphonique, et l'entrée de l'évent. Pour un entretien correct dans ce cas présent, il suffit d'utiliser les mêmes outils et les mêmes méthodes que citées précédemment, mais sur la face plate de l'appareil. Par contre, il faut faire très attention lors de l'entretien du microphone, qui est légèrement plus fragile que l'écouteur.

Un autre élément important qui s'applique cette fois-ci aux deux appareils, est le déshumidificateur qui va limiter la détérioration des composants, surtout lorsqu'il fait chaud et lorsque l'oreille transpire. Il est en effet recommandé en été de l'utiliser tous les jours.

Finalement, l'entretien entre ces deux intras est presque identique, hormis la localisation de l'entretien. Ceci permet cependant aux possesseurs d'intra-auriculaire semi-profond de garder les mêmes réflexes s'ils renouvellent avec un intra-auriculaire profond.

IV) Conclusion

Bien que le SoundLens et le CIC soit deux aides auditives totalement différentes, aussi bien sur leurs formes ou que sur leur mise en place dans l'oreille, l'adaptation prothétique des deux aides auditive quand à elle comporte des similitudes.

Il faut cependant retenir essentiellement trois choses lors d'un appareillage de SoundLens :

- Premièrement, le SoundLens et le CIC n'ont pas du tout le même type de patient, il est donc important de faire une anamnèse approfondie afin d'être sûr que le SoundLens sera adapté à celui-ci
- Ensuite, la prise d'empreinte n'est pas si différente qu'une autre empreinte. Grâce au matériel mis à disposition, l'empreinte profonde n'est pas plus difficile si elle est réalisée dans de bonnes conditions.
- Enfin, le pré réglage à mettre en place est quant à lui très différent entre un intra-auriculaire semi-profond et profond, bien que le logiciel d'adaptation ne propose aucun pré réglage ajusté pour un SoundLens.

Il faut donc bien faire attention à prendre ce dernier aspect en compte pour faire un premier réglage le plus adapté que possible, si possible avec l'aide de l'in-vivo et de l'audiométrie in-situ. Voyons donc à présent les différences acoustiques dues à l'insertion profonde, et surtout découvrons par quoi elles sont causées.

Partie III

Les différences acoustiques entre un SoundLens et un CIC

I) Influence de l'insertion profonde

A. Influence sur le gain généré par l'autophonation

Tout d'abord, il faut définir les différents types d'insertions (courtes, moyennes et longues). Pour cela, je m'appuierai sur les longueurs définies dans le précis d'audioprothèse tome III par KILLON (1988), GARCIA et STAAB (1994) et GERBAUD (1996) qui ont fait un grand nombre d'études sur les effets de ces différents modes d'insertion [5].

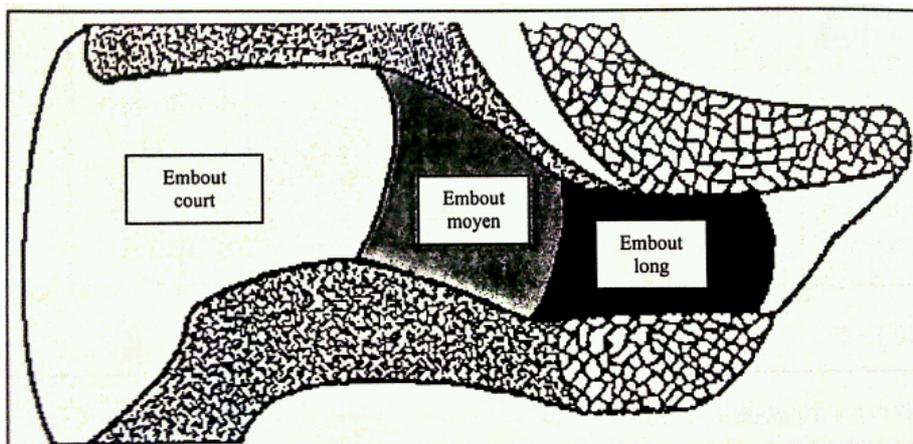


Figure 17 : les différentes profondeurs d'insertion [5]

Comme nous pouvons le voir ci-dessus, l'insertion longue ou profonde concerne un embout dépassant le second coude pour se situer principalement dans la portion osseuse du conduit. Nous apparenterons donc évidemment ce mode d'insertion au SoundLens. Pour le CIC, on peut parler d'insertion moyenne car l'extrémité de celui-ci est généralement située au niveau du second coude, contrairement à un embout court, dont l'extrémité ne parviendra qu'à la fin du premier coude.

Comme j'ai brièvement pu le dire lors de la description de l'autophonie, l'effet d'occlusion crée un phénomène d'autophonation qui amplifie principalement les fréquences graves. Mais nous allons voir que l'importance de l'insertion joue un rôle important dans cette amplification.

En effet d'après une étude de GERBAUD en 1996 [5], plus la longueur de l'embout est importante, plus l'importance de l'amplitude de l'effet d'autophonation sera faible, comme nous le montre la figure ci-dessous résultant de cette étude :

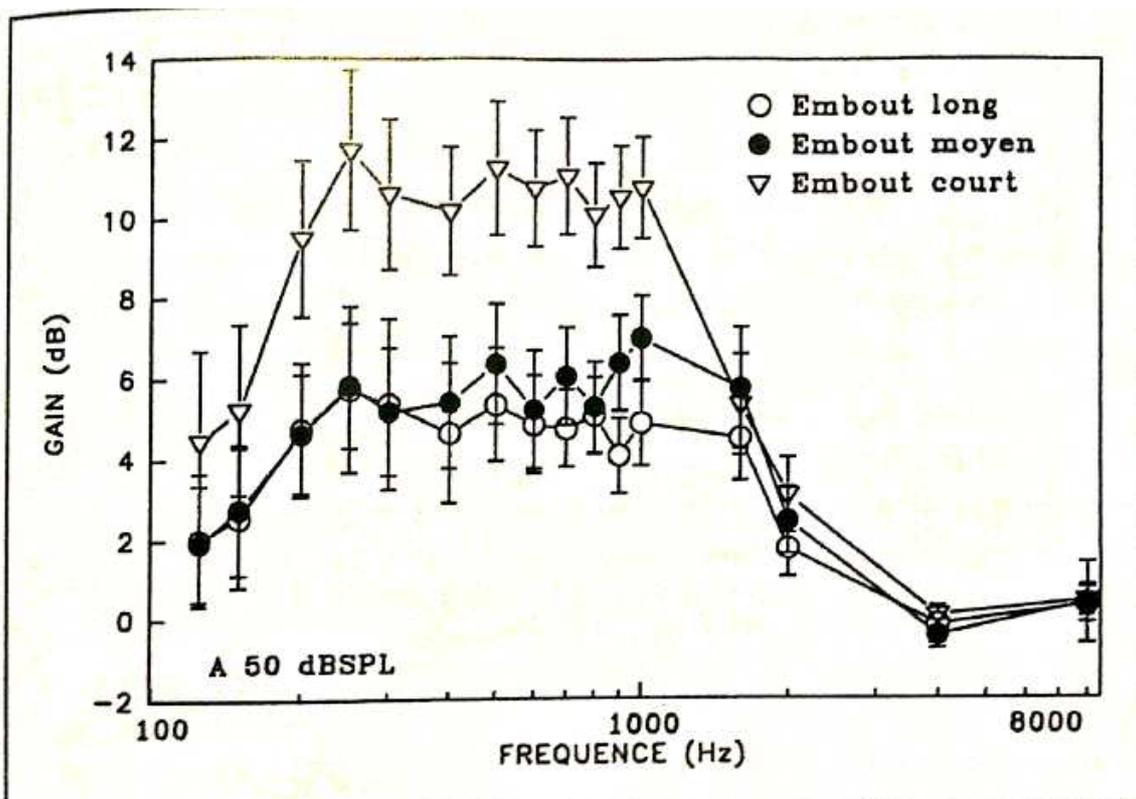


Figure 18 : Variation du gain produit par l'autophonation en fonction de la profondeur d'insertion et de la fréquence [5]

Sachant que le SoundLens est situé dans la portion osseuse et que le CIC est quant à lui positionné dans une partie fibro-cartilagineuse, on peut en effet en déduire que l'amplitude de l'effet d'autophonation et que la structure du conduit auditif externe sont liés.

On peut cependant remarquer qu'il n'y a pas une grande différence entre un embout moyen et un embout long, et donc logiquement il ne devrait pas il y en avoir beaucoup entre un CIC et un SoundLens. Nous allons donc voir tout de suite que c'est principalement la différence de cavité résiduelle qui va provoquer des différences de d'amplitude.

B. Influence de la modification de la cavité résiduelle

Lorsque l'on augmente la longueur de l'embout, on diminue logiquement le volume de la cavité résiduelle. Pour mieux comprendre l'influence de ce volume, regardons ce que représente la cavité résiduelle en pourcentage par rapport au

reste du conduit. Pour cela nous prendrons pour volume total de 1,14cc (pour un homme) d'après les études de GERBAUD en 1995 :

Volume résiduel moyen	Embout Long	Embout Moyen	Embout Court
En ml	0,18 ml	0,46 ml	0,75 ml
En pourcentage du volume du conduit auditif externe	15,6%	40,3%	64,5%

Tableau 1 : Représentation du volume résiduel en pourcentage du conduit auditif externe [5]

En utilisant ces données, nous pouvons à présent étudier une autre étude de GERBAUD en 1996 qui présente les variations d'amplitudes de l'effet d'autophonation en fonction du pourcentage du volume total du conduit, sur les fréquences 200 et 250Hz :

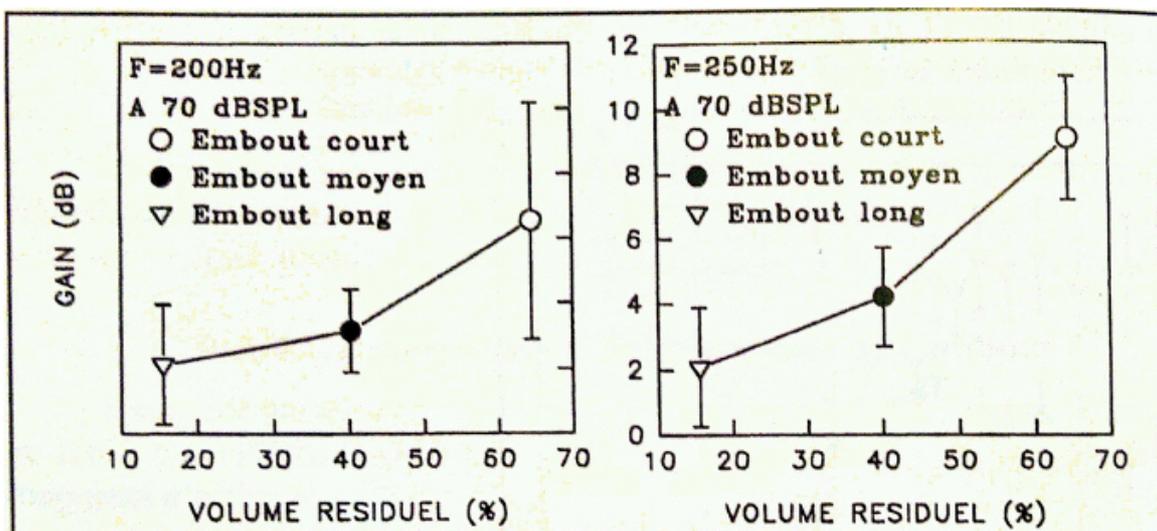


Figure 19 : Variation de l'amplitude de l'effet d'autophonation en fonction du volume résiduel sur les fréquences 200 et 250Hz [5]

Nous pouvons remarquer que, plus la cavité résiduelle est faible plus le gain induit par l'effet d'autophonation est petit, et ceci pour les deux fréquences concernées bien que le phénomène soit plus marqué pour la fréquence 250Hz. Ceci correspond par ailleurs bien avec ce que nous avons dit un peu plus haut concernant l'influence de l'insertion ; la variation de l'amplification de l'autophonation varie en

fonction de la longueur de l'embout (et fonction donc de la cavité résiduelle) bien que la différence entre un embout long et moyen soit faible. Si l'on applique cela aux deux appareils auditifs qui nous intéressent, on pourrait donc théoriquement penser qu'il existe une différence d'environ 2dB de gain sur les fréquences graves entre le SoundLens et les CIC.

Intéressons nous maintenant à la différence de gain d'insertion provoqué par l'insertion profonde. D'après plusieurs études réalisées, entre autres, par KILLON en 1993, plus l'insertion de l'aide auditive est profonde, plus le gain d'insertion augmente, aussi bien dans les fréquences aiguës que graves. Pour démontrer cela, KILLON ne prend pas uniquement en compte le volume de la cavité résiduelle, il prend également en compte le volume de la caisse qui va « varier » en fonction de l'impédance du tympan. Il a en effet démontré que, pour les fréquences graves, cette impédance était très faible, et le tympan était donc comme inexistant. A l'inverse, le tympan va se comporter comme une paroi rigide pour les fréquences aiguës, diminuant ainsi énormément le volume de la caisse pris en compte pour mesurer le gain d'insertion. Le rapport obtenu entre les volumes totaux permet d'en déduire une valeur de gain en décibel pour les fréquences aiguës et grave, bien que ce soit une valeur purement théorique :

$$20 \log \left(\frac{V_{total\ Intra_auriculaire}}{V_{total\ Intra_profond}} \right) = XdB$$

Voyons donc à présent l'application de cette formule dans l'étude de KILLON, réalisée en 1993 :

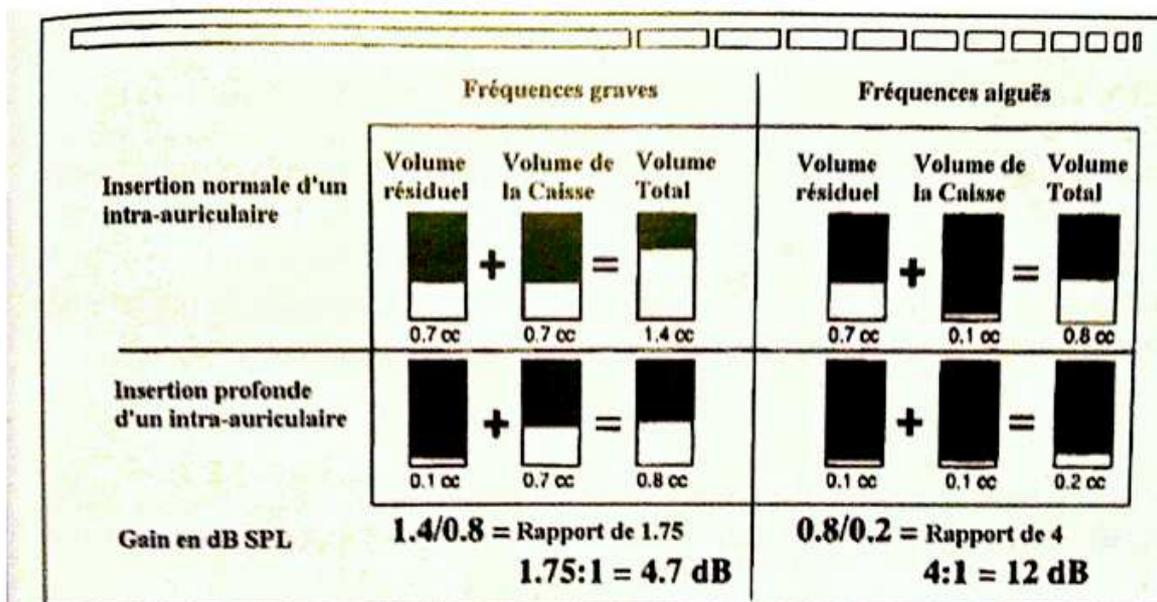


Figure 20 : Différences de gain d'insertion entre un intra-auriculaire semi-profond et profond [5]

Nous remarquons donc qu'il y a une grosse différence entre les graves et les aiguës, mais surtout qu'il y a un important gain d'insertion dans les hautes fréquences, ce qui explique une partie de mon choix de la formule NAL-NL1* dans la seconde partie.

Cependant, on remarque que les volumes résiduels choisis par KILLON sont un peu différents de ceux déterminés dans le tableau 2, à savoir 0,46ml pour un embout moyen (donc un CIC) et 0,18ml pour un embout profond (donc un SoundLens). Nous allons donc reprendre les calculs exposés un peu plus haut, mais en utilisant cette fois un volume de 0,18cc pour l'intra-auriculaire profond, et un volume de 0,46cc pour un intra-auriculaire semi-profond.

	Fréquences graves			Fréquences aigues		
	Volume résiduel	Volume de la caisse	Volume Total	Volume résiduel	Volume de la caisse	Volume Total
Insertion d'un CIC	0,46cc	0,7cc	1,16cc	0,46cc	0,1cc	0,56cc
Insertion d'un SoundLens	0,18cc	0,7cc	0,88cc	0,18cc	0,1cc	0,28cc
Gain en dB SPL	$20 \log \left(\frac{1,16}{0,88} \right) = 2,4dB$			$20 \log \left(\frac{0,56}{0,28} \right) = 6 dB$		

Tableau 2 : Théorie de KILLON sur les différences de gain d'insertion avec un choix différent des cavités résiduelles

Nous observons donc un gain d'insertion deux fois moins important si l'on choisit ces volumes résiduels, bien que ce soit difficile d'estimer une valeur précise de ces volumes puisque ce ne seront jamais les mêmes en fonction du conduit auditif étudié. Nous utiliserons cependant les valeurs déterminées précédemment pour expliquer les mesures que j'ai effectuées et que je détaillerais par la suite.

Nous pouvons donc en déduire que la différence de cavité résiduelle entre un intra-auriculaire semi-profond et un SoundLens est un aspect très important à prendre en compte lors de l'appareillage puisque le pré réglage n'en tient pas compte. Ceci démontre également l'importance de réaliser une mesure in-vivo lorsque celle-ci est possible. On peut également remarquer un autre détail intéressant. En effet, on remarque que la diminution de la cavité résiduelle amène une perte de gain d'environ 2dB dans les basses fréquences à cause de la diminution de l'amplitude de l'effet d'autophonation. De plus on gagne cette fois-ci un peu plus de 2dB de gain d'insertion dans les fréquences graves mais grâce cette fois-ci à la diminution de la cavité résiduelle.

Bien que ces chiffres soient, comme nous l'avons dit précédemment, variable en fonction de chaque individu, il y a de forte chance pour qu'il n'y ait peu voire pas de différences d'amplification ou de perte sur les fréquences graves entre un SoundLens et un CIC. Mais nous verrons et prouverons cela par la suite.

II) Différence au niveau des résonances

Le terme de résonance à plusieurs sens. Il y a tout d'abord l'aspect acoustique du terme que nous avons pu voir avec l'autophonation. Mais c'est également une sensation subjective de la part du patient lorsque la voix des autres ou sa propre voix résonne et qui peut produire un phénomène d'écho. Ceci est également dû au phénomène d'autophonie mais c'est ce qu'on appelle de l'autophonie active à l'opposé de l'autophonie passive que nous avons vu auparavant. Cette autophonie active est visible lorsque l'aide auditive est mise en place et en marche. La voix de l'utilisateur est en fait doublement perçue : une première fois par le phénomène d'autophonie passive que nous avons décrite lors de la partie 1, et une deuxième fois amplifiée par l'aide auditive. De plus, la voix de l'utilisateur parvenant de l'aide auditive arrive généralement avec un léger décalage, car il faut que l'aide auditive puisse traiter le signal.

Pour annuler ce phénomène, il suffit donc d'intervenir soit sur l'autophonie passive, soit sur le réglage de l'appareil. Dans le premier cas, nous avons déjà vu que l'autophonie avait pour cause l'effet d'occlusion, car les ondes parvenant par la portion osseuse se propageaient par le tympan. Il suffit donc, si cela est possible, d'élargir l'évent afin que les fréquences essentiellement graves puis s'échappent. Ceci n'est cependant pas recommandé pour les personnes ayant une perte importante dans les basses fréquences car cela pourrait provoquer une diminution de l'intelligibilité. Cependant, la deuxième solution consiste à diminuer les fréquences graves pour pas qu'elles ne soient trop amplifiées par l'appareil, et le problème reste donc entier dans le cas de perte d'audition dans les basses fréquences. Dans le cas d'un appareillage avec un intra-auriculaire semi-profond, c'est l'un des problèmes le plus souvent rencontré et le plus délicat à solutionner. La difficulté réside en effet dans le fait qu'il faut parvenir à trouver un compromis entre confort et efficacité.

Si on s'intéresse maintenant au SoundLens, nous ne rencontrons pas ce problème. Nous avons en effet vu que plus l'insertion est profonde et plus l'amplitude de l'autophonie passive est faible. De ce fait, la voix du patient perçue par l'oreille aura presque uniquement pour origine l'appareil auditif, ce qui ne produira pas d'autophonie active. Cependant, dans certains cas où la cavité résiduelle reste importante malgré l'insertion profonde (dans le cas de très long conduit), on peut toujours constater une autophonie passive, qui peut être améliorée en modifiant l'évent.

Afin de bien distinguer le type d'autophonie incommode pour le patient, DODELE a mis au point un test permettant de mesurer le Coefficient AutoPhonatoire (CAP) et d'ainsi appliquer les corrections adaptées. Voici ci-dessous les consignes permettant de mesurer le CAP :

Mesure du CAP

(Coefficient AutoPhonatoire) DODELÉ - 1995
Texte consigne

Texte à lire à HAUTE VOIX

Lorsque je dis "MA", "MI", "MO", "MU", "MON",
"MAIN", "MÉ",

j'ai l'impression que ma voix :

- n'est PAS modifiée (A)
- est LÉGÈREMENT modifiée (B)
- est MOYENNEMENT modifiée (C)
- est FORTEMENT modifiée (D)

Figure 214 : Mesure du CAP par DODELE [5]

Ces diphonèmes ont été choisis car une consonne suivie d'une voyelle crée une très forte intensité au niveau du tympan lorsque celui-ci est obturé. De plus, il est conseillé de déterminer ce coefficient pendant l'adaptation prothétique puis lors du contrôle d'efficacité prothétique pour bien constater l'évolution de l'autophonie. Voici ci-dessous un graphique représentant un récapitulatif des corrections à appliquer en fonction du type d'autophonie :

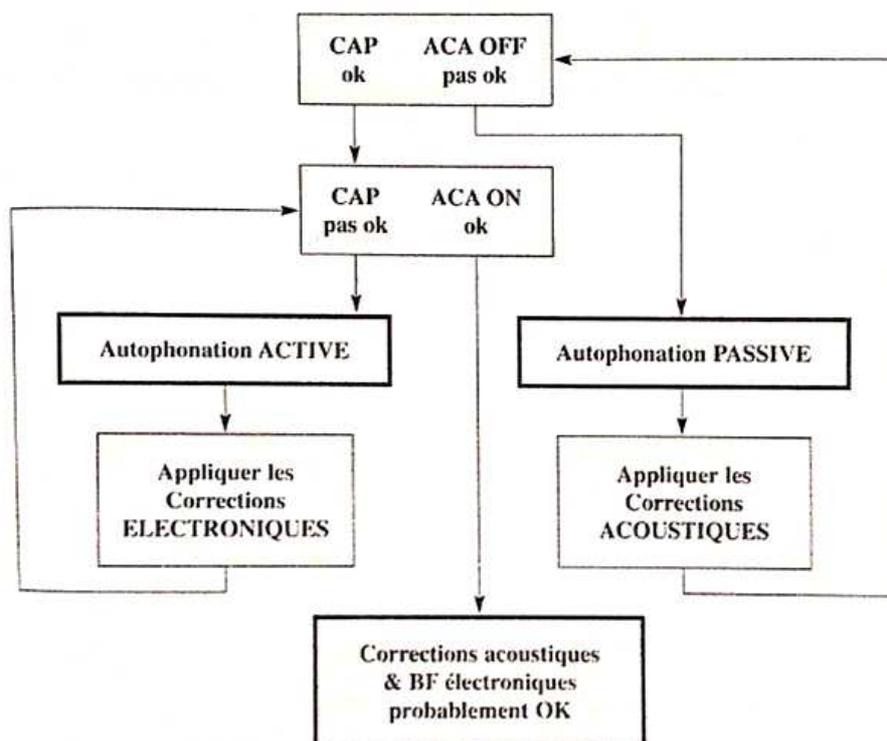


Figure 22 : Organigramme représentant les paramètres à modifier en fonction du type d'autophonie [5]

Cet organigramme résume assez bien ce que nous avons dit un peu plus, mais je ne détaillerais pas plus ce test de DODELE qui largement développé dans le précis d'audioprothèse Tome III [5]. Il y est d'ailleurs évoqué d'autres tests permettant de mettre en évidence l'autophonie.

Bien que je n'aie pas pu appliquer ce test en raison de l'absence d'étude de cas comparant un CIC avec le SoundLens, il serait intéressant de faire ce test à plusieurs patients lors d'un appareillage de CIC puis, avec le même panel, effectuer les mêmes tests avec un appareillage de SoundLens. Nous pourrions voir ainsi les différentes perceptions de l'autophonie en fonction de la profondeur d'insertion.

III) Mesures in-vivo démontrant l'incidence de l'insertion profonde

A. Mise en place

Comme nous l'avons vu, le gain qu'apporte l'insertion profonde n'est pas négligeable et encore moins dans les hautes fréquences. En effet, tout nous porte à

croire que la perte de gain de l'autophonation dans les basses fréquences sera compensée par une amplification quasi identique grâce à la diminution de l'insertion.

Pour tenter de le mettre en évidence, j'ai utilisé l'in-vivo sur le Sujet B. Pour cela, j'ai fait faire fabriquer un intra-auriculaire semi-profond (à savoir un S Series 11 IQ de la marque Starkey) et un SoundLens sur-mesure du même côté (en l'occurrence le côté gauche). Cependant, et afin de pouvoir comparer uniquement l'incidence de l'insertion profonde, je n'ai pas fait réaliser un SoundLens comme les autres. Grâce à Starkey, nous avons pu réaliser un SoundLens d'un point de vue physique (taille de la coque et lieu d'insertion) mais étant en fait un CIC S Series 11 IQ au niveau du circuit. J'ai fait ce choix, car bien que les puces entre un SoundLens et un S Series 11 IQ soit quasiment identiques, j'étais ainsi certain de ne tester que la différence d'insertion entre les deux appareils.

De plus, il faut qu'il y ait exactement le même réglage dans les deux aides auditives va nous permettre de copier-coller le réglage de l'un dans l'autre afin de s'assurer que tout soit absolument identique. Voici donc ci-dessous les deux appareils que j'ai utilisés pour mes mesures :



Photo 16 : S Series 11 IQ dont l'insertion est profonde à gauche, et dont l'insertion est normale à droite

On peut également remarquer l'absence du tiroir pile sur le SoundLens, du fait que les composants du CIC initial était un peu trop important. Il sera donc alimenté par le Noah-Link auquel il est raccordé.

Au niveau de l'in-vivo, j'ai utilisé le FreeFit de Otometrics, avec son logiciel Otosuite. Le sujet B. n'ayant pas de perte d'audition, j'ai simulé une perte plate à 40dB pour qu'il y ait un minimum de gain afin de bien pouvoir observer le

phénomène attendu. Au niveau des réglages, bien que la chose qui importe soit la similitude de ceux-ci dans les deux appareils, j'ai laissé le préréglage par défaut (à savoir e-STAT) que j'ai copié sur l'un, pour le coller sur l'autre. Voici le réglage présent dans les deux aides auditives :

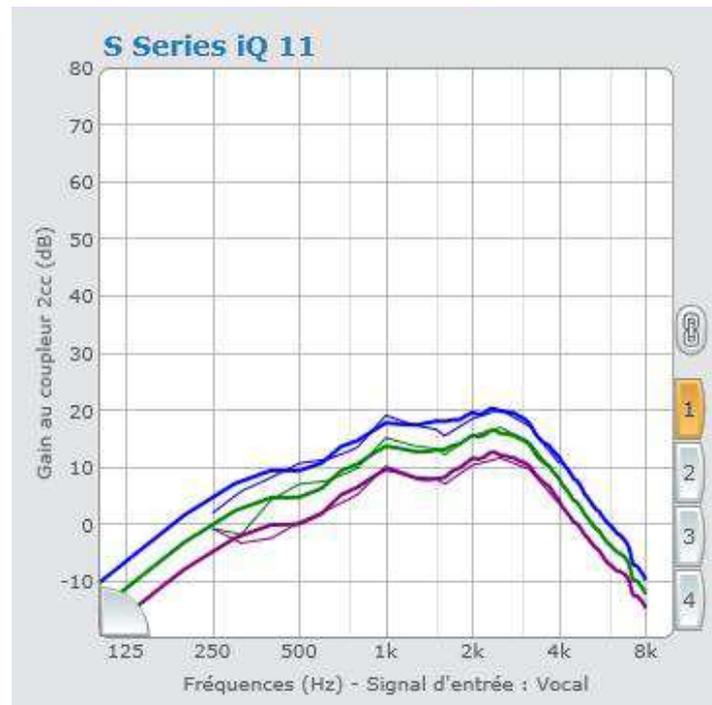


Figure 23 : Réglages des aides auditives pour les mesures de l'effet d'autophonation

B. Passation

Le plus grand inconvénient de l'in-vivo est qu'il est très peu reproductible, à cause entre autres de l'impossibilité de toujours remettre la sonde et le patient exactement dans la même position que lors de la mesure précédente. Pour cette raison et avant toute chose, j'ai marqué la position précise de l'enceinte sur le bureau et de la chaise au sol à l'aide de scotch. Ensuite, j'ai demandé au Sujet B. de bouger le moins possible pendant toute la durée des manipulations pour limiter au maximum les erreurs de mesures dues à un mouvement du patient. Il sera cependant important d'effectuer ces mesures le plus rapidement possible pour éviter des mouvements involontaires du sujet.

Comme pour toute mesure in vivo, il convient de bien placer la sonde et de marquer à l'aide de la petite bague noire présente sur le tube sonde l'entrée du conduit auditif (c'est-à-dire au niveau du méat auditif externe). Il faudra toujours s'assurer par la suite de placer la sonde de la même façon, en étant le plus précis possible. Voici ce cela doit donner une fois mise en place, ici avec le SoundLens :



Photo 17 : Mise en place des mesures in-vivo avec le SoundLens

J'ai ensuite réalisé les mesures suivantes :

- Une mesure oreille nue (REUR),
- Réponse occluse avec le SoundLens éteint (REOR),
- Réponse occluse avec le CIC éteint (REOR),
- Une mesure à 65 dB avec le SoundLens en marche,
- Une mesure à 65 dB avec le CIC en marche.

Grâce à ces multiples mesures, nous allons pouvoir déterminer le gain d'insertion de chaque appareil et ainsi quantifier la différence de ce gain en fonction de la fréquence pour l'intra-auriculaire semi-profond et pour le SoundLens. Le signal utilisé pour ces mesures est un signal ISTS pour mesurer le gain d'insertion. Ce signal a l'avantage d'être large bande et de n'être reconnu par l'appareil ni comme un larsen, ni comme un bruit. Pour les autres mesures (REUR et REOR) j'ai utilisé un bruit rose. Analysons donc maintenant les résultats obtenus.

C. Analyse des résultats

Voici tout d'abord la courbe représentant le gain naturel de l'oreille sans appareil :

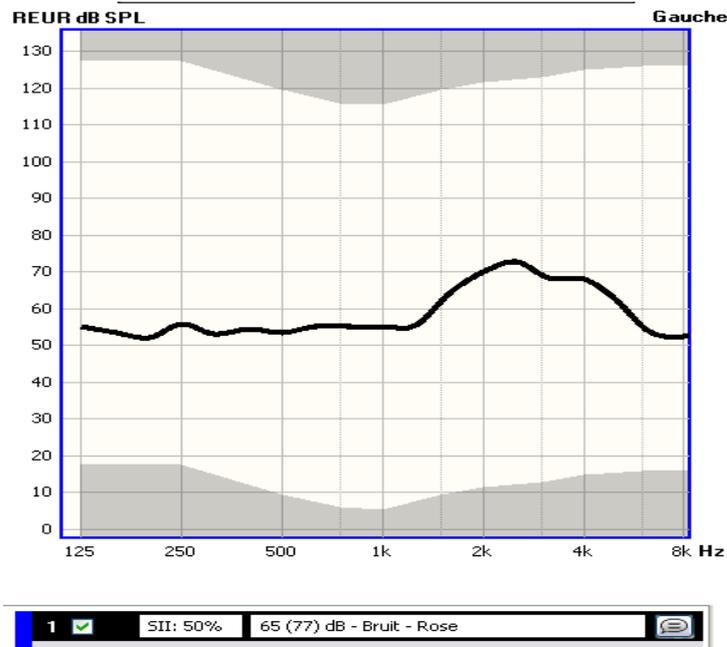


Figure 24 : REUR du Sujet B.

Cette courbe correspond bien à ce que nous avons vu sur la fonction transfert de l'oreille externe dans la première partie, à savoir une amplification d'environ 20dB sur le 2500Hz créée par le conduit auditif externe et une un peu moins importante sur le 5500Hz créée par la conque. Voyons à présent la mesure in-vivo lorsque l'oreille est occluse par un CIC tout d'abord, puis avec un SoundLens :

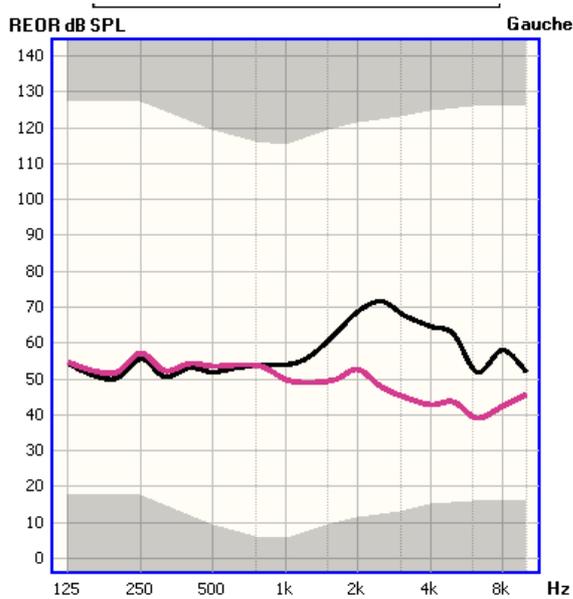


Figure 25 : REOR du Sujet B. avec un CIC

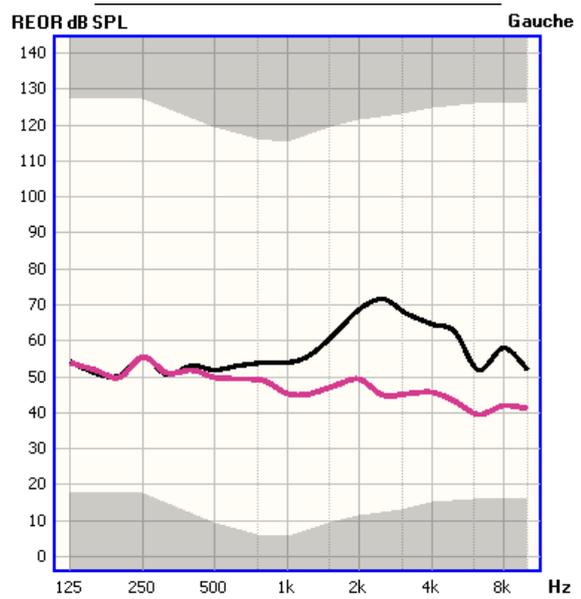


Figure 26 : REOR du Sujet B. avec un SoundLens

Nous pouvons remarquer sur le graphique rose représentant la réponse occluse, qu'il y a une très faible différence entre ces deux graphiques, ce qui correspond à la variation de gain de l'autophonie passive. En effet, nous avons dit qu'il devrait y avoir une différence d'environ 2dB sur le 250Hz en fonction du mode d'insertion, et c'est à peu près ce que nous avons ici.

Intéressons nous maintenant au gain insertion mesuré avec les deux aides auditives. Pour simplifier la lecture du graphique, j'ai affiché la réponse en gain pour mieux voir la différence entre les deux courbes, et pour bien pouvoir parler de gain d'insertion. Voici tout d'abord le REAG (Real Ear Aided Gain), c'est-à-dire le gain réel de l'oreille appareillé :

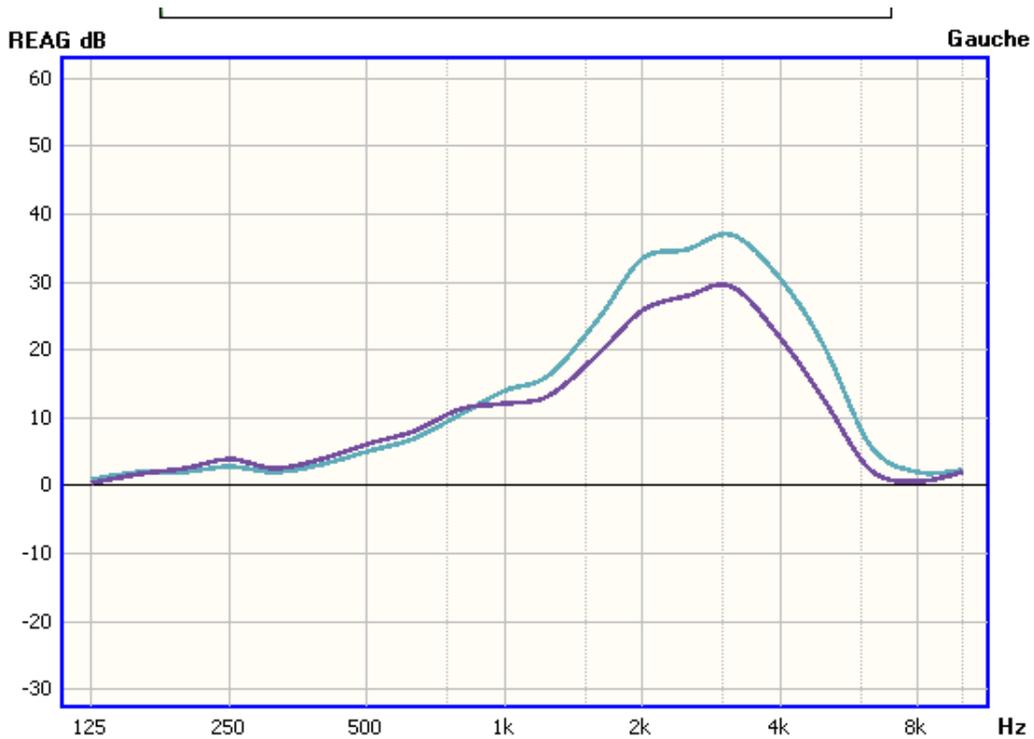


Figure 27 : REAG mesuré

Nous pouvons observer en violet la réponse en gain de l'intra-auriculaire semi-profond, et en bleu ciel celle du SoundLens. On peut tout de suite voir que l'hypothèse émise un peu plus tôt semble être correcte. En effet, on observe une très faible différence (presque négligeable) dans les fréquences graves et à l'opposé une différence assez importante à partir de 2000Hz. Etudions à présent les mêmes courbes, mais en affichage REIG (Real Ear Insertion Gain) qui va nous permettre d'obtenir une courbe ne prenant pas en compte le gain naturel de l'oreille pour observer uniquement le gain d'insertion :

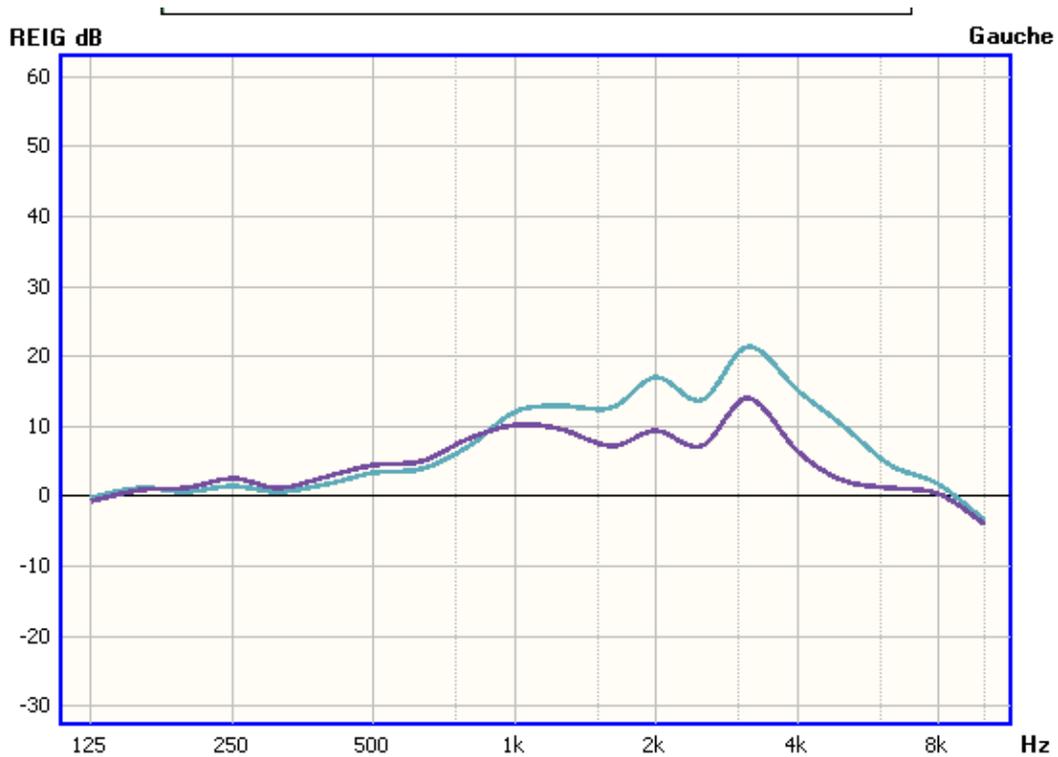
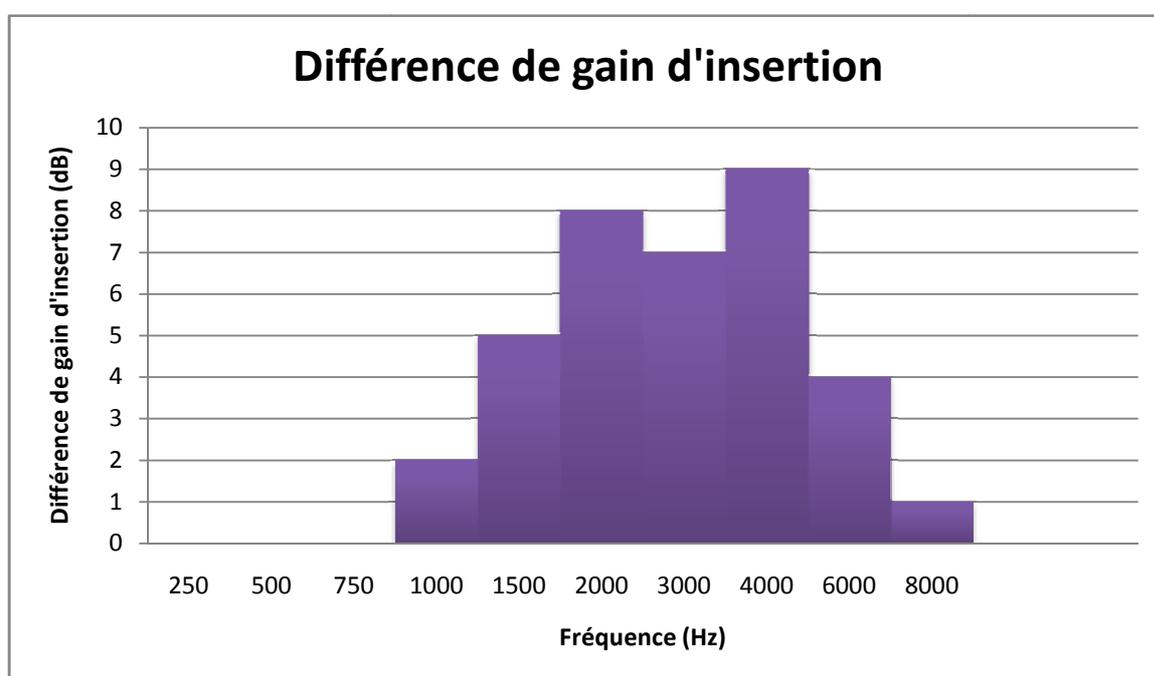


Figure 28 : REIG mesuré

Nous pouvons bien entendu en déduire les mêmes choses, mais grâce au logiciel, je vais relever les différences de gain sur chaque fréquence afin de pouvoir quantifier un peu plus précisément l'influence de l'insertion profonde. En effet, en cliquant sur un point et en faisant glisser le curseur vers un autre point, le logiciel m'indique la différence de gain et de fréquence. Pour déterminer les valeurs suivantes, je partirai toujours de la courbe mesurée avec le CIC (courbe violette) pour aller vers la courbe mesurée avec le SoundLens (courbe bleu ciel).

	Fréquences graves			Fréquences médiums				Fréquences aigues			
Fréquence (Hz)	125	250	500	750	1000	1500	2000	3000	4000	6000	8000
Variation du gain (dB)	+0	+0	+0	+0	+2	+5	+8	+7	+9	+4	+1
Moyenne (dB)	0			3,75				5,25			

Tableau 3 : Différence de gain d'insertion entre un CIC et un SoundLens sur le Sujet B. en fonction de la fréquence



Graphique 1: Différence de gain d'insertion entre un Intra-auriculaire semi-profond et un SoundLens

On remarque donc bien que plus la fréquence augmente, plus la différence de gain d'insertion entre les deux appareils est importante, mais nous n'observons aucune différence dans les fréquences graves. Ceci coïncide bien avec les calculs effectués un peu plus tôt, basé sur les mesures de KILLON, et cela pourrait bien faire penser qu'il y a une perte et un gain dans les basses fréquences qui se compensent. Cependant, ces valeurs doivent bien sûr varier d'un individu à l'autre et il serait donc intéressant d'effectuer les mêmes mesures sur un plus grand nombre de personnes et d'en faire la moyenne pour s'assurer que le choix des cavités résiduelles moyennes est correct.

De plus, on remarque que la différence est plus importante sur les bandes de fréquences entre 2000 et 3000Hz et entre 4000 et 6000Hz. Ces valeurs ne sont pas sans nous rappeler la fréquence de résonance du conduit à 2000Hz et le gain apporté par la conque au niveau du 5500Hz. On pourrait donc émettre l'hypothèse que grâce au SoundLens, on conserve les conditions d'amplification naturelle de l'oreille externe, mais je n'ai pas été en mesure de le démontrer. Ceci voudrait cependant donc dire qu'on pourrait également observer une meilleure localisation spatiale avec le SoundLens. Cette hypothèse pourrait également faire l'objet d'une autre étude.

IV) Conclusion

Ces mesures démontrent bien les hypothèses émises plus tôt, mais il faut maintenant voir ce que cela implique lors de l'appareillage. En effet, vu que ce phénomène n'est pas pris en compte par le logiciel d'adaptation de Starkey, il faut penser donc à baisser les aigues de 6 à 10dB en fonction des patients, mais nous n'avons normalement pas besoin de modifier les basses fréquences lors du premier réglage. Cependant si l'in-vivo est réalisable, cela sera pris en compte automatiquement.

Nous avons également prouvé que l'insertion profonde a de multiples avantages d'un point de vue acoustique, comme un gain plus important dans les aigues ou la diminution du phénomène d'autophonation sans aucune diminution de la pression acoustique dans les basses fréquences.

Conclusion

Le but de cette étude était de comparer l'intra-auriculaire semi-profond et le SoundLens de Starkey, essentiellement d'un point de vue acoustique en démontrant et en quantifiant le bénéfice de l'insertion profonde.

En choisissant ce sujet, je pensais arriver à la conclusion que le passage du CIC au SoundLens impliquerait un gain plus important dans les aigues et moins important dans les graves. Je me suis cependant rendu compte que les basses fréquences n'étaient que très peu modifiées, ce qui change considérablement le préréglage à mettre en place.

J'aurai aimé pouvoir réaliser des études de cas avec des patients atteints de baisse d'audition afin de pouvoir comparer ces deux aides auditives sur le plan de l'adaptation prothétique, mais je n'en ai malheureusement pas eu l'occasion. En effet, le SoundLens étant d'une part une aide auditive très récente, et d'autre part une aide auditive possédant assez de contraintes au niveau de la fabrication, peu de patient sont éligibles.

Cependant, si l'on compare le SoundLens au premier appareil péri-tympanique (Le XP Péritympanique de Phillips), il y a eu énormément de progrès réalisés ; comme la prise d'empreinte qui est plus facile à réaliser ou encore la coque qui est plus solide tout en restant confortable pour le patient. De plus, la miniaturisation constante laisse à penser qu'il sera bientôt plus aisé de réaliser des aides auditives profondes.

Le SoundLens possède cependant bien des avantages par rapport au CIC et il serait intéressant de réaliser d'autres études, mais cette fois sur d'autres aspects qui peuvent différer entre ces deux appareils, comme la localisation spatiale ou peut être l'habituation de l'oreille que j'aurai aimé pouvoir aborder plus en détail dans ce mémoire.

Bibliographie

- [1] Illustration de l'oreille réalisée par Stéphan BLATRIX.
Site internet : <http://www.cochlea.org/spe/oreille-generalites.html>
- [2] Cours de 1ère année d'audioprothèse de la faculté de pharmacie de NANCY ;
« L'anatomie et la physiologie de l'oreille externe » par Catherine BOITEUX ;
2008
- [3] Illustration du conduit auditif externe de Didier DESCOUEN.
Source : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:ConduitAuditifExterneSchema.jpg>
- [4] « Cahier d'anatomie ORL 2ème édition » par François LEGENT, Léon
PERLEMUTER et Claude VANDENBROUK ; édition MASSON ; 1975
- [5] « Précis d'audioprothèse tome 3 » par le Collège National d'Audioprothèse ;
édition du Collège National d'Audioprothèse ; 2007
- [6] « Nouvelle données en Audiologie & Appareillages stéréophonique » par Lionel
COLLET, Olivier STERKERS, Didier BOUCCARA, Stéphane DEYS et Sylvie
LERMIGEAUX ; Amplifon ; 2004
- [7] Photo du SoundLens
Source : <http://www.digitalhearingcare.org.uk/blog/index.php/tag/sound-lens/>

Index des figures

Figure 1 : L'oreille [1] _____	3
Figure 2 : Le pavillon [2] _____	4
Figure 3 : Le conduit auditif externe [2] _____	5
Figure 4 : Le conduit auditif externe [2] _____	6
Figure 5 : Amplification par rapport à l'émission en champs libre [2] _____	9
Figure 6 : Amplification et comportement de l'onde sonore en fonction de la position de la source [6] _____	10
Figure 7 : Fonction transfert de l'entrée du conduit auditif par rapport au champ libre [6] _____	12
Figure 8 : L'insertion des différents modèles d'aide auditive [5] _____	16
Figure 9 : Mise en place d'un CIC et du SoundLens [7] _____	18
Figure 10 : Plage d'application du SoundLens _____	22
Figure 11 : Gabarit permettant de mesurer l'empreinte _____	30
Figure 12 : Préréglage e-STAT _____	35
Figure 13 : Préréglage NAL-NL1 _____	36
Figure 14 : Préréglage NAL-NL1* _____	37
Figure 15 : audiométrie in-situ _____	38
Figure 16 : Installation de l'in-vivo [5] _____	40
Figure 17 : les différentes profondeurs d'insertion [5] _____	46
Figure 18 : Variation du gain produit par l'autophonation en fonction de la profondeur d'insertion et de la fréquence [5] _____	47
Figure 19 : Variation de l'amplitude de l'effet d'autophonation en fonction du volume résiduel sur les fréquences 200 et 250Hz [5] _____	48
Figure 20 : Différences de gain d'insertion entre un intra-auriculaire semi-profond et profond [5] _____	50
Figure 21 : Mesure du CAP par DODELE [5] _____	53
Figure 22 : Organigramme représentant les paramètres à modifier en fonction du type d'autophonie [5] _____	54
Figure 23 : Réglages des aides auditives pour les mesures de l'effet d'autophonation _____	56
Figure 24 : REUR du Sujet B. _____	58
Figure 25 : REOR du Sujet B. avec un CIC _____	59
Figure 26 : REOR du Sujet B. avec un SoundLens _____	59
Figure 27 : REAG mesuré _____	60
Figure 28 : REIG mesuré _____	61
Oreille 1 : Nue, Azimut 60° _____	19
Oreille 2 : Avec CIC, Azimut 60° _____	19
Oreille 3 : Avec IIC, Azimut 60° _____	19
Oreille 4 : Nue, Azimut 45° _____	20
Oreille 5 : Avec CIC, Azimut 45° _____	20
Oreille 6 : Avec IIC, Azimut 45° _____	20
Oreille 7 : Nue, Azimut 30° _____	20
Oreille 8 : Avec CIC, Azimut 30° _____	20
Oreille 9 : Avec IIC, Azimut 30° _____	20

<i>Tableau 1 : Représentation du volume résiduel en pourcentage du conduit auditif externe [5]</i>	48
<i>Tableau 2 : Théorie de KILLON sur les différences de gain d'insertion avec un choix différent des cavités résiduelles</i>	51
<i>Tableau 3 : Différence de gain d'insertion entre un CIC et un SoundLens sur le Sujet B. en fonction de la fréquence</i>	62
<i>Photo 1 : Un SoundLens et un CIC</i>	17
<i>Photo 2 : Un CIC</i>	17
<i>Photo 3 : un SoundLens</i>	17
<i>Photo 4 : Un Coton</i>	26
<i>Photo 5 : Ouverture du tube du coton</i>	26
<i>Photo 6 : Coton par rapport à la main</i>	26
<i>Photo 7 : Pâte à empreinte et pistolet</i>	27
<i>Photo 8 : Oto-ease</i>	27
<i>Photo 9 : Led-LEnser® stylo</i>	28
<i>Photo 10 : Longueur de la bonne empreinte</i>	30
<i>Photo 11 : Longueur de la mauvaise empreinte</i>	30
<i>Photo 12 : Largeur de la bonne empreinte</i>	31
<i>Photo 13 : largeur de la mauvaise empreinte</i>	31
<i>Photo 14 : Longueur de l'empreinte du Sujet B.</i>	32
<i>Photo 15 : Largeur de l'empreinte du Sujet B.</i>	32
<i>Photo 16 : S Series 11 IQ dont l'insertion est profonde à gauche, et dont l'insertion est normale à droite</i>	55
<i>Photo 17 : Mise en place des mesures in-vivo avec le SoundLens</i>	57

Annexes

Annexe I : Fiche technique du SoundLens

Annexe II : Fiche technique du CIC

Annexe III : Bon de commande d'un IIC

Annexe I

Fiche technique du SoundLens

SoundLens

Données techniques ANSI



Données Techniques ANSI/IEC au coupleur 2cc	SoundLens 35 dB	SoundLens 40 dB
	ANSI/IEC	ANSI/IEC
Niveau de sortie maximum (90 dB SPL)	110	110
Niveau de sortie maximum HFA (90 dB SPL)	106	104
Niveau de sortie maximum RTF (90 dB SPL)	NA	NA
Gain maximum (dB)	35	40
Gain maximum HFA (dB)	31	36
Gain maximum RTF (dB)	NA	NA
Bande passante (Hz)	7600	7700
Fréquence de référence test (kHz)	NA	NA
Fréquence de référence test HFA (kHz)	1.0, 1.6, 2.5	1.0, 1.6, 2.5
Gain de référence test (dB)	29	27
Distorsion harmonique		
500 Hz (%)	<3	<3
800 Hz (%)	<3	<3
1600 Hz (%)	<3	<3
Temps d'attaque et de retour (ANSI/IEC) – Test Mode		
Temps d'attaque (ms)	20	20
Temps de retour 0.1s - niveau court (ms)	5-150	5-150
Temps de retour 2.0s - niveau long (ms)	5-150	5-150
Sensibilité de la bobine d'induction magnétique		
HFA SPLITS (ANSI) (dB SPL)	NA	NA
MASL (IEC) (dB SPL)	NA	NA
ANSI/IEC Battery Current (mA)	1.1	1.2
Idle Current (mA)	1.0	1.0
Estimation de la vie d'une pile (utilisation moy. 16h/j)		
Pile 10 Zinc Air (jours)	5-7	5.7

Conditions de mesure et Recommendations

Les données techniques ont été obtenues en utilisant les normes ANSI S3.22 (2003), ANSI S3.7 (1995), ANSI C63.19 (2007), IEC 60118-7 (2005), IEC 60711 (1981), et IEC 60118-0 (1983) avec l'amendement 1 (1994-01). Ces mesures ont été obtenues avec un équipement Analyseur en temps réel et un Système automatisé de vérification de test (SADVTS) propriété Starkey utilisant les tests basiques. Ces données peuvent changer si elles sont effectuées avec un autre équipement.

Les aides auditives peuvent être testées via le Mode Test du Logiciel Inspire. Par la lecture et le choix du Mode Test dans la barre de navigation de gauche. Cliquez sur le bouton Gain Maximum ou sur le bouton Gain Utilisateur sur l'écran de test pour configurer l'aide auditive, en désactivant les fonctions avancées. En raison des capacités du traitement du signal, vous devez effectuer ces mesures au Gain maximum ou Gain utilisateur pour comparer vos données avec ces caractéristiques.

SOUNDLens™

11•9•7



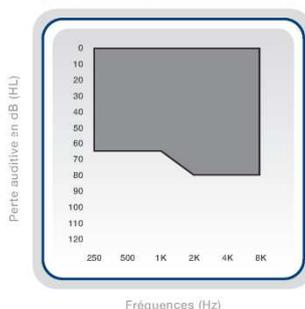
Invisible-In-The-Canal (IIC)

Intra-auriculaire profond
invisible dans le canal



CARACTERISTIQUES	SoundLens 11•9•7
SoundLens IIC	110/35 - 110/40
Niveau de sortie maximum	Réduction de 30 dB par pas de 2 dB (la plage varie selon les canaux)
Compression	Plage de 24 dB par pas de 4 dB
Facteur de compression	1:1 - 3:1 (la plage varie selon les canaux)

PLAGE D'APPLICATION



SoundLens 11



Noir
Plaque-circuit et Coque

SoundLens 9•7



Noir
Plaque-circuit



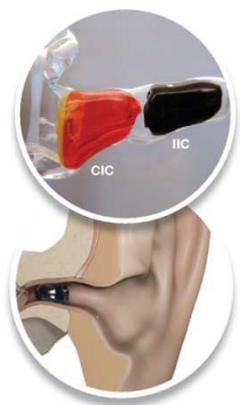
Transparent
Coque

TABLEAU DES FONCTIONS

	SOUNDLens ¹¹ Voice IQ ²	SOUNDLens ⁹ Voice IQ	SOUNDLens ⁷ Voice IQ
Clarté du son	Son haute-résolution optimum Réponse en fréquence 16 canaux - 16 bandes	Son haute-résolution Réponse en fréquence 12 canaux - 12 bandes	Réponse en fréquence 8 canaux - 8 bandes
PureWave Feedback Eliminator	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Acoustic Scene Analyzer	Premium 16 canaux Adaptation environnementale avec 5 niveaux de personnalisation	Avancé 12 canaux Adaptation environnementale avec 3 niveaux de personnalisation	Standard 8 canaux Adaptation environnementale 2 niveaux de personnalisation
Voice IQ	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Résolution de la réduction du bruit	Voice IQ² Maximum	Voice IQ Moderé	Voice IQ Léger
AudioScapes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<i>Bruits mécaniques</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<i>Paroles dans le bruit</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<i>Vent</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<i>Calme</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Niveaux de réglages AudioScape	5	3	on/off
Réglage des constantes de temps	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
InVision Directionality			
Solutions Téléphone Automatique			
Technologie T ²	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mesures in-vivo "Temps réel"	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Speech Mapping 3D	<input type="radio"/>		
Speech Mapping	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Programmes de loisirs	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Musique	4 genres		
TV	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Rappel de rendez-vous	<input type="radio"/>		
Signaux sonores	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Signal vocal	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Signal sonore	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Self Check	<input type="radio"/>		
Audiométrie in vivo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Auto Adaptation	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Test de confort	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Data Logging	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Programmes	4	4	4

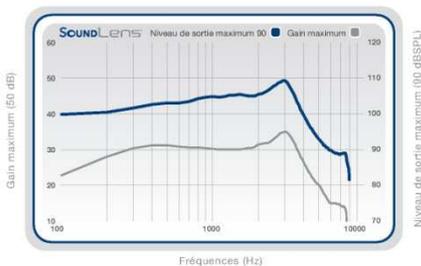
SOUNDLens™ | IIC

L'intra-profond IIC commence où le semi-profond CIC se termine.



- Se place au niveau du deuxième coude dans le conduit auditif pour une invisibilité totale
- Sa coque est réalisée sur-mesure en cirage négatif, grâce au processus de fabrication Confort Fit pour un confort total et un minimum d'occlusion
- Offre un gain de 35 à 40 dB au coupleur 2 cc pour vous permettre d'adapter des patients souffrant de pertes auditives légères à moyennes
- Optimisation de l'algorithme de suppression du bruit de préservation de la parole : Voice IQ²
- Tire partie des signaux audios à partir du pavillon pour une qualité sonore naturelle

Courbes de réponse



Courbe de niveau de sortie maximum (bleu) et Gain maximum (gris). Matrix 110/35.



Courbe de niveau de sortie maximum (bleu) et Gain maximum (gris). Matrix 110/40.

Annexe II

Fiche technique d'intra-auriculaire S Series



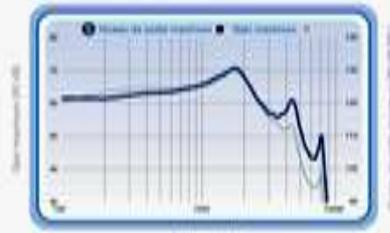
ITE - ITC - CIC

Intra-conque - Intra/Mini-conduit
Semi-profond

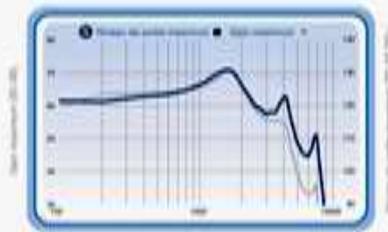
11 • 9 • 7 • 5



Plage d'application
intra-conque (bleu clair) et intra/
Mini-conduit, Semi-profond (bleu
foncé).



Courbes de niveau de sortie maximum (90 dB SPL)
en bleu et gain maximum en gris, Intra-conduit/
Mini-conduit matrice 131/71.



Courbes de niveau de sortie maximum (90 dB SPL)
en bleu et gain maximum en gris, Intra-conque
matrice 131/71.



Courbes de niveau de sortie maximum (90 dB SPL)
en bleu et gain maximum en gris, Semi-profond matrice
131/71.

Conditions de mesure et Recommandations

Ces données techniques ont été obtenues en utilisant les normes ANSI S3.22 (2003), IEC 60118-7 (2005) et IEC 60118-0 (1983) avec l'amendement 1 (1998-01). Ces mesures ont été obtenues avec un équipement Analyseur en temps réel et un Système automatisé de vérification de test (SADVT) propriété Starkey utilisant les tests basiques. Ces données peuvent changer si elles sont effectuées avec un autre équipement.

Les aides auditives peuvent être testées via le Mode Test du Logiciel Inspire. Par la lecture et le choix du Mode Test dans la barre de navigation de gauche. Cliquez sur le bouton Gain Maximum ou sur le bouton Gain Utilisateur sur l'écran de test pour configurer l'aide auditive, en désactivant les fonctions avancées. En raison des capacités de traitement du signal, vous devez effectuer ces mesures au Gain maximum ou Gain utilisateur pour comparer vos données avec ces caractéristiques.

NIVEAU IMMUNITÉ RADIO FREQUENCE : Les aides auditives en application à la norme IEC 60118-13 (2004-11) sont conformes aux 2 niveaux de classe d'immunité exigés : "Compatibilité pour la présence" et la classe "Compatibilité pour une utilisation personnelle".

Données techniques Intra-auriculaires ANSI/IEC

Normes	INTRA-CONQUE		INTRA-CONDUIT MINI- CONDUIT		SEMI-PROFOND	
	ANSI/IEC 2cc Coupler	IEC OES Coupler	ANSI/IEC 2cc Coupler	IEC OES Coupler	ANSI/IEC 2cc Coupler	IEC OES Coupler
Niveau de sortie maximum (90 dB SPL)	115-131	124-139	110-131	119-139	110-131	119-139
Niveau de sortie maximum HFA (90 dB SPL)	111-126	NA	106-126	NA	106-126	NA
Niveau de sortie maximum RTF (90 dB SPL)	NA	118-138	NA	114-138	NA	114-138
Gain maximum (dB)	45-71	54-79	40-71	50-79	35-71	50-79
Gain maximum HFA (dB)	41-65	NA	36-65	NA	31-65	NA
Gain maximum RTF (dB)	NA	47-79	NA	43-78	NA	43-78
Bande passante (Hz)	100 - 7000	NA	100 - 7000	NA	100 - 7000	NA
Fréquence de référence test (kHz)	NA	1.6	NA	1.6	NA	1.6
Fréquences HFA (kHz)	1.0, 1.6, 2.5	NA	1.0, 1.6, 2.5	NA	1.0, 1.6, 2.5	NA
Gain de référence test HFA (dB)	34-49	40-64	29-49	36-63	29-49	36-63
Distorsion harmonique						
500 Hz (%)	<3	<3	<3	<3	<3	<3
800 Hz (%)	<3	<3	<3	<3	<3	<3
1600 Hz (%)	<3	<3	<3	<3	<3	<3
Bruit de fond équivalent (dB SPL)	<28	<28	<28	<28	<28	<28
Test de la compression (ANSI/IEC)						
Temps d'attaque (ms)	20	20	20	20	20	20
Temps de retour 0.1s niveau normal court (ms)	5-150	5-250	5-150	5-250	5-150	5-250
Temps de retour 2.0s niveau normal long (ms)	5-150	5-250	5-150	5-250	5-150	5-250
Sensibilité de la bobine téléphonique d'induction						
HFA (ANSI) (dB SPL)	94-109	NA	89-109	NA	NA	NA
MASL (IEC) (dB SPL)	NA	77-109	NA	73-108	NA	NA
Consommation (mA)	1.1-1.7	1.1-1.7	1.1-1.7	1.1-1.7	1.1-1.7	1.1-1.7
De repos (mA)	1.0-1.3	1.0-1.3	1.0-1.3	1.0-1.3	1.0-1.3	1.0-1.3
Estimation vie d'une pile (utilisation 16h/j)						
Pile 13 Zinc Air (jours)	13-17	13-17	13-17	13-17	13-17	13-17
Pile 312 Zinc Air (jours)	7-10	7-10	7-10	7-10	7-10	7-10
Pile 10 Zinc Air (jours)	NA	NA	5-7	5-7	5-7	5-7

Annexe III

Bon de commande d'un IIC



Commande : Victor SAAS

Né(e) le : 05/12/1988
Date : 24/08/2011

Inspire : 6.1.200



Contact GFTYCHV

Fact. à 3455678563
Livr. à 234567890

Garantie 2 ans
B.P 75014

Service Standard
Expédition La Poste
Guide d'utilisation Français

Instr. spéciales



OD

OG

S Series iQ 11 IIC 4P	
Matrix	Standard 11035/05
Quantité	1
Référence	

Droit		Bis		Gauche		
Vocales						
SRT				SRT		
MCL				MCL		
UCL				UCL		
CA	CO	UCL	Fréquences	CA	CO	UCL
			125			
40			250	40		
40			500	40		
			750			
40			1000	40		
			1500			
40			2000	40		
			3000			
40			4000	40		
40			6000	40		
			8000			

S Series iQ 11 IIC 4P	
Matrix	Standard 11035/05
Quantité	1
Référence	

Options - OD



- Programmes
 - 4 programmes
- Couleur de plaque
 - Plaque Noire
- Options de coque
 - Coque noire
- Cache microphone
 - Cache microphone remplaçable
- Options de plaque
 - Fil d'extraction CIC
- Evets
 - 1 V

Options - OG



- Programmes
 - 4 programmes
- Couleur de plaque
 - Plaque Noire
- Options de coque
 - Coque noire
- Cache microphone
 - Cache microphone remplaçable
- Options de plaque
 - Fil d'extraction CIC
- Evets
 - 1 V

N° d'identification :

Etude comparative entre un intra-auriculaire et le SoundLens de Starkey

Soutenu le 4 novembre 2011

Par SAAS Victor

RESUME

Depuis Toujours, les fabricants d'aides auditives cherchent à produire des aides auditives de plus en plus petites. Philips avait déjà commercialisé un intra-auriculaire profond en 1993 appelé « XP-Péri-tympanique » qui n'a malheureusement pas connu un grand succès, principalement à cause de sa solidité.

Aujourd'hui, Starkey présente le premier intra-profond depuis Philips : le « SoundLens ». En effet, les technologies de fabrications de coque et la miniaturisation des composants électroniques leurs ont permis de concevoir un produit de bien meilleure facture. Le but de ce mémoire sera d'apprécier les différences qu'il existe entre un intra-auriculaire Starkey et le SoundLens.

Initialement, la comparaison de ces appareils devait se faire à l'aide de ce cas pratiques. Cependant, le SoundLens étant trop récent, la comparaison sera essentiellement théorique et mettra surtout en avant la différence dû à l'insertion profonde.

MOTS CLES

INTRA, INTRA-AURICULAIRE, INTRA-PROFOND, SOUNDLENS, PERITYMPANIQUE, INSERTION PROFONDE, CAVITE RESIDUELLE, AUTOPHONIE, RESONNANCE, CONDUIT AUDITIF EXTERNE.