

UNIVERSITÉ DE LIMOGES

Faculté de Médecine

ANNÉE 2015

THÈSE N°

**EVALUATION DE L'AUDITION ET DE LA QUALITE DE VIE CHEZ LES PATIENTS  
IMPLANTES PAR PROTHESE A ANCRAGE OSSEUX**

THÈSE POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE

Présentée et soutenue publiquement

Le 18 septembre 2015

Par

**Marie FELIX**

Née le 17 octobre 1984, à Lyon 3 (Rhône)

EXAMINATEURS DE LA THÈSE

M. le Professeur JP. BESSEDE..... Président  
Mme le Professeur K. AUBRY ..... Juge  
M. le Professeur F. DISANT ..... Juge  
M. le Professeur E. TRUY..... Juge  
M. le Docteur S. ORSEL .....Membre invité



UNIVERSITÉ DE LIMOGES

Faculté de Médecine

ANNÉE 2015

THÈSE N°

**EVALUATION DE L'AUDITION ET DE LA QUALITE DE VIE CHEZ LES PATIENTS  
IMPLANTES PAR PROTHESE A ANCRAGE OSSEUX**

THÈSE POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE

Présentée et soutenue publiquement

Le 18 septembre 2015

Par

**Marie FELIX**

Née le 17 octobre 1984, à Lyon 3 (Rhône)

EXAMINATEURS DE LA THÈSE

M. le Professeur JP. BESSEDE..... Président  
Mme le Professeur K. AUBRY ..... Juge  
M. le Professeur F. DISANT ..... Juge  
M. le Professeur E. TRUY ..... Juge  
M. le Docteur S. ORSEL ..... Membre invité

**UNIVERSITE de LIMOGES**  
**FACULTE de MEDECINE**

TITRES des PROFESSEURS et MAITRES de CONFERENCES des UNIVERSITES pour la REDACTION des DEDICACES

**PROFESSEURS DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS**

<b>ABOYANS</b> Victor	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier CARDIOLOGIE Responsable de service
<b>ACHARD</b> Jean-Michel	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier PHYSIOLOGIE
<b>ADENIS</b> Jean-Paul	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier OPHTALMOLOGIE
<b>ALAIN</b> Sophie	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE
<b>ALDIGIER</b> Jean-Claude	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier NEPHROLOGIE
<b>ARCHAMBEAUD</b> Françoise	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier MEDECINE INTERNE Responsable de service
<b>ARNAUD</b> Jean-Paul	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE et TRAUMATOLOGIQUE
<b>AUBARD</b> Yves	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE Responsable de service
<b>AUBRY</b> Karine	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier O.R.L.
<b>BEDANE</b> Christophe	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier DERMATO-VENEREOLOGIE Responsable de service
<b>BERTIN</b> Philippe	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier THERAPEUTIQUE Responsable de service de RHUMATOLOGIE
<b>BESSEDE</b> Jean-Pierre	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier O.R.L. Responsable de service
<b>BONNAUD</b> François	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier PNEUMOLOGIE Doyen Honoraire
<b>BORDESSOULE</b> Dominique	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier HEMATOLOGIE Responsable de service d'HEMATOLOGIE CLINIQUE et THERAPIE CELLULAIRE
<b>CAIRE</b> François	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier NEUROCHIRURGIE
<b>CHARISSOUX</b> Jean-Louis	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE et TRAUMATOLOGIQUE

<b>CLAVERE</b> Pierre	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier RADIOTHERAPIE Responsable de service
<b>CLEMENT</b> Jean-Pierre	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier PSYCHIATRIE d'ADULTES Responsable de service
<b>COGNE</b> Michel	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier IMMUNOLOGIE Responsable de service
<b>CORNU</b> Elisabeth	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier CHIRURGIE THORACIQUE et CARDIOVASCULAIRE
<b>COURATIER</b> Philippe	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier NEUROLOGIE Responsable de service
<b>DANTOINE</b> Thierry	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier GERIATRIE et BIOLOGIE du VIEILLISSEMENT Responsable de service
<b>DARDE</b> Marie-Laure	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier PARASITOLOGIE et MYCOLOGIE Responsable de service
<b>DAVIET</b> Jean-Christophe	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier MEDECINE PHYSIQUE et de READAPTATION
<b>DESCAZEAUD</b> Aurélien	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier UROLOGIE
<b>DESSPORT</b> Jean-Claude	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier NUTRITION
<b>DRUET-CABANAC</b> Michel	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier MEDECINE et SANTE au TRAVAIL Responsable de service
<b>DUMAS</b> Jean-Philippe	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier UROLOGIE Responsable de service
<b>ESSIG</b> Marie	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier NEPHROLOGIE Responsable de service
<b>FAUCHAIS</b> Anne-Laure	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier MEDECINE INTERNE Responsable de service
<b>FEUILLARD</b> Jean	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier HEMATOLOGIE Responsable de service du Laboratoire d'HEMATOLOGIE
<b>FOURCADE</b> Laurent	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier CHIRURGIE INFANTILE Responsable de service
<b>GAINANT</b> Alain	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier CHIRURGIE DIGESTIVE

<b>GUIGONIS</b> Vincent	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier PEDIATRIE
<b>JACCARD</b> Arnaud	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier HEMATOLOGIE
<b>JAUBERTEAU-MARCHAN</b> M. Odile	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier IMMUNOLOGIE
<b>LABROUSSE</b> François	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier ANATOMIE et CYTOLOGIE PATHOLOGIQUES Responsable de service
<b>LACROIX</b> Philippe	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier MEDECINE VASCULAIRE
<b>LAROCHE</b> Marie-Laure	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier PHARMACOLOGIE CLINIQUE
<b>LASKAR</b> Marc	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier CHIRURGIE THORACIQUE et CARDIOVASCULAIRE Responsable de service Assesseur
<b>LIENHARDT-ROUSSIE</b> Anne	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier PEDIATRIE Responsable de service
<b>LOUSTAUD-RATTI</b> Véronique	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier HEPATOLOGIE
<b>MABIT</b> Christian	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier ANATOMIE Responsable de service d'ORTHOPEDIE-TRAUMATOLOGIE
<b>MAGY</b> Laurent	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier NEUROLOGIE
<b>MARQUET</b> Pierre	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier PHARMACOLOGIE FONDAMENTALE Responsable de service
<b>MATHONNET</b> Muriel	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier CHIRURGIE DIGESTIVE
<b>MELLONI</b> Boris	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier PNEUMOLOGIE Responsable de service
<b>MERLE</b> Louis	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier PHARMACOLOGIE CLINIQUE
<b>MOHTY</b> Dania	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier CARDIOLOGIE
<b>MONTEIL</b> Jacques	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier BIOPHYSIQUE et MEDECINE NUCLEAIRE Responsable de service
<b>MOREAU</b> Jean-Jacques	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier NEUROCHIRURGIE Responsable de service Assesseur

<b>MOUNAYER</b> Charbel	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier RADIOLOGIE et IMAGERIE MEDICALE
<b>NATHAN-DENIZOT</b> Nathalie	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier ANESTHESIOLOGIE-REANIMATION Responsable de service
<b>PARAF</b> François	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier MEDECINE LEGALE et DROIT de la SANTE Responsable de service
<b>PLOY</b> Marie-Cécile	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE Responsable de service
<b>PREUX</b> Pierre-Marie	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier EPIDEMIOLOGIE, ECONOMIE de la SANTE et PREVENTION Responsable de service du SIME Assesseur
<b>ROBERT</b> Pierre-Yves	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier OPHTALMOLOGIE Responsable de service
<b>SALLE</b> Jean-Yves	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier MEDECINE PHYSIQUE et de READAPTATION Responsable de service
<b>SAUTEREAU</b> Denis	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier GASTRO-ENTEROLOGIE ; HEPATOLOGIE Responsable de service
<b>STURTZ</b> Franck	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier BIOCHIMIE et BIOLOGIE MOLECULAIRE Responsable de service
<b>TEISSIER-CLEMENT</b> Marie-Pierre	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier ENDOCRINOLOGIE, DIABETE et MALADIES METABOLIQUES
<b>TREVES</b> Richard	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier RHUMATOLOGIE
<b>TUBIANA-MATHIEU</b> Nicole	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier CANCEROLOGIE Responsable de service
<b>VALLEIX</b> Denis	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier ANATOMIE Responsable de service de CHIRURGIE DIGESTIVE et ENDOCRINIENNE Doyen
<b>VERGNENEGRE</b> Alain	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier EPIDEMIOLOGIE, ECONOMIE de la SANTE et PREVENTION Responsable de service de l'UNITE ONCO-THORACIQUE et CUTANEE
<b>VERGNE-SALLE</b> Pascale	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier THERAPEUTIQUE
<b>VIGNON</b> Philippe	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier REANIMATION Responsable de service

<b>VINCENT</b> François	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier PHYSIOLOGIE
<b>VIROT</b> Patrice	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier CARDIOLOGIE
<b>WEINBRECK</b> Pierre	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier MALADIES INFECTIEUSES Responsable de service
<b>YARDIN</b> Catherine	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier CYTOLOGIE et HISTOLOGIE Responsable de service

## **PROFESSEUR DES UNIVERSITES DE MEDECINE GENERALE**

<b>BUCHON</b> Daniel	Professeur des Universités MEDECINE GENERALE
----------------------	---

## **MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS**

<b>AJZENBERG</b> Daniel	Maître de Conférences des Universités-Praticien Hospitalier PARASITOLOGIE et MYCOLOGIE
<b>BARRAUD</b> Olivier	Maître de Conférences des Universités-Praticien Hospitalier BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE
<b>BOURTHOUMIEU</b> Sylvie	Maître de Conférences des Universités-Praticien Hospitalier CYTOLOGIE et HISTOLOGIE
<b>BOUTEILLE</b> Bernard	Maître de Conférences des Universités-Praticien Hospitalier PARASITOLOGIE et MYCOLOGIE
<b>CHABLE</b> Hélène	Maître de Conférence des Universités-Praticien Hospitalier BIOCHIMIE et BIOLOGIE MOLECULAIRE
<b>DURAND</b> Karine	Maître de Conférence des Universités-Praticien Hospitalier BIOLOGIE CELLULAIRE
<b>DURAND-FONTANIER</b> Sylvaine	Maître de Conférence des Universités-Praticien Hospitalier ANATOMIE
<b>ESCLAIRE</b> Françoise	Maître de Conférences des Universités-Praticien Hospitalier BIOLOGIE CELLULAIRE
<b>HANTZ</b> Sébastien	Maître de Conférences des Universités-Praticien Hospitalier BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE
<b>LE GUYADER</b> Alexandre	Maître de Conférences des Universités-Praticien Hospitalier CHIRURGIE THORACIQUE et CARDIOVASCULAIRE
<b>LIA</b> Anne-Sophie	Maître de Conférences des Universités-Praticien Hospitalier BIOCHIMIE et BIOLOGIE MOLECULAIRE
<b>MARIN</b> Benoît	Maître de Conférences des Universités-Praticien Hospitalier EPIDEMIOLOGIE, ECONOMIE de la SANTE et PREVENTION
<b>QUELVEN-BERTIN</b> Isabelle	Maître de Conférences des Universités-Praticien Hospitalier BIOPHYSIQUE et MEDECINE NUCLEAIRE

**TCHALLA** Achille                      Maître de Conférences des Universités-Praticien Hospitalier  
GERIATRIE et BIOLOGIE du VIEILLISSEMENT

**TERRO** Faraj                              Maître de Conférences des Universités-Praticien Hospitalier  
BIOLOGIE CELLULAIRE

**WOILLARD** Jean-Baptiste            Maître de Conférences des Universités-Praticien Hospitalier  
PHARMACOLOGIE FONDAMENTALE

### **PROFESSEURS ASSOCIES**

**DUMOITIER** Nathalie                    Professeur associé à mi-temps  
MEDECINE GENERALE

**PREVOST** Martine                        Professeur associé à mi-temps  
MEDECINE GENERALE

### **MAITRE DE CONFERENCES ASSOCIE**

**MENARD** Dominique                    Maître de Conférences associé à mi-temps  
MEDECINE GENERALE

### **PROFESSEURS EMERITES**

**BONNETBLANC** Jean-Marie            Professeur des Universités Emérite

**VALLAT** Jean-Michel                    Professeur des Universités Emérite

Le 09 septembre 2014

## Remerciements

### A notre maitre et président du jury

#### A Monsieur le Professeur Jean-Pierre BESSEDE

Professeur des universités  
Oto-rhino-laryngologie  
Médecins des hôpitaux  
Chef de service

Je vous remercie de l'honneur que vous me faites en acceptant la présidence de ce jury.

Vous m'avez accueillie dans votre service et enseigné notre spécialité, l'ORL.

Vos connaissances dans le domaine de la chirurgie plastique et reconstructrice sont sources d'inspiration.

Veillez trouver dans ce travail l'expression de ma reconnaissance et mon profond respect.

## **A Madame le Professeur Karine AUBRY**

Professeur des universités

Oto-rhino-laryngologie

Médecins des hôpitaux

Je vous remercie de l'honneur que vous me faites de juger ce travail.

Vous m'avez guidée tout au long de celui-ci et j'espère être à la hauteur de vos attentes.

Vous m'avez appris à aimer la chirurgie otologique et vous voir opérer est enrichissant.

Soyez assurée de ma gratitude.

## **A Monsieur le Professeur DISANT**

Professeur des universités

Oto-rhino-laryngologie

Médecins des hôpitaux

Chef de service

Je vous remercie d'avoir accepté de juger ce travail, de m'avoir accueillie dans votre service pendant ces six mois.

Grâce à votre savoir et expérience chirurgicale, vous m'avez appris à apprécier la rhinoseptoplastie.

Veillez trouver ici le témoignage de ma profonde reconnaissance.

## **A Monsieur le Professeur TRUY**

Professeur des universités

Oto-rhino-laryngologie

Médecins des hôpitaux

Vous me faites l'honneur de juger ce travail. Pour cela, je vous en remercie et espère que ce travail sera à la hauteur de votre confiance.

Vous m'avez enseigné la chirurgie otologique comme à l'un de vos élèves, avec toute votre gentillesse et votre patience. J'espère avoir de nouveau l'occasion d'apprendre à vos côtés.

Trouver ici le témoignage de mon profond respect.

## **A Monsieur le Docteur ORSEL**

Oto-rhino-laryngologie

Médecins des hôpitaux

Vos connaissances en rhinologie sont sources d'inspiration. Vous m'avez enseigné la chirurgie endonasale malgré mon handicap de gauchère et je vous en suis reconnaissante.

Veillez trouver dans ce travail toute ma gratitude.

### **A Monsieur le Professeur Pierre BRETON**

Vous m'avez fait découvrir lors de mon externat la chirurgie cervico-faciale et plus encore l'apprécier.

Soyez assuré de ma sincère gratitude.

### **A Madame le Docteur Sonia AYARI**

Tu m'as fait découvrir l'ORL pédiatrique alors que je n'étais qu'externe, et confirmer mon choix pour cette spécialité. J'ai pu avoir l'immense plaisir de travailler de nouveau avec toi pendant ces six mois lyonnais. J'ai apprécié ta rigueur et tes conseils. J'espère que d'autres occasions de travailler ensemble se présenteront.

### **A Monsieur le Docteur BRIE**

Vous avez su me faire confiance pendant ce semestre de maxillo-faciale et m'avez aidé à dépasser mes limites. Pour cela, je vous en remercie.

## **A ma famille,**

**A mes parents** qui m'ont toujours accompagnée. C'est grâce à vous si je suis là aujourd'hui.

A maman pour ton aide permanente, pour ces moments de complicité mère-fille.

A papa qui le premier m'a fait rentrer dans un bloc.

Soyez assurés de mon amour.

## **A Thomas et Coralie,**

Merci pour cette complicité fraternelle qui m'est chère, pour ces pauses familiales riches en fous rires. Quelles soient encore nombreuses !

**A mes grands-parents**, partis trop tôt mais qui auraient été fiers de moi.

**A Mamie**, pour sa bienveillance et pour m'avoir tenue informée des uns des autres pendant ces années limougeaudes.

**A ma marraine**, toujours là pour moi.

**A tous mes cousins** que j'aime tant, pour ces moments partagés ensemble.

Mais aussi tous mes **oncles et tantes**.

**A mes Amis,**

**A Magali,**

Ma meilleure amie qui sait tout de moi malgré la distance et nos chemins qui diffèrent. Je suis si heureuse pour toi.

**A Aurélie,**

Fidèle au poste depuis toutes ces années avec leurs lots de fous rires mais parfois aussi d'engeulades qui n'abiment en rien cette amitié vraie.

**A Sandra,**

La médecine m'a permis de trouver une amie sur qui je puisse compter. Pour tous ces moments vécus ensemble, les bons comme les mauvais, pour tous ceux à venir (Rio !). Merci d'être là.

**A Sandrine,**

Pour ton soutien, notre entraide mutuelle. J'espère un jour réussir aussi bien que toi, tant sur le plan professionnel que personnel.

**A Cécile et toute sa petite famille.**

**A Chrystelle et Aymeline,**

Mes gynécos préférées. Merci pour ces soirées apéros, ces week-end découverte. Le prochain à Lyon ?

**A Julie,**

On ne pouvait pas rêver mieux pour un dernier semestre ! J'espère que malgré la distance, nous resterons amies.

**A Laurence et Henri, Claire et Clément, Abdel** pour avoir socialisé ma vie limougeaude ! Merci.

**A mes chefs, Aurélie et Justine** devenues des amies. Merci pour vos conseils, votre soutien, votre confiance. J'espère devenir aussi brillante que vous !

## **Au service d'ORL de Limoges,**

**A Ahmed**, pour ta gentillesse.

**A mes co-internes**, Lionel, Jean-marc, Auriane, pour ces semestres passés ensemble.

**Un grand merci aux filles de la consultation : les Catherine, Gisèle, Nelly, Lauriane, Aurélie, Virginie** pour votre gentillesse et votre disponibilité et toutes ces petites pauses détentes entre deux consultations.

**Un grand merci à l'équipe de l'HME (Fabienne, Martine et Domi)** pour ces longs bavardages après la consultation !

**A tout le personnel du bloc** : Vincent, Joël, Aude, Camille, Stéphanie, Dominique, Auguste, merci pour ces bons moments passés au bloc.

**A tout le personnel du 2<sup>ème</sup>**, Chacha (mariefélix !), Christine, Charlotte, Aurélie, Emilie, Gwen, Patrick, Jean-Michel mais aussi Martine et Aline, pour votre efficacité, votre autonomie et votre bonne humeur.

## **Au service d'ORL du pavillon U,**

Merci à tous pour votre accueil, votre sympathie pendant ce semestre.

**A Claire, Mickael** (on est très bilobé !) **et Mathilde**, pour m'avoir fait confiance et pour votre enseignement pendant ce semestre. Bonne installation à vous.

**A mes co-internes lyonnais**, Marie, Fabien, Gauvain, merci pour votre accueil, et surtout Paul devenu un ami.

Un grand merci à Amplifon et particulièrement Olivier Marek pour tous les renseignements fournis.

## Table des matières

### Partie 1 : Généralités

<b>1. Anatomie de l'oreille</b> .....	<b>22</b>
1.1. L'oreille externe .....	22
1.2. La membrane tympanique .....	23
1.3. L'oreille moyenne .....	23
1.3.1. La caisse du tympan .....	24
1.3.2. La chaîne ossiculaire .....	25
1.4. L'oreille interne .....	26
1.4.1. La cochlée .....	26
1.4.2. Le labyrinthe membraneux antérieur .....	27
1.5. Les voies auditives centrales .....	29
<b>2. Physiologie auditive</b> .....	<b>30</b>
2.1. La physiologie du son .....	30
2.1.1. Classification des sons .....	31
2.1.2. L'audition binaurale .....	31
2.2. La physiologie de l'oreille externe et moyenne .....	31
2.2.1. L'oreille externe .....	31
2.2.2. L'oreille moyenne .....	32
2.3. La physiologie de l'oreille interne et des voies nerveuses auditives .....	32
2.3.1. L'oreille interne .....	32
2.4. La physiologie de l'audition.....	34
<b>3. Les différents types de surdités</b> .....	<b>35</b>
<b>4. Les prothèses à ancrage osseux</b> .....	<b>37</b>
4.1. Historique .....	37
4.2. Les indications et contre-indications .....	37
4.3. Le bilan pré-opératoire.....	38
4.4. Les différents systèmes prothétiques .....	41
4.4.1. Les systèmes BAHA connect et PONTO.....	41
4.4.1.1. Le système BAHA connect de Cochlear <sup>R</sup> .....	42
4.4.1.2. Le système PONTO d'Oticon médical <sup>R</sup> .....	43
4.4.1.3. Technique chirurgicale .....	44
4.4.2. Les systèmes BAHA attract et SOPHONO alpha .....	48
4.4.2.1. Le système BAHA attract de Cochlear <sup>R</sup> .....	48
4.4.2.2. Le système SOPHONO Alpha de Collin <sup>R</sup> .....	51
4.4.3. Le système BONEBRIDGE de Med El <sup>R</sup> .....	54
4.4.3.1. Description .....	54
4.4.3.2. Technique chirurgicale .....	55
4.5. Prise en charge sociale .....	55
4.5.1. Les systèmes BAHA connect et attract / PONTO .....	55
4.5.2. Le système SOPHONO .....	57
4.5.3. Le système BONEBRIDGE .....	57

### Partie 2 : Etude

<b>5. Introduction</b> .....	<b>59</b>
<b>6. Matériel et méthode</b> .....	<b>60</b>
6.1. Matériel .....	60
6.2. Méthode.....	60
6.2.1. Audiométrie .....	60
6.2.2. Questionnaires APHAB et GHABP .....	60

6.2.2.1. Questionnaire de qualité de vie APHAB.....	60
6.2.2.2. Questionnaire de satisfaction GHABP.....	61
6.2.3. Suivi clinique .....	61
<b>7. Résultats .....</b>	<b>62</b>
<b>7.1. Caractéristiques de la population .....</b>	<b>62</b>
<b>7.2. Résultats audiométriques.....</b>	<b>62</b>
7.2.1. Résultats globaux.....	62
7.2.2. Résultats BAHA connect et PONTO.....	63
7.2.3. Résultats BAHA attract et SOPHONO .....	64
<b>7.3. Analyse des questionnaires.....</b>	<b>64</b>
7.3.1. Questionnaire APHAB.....	64
7.3.2. Questionnaire GHABP.....	66
<b>7.4. Chirurgie et complications.....</b>	<b>67</b>
<b>8. Discussion .....</b>	<b>69</b>
<b>9. Conclusion.....</b>	<b>72</b>
<b>10. Références bibliographiques de l'étude.....</b>	<b>73</b>
<b>11. Références bibliographiques des Généralités.....</b>	<b>75</b>
<b>12. Table des annexes.....</b>	<b>76</b>
<b>13. Liste des abréviations .....</b>	<b>82</b>
<b>14. Table des figures .....</b>	<b>83</b>
<b>15. Table des images .....</b>	<b>84</b>
<b>16. Table des Tableaux.....</b>	<b>85</b>
<b>SERMENT D'HIPPOCRATE.....</b>	<b>86</b>

# **PARTIE 1 : GENERALITES**

## 1. Anatomie de l'oreille

L'oreille est un organe paire constitué de trois parties : l'oreille externe, l'oreille moyenne et interne. Excepté l'auricule, l'oreille est incluse dans l'os temporal, formé par la fusion de 3 os : le rocher ou partie pétreuse, la partie squameuse et l'os tympanal.

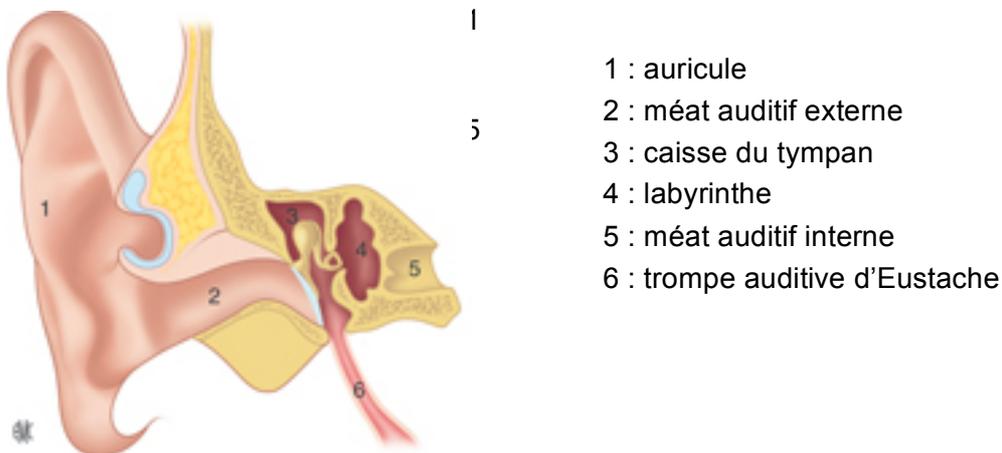


Figure 1 : schéma de l'oreille

### 1.1. L'oreille externe

Elle est formée par l'auricule et le méat auditif externe. Elle est issue embryologiquement des premiers et deuxièmes arcs branchiaux.

Le pavillon de l'oreille se situe en arrière de l'articulation temporo-mandibulaire et en-dessous de la région temporale.

L'auricule se constitue de saillies et dépressions cartilagineuses recouvertes d'un revêtement cutané. Les saillies habituellement décrites sont l'hélix, l'anthélix, le tragus et l'antitragus. Elles délimitent les dépressions de la conque et du conduit auditif externe.

*Le méat auditif externe* est un canal grossièrement cylindrique de vingt-cinq millimètres de long dans le prolongement en dedans du tragus. Il fait suite à la conque et se termine au niveau de la membrane tympanique.

Il décrit un coude formé par le cartilage de l'auricule avec une partie latérale, oblique en avant et en dedans et une partie médiane oblique en dedans et en arrière.

La portion latérale est fibrocartilagineuse tandis que la portion médiane est osseuse.

## 1.2. La membrane tympanique

La membrane tympanique délimite l'oreille externe de l'oreille moyenne.

Elle est orientée en bas, en avant et en dehors et est de forme conique dont le sommet se trouve au niveau de l'ombilic qui correspond au manche du malléus. Ce dernier se prolonge en haut par le processus latéral du malléus.



*Image 1 : la membrane tympanique*

Cette membrane s'épaissit en périphérie pour former le bourrelet annulaire qui s'insère dans le sillon tympanique.

Le tympan s'individualise en deux parties : la pars tensa et la pars flaccida.

*La pars tensa* se situe sous le processus latéral du malléus. Elle possède une structure en trois couches qui assure sa rigidité : une couche externe cutanée en continuité avec la peau du conduit, une couche intermédiaire fibreuse et une couche interne muqueuse en continuité avec la muqueuse de la caisse du tympan.

*La pars flaccida* se trouve au dessus du processus latéral du malléus. Elle se constitue seulement de deux couches ; la couche intermédiaire fibreuse étant inexistante à ce niveau.

## 1.3. L'oreille moyenne

L'oreille moyenne est une cavité aérienne comprise entre les 3 éléments de l'os temporal.

Elle est formée de la caisse du tympan contenant le système ossiculaire, des annexes mastoïdiennes et de la trompe d'Eustache.

### 1.3.1. La caisse du tympan

C'est une cavité osseuse parallélépipédique avec six faces :

- la paroi latérale : la membrane tympanique
- la paroi médiale : la paroi labyrinthique
- la paroi supérieure : la paroi tegmentale
- la paroi inférieure : la paroi jugulaire
- la paroi antérieure : la paroi carotidienne
- la paroi postérieure : la paroi mastoïdienne

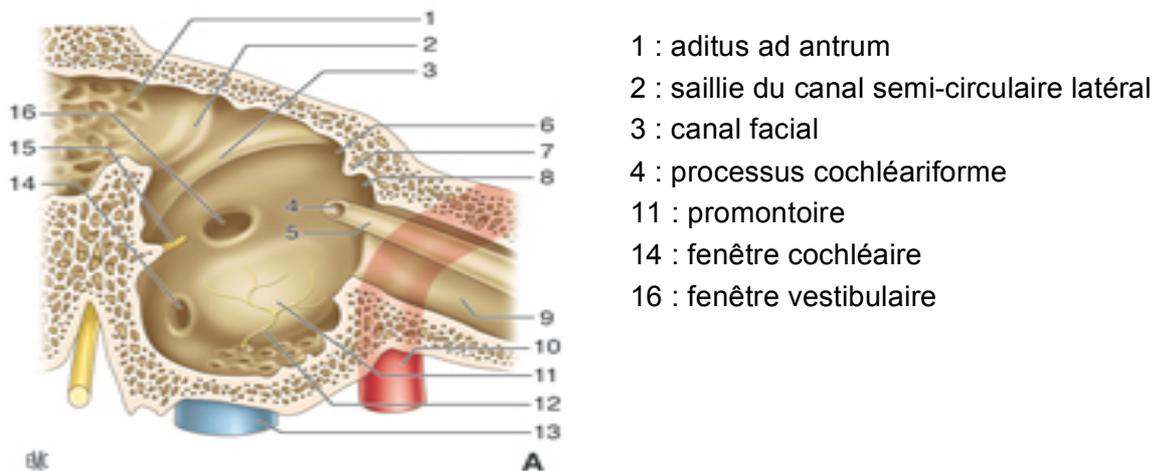


Figure 2 : schéma de la caisse du tympan

La paroi labyrinthique : elle sépare l'oreille moyenne de l'interne. Elle est divisée en deux par le linteau neuromusculaire qui comprend la proéminence du canal facial en arrière et le canal du muscle tenseur du tympan en avant. Au dessus se trouve la partie épitympanique de la paroi labyrinthique marquée par le relief du canal semi-circulaire latéral. En dessous se trouve la partie atriale de la paroi médiale occupé par *le promontoire* qui correspond au tour basal de la cochlée. Au dessus et en arrière du promontoire se situe la fossette de la fenêtr vestibulaire. *La fenêtr vestibulaire* se trouve au fond de cette dépression ; elle est fermée par la base du stapès. Au dessous et en arrière du promontoire existe une autre dépression : une fossette dont le fond est *la fenêtr cochléaire* qui est séparée de la caisse du tympan par la membrane secondaire du tympan.

La paroi tegmentale : elle constitue le toit de la caisse du tympan ou *tegmen tympani*. Elle sépare la caisse du tympan de la méninge de la fosse cérébrale moyenne.

La paroi jugulaire : forme le plancher de la caisse qu'elle sépare de la veine jugulaire.

La paroi carotidienne : est marquée par deux orifices : le plus volumineux correspond à l'orifice tympanique de la trompe d'Eustache ; le second est l'orifice antérieur de la corde du tympan.

La paroi mastoïdienne : se divise en deux parties de part et d'autre du canal du nerf facial : au dessus du canal du facial se situe *l'aditus ad antrum* qui est un orifice de passage entre le récessus épitympanique et l'antre mastoïdienne ; en dessous du canal du facial, *le rétrotympaum* qui contient l'éminence pyramidale d'où sort le tendon du muscle stapédien et une fossette : *le sinus tympani*.

### 1.3.2. La chaîne ossiculaire

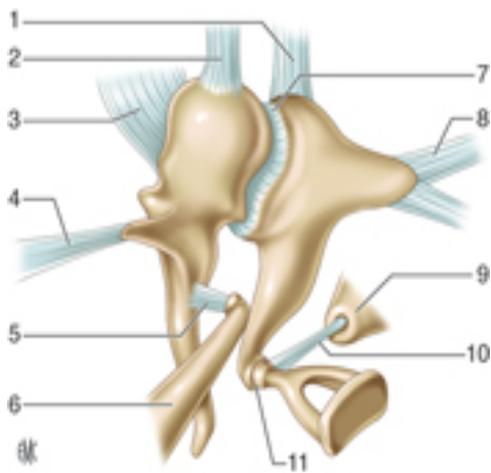
A l'intérieur de cette cavité s'organise la chaîne ossiculaire qui permet de transmettre le son du monde extérieur vers l'oreille interne.

La chaîne ossiculaire se constitue de trois osselets entre la membrane tympanique et la fenêtre vestibulaire : le malleus ou marteau, l'incus ou enclume et le stapès ou étrier, de l'extérieur vers l'intérieur.

Le malleus : osselet le plus externe en forme de massue. Il lui est décrit une tête, un col et un manche et deux processus. Au niveau de la tête du malleus, localisée dans l'épitympaum, existe une surface articulaire pour l'incus. Le manche du malleus est adhérent à la membrane tympanique.

L'incus : comporte un corps et deux branches. Le corps, dans l'attique, s'articule avec la tête du malleus tandis que la branche descendante de l'incus et son processus lenticulaire s'articulent dans l'atrium avec le stapès.

Le stapès : possède la forme d'un étrier de cavalier avec une tête s'articulant avec le processus lenticulaire de l'incus, deux branches et une base obturant la fenêtre vestibulaire. L'ensemble de la chaîne ossiculaire est maintenue par un système musculo-ligamentaire constitué de deux muscles : *le muscle stapédien* et *le muscle tenseur du tympan* et deux ligaments : le ligament du malleus et celui de l'incus.



- 1 : ligament supérieur de l'incus
- 2 : ligament supérieur du malléus
- 3 : ligament latéral du malléus
- 4 : ligament antérieur du malléus
- 5 : tendon du muscle tenseur du tympan
- 6 : muscle tenseur du tympan
- 7 : articulation incudomalléaire
- 8 : ligament postérieur de l'incus
- 9 : éminence pyramidale
- 10 : tendon du muscle de l'étrier
- 11 : articulation incudostapédienne

Figure 3 : schéma de la chaîne ossiculaire

#### 1.4. L'oreille interne

Elle se situe dans la pyramide pétreuse de l'os temporal et comporte un ensemble de cavités osseuses ou labyrinthe osseux contenant le labyrinthe membraneux.

Classiquement, il est décrit un labyrinthe osseux antérieur ou *cochlée* destinée à l'audition et un labyrinthe osseux postérieur comprenant *le vestibule* et *les canaux semi-circulaires* assurant l'équilibre (non abordé dans ce travail).

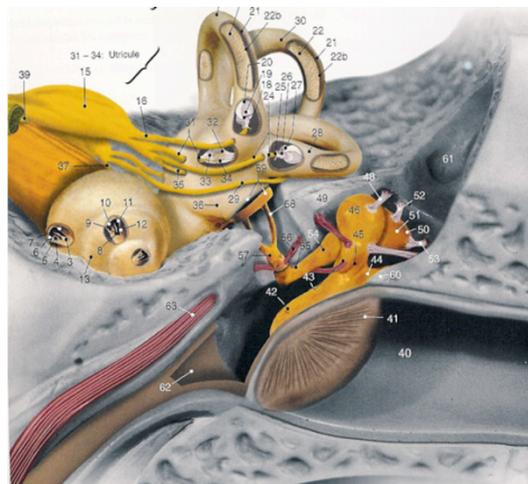


Figure 4 : schéma de l'oreille interne

##### 1.4.1. La cochlée

Elle se situe juste en avant du vestibule. Elle correspond à un tube osseux, formé de deux rampes, de 30 mm s'enroulant autour d'un axe central : *le modiolus*, en deux tours et demi de spire. La

paroi externe de ce tube forme *la lame des contours*. Elle est recouverte par une paroi osseuse dénommée *la capsule otique*.

Les rampes vestibulaire et tympanique sont remplies de périlymphe et isolées de l'oreille moyenne par les fenêtres ovale et ronde.

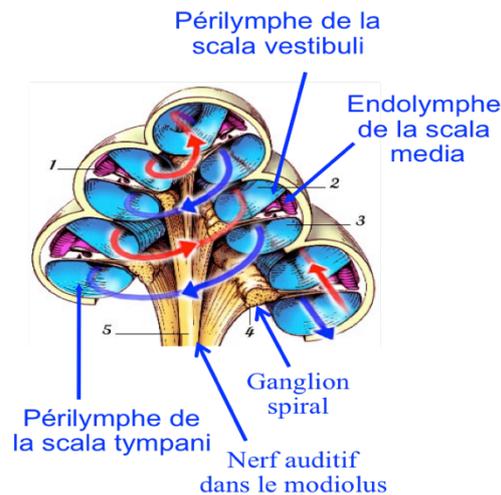


Figure 5 : schéma de la cochlée

Tube limacéen : se constitue de deux portions : le segment non enroulé, ou cavité sous vestibulaire, postéro-inférieure sous le vestibule. Sa paroi latérale est creusée d'un orifice : la fenêtre ronde ; et le segment enroulé faisant suite au segment non enroulé dont le diamètre diminue de sa base à son sommet.

Lame spirale : lame osseuse faisant saillie dans le tube limacéen séparant ainsi les deux rampes vestibulaire, vers l'apex et tympanique, vers la base. Sur son bord libre s'insère la membrane basilaire. Au niveau de l'apex, ces deux rampes communiquent via un orifice : *l'helicotrema*.

#### 1.4.2. Le labyrinthe membraneux antérieur

Il comprend le canal cochléaire et est constitué d'endolymphe tandis que les espaces entre les labyrinthes osseux et membraneux sont formés de périlymphe (rampes vestibulaire et tympanique).

Canal cochléaire : s'inscrit dans le tube limacéen. Triangulaire à la coupe, on lui décrit trois faces :  
1/ paroi vestibulaire : ou *membrane de Reissner*, elle sépare le canal cochléaire de la rampe vestibulaire.

2/ paroi externe : formée par le ligament spiral et la strie vasculaire, seul épithélium vascularisé de l'organisme responsable de la sécrétion de l'endolymphe.

3/ paroi inférieure : séparant le canal cochléaire de la rampe tympanique ; formée par la membrane basilaire tendue entre la lame spirale osseuse et le ligament spiral. La membrane basilaire parcourt tout le long de la cochlée en augmentant sa largeur depuis la base jusqu'à l'apex.

Organe de Corti : élément sensoriel où reposent les récepteurs de l'audition, reposant sur la membrane basilaire. Il se constitue de cellules sensorielles : les *cellules ciliées internes* (CCI) et *externes* (CCE) et de cellules de soutien.

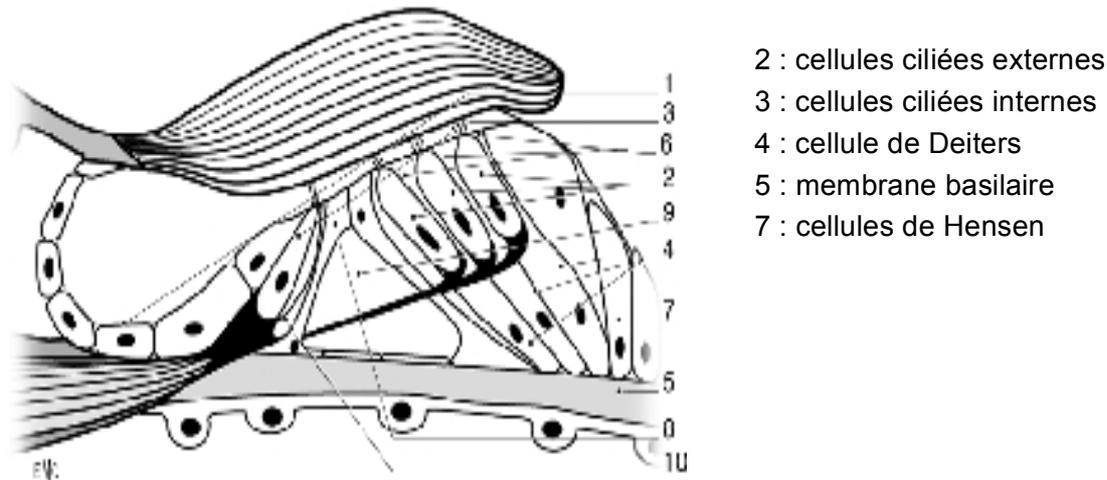


Figure 6 : schéma de l'organe de Corti

1/ CCI : organisées en une rangée sur le bord interne de l'organe de Corti. Elles possèdent au pôle apical des stéréocils agencés en V baignant dans l'endolymphe tandis que le pôle basal se situe dans la périlymphe. D'aspect piriforme, elles sont connectées aux fibres afférentes auditives. Au nombre de 3500 dans l'espèce humaine.

2/ CCE : organisées en trois rangées, sur le bord externe de la spirale cochléaire. D'aspect cylindrique, leurs stéréocils sont agencés en W et ancrés dans la membrane tectoriale. Leur longueur croit de la base jusqu'à l'apex de la cochlée. Au nombre de 13000 chez l'homme.

3/ Cellules de soutien : elles supportent les cellules ciliées. De trois types : cellules de Deiters, cellules de Hensen et les piliers.

4/ Fibres nerveuses : elles gagnent ou quittent l'organe de Corti via la membrane basilaire et se regroupent au niveau du canal central du modiolus en constituant le ganglion spiral avant de gagner le méat auditif interne.

5/ Membrane tectoriale : acellulaire, elle recouvre l'organe de Corti.

## 1.5. Les voies auditives centrales

Ascendantes, elles se situent dans le tronc cérébral, le mésencéphale, le thalamus et le cortex auditif.

Le ganglion spiral, au centre du modiolum, se poursuit par la racine cochléaire du nerf vestibulo-cochléaire qui gagne le premier relais dans le tronc cérébral, *les noyaux cochléaires*, via le méat auditif interne. Les différents relais cheminent le message sonore jusqu'aux aires auditives 41 de Heschel et 42 de Broadman au niveau du gyrus temporal supérieur.

Il existe également des efférences provenant du complexe olivaire innervant les CCI et les CCE.

## 2. Physiologie auditive

### 2.1. La physiologie du son

Le son est une onde mécanique correspondant à un mouvement périodique de molécules se propageant uniquement dans un milieu matériel (solide, liquide ou gazeux). Le mouvement vibratoire des particules matérielles s'accompagne de variations périodiques de la pression acoustique. Ces mouvements périodiques s'effectuant dans le sens de la propagation, les ondes sonores sont de type longitudinales. Elles se caractérisent par différents paramètres :

- période T : intervalle de temps séparant deux états vibratoires identiques consécutifs.
- fréquence F : nombre de périodes par unité de temps, s'exprime en hertz (Hz).
- Puissance acoustique : énergie délivrée par une source sonore pendant un intervalle de temps, en watt (W).
- Puissance surfacique : quantité d'énergie qui traverse l'unité de surface dans l'unité de temps, en W/m<sup>2</sup>.
- Intensité sonore : échelle logarithmique pour définir une nouvelle unité de puissance surfacique, la puissance surfacique variant dans de trop larges proportions (rapport de 10<sup>12</sup>), en décibel (dB).

Il existe également des données subjectives de la sensation sonore équivalentes aux grandeurs physiques :

- la tonie correspond à la fréquence et permet de définir si un son est grave ou aigu selon sa fréquence (sons graves de basse fréquence, sons aigus de haute fréquence).
- La sonie correspond à la puissance surfacique, et permet de définir la hauteur du son (faible ou fort). On observe un seuil absolu correspondant à la plus petite puissance acoustique (10<sup>-12</sup> W/m<sup>2</sup>) produisant une perception sonore perceptible par l'oreille humaine qui varie selon la fréquence. La détermination de ce seuil pour toutes les fréquences du domaine audible humain constitue *le diagramme de Wegel*. De ce seuil de perception, il est possible d'augmenter la puissance surfacique jusqu'à obtenir le seuil douloureux dont la puissance surfacique est 10<sup>12</sup> supérieure à celle du seuil de perception. Il est ainsi défini le *champ auditif* qui chez l'homme est compris entre une pression acoustique de 0.02 mPa (0 dB SPL) et 20 Pa (120 dB SPL).
- Le timbre correspond au spectre de fréquence et permet de distinguer deux sons complexes de même hauteur et sonie mais provenant de sources différentes.

### 2.1.1. Classification des sons

Il existe deux grandes classes de sons : les sons purs et complexes.

- sons purs : ils correspondent à une sinusoïde unique, de type « son de diapason ».
- sons complexes : constitués de vibrations qui ne sont pas des sinusoïdes simples, mais soit des mélanges de sinusoïdes soit des fonctions quelconques :

1/ Sons musicaux : ce sont des mélanges de sinusoïdes avec des fréquences qui sont des multiples entiers (*harmoniques*) d'une fréquence de base (*fréquence fondamentale*).

2/ Bruits : sons complexes non musicaux correspondant à une vibration non périodique qui produit une sensation auditive désagréable. On parle de *bruit blanc* quand toutes les fréquences ont la même amplitude.

### 2.1.2. L'audition binaurale

La différence de perception d'un son par les deux oreilles permet de localiser ce son et sa source sonore dans l'espace. L'orientation auditive est réalisable grâce à la différence d'intensité entre les deux oreilles secondaires à l'effet d'ombre acoustique créée par la tête et à la différence de phase entre les deux oreilles : le son mettant d'avantage de temps à atteindre l'oreille la plus éloignée.

Il est ainsi possible de distinguer des différences de délai de 30 microsecondes entre les sons parvenant aux deux oreilles.

## 2.2. La physiologie de l'oreille externe et moyenne

### 2.2.1. L'oreille externe

Elle possède une double fonction : protection de l'oreille moyenne et amplification du son, la principale.

L'amplification est de 20 dB pour les fréquences entre 2 et 3 kHz dont 10 dB amplifiés grâce au volume corporel. L'auricule amplifie d'un peu moins de 10 dB pour les fréquences entre 5 et 6 kHz.

Elle participe également à la localisation des sources sonores.

### 2.2.2. L'oreille moyenne

Son principal rôle est de transformer les vibrations aériennes (de faible pression et grand déplacement) arrivant contre la membrane tympanique en variations de pressions dans les compartiments liquidiens de l'oreille interne (de haut pression avec un faible déplacement) via une adaptation de l'impédance. Cette adaptation se fait grâce à trois facteurs :

- le rapport de surface entre la membrane tympanique et la platine de l'étrier qui est d'un rapport 20 à 30.
- Le bras de levier de la chaîne ossiculaire malléus-incus.
- La membrane tympanique elle-même.

La résultante de ces trois facteurs aboutit à un gain d'un facteur 180, soit une amplification sonore de 30 dB. Sans cette adaptation d'impédance, la transmission sonore entre les milieux aérien et liquidien perdrait plus de 99% de son énergie acoustique.

Il existe à côté un rôle de protection de l'oreille interne via les muscles de l'oreille moyenne : le muscle du marteau et le muscle stapédien (*réflexe stapédien*). Leurs contractions assurent une rigidité de la chaîne ossiculaire suite à un stimulus sonore d'intensité supérieure à 80 dB. L'arc réflexe correspondant est polysynaptique, passant par le tronc cérébral, avec une latence de 7 à 10 ms selon l'intensité du son incident.

## 2.3. La physiologie de l'oreille interne et des voies nerveuses auditives

### 2.3.1. L'oreille interne

La cochlée possède des capacités d'analyse sonore exceptionnelles tant en fréquence qu'en intensité : elle permet chez l'homme la perception de son entre 20 Hz et 20000 Hz.

La cochlée assure la circulation des ondes de pression générées par les sons. Le signal acoustique pénètre dans l'oreille interne via la fenêtre ovale où repose la platine de l'étrier. L'onde de pression chemine ensuite le long de la membrane basilaire de la base à l'apex de la cochlée. Les liquides étant indéformables, la surpression est éliminée par la fenêtre ronde. La vibration atteint son amplitude maximale en un point précis d'autant plus proche de l'apex que la fréquence est grave. Ce phénomène correspond à *la tonotopie cochléaire* qui assure une analyse fréquentielle du signal. Chaque région de la membrane va vibrer à une amplitude maximale pour une fréquence donnée.

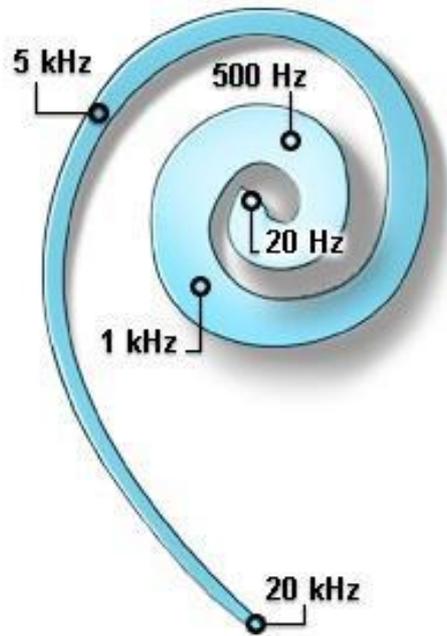


Figure 7 : la tonotopie cochléaire

La périlymphe et l'endolymphe possèdent une composition ionique différente (périlymphe pauvre en potassium, endolymphe riche en potassium) assurant un potentiel endolympatique, le *potentiel endocochléaire*, au environ de +80mV.

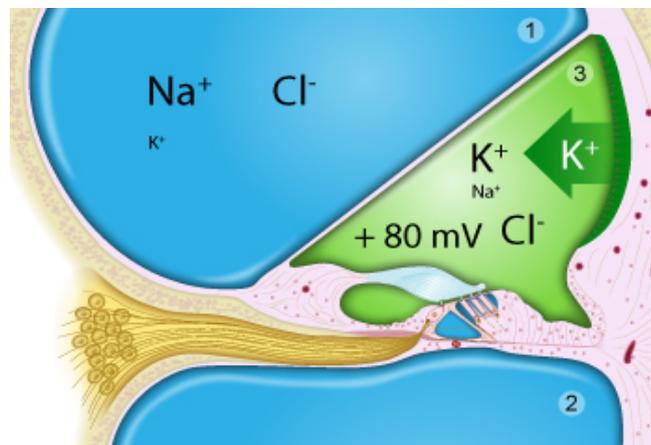


Figure 8 : composition ionique de l'endolymphe et périlymphe

La vibration de la membrane basilaire par rapport à la membrane tectoriale, fixe, entraîne une déflexion des stéréocils des cellules sensorielles à l'origine de leur dépolarisation.

L'organe de Corti est un mécano transducteur grâce aux cellules sensorielles qui transforment les informations mécaniques en signaux électrochimiques : les CCI traduisent le message sonore en message nerveux tandis que les CCE amplifient l'onde sonore.

L'organe de Corti reçoit une double innervation : afférente et efférente.

Les CCI sont innervées par les neurones ganglionnaires de type I dont les corps cellulaires sont dans le ganglion spiral. Chaque CCI est connectée avec un seul bouton dendritique mais une dizaine de neurones vont contacter une même CCI.

Les neurones ganglionnaires de type II innervent les CCE : chaque neurone innerve une dizaine de CCE.

L'innervation efférente des cellules sensorielles provient de l'olive bulbaire et contrôle le fonctionnement de celles-ci.

La transduction du signal sonore peut se résumer ainsi :

1/ propagation de l'onde mécanique dans les fluides cochléaires : la vibration sonore se propage dans la périlymphe en faisant onduler la membrane basilaire du haut vers le bas.

2/ stimulation des CCE : le mouvement de cisaillement de la membrane tectoriale provoque la déflexion des stéréocils des CCE à l'origine d'une pénétration de potassium endolymphatique dans la CCE. C'est *la transduction mécano électrique*.

3/ mise en jeu des mécanismes actifs : la dépolarisation des CCE provoque leur contraction qui modifie le couplage entre les membranes basilaire et tectoriale et amplifie localement les vibrations de la membrane basilaire. C'est *la transduction électromécanique*.

4/ stimulation des CCI : la CCI correspondant à la fréquence de stimulation est activée suite à la déflexion de ces stéréocils entraînant sa dépolarisation par la pénétration massive de potassium.

5/ libération de neurotransmetteurs : la dépolarisation de la CCI provoque une fusion des vésicules synaptiques à la membrane plasmique et la libération du neurotransmetteur glutamate dans la fente synaptique et donc la stimulation des nerfs auditifs qui véhiculeront au cerveau un message nerveux.

## 2.4. La physiologie de l'audition

Il existe deux voies de conduction du son jusqu'à l'oreille interne : la conduction osseuse (CO) et la conduction aérienne (CA).

*La conduction osseuse* correspond à l'acheminement de l'onde sonore jusqu'à la cochlée via l'os : le son est transmis directement à la cochlée par transfert de la vibration sonore par déformation élastique de l'os.

Il est décrit trois voies de conduction osseuse : via les mouvements relatifs des osselets et de l'os temporal, par compression de l'os et par rayonnement du son dans le conduit auditif externe.

*La conduction aérienne* assure la transmission du son en passant par l'oreille externe et moyenne, via la vibration de la membrane tympanique et de la chaîne ossiculaire jusqu'à la cochlée.

### 3. Les différents types de surdités

La surdité est définie comme une diminution de la perception des sons.

Il s'agit du handicap sensoriel le plus fréquent dans la population, touchant environ 6,3 millions de personnes en France.

Selon les données de l'interrogatoire et de l'examen clinique, il se distingue trois groupes de surdités :

- les surdités de transmission ou mixtes à otoscopie anormale
- les surdités de transmission ou mixtes à otoscopie normale
- les surdités de perception

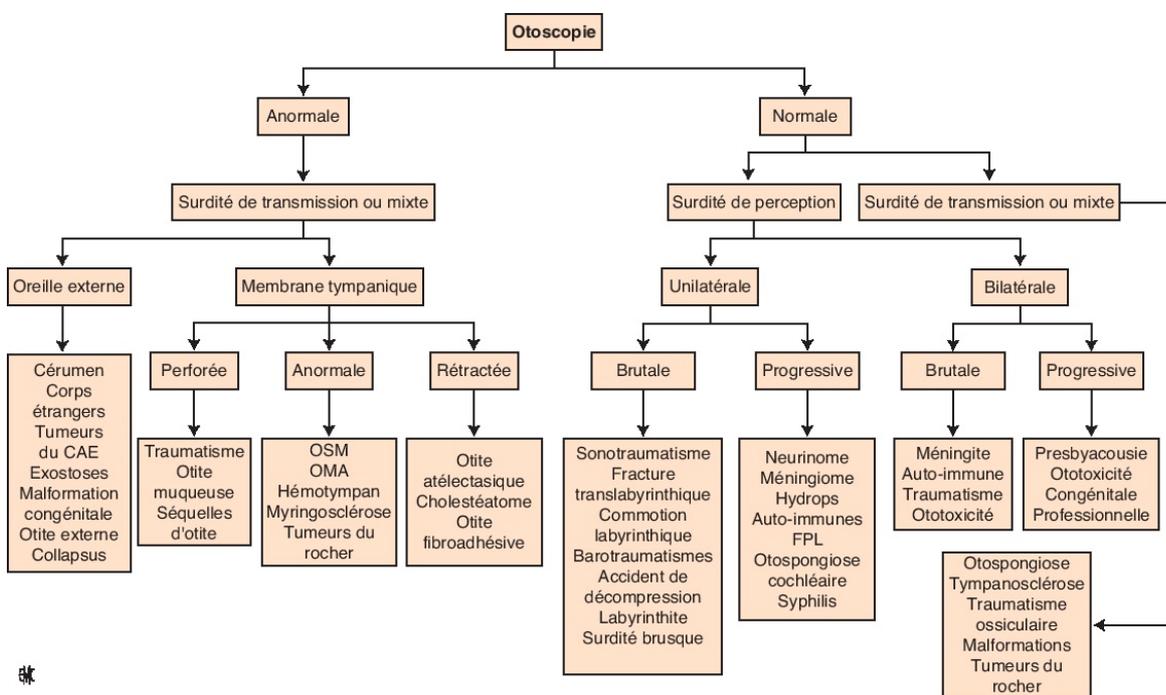


Figure 9 : étiologie des surdités

La surdité de transmission est secondaire à une atteinte de l'oreille externe et/ou moyenne : congénitale, malformative, séquelles de processus infectieux ou inflammatoires.

Au niveau de l'acoumétrie, il est constaté une latéralisation du Weber du côté sourd et un Rinne avec une CA inférieure à la CO.

Sur l'audiogramme tonal, la conduction osseuse est normale et la conduction aérienne abaissée avec un Rinne plus ou moins important.

La surdité de perception est due à une atteinte de la cochlée ou du nerf cochléaire : presbyacousie (correspondant au vieillissement de la cochlée par perte des CCI qui ne se régénèrent pas),

traumatisme sonore, causes congénitale / toxique / vasculaire / acquise en période périnatale (infection par le CMV, entre autre).

En acoumétrie, il est observé une latéralisation du Weber du côté sain et un Rinne présentant une CO inférieure à la CA.

En audiométrie, les courbes de CO et CA sont abaissées mais accolées.

*La surdité mixte* correspond à l'association d'une surdité de perception et de transmission.

*La surdité centrale* est en rapport avec une atteinte ou un déficit des centres auditifs supérieurs.

Il est également décrit une classification de la surdité selon l'âge :

- surdité post-linguale : développée après acquisition de la communication orale.
- surdité pré-linguale : congénitale ou apparaissant avant la mise en place de la communication orale et du langage, avant l'âge de 2 ans.
- surdité péri-linguale : apparaissant au décours du développement de la communication orale, entre 2 et 4 ans.

On classe les surdités en légère / moyenne / sévère / profonde / cophotique selon le degré d'atteinte :

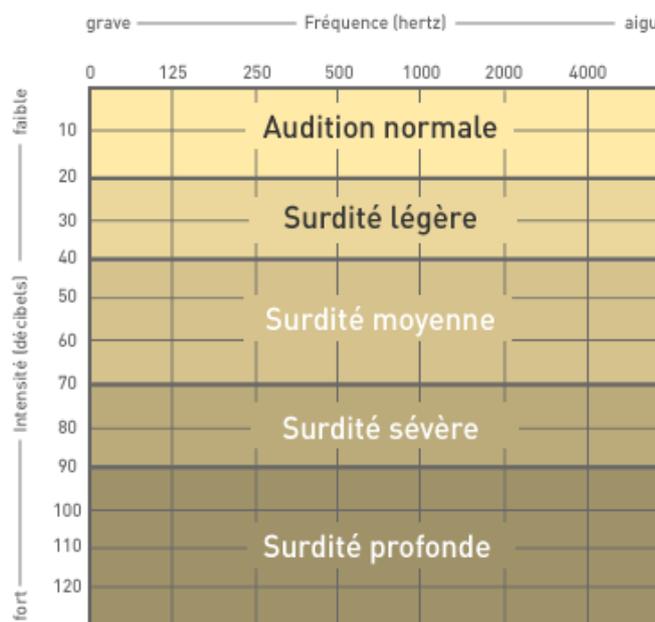


Figure 10 : classification des surdités selon la perte en décibel

## 4. Les prothèses à ancrage osseux

Il s'agit d'un dispositif de compensation du déficit auditif par conduction osseuse directe. L'idée de ces prothèses repose sur l'utilisation de la voie de conduction osseuse pour stimuler directement la cochlée saine, en contournant l'oreille externe et moyenne.

Le son est filtré puis amplifié avant d'être transmis à la cochlée saine.

Il est décrit des systèmes percutanés et d'autres à peau fermée (transcutanés).

Ces prothèses nécessitent un acte chirurgical pour leur mise en place, en un ou deux temps, sauf en cas de réhabilitation par prothèse sur bandeau souple, très utilisé chez l'enfant de moins de 5 ans.

### 4.1. Historique

Ces prothèses sont développées en 1977 par les Pr Tjellström et Carlsson (Suède), en s'appuyant sur le principe de *l'ostéointégration*, décrit en 1960 par le Pr Branemark. Ce processus se définit par le contact direct entre l'os et le biomatériau sans interposition de fibrose. Le titane est un excellent biomatériau : son intégration se fait par une déformation plastique de l'interface os / implant. Le métal s'incorpore de façon permanente dans l'os et est parfaitement bien toléré par l'organisme grâce à l'existence de liaisons anatomiques et fonctionnelles entre l'os et un implant en titane, et l'absence de rejet par l'organisme par absence d'activation génétique.

L'ostéointégration est un phénomène vivant : les fixtures sont implantées dans l'os sans mouvement relatif et ostéointégrées en 3 à 6 mois.

La prothèse est ensuite adaptée sur l'implant après ostéointégration et les sons sont transmis via la fixture à l'os l'entourant après captation et amplification du son par le processeur externe. L'os réagit en s'adaptant continuellement par un remodelage autour de la fixture jusqu'à atteindre un état d'équilibre.

### 4.2. Les indications et contre-indications

Initialement, l'indication princeps était les surdités de transmission ou mixte non appareillables par voie conventionnelle du fait d'une otorrhée chronique ou malformation congénitale de l'oreille (agénésie d'oreille, sténose du conduit auditif externe) ou en cas de chirurgie d'oreille moyenne non réalisable.

Le seuil moyen en conduction osseuse doit être au maximum de 45 dB et le Rinne supérieur à 30-35 dB pour une réelle efficacité. Pour un résultat satisfaisant, Collin<sup>R</sup> recommande pour sa prothèse SOPHONO Alpha 2 un seuil en CO à 35 dB mais toléré jusqu'à un seuil de 45 dB.

Les indications se sont ensuite étendues aux surdités neurosensorielles unilatérales au moins sévères avec une audition controlatérale normale ou légèrement à modérément atteinte (seuil moyen en conduction aérienne inférieure ou égal à 20 dB). Le son capté par la prothèse, placée du côté sourd, est transmis à la cochlée fonctionnelle. Elles permettent aux patients de retrouver une pseudostéréophonie en corrigeant l'effet d'ombre de la tête et améliorent la compréhension de la parole dans le bruit.

Pour les surdités bilatérales, une adaptation bilatérale est recommandée : elle améliore la compréhension de la parole, la localisation du son. Cependant les seuils en conduction osseuse doivent être symétriques avec une différence maximale de 15 dB entre les deux côtés.

Pour l'implantation unilatérale, il est conseillé de choisir le côté avec la meilleure fonction cochléaire, c'est à dire là où les seuils en conduction osseuse sont les meilleurs.

Les contre-indications à ces prothèses sont rares mais existantes : qualité ou volume osseux insuffisant, patients incapables de gérer seul ou avec l'aide d'autrui sa prothèse et d'assurer les soins locaux cutanés. Enfin la mise en place d'un implant à ancrage osseux est contre-indiquée chez les enfants de moins de 5 ans. Il est dans ce cas proposé une prothèse sur bandeau souple.

Il faut également tenir compte de la nécessité de suivi par IRM si un dispositif transcutané est choisi (cône d'ombre lié à l'aimant pouvant gêner pour la surveillance de schwannome vestibulaire).

Les complications inhérentes à ces prothèses sont l'échec de l'ostéointégration secondaire à une qualité ou un volume osseux insuffisant, un traumatisme, une infection, les complications liées à la chirurgie.

### **4.3. Le bilan pré-opératoire**

Le bilan repose sur un partenariat entre l'ORL et l'audioprothésiste.

Après un examen clinique ORL incluant une otoscopie, un audiogramme tonal et vocal, l'indication de prothèse à ancrage osseux est posée.

Le patient est donc adressé pour bilan audiométrique pré-implantation.

Pour l'adulte, le bilan comprend pour une surdité de transmission ou mixte :

- audiométrie tonale
- test d'écoute, évaluation sur bandeau souple, serre-tête

- audiométrie vocale, test en milieu bruyant
- test en champ libre

Pour l'adulte avec une cophose unilatérale, le bilan inclut :

- Epreuve de discrimination spatiale dans le bruit selon Hirsch : son but est d'évaluer les possibilités de discrimination de la parole dans le bruit. Elle se pratique en champ libre et consiste à comparer le pourcentage de mots (liste de Lafon) correctement répétés par le sujet en présence d'un son perturbant d'intensité constante émis en face de lui (bruit blanc de 65 dB). Dans un premier temps, la source de voix est confondue avec la source de bruit, face au sujet. Puis dans un second temps, la source de voix est située latéralement (du côté de la cophose) par rapport à la source de bruit qui reste face au sujet. Cette technique permet d'identifier la fonction binaurale : si celle-ci est normale ou restaurée prothétiquement, le pourcentage de mots correctement répétés est supérieur de 10 à 25 % quand les sources voix / bruit sont séparées.

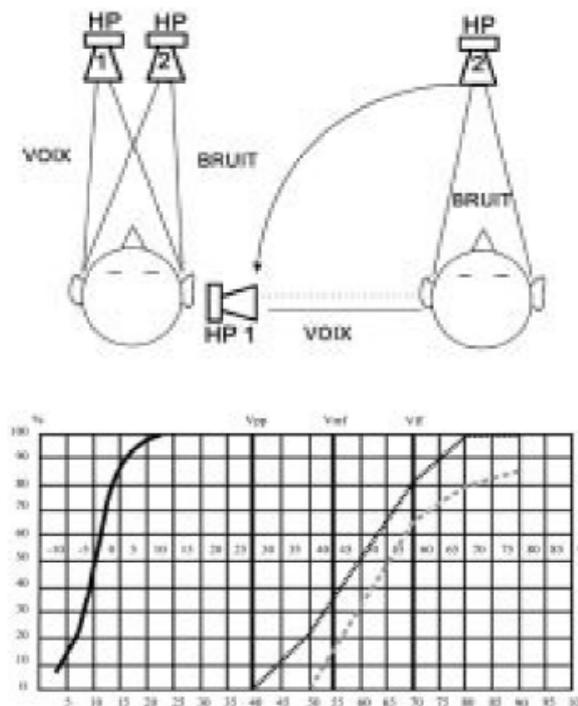


Figure 11 : épreuve de discrimination spatiale de Hirsch

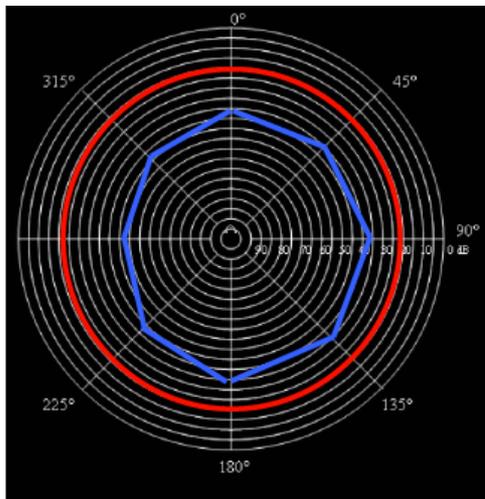
- Epreuve multidirectionnelle de gain prothétique : le sujet est installé dans un fauteuil tournant muni d'un rapporteur d'angle au sol ; un haut-parleur fixe est placé face au sujet. C'est le fauteuil avec le patient qui pivotera lors du test.

Dans un premier temps on mesure le gain pour chaque fréquence entre 250 Hz et 6000 Hz sous deux azimuts. Le haut-parleur est face au sujet puis face à l'oreille la plus sourde. Les fréquences

pour lesquelles le gain prothétique est maximum sont mises en évidence.

Dans un deuxième temps, les seuils sous 8 azimuts différents (angle de 45° entre chaque azimuts) sont relevés sur la fréquence pour laquelle le patient possède le meilleur gain prothétique et la fréquence du 2000 Hz.

Les résultats sont alors retranscrits dans un diagramme.

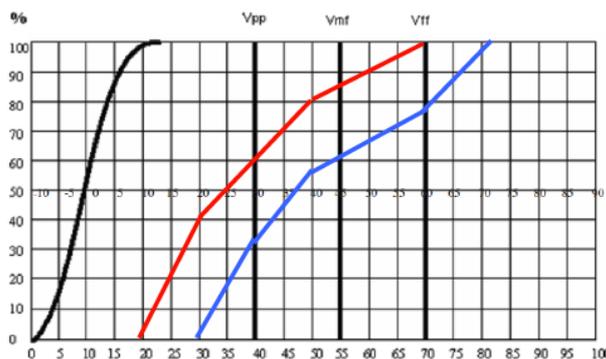


### Tonale liminaire à 2kHz

— Oreille nue  
— Avec BAHA

Figure 12 : épreuve multidirectionnelle de gain prothétique

- Test de Hirsch : gain vocal de démasquage binaural : ce test vise à évaluer le gain moyen d'intelligibilité post-appareillage en présence de bruit (bruit de fond de 65 dB).



### Audiométrie vocale dans le bruit

(Bruit blanc de face à 65dB, et source de la voix à 90° coté cophose)

— Oreille nue  
— Avec BAHA

Figure 13 : audiométrie vocale dans le bruit

- Essai prothétique en conditions réelles.

Il est également demandé un scanner des rochers pour évaluer le volume et qualité de la corticale osseuse de la région mastoïdienne (indispensable en cas de pose de Bone Bridge<sup>R</sup>).

Le système BAHA est indiqué également chez les enfants dès leur plus jeune âge (la réhabilitation précoce est fondamentale pour permettre le développement du langage). Les indications sont les mêmes que chez l'adulte. Cependant, il est conseillé d'attendre l'âge minimum de 5 ans pour toute chirurgie. En effet, en dessous de cet âge, l'épaisseur osseuse peut se révéler insuffisante tout comme sa qualité. Une épaisseur osseuse de 2,5 mm et une épaisseur cutanée de 3 mm minimales sont recommandées pour la chirurgie.

Si la chirurgie ne semble pas envisageable, une réhabilitation par bandeau souple BAHA est utilisée. Il s'agit d'un bandeau élastique contenant un disque de connexion où fixer le processeur.

Le bilan préimplantatoire de l'enfant comporte :

- le seuil en conduction osseuse et mesure du Rinne sur un audiogramme tonale
- mesure du gain fonctionnel en champ libre avec la prothèse comparé à celui sans prothèse.

#### **4.4. Les différents systèmes prothétiques**

Quatre laboratoires commercialisent les prothèses à ancrage osseux : Cochlear<sup>TM</sup> avec la BAHA 4 connect et attract et tout récemment la BAHA 5, Oticon Medical<sup>R</sup> avec la PONTO, Collin<sup>R</sup> avec la SOPHONO ALPHA 2 et Med-el<sup>R</sup> avec le BONE BRIDGE.

Les systèmes BAHA connect et PONTO sont des dispositifs percutanés, tandis que la BAHA attract et la SOPHONO alpha 2 sont des systèmes transcutanés magnétiques. Le BONE BRIDGE, lui, est un système d'implant actif à conduction osseuse semi-implantable.

##### **4.4.1. Les systèmes BAHA connect et PONTO**

Ces deux prothèses se constituent de 3 éléments :

- l'implant, en titane, vissé dans l'os lors du temps chirurgical puis ostéointégré en 3 à 6 mois. Disponible en deux tailles : 3 ou 4 mm selon l'épaisseur osseuse.
- le pilier, pénétrant dans la peau, se fixe sur l'implant soit lors de la chirurgie de l'implant soit au cours d'un deuxième temps chirurgical. Une hygiène rigoureuse quotidienne du pilier est recommandée au long cours.
- le processeur externe venant se clipper sur le pilier, va capter le son, l'analyser numériquement pour amélioration et amplification du signal et enfin le convertir en vibrations transmises à l'os via le couple pilier-implant.

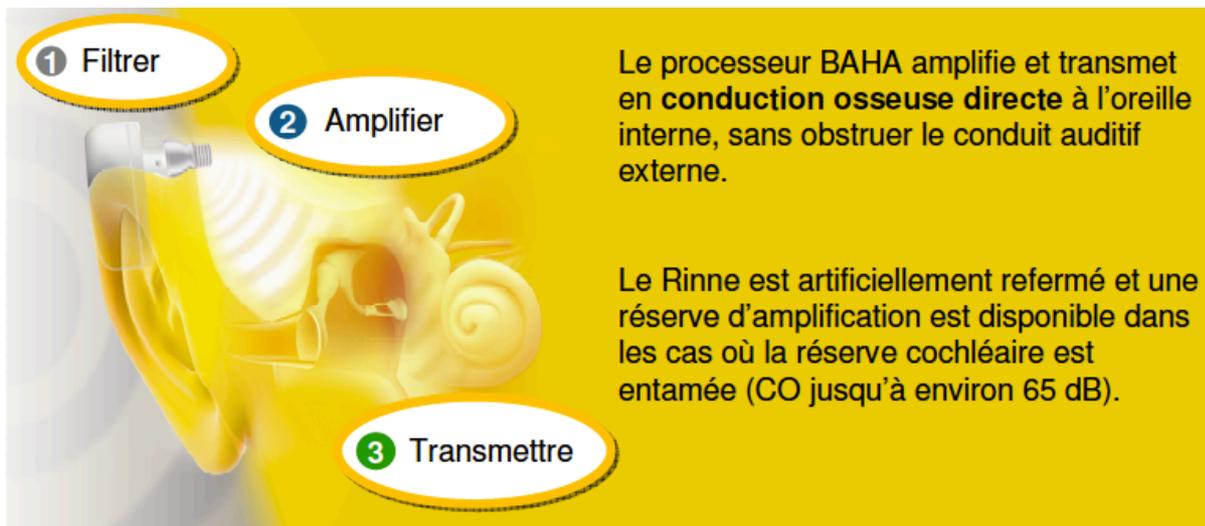


Figure 14 : mode de fonctionnement des systèmes percutanés

#### 4.4.1.1. Le système BAHA connect de Cochlear<sup>R</sup>

Ce système se constitue du processeur BAHA 4, du pilier BAHA dermalock et de l'implant BAHA BI300.

La nouvelle génération de processeur, le BAHA 5, arrive juste le marché. Plus petit de 20%, il devient plus discret. Grâce à la technologie « smart sound IQ », il s'adapte automatiquement à l'environnement sonore.

Le pilier BAHA dermalock a été conçu (2012) pour une chirurgie moins invasive avec préservation des tissus mous.

Jusqu'à récemment, les piliers étaient réalisés exclusivement en titane et nécessitaient au cours de la chirurgie une suppression des tissus sous-cutanés pour réduire le risque de mouvement du tissu mou autour du pilier et donc diminuer le risque d'infection cutanée (le titane ne permettant pas une intégration stable du pilier dans le tissu sous-cutané). Ce nouveau pilier recouvert d'hydroxyapatite dans les zones au contact des tissus mous présente une concavité dans sa partie inférieure assurant une stabilisation des tissus mous. L'hydroxyapatite favorise une étroite intégration entre le derme et le pilier. La partie supérieure du pilier est exempte de revêtement d'hydroxyapatite sur une hauteur de 3 mm.

Ce pilier est disponible en 4 longueurs différentes selon l'épaisseur des tissus mous des patients : 6 mm, 8 mm, 10 mm, 12 mm.

Ce nouveau procédé permet une réduction de 50% du temps chirurgical par suppression de l'étape de réduction du tissu mou. De plus la cicatrisation semble plus rapide et plus esthétique.

L'implant BI300 bénéficie de la technologie TiOblast qui assure une surface en titane légèrement rugueuse ainsi qu'un large diamètre (4,5 mm) assurant une bonne stabilité à court et long-terme. Une adaptation du processeur peut être réalisée à partir du 15<sup>ème</sup> jour post-opératoire.



Figure 15 : système BAHA connect

#### 4.4.1.2. Le système PONTO d'Oticon médical<sup>R</sup>

L'implant PONTO possède un large diamètre (4,5 mm) et une géométrie Optigrip<sup>R</sup> avec présence de spires depuis le sommet de la collerette de l'implant permettant d'introduire plus profondément l'implant dans l'os. La surface de contact osseuse est ainsi augmentée de 10%.

Les propriétés de fraisage de la géométrie Optigrip<sup>R</sup> réduisent les puits de fraisage au minimum permettant une préservation osseuse maximale.

Les piliers Optifit<sup>TM</sup> existent en 3 dimensions : 6, 9 et 12 mm, selon l'épaisseur de peau du patient. Ils disposent d'une géométrie particulière qui, après avoir choisi le pilier adapté à l'épaisseur cutanée, assure une surface régulière et égale autour de l'interface du pilier empêchant la formation de poches de pénétration.

Le diamètre extérieur de la collerette de l'implant large PONTO coïncide parfaitement avec le diamètre du pilier PONTO. La régularité de l'interface de haut en bas, fait que la peau au-dessus de la collerette de l'implant est intégralement couverte. Cela vise à minimiser tout mouvement entre la peau et l'interface pilier-implant.

Un pilier avec une angulation de 10° est disponible permettant d'ajuster l'angle de l'aide auditive jusqu'à 5 mm. Ceci est conçu pour corriger les erreurs chirurgicales en cas d'implantation non perpendiculaire.

Il est à noter que les implants et piliers PONTO<sup>TM</sup> sont compatibles avec les processeurs BAHA de Cochlear<sup>TM</sup>.



Figure 16 : système PONTO

#### 4.4.1.3. Technique chirurgicale

L'intervention peut se réaliser sous anesthésie locale ou générale et nécessite une hospitalisation en ambulatoire.

Le patient est rasé au niveau de la zone opératoire.

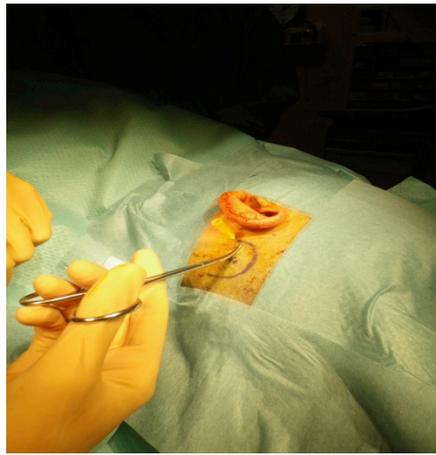
Le site opératoire est repéré et marqué grâce à une prothèse factice qui ne doit pas toucher le pavillon de l'oreille pour éviter les effets Larsen. Le site de l'implant doit être situé à 50-70 mm et 45° en haut et en arrière du CAE, sur la linéa temporalis. Le bord supérieur du processeur doit être aligné avec la partie supérieure du pavillon.



Image 2 : repérage de l'emplacement de la prothèse

Une asepsie rigoureuse est ensuite réalisée.

L'épaisseur du tissu mou est mesurée à l'aide d'une aiguille et permet d'adapter la taille de la fixture à poser.



*Image 3 : mesure de l'épaisseur cutanée*

Si l'intervention se déroule sous anesthésie locale, la solution de xylocaïne adrénalinée 1% est utilisée pour l'infiltration.

L'incision se fait au bistouri lame froide jusqu'au périoste qui est laissé en place, sur 20 à 30 mm de long. L'implant sera positionné 10 mm en arrière de la ligne d'incision.

Les tissus sous-cutanés sont ensuite séparés du périoste.

Le périoste est incisé en regard de la zone repérée pour l'implant, soit avec un punch à biopsie soit au bistouri.

Puis l'os est fraisé, sous irrigation abondante, à la vitesse de 1500-2000 tr / min.

Le positionnement et l'orientation de la fraise détermineront la position de la prothèse. Il est important de bien fraiser perpendiculairement à la surface de l'os.



*Image 4 : fraissage de l'os*

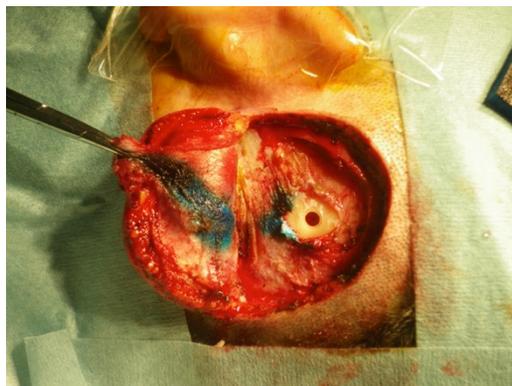
Un premier fraissage est réalisé à la fraise guide avec une garde jusqu'à 3 mm de profondeur. Tout au long de l'étape, il est important de surveiller l'épaisseur et la qualité de l'os visuellement et manuellement. Il faut s'assurer de la présence d'os au fond du puits de fraissage. Si l'épaisseur de

la corticale osseuse est suffisante, la garde est retirée et le fraisage reprend jusqu'à une profondeur de 4 mm.

Si l'aspect et la qualité de l'os paraissent insuffisants, une chirurgie en 2 temps sera préférée.

L'alésage a ensuite lieu pour élargir le puits de fraisage. La fraise foret de 3 ou 4 mm est alors utilisée selon la profondeur. La partie contondante de la fraise foret doit imprimer légèrement la surface osseuse d'un sillon pour recevoir la collerette de l'implant. Il faut veiller à ne pas élargir le puits de fraisage ce qui risquerait de compromettre la stabilité de l'implant.

La mise en place de l'implant s'effectue avec le moteur à une vitesse lente de 15 tr / min et un couple de force entre 20 et 30 N / cm selon la qualité osseuse.



*Image 5 : puits de fraisage*

En cas de chirurgie en un temps, le pilier est pré-monté avec l'implant.



*Image 6 : couple pilier-implant prémonté*

Le couple pilier-implant est directement fixé à la pièce à main via un support adapté puis est mis en place dans le puits de fraisage. Il faut contrôler que l'implant s'engage correctement avant

d'amorcer l'insertion et garder un angle perpendiculaire pendant celle-ci. Quand la collerette de l'implant arrive au contact de la surface osseuse, le moteur s'arrête automatiquement. Il ne reste plus qu'à déconnecter l'instrument pour pilier de ce dernier.

Le lambeau est ensuite remis en place en faisant passer le pilier par l'orifice réalisé à l'aide d'un punch à biopsie de 5 mm de diamètre puis suturé.



*Image 7 : pilier percutané*

Le capuchon de cicatrisation est alors placé sur le pilier. Il permet de garder le pansement en place et prévient d'un éventuel hématome.

Une mèche grasse est enroulée autour du pilier puis il est réalisé un pansement par bandage mastoïdien sans que celui-ci soit compressif.



*Image 8 : mise en place du capuchon de cicatrisation*

En cas de chirurgie en 2 temps, le premier temps consiste à la mise en place de l'implant protégé d'une vis de couverture empêchant la prolifération de tissu osseux sur la collerette ou dans le pas de vis interne de l'implant.

Une période de 3 à 6 mois est préconisée entre les 2 étapes pour assurer l'ostéointégration.

Lors du deuxième temps, la vis de couverture est retirée et le pilier inséré dans l'implant.

#### **4.4.2. Les systèmes BAHA attract et SOPHONO alpha**

Ces systèmes utilisent un couple d'aimant de part et d'autre des tissus mous, remplaçant le pilier. La peau reste donc intacte. On passe d'un système percutané à un système transcutané. Aucun soin local n'est nécessaire au long cours.

##### **4.4.2.1. Le système BAHA attract de Cochlear<sup>R</sup>**

###### **4.4.2.1.1. Description**

Le système attract utilise des aimants pour relier le processeur à l'implant ; un aimant interne, fixé à l'implant sous la peau et un aimant externe permettant de connecter le processeur (même gamme que pour les BAHA connect).

5 niveaux de puissance d'aimant pour processeur sont disponibles. La puissance est choisie selon l'épaisseur cutanée et la compression du tissu sans engendrer de douleur. Ces aimants sont compatibles avec des IRM 1,5 tesla. Cependant, ils génèrent un cône d'ombre gênant l'interprétation des IRM de l'angle ponto cérébelleux et de la base du crâne.

L'absence de pilier percutané dispense des soins locaux quotidiens et réduit le risque infectieux ou traumatique. De plus, le résultat esthétique semble mieux apprécié par les patients.

La transmission sonore est atténuée d'environ 15 dB par rapport à un système percutané du fait de l'épaisseur cutanée. Cependant, il est noté une amélioration de la transmission sonore jusqu'à 24 dB. Cette atténuation peut-être surmontée en utilisant un processeur plus puissant que celui requis par la plage d'application.



*Figure 17 : système BAHA attract*

#### 4.4.2.1.2. Technique chirurgicale

Le site d'implantation est repéré à l'aide du gabarit à environ 50-70 mm du CAE.



*Image 9 : repérage à l'aide du gabarit*

L'incision est ensuite marquée en forme de C 15 mm en avant du bord de l'aimant.

L'épaisseur de tissu sous cutané est mesurée en 3 endroits : au niveau des bords antérieur et postérieur de l'aimant et au milieu de l'aimant. En cas d'épaisseur des tissus mous supérieure à 6 mm, une réduction de celui-ci sera à prévoir.

Une infiltration locale à la xylocaïne adrénalinée 1% est faite autour du site de l'implant.

L'opérateur incise à la lame froide jusqu'au périoste.

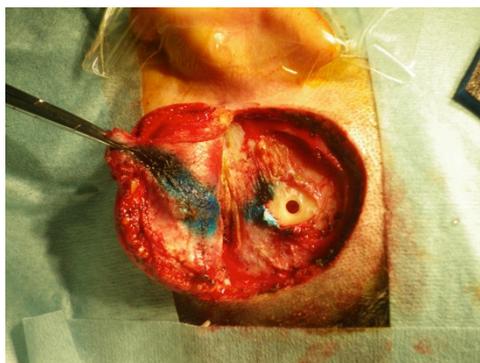
Les tissus mous sont rétractés à la rugine.

Après ouverture de l'incision par un écarteur orthostatique, le modèle d'aimant est placé sur le périoste pour s'assurer de sa bonne position par rapport à l'incision et l'os. La position est ensuite repérée.

L'incision du périoste est réalisée sous forme de croix, pour exposer l'os et le périoste est décollé à la rugine.

L'os est fraisé en restant bien perpendiculaire à la surface à l'aide de la fraise conique à 2000 tr / min, jusqu'à 3 mm de profondeur puis jusqu'à 4 mm si l'épaisseur osseuse le permet.

Avec la fraise foret, le trou est élargi puis une petite fraisure est créée dans l'os.



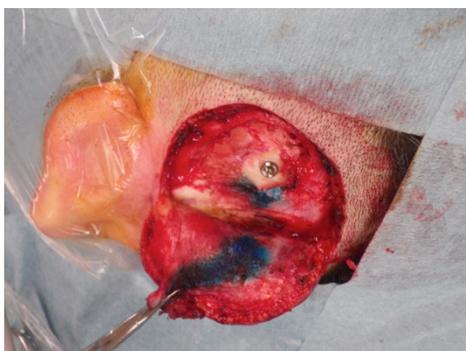
*Image 10 : puits de fraisage et fraisure*

A l'aide de l'instrument d'insertion pour implant, l'opérateur saisit l'implant.



*Image 11 : implant de BAHA*

L'insertion de l'implant débute sans irrigation jusqu'à ce que les premiers filetages aient pénétré dans l'os. Puis le geste est poursuivi sous irrigation.



*Image 12 : implant inséré dans son lit osseux*

L'indicateur de lit osseux est placé sur l'implant et serré aux filetages.

Une rotation sur 360° dans le sens horaire est réalisée : il ne doit pas exister de contact avec l'os ou les tissus mous sous-jacents. En cas de contact, les tissus mous doivent être réséqués et éventuellement l'os fraisé si un contact osseux existe. Il ne faut pas ressentir de contact.

L'aimant est placé au niveau de sa connexion sur l'implant.

Il faut s'assurer que la vis interne dépasse de la surface de l'aimant avant de la serrer au tournevis jusqu'à 25 newtons, sous contrôle de la clé multiple.

L'épaisseur du lambeau cutané est évaluée à l'aide de la jauge. Il doit exister un peu de jeu.



*Image 13 : mesure de l'épaisseur du lambeau*

Le lambeau est suturé en 2 plans, sans que les sutures soient en regard de l'aimant.

Un pansement compressif est appliqué sur la plaie pendant 48 heures.

Dès que la cicatrisation est acquise, l'aimant externe pourra être utilisé.

#### **4.4.2.2. Le système SOPHONO Alpha de Collin<sup>R</sup>**

##### **4.4.2.2.1. Description**

Cette prothèse auditive à conduction osseuse est à « peau fermée » utilisant une force magnétique entre l'aimant externe de la plaque vibrante activée par le processeur et les deux aimants internes de l'implant. Une force de 1 à 1,5 tesla est exercée au niveau de la peau.

La force d'attraction des aimants de la plaque d'appui est choisie par l'audioprothésiste selon la quantité et qualité des cheveux et du tissu cutané du patient. Différents aimants sont disponibles avec des forces de 0 à 10 tesla.



Figure 18 : Système SOPHONO alpha

Aucune ostéointégration n'est nécessaire avec ce dispositif. La mise en place du processeur peut-être effectué dès que la cicatrisation cutanée (4 semaines) est acquise.

L'implant est placé dans un lit osseux sous le périoste et n'exerce aucune pression sous-cutanée. Son épaisseur ne dépasse pas 2 mm. Il est compatible avec des IRM 1,5 et 3 tesla, mais il faut tenir compte du cône d'ombre qu'il génère. Il est constitué de deux aimants recouverts de titane.

#### 4.4.2.2.2. Technique chirurgicale

L'intervention débute par un rasage du site opératoire.

Le fantôme de l'implant est positionné à 60 mm du CAE et selon un angle de 45° par rapport à l'horizontale.



Image 14 : positionnement du fantôme

Le plan cutané est incisé 75 mm en arrière du CAE, sur un endroit plat du crâne.

L'os est largement exposé (sur 65 à 70 mm de large) pour permettre le placement de l'implant.



*Image 15 : exposition osseuse*

La création d'un lit osseux est recommandée si les tissus mous ont une épaisseur inférieure à 3 mm.

La position des aimants est repérée et marquée sur l'os puis ce dernier est fraisé sur 3 mm de hauteur, si besoin.



*Image 16 : création du lit osseux*

L'implant avec ses aimants est ensuite positionné dans le lit osseux et maintenu à l'os au moyen de 5 vis de 1,5 mm de diamètre et 3,5 (non auto taraudante) à 4 mm (auto taraudante) de longueur.



*Image 17 : mise en place de l'implant*

Il est recommandé de commencer par la vis du milieu. Il faut veiller à ce que l'implant affleure bien à l'os sans point de pression.

Le lambeau de tissu mou doit avoir une épaisseur maximale de 5 mm. Si il est plus épais, il doit être aminci.

L'incision est ensuite suturée en deux plans.

Un pansement compressif est réalisé en fin d'intervention et laissé en place pendant 24-48 heures.

#### 4.4.3. Le système BONEBRIDGE de Med El<sup>R</sup>

##### 4.4.3.1. Description

Le Bone Bridge est un dispositif semi-implantable transcutané constitué d'un implant (BCI) et d'un processeur externe.

Le BCI se constitue d'un aimant entouré de la bobine réceptrice, d'un module électronique, d'une pièce pliable dite de transition et d'un dispositif appelé Bone Conduction-Floating Mass Transducer (BC-FMT).



Figure 19 : système BONE BRIDGE

Les signaux sonores captés par le processeur sont transmis par voie transcutanée au BCI.

Le BC-FMT fait ensuite vibrer l'os qui transmet les vibrations à l'oreille interne.

L'activation du processeur survient deux à quatre semaines après la chirurgie dès que la cicatrisation est acquise. L'ostéointégration n'est pas requise pour l'activation du système.

5 forces d'aimant sont disponibles. Le choix se fait selon les besoins du patient et l'épaisseur des tissus mous.

Aucun soin n'est nécessaire au long cours et le risque infectieux est insignifiant.

L'implant est compatible avec des IRM jusqu'à 1,5 tesla. Cependant, il existe un artéfact avec un cône d'ombre de 20 cm sur les images.

Pour bénéficier de ce dispositif, les candidats doivent être majeurs.

#### 4.4.3.2. Technique chirurgicale

L'anesthésie générale est recommandée.

Une incision rétro-auriculaire est réalisée et les tissus sous-cutanés sont coagulés.

Le muscle temporal est sectionné pour former un lambeau musculaire.

Les tissus sont ruginés pour exposer la région mastoïdienne.

L'opérateur utilise un fantôme pour prédisposer la mise en place de l'implant.

Un fraisage de la mastoïde est réalisé de taille adaptée au fantôme.

Il faut se méfier d'une éventuelle procidence méningée ou du sinus latéral. Si besoin, la méninge peut être refoulée ou l'implant peut venir à son contact en la protégeant via une interface de surgicel.

Des pré-trous sont confectionnés dans la mastoïde, pour les vis, au foret.

L'implant est mis en place puis positionné en faisant pivoter la pièce de liaison. Il faut veiller à ne pas plier celle-ci plusieurs fois afin de ne pas endommager l'implant. La position de l'implant dépend de l'angle sinodural.

L'implant est ensuite fixé par deux vis.

Le couple de serrage est contrôlé par un instrument adapté. Le maximum requis est de 32 unités.

La voie d'abord est suturée en 2 plans et un pansement d'oreille est confectionné.

#### 4.5. Prise en charge sociale

##### 4.5.1. Les systèmes BAHA connect et attract / PONTO

Ces produits sont inscrits sur les listes LPPR de l'HAS.

La LPPR précise les différents modèles d'implants et de piliers admis au remboursement. La nomenclature permet la prise en charge de l'implant et du pilier seul ou en association, et des différents processeurs (INTENSO, DIVINO, CORDELLE II, BP100 et BP110 Power chez Cochlear<sup>R</sup>, PONTO et PONTO plus chez Oticon médical<sup>R</sup>) sur prescription médicale.

Les consommables et les réparations sont par ailleurs pris en charge au travers d'un forfait annuel. Actuellement le montant forfaitaire de la prise en charge à 100 % est de 36,59 € annuel (21,95 € pour une prise en charge à 60 %).

Certaines Mutuelles, Complémentaires santé participent également aux frais de piles en versant un forfait annuel.

La durée de vie du processeur de son est d'environ 3 ans. La durée de vie de l'implant ostéo-intégré correspond en principe, à la durée de vie du patient. La durée de vie des piles du processeur varie selon le type de processeur, l'utilisation quotidienne et l'environnement sonore. Elle est d'environ 10 jours.

L'acte chirurgical de mise en place d'un implant pour prothèse auditive à ancrage osseux est classifié dans la CCAM. Il peut se faire en un temps (mise en place de l'implant et du pilier lors d'une seule et même intervention chirurgicale) ou en deux temps (mise en place du pilier lors d'une deuxième intervention).

- Classification en un temps - Code CCAM : CBLA002 (pose d'un appareillage auditif ostéo-intégré dans l'oreille moyenne, en un temps)

- Classification en deux temps : premier temps - Code CCAM : LALA002 (pose d'un implant intra-osseux crânien ou facial pour fixation d'épithèse ou d'appareillage auditif ostéo-intégré). Deuxième temps – Code CCAM : LALB001 (pose de moyen de liaison sur implants crâniens et/ou faciaux)

Les frais de chirurgie, d'hospitalisation sont eux partiellement pris en charge par la CPAM, le remboursement des frais à la charge du patient dépendant des Mutuelles ou Complémentaires santé.

Depuis le mois de mai 2011, les aides auditives ne sont remboursées qu'à hauteur de 60 % par la CPAM.

Du fait de la prise en charge uniquement partielle des processeurs de sons par la CPAM, les Mutuelles / Complémentaires santé remboursent une partie des frais non couverts.

Le renouvellement du processeur n'est pris en charge qu'après une période minimale de 2 ans pour les prothèses ostéo-intégrées, processeurs Baha ou Ponto.

La société Cochlear<sup>R</sup> a enregistré ses processeurs de sons externes Baha auprès de l'Assurance Maladie comme des prothèses ostéo-intégrées.

A ce titre, le montant de la prise en charge est de 900 € pour les processeurs Baha Divino, BP100, BP110 Power, Intenso et Cordelle II et ce quel que soit l'âge du patient (coût entre 3000 et 3500 € selon le processeur).

La société Oticon Médical<sup>R</sup> a enregistré ses processeurs de sons externes de la gamme Ponto auprès de l'Assurance Maladie comme des prothèses ostéo-intégrées.

A ce titre, le montant de la prise en charge est de 900 € pour les processeurs de la gamme Ponto et ce quel que soit l'âge du patient (coût entre 3000 et 3800 € selon le processeur).

#### **4.5.2. Le système SOPHONO**

L'implant aimanté sous-cutané pour le processeur Sophono Alpha 2, distribué par Collin Médical<sup>R</sup>, n'est actuellement pas pris en charge par la CPAM.

Le dossier de remboursement est en cours. La Commission nationale d'évaluation des dispositifs médicaux et des technologies de santé de la HAS a jugé dans ses conclusions du 13.12.2011 le service attendu insuffisant au vu des données fournies.

Des études cliniques sont actuellement encore en cours en France.

Néanmoins, les processeurs externes Alpha 2 sont dorénavant enregistrés auprès de l'Assurance Maladie comme des audioprothèses traditionnelles de classe D et bénéficient donc du même remboursement.

Pour les patients jusqu'à leur vingtième anniversaire (ou patient atteint de cécité + déficit auditif), prise en charge de 1400 € à 100 % soit 840 € à 60 %.

Pour les patients de 20 ans et plus, le forfait de prise en charge est de 199,71 € à 100 % soit 119,83 € à 60 %.

L'implant aimanté a un coût de 470 €, tandis que le prix du processeur externe est fixé à 3900 € par la société Collin<sup>R</sup>.

#### **4.5.3. Le système BONEBRIDGE**

Ce dispositif n'est actuellement pas pris en charge par la sécurité sociale.

Les frais de l'implant et du processeur sont totalement à la charge du patient.

L'implant est à 6200 € et le processeur à 3200 €.

## Partie 2 : ETUDE

## 5. Introduction

Le système auditif à ancrage osseux (BAHA pour Bone Anchored Hearing Aid) a été développé par Tjellström et Granstrom en 1977. Un implant en titane ostéo-intégré dans l'os temporal conduit les sons à l'oreille interne saine par conduction osseuse. Les indications sont les surdités transmissionnelles ou mixtes uni ou bilatérales et les cophoses unilatérales.

Il semble être une bonne alternative aux aides auditives conventionnelles pour les patients avec une surdité de transmission ou mixte qui ne peuvent porter une aide auditive classique ou quand la chirurgie d'oreille moyenne est contre-indiquée.

La réhabilitation de la cophose unilatérale est une indication plus récente. Ce système permet de retrouver une pseudo stéréophonie en recréant l'effet d'ombre de la tête.

La réhabilitation avec les prothèses à ancrage osseux semble améliorer l'audition et donc la qualité de vie.

Une chirurgie est nécessaire pour la mise en place de l'implant. Les principales complications post-chirurgicales semblent être les complications cutanées secondaires au pilier percutané.

Le but de ce travail était d'évaluer l'audition et la qualité de vie avec les prothèses auditives à ancrage osseux et secondairement d'observer les complications post-chirurgicales pour tous les patients implantés avec des aides auditives à ancrage osseux dans un centre hospitalier universitaire depuis 10 ans.

## 6. Matériel et méthode

### 6.1. Matériel

Il s'agit d'une étude mono centrique rétrospective incluant les patients qui ont bénéficié d'une prothèse auditive à ancrage osseux entre janvier 2004 et décembre 2014, toute firme confondue. Les enfants n'ont pas été inclus excepté un adolescent de 16 ans considéré comme un adulte.

Les surdités transmissionnelles ou mixtes et les cophoses unilatérales étaient l'indication pour le système d'amplification acoustique quand un appareil auditif traditionnel n'était pas possible.

### 6.2. Méthode

#### 6.2.1. Audiométrie

L'audiogramme tonal et vocal était réalisé six mois après l'activation du processeur, en champ libre.

Chaque test était fait sans, puis avec le processeur, de façon à calculer le gain prothétique moyen tonal et vocal. Le gain prothétique tonal moyen (GPTM) était obtenu en soustrayant de la perte tonale moyenne ( $PTM = (PT\ 500 + PT\ 1000 + PT\ 2000 + PT\ 4000) / 4$ ) le seuil prothétique tonal moyen ( $SPT = (SPT\ 500 + SPT\ 1000 + SPT\ 2000 + SPT\ 4000) / 4$ ).

#### 6.2.2. Questionnaires APHAB et GHABP

Tous les patients inclus ont été appelés pour remplir deux questionnaires, l'APHAB (Abbreviate Profil Hearing Aids Benefit, *annexe 1*) pour évaluer l'amélioration de la qualité de vie et le GHABP (Glasgow Hearing Aid Benefit Profil, *annexe 2*), comme questionnaire de satisfaction.

Les deux questionnaires étaient complétés après activation et utilisation des aides auditives. Deux réponses étaient attendues à chaque question de l'APHAB : l'une avant l'utilisation des prothèses auditives à ancrage osseux et la seconde après. Les réponses données étaient basées sur l'expérience du patient.

##### 6.2.2.1. Questionnaire de qualité de vie APHAB

L'APHAB est un questionnaire de 24 items évaluant la facilité de communication (EC : ease of communication), le bruit de fond (BN : background noise), la réverbération (RV : reverberation) et

l'aversion du son (AV : aversiveness). Les patients indiquent pour chaque situation décrite, la difficulté éprouvée sur une échelle de 7 points allant de « toujours (99%) » à « jamais (1%) ». Plus le score est élevé, plus la gêne pour entendre est importante.

Le bénéfice prothétique était calculé en soustrayant le score global avec prothèse à celui sans prothèse ; le score global correspondant à la moyenne des scores des sous parties : facilité de communication, réverbération du son et bruit de fond.

Une différence globale du score de plus de 10 points pour une sous-partie donnée était considérée comme statistiquement significative ; un score plus faible avec la prothèse correspondait à une amélioration.

Les résultats étaient ensuite comparés à l'aide du test statistique de Wilcoxon sur séries appariées. Des valeurs du niveau de significativité «  $p$  » inférieures à la valeur seuil de 5% étaient considérées comme significatives.

#### **6.2.2.2. Questionnaire de satisfaction GHABP**

Le GHABP comprend quatre situations de la vie commune (regarder la télévision avec un volume sonore réglé pour autrui, suivre une conversation dans le calme, suivre une conversation dans une rue passante, suivre une conversation à plusieurs dans un groupe) avec six items contenant cinq propositions de 0 à 5. Il permet d'évaluer le handicap ressenti par les patients et le bénéfice apporté par la prothèse.

#### **6.2.3. Suivi clinique**

Tous les patients avaient un suivi annuel où la cicatrice était appréciée. La classification de Holgers était utilisée pour les complications de la peau (*annexe 3*) : grade 0 : aucune réaction autour du pilier ; grade 1 : rougeur autour du pilier, inflammation légère ; grade 2 : rougeur et suintement, inflammation modérée ; grade 3 : granulome ; grade 4 : infection nécessitant le retrait de l'implant.

Les hypertrophies cutanées étaient notées à côté car non incluses dans cette classification.

## 7. Résultats

### 7.1. Caractéristiques de la population

Quarante-cinq patients répondaient aux critères, mais seuls 33 patients (73%) ayant retourné les questionnaires ont été inclus. Deux patients sont décédés et les autres ont refusé de répondre aux questionnaires. Deux autres personnes n'ont pas rempli le questionnaire car elles n'utilisaient pas les aides auditives en raison d'une infection de la peau. Elles ont donc été incluses seulement pour les complications.

10 hommes et 23 femmes, âgés de 16 à 86 ans (moyenne d'âge : 51,6 ans, écart-type : 14,69) ont bénéficié de ce type d'appareillage.

30 BAHA de Cochlear<sup>R</sup>, 2 SOPHONO de Collin<sup>R</sup> et 1 PONTO de Oticon médical<sup>R</sup> ont été implantés. Parmi les 30 BAHA de Cochlear<sup>R</sup>, il est totalisé 26 BAHA connect, 2 BAHA connect avec pilier en hydroxyapatite (Dermalock) et 2 systèmes transcutanés attract.

La durée de suivi s'étendait de 6 mois à 108 mois, avec un suivi moyen de 27 mois.

### 7.2. Résultats audiométriques

#### 7.2.1. Résultats globaux

Dans cette étude, 14 patients avaient une cophose unilatérale (CU) et 19 une surdité mixte (SM) dont 15 bilatérales et 4 unilatérales. Les différentes étiologies de ces surdités sont répertoriées dans les tableaux 1 et 2.

étiologie	n	%
Schwannome vestibulaire	6	42,9
Congénitale	5	35,7
Traumatisme	1	7,1
Surdité brusque	1	7,1
Autre	1	7,1

Tableau 1 : étiologie des cophoses

étiologie	n	%
Otite chronique	15	78,9
Aplasia mineure	2	10,5
Otospongiose	2	10,5

Tableau 2 : étiologie des surdités mixtes / transmissionnelles

Dix patients (30,3%) avaient une audition controlatérale normale, 7 patients présentaient une surdité de perception (21,21%) et 16 une surdité mixte (48,48%) sur l'oreille non implantée.

La perte tonale moyenne globale était de 90,51 dB (56,25 dB-120 dB), chez les patients atteints d'une surdité mixte de 78,05 dB et de 107,32 dB pour les cophoses.

Le seuil prothétique moyen global était de 35,66 dB (15-67,50 dB), de 31,72 dB pour les surdités mixtes et de 31,70 dB pour les cophoses.

Concernant l'audition tonale en champ libre, celle-ci était améliorée significativement par les prothèses à ancrage osseux avec un gain prothétique moyen de 54,98 dB (10-96,25 dB), ( $p < 0,0001$ ).

Concernant l'audiométrie vocale en champ libre, la perte moyenne globale était de 52,05 dB (23-90 dB) et le seuil prothétique moyen de 38,69 dB (10-80 dB),  $p < 0,001$ .

Pour les surdités mixtes, le seuil vocal moyen sans prothèse était de 56,61 dB et avec prothèse de 41,03 dB.

Pour les cophoses, le seuil vocal moyen sans prothèse était de 46,20 dB et avec prothèse de 34,25 dB.

Les seuils tonal et vocal moyens étaient améliorés quel que soit le système d'appareillage sans différence significative entre les types prothétiques.

### 7.2.2. Résultats BAHA connect et PONTO

Concernant les BAHA connect, le seuil prothétique tonal moyen était de 35,44 dB (15-67,50 dB) et le gain prothétique tonal moyen de 56,45 dB (10-91,25 dB). En vocal, le gain prothétique était de 14,2 dB (2-34 dB).

Concernant la Ponto, le seuil prothétique tonal était de 50 dB et le gain prothétique tonal de 48,75 dB. En vocal, le gain prothétique était de 20 dB.

### **7.2.3. Résultats BAHA attract et SOPHONO**

Concernant les BAHA attract, le seuil prothétique tonal moyen était de 26,88 dB (23,75-30 dB) et le gain prothétique tonal moyen de 79,38 dB (62,50-96,25 dB). En vocal, le gain prothétique moyen était de 13 dB (12-14 dB).

Pour les SOPHONO, le seuil prothétique tonal moyen était de 40 dB (40-40 dB) avec un gain prothétique tonal moyen de 47,63 dB (37,75-57,50 dB). En vocal, le gain prothétique moyen était de 10 dB (10-10 dB).

## **7.3. Analyse des questionnaires**

33 patients ont répondu aux 2 questionnaires : APHAB et GHABP.

### **7.3.1. Questionnaire APHAB**

Il a été observé une amélioration du score global du questionnaire APHAB de 37 points (de 67% à 30%,  $p = 0,036$ ) avec un bénéfice moyen de 37,05% (0-80,33).

Sur l'analyse de chacune des questions de l'APHAB, une amélioration des réponses entre sans et avec prothèse a été constatée en faveur d'un bénéfice apporté par la prothèse.

Quant aux données des 4 sous-parties du test, une différence significative a été retrouvée à chaque fois excepté pour la sous-partie aversion qui montrait une aggravation des scores avec la prothèse (tableau 3), (figure 20).

	sans	avec	p
<b>Audiogramme tonal</b>	90,51 (56,25-120)	35,66 (15-67,50)	<0,0001
<b>Audiogramme vocal</b>	52,05 (23-90)	38,69 (10-80)	<0,0001
<b>Questionnaire APHAB</b>			
<b>EC</b>	60,14 (10,50-99)	23,50 (1-78,67)	<0,0001
<b>BN</b>	77,05 (37,16-99)	40,85 (6,83-91)	<0,0001
<b>RV</b>	54,37 (33,67-74, 67)	49,18 (19,17-76, 83)	<0,001
<b>AV</b>	23,38 (1-78,67)	48,13 (1-89)	<0,0001
<b>Score global</b>	67,37 (18,55-99)	30,33 (2,94-86,03)	0,036

Tableau 3 : comparaison des résultats audiométriques et du questionnaire APHAB sans et avec prothèse

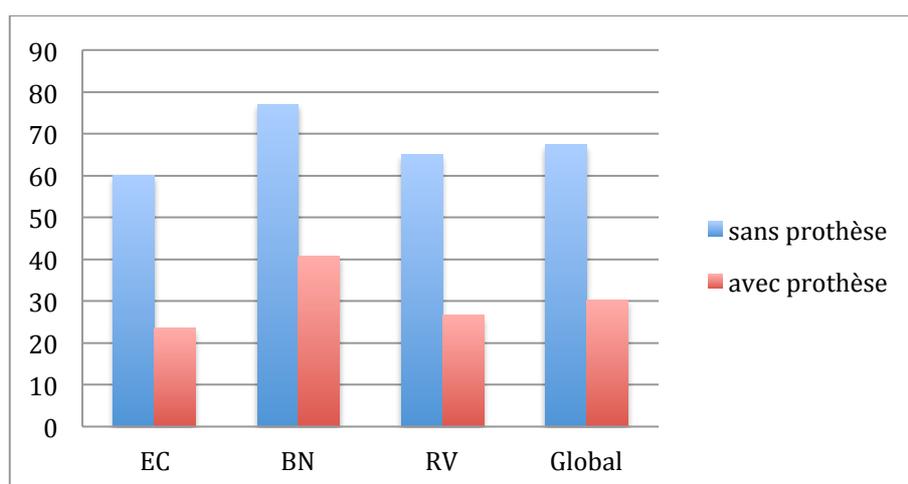


Figure 20 : score moyen des sous-parties EC, BN, RV, du APHAB sans et avec prothèses

Il n'a pas été mis en évidence de différence significative de l'amélioration auditive selon le type de surdité (cophose versus surdité mixte).

Tous les patients ressentait une amélioration de leur audition avec la prothèse mais les résultats étaient plus faibles chez les patients cophosés. En effet, la moyenne du bénéfice prothétique était de 24,02 pour les cophoses unilatérales contre 42,96 pour les surdités transmissionnelles et mixtes ( $p=0,483$ ).

Les patients cophosés implantés ( $n=8$ ) relaient une amélioration de la localisation spatiale.

Concernant les différents types prothétiques, l'amélioration des scores était plus importante avec la Ponto d'Oticon médical<sup>R</sup> (p=0,28) (tableau 4). De meilleurs résultats étaient observés avec les systèmes percutanés (versus les systèmes transcutanés).

	<b>EC</b>	<b>BN</b>	<b>RV</b>	<b>Global</b>
<b>BAHA</b>	29,55%	51,07%	34,54%	38,42%
<b>BAHA attract</b>	17,08%	13,83%	12%	14,30%
<b>PONTO</b>	8,30%	16,50%	16,30%	13,70%
<b>SOPHONO</b>	10%	24,16%	8,92%	14,36%

*Tableau 4 : moyenne des scores du APHAB selon le type prothétique*

### 7.3.2. Questionnaire GHABP

Pour le questionnaire GHABP, les différentes situations généraient une difficulté moyenne à grande pour les patients avec d'importantes sensations de contrariété. Les situations les plus invalidantes semblaient être les conversations à suivre dans une atmosphère bruyante et en groupe.

Les prothèses étaient portées constamment pour chaque situation par la majorité des patients : 27 patients (81,82%) la portaient 8 à 16 heures / jour, 3 (9,1%) la portaient 4 à 8 heures / jour, 2 (6,06%) la portaient 1 à 4 heures / jour, et un (3,03%) la portait moins d'une heure par jour.

Les sentiments de difficultés d'écoute avec la prothèse étaient faibles.

Dans l'ensemble, les patients étaient très satisfaits de leur prothèse pour chaque situation (30%) (figure 21).

Dans les situations de conversation dans une ambiance bruyante et de groupe, les patients étaient assez satisfaits à satisfaits de la prothèse.

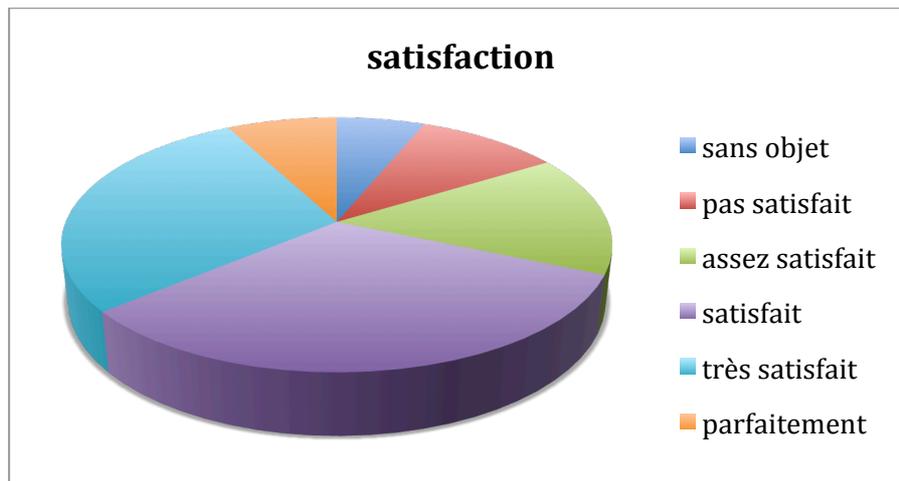


Figure 21 : satisfaction des patients par rapport à la prothèse

#### 7.4. Chirurgie et complications

La principale complication pendant la chirurgie était l'exposition méningée (n = 3) nécessitant la mise en place d'un implant de 3 mm au lieu d'un de 4 mm recommandé par les firmes.

Aucune complication majeure n'est survenue au cours de la chirurgie.

Lors de la cicatrisation, 10 complications postopératoires ont été signalées. Deux piliers ont été endommagés suite à un traumatisme local entraînant un changement de pilier (non inclus dans les complications post-opératoires). Les autres complications observées étaient des problèmes cutanés (n = 10 ; 28,571%).

Parmi ces 10 complications cutanées, 9 étaient infectieuses. Le germe retrouvé majoritairement au cours des infections cutanées était le Staphylocoque Aureus (n=5).

Selon la classification de Holgers, il existait : 26 grade 0 (74,286%), 1 grade 1 (2,857%), 2 grade 2 (5,714%), 3 grade 3 (8,571%), 3 grade 4 (8,571%) (figure 22).

Les 3 grades 4 ont nécessité le changement du pilier environ 3,5 mois après la chirurgie initiale. Une vis de couverture était placée jusqu'à cicatrisation et le nouveau pilier a été refixé 6 mois plus tard pour deux patients et à un an et demi pour le dernier mais il s'agissait d'un terrain irradié compliqué d'ostéoradionécrose.

Les complications infectieuses sont toutes survenues chez des patients porteurs d'une BAHA connect. Seul un cas de granulome a été recensé avec la PONTO.

Aucune complication infectieuse n'est apparue pendant le suivi des prothèses BAHA connect avec pilier en hydroxyapatite, BAHA attract et SOPHONO.

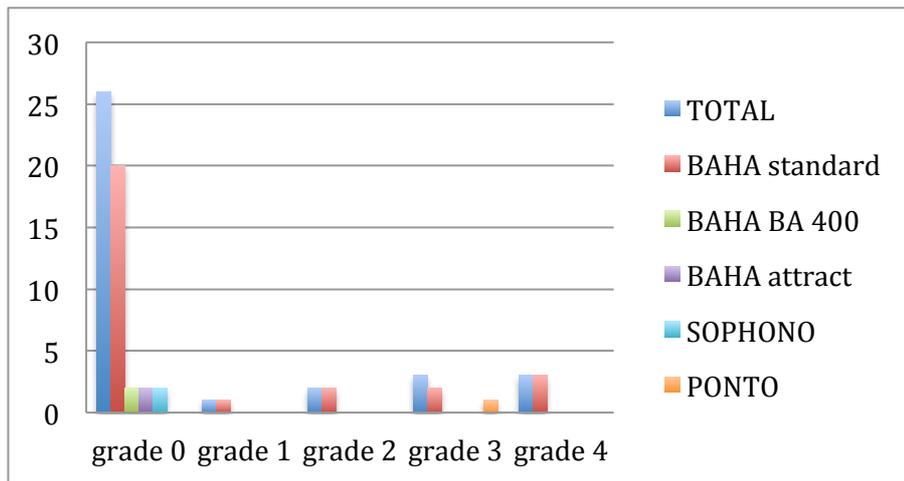


Figure 22 : répartition des infections cutanées selon la classification de Holgers

Quatre hypertrophies cutanées ont été totalisées (11,428%) dont 2 s'étant surinfectées, classées grade 2 de la classification de Holgers. Ces hypertrophies ont nécessité des exérèses sous anesthésie locale. Parmi elles, un patient a présenté une chéloïde de la cicatrice obligeant au retrait de l'implant devant l'échec des traitements locaux.

Toutes les complications sont survenues lors des deux premières années du suivi.

Un seul implant s'est luxé suite à une non ostéointégration et est tombé à J15 de la chirurgie, en raison d'une fragilité osseuse. Le patient n'a pas souhaité être réimplanté.

## 8. Discussion

Les prothèses à ancrage osseux apportent un réel confort au patient tant sur le plan auditif que sur celui de la qualité de vie.

Sur le plan audiométrique, une amélioration des seuils tonal et vocal était observée après appareillage, tout comme dans les données de la littérature (1–5).

L'amélioration auditive est ressentie dans le silence mais également dans les atmosphères bruyantes.

Il semble que l'audition controlatérale modifie les résultats audiométriques des patients. En effet, les résultats sont plus performants si il existe une surdité de transmission controlatérale chez les patients porteurs d'une surdité mixte ipsilatérale (1) en rapport avec la fonctionnalité des 2 cochlées.

Les seuils sont améliorés quel que soit le système de prothèse à ancrage osseux.

Les rares études comparatives ne montrent pas de différence significative entre les systèmes BAHA connect et PONTO pour les seuils audiométriques (6,7).

Nous retrouvons une amélioration auditive plus importante pour les systèmes percutanés (versus les systèmes transcutanés). Il est connu que la peau atténue le signal sonore d'environ 15 dB. Iseri et al. (8) dans leur étude montraient un résultat audiométrique plus faible avec le système attract comparé au système connect.

Les patients de notre étude utilisaient leur prothèse toute la journée, témoin du bénéfice qu'elles pouvaient apporter. Dans leur série, N Saroul et al. (9) avaient 100% des patients qui utilisaient leur prothèse plus de quatre heures par jour et 81% de port quotidien dans la série de Badran et al. (10). L'utilisation persiste dans le temps, comme démontré dans la littérature, avec une utilisation supérieure à 10 heures par jour, dix ans après l'implantation (11).

Nos patients semblaient satisfaits de la prothèse surtout dans les discussions en tête à tête. N. Saroul et al. (9) avaient 90% de patients très satisfaits par leur prothèse pour les conversations à deux. Les patients cophosés semblent moins satisfaits de leur prothèse (4,12), car ils utilisent leur oreille saine dans les ambiances calmes.

Nos résultats montraient une amélioration majeure de la facilité de communication et de l'audition avec bruit de fond du questionnaire APHAB. Seul le score de l'aversion augmentait avec la prothèse, du fait de l'amplification de tous les bruits environnants gênant la compréhension du patient. De nombreuses études retrouvent les mêmes résultats (4,13,5,14).

Les questionnaires ont montré une amélioration ressentie par les patients appareillés avec cependant un résultat plus faible chez les patients présentant une cophose unilatérale sans que celui-ci soit significatif. Il est connu que l'appareillage pour les cophoses vise principalement à

améliorer les conversations dans le bruit hors les résultats sont plus faibles pour cette sous-partie (4,2).

Cette amélioration perdue dans le temps et semble même augmenter au cours des 18 mois suivant l'activation du processeur (15).

Cependant, les questionnaires ont été remplis rétrospectivement pouvant interférer pour les réponses avant utilisation de la prothèse. Il existe donc un biais d'analyse. Tous les patients ne possédaient pas la même durée d'implantation ce qui pouvait modifier les réponses aux questionnaires du fait d'un phénomène d'habituation.

Il n'a pas été mis en évidence de différence significative entre les différents types de prothèses, mais notre échantillon est restreint. Nous observons une amélioration des scores du questionnaire APHAB entre les BAHA connect et les dernières prothèses à ancrage osseux (attract, ponto et sophono), peut-être due à l'évolution des processeurs.

Il semble que le système PONTO soit plus apprécié des patients au vue de nos résultats. Bosman et al. (16) retrouvaient également une amélioration des scores APHAB plus importante avec le système d'Oticon médical<sup>R</sup> tout comme Hill-Feltham et al. (7).

Les principales complications décrites sont cutanées (infection et hypertrophie) et osseuses (perte de l'implant) (17). Ces complications cutanées peuvent générer un inconfort pour le patient. Généralement elles nécessitent un traitement local (grade 1 et 2 de la classification de Holgers) à type de désinfection cutanée et antibiotique. En cas de complications majeures (grade 3 et 4 de la classification de Holgers), un traitement chirurgical peut s'avérer nécessaire (18). Le taux de complication majeure semble décroître avec le temps du fait de l'éducation thérapeutique (19).

Dans notre série, il a été observé un taux élevé de complications postopératoires par rapport aux données de la littérature. Les complications observées étaient similaires à celles des autres équipes malgré notre proportion plus élevée de complications majeures.

Dans leur méta-analyse, Kiringoda et al. (20) retrouvaient un taux de complication cutanée de 2,4% à 38,1% selon les séries, Wazen et al (17) avaient un taux de complication à l'origine d'une révision chirurgicale de 4,5%.

Cependant les nouvelles innovations techniques semblent réduire les complications cutanées bien que notre durée de suivi soit brève. Le taux de complication diminue si la peau autour du pilier est amincie sans follicule pileux et immobile pour les piliers BAHA connect dépourvus d'hydroxyapatite.

Nous notons un seul cas d'implant luxé ce qui est encourageant malgré notre petit effectif. Les grosses séries comme Reyes et al. (21) observaient 11 implants perdus, Kiringoda et al. (20) entre 0 à 18% de taux de luxation.

Les facteurs de luxation sont les traumatismes et l'absence d'ostéointégration (22).

Wazen et al. (17) retrouvaient un taux faible d'extrusion en rapport avec la mise en place de l'implant sans traumatisme osseux.

L'amélioration des techniques chirurgicales et le développement de nouveaux systèmes permettent de réduire le taux de complications post-opératoires.

## 9. Conclusion

Les prothèses à ancrage osseux sont des dispositifs médicaux efficaces pour la réhabilitation des surdités transmissionnelles et mixtes mais également des cophoses unilatérales malgré des résultats inférieurs, en terme de gain prothétique.

Les prothèses à ancrage osseux semblent concurrencer les systèmes CROS wifi pour les cophoses unilatérales mais ne seront-elles pas remplacées dans l'avenir par l'implant cochléaire ? En Europe du nord, les indications d'implantation cochléaire unilatérale sont fréquentes. En France, celles-ci sont autorisées mais non remboursées par le système de sécurité sociale.

Tavora-Vieira et al.(23) ont obtenu des résultats satisfaisants en terme d'amélioration de l'audition et d'évaluation subjective chez des patients implantés cochléaire en unilatéral comparé à une population normo entendante et implantée cochléaire bilatérale.

Les contraintes d'hygiène quotidiennes peuvent altérer la satisfaction des patients vis à vis de ces prothèses à ancrage osseux mais sont nécessaires pour limiter les complications infectieuses.

Il est donc important avant d'implanter un malade de tenir compte de son état général, de ses antécédents, de la nécessité d'un suivi radiologique et des bénéfices et inconvénients des différentes prothèses à ancrage osseux pour lui proposer la solution thérapeutique la mieux adaptée à ses besoins et envies.

L'évolution de ces systèmes s'attache à améliorer les seuils auditifs grâce aux nouvelles technologies et à réduire les complications infectieuses dans le but d'améliorer la qualité de vie des patients.

## 10. Références bibliographiques de l'étude

1. Boleas-Aguirre MS, Bulnes Plano MD, de Erenchun Lasa IR, Ibáñez Beroiz B. Audiological and subjective benefit results in bone-anchored hearing device users. *Otol Neurotol Off Publ Am Otol Soc Am Neurotol Soc Eur Acad Otol Neurotol*. juin 2012;33(4):494-503.
2. Saroul N, Nicolas S, Akkari M, Mohamed A, Pavier Y, Yoann P, et al. Long-term benefit and sound localization in patients with single-sided deafness rehabilitated with an osseointegrated bone-conduction device. *Otol Neurotol Off Publ Am Otol Soc Am Neurotol Soc Eur Acad Otol Neurotol*. janv 2013;34(1):111-4.
3. Ricci G, Volpe A Della, Faralli M, Longari F, Gullà M, Mansi N, et al. Results and complications of the Baha system (bone-anchored hearing aid). *Eur Arch Oto-Rhino-Laryngol Off J Eur Fed Oto-Rhino-Laryngol Soc EUFOS Affil Ger Soc Oto-Rhino-Laryngol - Head Neck Surg*. oct 2010;267(10):1539-45.
4. van Wieringen A, De Voecht K, Bosman AJ, Wouters J. Functional benefit of the bone-anchored hearing aid with different auditory profiles: objective and subjective measures. *Clin Otolaryngol Off J ENT-UK Off J Neth Soc Oto-Rhino-Laryngol Cervico-Facial Surg*. avr 2011;36(2):114-20.
5. Dumper J, Hodgetts B, Liu R, Brandner N. Indications for bone-anchored hearing AIDS: a functional outcomes study. *J Otolaryngol - Head Neck Surg J Oto-Rhino-Laryngol Chir Cervico-Faciale*. févr 2009;38(1):96-105.
6. Bosman AJ, Snik AFM, Hol MKS, Mylanus EAM. Evaluation of a new powerful bone-anchored hearing system: a comparison study. *J Am Acad Audiol*. juin 2013;24(6):505-13.
7. Hill-Feltham P, Roberts SA, Gladdis R. Digital processing technology for bone-anchored hearing aids: randomised comparison of two devices in hearing aid users with mixed or conductive hearing loss. *J Laryngol Otol*. févr 2014;128(2):119-27.
8. Iseri M, Orhan KS, Tuncer U, Kara A, Durgut M, Guldiken Y, et al. Transcutaneous Bone-anchored Hearing Aids Versus Percutaneous Ones: Multicenter Comparative Clinical Study. *Otol Neurotol Off Publ Am Otol Soc Am Neurotol Soc Eur Acad Otol Neurotol*. juin 2015;36(5):849-53.
9. Saroul N, Gilain L, Montalban A, Giraudet F, Avan P, Mom T. Patient satisfaction and functional results with the bone-anchored hearing aid (BAHA). *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis*. juin 2011;128(3):107-13.
10. Badran K, Bunstone D, Arya AK, Suryanarayanan R, Mackinnon N. Patient satisfaction with the bone-anchored hearing aid: a 14-year experience. *Otol Neurotol Off Publ Am Otol Soc Am Neurotol Soc Eur Acad Otol Neurotol*. août 2006;27(5):659-66.
11. Wazen JJ, Caruso M, Tjellstrom A. Long-term results with the titanium bone-anchored hearing aid: the U.S. experience. *Am J Otol*. nov 1998;19(6):737-41.
12. Tringali S, Grayeli AB, Bouccara D, Sterkers O, Chardon S, Martin C, et al. A survey of satisfaction and use among patients fitted with a BAHA. *Eur Arch Oto-Rhino-Laryngol Off J Eur Fed Oto-Rhino-Laryngol Soc EUFOS Affil Ger Soc Oto-Rhino-Laryngol - Head Neck Surg*. déc 2008;265(12):1461-4.

13. Lekue A, Lassaletta L, Sánchez-Camón I, Pérez-Mora R, Gavilán J. [Quality of life in patients implanted with the BAHA device depending on the aetiology]. *Acta Otorrinolaringológica Esp.* févr 2013;64(1):17-21.
14. Faber HT, de Wolf MJF, Cremers CWRJ, Snik AFM, Hol MKS. Benefit of Baha in the elderly with single-sided deafness. *Eur Arch Oto-Rhino-Laryngol Off J Eur Fed Oto-Rhino-Laryngol Soc EUFOS Affil Ger Soc Oto-Rhino-Laryngol - Head Neck Surg.* mars 2013;270(4):1285-91.
15. Newman CW, Sandridge SA, Wodzisz LM. Longitudinal benefit from and satisfaction with the Baha system for patients with acquired unilateral sensorineural hearing loss. *Otol Neurotol Off Publ Am Otol Soc Am Neurotol Soc Eur Acad Otol Neurotol.* déc 2008;29(8):1123-31.
16. Bosman AJ, Snik AFM, Hol MKS, Mylanus EAM. Evaluation of a new powerful bone-anchored hearing system: a comparison study. *J Am Acad Audiol.* juin 2013;24(6):505-13.
17. Wazen JJ, Young DL, Farrugia MC, Chandrasekhar SS, Ghossaini SN, Borik J, et al. Successes and complications of the Baha system. *Otol Neurotol Off Publ Am Otol Soc Am Neurotol Soc Eur Acad Otol Neurotol.* déc 2008;29(8):1115-9.
18. Fontaine N, Hemar P, Schultz P, Charpiot A, Debry C. BAHA implant: implantation technique and complications. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis.* févr 2014;131(1):69-74.
19. Rebol J. Soft tissue reactions in patients with bone anchored hearing aids. *Ir J Med Sci.* juin 2015;184(2):487-91.
20. Kiringoda R, Lustig LR. A meta-analysis of the complications associated with osseointegrated hearing aids. *Otol Neurotol Off Publ Am Otol Soc Am Neurotol Soc Eur Acad Otol Neurotol.* juill 2013;34(5):790-4.
21. Reyes RA, Tjellström A, Granström G. Evaluation of implant losses and skin reactions around extraoral bone-anchored implants: A 0- to 8-year follow-up. *Otolaryngol--Head Neck Surg Off J Am Acad Otolaryngol-Head Neck Surg.* févr 2000;122(2):272-6.
22. Zeitoun H, De R, Thompson SD, Proops DW. Osseointegrated implants in the management of childhood ear abnormalities: with particular emphasis on complications. *J Laryngol Otol.* févr 2002;116(2):87-91.
23. Távora-Vieira D, Boisvert I, McMahon CM, Maric V, Rajan GP. Successful outcomes of cochlear implantation in long-term unilateral deafness: brain plasticity? *Neuroreport.* 11 sept 2013;24(13):724-9.

## 11. Références bibliographiques des généralités

1. B. Delas, D. Dehesdin. *Anatomie de l'oreille externe. EMC - Oto-rhino-laryngologie 2008:1-9 [Article 20-010-A-10].*
2. J.-M. Thomassin, P. Dessi, J.-B. Danvin, C. Forman. *Anatomie de l'oreille moyenne. EMC - Oto-rhino-laryngologie 2008:1-19 [Article 20-015-A-10].*
3. Jean-Pierre Sauvage, Stéphane Puyraud, Olivier Roche, Abdel Rahman. *Anatomie de l'oreille interne. EMC - Oto-rhino-laryngologie 1999:1-16 [Article 20-020-A-10].*
4. R. Nouvian, D. Malinvaud, T. Van den Abbeele, J.-L. Puel, P. Bonfils, P. Avan. *Physiologie de l'audition. EMC - Oto-rhino-laryngologie 2006:1-14 [Article 20-030-A-10].*
5. F. Espitalier, N. Durand, J. Boyer, M. Gayet-Delacroix, O. Malard, P. Bordure. *Stratégie diagnostique devant une surdité de l'adulte. EMC - Oto-rhino-laryngologie 2012;7(2):1-12 [Article 20-181-A-10].*
6. E. Truy, S. Gallego, D. Bouccara, S. Tringali. *Prothèses auditives amplificatrices par voie non aérienne. EMC - Oto-rhino-laryngologie 2012;7(2):1-13 [Article 20-185-C-20].*
7. J Dehaussy, J-F Vesson, *Le contrôle immédiat d'efficacité prothétique. Précis d'Audioprothèse, tome III*

## 12. Table des annexes

<b>Annexe 1 : Questionnaire APHAB.....</b>	<b>76</b>
<b>Annexe 2 : Questionnaire GHABP.....</b>	<b>78</b>
<b>Annexe 3 : Classification de Holgers.....</b>	<b>80</b>

## Annexe 1. Questionnaire APHAB

### APHAB – FORMULAIRE A

<p><b>Instructions:</b></p> <p>Veillez sélectionner les réponses qui correspondent le mieux votre expérience quotidienne. Si vous n'avez pas connu la situation que nous décrivons, essayez d'imaginer comment vous répondriez dans une situation similaire que vous connaissez.</p>	<p><b>A</b> Toujours (99%)  <b>B</b> Presque Toujours (87%)  <b>C</b> En général (75%)  <b>D</b> La moitié du temps (50%)  <b>E</b> Parfois (25%)  <b>F</b> Rarement (12%)  <b>G</b> Jamais (1%)</p>
--	--

	Non appareillé	Appareillé
1. Quand je suis dans un supermarché plein de monde et que je parle avec la caissière, j'arrive à suivre la conversation.	A B C D E F G	A B C D E F G
2. Quand j'écoute une conférence, beaucoup d'informations sont perdues pour moi.	A B C D E F G	A B C D E F G
3. Des bruits inattendus, tels qu'un détecteur de fumée ou une sonnerie d'alarme, me sont pénibles.	A B C D E F G	A B C D E F G
4. J'ai de la peine à suivre une conversation quand je suis chez moi, avec quelqu'un de ma famille.	A B C D E F G	A B C D E F G
5. J'ai de la peine à comprendre les dialogues au cinéma ou au théâtre.	A B C D E F G	A B C D E F G
6. Quand j'écoute les informations en voiture et que des membres de ma famille sont en train de parler, j'ai de la peine à entendre les nouvelles.	A B C D E F G	A B C D E F G
7. Quand je dîne avec plusieurs personnes et que j'essaie d'avoir une conversation avec l'une d'entre elles, j'ai de la peine à comprendre ce qu'elle dit.	A B C D E F G	A B C D E F G
8. Les bruits de la circulation sont trop forts.	A B C D E F G	A B C D E F G
9. Quand je parle avec quelqu'un à travers une grande pièce vide, je comprends ses paroles.	A B C D E F G	A B C D E F G
10. Quand je suis dans un petit bureau, en train de poser ou de me faire poser des questions, j'ai de la peine à suivre la conversation.	A B C D E F G	A B C D E F G
11. Quand je suis dans une salle de cinéma ou de théâtre et que les gens murmurent et froissent du papier autour de moi, j'arrive quand même à comprendre le dialogue.	A B C D E F G	A B C D E F G
12. Quand j'ai une conversation avec un ami et que nous parlons doucement, j'ai de la peine à comprendre.	A B C D E F G	A B C D E F G



<b>A</b> Toujours (99%)
<b>B</b> Presque Toujours (87%)
<b>C</b> En général (75%)
<b>D</b> La moitié du temps (50%)
<b>E</b> Parfois (25%)
<b>F</b> Rarement (12%)
<b>G</b> Jamais (1%)

		<b>Non appareillé</b>	<b>Appareillé</b>
13.	Les bruits d'eau courante, chasse d'eau ou douche par exemple, sont trop forts et me sont pénibles.	A B C D E F G	A B C D E F G
14.	Quand un orateur parle à un petit groupe et que tout le monde écoute calmement, je dois faire un effort pour comprendre.	A B C D E F G	A B C D E F G
15.	Lors d'une conversation tranquille avec mon médecin, dans son cabinet de consultation, il m'est difficile de suivre la conversation.	A B C D E F G	A B C D E F G
16.	Je comprends les conversations même quand plusieurs personnes sont en train de parler.	A B C D E F G	A B C D E F G
17.	Les bruits de chantier sont trop forts et me sont pénibles.	A B C D E F G	A B C D E F G
18.	J'ai de la peine à comprendre ce qui se dit lors de conférences ou de services religieux.	A B C D E F G	A B C D E F G
19.	J'arrive à communiquer avec les autres dans une foule.	A B C D E F G	A B C D E F G
20.	Le bruit de la sirène d'un camion de pompiers à proximité est si fort que je dois me boucher les oreilles.	A B C D E F G	A B C D E F G
21.	Je peux suivre le sermon, lors d'un service religieux.	A B C D E F G	A B C D E F G
22.	Les crissements de pneus sont trop forts et me sont pénibles.	A B C D E F G	A B C D E F G
23.	Dans des conversations en tête à tête, dans une pièce calme, je dois demander aux gens de répéter.	A B C D E F G	A B C D E F G
24.	J'ai du mal à comprendre les autres quand un système d'air conditionné ou un ventilateur est en marche.	A B C D E F G	A B C D E F G

## Annexe 2 : Questionnaire GHABP

### GLASGOW HEARING AID BENEFIT : PROFIL

Hospital Number.....

Name .....

Address .....

Date .....

Cette situation se produit-elle dans votre vie? <b>ÉCOUTER LA TÉLÉVISION AVEC VOTRE FAMILLE OU DES AMIS</b>					
0 __ Non                      1 __ Oui <b>LORSQUE LE VOLUME EST RÉGLÉ POUR CONVENIR AUX</b>					
Quelle degré de difficulté éprouvez-vous dans cette situation?	Les difficultés liées à cette situation vous causent-elles de l'inquiétude, de la colère ou de la contrariété?	Dans cette situation, combien de temps portez-vous votre prothèse auditive?	Dans cette situation, votre prothèse auditive vous aide-t-elle?	Dans cette situation, quel degré de difficulté éprouvez-vous lorsque vous portez votre appareil auditif ?	Dans cette situation, êtes-vous satisfait(e) de votre prothèse auditive?
0__ Sans objet 1__ Aucune 2__ Faible 3__ Moyenne 4__ Grande 5__ Insurmontable	0__ Sans objet 1__ Nullement 2__ Très peu 3__ Peu 4__ Beaucoup 5__ Énormément	0__ Sans objet 1__ Jamais/pas du tout 2__ Environ ¼ du temps 3__ Environ la ½ du temps 4__ Environ les ¾ du temps 5__ Tout le temps	0__ Sans objet 1__ Prothèse inutile 2__ Prothèse assez utile 3__ Prothèse utile 4__ Prothèse très utile 5__ Audition parfaite avec prothèse	0__ Sans objet 1__ Aucune 2__ Faible 3__ Moyenne 4__ Grande 5__ Insurmontable	0__ Sans objet 1__ Pas satisfait(e) du tout 2__ Assez satisfait(e) 3__ Satisfait(e) 4__ Très satisfait(e) 5__ Parfaitement satisfait(e) de la prothèse
Cette situation se produit-elle dans votre vie? <b>SUIVRE UNE CONVERSATION AVEC UNE AUTRE PERSONNE SANS</b>					
0 __ Non                      1 __ Oui <b>BRUIT DE FOND</b>					
Quelle degré de difficulté éprouvez-vous dans cette situation?	Les difficultés liées à cette situation vous causent-elles de l'inquiétude, de la colère ou de la contrariété?	Dans cette situation, combien de temps portez-vous votre prothèse auditive?	Dans cette situation, votre prothèse auditive vous aide-t-elle?	Dans cette situation, quel degré de difficulté éprouvez-vous lorsque vous portez votre appareil auditif ?	Dans cette situation, êtes-vous satisfait(e) de votre prothèse auditive?
0__ Sans objet 1__ Aucune 2__ Faible 3__ Moyenne 4__ Grande 5__ Insurmontable	0__ Sans objet 1__ Nullement 2__ Très peu 3__ Peu 4__ Beaucoup 5__ Énormément	0__ Sans objet 1__ Jamais/pas du tout 2__ Environ ¼ du temps 3__ Environ la ½ du temps 4__ Environ les ¾ du temps 5__ Tout le temps	0__ Sans objet 1__ Prothèse inutile 2__ Prothèse assez utile 3__ Prothèse utile 4__ Prothèse très utile 5__ Audition parfaite avec prothèse	0__ Sans objet 1__ Aucune 2__ Faible 3__ Moyenne 4__ Grande 5__ Insurmontable	0__ Sans objet 1__ Pas satisfait(e) du tout 2__ Assez satisfait(e) 3__ Satisfait(e) 4__ Très satisfait(e) 5__ Parfaitement satisfait(e) de la prothèse
Cette situation se produit-elle dans votre vie? <b>SUIVRE UNE CONVERSATION DANS UNE RUE OU UNE BOUTIQUE</b>					
0 __ Non                      1 __ Oui <b>ANIMÉE</b>					
Quelle degré de difficulté éprouvez-vous dans cette situation?	Les difficultés liées à cette situation vous causent-elles de l'inquiétude, de la colère ou de la	Dans cette situation, combien de temps portez-vous votre prothèse auditive?	Dans cette situation, votre prothèse auditive vous aide-t-elle?	Dans cette situation, quel degré de difficulté éprouvez-vous lorsque vous portez votre	Dans cette situation, êtes-vous satisfait(e) de votre prothèse auditive?
0__ Sans objet 1__ Aucune 2__ Faible 3__ Moyenne 4__ Grande 5__ Insurmontable	0__ Sans objet 1__ Nullement 2__ Très peu 3__ Peu 4__ Beaucoup 5__ Énormément	0__ Sans objet 1__ Jamais/pas du tout 2__ Environ ¼ du temps 3__ Environ la ½ du temps 4__ Environ les ¾ du temps 5__ Tout le temps	0__ Sans objet 1__ Prothèse inutile 2__ Prothèse assez utile 3__ Prothèse utile 4__ Prothèse très utile 5__ Audition parfaite avec prothèse	0__ Sans objet 1__ Aucune 2__ Faible 3__ Moyenne 4__ Grande 5__ Insurmontable	0__ Sans objet 1__ Pas satisfait(e) du tout 2__ Assez satisfait(e) 3__ Satisfait(e) 4__ Très satisfait(e) 5__ Parfaitement satisfait(e) de la prothèse

	<b>contrariété?</b>			<b>appareil auditif ?</b>	
0__Sans objet 1__Aucune 2__Faible 3__Moyenne 4__Grande 5__Insurmontable	0__Sans objet 1__Nullement 2__Très peu 3__Peu 4__Beaucoup 5__Énormément	0__Sans objet 1__Jamais/pas du tout 2__Environ ¼ du temps 3__Environ la ½ du temps 4__Environ les ¾ du temps 5__Tout le temps	0__Sans objet 1__Prothèse inutile 2__Prothèse assez utile 3__Prothèse utile 4__Prothèse très utile 5__Audition parfaite avec prothèse	0__Sans objet 1__Aucune 2__Faible 3__Moyenne 4__Grande 5__Insurmontable	0__Sans objet 1__Pas satisfait(e) du tout 2__Assez satisfait(e) 3__Satisfait(e) 4__Très satisfait(e) 5__Parfaitement satisfait(e) de la prothèse
<p>Cette situation se produit-elle dans votre vie? <b>SUIVRE UNE CONVERSATION AVEC PLUSIEURS PERSONNES</b>  <b>DANS UN</b>  0__ Non                    1__ Oui</p>					
<b>GRUPE</b>					
Quelle degré de difficulté éprouvez-vous dans cette situation?	Les difficultés liées à cette situation vous causent-elles de l'inquiétude, de la colère ou de la contrariété?	Dans cette situation, combien de temps portez-vous votre prothèse auditive?	Dans cette situation, votre prothèse auditive vous aide-t-elle?	Dans cette situation, quelle degré de difficulté éprouvez-vous lorsque vous portez votre appareil auditif ?	Dans cette situation, êtes-vous satisfait(e) de votre prothèse auditive?
0__Sans objet 1__Aucune 2__Faible 3__Moyenne 4__Grande 5__Insurmontable	0__Sans objet 1__Nullement 2__Très peu 3__Peu 4__Beaucoup 5__Énormément	0__Sans objet 1__Jamais/pas du tout 2__Environ ¼ du temps 3__Environ la ½ du temps 4__Environ les ¾ du temps 5__Tout le temps	0__Sans objet 1__Prothèse inutile 2__Prothèse assez utile 3__Prothèse utile 4__Prothèse très utile 5__Audition parfaite avec prothèse	0__Sans objet 1__Aucune 2__Faible 3__Moyenne 4__Grande 5__Insurmontable	0__Sans objet 1__Pas satisfait(e) du tout 2__Assez satisfait(e) 3__Satisfait(e) 4__Très satisfait(e) 5__Parfaitement satisfait(e) de la prothèse

### **Annexe 3 : classification de Holgers**

#### Grade 0 :

- Absence de réaction autour du pilier
- incidence : 90-95%

#### Grade 1 :

- rougeur avec suintement autour du pilier
- incidence : 3-5%

#### Grade 2 :

- rougeur et inflammation modérée
- incidence : 1-4%

#### Grade 3 :

- inflammation avec tissu de granulation autour du pilier
- incidence : 0,5-1,5%

#### Grade 4 :

- signes d'infection nécessitant le retrait de l'implant
- incidence : <0,5%

### 13. Liste des abréviations

CCI : cellules ciliées internes

CCE : cellules ciliées externes

dB : décibel

CAE : conduit auditif externe

CA : conduction aérienne

CO : conduction osseuse

BAHA : bone anchored hearing aid

BCI : bone conduction implant

BC FMT : bone conduction floating mass transducer

GPTM : gain prothétique tonal moyen

PTM : perte tonale moyenne

STP : seuil tonal prothétique

APHAB : Abbreviated Profile of Hearing Aid Benefit

GHABP : Glasgow hearing aid benefit profil

EC : ease of communication, facilité de communication

BN : background noise, bruit de fond

RV : reverberation, réverbération

AV : aversiveness, aversion

## 14. Table des figures

Figure 1 : schéma de l'oreille	22
Figure 2 : schéma de la caisse du tympan	24
Figure 3 : schéma de la chaîne ossiculaire	26
Figure 4 : schéma de l'oreille interne	26
Figure 5 : schéma de la cochlée	27
Figure 6 : schéma de l'organe de Corti	28
Figure 7 : tonotopie cochléaire	33
Figure 8 : composition ionique de l'endolymphe et de la périlymphe	33
Figure 9 : étiologie des surdités	35
Figure 10 : classification des surdités selon la perte auditive	36
Figure 11 : épreuve de discrimination spatiale dans le bruit	39
Figure 12 : épreuve multidirectionnelle de gain prothétique	40
Figure 13 : audiométrie vocale dans le bruit	40
Figure 14 : mode de fonctionnement des systèmes percutanés	42
Figure 15 : système BAHA connect	43
Figure 16 : système PONTO	44
Figure 17 : système BAHA attract	49
Figure 18 : système SOPHONO	54
Figure 19 : système BONEBRIDGE	56
Figure 20 : score moyen des sous-parties EC, BN, RV de l'APHAB sans et avec Prothèses	65
Figure 21 : satisfaction des patients par rapport à la prothèse	67
Figure 22 : répartition des infections cutanées selon la classification de Holgers	69

## 15. Table des images

Image 1 : la membrane tympanique	23
Image 2 : repérage de l'emplacement de la prothèse	44
Image 3 : mesure de l'épaisseur cutanée	45
Image 4 : fraisage de l'os	45
Image 5 : puits de fraisage	46
Image 6 : couple pilier-implant prémonté	46
Image 7 : pilier percutané	47
Image 8 : mise en place du capuchon de cicatrisation	47
Image 9 : repérage à l'aide du gabarit	49
Image 10 : puits de fraisage et fraisure	50
Image 11 : implant de BAHA	50
Image 12 : implant inséré dans son lit osseux	50
Image 13 : mesure de l'épaisseur du lambeau	51
Image 14 : positionnement du fantôme:	52
Image 15 : exposition osseuse	53
Image 16 : création du lit osseux	53
Image 17 : mise en place de l'implant	53

## 16. Table des Tableaux

Tableau 1 : étiologie des cophoses	62
Tableau 2 : étiologie des surdités mixtes / transmissionnelles	63
Tableau 3 : comparaison des résultats audiométriques et du questionnaire APHAB sans et avec prothèse	63
Tableau 4 : moyenne des scores de l'APHAB selon le type prothétique	64

## SERMENT D'HIPPOCRATE

---

En présence des maîtres de cette école, de mes condisciples, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la médecine.

Je dispenserai mes soins sans distinction de race, de religion, d'idéologie ou de situation sociale.

Admis à l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser les crimes.

Je serai reconnaissant envers mes maîtres, et solidaire moralement de mes confrères. Conscient de mes responsabilités envers les patients, je continuerai à perfectionner mon savoir.

Si je remplis ce serment sans l'enfreindre, qu'il me soit donné de jouir de l'estime des hommes et de mes condisciples, si je le viole et que je me parjure, puissé-je avoir un sort contraire.



## **EVALUATION DE L'AUDITION ET DE LA QUALITE DE VIE CHEZ LES PATIENTS IMPLANTES PAR PROTHESE A ANCRAGE OSSEUX**

### **RESUME :**

Le but de notre travail était d'évaluer l'audition et la qualité de vie chez les patients porteurs d'une prothèse à ancrage osseux et secondairement d'observer les complications post-chirurgicales pour tous les patients implantés avec des aides auditives à ancrage osseux dans le service d'ORL du CHU de Limoges entre janvier 2004 et décembre 2014.

33 patients ont été répondus aux questionnaires de qualité de vie, APHAB et GHABP. L'âge moyen de la population était de 51,6 ans. 19 patients présentaient une surdité mixte et 14 une cophose unilatérale.

Les prothèses à ancrage osseux ont significativement amélioré l'audition tonale et vocale. Le seuil prothétique moyen global était de 35,66 dB (15-67,50 dB), de 31,72 dB pour les surdités mixtes et de 31,70 dB pour les cophoses. Le gain prothétique tonal moyen était de 54,98 dB. Concernant l'audiométrie vocale en champ libre, le seuil prothétique moyen de 38,69 dB.

Une amélioration du score global du questionnaire APHAB de 37 points a été observée (de 67% à 30%,  $p = 0,036$ ). Le bénéfice moyen des prothèses était de 37,05% (0-80,33).

Dix complications post-opératoires sont survenues dont 6 majeures (3 grades 3 et 3 grades 4 de la classification de Holgers). Les grades 4 ont nécessité un changement de pilier dans un délai moyen de 3,5 mois après la chirurgie initiale. Un seul implant s'est luxé suite à une non ostéointégration et est tombé à J15 de la chirurgie.

Les prothèses à ancrage osseux apportent un réel confort au patient tant sur le plan auditif que sur celui de la qualité de vie. Elles améliorent la compréhension dans le bruit permettant aux patients de suivre des conversations dans des atmosphères bruyantes et donc la qualité de vie.

**MOTS-CLES :** prothèse à ancrage osseux, audition, qualité de vie, complications infectieuses

## **EVALUATION OF HEARING AND QUALITY OF LIFE IN PATIENTS WITH BONE ANCHORED HEARING AIDS**

### **ABSTRACT:**

To assess the impact of bone anchored hearing aid on the audition and the quality of life and to observe the infectious complications among patients who were implanted in the otorhinolaryngology unit of Limoges from January 2004 to December 2014.

33 patients answered the APHAB and the GHABP quality of life questionnaires. The mean age of the population was 51,6 years old. 19 patients presented a mixed hearing loss and 14 a single side deafness.

The bone anchored hearing aids has permitted a significative improvement of speech threshold and pure tone audiometry. The main prosthetic tonal threshold was 54,98 dB. Concerning sound-field speech audiometry, the main prosthetic threshold was 36,69 dB.

The APHAB overall score increased by 37 points (to 67% from 30%,  $p = 0,036$ ). The mean prosthetic benefit was to 37,05% (0-80,33).

Ten postoperative complications occurred, including 6 major (3 grade 3 and 3 grade 4 from the Holgers classification). Grade 4 required a change of abtument three and half month after the surgery. One implant dislocated following a non osseointegration and fell to J15 of the surgery.

Intelligibility and quality of life were improve with the bone anchored hearing aids. They improve understanding in noise for patients to follow conversations in noisy atmospheres and therefore the quality of life.

**KEYWORDS:** bone anchored hearing aid, audition, quality of life, infectious complications

