



ROYAUME DU MAROC
UNIVERSITE MOHAMMED V DE RABAT
FACULTE DE MEDECINE
ET DE PHARMACIE
RABAT



Année: 2021

Thèse N° 340

LA PROTHESE AUDITIVE CONVENTIONNELLE

THESE

Présentée et soutenue publiquement le : / /2021

PAR

Madame Jaouhara LAHSINI
Née le 03 Avril 1996 à Tiflet

Pour l'Obtention du Diplôme de
Docteur en Médecine

Mots Clés : Prothèse auditive; L'aide auditive; Surdité; Réhabilitation auditive

Membres du Jury :

Monsieur Nouredine ERRAMI

Professeur d'Oto-Rhino-Laryngologie

Monsieur Fouad BENARIBA

Professeur d'Oto-Rhino-Laryngologie

Monsieur Mohamed ZALAGH

Professeur d'Oto-Rhino-Laryngologie

Monsieur Ali EL AYOUBI EL IDRISSE

Professeur d'Anatomie

Madame Saloua OURAINI

Professeur d'Oto-Rhino-Laryngologie

Président

Rapporteur

Juge

Juge

Juge

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

قالوا سبحانك لا علم لنا إلا ما علمتنا
إنك أنت العليم الحكيم

سورة البقرة: الآية 32

صدق الله العظيم



**UNIVERSITE MOHAMMED V
FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIERABAT**

DOYENS HONORAIRES :

1962 - 1969: Professeur Abdelmalek FARAJ
1969 - 1974: Professeur Abdellatif BERBICH
1974 - 1981: Professeur Bachir LAZRAK
1981 - 1989: Professeur Taieb CHKILI
1989 - 1997: Professeur Mohamed Tahar ALAOUI
1997 - 2003: Professeur Abdelmajid BELMAHI
2003 - 2013: Professeur Najia HAJJAJ - HASSOUNI

ADMINISTRATION :

Doyen :
Professeur Mohamed ADNAOUI

Vice-Doyen chargé des Affaires Académiques et étudiantes
Professeur Brahim LEKEHAL

Vice-Doyen chargé de la Recherche et de la Coopération
Professeur Taoufiq DAKKA

Vice-Doyen chargé des Affaires Spécifiques à la Pharmacie
Professeur Younes RAHALI

Secrétaire Général
Mr. Mohamed KARRA

**Enseignant militaire*

1 - ENSEIGNANTS-CHERCHEURS MEDECINS ET PHARMACIENS

PROFESSEURS DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR :

D écembre 1984

Pr. MAAOUNI Abdelaziz
Pr. MAAZOUZI Ahmed Wajdi
Pr. SETTAF Abdellatif

M édecine Interne - [Clinique Royale](#)
Anesth ésie -R éanimation
Pathologie Chirurgicale

D écembre 1989

Pr. ADNAOUI Mohamed
Pr. OUAZZANI Ta ãi Mohamed R éda

M édecine Interne - [Doyen de la EMPR](#)
Neurologie

Janvier et Novembre 1990

Pr. KHARBACH A ãha
Pr. TAZI Saoud Anas

Gyn écologie -Obst érique
Anesth ésie R éanimation

F évrier Avril Juillet et D écembre 1991

Pr. AZZOUZI Abderrahim
Pr. BAYAHIA Rab áa
Pr. BELKOUCHI Abdelkader
Pr. BENSOUDA Yahia
Pr. BERRAHO Amina
Pr. BEZAD Rachid
Pr. CHERRAH Yahia
Pr. CHOKAIRI Omar
Pr. KHATTAB Mohamed
Pr. SOULAYMANI Rachida
Pr. TAOUFIK Jamal

Anesth ésie R éanimation
N éphrologie
Chirurgie G énérale
Pharmacie gal énique
Ophtalmologie
Gyn écologie Obst érique M éd. [Chef Maternit édes Orangers](#)
Pharmacologie
Histologie Embryologie
P édiatrie
Pharmacologie- [Dir. du Centre National PV Rabat](#)
Chimie th érapeutique

D écembre 1992

Pr. AHALLAT Mohamed
Pr. BENSOUDA Adil
Pr. CHAHED OUAZZANI Laaziza
Pr. CHRAIBI Chafiq
Pr. EL OUAHABI Abdessamad
Pr. FELLAT Rokaya
Pr. JIDDANE Mohamed
Pr. ZOUHDI Mimoun

Chirurgie G énérale [Doyen de FMPT](#)
Anesth ésie R éanimation
Gastro-Ent érologie
Gyn écologie Obst érique
Neurochirurgie
Cardiologie
Anatomie
Microbiologie

Mars 1994

Pr. BENJAAFAR Noureddine
Pr. BEN RAIS Nozha
Pr. CAOUI Malika
Pr. CHRAIBI Abdelmjid
Pr. EL AMRANI Sabah
Pr. ERROUGANI Abdelkader
Pr. ESSAKALI Malika
Pr. ETTAYEBI Fouad
Pr. IFRINE Lahssan
Pr. RHRAB Brahim
Pr. SENOUCI Karima

Radioth érapie
Biophysique
Biophysique
Endocrinologie et Maladies M étaboliques [Doyen de la EMPA](#)
Gyn écologie Obst érique
Chirurgie G énérale - [Directeur du CHIS](#)
Immunologie
Chirurgie P édiatrique
Chirurgie G énérale
Gyn écologie -Obst érique
Dermatologie

**Enseignant militaire*

Mars 1994

Pr. ABBAR Mohamed*
Pr. BENTAHILA Abdelali
Pr. BERRADA Mohamed Saleh
Pr. CHERKAOUI Lalla Ouafae
Pr. LAKHDAR Amina
Pr. MOUANE Nezha

Urologie [Inspecteur du SSM](#)
Pédiatrie
Traumatologie – Orthopédie
Ophtalmologie
Gynécologie Obstétrique
Pédiatrie

Mars 1995

Pr. ABOUQUAL Redouane
Pr. AMRAOUI Mohamed
Pr. BAIDADA Abdelaziz
Pr. BARGACH Samir
Pr. EL MESNAOUI Abbas
Pr. ESSAKALI HOUSSYNI Leila
Pr. IBEN ATTYA ANDALOUSSI Ahmed
Pr. OUAZZANI CHAHDI Bahia
Pr. SEFIANI Abdelaziz
Pr. ZEGGWAGH Amine Ali

Réanimation Médicale
Chirurgie Générale
Gynécologie Obstétrique
Gynécologie Obstétrique
Chirurgie Générale
Oto-Rhino-Laryngologie
Urologie
Ophtalmologie
Généraliste
Réanimation Médicale

Décembre 1996

Pr. BELKACEM Rachid
Pr. BOULANOVAR Abdelkrim
Pr. EL ALAMI EL FARICHA EL Hassan
Pr. GAOUZI Ahmed
Pr. OUZEDDOUN Naima
Pr. ZBIR EL Mehdi*

Chirurgie Pédiatrique
Ophtalmologie
Chirurgie Générale
Pédiatrie
Néphrologie
Cardiologie [Directeur HMI Mohammed V](#)

Novembre 1997

Pr. ALAMI Mohamed Hassan
Pr. BIROUK Nazha
Pr. FELLAT Nadia
Pr. KADDOURI Nouredine
Pr. KOUTANI Abdellatif
Pr. LAHLOU Mohamed Khalid
Pr. MAHRAOUI CHAFIQ
Pr. TOUFIQ Jallal
Pr. YOUSFI MALKI Mounia

Gynécologie-Obstétrique
Neurologie
Cardiologie
Chirurgie Pédiatrique
Urologie
Chirurgie Générale
Pédiatrie
Psychiatrie [Directeur Hôp. Ar-razi Salé](#)
Gynécologie Obstétrique

Novembre 1998

Pr. BENOMAR ALI
Pr. BOUGTAB Abdesslam
Pr. ER RIHANI Hassan
Pr. BENKIRANE Majid*

Neurologie Doyen de la FMP Abulcassis
Chirurgie Générale
Oncologie Médicale
Hématologie

Janvier 2000

Pr. ABID Ahmed*
Pr. AIT OUAMAR Hassan
Pr. BENJELLOUN Dakhama Badr Sououd
Pr. BOURKADI Jamal-Eddine
Pr. CHARIF CHEFCHAOUNI Al Montacer
Pr. ECHARRAB El Mahjoub
Pr. EL FTOUH Mustapha
Pr. EL MOSTARCHID Brahim*
Pr. TACHINANTE Rajae
Pr. TAZI MEZALEK Zoubida

Pneumo-phtisiologie
Pédiatrie
Pédiatrie
Pneumo-phtisiologie
Chirurgie Générale
Chirurgie Générale
Pneumo-phtisiologie
Neurochirurgie
Anesthésie-Réanimation
Médecine Interne

**Enseignant militaire*

Novembre 2000

Pr. AIDI Saadia
Pr. AJANA Fatima Zohra
Pr. BENAMR Said
Pr. CHERTI Mohammed
Pr. ECH-CHERIF EL KETTANI Selma
Pr. EL HASSANI Amine
Pr. EL KHADER Khalid
Pr. GHARBI Mohamed El Hassan
Pr. MDAGHRI ALAOUI Asmae

Neurologie
Gastro-Entérologie
Chirurgie Générale
Cardiologie
Anesthésie-Réanimation
Pédiatrie - [Directeur Hôp. Cheikh Zaid](#)
Urologie
Endocrinologie et Maladies Métaboliques
Pédiatrie

Décembre 2001

Pr. BALKHI Hicham*
Pr. BENABDELJILIL Maria
Pr. BENAMAR Loubna
Pr. BENAMOR Jouda
Pr. BENELBARHDADI Imane
Pr. BENNANI Rajae
Pr. BENOUACHANE Thami
Pr. BEZZA Ahmed*
Pr. BOUCHIKHI IDRISSE Med Larbi
Pr. BOUMDIN El Hassane*
Pr. CHAT Latifa
Pr. EL HIJRI Ahmed
Pr. EL MAAQILI Moulay Rachid
Pr. EL MADHI Tarik
Pr. EL OUNANI Mohamed
Pr. ETTAIR Said
Pr. GAZZAZ Miloudi*
Pr. HRORA Abdelmalek
Pr. KABIRI EL Hassane*
Pr. LAMRANI Moulay Omar
Pr. LEKEHAL Brahim
Pr. MEDARHRI Jalil
Pr. MIKDAME Mohammed*
Pr. MOHSINE Raouf
Pr. NOUINI Yassine
Pr. SABBAH Farid
Pr. SEFIANI Yasser
Pr. TAOUFIQ BENCHEKROUN Soumia

Anesthésie-Réanimation
Neurologie
Néphrologie
Pneumo-phtisiologie
Gastro-Entérologie
Cardiologie
Pédiatrie
Rhumatologie
Anatomie
Radiologie
Radiologie
Anesthésie-Réanimation
Neuro-Chirurgie
Chirurgie - [Pédiatrique Directeur Hôp. Des Enfants Rabat](#)
Chirurgie Générale
Pédiatrie - [Directeur Hôp. Univ. International \(Cheikh Khalifa\)](#)
Neuro-Chirurgie
Chirurgie Générale [Directeur Hôpital Ibn Sina](#)
Chirurgie Thoracique
Traumatologie Orthopédie
Chirurgie Vasculaire Périphérique [V-D chargé Aff Acad. Est.](#)
Chirurgie Générale
Hématologie Clinique
Chirurgie Générale
Urologie
Chirurgie Générale
Chirurgie Vasculaire Périphérique
Pédiatrie

Décembre 2002

Pr. AMEUR Ahmed *
Pr. AMRI Rachida
Pr. AOURARH Aziz*
Pr. BAMOU Youssef *
Pr. BELMEJDOUB Ghizlene*
Pr. BENZEKRI Laila
Pr. BENZZOUBEIR Nadia
Pr. BERNOUSSI Zakiya
Pr. CHOHO Abdelkrim *
Pr. CHKIRATE Bouchra
Pr. EL ALAMI EL Fellous Sidi Zouhair
Pr. FILALI ADIB Abdelhai

Urologie
Cardiologie
Gastro-Entérologie
Biochimie-Chimie
Endocrinologie et Maladies Métaboliques
Dermatologie
Gastro-Entérologie
Anatomie Pathologique
Chirurgie Générale
Pédiatrie
Chirurgie Pédiatrique
Gynécologie Obstétrique

**Enseignant militaire*

Pr. HAJJI Zakia
Pr. KRIOUILE Yamina
Pr. OUJILAL Abdelilah
Pr. RAISS Mohamed
Pr. SIAH Samir *
Pr. THIMOU Amal
Pr. ZENTAR Aziz*

Ophtalmologie
Pédiatrie
Oto-Rhino-Laryngologie
Chirurgie Générale
Anesthésie Réanimation
Pédiatrie
Chirurgie Générale

Janvier 2004

Pr. ABDELLAH El Hassan
Pr. AMRANI Mariam
Pr. BENBOUZID Mohammed Anas
Pr. BENKIRANE Ahmed*
Pr. BOULAADAS Malik
Pr. BOURAZZA Ahmed*
Pr. CHAGAR Belkacem*
Pr. CHERRADI Nadia
Pr. EL FENNI Jamal*
Pr. EL HANCHI ZAKI
Pr. EL KHORASSANI Mohamed
Pr. HACHI Hafid
Pr. JABOUIRIK Fatima
Pr. KHARMAZ Mohamed
Pr. MOUGHIL Said
Pr. OUBAAZ Abdelbarre *
Pr. TARIB Abdelilah*
Pr. TIJAMI Fouad
Pr. ZARZUR Jamila

Ophtalmologie
Anatomie Pathologique
Oto-Rhino-Laryngologie
Gastro-Entérologie
Stomatologie et Chirurgie Maxillo-faciale
Neurologie
Traumatologie Orthopédie
Anatomie Pathologique
Radiologie
Gynécologie Obstétrique
Pédiatrie
Chirurgie Générale
Pédiatrie
Traumatologie Orthopédie
Chirurgie Cardio-Vasculaire
Ophtalmologie
Pharmacie Clinique
Chirurgie Générale
Cardiologie

Janvier 2005

Pr. ABBASSI Abdellah
Pr. AL KANDRY Sif Eddine*
Pr. ALLALI Fadoua
Pr. AMAZOUZI Abdellah
Pr. BAHIRI Rachid
Pr. BARKAT Amina
Pr. BENYASS Aatif*
Pr. DOUDOUH Abderrahim*
Pr. HAJJI Leila
Pr. HESSISSEN Leila
Pr. JIDAL Mohamed*
Pr. LAAROUSSI Mohamed
Pr. LYAGOUBI Mohammed
Pr. SBIHI Souad
Pr. ZERAIDI Najia

Chirurgie Réparatrice et Plastique
Chirurgie Générale
Rhumatologie
Ophtalmologie
Rhumatologie **Directeur Hôp. Al Ayachi Salé**
Pédiatrie
Cardiologie
Biophysique
Cardiologie (mise en disponibilité)
Pédiatrie
Radiologie
Chirurgie Cardio-vasculaire
Parasitologie
Histo-Embryologie Cytogénétique
Gynécologie Obstétrique

Avril 2006

Pr. ACHEMLAL Lahsen*
Pr. BELMEKKI Abdelkader*
Pr. BENCHEIKH Razika
Pr. BOUHAFS Mohamed El Amine
Pr. BOULAHYA Abdellatif*
Pr. CHENGUETI ANSARI Anas
Pr. DOGHMI Nawal

Rhumatologie
Hématologie
O.R.L
Chirurgie - Pédiatrique
Chirurgie Cardio – Vasculaire. **Directeur Hôpital Ibn Sina Marr.**
Gynécologie Obstétrique
Cardiologie

**Enseignant militaire*

Pr. FELLAT Ibtissam
Pr. FAROUDY Mamoun
Pr. HARMOUCHE Hicham
Pr. IDRIS LAHLOU Amine*
Pr. JROUNDI Laila
Pr. KARMOUNI Tariq
Pr. KILI Amina
Pr. KISRA Hassan
Pr. KISRA Mounir
Pr. LAATIRIS Abdelkader*
Pr. LMIMOUNI Badreddine*
Pr. MANSOURI Hamid*
Pr. OUANASS Abderrazzak
Pr. SAFI Soumaya*
Pr. SOUALHI Mouna
Pr. TELLAL Saida*
Pr. ZAHRAOUI Rachida

Cardiologie
Anesthésie Réanimation
Médecine Interne
Microbiologie
Radiologie
Urologie
Pédiatrie
Psychiatrie
Chirurgie – Pédiatrique
Pharmacie Galénique
Parasitologie
Radiothérapie
Psychiatrie
Endocrinologie
Pneumo – Phtisiologie
Biochimie
Pneumo – Phtisiologie

Octobre 2007

Pr. ABIDI Khalid
Pr. ACHACHI Leila
Pr. AMHAJJI Larbi *
Pr. AOUI Sarra
Pr. BAITE Abdelouahed *
Pr. BALOUCH Lhousaine *
Pr. BENZIANE Hamid *
Pr. BOUTIMZINE Nourdine
Pr. CHERKAOUI Naoual *
Pr. EL BEKKALI Youssef *
Pr. EL ABSI Mohamed
Pr. EL MOUSSAOUI Rachid
Pr. EL OMARI Fatima
Pr. GHARIB Nouredine
Pr. HADADI Khalid *
Pr. ICHOU Mohamed *
Pr. ISMAILI Nadia
Pr. KEBDANI Tayeb
Pr. LOUZI Lhoussain *
Pr. MADANI Naoufel
Pr. MARC Karima
Pr. MASRAR Azlarab
Pr. OUZZIF Ez zohra *
Pr. SEFFAR Myriame
Pr. SEKHSOKH Yessine *
Pr. SIFAT Hassan *
Pr. TACHFOUTI Samira
Pr. TAJDINE Mohammed Tariq*
Pr. TANANE Mansour *
Pr. TLIGUI Houssain
Pr. TOUATI Zakia

Réanimation médicale
Pneumo phtisiologie
Traumatologie orthopédie
Parasitologie
Anesthésie réanimation
Biochimie-chimie
Pharmacie clinique
Ophtalmologie
Pharmacie galénique
Chirurgie cardio-vasculaire
Chirurgie générale
Anesthésie réanimation
Psychiatrie
Chirurgie plastique et réparatrice
Radiothérapie
Oncologie médicale
Dermatologie
Radiothérapie
Microbiologie
Réanimation médicale
Pneumo phtisiologie
Hématologie biologique
Biochimie-chimie
Microbiologie
Microbiologie
Radiothérapie
Ophtalmologie
Chirurgie générale
Traumatologie-orthopédie
Parasitologie
Cardiologie

Mars 2009

Pr. ABOUZAHIR Ali *
Pr. AGADR Aomar *
Pr. AIT ALI Abdelmounaim *
Pr. AKHADDAR Ali *

Médecine interne
Pédiatrie
Chirurgie Générale
Neuro-chirurgie

**Enseignant militaire*

Pr. ALLALI Nazik
Pr. AMINE Bouchra
Pr. ARKHA Yassir
Pr. BELYAMANI Lahcen *
Pr. BJIJOU Younes
Pr. BOUHSAIN Sanae *
Pr. BOUI Mohammed *
Pr. BOUNAIM Ahmed *
Pr. BOUSSOUGA Mostapha *
Pr. CHTATA Hassan Toufik *
Pr. DOGHMI Kamal *
Pr. EL MALKI Hadj Omar
Pr. EL OUENNASS Mostapha*
Pr. ENNIBI Khalid *
Pr. FATHI Khalid
Pr. HASSIKOU Hasna *
Pr. KABBAJ Nawal
Pr. KABIRI Meryem
Pr. KARBOUBI Lamya
Pr. LAMSAOURI Jamal *
Pr. MARMADÉ Lahcen
Pr. MESKINI Toufik
Pr. MESSAOUDI Nezhia *
Pr. MSSROURI Rahal
Pr. NASSAR Ittimade
Pr. OUKERRAJ Latifa
Pr. RHORFI Ismail Abderrahmani *

Octobre 2010

Pr. ALILOU Mustapha
Pr. AMEZIANE Taoufik*
Pr. BELAGUID Abdelaziz
Pr. CHADLI Mariama*
Pr. CHEMSI Mohamed*
Pr. DAMI Abdellah*
Pr. DARBI Abdellatif*
Pr. DENDANE Mohammed Anouar
Pr. EL HAFIDI Naima
Pr. EL KHARRAS Abdennasser*
Pr. EL MAZOUZ Samir
Pr. EL SAYEGH Hachem
Pr. ERRABIH Ikram
Pr. LAMALMI Najat
Pr. MOSADIK Ahlam
Pr. MOUJAHID Mountassir*
Pr. ZOUAIDIA Fouad

Decembre 2010

Pr. ZNATI Kaoutar

Mai 2012

Pr. AMRANI Abdelouahed
Pr. ABOUELALAA Khalil *
Pr. BENCHEBBA Driss *

Radiologie
Rhumatologie
Neuro-chirurgie **Directeur Hôp. des Spécialités**
Anesthésie Réanimation
Anatomie
Biochimie-chimie
Dermatologie
Chirurgie Générale
Traumatologie-orthopédie
Chirurgie Vasculaire Périphérique
Hématologie clinique
Chirurgie Générale
Microbiologie
Médecine interne
Gynécologie obstétrique
Rhumatologie
Gastro-entérologie
Pédiatrie
Pédiatrie
Chimie Thérapeutique
Chirurgie Cardio-vasculaire
Pédiatrie
Hématologie biologique
Chirurgie Générale
Radiologie
Cardiologie
Pneumo-Phthisiologie

Anesthésie Réanimation
Médecine Interne **Directeur ERSSM**
Physiologie
Microbiologie
Médecine Aéronautique
Biochimie- Chimie
Radiologie
Chirurgie Pédiatrique
Pédiatrie
Radiologie
Chirurgie Plastique et Réparatrice
Urologie
Gastro-Entérologie
Anatomie Pathologique
Anesthésie Réanimation
Chirurgie Générale
Anatomie Pathologique

Anatomie Pathologique

Chirurgie pédiatrique
Anesthésie Réanimation
Traumatologie-orthopédie

**Enseignant militaire*

Pr. DRISSI Mohamed *
Pr. EL ALAOUI MHAMDI Mouna
Pr. EL OUAZZANI Hanane *
Pr. ER-RAJI Mounir
Pr. JAHID Ahmed

Anesthésie Réanimation
Chirurgie Générale
Pneumophtisiologie
Chirurgie Pédiatrique
Anatomie Pathologique

Février 2013

Pr.AHID Samir
Pr.AIT EL CADI Mina
Pr.AMRANI HANCHI Laila
Pr.AMOR Mourad
Pr.AWAB Almahdi
Pr.BELAYACHI Jihane
Pr.BELKHADIR Zakaria Houssain
Pr.BENCHEKROUN Laila
Pr.BENKIRANE Souad
Pr.BENSGHIR Mustapha *
Pr.BENYAHIA Mohammed *
Pr.BOUATIA Mustapha
Pr.BOUABID Ahmed Salim*
Pr.BOUTARBOUCH Mahjouba
Pr.CHAIB Ali *
Pr.DENDANE Tarek
Pr.DINI Nouzha *
Pr.ECH-CHERIF EL KETTANI Mohamed Ali
Pr.ECH-CHERIF EL KETTANI Najwa
Pr.ELFATEMI NIZARE
Pr.EL GUERROUJ Hasnae
Pr.EL HARTI Jaouad
Pr.EL JAOUDI Rachid *
Pr.EL KABABRI Maria
Pr.EL KHANNOUSSI Basma
Pr.EL KHLOUFI Samir
Pr.EL KORAICHI Alae
Pr.EN-NOUALI Hassane *
Pr.ERRGUIG Laila
Pr.FIKRI Meryem
Pr.GHFIR Imade
Pr.IMANE Zineb
Pr.IRAQI Hind
Pr.KABBAJ Hakima
Pr.KADIRI Mohamed *
Pr.LATIB Rachida
Pr.MAAMAR Mouna Fatima Zahra
Pr.MEDDAH Bouchra
Pr.MELHAOUI Adyl
Pr.MRABTI Hind
Pr.NEJJARI Rachid
Pr.OUBEJJA Houda
Pr.OUKABLI Mohamed *
Pr.RAHALI Younes
Pr.RATBI Ilham
Pr.RAHMANI Mounia
Pr.REDA Karim *

Pharmacologie
Toxicologie
Gastro-Entérologie
Anesthésie-Réanimation
Anesthésie-Réanimation
Réanimation Médicale
Anesthésie-Réanimation
Biochimie-Chimie
Hématologie
Anesthésie Réanimation
Néphrologie
Chimie Analytique et Bromatologie
Traumatologie orthopédie
Anatomie
Cardiologie
Réanimation Médicale
Pédiatrie
Anesthésie Réanimation
Radiologie
Neuro-chirurgie
Médecine Nucléaire
Chimie Thérapeutique
Toxicologie
Pédiatrie
Anatomie Pathologique
Anatomie
Anesthésie Réanimation
Radiologie
Physiologie
Radiologie
Médecine Nucléaire
Pédiatrie
Endocrinologie et maladies métaboliques
Microbiologie
Psychiatrie
Radiologie
Médecine Interne
Pharmacologie
Neuro-chirurgie
Oncologie Médicale
Pharmacognosie
Chirurgie Pédiatrique
Anatomie Pathologique
Pharmacie Galénique **Vice-Doyen à la Pharmacie**
Généraliste
Neurologie
Ophtalmologie

**Enseignant militaire*

Pr.REGRAGUI Wafa
Pr.RKAIN Hanan
Pr.ROSTOM Samira
Pr.ROUAS Lamiaa
Pr.ROUIBAA Fedoua *
Pr SALIHOUN Mouna
Pr.SAYAH Rochde
Pr.SEDDIK Hassan *
Pr.ZERHOUNI Hicham
Pr.ZINE Ali *

Neurologie
Physiologie
Rhumatologie
Anatomie Pathologique
Gastro-Entérologie
Gastro-Entérologie
Chirurgie Cardio-Vasculaire
Gastro-Entérologie
Chirurgie Pédiatrique
Traumatologie Orthopédie

Avril 2013

Pr.EL KHATIB MOHAMED KARIM *

Stomatologie et Chirurgie Maxillo-faciale

Mai 2013

Pr. BOUSLIMAN Yassir*

Toxicologie

Mars 2014

Pr. ACHIR Abdellah
Pr.BENCHAKROUN Mohammed *
Pr.BOUCHIKH Mohammed
Pr. EL KABBAJ Driss *
Pr. EL MACHTANI IDRISSE Samira *
Pr. HARDIZI Houyam
Pr. HASSANI Amale *
Pr. HERRAK Laila
Pr. JEAIDI Anass *
Pr. KOUACH Jaouad*
Pr. MAKRAM Sanaa *
Pr. RHISSASSI Mohamed Jaafar
Pr. SEKKACH Youssef*
Pr. TAZI MOUKHA Zakia

Chirurgie Thoracique
Traumatologie- Orthopédie
Chirurgie Thoracique
Néphrologie
Biochimie-Chimie
Histologie- Embryologie-Cytogénétique
Pédiatrie
Pneumologie
Hématologie Biologique
Gynécologie-Obstétrique
Pharmacologie
CCV
Médecine Interne
Gynécologie-Obstétrique

Décembre 2014

Pr. ABILKACEM Rachid*
Pr. AIT BOUGHIMA Fadila
Pr. BEKKALI Hicham *
Pr. BENAZZOU Salma
Pr. BOUABDELLAH Mounya
Pr. BOUCHRIK Mourad*
Pr. DERRAJI Soufiane*
Pr. EL AYOUBI EL IDRISSE Ali
Pr. EL GHADBANE Abdedaim Hatim*
Pr. EL MARJANY Mohammed*
Pr. FEJJAL Nawfal
Pr. JAHIDI Mohamed*
Pr. LAKHAL Zouhair*
Pr. OUDGHIRI NEZHA
Pr. RAMI Mohamed
Pr. SABIR Maria
Pr. SBAI IDRISSE Karim*

Pédiatrie
Médecine Légale
Anesthésie-Réanimation
Chirurgie Maxillo-Faciale
Biochimie-Chimie
Parasitologie
Pharmacie Clinique
Anatomie
Anesthésie-Réanimation
Radiothérapie
Chirurgie Réparatrice et Plastique
O.R.L
Cardiologie
Anesthésie-Réanimation
Chirurgie Pédiatrique
Psychiatrie
Médecine préventive, santé publique et Hyg.

Aout 2015

Pr. MEZIANE Meryem
Pr. TAHIRI Latifa

Dermatologie
Rhumatologie

**Enseignant militaire*

PROFESSEURS AGREGES :

Janvier 2016

Pr. BENKABBOU Amine
Pr. EL ASRI Fouad*
Pr. ERRAMI Nouredine*
Pr. NITASSI Sophia

Chirurgie G énérale
Ophtalmologie
O.R.L
O.R.L

Juin 2017

Pr. ABI Rachid*
Pr. ASFALOU Ilyasse*
Pr. BOUAITI EL Arbi*
Pr. BOUTAYEB Saber
Pr. EL GHISSASSI Ibrahim
Pr. HAFIDI Jawad
Pr. MAJBAR Mohammed Anas
Pr. OURAINI Saloua*
Pr. RAZINE Rachid
Pr. SOUADKA Amine
Pr. ZRARA Abdelhamid*

Microbiologie
Cardiologie
M édecine préventive, santé publique et Hyg.
Oncologie Médicale
Oncologie Médicale
Anatomie
Chirurgie G énérale
O.R.L
M édecine préventive, santé publique et Hyg.
Chirurgie G énérale
Immunologie

Mai 2018

Pr. AMMOURI Wafa
Pr. BENTALHA Aziza
Pr. EL AHMADI Brahim
Pr. EL HARRECH Youness*
Pr. EL KACEMI Hanan
Pr. EL MAJJAOUI Sanaa
Pr. FATIHI Jamal*
Pr. GHANNAM Abdel-Ilah
Pr. JROUNDI Imane
Pr. MOATASSIM BILLAH Nabil
Pr. TADILI Sidi Jawad
Pr. TANZ Rachid*

M édecine interne
Anesthésie-R éanimation
Anesthésie-R éanimation
Urologie
Radiothérapie
Radiothérapie
M édecine Interne
Anesthésie-R éanimation
M édecine préventive, santé publique et Hyg.
Radiologie
Anesthésie-R éanimation
Oncologie Médicale

Novembre 2018

Pr. AMELLAL Mina
Pr. SOULY Karim
Pr. TAHRI Rajae

Anatomie
Microbiologie
Histologie-Embryologie-Cytog énétiq ue

Novembre 2019

Pr. AATIF Taoufiq*
Pr. ACHBOUK Abdelhafid *
Pr. ANDALOUSSI SAGHIR Khalid
Pr. BABA HABIB Moulay Abdellah*
Pr. BASSIR RIDA ALLAH
Pr. BOUATTAR TARIK
Pr. BOUFETTAL MONSEF
Pr. BOUCHENTOUF Sidi Mohammed *
Pr. BOUZELMAT HICHAM *
Pr. BOUKHRIS JALAL *
Pr. CHAFRY BOUCHAIB *
Pr. CHAHDI HAFSA*
Pr. CHERIF EL ASRI ABAD *
Pr. DAMIRI AMAL *

N éphrologie
Chirurgie réparatrice et plastique
Radiothérapie
Gyn écologie-Obst étrique
Anatomie
N éphrologie
Anatomie
Chirurgie-G énérale
Cardiologie
Traumatologie-Orthop édie
Traumatologie-Orthop édie
Anatomie pathologique
Neuro-chirurgie
Anatomie Pathologique

**Enseignant militaire*

Pr. DOGHMI NAWFAL *	Anesthésie-Réanimation
Pr. ELALAOUI SIDI-YASSIR	Pharmacie-Galénique
Pr. EL ANNAZ HICHAM*	Virologie
Pr. EL HASSANI MOULAY EL MEHDI*	Gynécologie-Obstétrique
Pr. EL HJOUJI ABDERRAHMAN *	Chirurgie Générale
Pr. EL KAOUI HAKIM *	Chirurgie Générale
Pr. EL WALI ABDERRAHMAN*	Anesthésie-Réanimation
Pr. EN-NAFAA ISSAM *	Radiologie
Pr. HAMAMA JALAL *	Stomatologie et Chirurgie Maxillo-faciale
Pr. HEMMAOUI BOUCHAIB*	O.R.L
Pr. HJIRA NAOUFAL *	Dermatologie
Pr. JIRA MOHAMED *	Médecine interne
Pr. JNIENE ASMAA	Physiologie
Pr. LARAQUI HICHAM *	Chirurgie-Générale
Pr. MAHFOUD TARIK *	Oncologie Médicale
Pr. MEZIANE MOHAMMED *	Anesthésie-Réanimation
Pr. MOUTAKI ALLAH YOUNES *	Chirurgie Cardio-Vasculaire
Pr. MOUZARI YASSINE *	Ophtalmologie
Pr. NAOUI HAFIDA *	Parasitologie-Mycologie
Pr. OBTEL MAJDOULINE	Médecine préventive, santé publique et Hyg.
Pr. OURRAI ABDELHAKIM *	Pédiatrie
Pr. SAOUAB RACHIDA *	Radiologie
Pr. SBITTI YASSIR *	Oncologie Médicale
Pr. ZADDOUG OMAR*	Traumatologie-Orthopédie
Pr. ZIDOUH SAAD *	Anesthésie-Réanimation

**Enseignant militaire*

2 - ENSEIGNANTS-CHERCHEURS SCIENTIFIQUE

PROFESSEURS DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR :

Pr. ABOUDRAR Saadia	Physiologie
Pr. ALAMI OUHABI Naima	Biochimie-chimie
Pr. ALAOUI KATIM	Pharmacologie
Pr. ALAOUI SLIMANI Lalla Naïma	Histologie-Embryologie
Pr. ANSAR M'hammed	Chimie Organique et Pharmacie Chimique
Pr. BARKIYOU Malika	Histologie-Embryologie
Pr. BOUHOUCHE Ahmed	Généraliste Humaine
Pr. BOUKLOUZE Abdelaziz	Applications Pharmaceutiques
Pr. DAKKA Taoufiq	Physiologie <u>Vice-Doyen chargé de la Rech. et de la Coop.</u>
Pr. FAOUZI Moulay El Abbas	Pharmacologie
Pr. IBRAHIMI Azeddine	Biologie moléculaire/Biotechnologie
Pr. OULAD BOUYAHYA IDRISSE Med	Chimie Organique
Pr. RIDHA Ahlam	Chimie
Pr. TOUATI Driss	Pharmacognosie
Pr. ZAHIDI Ahmed	Pharmacologie

PROFESSEURS HABILITES :

Pr. BENZEID Hanane	Chimie
Pr. CHAHED OUZZANI Lalla Chadia	Biochimie-chimie
Pr. DOUKKALI Anass	Chimie Analytique
Pr. EL JASTIMI Jamila	Chimie
Pr. KHANFRI Jamal Eddine	Histologie-Embryologie
Pr. LYAHYAI Jaber	Généraliste
Pr. OUADGHIRI Mouna	Microbiologie et Biologie
Pr. RAMLI Youssef	Chimie
Pr. SERRAGUI Samira	Pharmacologie
Pr. TAZI Ahnini	Généraliste
Pr. YAGOUBI Maamar	Eau, Environnement

Mise à jour le 09/04/2021

KHALED Abdellah

Chef du Service des Ressources Humaines

FMPR

**Enseignant militaire*



Dédicaces



Avant tout, je remercie



*Allah ainsi qu'à son prophète Mohamed, paix
et salut sur lui.*

Tout puissant Zui m'a inspiré...

Zui m'a guidé dans le bon chemin...

Je vous dois ce que je suis devenue...

Louanges et remerciements pour votre

Clémence et miséricorde

A ma très chère mère Fouzia MAFTOUH

Aucun hommage chère maman, ne pourrait exprimer la grandeur de mes sentiments envers vous, vos sacrifices incalculables et votre affection firent pour moi un soutien précieux.

Depuis mes premiers moments dans ce monde, vous m'avez comblé d'amour et de tendresse, ta prière et ta bénédiction m'ont été d'une grande aide pour achever mes études.

J'ai traversé des moments si difficiles. Et pendant tous ces moments, vous étiez à mes côtés pour me réconforter et m'aider à les surmonter.

Durant toutes ces années vous m'avez assisté et soutenu avec à chaque fois une attention renouvelée.

Que Dieu, tout puissant vous procure une longue vie et vous comble de santé et de bonheur.

A mon très cher père Ahmed LAHSINI

Toute l'encre du monde ne suffira pour éprouver mes sentiments envers un être très cher.

Vous avez toujours été mon modèle de patience, de confiance et surtout d'espoir.

Vous êtes et vous demeurez pour moi l'exemple à suivre, l'éclat qui éclaire et anime ma voie.

Ce travail est le fruit du dévouement que vous avez manifesté de l'encouragement et le soutien que vous ne cessez de faire preuve.

Je prie Dieu, tout puissant, de vous donner bonne santé, longue vie et plein de bonheur.

A ma douce tata Assia

Tu es et tu resteras à jamais ma source d'inspiration, une femme que j'ai tellement adoré depuis mon enfance et je ne cesse de le faire. Tu es pour moi ma deuxième maman et mon amie. Que ce travail puisse être un testament de mon amour pour toi très chère tante.

A mon cher frère Souhayl

Les lignes suivantes, ne peuvent traduire tout l'amour que je te porte. Ton précieux soutien ainsi que ton encouragement tout au long de ces longues années d'étude, ont été pour moi une raison de persistance. J'ai toujours trouvé en toi le conseil du frère comme le soutien de l'ami. Puisse ce travail être l'expression de mon égard envers toi. Que Dieu te protège, te procure santé et plein de succès et de bonheur dans ta vie.

A ma meilleure amie Mariyam

Aucune dédicace ne peut exprimer ma gratitude de t'avoir eu dans ma vie tout ce temps comme meilleure amie, je t'estime beaucoup.

Tu comptes énormément pour moi, tu sais comme personne me remonter le moral quand je ne vais pas bien, je n'oublierais jamais tes encouragements et ton support le long de ce chemin.

Et tu sais surtout me reconforter et m'accompagner dans toutes les étapes de ma vie.

Je te souhaite plein de succès, de prospérité et une vie remplie de joie et de bonheur.

A mes chers amis

Oussama, Lamiaa et Hanae votre soutien infailible m'est toujours une source de motivation et d'inspiration, je ne saurais vous remercier assez.

Ainsi que Abderrahmane, Amal, Fatima Zohra, Othmane, Oumaima et Rihab en souvenir des beaux moments passés ensemble durant ce Coursus.

Avec mes sincères souhaits de réussite, joie, santé et de prospérité



Remerciements



A notre maître et président de thèse
Monsieur le Professeur Noureddine ERRAMI
Professeur d'enseignement supérieur d'ORL

C'est un honneur et un privilège le fait que vous acceptiez de présider le jury de cette thèse et de juger et poser un regard d'expert sur ce modeste travail.

Vous avez consacré une partie de votre temps précieux malgré vos diverses obligations pour la réalisation de ce travail, et vos conseils et remarques m'ont été d'une aide inestimable. Et je vous en suis infiniment reconnaissant.

A notre maître et rapporteur de thèse

Monsieur le Professeur Fouad BENARIBA

**Professeur d'enseignement supérieur d'ORL et chef de service d'ORL
à l'hôpital militaire d'instruction Mohammed V**

En dépit de votre emploi du temps chargé et le peu de temps dont vous disposez. Vous avez tout de même accepté d'encadrer cette thèse. Je vous en suis extrêmement reconnaissante.

Je vous remercie énormément pour votre dévouement, et j'espère être à la hauteur de votre confiance ainsi que de vos attentes.

Permettez-moi, cher Professeur, de vous exprimer mon respect et ma gratitude les plus distingués.

A notre maître et juge

Monsieur le Professeur Mohamed ZALAGH

Professeur d'enseignement supérieur d'ORL

Je vous exprime cher professeur toute ma reconnaissance pour avoir bien voulu accepter d'être un membre du jury de ce mémoire.

Par le biais de ce travail j'espère susciter vos remarques pertinentes, qui me sont d'une aide précieuse dans le développement de ce travail, ainsi que votre approbation.

A notre maître et juge

Monsieur le Professeur Ali EL AYOUBI

Professeur d'enseignement supérieur d'Anatomie

*Permettez-moi cher professeur de vous exprimer mes plus sincères
remerciements pour avoir bien voulu juger ce travail.*

*Par le biais de ce travail j'espère susciter vos remarques pertinentes, qui
me sont d'une aide précieuse dans le développement de ce travail, ainsi
que votre approbation.*

A notre maître et juge

Madame la Professeure Saloua OURAINI

Professeur agrégé d'ORL

*Veillez accepter chère professeure l'expression de mes vifs remerciements
pour avoir voulu juger ce travail.*

*Par le biais de ce travail j'espère susciter vos remarques pertinentes, qui
me sont d'une aide précieuse dans le développement de ce travail, ainsi
que votre approbation.*

Au Docteur Monsieur Marouane BALOUKI
Médecin résident au service ORL
à l'hôpital militaire d'instruction Mohammed V

*Je vous remercie docteur pour votre apport à ce travail ainsi que le temps,
l'écoute et la bienveillance que vous m'avez consacré malgré votre
programme chargé*

A Monsieur Mohamed Amine BENABDALLAH

Audioprothésiste à WIDEX MAROC

Mes sincères remerciements et ma gratitude vont également à Monsieur BENABDALLAH, vous m'avez ouvert les portes des structures dont vous aviez la responsabilité et vous avez tout mis à ma disposition pour me permettre de travailler dans les meilleures conditions.

Les supports que vous m'avez procurés aussi que vos remarques m'ont été d'une aide primordiale pour l'accomplissement de ce travail.

Je vous serai éternellement reconnaissante de votre hospitalité et de vos conseils très professionnels.



Liste des abr éviations



Abréviations

A	: Amplitude
C	: C é d é r i t é
CAE	: Conduit auditif externe
CCE	: Cellule cili éexterne
CCI	: Cellule cili éinterne
CIC	: Completely in the canal
dB	: D é c i b e l
F	: Fr é q u e n c e
Hz	: Hertz
ITC	: In the canal
ITE	: In the ear
MAE	: Meat acoustique externe
OE	: Oreille externe
OEA	: Oto- émissions acoustique
OI	: Oreille interne
OM	: Oreille moyenne
PAC	: Proth è s e a u d i t i v e c o n v e n t i o n n e l l e
PEA	: Potentiels é v o q u é s a u d i t i f
RIC	: Receiver in canal
RITE	: Receiver in the ear



Liste des illustrations



Liste des figures

Figure 1: Anatomie d'oreille	4
Figure 2: Projection du pavillon de l'oreille droite sur le squelette crânio- facial (Vue latérale).....	5
Figure 3 : La face latérale du pavillon droit.....	6
Figure 4: A. coupe transversale du MAE. B. coupe coronale du MAE.	8
Figure 5: A. Réseau artériel du pavillon de l'oreille , vue latérale. B. Réseau artériel du pavillon , vue postérieure.	10
Figure 6 : La Vascularisation veineuse de l'oreille externe.	11
Figure 7: Paroi latérale de la caisse du tympan de l'oreille gauche.	12
Figure 8: La paroi médiale de la caisse du tympan	13
Figure 9: Paroi carotidienne de la caisse du tympan.	14
Figure 10: Paroi mastoïdienne ou postérieure de la caisse du tympan.	15
Figure 11: Articulations des osselets, muscles et ligaments	17
Figure 12: Vue schématique de la trompe auditive.....	18
Figure 13: Vascularisation de l'oreille moyenne.	20
Figure 14: La situation générale de l'oreille interne	21
Figure 15: Le labyrinthe osseux droit (capsule otique)	23
Figure 16: Le labyrinthe membraneux droit avec ses nerfs.	24
Figure 17: Coupe à travers une spire de la cochlée.....	26
Figure 18: Organe de Corti	26
Figure 19: Système artériel de l'oreille interne	28
Figure 20: Le nerf cochléovestibulaire.	29
Figure 21: Représentation schématique d'une onde sonore	31
Figure 22: Les fréquences audibles par l'homme.	32

Figure 23: Représentation de la longueur d'onde.	34
Figure 24: Modification de la pression acoustique induite par le volume corporel et l'OE chez l'homme en fonction de la fréquence du son incident ainsi que de son azimut.....	35
Figure 25: Amplification apportée par l'OE chez l'homme pour un azimut 45 degrés en fonction de la F du son incident (T : total, 1 : pavillon, 2 : mét acoustique externe et membrane tympanique).....	36
Figure 26: Le mécanisme d'amplification de la pression de l'OM.	37
Figure 27: Amplitude des déplacements de la membrane basilaire en fonction de la fréquence de l'onde sonore.	39
Figure 28: Otoscopie normale	43
Figure 29: Test de Weber	45
Figure 30: Test de Rinne	46
Figure 31: la triade acoustique	47
Figure 32: Patient dans une cabine insonorisée	48
Figure 33: Différents résultats de l'audiogramme	49
Figure 34: Résultats d'audiométrie vocale	51
Figure 35: sonde d'impédancemétrie	52
Figure 36: type de tympanogramme.	53
Figure 37: enregistrement des réflexes stapédien	55
Figure 38: Enregistrement des potentiels évoqués auditifs	57
Figure 39: Ondes du PEA et les structures impliquées correspondantes	58
Figure 40: Exemple de PEAP enregistrés pour différentes intensités	59
Figure 41: Oto-émissions acoustiques	61
Figure 42: Courbe OEAP (en réponse à un clic)	62
Figure 43: examen TDM de l'oreille	63
Figure 44: examen IRM de l'oreille	63

Figure 45: Représentation de l'Ellipsis Otica	66
Figure 46: Représentation du fauteuil de Duguet	67
Figure 47: représentation de l'audiophone de Rhodes	67
Figure 48: Représentation d'un microphone à grenaille de charbon.....	68
Figure 49: Représentation d'un appareil à tube	69
Figure 50: Photo du ResoundAir	71
Figure 51: Placement du Vibe	72
Figure 52: Schématisation des systèmes CROS et Bi-CROS(55).....	75
Figure 53: Traitement analogique de son.	77
Figure 54: schématisation du traitement numérique de son.	77
Figure 55: Traitement numérique de son.	78
Figure 56: Représentation d'effet Larsen.....	80
Figure 57: principe de l'anti-larsen par opposition de phase	81
Figure 58: Schéma d'une coupe d'un écouteur D.....	83
Figure 59: Position, apparence et forme d'embout pour 6 modèles d'aides auditives (3 intra-auriculaires à gauche et trois contours d'oreille à droite).....	84
Figure 60: les composants de PAC.....	87
Figure 61: Représentation de l'effet de l'évent dû à l'occlusion	90
Figure 62: Représentation d'intra conque	91
Figure 63: Représentation d'intra conduit	92
Figure 64: prothèse auditive intra-profond	93
Figure 65: photo d'un contour d'oreille	95
Figure 66: exemple d'un questionnaire que l'audioprothésiste va remplir lors d'anamnèse	101
Figure 67: Représentation du champ auditif normal comparé à un champ auditif pathologique	104
Figure 68: exemple de tuyau 0,9 et 1,4	107

Figure 69: différents types d'aides auditive à écouteur d'éporté	108
Figure 70: certains types d'embout immédiat	109
Figure 71: certains exemples de types d'embouts personnalisés	109
Figure 72: une empreinte d'oreille.	110
Figure 73: un bloc coton.....	111
Figure 74: stylo lumineux.....	111
Figure 75: la pâte et son catalyseur	112
Figure 76: La seringue d'injection de pâte	112
Figure 77: Courbe auditif représentant le niveau de gain pour la voix forte, normal et faible.....	115
Figure 78: exemple de compression de l'intensité	116
Figure 79: exemple de transposition des fréquences supérieures à 4000 Hz	117
Figure 80: 3 courbes de réponses du même appareil auditif, réglé chez le même patient avec 3 méthodes différentes	118
Figure 81: un exemple de rapport que l'audioprothésiste va remplir pour l'envoyer à l'ORL	120
Figure 82: Lunette auditive	121
Figure 83: prothèse auditive BAHA	123
Figure 84: implant d'oreille moyenne	125
Figure 85: implant cochléaire	126
Figure 86: Résultat de l'essai d'une prothèse auditive.....	128
Figure 87: Utilisation de la prothèse auditive.	129

Liste des tableaux

Tableau 1: Tableau comparatif : intra conduit et intra conque	94
Tableau 2: Influence du port de la prothèse auditive sur certains items de la vie courante	130
Tableau 3: Évaluation de la satisfaction dans 4 situations de la vie courante	130



Sommaire



Introduction	1
I Anatomie	4
1 L'oreille externe.....	5
1.1. Anatomie du pavillon (auricule):.....	5
1.1.1 Situation :.....	5
1.1.2. La forme du pavillon	6
1.1.1.1 Face latérale.....	6
1.1.1.2 . La face médiale	7
1.2 Anatomie du état acoustique externe	7
1.2.1 Les dimensions	7
1.2.2 La morphologie	7
1.2.2.1 La portion fibro-cartilagineuse	9
1.2.2.2 Le revêtement	9
1.3 La vascularisation de l'oreille externe	10
1.3.1 La vascularisation artérielle	10
1.3.2 Le drainage veineux	11
2 L'oreille moyenne	12
2.1 Anatomie de la caisse du tympan	12
2.1.1 Les parois de la caisse du tympan	12
2.1.1.1 La paroi latérale: paroi membraneuse	12
2.1.1.2 La paroi médiale: labyrinthique	13
La paroi médiale se caractérise par	13
2.1.1.3 La paroi supérieure: tegmentale	14
2.1.1.4 La paroi inférieure ou plancher de la caisse	14
2.1.1.5 La paroi antérieure carotidienne	14
2.1.1.6 La paroi postérieure ou mastoïdienne	15
2.1.2 Le contenu de la caisse du tympan	16
2.1.2.1 Les osselets de l'ouïe	16
2.1.2.2 Les articulations inter-ossiculaires	16
Les ligaments ossiculaires.....	17
2.1.2.3 Les muscles ossiculaires	17
2.1.2.4 Le repli muqueux	17
2.2 Anatomie de la trompe d'eustache	18
2.3 Anatomie des cavités mastoïdiennes	19
2.4 Vascularisation de l'oreille moyenne	19

2.4.1	Vascularisation artérielle	19
2.4.2	Le drainage veineux	21
3	L'oreille interne	21
3.1	Le labyrinthe osseux	22
3.1.1	Le vestibule	22
3.1.2	Les canaux semi-circulaires	22
3.1.3	Le limaçon ou cochlée	22
3.2	Le labyrinthe membraneux	24
3.2.1	Le labyrinthe membraneux antérieur: Le canal cochléaire	25
3.2.2	Le labyrinthe membraneux postérieur	27
3.2.2.1	Les canaux semi-circulaires.....	27
3.2.2.2	L'utricule	27
3.2.2.3	Le saccule	27
3.3	Vascularisation et innervation de l'oreille interne	27
3.3.1	La vascularisation artérielle	27
3.3.2	Le drainage veineux	28
3.3.3	L'innervation	29
II.	Physiologie	31
1	Les propriétés physiques du son	31
1.1.	Définition du son	31
1.1.1.	La fréquence	32
1.1.2.	La célérité(c)	33
1.1.3.	L'amplitude (a)	33
1.1.4.	Le timbre	33
1.1.5.	L'impédance acoustique	33
2.	Mécanisme de l'audition	34
2.1.	Physiologie de l'oreille externe	34
2.1.1.	Fonction de localisation du son	34
2.1.2.	Fonction du transfert	35
2.1.3.	Fonction de protection.....	36
2.2.	Physiologie d'oreille moyenne	36
2.2.1.	Fonction de transfert et d'adaptation d'impédance	36
2.2.2.	Le réflexe ossiculaire (stapédien)	37
2.2.3.	Le rôle de la trompe d'Eustache	37
2.3	Physiologie d'oreille interne	38
2.3.1	La tonotopie cochléaire	38

2.3.2. Le mécanisme actif	39
III. Exploration de l'audition	41
1 L'interrogatoire	42
2. L'examen clinique	42
2.1. L'otoscopie	42
2.2. L'examen ORL	43
2.2.1. L'examen des fosses nasales	43
2.2.2. L'examen de la cavité buccale	43
2.2.3. L'examen général.....	43
3 .Acoum érie	44
3.1 Acoum érie à la parole	44
3.2 Acoum érie à la montre	44
3.3 Acoum érie au diapason	44
3.3.1 Test de Weber	44
3.3.2 Test de Rinne	46
4 .Audiom érie	47
4.1 Audiom érie tonale	47
4.2 Audiom érie vocale	50
5 .Imp élançem érie	51
5.1 Tympanom érie	51
5.2 Etude du r éflexe stap édien	54
6- Les potentiels évoqu és auditifs (PEA)	56
7- Les oto- émissions acoustiques (OEA)	60
8- Radiologie	63
IV. Proth èse auditive conventionnelle	65
4 L'historique: (43) (44) (45).....	65
4.1 L'ère pré- électrique	65
4.2 L'ère électrique	68
4.2.1 L'ère du charbon	68
4.2.2 L'ère de la lampe	69
4.2.3 L'ère du circuit intégré	70
5 Fonctionnement : les différents composants de PAC	73
5.1 Un système ou étage d'entrée	73
5.2 L'unité centrale	76
5.2.1 Conversion analogique-num érique	76
5.2.2 Amplification adaptative et compression	78

5.2.3	Systèmes anti-Larsen	79
5.3	Étage de sortie	81
5.4	Système d'alimentation	84
5.5	Organes de contrôle	86
6	Les principaux types de prothèses auditives conventionnelles	88
6.1	L'intra-auriculaire	88
6.1.1	Avantage	88
6.1.2	Inconvénients	89
6.1.3	Caractéristique de chaque type	91
6.1.3.1	L'intra-conque : In-the-Ear (ITE)	91
6.1.3.2	L'intra-conduit : In-the-Canal (ITC)	92
6.1.3.3	L'intra profond : Completely-In-the-Canal (CIC).	93
6.2	Le contour d'oreille (BTE : Behind The Ear)	95
1.1.1	Avantages	96
1.1.2	Inconvénients	97
6.2.1	Différents types	97
6.2.1.1	Le contour "standard"	97
6.2.1.2	Le micro contour : appareillage ouvert (open fitting)	97
6.2.1.3	Le micro contour à écouteur déporté : RITE (receiver in the ear 'récepteur dans l'oreille')	97
7	Les Indications	98
7.1	Les indications générales	98
7.2	Les indications particulières	98
8	Role de l'audioprothésiste.....	99
8.1	L'anamnèse	99
8.1.1	Les renseignements personnels	99
8.1.2	Les renseignements médicaux	100
8.2	Bilan auditif d'audioprothèse	102
8.2.1	L'audiométrie tonale.....	102
8.2.1.1	Les seuils liminaires	103
8.2.1.2	Les seuils supraliminaires	103
8.2.2	L'audiométrie vocale	105
8.3	Choix de la prothèse auditive	105
8.3.1	Choix de la prothèse auditive en fonction de sa puissance	106
8.3.2	Choix de l'aide auditive en fonction de la localisation de l'écouteur	106
8.3.3	Choix de l'identité acoustique de l'appareil	107

8.3.3.1	Choix du tuyau ou de la taille de l'écouteur déporté	107
8.3.3.2	Choix de l'embout	109
8.3.3.3	Choix de l'aération de l'embout : venting ou évent	113
8.3.4	Choix de l'appareil auditif en fonction des capacités informatiques et des algorithmes disponibles	113
8.4	Fondement d'un appareillage auditif	114
8.4.1	Corriger le manque d'amplification de l'oreille	114
	Après avoir déterminé le Gain – Volume à cibler, l'audioprothésiste calcule	114
8.4.2	Adaptation de la dynamique résiduelle du malentendant à la dynamique naturelle	115
8.4.3	Amélioration du rapport S/N S/B	117
8.4.4	Choix de la méthode d'appareillage	118
8.5	Contrôle de l'appareillage	119
9	Les alternatives de la prothèse auditive conventionnelle	121
9.1	Lunettes auditives	121
9.2	La prothèse auditive à ancrage osseux: BAHA (Bone Anchored Hearing Aid)	122
9.3	L'implant d'Oreille Moyenne	124
9.4	Implants cochléaires et implants du tronc cérébral	125
9.5	Les aides auditives complémentaires	127
9.5.1	La lecture labiale	127
9.5.2	Les langues des signes	127
10	Facteurs de succès ou d'échec de la prothèse auditive	127
10.1	Résultats de la prescription	128
10.2	Port de la prothèse auditive	129
10.2.1	L'utilisation de la prothèse auditive	129
10.2.2	Suivi après l'appareillage	129
10.2.3	Évaluation de la satisfaction du patient appareillé	130
10.3	Motifs de la décision	131
10.3.1	Facteurs de succès de la prescription	131
10.3.2	Facteurs d'échec de la prescription	131
	Conclusion	133
	Résumés	135
	Références	139



Introduction



L'audition est l'une des fonctions sollicitées de multiples façons et révèle son importance aussi bien dans notre travail qu'au cours de nos loisirs.

La surdité ou la diminution de l'acuité auditive, représente le trouble sensoriel le plus fréquent. En effet, elle touche plus de 5 % de la population mondiale soit 466 millions de personnes. Au Maroc, les résultats de l'enquête nationale sur le handicap montrent qu'environ 130 000 déficiences auditives sont enregistrées annuellement(1), ce qui constitue un problème de santé public majeur.

Afin de rétablir la perception sonore chez les sujets malentendants, de nombreuses solutions sont offertes pour réhabiliter les déficiences auditives, parmi lesquels on trouve la prothèse auditive conventionnelle.

Née dans le 20ème siècle, la prothèse auditive constitue la modalité de réhabilitation de la fonction auditive la plus utilisée.

La prothèse auditive conventionnelle, couramment appelée audioprothèse ou appareil auditif, peut être définie comme une chaîne électroacoustique, ayant comme but, au même titre que les lunettes ou les lentilles pour la vision, de l'environnement sonore pour l'adapter à l'oreille déficiente du patient.

Grâce au développement technologique et du progrès de la miniaturisation, aujourd'hui la prothèse auditive conventionnelle par voie aérienne se présentent sous différentes formes, ce qui a permis d'améliorer son mode de fonctionnement et d'élargir ses indications.

L'objectif de ce travail est, d'abord expliquer le principe de la prothèse auditive conventionnelle, son mode de fonctionnement en se focalisant sur les différents constituants ainsi que revoir ses indications tout en détaillant les étapes du parcours du malentendant avant le port de la prothèse.



Anatomie



I Anatomie :

Pour bien traiter le positionnement du PAC, il est nécessaire d'aborder l'anatomie d'oreille qui présente trois parties : l'oreille externe, l'oreille moyenne et l'oreille interne.

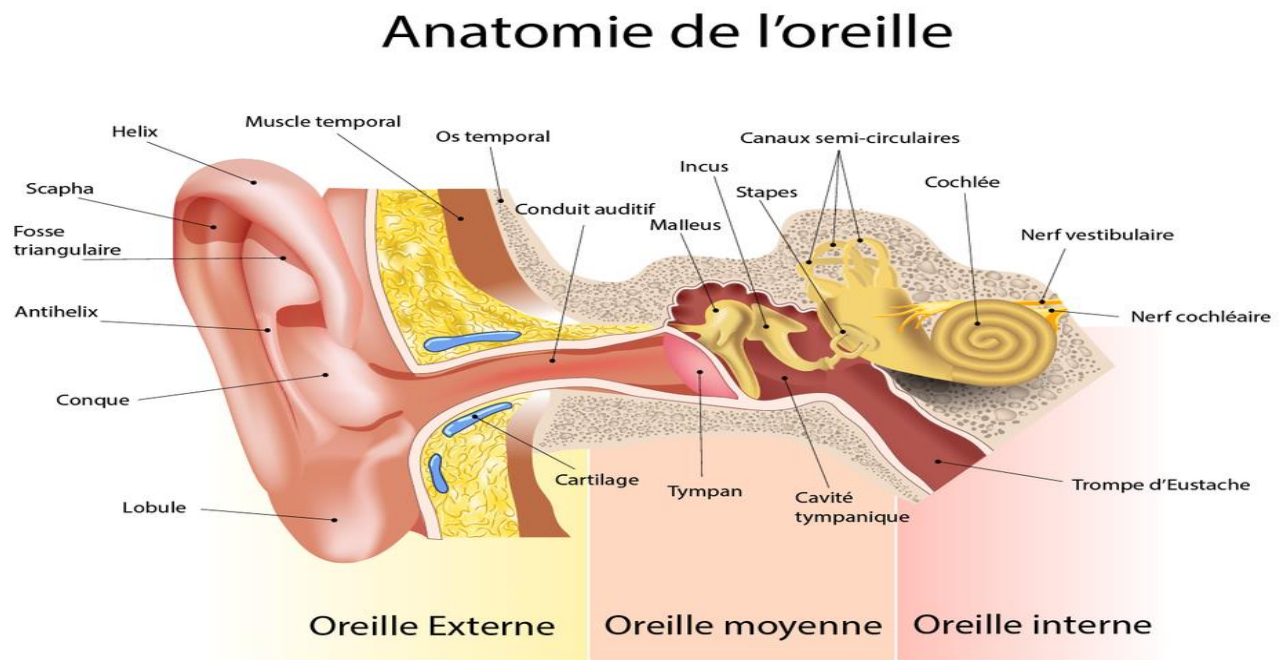


Figure 1: Anatomie d'oreille(2)

1 L'oreille externe : (3)

1.1. Anatomie du pavillon (auricule):

1.1.1 Situation :

Le pavillon est un organe pair, fixé à la face latérale du crâne.

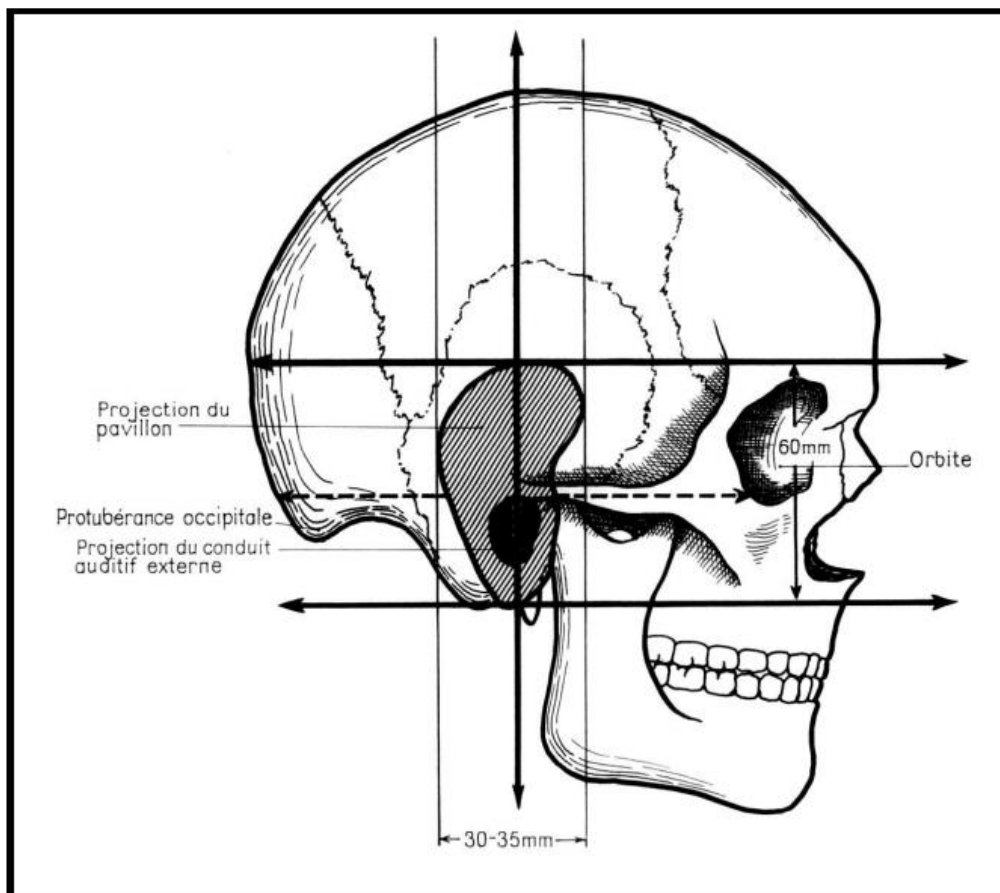


Figure 2: Projection du pavillon de l'oreille droite sur le squelette crânio- facial (Vue latérale).(4)

1.1.2. La forme du pavillon :

1.1.1.1 Face latérale:

Elle présente plusieurs saillies, on décrit principalement :

- La conque - L'hélix - L'anthélix - La gouttière scaphoïde
- Le tragus - L'antitragus

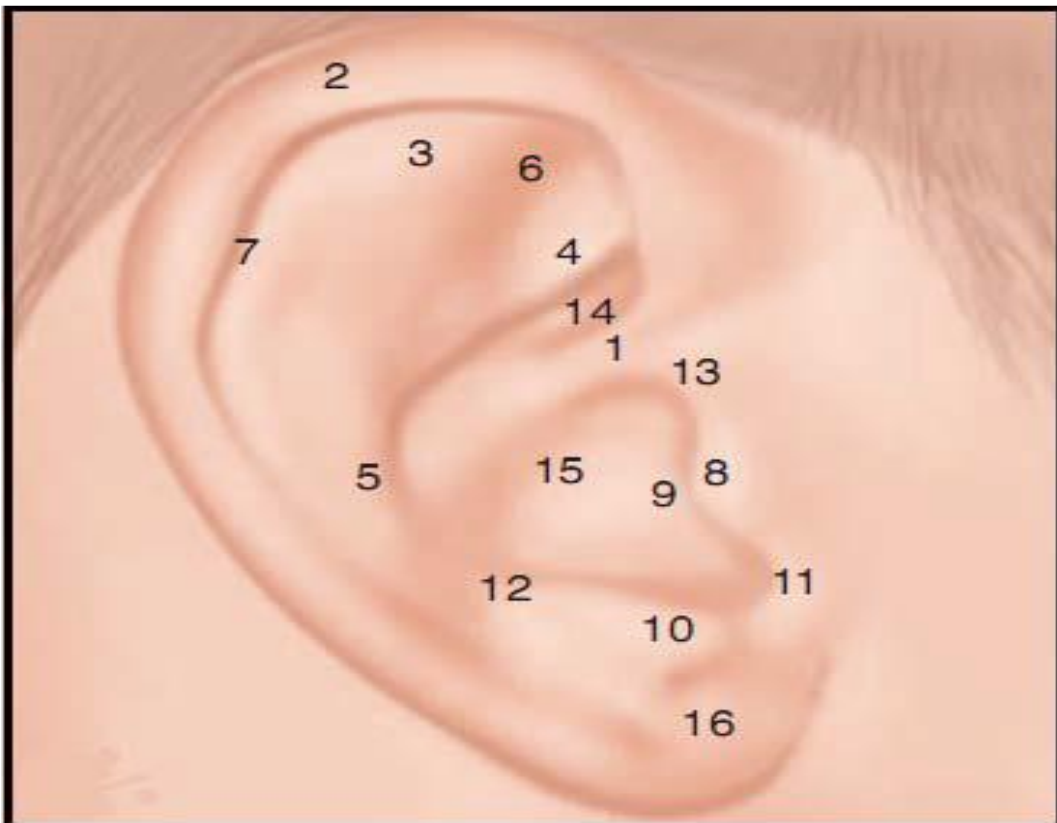


Figure 3 : La face latérale du pavillon droit.(3)

1.1.1.2 . La face m é diale :

1.2 Anatomie du m é at acoustique externe :

Le m é at acoustique externe MAE présente une forme grossi èrement cylindrique.

1.2.1 Les dimensions :

Longueur : 25mm,

Direction : oblique de dehors en dedans et d'arri ère en avant.

Section : variable, environ 8mm ;

1.2.2 La morphologie :

On peut d écrire principalement trois segments au MAE :

- Un segment lat éral,
- Un segment moyen,
- Un segment m é diale,

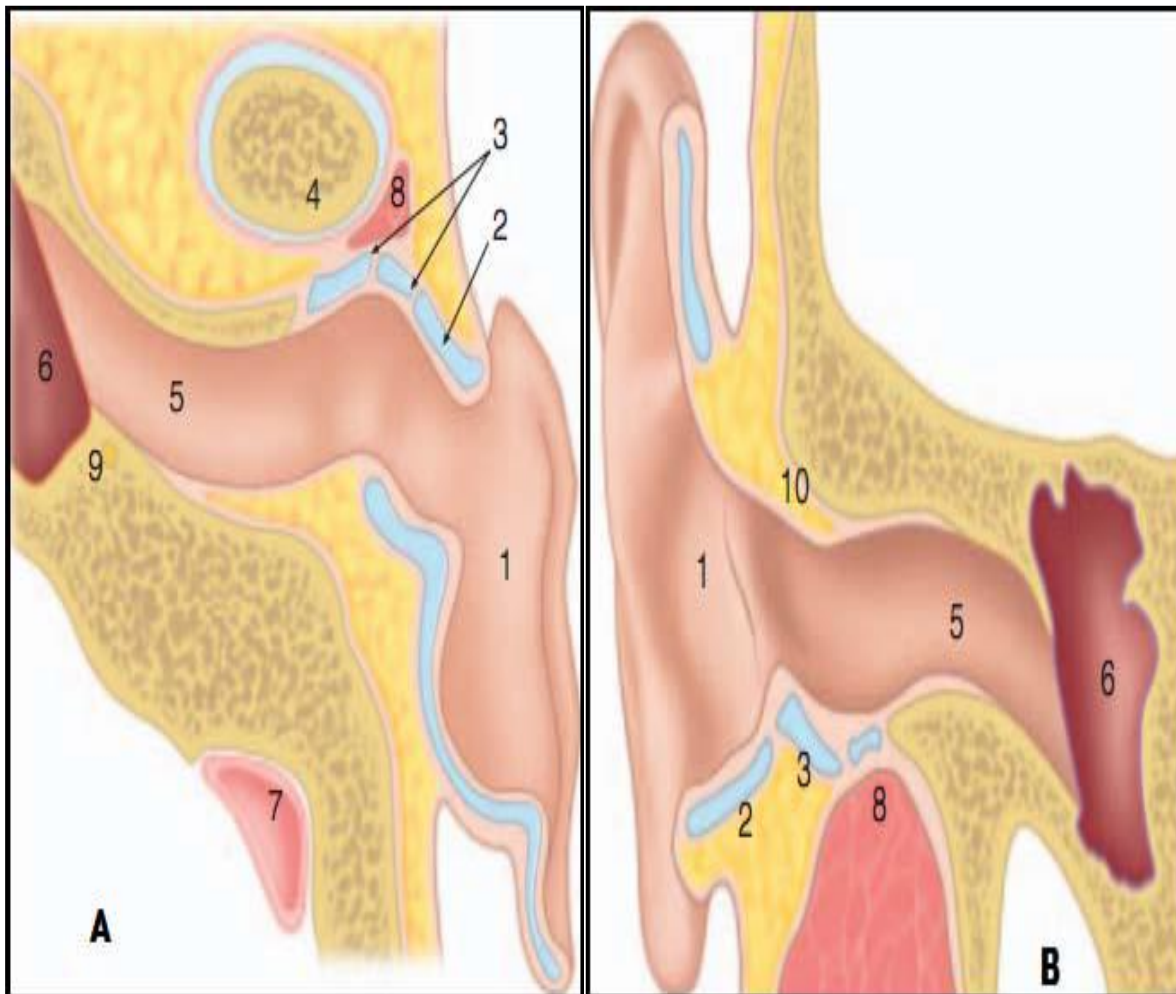


Figure 4: A. coupe transversale du MAE.

B. coupe coronale du MAE. (3)

1.2.2.1 La portion fibro-cartilagineuse :

La portion osseuse :

Elle a une forme aplatie et constitue les deux tiers du MAE.

Présente:

- 4 parois : antérieure, inférieure, postérieure et supérieure
- 2 orifices : médial et latéral

1.2.2.2 Le revêtement :

Le revêtement du MAE participe à la formation de la membrane du tympan.

La portion fibrocartilagineuse du méat présente des annexes (appareils pilosbacés, glandes cérumineuses) qu'on ne trouve pas dans la portion osseuse.

1.3 La vascularisation de l'oreille externe :

1.3.1 La vascularisation artérielle :

On trouve :

→ Un réseau antérieur : l'artère temporale superficielle (ATS) et l'artère auriculaire.

→ Un réseau postérieur : l'artère auriculaire postérieure.

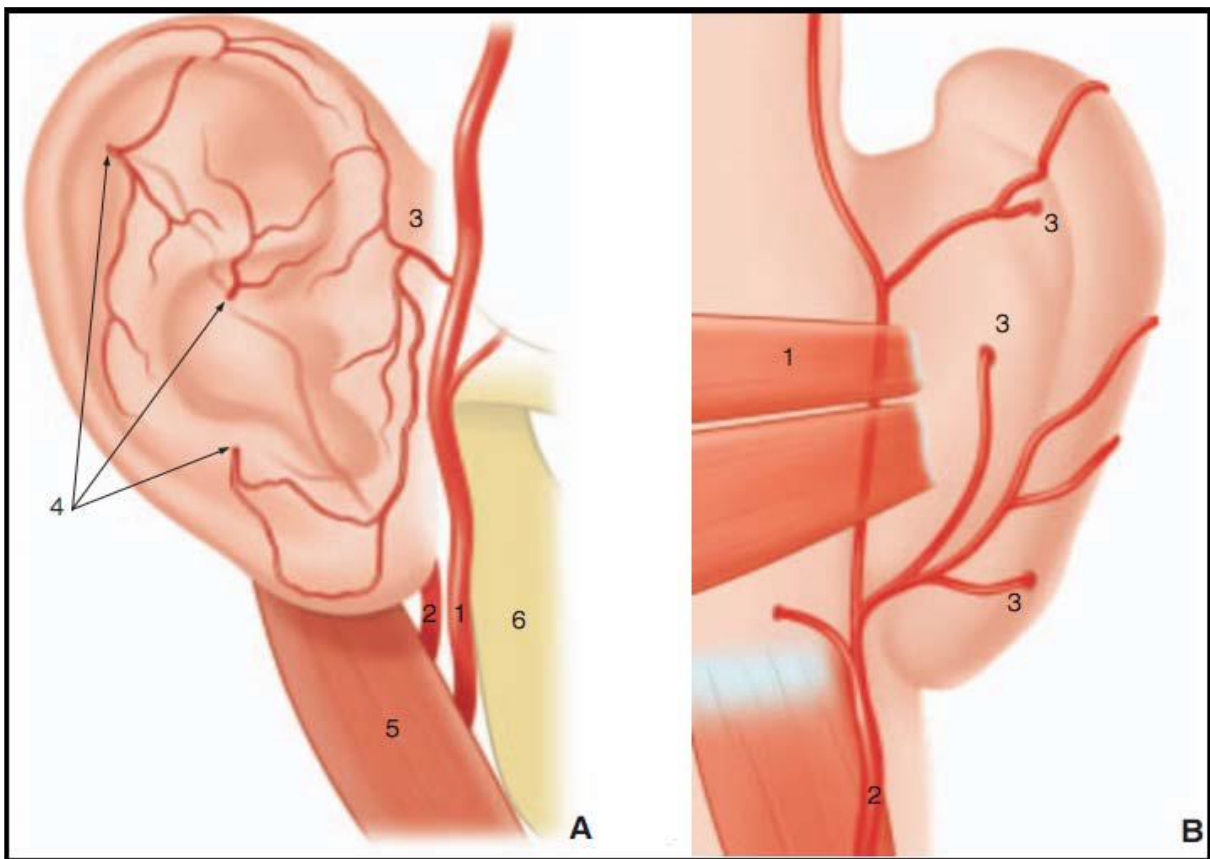


Figure 5: (3)

A. Réseau artériel du pavillon de l'oreille , vue latérale.

B. Réseau artériel du pavillon , vue postérieure.

1.3.2 Le drainage veineux :

On décrit :

→ Un réseau antérieur.

→ Un réseau postérieur.

La figure ci-dessous montre les différentes voies de drainage.

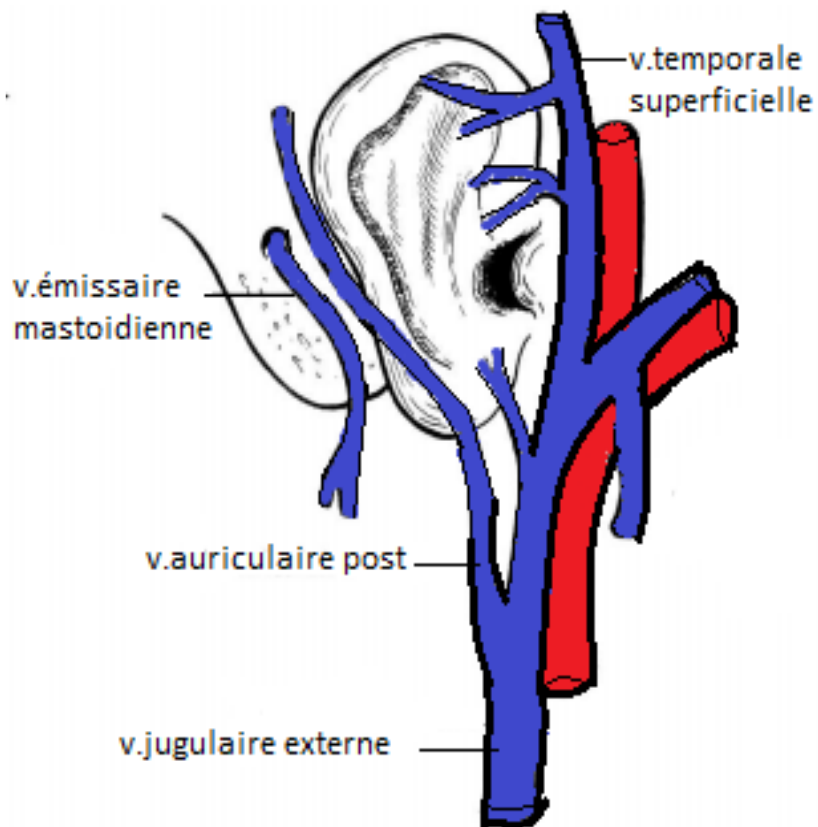


Figure 6 : La Vascularisation veineuse de l'oreille externe. (4)

2 L'oreille moyenne : (6)

2.1 Anatomie de la caisse du tympan :

Les dimensions:

- Longueur: 15 mm
- Hauteur: de 15 mm à 7 mm
- Profondeur ou épaisseur: de 3 mm à 6 mm .

2.1.1 Les parois de la caisse du tympan :

2.1.1.1 La paroi latérale: paroi membraneuse :

Correspond à la paroi la plus externe. Pr é sente 2 portions :

- La membrane : pr é sente la pars tensa fibro- élastique et pars la flaccida qui est moins rigide.
- Une partie osseuse

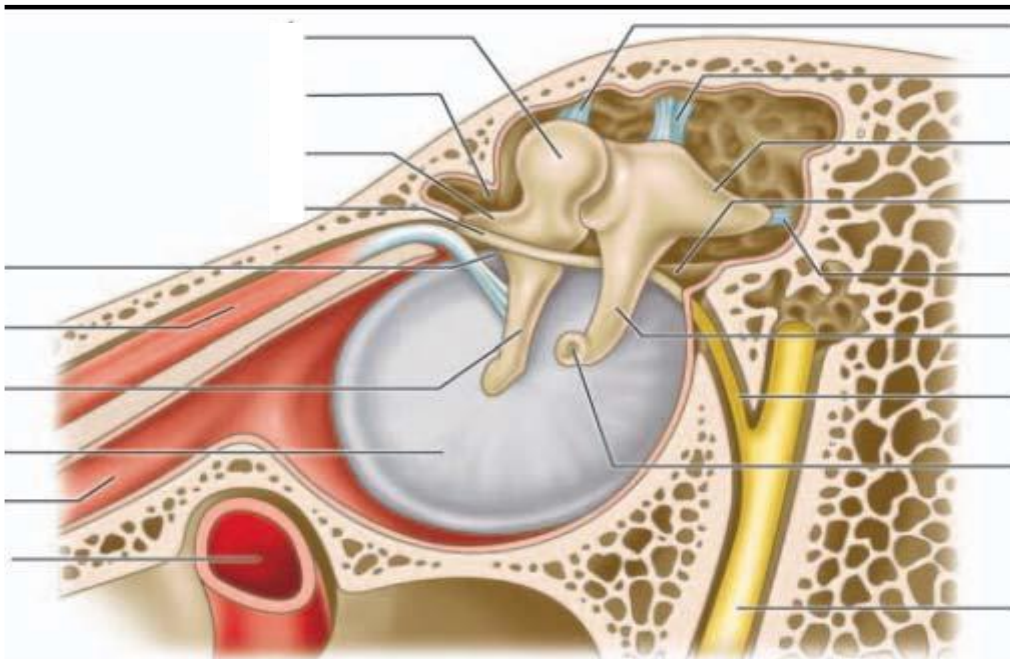


Figure 7: Paroi latérale de la caisse du tympan de l'oreille gauche. (4)

2.1.1.2 La paroi m é diale: labyrinthique :

La paroi m é diale se caract érise par :

- Le r écessus épitympanique en haut
- L'atrium en bas.

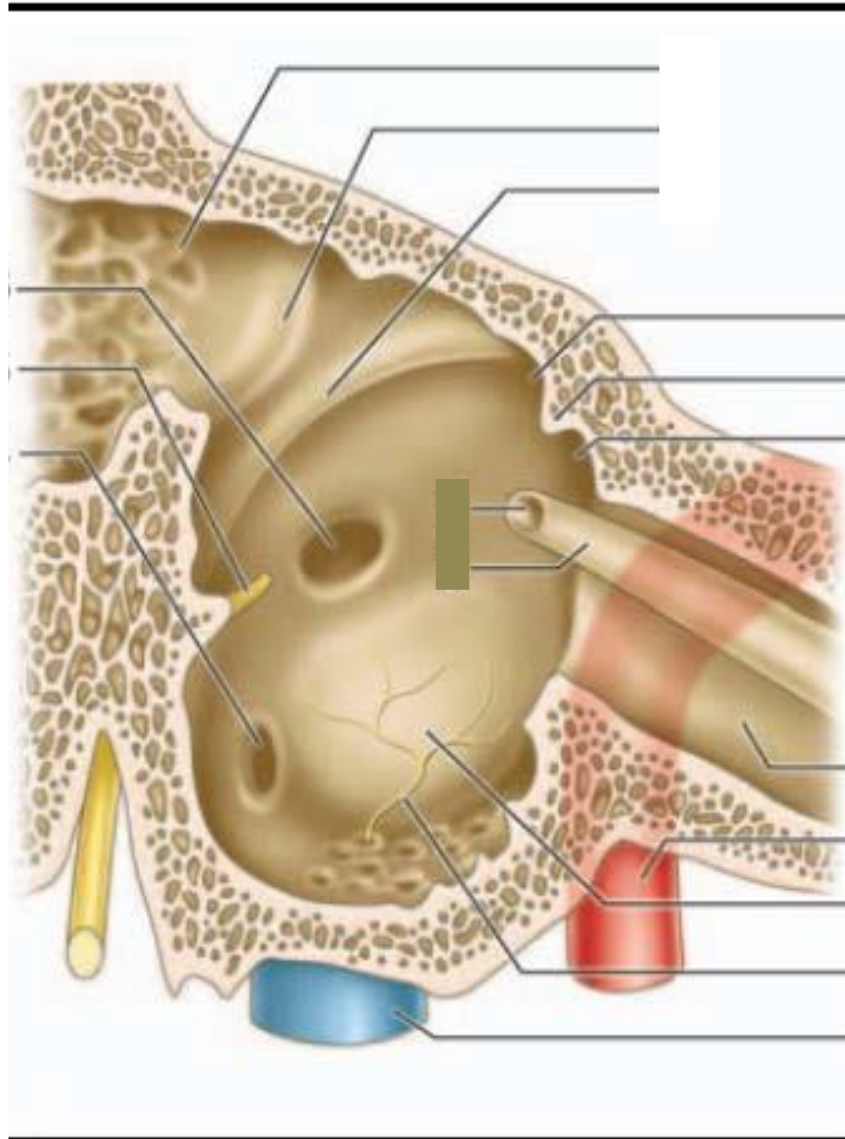


Figure 8: La paroi m é diale de la caisse du tympan (6)

2.1.1.3 La paroi supérieure: tegmentale :

Elle est mince et constitue le toit de la caisse tympanique.

2.1.1.4 La paroi inférieure ou plancher de la caisse :

D'une largeur de 4mm, elle répond à la face jugulaire.

2.1.1.5 La paroi antérieure carotidienne :

Répond au canal carotidien, d'où son appellation.

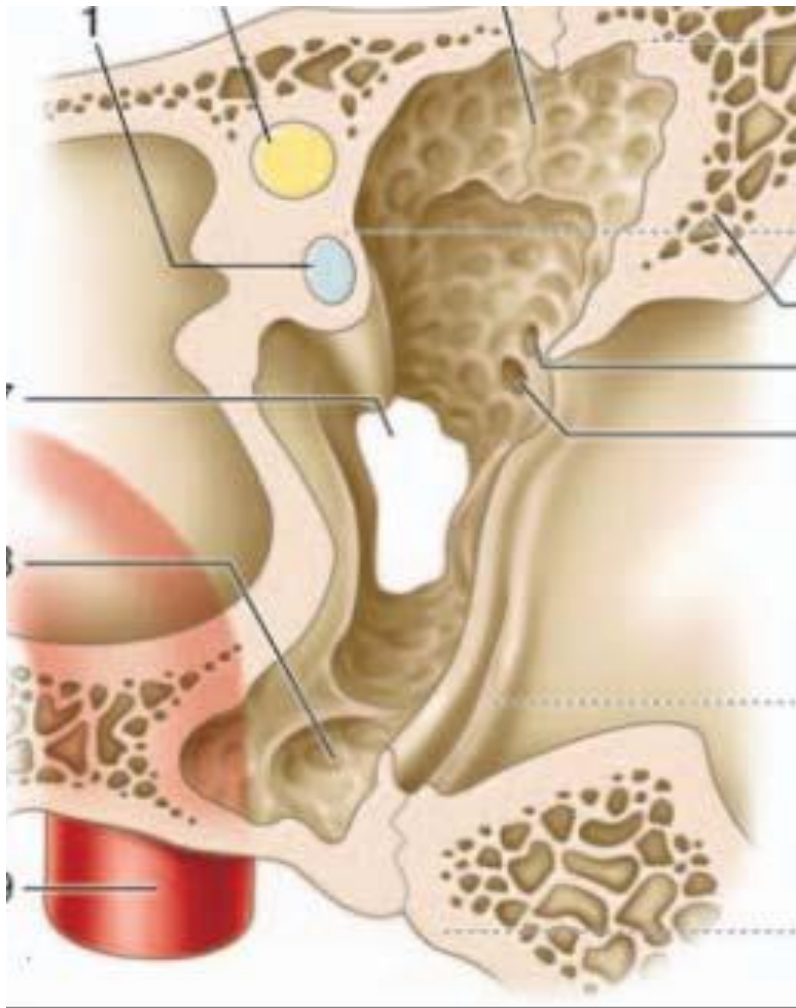


Figure 9: Paroi carotidienne de la caisse du tympan. (6)

2.1.1.6 *La paroi postérieure ou mastoïdienne :*

Présente à sa partie supérieure l'aditus ad antrum qui fait communiquer le récessus epitympanique de la caisse et l'antre mastoïdien.



Figure 10: Paroi mastoïdienne ou postérieure de la caisse du tympan. (6)

2.1.2 Le contenu de la caisse du tympan :

2.1.2.1 Les osselets de l'ouïe :

La chaîne ossiculaire est formée par les trois osselets de la caisse du tympan, disposés. De dehors en dedans, on trouve:

- Le marteau
- L'enclume
- L'étrier

2.1.2.2 Les articulations inter-ossiculaires :

On en distingue 3:

- L'articulation incudo-malléaire
- L'articulation incudo-stapédienne
- La syndesmose tympano-stapédienne

Les ligaments ossiculaires :

Constitue des moyens de suspension de la chaîne ossiculaire, on distingue essentiellement 2 types :

Les ligaments du marteau et les ligaments d'enclume.

2.1.2.3 Les muscles ossiculaires :

Le muscle tenseur du tympan: le muscle du marteau et le muscle stapélien: le muscle de l'étrier.

2.1.2.4 Le repli muqueux :

La muqueuse qui tapisse les parois de la caisse tympanique est de type respiratoire qui est un peu épaisse, de couleur gris rosé et adhère intimement au périoste

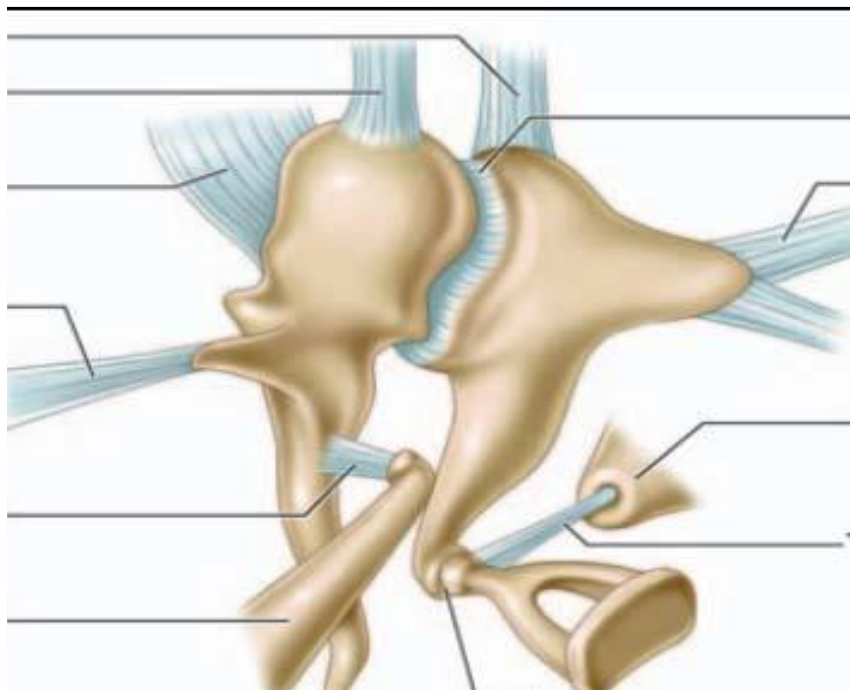


Figure 11: Articulations des osselets, muscles et ligaments (4)

2.2 Anatomie de la trompe d'eustache :

Il s'agit d'un canal ostéo-cartilagineux, la muqueuse qui le tapisse est également de type respiratoire, il est d'environ 35mm à 45mm de longueur et contient 2 orifices:

- Pharyngien, la fossette de Rosenmüller.
- Tympanique, dans la caisse du tympan.

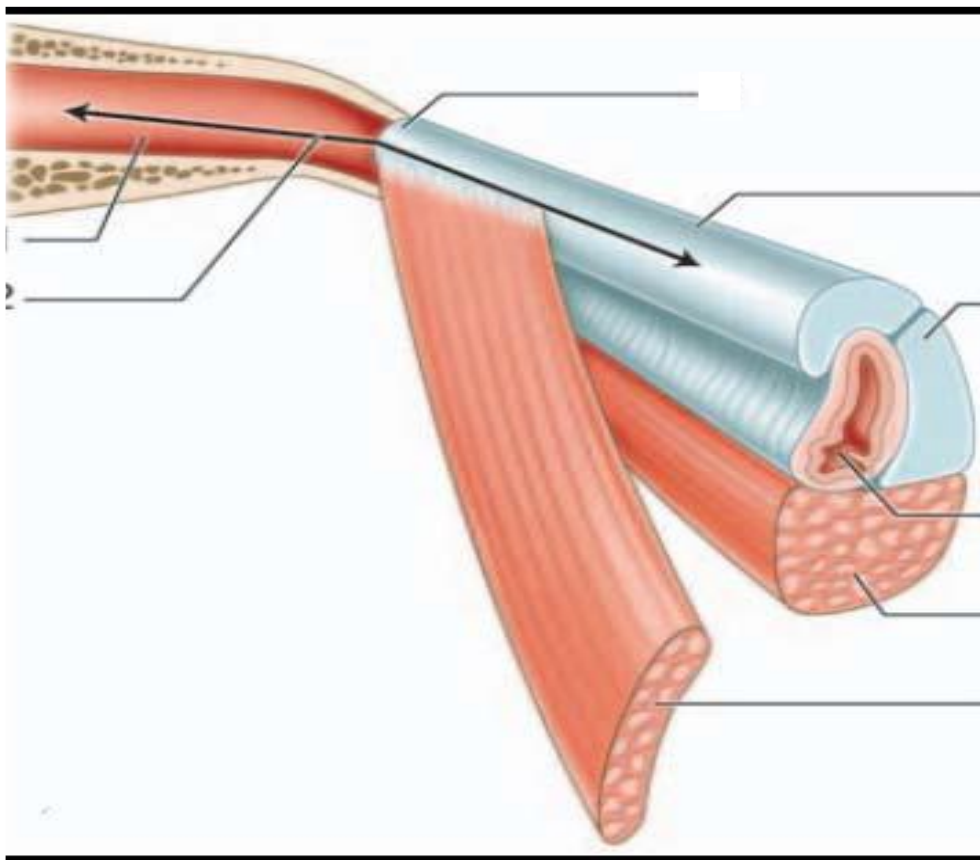


Figure 12: Vue schématique de la trompe auditive. (6)

2.3 Anatomie des cavités mastoïdiennes :

Elles sont constituées de cellules aérières creusées dans la mastoïde de l'os temporal. Comprends :

-L'**antre mastoïdien** : la plus grande cellule mastoïdienne et s'ouvre en avant dans la caisse par l'Aditus-Ad Antrum.

-L'aditus-Ad Antrum : canal étroit, reliant l'antre et le récessus epitympanique.

2.4 Vascularisation de l'oreille moyenne :

2.4.1 Vascularisation artérielle :

Origine : l'artères carotide externe, la carotide interne et l'artère vertébrale.

Les pédicules :

- Artère tympanique antérieure.
- Artère carotidotympanique.
- Artère tympanique supérieure.
- Artère pétreuse superficielle.
- Artère tympanique inférieure.
- Artère stylomastoïdienne.
- Artère mastoïdienne.
- Artère de la fossa subarcuata.
- Artère de la trompe auditive.

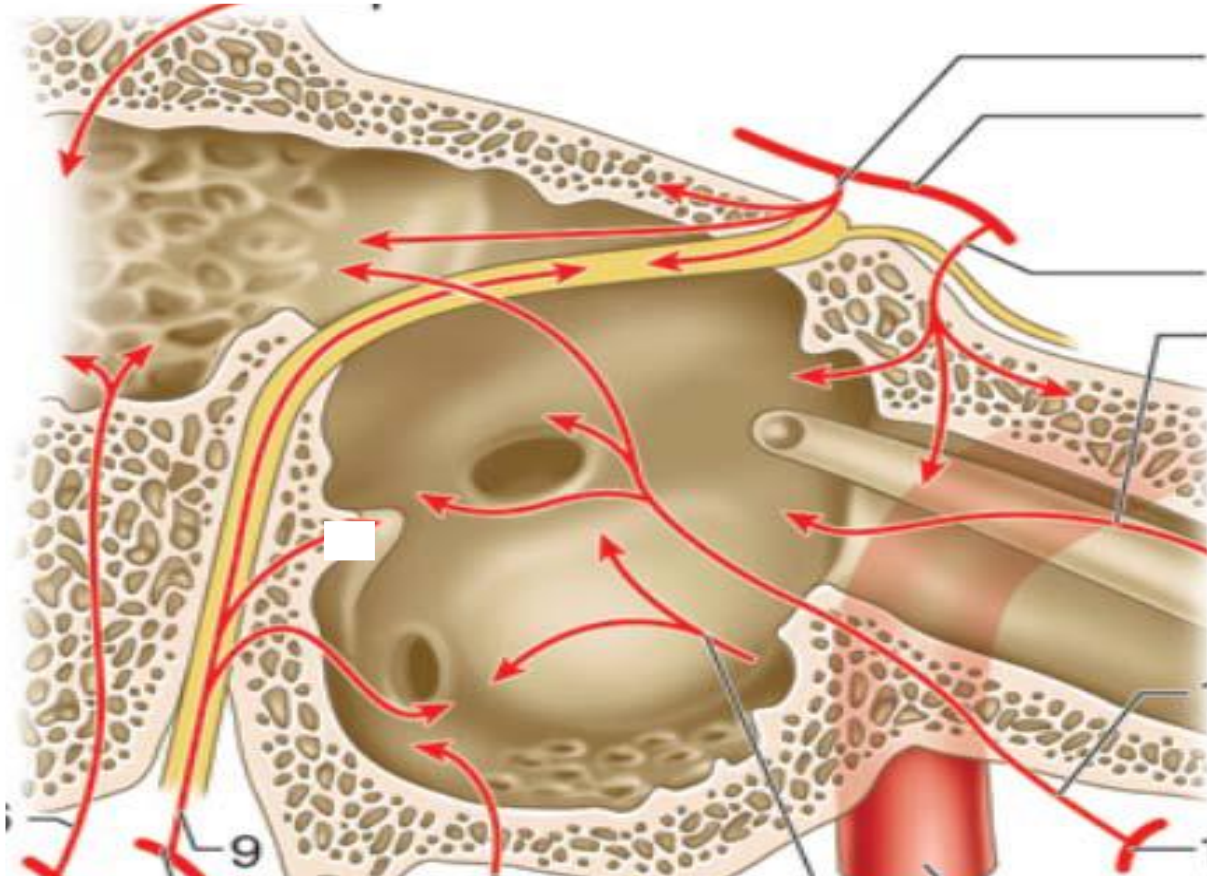


Figure 13: Vascularisation de l'oreille moyenne. (6)

2.4.2 Le drainage veineux :

- Les veines sont satellites des artères, mais elles présentent une taille, ainsi qu'elles sont plus volumineuses que les artères.

3 L'oreille interne : (7)

L'oreille interne, située à l'intérieur de la pyramide pétreuse de l'os temporal.

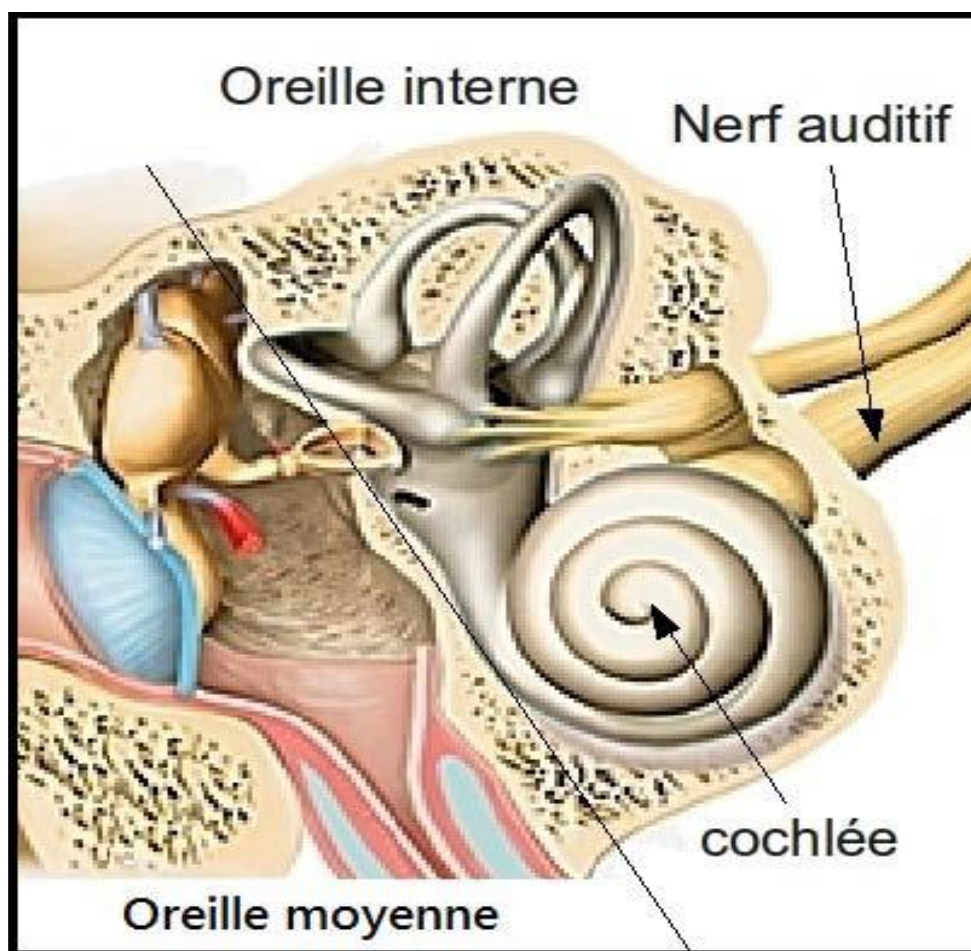


Figure 14: La situation générale de l'oreille interne (8)

3.1 Le labyrinthe osseux :

3.1.1 Le vestibule :

Localisé entre OM et le méat acoustique interne.

Forme : ovoïde et aplatie,

Dimensions :

Une longueur et une hauteur de 5 millimètres.

Une largeur variable en fonction de la localisation : trois millimètres au centre et 1,5 millimètres à sa périphérie.

3.1.2 Les canaux semi-circulaires :

Les canaux semi-circulaires CSC s'ouvrent au vestibule par leurs extrémités, sont au nombre de 3: latéral, antérieur et postérieur.

Au niveau de cette extrémité se trouve une dilatation nommée l'ampoule, elle se trouve au niveau de l'extrémité antérieure pour les canaux latéral et antérieur, alors qu'elle est située à l'extrémité postérieure du canal pour le postérieur.

3.1.3 Le limaçon ou cochlée :

Elle se trouve en avant du vestibule et elle a la forme d'une coquille d'escargot, d'où l'appellation: limaçon.

Dimensions : une longueur de trente mm et une hauteur de cinq à six mm, le diamètre de la base est neuf mm.

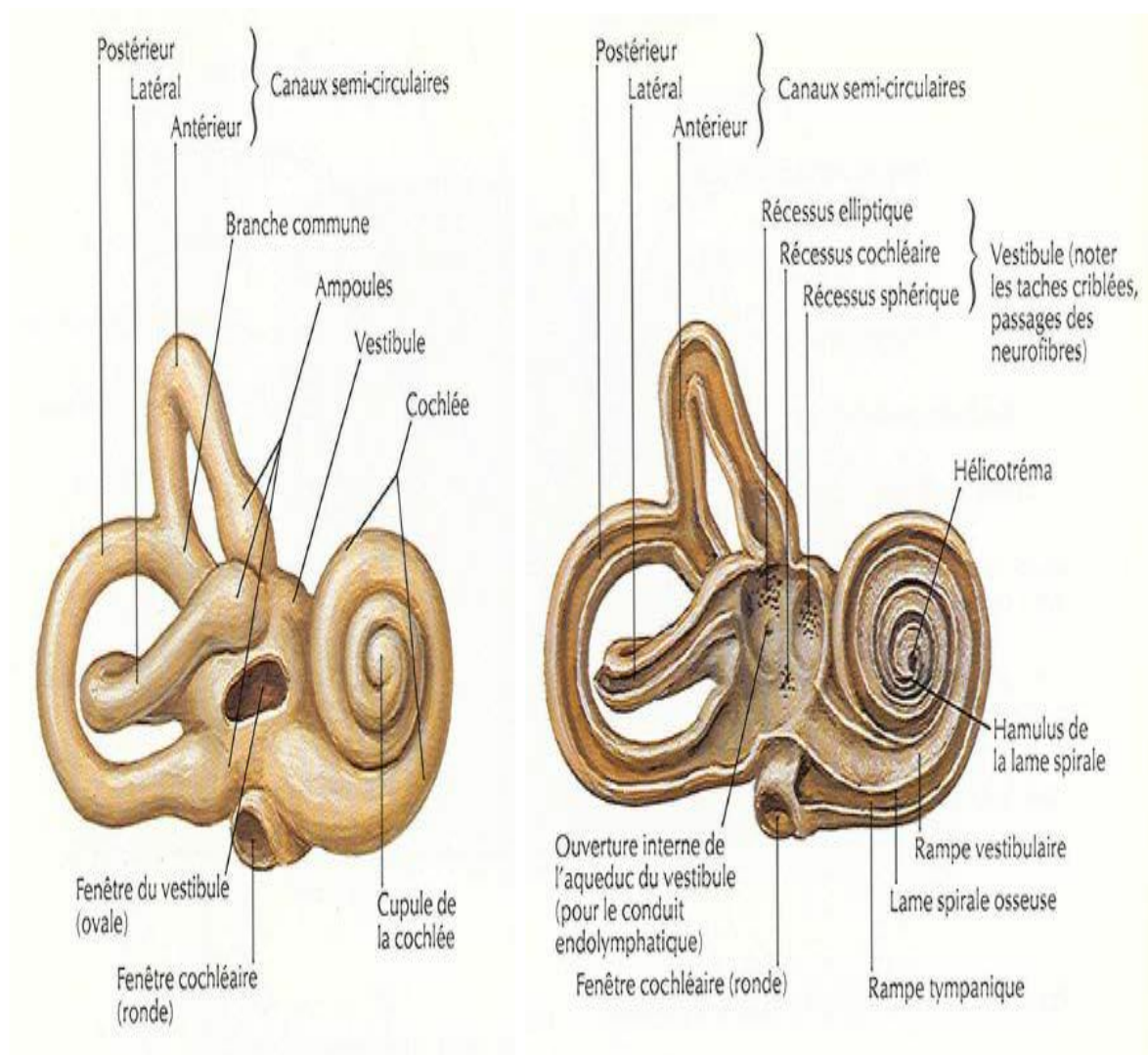


Figure 15: Le labyrinthe osseux droit (capsule otique) :(9)

A/ vue antéro-latérale : après ablation de l'os environnant.

B /disséqué : labyrinthe membraneux ôté

3.2 Le labyrinthe membraneux :

Il comporte :

- Le labyrinthe antérieur qui joue rôle dans l'audition.
- Le labyrinthe postérieur indispensable à l'équilibration.

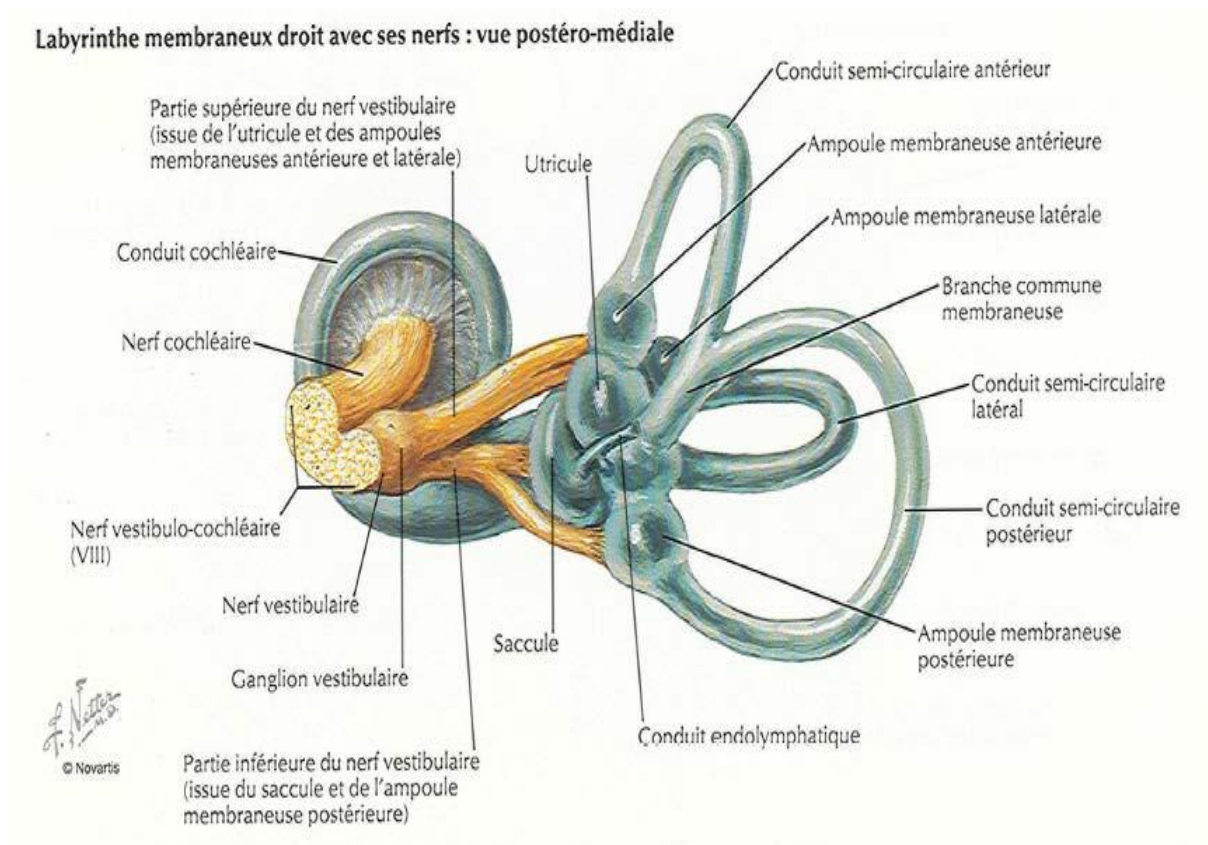


Figure 16: Le labyrinthe membraneux droit avec ses nerfs.(9)

Il contient l'endolymphe.

Entre le labyrinthe membraneux et celui osseux, se localise un 2ème compartiment liquidien (la périlymphe).

3.2.1 Le labyrinthe membraneux antérieur: Le canal cochléaire:

Situé à l'intérieur de la rampe vestibulaire, il est formé d'une paroi inférieure ou *membrane basilaire*, d'une paroi externe formée par le périoste de la lame des contours, et d'une paroi antérieure fibreuse : la *membrane de Reissner* ou paroi vestibulaire du conduit cochléaire. Sur la membrane basilaire repose l'*organe de Corti* ou organe spiral qui contient les cellules sensorielles auditives : cellules ciliées externes (CCE) et les cellules ciliées internes (CCI).

Les CCE sont organisées en trois rangées. Elles ont une forme cylindrique et leur longueur croît de la base à l'apex de la cochlée. Elles possèdent à leur pôle apical une touffe de cils : les stéréocils, disposés en W et insérés dans la membrane tectoriale. Les CCE sont séparées entre elles par les espaces de Nuel, permettant les mouvements de contraction de ces cellules. Elles ont un rôle vibratoire.

Les CCI sont des cellules neurosensorielles. Elles sont organisées sur une seule rangée. Leur corps cellulaire est piriforme, leurs stéréocils ne sont pas insérés dans la membrane tectoriale. De ces cellules naissent les fibres du nerf cochléaire qui s'engagent dans les canaux de la lame spirale pour rejoindre le ganglion spiral de Corti situé dans le canal spiral. La cochlée membraneuse qui communique avec le vestibule membraneux est remplie d'endolymphe. Elle est baignée par la périlymphe qui remplit les espaces périlymphatiques

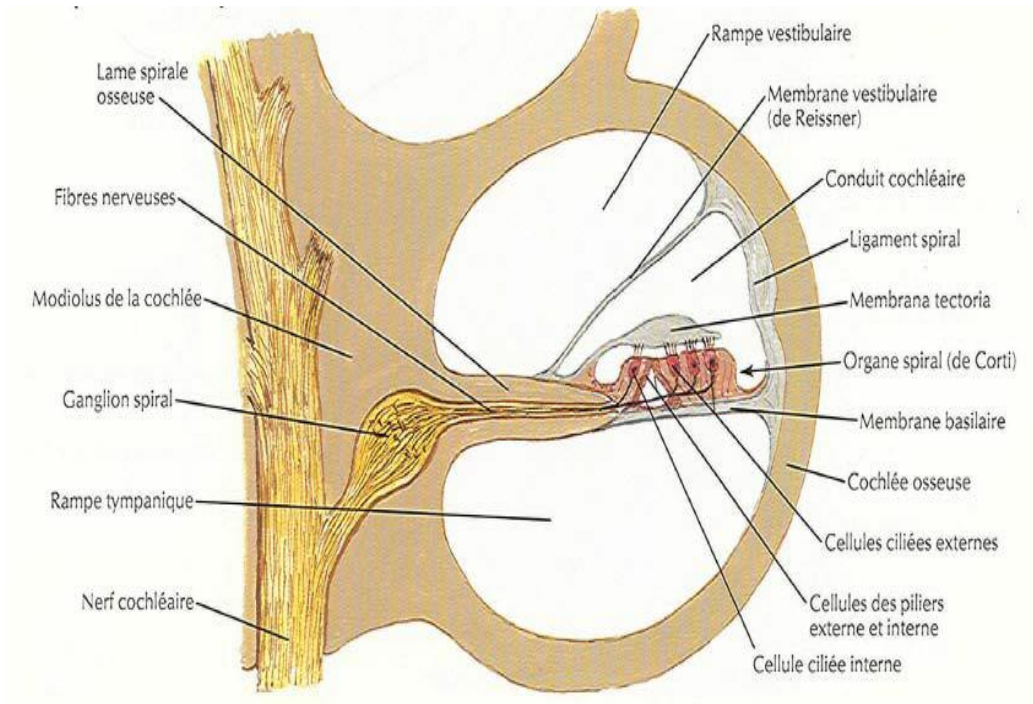


Figure 17: Coupe à travers une spire de la cochlée.(9)

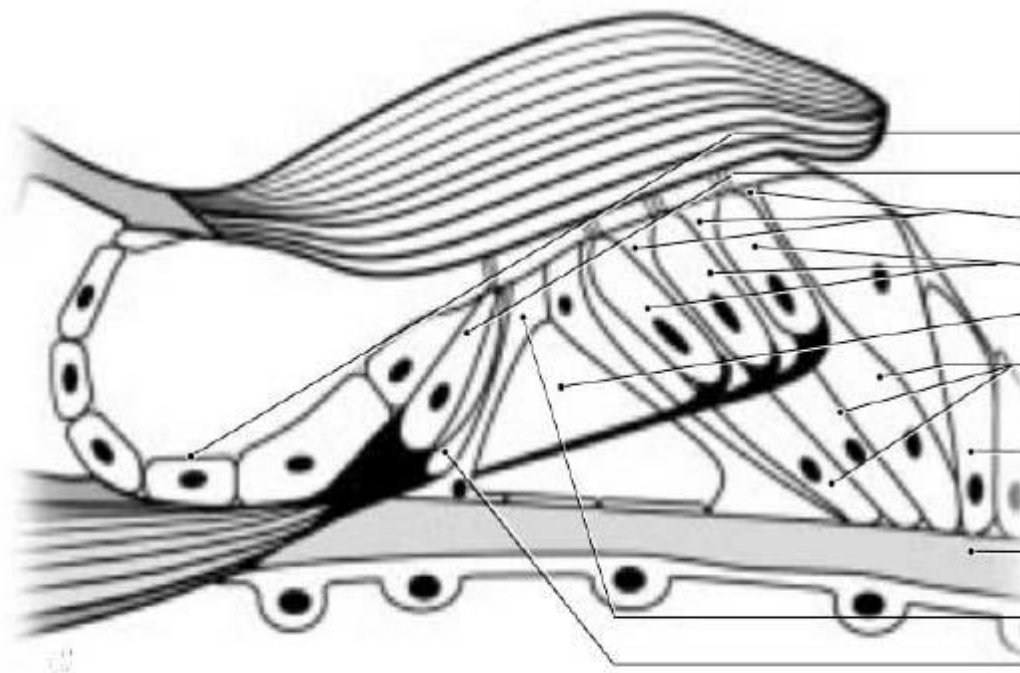


Figure 18: Organe de Corti (4)

3.2.2 Le labyrinthe membraneux postérieur:

Il renferme les CSC, l'utricule, le saccule ainsi que les voies endolymphatiques.

3.2.2.1 Les canaux semi-circulaires:

De même configuration que CSC osseux qu'ils traversent Ils présentent seulement le ¼ de leur calibre.

3.2.2.2 L'utricule:

Une vésicule volumineuse, allongée et plus postérieure, liée à la fossette ovoïde qui reçoit les CSC membraneux.

3.2.2.3 Le saccule:

Correspond à une vésicule arrondie, plus petite et plus antérieure.

Les deux vésicules : l'utricule et le saccule, sont réunies entre elles par l'intermédiaire du canal endolymphatique.

3.3 Vascularisation et innervation de l'oreille interne :

3.3.1 La vascularisation artérielle:

Les artères du labyrinthe osseux:

- L'artère tympanique inférieure
- L'artère stylomastoïdienne.
- L'artère subarcuata.

La vascularisation du labyrinthe membraneux est assurée par l'artère labyrinthique

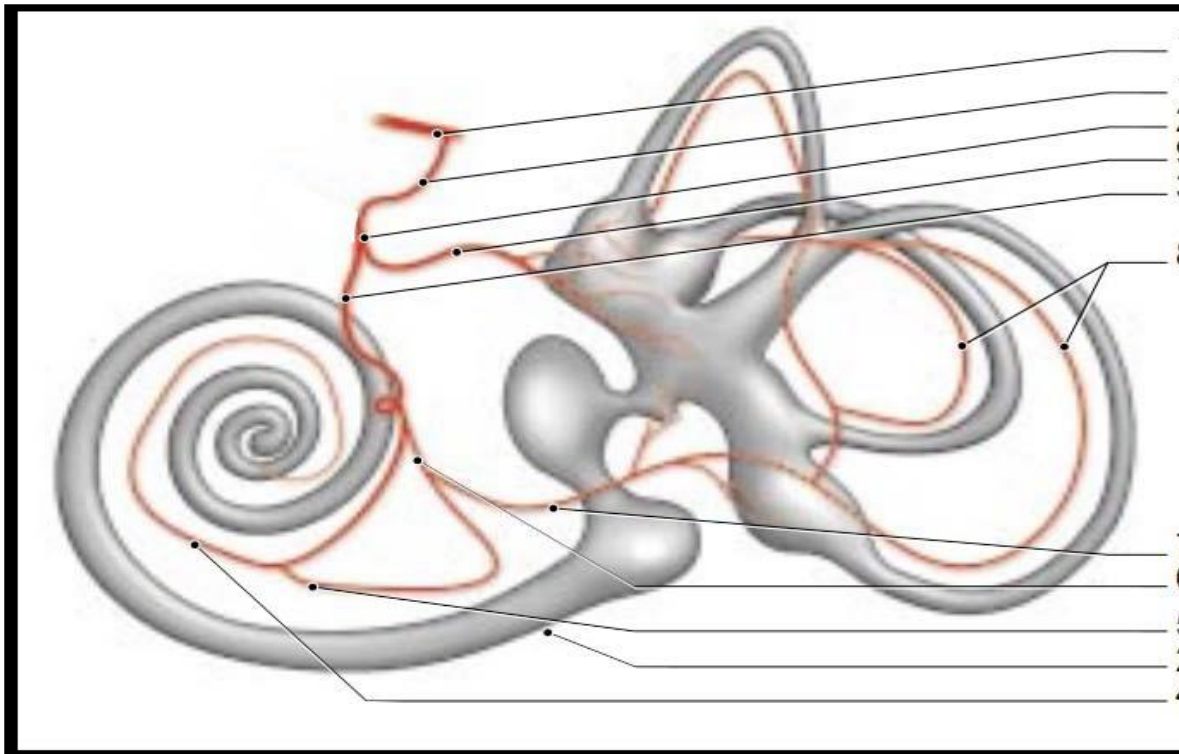


Figure 19: Système artériel de l'oreille interne (10)

3.3.2 Le drainage veineux:

Représenté par :

- Le réseau de l'aqueduc du vestibule
- Le réseau de l'aqueduc de la cochlée

3.3.3 L'innervation :

Assurée d'une part par le nerf cochléo-vestibulaire et d'autre part par le système sympathique et parasympathique.

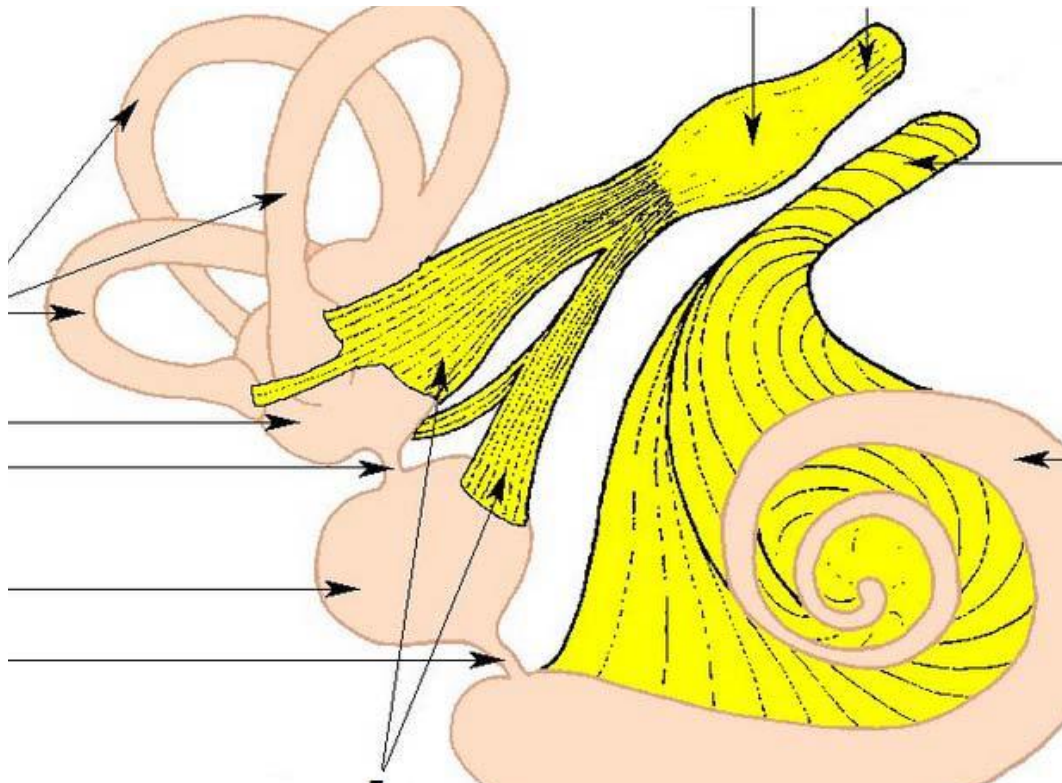


Figure 20: Le nerf cochléo-vestibulaire. (9)



Physiologie



II. Physiologie

1 Les propriétés physiques du son :

1.1. Définition du son :

Le son ou l'onde sonore est la propagation progressive d'une perturbation de pression.(14)

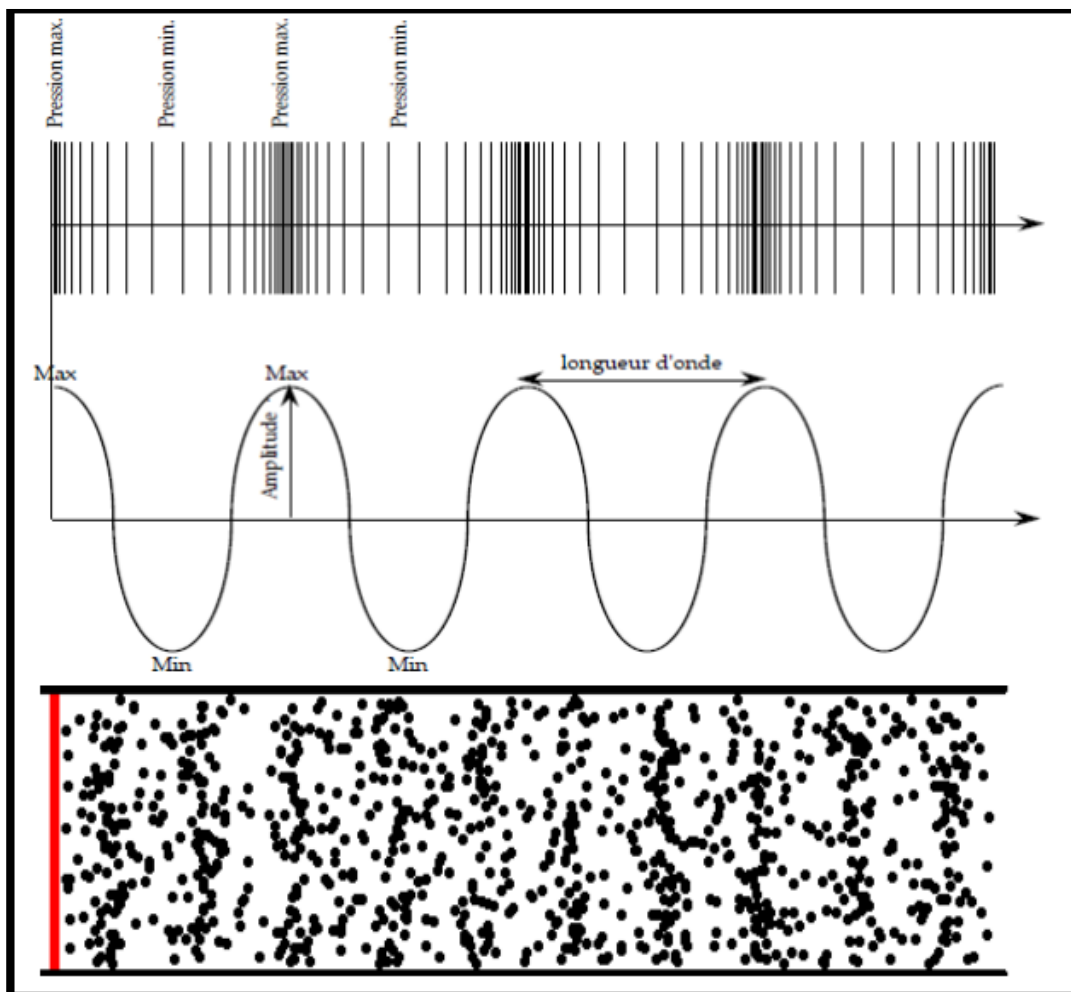


Figure 21: Représentation schématique d'une onde sonore (15)

Chaque onde sonore se caractérise par :

1.1.1. La fréquence :

Elle peut être définie comme le nombre de cycles que l'onde sonore va effectuer en une seconde. La fréquence est mesurée en Hertz (Hz).

Un sujet avec une acuité auditive normale est capable de percevoir des fréquences de 20 Hz (fréquence perçue la plus grave) à 20 000 Hz (fréquence perçue la plus aiguë).

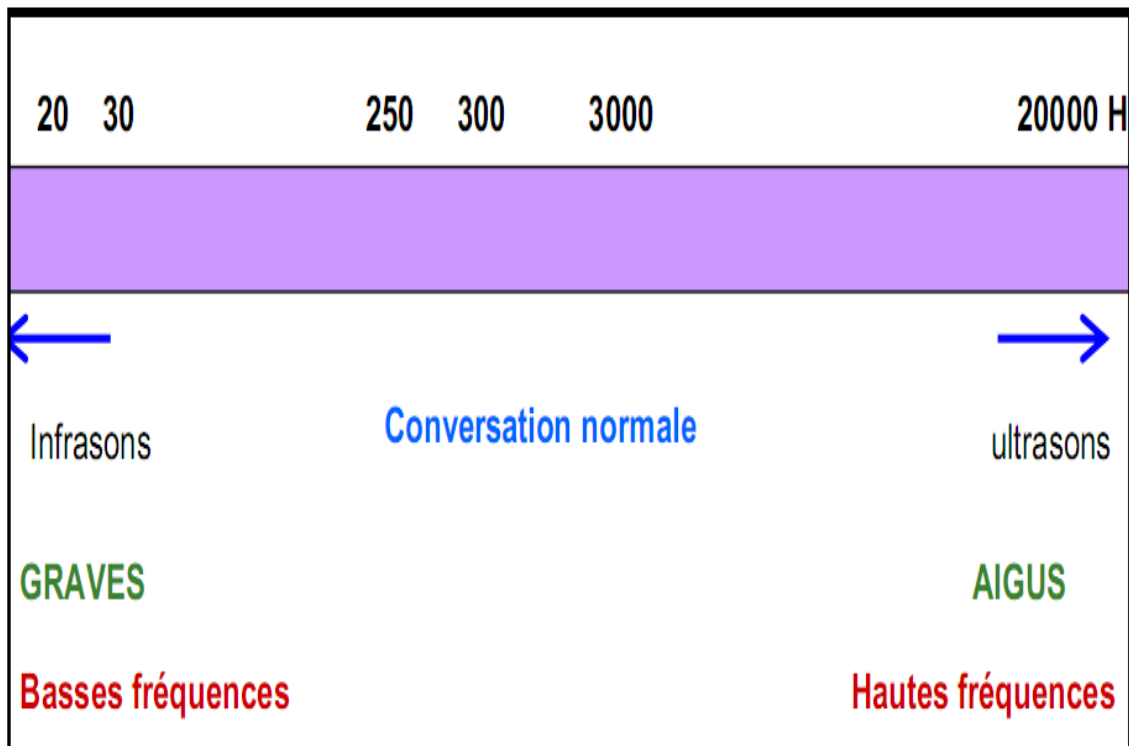


Figure 22: Les fréquences audibles par l'homme. (16)

1.1.2. La célérité(c):

La vitesse (v) d'une onde est appelée célérité Elle s'exprime en mètre par seconde.

1.1.3. L'amplitude (a) :

L'amplitude ou hauteur, des crêtes de l'onde sinusoïdale indique l'intensité d'un son, laquelle est liée à son énergie ; c'est-à-dire aux différences de pression, entre ces zones de compression et ses zones de raréfaction. L'amplitude est plus grande dans le son fort que dans le son faible, donc l'intensité d'un son est liée à l'amplitude de l'onde sonore. La force d'un son correspond à notre interprétation subjective de son intensité Notre champ auditif est extrêmement étendu : du produit d'une épingle qui tombe à celui d'un moteur à réaction, l'intensité du son se multiplie par 10 millions. C'est pourquoi on mesure l'intensité (et la force) des sons à l'aide d'une unité logarithmique appelée décibel (dB). Le seuil de perception auditive correspond à un niveau acoustique de 0 dB (décibel). L'amplitude d'une conversation normale se situe aux alentours de 50 dB. Le seuil de douleur se situe à 120 dB.

1.1.4. Le timbre :

C'est la qualité d'un son qui permet de distinguer entre 2 sons qui ont la même note joué par 2 instruments différents.

1.1.5. L'impédance acoustique :

Elle caractérise la résistance du milieu au passage de cette onde.

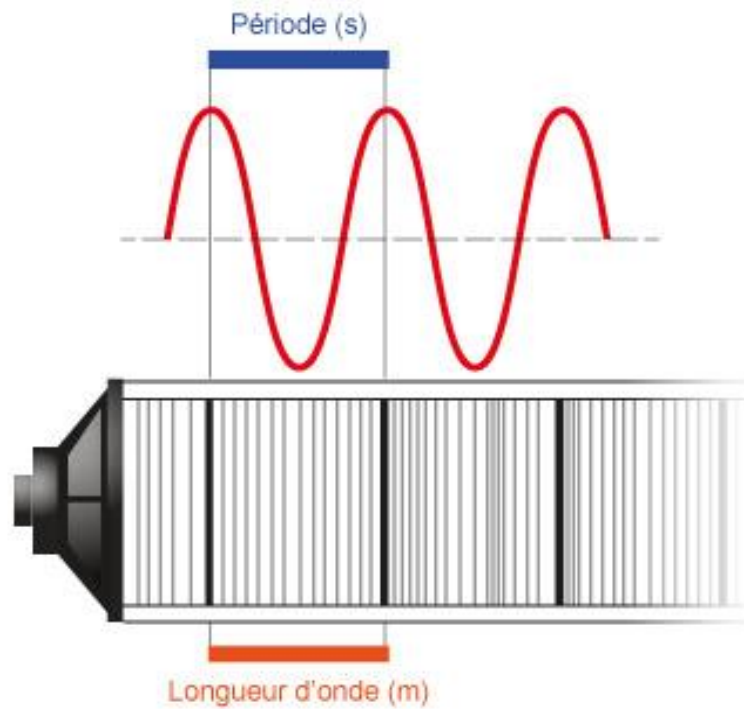


Figure 23: Représentation de la longueur d'onde. (14)

2. Mécanisme de l'audition :

2.1. Physiologie de l'oreille externe : (17)

2.1.1. Fonction de localisation du son :

L'oreille externe permet de capter le son et le canaliser vers l'oreille moyenne, grâce à sa forme et en particulier aux reliefs du pavillon, qui servent à la diffraction des ondes acoustiques.

En effet, disposer de 2 oreilles permet de déterminer d'où vient le son ; l'onde sonore arrive à l'oreille la plus proche en premier puis elle atteint la deuxième oreille avec un certain retard. La différence interaurale de temps et d'intensité, et ce, suivant la fréquence est due à l'ombre de la tête. Ceci concerne les fréquences supérieures à 2000 Hz, c'est-à-dire lorsque la longueur d'onde est

petite. Il est prouvé qu'une différence d'intensité de 7 dB pour la parole entre les deux oreilles est responsable de l'impression que le son provient du côté où il est entendu plus fort, ce qui est utile lors des tests de détection de simulateurs, comme le test d'Azzi.

2.1.2. Fonction du transfert :

C'est la modification de phase et amplitude du signal sonore incident en fonction de l'angle d'incidence et de la fréquence du signal sonore; chaque structure anatomique intervient pour assurer l'établissement de cette fonction :

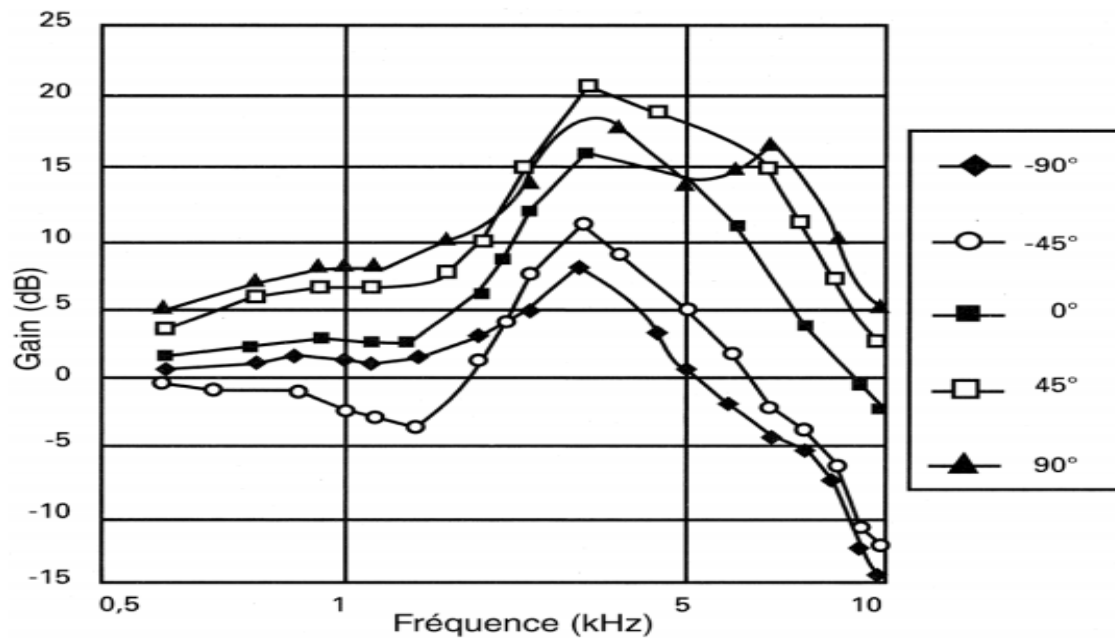


Figure 24: Modification de la pression acoustique induite par le volume corporel et l'OE chez l'homme en fonction de la fréquence du son incident ainsi que de son azimut.(17)

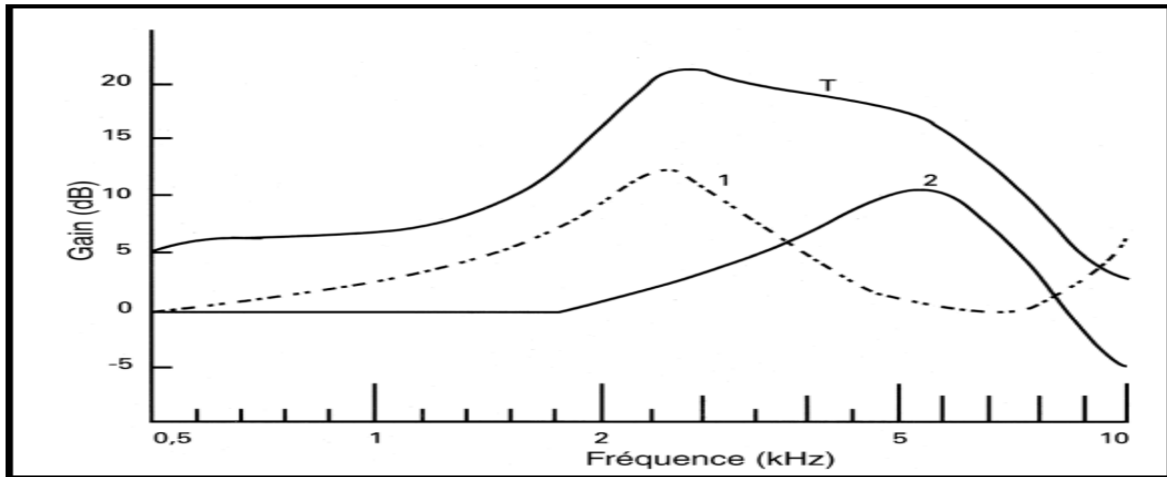


Figure 25: Amplification apportée par l'OE chez l'homme pour un azimut 45 degrés en fonction de la F du son incident (T : total, 1 : pavillon, 2 : mât acoustique externe et membrane tympanique).(17)

2.1.3. Fonction de protection

L'OE permet, grâce à son anatomie, d'assurer la protection de l'OM ; en particulier la membrane tympanique.

2.2. Physiologie d'oreille moyenne :

2.2.1. Fonction de transfert et d'adaptation d'impédance :

L'OM transmet l'énergie acoustique du tympan à l'OI. L'OM réalise l'adaptation d'impédance nécessaire entre le milieu *aérien* et le milieu *liquidien* de l'OI, afin d'éviter un dépérissement de l'énergie (18)

Ceci est possible grâce à 2 phénomènes :

- rapport des surfaces (~ 20) entre la surface de la membrane tympanique ($S_1 = 0,6 \text{ cm}^2$) vibrant lors d'une stimulation sonore et la surface de l'étrier ($S_2 = 0,03 \text{ cm}^2$) qui va s'imbriquer dans la fenêtre ovale (la platine).
- rapport des leviers ($d_1/d_2 \sim 1,3$).

L'amplification théorique de pression atteint un facteur $\times 26$ (soit $+ 28$ dB).
(17)

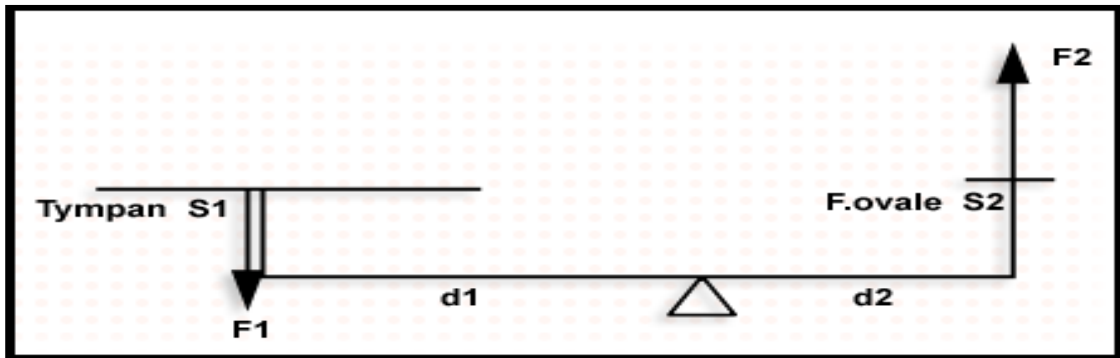


Figure 26: Le mécanisme d'amplification de la pression de l'OM.

2.2.2. Le réflexe ossiculaire (stapélien) : (19)

Permet de protéger l'oreille des sons forts (supérieurs à 80 dB) grâce à des phénomènes de fatigabilité (les muscles se relâchent, au bout de quelques minutes, par épuisement) en plus de la faible atténuation (La protection réelle n'est que de 2 dB).

Ce réflexe acoustique permet également d'augmenter la sélectivité fréquentielle et masque sélectivement les basses fréquences, inférieures à 1000 Hz

2.2.3. Le rôle de la trompe d'Eustache : (20)

La trompe d'Eustache ou trompe auditive est aplatie et fermée ; mais elle s'ouvre momentanément (0,02s) pendant la déglutition et le bâillement afin de maintenir une équipression d'air entre OM et environnement (4 min d'ouverture au total par jour). Il s'agit d'un mécanisme important, surtout lorsque la pression extérieure varie (ascension en montagne, plongée...), car le tympan ne peut vibrer librement que si la pression exercée sur ces 2 surfaces est égale. En cas de variation de pression (ascension en montagne, plongée...).

2.3 Physiologie d'oreille interne : (21)

L'onde sonore traitée par la cochlée va rejoindre le nerf auditif. Ce nerf emprunte le conduit auditif interne pour gagner le tronc cérébral, et plus particulièrement les noyaux cochléaires. Une fois arrivé à ce niveau, l'information va subir un décodage en *durée*, en *intensité* et en *fréquence*. Puis sera transmise à travers plusieurs relais jusqu'au cortex auditif primaire. Deux mécanismes interviennent dans ce traitement de l'information par l'organe de Corti, l'un est passif, c'est la tonotopie cochléaire, l'autre est actif et fait intervenir des éléments biologiques.

2.3.1 La tonotopie cochléaire :

Suite à une stimulation auditive, le mouvement de la chaîne ossiculaire provoque l'enfoncement de l'étrier dans la fenêtre ovale. Il découle de ce fait un mouvement de la pérylympe dans la rampe vestibulaire, et par suite également dans la rampe tympanique. Les deux rampes communiquent par l'hélicotreme. La pérylympe est un liquide incompressible, cela va engendrer un déplacement de la fenêtre ronde, ainsi qu'un mouvement de la membrane basilaire. Les rampes vestibulaire et tympanique jouent donc un rôle hydromécanique essentiel. A une fréquence stimulée va correspondre un mouvement de la membrane basilaire à un endroit donné. L'onde se propage transversalement le long de la membrane basilaire, et va atteindre un maximum à une certaine distance de cette membrane. Cette sélection en fréquence se réalise grâce à une épaisseur ajustée, la membrane basilaire est fine et peu large à sa base, mais épaisse et large à son apex. Les fréquences aiguës sont codées à sa base, tandis que les fréquences graves le sont à son apex, ce qui explique que les fréquences aiguës sont les premières touchées lors d'une stimulation prolongée et intensive au bruit. Cette théorie a été découverte par Von Békésy.

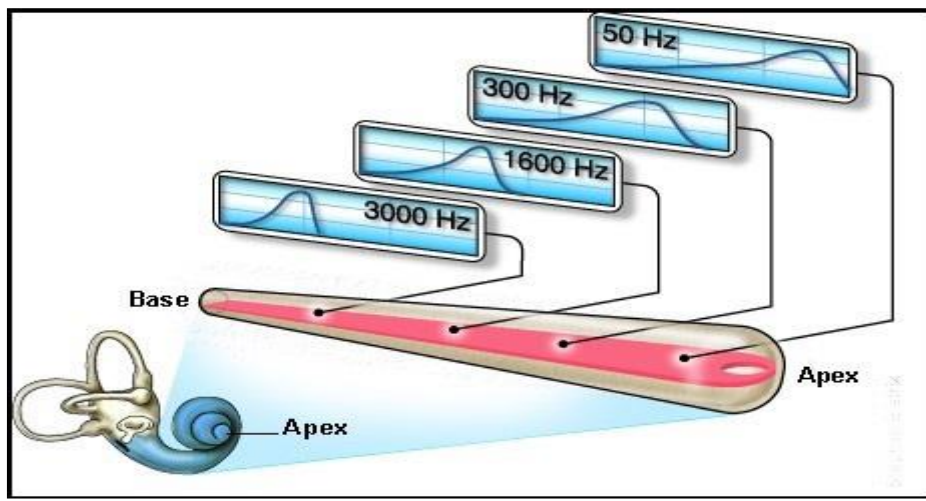


Figure 27: Amplitude des déplacements de la membrane basilaire en fonction de la fréquence de l'onde sonore.

2.3.2. Le mécanisme actif :

A ce phénomène passif, s'ajoute un mécanisme biologique. En effet, lors du mouvement de la membrane tectoriale, les stéréocils des cellules ciliées externes sont soumis à un déplacement. Celui-ci engendre une modification de la composition en potassium à l'intérieur de la cellule. Cette décharge de potassium provoque leur contraction. Le mouvement de la membrane basilaire se trouve amplifié dans la zone stimulée. Cette amplification est d'environ 50 dB. Les stéréocils des cellules ciliées internes se trouvent également déplacés par le mouvement de la membrane tectoriale, provoquant la libération du glutamate. Ce neurotransmetteur donne naissance à un signal électrique, qui se déplace le long du nerf auditif et qui est envoyé au cerveau, où il y sera analysé.



Exploration de l'audition



III. Exploration de l'audition :

L'exploration de l'audition a pour but d'évaluer l'acuité auditive afin de détecter une surdité ou apprécier son importance, d'en rechercher la cause et de tester un traitement médical, chirurgical ou prothétique.

On procède à l'estimation de l'audition du patient par 2 modes de transmissions :

- Le *mode de transmission par voies aériennes* met en jeu: l'oreille externe (pavillon et le conduit auditif externe) et l'oreille moyenne (la cochlée).
- Le *mode de transmission par voie osseuse* fait intervenir essentiellement : l'oreille interne qui transforme la vibration sonore dans le milieu liquidien (cochlée) en message nerveux, ceci est assuré par les cellules ciliées auditives.

Ces épreuves d'explorations se répartissent en 2 groupes :

- Les *tests subjectifs* font intervenir la perception auditive du sujet et nécessitent sa coopération tel que : l'acoumétrie et l'audiométrie
- Les *tests objectifs* qui sont basées sur l'enregistrement de l'activité électrique des divers relais auditifs et ne font pas appel à la participation du sujet d'où son intérêt chez l'enfant. Parmi ces tests, on cite : l'impédancemétrie, les potentiels évoqués auditifs, les otoémissions...

4 L'interrogatoire: (22)

- Age, importance de gêne, activité professionnelle,
- Le caractère uni ou bilatérale de la perte auditive, date de début et son mode évolutif.
- Les signes otologiques : écoulement, otalgie, acouphène, vertige ...
- Antécédents médicaux : otite, HTA, diabète, prise de médicaments ototoxiques(aminoside, aspirine à forte dose, chimiothérapie...) ...
- Antécédents Familiaux : cas de surdité dans la famille.

2. L'examen clinique :

2.1. L'otoscopie :

Elle apprécie :

- L'état du pavillon: à la recherche d'une fistule ou perforation(23)
- L'état du conduit auditif externe: Malformation, sténose ... (23)
- L'état du tympan: perforation ou rétraction (23)
- Toujours chercher une paralysie faciale périphérique:.(24)

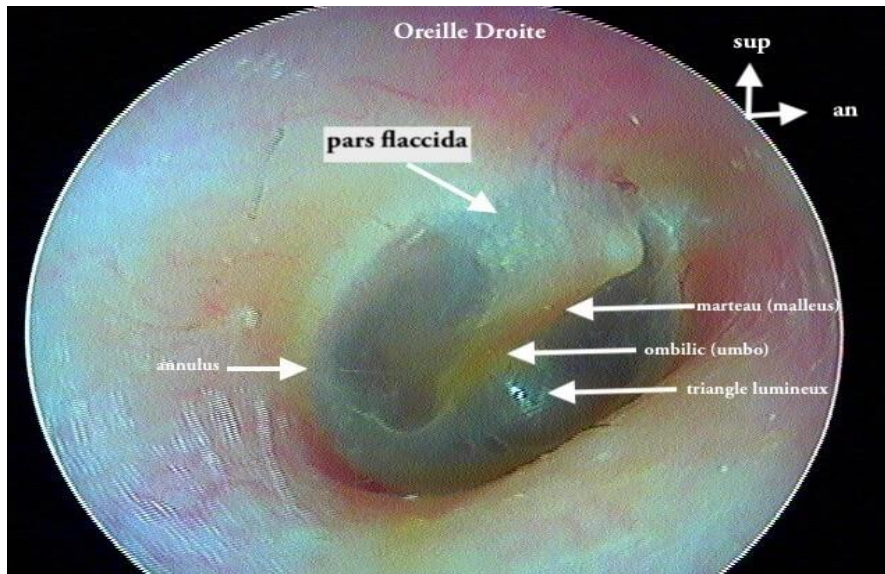


Figure 28: Otoscopie normale

2.2. L'examen ORL :

2.2.1. L'examen des fosses nasales :

- Rhinoscopie antérieure: examine la partie antérieure de la fosse nasale. (25)
- Nasofibroskopie: Permet l'étude des 2 fosses nasales et du cavum ainsi que l'examen du voile du palais, et le reste du pharynx et larynx. (25)

2.2.2. L'examen de la cavité buccale :

Il est important de toujours réaliser un examen oro-bucco-pharyngé (26)

2.2.3. L'examen général:

Cet examen doit apprécier l'état hémodynamique et respiratoire, ainsi qu'il faut compléter par un examen ganglionnaire et neurologique.

3 .Acoum étrie:

3.1 Acoum étrie à la parole :

Permet de vérifier si le patient est capable d'entendre la voix chuchotée à une distance de 6 mètres. (27)

3.2 Acoum étrie à la montre :

Examiner la capacité du patient à percevoir le tic-tac de la montre à une distance de 1 m 50.(27)

3.3 Acoum étrie au diapason:(28)

Consiste à explorer l'audition à l'aide d'un diapason. Les tests de Rinne et Weber sont qualitatives et permettent de distinguer entre surdités neurosensorielles et de transmission.

3.3.1 Test de Weber

Diapason centré posé sur la ligne médiane du front ou du vertex, permettant l'appréciation de la conduction osseuse CO simultanée des 2 oreilles.

Le Weber est dit indifférent : lorsque la perception de la vibration reste médiane.

Le Weber est dit latéralisé: quand la vibration est perçue dans une seule oreille.

- Surditée de perception: Weber se latéralise dans le côté sain.
- Surditée de transmission: Weber se latéralise dans le côté atteint.

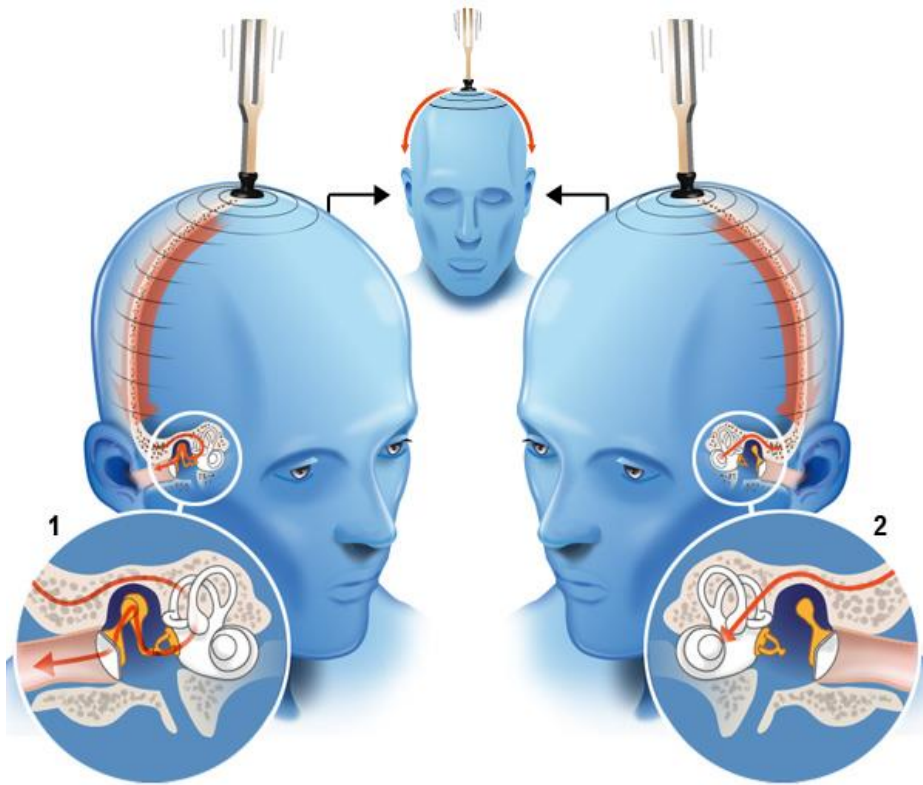


Figure 29: Test de Weber (29)

1- Surdit é de perception

2- surdit é de transmission

3.3.2 Test de Rinne:

Diapason est pos é sur la masto ïde , puis en avant du CAE

- Positif : la conduction a érienne est plus perceptible que la conduction osseuse → Oreille normale ou surdit é de perception.
- N égatif : la conduction a érienne est moins perceptible que la conduction osseuse → Surdit é de transmission.

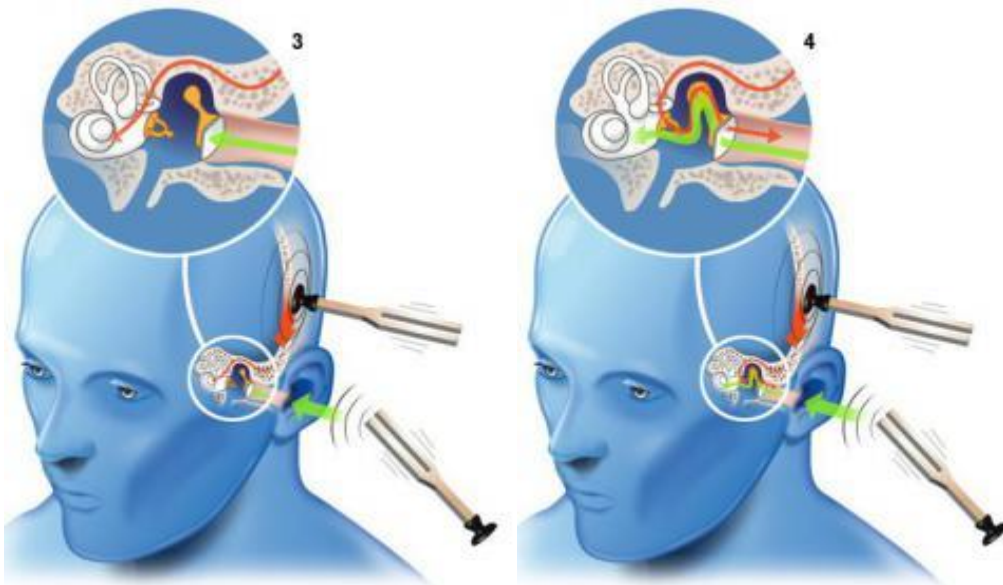


Figure 30: Test de Rinne (29)

3- surdit é de transmission

4- audition normale ou surdit é de perception

En résumé :

	oreille saine	surdité transmission	surdité perception
WEBER	centré	latéralisé côté malade	latéralisé côté sain
RINNE	positif	négatif	positif

Figure 31: la triade acoum trique (30)

4 .Audiométrie :

4.1 Audiométrie tonale :

Principe :

Examen subjectif, nécessitant la coopération du patient, permet l'étude des seuils auditifs (exprimés en décibel hearing level : dB HL) pour chaque oreille en conduction aérienne et osseuse en fonction de fréquences croissantes des sons. (31)

Réalisation :

L'audiométrie n'est réalisée qu'après avoir examiné l'oreille par otoscopie pour s'assurer de l'intégrité du conduit auditif externe et associer un nettoyage de la cire présente dans l'oreille. Puis dans une cabine isolée du bruit, on teste chaque oreille séparément, l'oreille opposée à l'oreille testée étant masquée.

- Pour la conduction aérienne : en utilisant un casque, l'audiomètre délivre des sons purs (continus, discontinus ou wobul s) de 125 à 8000 Hz et à des intensités croissantes de 0 dB (seuil auditif normal)   120 dB.

- Pour la conduction osseuse : l'examen est poursuivi avec un vibreur appliqué sur la mastoïde et relié à l'audiomètre.

On demande au sujet de répondre dès qu'il perçoit, même de façon très faible, un son. (28)



Figure 32: Patient dans une cabine insonorisée (32)

Résultats :

Les résultats sont basés sur les réponses fiables du patient, ils sont ensuite portés sur un graphique appelé *audiogramme* qui représente les pertes auditives en dB en fonction des fréquences du test.

Pour une audition normale, la perte est inférieure à 20dB et les courbes de CO et CA sont superposées.(31)

On distingue 5 degrés de surdit e :

- Surditée l eg ere : de 20  a 40 dB.
- Surditée mod er ee : de 40  a 70 dB.
- Surditée s ev ere : de 70  a 90 dB.
- Surditée profonde : au-del  a de 90 dB.
- Cophose : pas d'audition mesurable.(33)

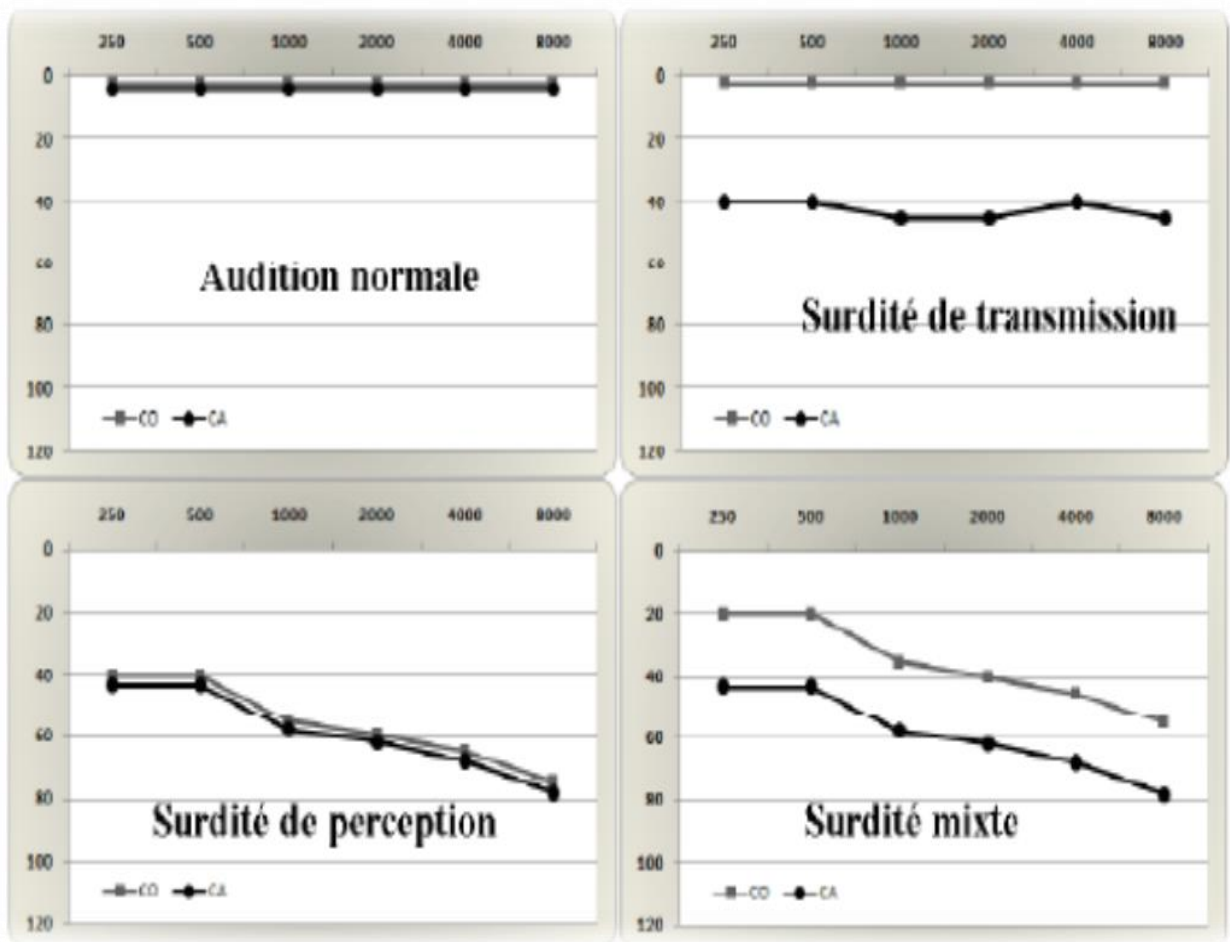


Figure 33: Diff erents r esultats de l'audiogramme (34)

4.2 Audiométrie vocale : (35)

Principe :

L'audiométrie vocale vient compléter et confirmer les résultats d'audiométrie tonale. Il consiste à évaluer l'intelligibilité des sons complexes verbaux (mots en une ou deux syllabes et phrases) en fonction de l'intensité de présentation.

Réalisation :

On teste chaque oreille séparément, à l'aide d'écouteurs. L'audiométriste lit au patient des listes de mots (étalonnés en fréquence, en durée et à une intensité croissante) que le sujet doit correctement répéter et ensuite on compte le pourcentage de bonnes réponses.

Résultats :

Les résultats sont portés sur un graphique qui représente le pourcentage (%) de mots répétés correctement en fonction de l'intensité en dB.

- Le seuil d'intelligibilité: l'intensité sonore en dB qui permet d'avoir 50% de réponses correctes.
- Le score de discrimination verbale (SDV): le pourcentage de réponses correctes à une intensité située 35 dB au-dessus du seuil d'intelligibilité.
- Le score maximal de reconnaissance vocale (SMRV): le pourcentage maximal de réponses correctes, quelle que soit l'intensité de présentation.

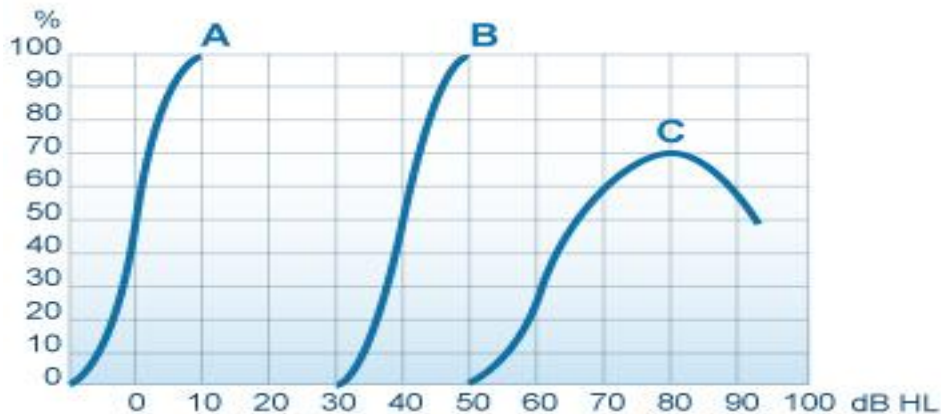


Figure 34: Résultats d'audiométrie vocale (36)

Courbe A : normal Courbe B : hypoacusie Courbe C : perte sévère

5 .Impédancemétrie :

5.1 Tympanométrie : (37)

Principe :

C'est un test qui permet d'examiner la souplesse du système tympano-ossiculaire et l'impédance OM, à condition que le tympan ne soit pas perforé

Réalisation :

L'examen se déroule dans une pièce insonorisée, on teste chaque oreille séparément en appliquant des vibrations sonores à des pressions et fréquences variables. Les sons sont créés grâce à l'impédancemètre, qui contient une sonde munie d'un microphone lié à un générateur de fréquence audible, permettant de faire varier la pression dans le CAE en émettant un son continu dans l'oreille. Une partie du son sera absorbée, alors qu'une autre partie du son sera réfléchi, capté et enregistré par un manomètre.



Figure 35: sonde d'impédancemétrie (38)

Résultat :

Les résultats sont portés sur un graphique appelé *tympanogramme* : une courbe qui représente la variation de compliance, avec en abscisse la pression en mm H₂O et en ordonnées le déplacement du tympan.

A 0 mm H₂O (pic centré sur le zéro) : le tympan est souple et la compliance est maximum.

Différents Tympanogrammes peuvent être obtenus à travers l'impédancemètre selon la pathologie affectant la compliance de l'oreille. La figure ci-dessous montre certains exemples

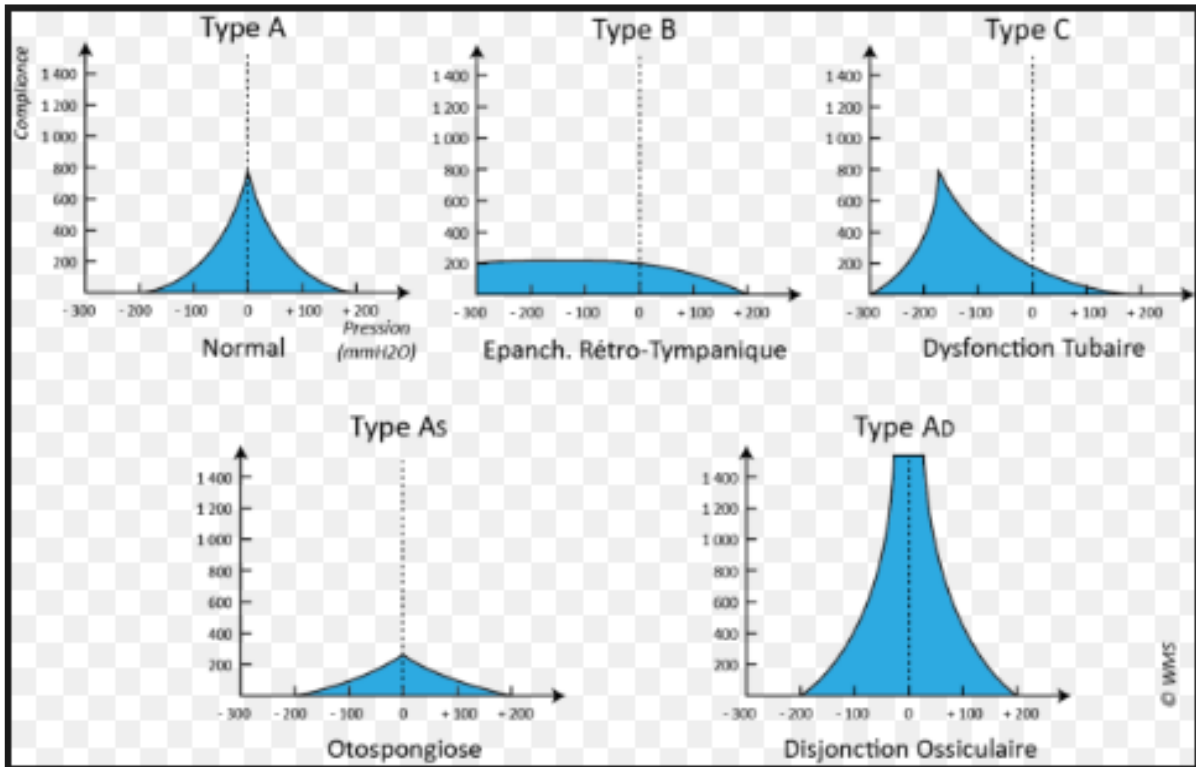


Figure 36: type de tympanogramme. (39)

Type A : Courbe normale.

Type B : Courbe plate : présence du liquide rétro-tympanique.

Type C : Pic décalé vers les pressions négatives : Dysfonction tubaire.

Type As : Courbe centrées d'amplitude diminuée : otospongiose.

Type AD : Pic d'amplitude élevée : Disjonction de la chaîne ossiculaire.

La tympanométrie permet également de déterminer le type de surdité en cas de :

- ***Surdité de perception*** : le tympanogramme est normal parce que les troubles sont au niveau de l'OI.
- ***Surdité de transmission*** : le tympanogramme est modifié à cause des troubles au niveau de l'OM.

5.2 Etude du réflexe stapédien :

Principe : (22)

L'examen permet la mesure du réflexe stapédien,

Réalisation : (37)

On met une sonde dans l'oreille à étudier, puis on stimule l'oreille controlatérale, cette sonde va mesurer le seuil du déclenchement du réflexe stapédien, c'est-à-dire l'intensité la plus faible qui va entraîner la contraction du muscle stapes (l'étrier) afin d'éviter que le son n'arrive trop fort à l'oreille interne pour protéger la cochlée d'éventuels dommages irréversibles.

Résultats : (28)

-Chez le sujet normal, le seuil du réflexe stapédien est de 80-85 décibels.

-En cas de ***surdité de transmission*** : le réflexe stapédien ne se déclenche pas dans l'oreille malade. Ceci peut provenir d'une *otospongiose* ou d'une *luxation ossiculaire*.

-En cas de surdité de perception : on trouve une diminution du champ stap  dien.

- Cophose de l'oreille stimulée (atteinte irréversible avec une lésion des structures nerveuses sensorielles de l'oreille interne ou du nerf auditif lui-même) : absence du reflexe lors de la stimulation d'oreille cophotique alors qu'il est présent lorsqu'on stimule l'oreille saine.

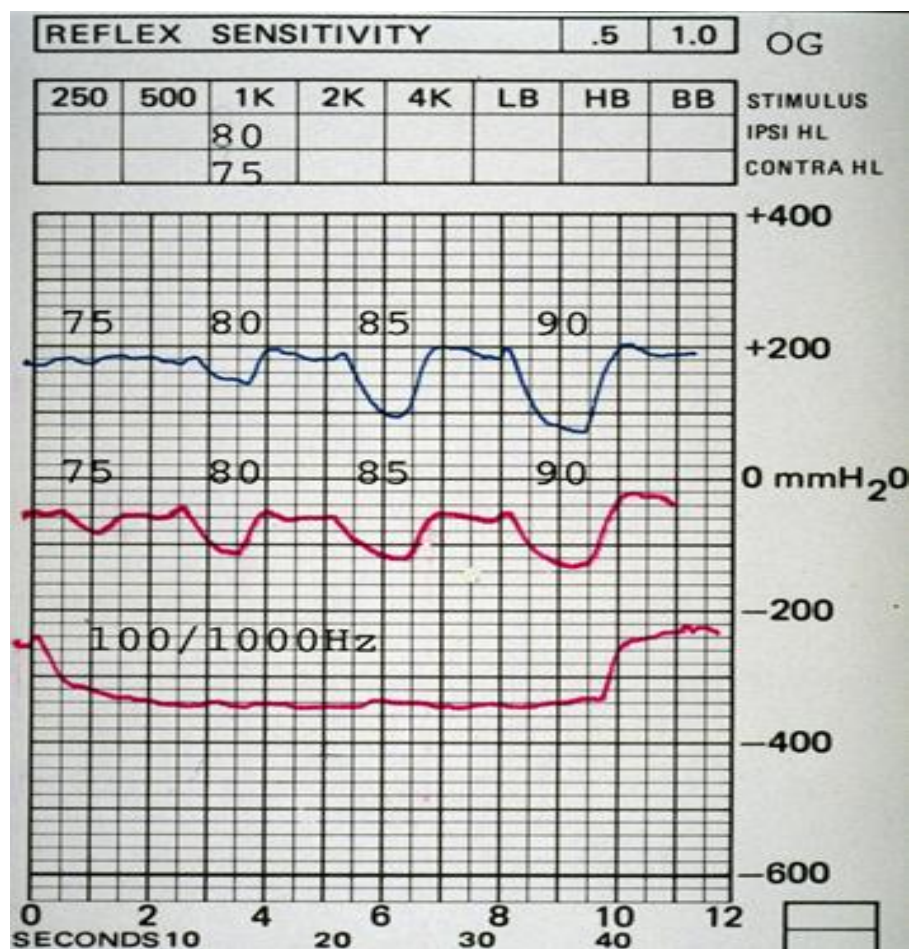


Figure 37: enregistrement des r  flexes stap  dien (38)

6- Les potentiels évoqués auditifs (PEA) :

Principe :

En présence d'un signal acoustique, la dépolarisation des fibres auditives provoque un champ électrique. (28)

L'enregistrement des PEA est un examen objectif qui permet d'enregistrer l'activité électrique des voies nerveuses auditives de l'oreille jusqu'au cerveau en réponse à des stimuli auditifs d'intensité variable.

Les PEA sont répartis en sous-groupes, selon la latence d'apparition par rapport au stimulus, on distingue : - PEA de latence précoce (PEAP) : recueillis dans les 10 premières ms

- PEA de latence moyenne : entre 10 et 50 ms.

- PEA corticaux tardifs : temps de latence > 50 ms.

Au cours d'une exploration auditive, on s'intéresse essentiellement aux PEAP, et qui est largement pratiqué chez les nouveau-nés, les adultes ainsi que dans le bilan des accidents vasculaires cérébraux (AVC), des comas, des traumatismes crâniens... (39)

Réalisation :(39)

Afin de réaliser ce test, le patient doit être placé dans une cabine insonorisée, des électrodes sont placées sur le cuir chevelu, le vertex, les lobules des oreilles et le front, ces derniers sont soumis à une stimulation acoustique dont on peut régler le niveau sonore.

Chaque oreille est explorée séparément. La stimulation est un clic qui correspond à un son bref, aigu, de fréquences respectives (1kHz, 2kHz, 3kHz) et qui sera ensuite répété 10 à 50 fois par seconde. Le signal nerveux est recueilli, amplifié, filtré et moyenné ce qui permet d'extraire ce dernier du bruit du fond. Ce signal est connu par PEA.

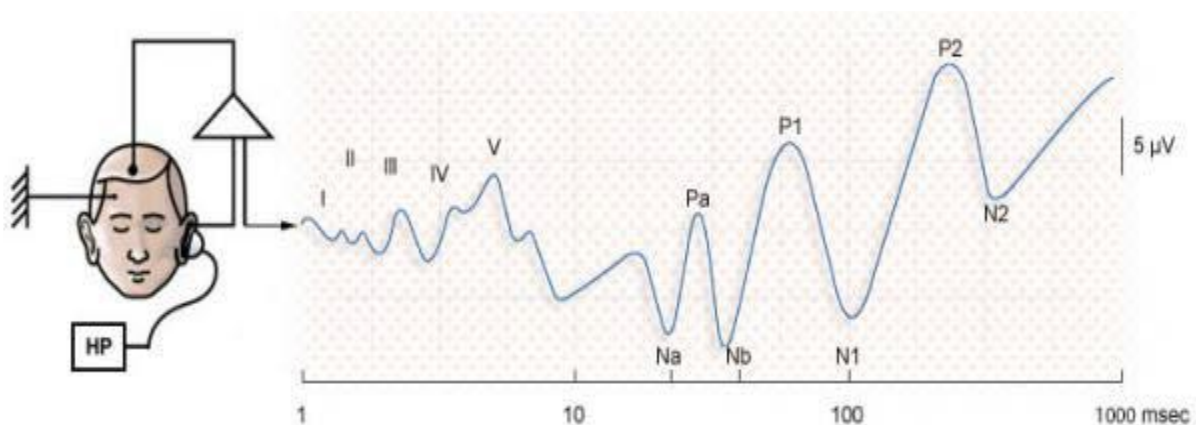


Figure 38: Enregistrement des potentiels évoqués auditifs (40)

Résultat : (39)

Sur la courbe obtenue, on recueille 5 pics (ondes I à V) qui correspondent aux résultats de la stimulation acoustique au niveau des différentes synapses de la voie auditive dans le tronc cérébral.

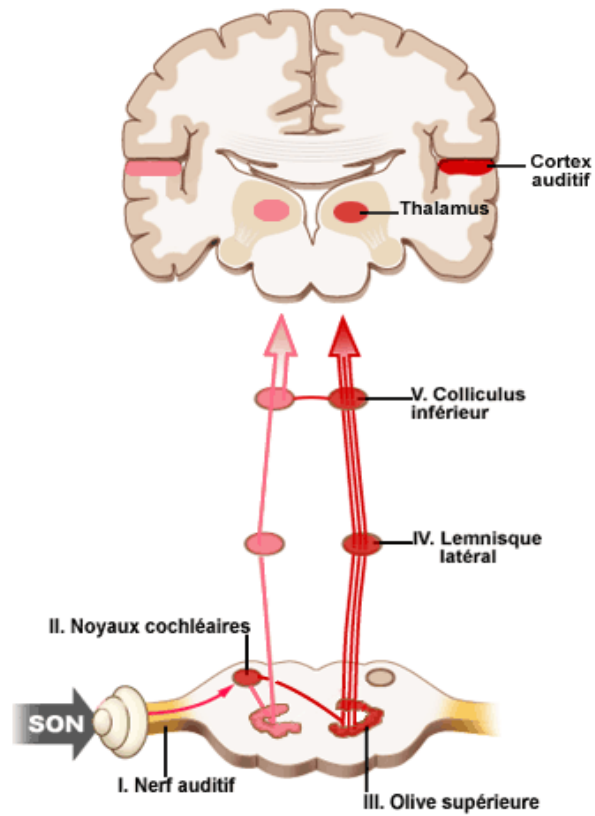


Figure 39: Ondes du PEA et les structures impliquées correspondantes (22)

Onde I : ganglion spiral et nerf auditif.

Onde II : noyau cochléaire.

Onde III : olive protubérancielle.

Onde IV: noyau ventral du lemnicus latéral

Onde V: colliculus inférieur (tubercule quadrijumeau postérieur).

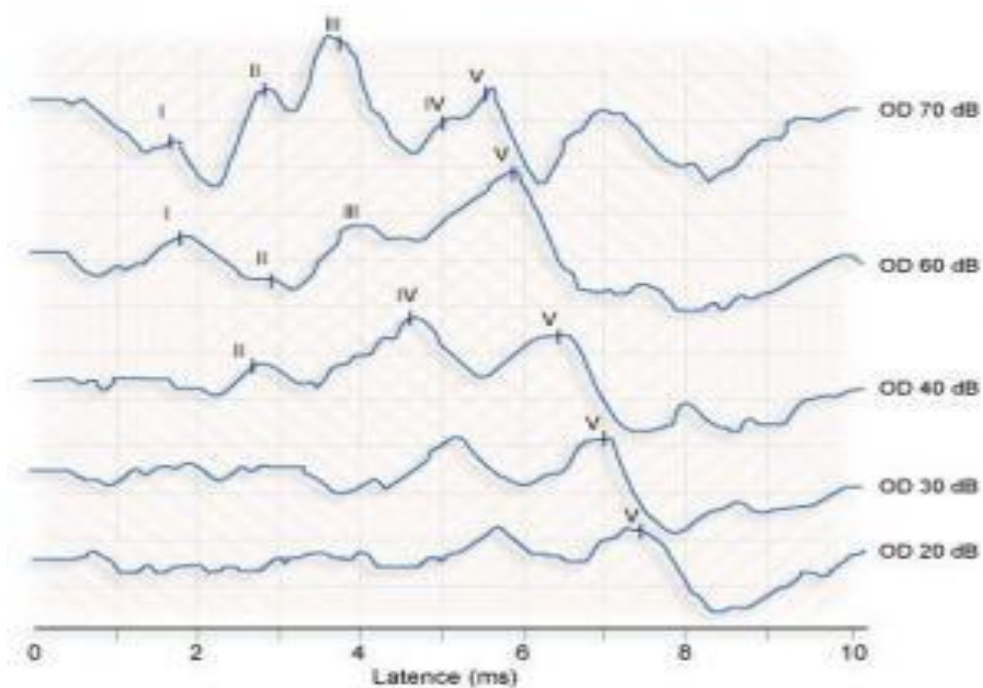


Figure 40: Exemple de PEAP enregistrés pour différentes intensités (40)

Les paramètres essentiels de ces ondes sont : la latence et le seuil. Les pics les plus importants sont ceux des ondes I, III et V.

L'étude d'éventuelles variations de ces paramètres permet la mise en évidence de :

- Surditée de transmission :- retard de latence de l'onde I
- d elai entre les ondes normales
- diminution du seuil
- Surditée de perception :

• Surdit é endocochl éaire :

- * latences des ondes I et V normales aux fortes intensités.
- * les temps de latence augmentent plus vite du cot é sain lorsqu'on diminue l'intensité de la stimulation.

• Surdit é r étrocochl éaire :

- * latence de l'onde I normale
- * retard de latence de l'onde V
- * augmentation du d élai I – V
- * augmentation de la diff érence inter-aurale (IT I-V, IT I-III)
- * d é érioration du seuil auditif
- * alt ération de la synchronisation des ondes

7- Les oto- émissions acoustiques (OEA) :

Principe : (37)

Les sons faibles sont amplifiés dans la cochlée grâce à l'action des CCE sur la membrane basilaire. La contre réaction à cette amplification est le « relâchement » de la membrane basilaire. Celui-ci sera responsable du mouvement du liquide cochl éaire, puis le mouvement de la fen être ovale, des osselets et du tympan. Le tympan dans cette situation va se comporter comme un hautparleur qui va diffuser un son et non vibrer à cause d'un son. Le son généré est inaudible à l'oreille humaine mais un micro est capable de le capter. Ces sons créés par l'oreille elle-m ême sont appel és *oto émissions*.

Il existe 2 formes d'OEA :

- *les oto émissions acoustiques spontanées (OAES)* : émis spontanément par l'oreille, en l'absence de toute stimulation.
- *les oto émissions acoustiques provoquées (OEAP)* : générées en réponse à des stimulations acoustiques de différents types.

Réalisation (39)

L'examen est effectué en déposant une micro sonde au niveau du CAE, reliée à un générateur d'ondes sonores. Elle comprend : un haut-parleur qui envoie un son stimulant bref et d'intensité contrôlée, et un microphone qui permet de détecter et recueillir le son émis par les CCE (les oto-émissions)

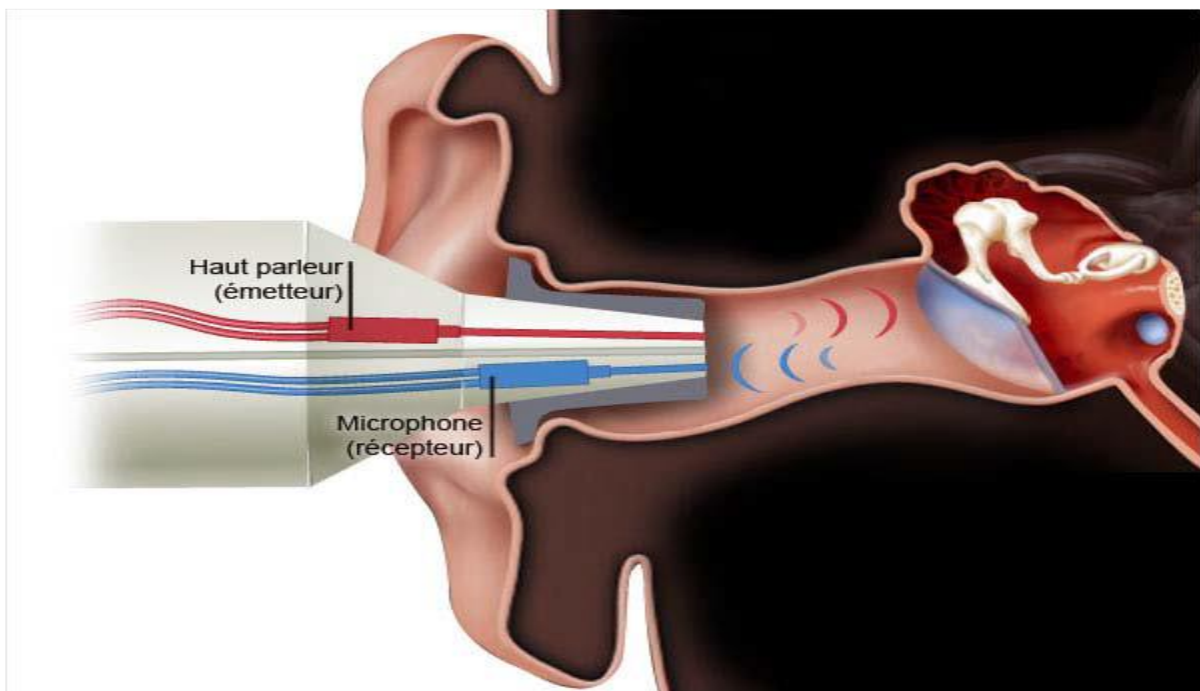


Figure 41: Oto-émissions acoustiques (41)

Résultat :(39)

Les résultats de ce test sont portés sur une courbe qui représente les variations d'amplitudes des ondes sonores dues aux oto-émissions acoustiques en fonction du temps.

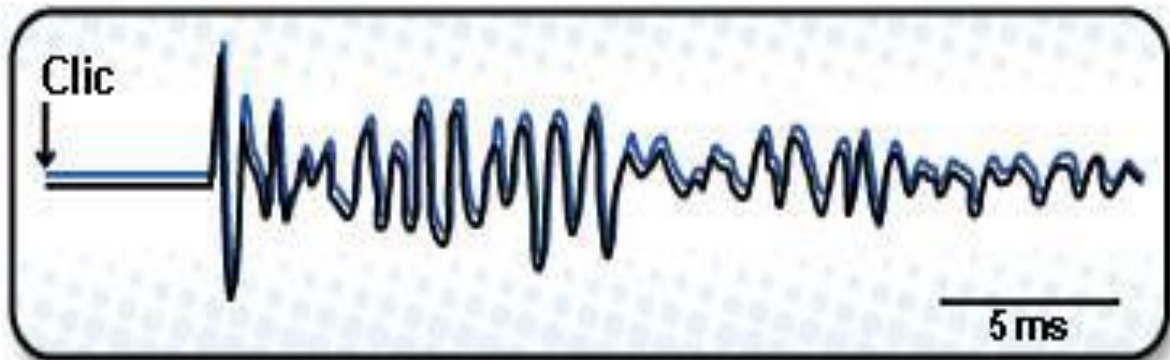


Figure 42: Courbe OEAP (en réponse à un clic) (41)

De 5 à 10 ms : ondes sonores transmises.

A partir de 10 ms : réponse de l'oreille (OEA).

Si les OEA disparaissent au-delà de 30 dB, le sujet présente une surdit é

8- Radiologie : (42)

Qu'il s'agisse de radiographies standards, de tomодensitométrie (TDM) ou d'imagerie par résonance magnétique (IRM), ces examens ne seront demandés qu'après une orientation par un bilan médical.

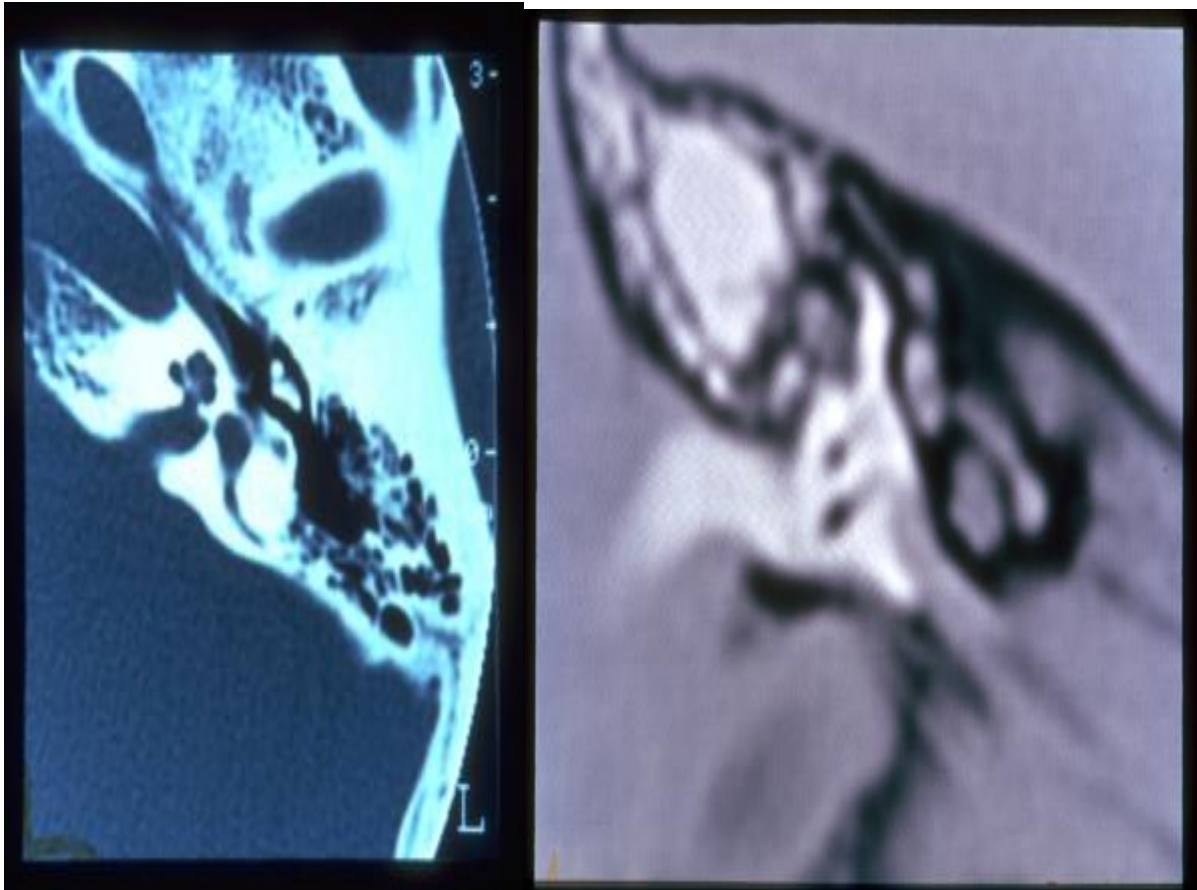


Figure 43: examen TDM de l'oreille(42) Figure 44: examen IRM de l'oreille (42)



Prothèse auditive conventionnelle



IV. Prothèse auditive conventionnelle :

La prothèse auditive conventionnelle PAC est un appareil qui permet de capter les ondes sonores lui arrivant afin de les amplifier pour qu'elles deviennent plus audibles et moins gênantes pour le malentendant.

L'évolution de ces dispositifs est consécutive à l'avancé technologique dans plusieurs domaines de la vie quotidienne. Avant de décrire les appareils auditifs actuels, il est important de rappeler les innovations technologiques qui ont permis d'obtenir des aides auditives confortables, sur-mesure, et améliorant de façon considérable l'intelligibilité du malentendant.

4 L'historique: (43) (44) (45)

L'histoire de l'aide auditive ne peut être retracé sans mentionner la plus ancienne : la main en coque derrière le pavillon. Encore utilisée aujourd'hui dans les situations bruyantes, car elle est naturelle et instinctive, elle augmente la surface du pavillon, augmentant l'onde sonore d'environ 10 dB de 1000 à 2000 Hz.

Deux ères différentes se distinguent : l'ère pré-électrique et l'ère électrique

4.1 L'ère pré-électrique

L'ère pré-électrique est aussi surnommée l'ère acoustique. Les premiers moyens utilisés durant cette période, notamment dans l'Antiquité et au Moyen-âge étaient les cornes, coquilles, olifants et trompes. Ils proposaient différentes amplifications selon les modèles fabriqués et les matériaux utilisés (métal, ivoire, verre...).

Dans un de ses ouvrages pendant le XVII^{ème} siècle, Athanasius Kircher évoqua, deux dispositifs : le Tubus Oticus pro surdatis et l'Ellipsis Otica, où les interlocuteurs se placent de part et d'autre de ce système.



Figure 45: Représentation de l'Ellipsis Otica (46)

En 1767, Claude Nicolas Le Cat réalise des conques auriculaires et des cornets, imitant à la perfection l'oreille. Docteur en médecine, il a été le premier à envisager que l'audition binaurale améliorerait la compréhension dans le bruit.

Déjà durant cette période, où les dispositifs sont de grandes tailles (la puissance dépend de la taille), les inventeurs essaient de dissimuler ces aides dans les alentours du malentendant. Au XVIII^{ème}, Duguet utilise les accoudoirs d'un fauteuil pour dissimuler le dispositif, résultant à un embout auriculaire. Un siècle après, Harrison Curtis invente en 1841 le fauteuil acoustique, dont les accoudoirs véhiculent le son jusqu'à 2 cornets.

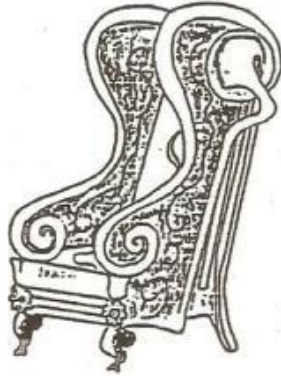


Figure 46: Représentation du fauteuil de Duguet (46)

Durant ce siècle, ce fut l'apparition des premières prothèses par conduction osseuse, après la description de la conduction osseuse par Albrecht von Haller en 1757. On cite différentes inventions comme :

- la baguette en bois maintenue entre les dents, utilisée par Beethoven pour qu'il puisse entendre les sons de son piano ;
- le Soniferio, composé de deux extrémités, où l'une est mordue, et l'autre est appuyée sur le larynx de l'interlocuteur ;
- le Dentaphone, de Cincinnati, l'extrémité libre étant constituée d'une peau de porc tendue, vibrant à l'arrivée des ondes sonores ;
- l'Audiophone, de Rhodes.

THE AUDIPHONE.



Figure 47: représentation de l'audiophone de Rhodes (46)

En 1884, Politzer décrit une aide auditive, intra-conque, arguant, dans la même démarche que Le Cat, qui suit le principe que lorsqu'on garde la forme de l'oreille l'audition n'en n'est que mieux améliorée. Cet appareil permet, selon lui, d'augmenter la surface du tragus, et ainsi celle de l'intensité sonore.

La totalité des aides auditives de cette période sont simples d'utilisation et robustes, mais ne fonctionnent qu'à proximité de la source.

4.2 L'ère électrique :

L'ère électrique débute par la création du téléphone, suite aux travaux d'Alexander Graham Bell, voulant restaurer l'audition à sa femme.

4.2.1 L'ère du charbon :

Durant le début du XX^{ème} siècle, Ferdinand Alt, de la clinique Politzer, invente le premier appareil auditif électrique. Cet appareil donnait une amplification de 10 à 15 dB, pour les fréquences comprises entre 1000 et 1800 Hz. Il s'agissait d'une aide auditive à granule de charbon. Très inconfortable, il n'est cependant composé que de 3 éléments : le microphone constitué de grains de charbon, une pile et un écouteur, supporté par un serre-tête. Compte tenu de la pression acoustique arrivant sur la membrane microphonique, la masse de charbon change, cette variation génère un courant électrique.

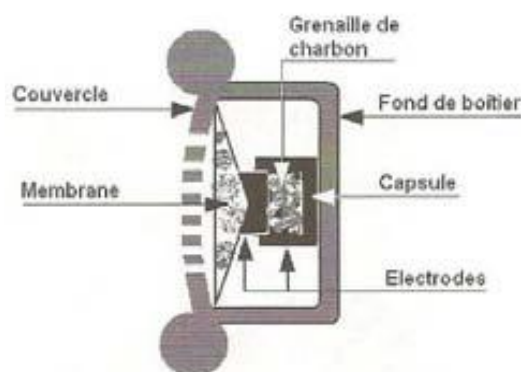


Figure 48: Représentation d'un microphone à grenaille de charbon(47)

Cet appareil était encombrant et lourd (1 Kg). Seul le volume sonore pouvait être réglé

Ce dispositif fut réformé d'un amplificateur à grenaille de charbon en 1924, le gain obtenu étant nettement meilleur. Sur la même base, des dispositifs à conduction osseuse ont été réalisés par la suite.

4.2.2 L'ère de la lampe :

En raison de l'apparition des tubes à vide, les premières aides auditives électroniques sont apparues. Wengel a spécifiquement inventé un dispositif d'aide auditive à lampe de diffusion limitée. Ce genre d'appareil nécessitait une grande quantité d'énergie, et était très encombrant. Le gain résultant est élevé à celui d'un dispositif électrique. Graduellement, au moyen des progrès de miniaturisation de ces éléments amplificateurs, des dispositifs portatifs de ce type ont vu le jour.



Figure 49: Représentation d'un appareil à tube (43)

4.2.3 L'ère du circuit intégré :

Les tubes électroniques ont été remplacés par les transistors, inventés en 1948 par les laboratoires Bell. Dans un premier temps employés à des fins militaires, ils ont ensuite été insérés dans des aides auditives en 1952, rendant possible l'invention du premier contour d'oreille.

Ne nécessitant qu'une faible source d'alimentation, il a permis, avec l'apparition des circuits intégrés, de créer des aides auditives de plus en plus petites et perfectionnées. La première paire de lunettes auditives a été élabo rée en 1954, les composants électroniques sont montés dans les branches. La presbytie étant fréquente à partir d'un certain âge, cela permettait de n'avoir qu'un seul dispositif d'aide. Cela a, de plus, permis l'essor des systèmes CROS (Contralateral Routing of Signal) ou BiCROS (Bilateral Contralateral Routing of Signal)

Cependant, en cas d'anomalie de correction d'un des deux dispositifs, la personne est privée de deux sens en même temps.

En 1955, l'intra-auriculaire standard est mis en vente, cet appareil est relié à l'oreille par un embout. Bien qu'on parle déjà à cette époque d'intra, celui-ci dépasse beaucoup de l'oreille.

En 1969, le tout premier appareil auditif qui utilise un microphone directionnel intégré entre dans le marché

Les premiers intra-auriculaires, adaptés et personnalisés, insérés dans la conque viennent au monde en 1973, année où l'on est apte d'intégrer plus de 1000 transistors dans le dispositif grâce aux circuits intégrés. Inventé par Starkey, il connaît une véritable réussite.

Jusqu'en 1988, toutes les aides auditives sont analogiques, leur fonctionnement est simple, le son est amplifié de manière continue, selon une puissance déterminée. On passe alors aux appareils analogiques programmables, grâce à une console de programmation, propre à chaque fabricant, l'audioprothésiste affine le réglage de l'appareil suivant les fréquences.

En 1993, Le XP Peritympanique, premier intra-conduit profond et invisible, est développé par Philips.

En 1996, les aides auditives sont à programmation numérique, le signal sonore est converti à l'aide d'un convertisseur analogique numérique, après amplification, il subit l'action d'un convertisseur numérique analogique, puis est restitué et modifié par l'écouteur.

Ce traitement du signal améliore la performance des appareils auditifs. Notamment la suppression automatique du larsen, les réducteurs de bruit de l'appareil ne pourraient pas être possibles sans un traitement numérique.

En 2004, le contour d'oreille « open », le ResoundAir de GN Resound arrive sur le marché, celui-ci s'accommode à chaque oreille à l'aide d'un tube mince standard et d'une ailette. Il permet de ce fait, une adaptation instantanée sans prise d'empreinte, ou un dépannage.



Figure 50: Photo du ResoundAir (43)

Par la suite, les appareils à écouteur déporté sont nés. Dans ce type d'appareil, l'écouteur est situé hors du boîtier, dans le conduit auditif et permet ainsi de réduire considérablement sa taille.

Ces deux derniers appareils sont capables également d'être ajustés avec des embouts moulés.

En 2008, Siemens lance un appareil à écouteur dans le conduit. La particularité de cet appareil, le Vibe, est qu'il se place dans la cymba de la conque.



Figure 51: Placement du Vibe (48)

Cette même année, GN Resound mis en vente un nouveau dispositif, le Be. Le microphone se place dans l'hélix, tandis que le reste de l'appareil se situe dans le CAE.

En 2010, le Lyrics, un appareil jetable, mis en place dans le conduit auditif par l'audioprothésiste a été commercialisé par Phonak. Il est totalement invisible, étant donné son placement profond. Le malentendant peut alors se doucher avec sans problème.

Après avoir décrit l'évolution des aides auditives, il est nécessaire d'explorer les éléments composants ces appareils.

5 Fonctionnement : les différents composants de PAC

Pour simplifier, la prothèse auditive conventionnelle (PAC) se compose de :

5.1 Un système ou étage d'entrée :

Le microphone

Le microphone capte les sons dans l'air pour les transformer en signaux électriques. Il est composé d'une membrane souple et d'un transducteur. La membrane du microphone est mobile et se déplace lors des variations de pression acoustique exercée, alors que le transducteur, quant à lui, joue le rôle de transformateur d'énergie. (50)

Les contours d'oreille sont généralement dotés de **2 microphones** placés sur le haut de l'appareil afin de capter le son arrivant au-dessus de l'oreille. Ils sont protégés par une grille ou une fente étroite afin de limiter l'encrassement ainsi que le bruit du vent.

Les intra-auriculaires ne possèdent généralement qu'**un seul microphone** placé du côté extérieur de l'appareil. (51)

➤ Le système omnidirectionnel et directionnel : (52)

Il existe plusieurs technologies permettant de convertir le mouvement de la membrane du microphone (diaphragme) en signal électrique reflétant le signal acoustique(50). Les microphones peuvent être soit :

- **Omnidirectionnels** et capter les sons de la même façon quelle que soit la direction de la source sonore. Cela peut s'avérer perturbant dans un milieu bruyant, comme dans un restaurant ou lors d'un repas de famille.
- **Directionnels** et privilégier les sons provenant de l'avant.

Les PAC possèdent souvent ces 2 types de microphones et utilisent ces

propriétés directionnelles pour se focaliser sur une source sonore, ce qui est cruciale pour améliorer la compréhension dans les endroits bruyants.

Il existe différents types de microphones, le plus utilisé est le microphone à électret.(53)

➤ **Le système CROS et Bi CROS :**

En cas de cophose, il est possible de placer au niveau du côté sourd un microphone qui va capter le son et puis le transmettre sans fil (Bluetooth) à l'appareil du côté sain qui va l'émettre dans l'oreille saine, c'est ce qu'on appelle l'appareillage CROS (*contralateral routing of signal* ou transmission contralatérale des signaux). (54)

L'oreille saine perçoit les sons provenant de chaque côté de la tête, limitant donc l'effet de masque de cette dernière lorsque le son cible arrive du côté cophotique.

Le système CROS n'est pas réservé seulement aux personnes ayant une oreille cophotique, il peut également s'adapter à une surdité bilatérale asymétrique, c'est-à-dire une surdité plus importante d'un côté que de l'autre. Dans ce cas, on parle de système Bi CROS. Le principe du Bi CROS est le même que celui d'un CROS classique. Il y a un appareil émetteur ainsi qu'un appareil récepteur. La différence principale est que le récepteur possède les propriétés d'un appareil auditif classique.(51)

Système CROS



Système BICROS



Figure 52: Schématisation des systèmes CROS et Bi-CROS(55)

Le principal défaut reporté pour ce système est lié au bouchon intra-auriculaire de l'oreille saine, qui réduit l'intelligibilité de l'oreille saine pour les signaux venant de ce même côté. La mise en place d'un bouchon ouvert permet cependant de palier à ce problème.(56)

➤ Systèmes de réception de signaux sans fil(51)

L'éloignement ou la distance de la source est un facteur limitant de l'appareillage auditif. L'intensité d'une source sonore diminue très rapidement avec la distance ce qui constitue un facteur limitant de l'appareillage auditif. Outre la difficulté de détecter un signal plus faible, l'éloignement de la source sonore augmente les chances de parasitage par l'ajout de bruit entre la source cible et le microphone. La solution consiste à utiliser un microphone d'éport qui communique sans fil avec la PAC. Le principe est simple : le son est capté au plus près de la source (micro-cravate ou boîtier porté par l'interlocuteur) et transmis directement à la PAC. Ainsi, la parole de l'interlocuteur devient très

saillante par rapport aux bruits environnants. Initialement, la technologie utilisée était la modulation de fréquence qui nécessite un dispositif électronique pour convertir le signal d'entrée en onde radio et un autre sur la PAC pour faire l'opération inverse. Cette technologie tend à disparaître au profit des modes de communication numériques sans fil (Bluetooth ou Wifi). Grâce aux accessoires Bluetooth développés par les fabricants, l'utilisateur peut connecter ses aides auditives à sa télévision, son autoradio, sa chaîne Hi-Fi, son ordinateur ou son smartphone.

5.2 L'unité centrale :

L'unité centrale constitue l'électronique et l'élément central de la PAC, permettant le passage de l'information entre le microphone et l'écouteur.

Les éléments constituant cet étage sont montés sur des circuits imprimés : des circuits intégrés, avec divers éléments (résistances, transistors, condensateurs) y sont connectés. Cette structure permet le traitement, l'amplification du son ainsi que la conversion analogique et numérique et inversement.(50)

5.2.1 Conversion analogique-numérique :

Jusqu'aux années 1990, les aides auditives étaient analogiques.

•un appareil analogique :

Le traitement (amplification et filtrage notamment) est réalisé par des composants électroniques analogiques dont les caractéristiques sont contrôlées par des *potentiomètres* disposés sur la coque de la PAC(52). Dans l'appareil analogique il n'y a qu'un petit nombre de possibilité de réglage possible, vu que ceci n'est possible qu'avec un petit tourne vice(51).



Figure 53: Traitement analogique de son. (52)

Comme beaucoup d'appareils électroniques, les aides auditives ont profité de la révolution numérique qui s'est opérée dans les années 1990(51), d'où l'apparition de :

•**L'aide auditive numérique :** (51)

Pour fonctionner en numérique, les aides auditives doivent disposer d'un convertisseur analogique-numérique (CAN) situé en entrée ; entre le microphone et l'aide auditive ; et d'un convertisseur numérique-analogique (CNA) en sortie ; entre l'aide auditive et l'écouteur.

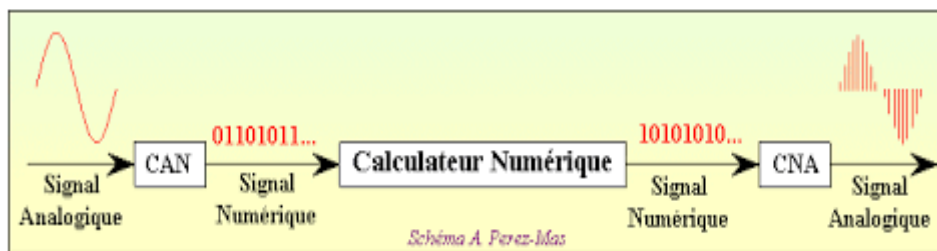


Figure 54: schématisation du traitement numérique de son. (57)

Dans un appareil numérique l'audioprothésiste peut mettre à jour des réglages ou réaliser de nouveaux traitements du signal sans changer de composants électroniques ou de circuits, juste en reprogrammant le processeur. En plus de la possibilité de stocker les caractéristiques de réglage de PAC dans des mémoires (*buffer* en anglais) pour réaliser des analyses et des opérations de plus en plus complexes.

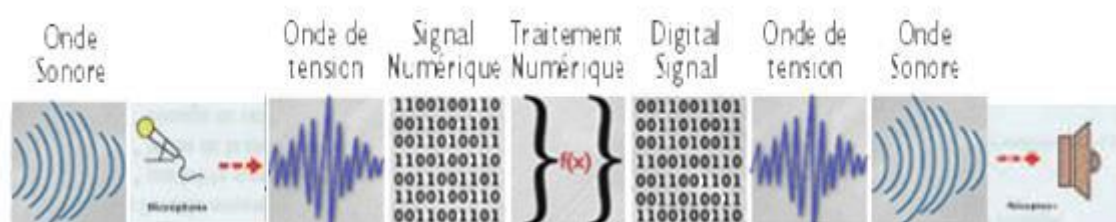


Figure 55: Traitement numérique de son.(52)

5.2.2 Amplification adaptative et compression :

Deux systèmes d'amplification sont habituellement utilisés :

- **l'amplification linéaire :**(58)

Les premiers appareils auditifs étaient dotés d'un amplificateur linéaire qui se contentait d'augmenter le volume de la PAC. Le 'Gain' (G) donc était le même quel que soit le niveau d'entrée du son. Ces appareils étaient alors équipés *d'écrêteurs* pour limiter l'amplitude des composantes trop intenses du signal amplifié (en anglais *peak clipping*). Mais l'écrêtage du signal de sortie entraînait inévitablement des distorsions acoustiques perçues comme un ajout de bruit parasite dans le signal, diminuant ainsi la compréhension.

•l'amplification non linéaire :

Les appareils numériques utilisent des dispositifs plus sophistiqués, capables d'amplifier les sons de faible niveau (la voix chuchotée par exemple) et de diminuer cette amplification pour les sons de niveau plus élevé afin de réduire la distorsion (dans des lieux bruyants par exemple). On parle alors d'amplification « non linéaire » ou de **compression**.(53)

En pratique, le gain du système est ajusté en fonction du niveau d'entrée. Le principe consiste à établir une relation mathématique entre : le niveau d'entrée et un niveau de sortie désiré pour adapter la dynamique de sortie de l'appareil à la dynamique résiduelle du malentendant, tout en diminuant progressivement le gain à partir d'un certain niveau d'entrée (adaptative gain control input [AGC-I]) ou de sortie (adaptative gain control output [AGC-O]). Ces 2 systèmes se différencient donc par leur mode de détection du signal qui enclenche une contre-réaction électronique.(51)

5.2.3 Systèmes anti-Larsen :

L'effet Larsen est un phénomène physique de rétroaction acoustique. Cela se produit lorsque le son émis par l'écouteur est capté par le microphone qui le retransmet, amplifié, à l'écouteur et ainsi de suite, jusqu'à saturation, ce qui génère un sifflement de haute intensité en sortie de l'écouteur et ce qui peut être désagréable.(51)

Le larsen est toujours un problème de communication entre l'écouteur et le micro, ceci peut être dû soit à un problème d'étanchéité de l'embout dans l'oreille (par exemple quand on mange, l'embout a tendance à ressortir et le larsen apparaît), soit à un manque d'étanchéité dans l'appareil lui-même entre le micro et l'écouteur qui sont tout près l'un de l'autre.(60)

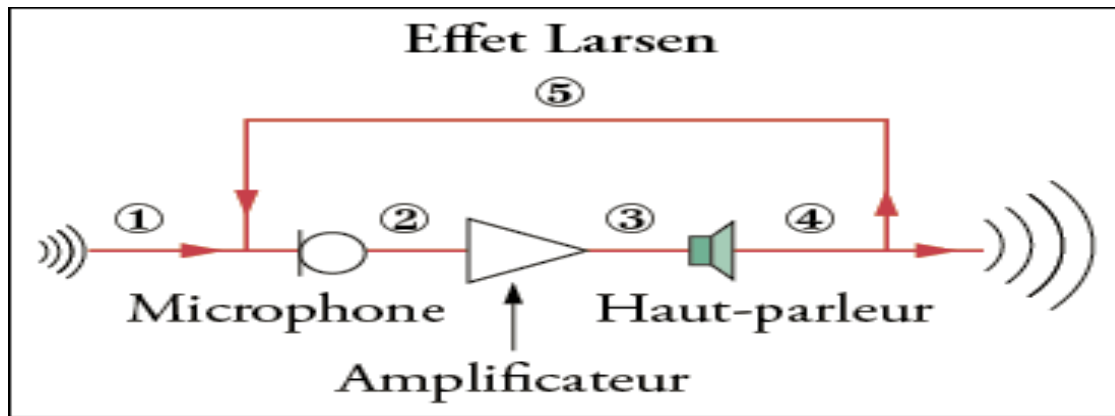


Figure 56: Représentation d'effet Larsen(61)

Depuis l'arrivée du numérique avec l'émergence des appareillages à tube fin ouvert, les systèmes anti-Larsen ont considérablement progressé. L'appareil doit savoir distinguer le sifflement du Larsen d'un son extérieur. Il doit ensuite l'éliminer pendant qu'il se produit, sans altérer le signal sonore externe. Les algorithmes de suppression anti-Larsen utilisés aujourd'hui dans les prothèses auditives sont adaptatifs. Ils utilisent en général un ou plusieurs principes :

- générer en entrée un signal identique au signal Larsen, à la même fréquence mais en opposition de phase, Les deux signaux s'annulent alors, le Larsen est supprimé ;
- diminuer le gain de la prothèse auditive dans la bande de fréquence concernée ;
- décaler très légèrement la fréquence du signal de sortie par rapport à l'entrée afin d'éviter le « bouclage » du son émis par l'écouteur vers le microphone.

Ces techniques ont permis de gagner un nombre important de décibels d'amplification, tout en ouvrant le conduit auditif externe, ce qui facilite l'acceptation de l'appareillage par le patient.(60)

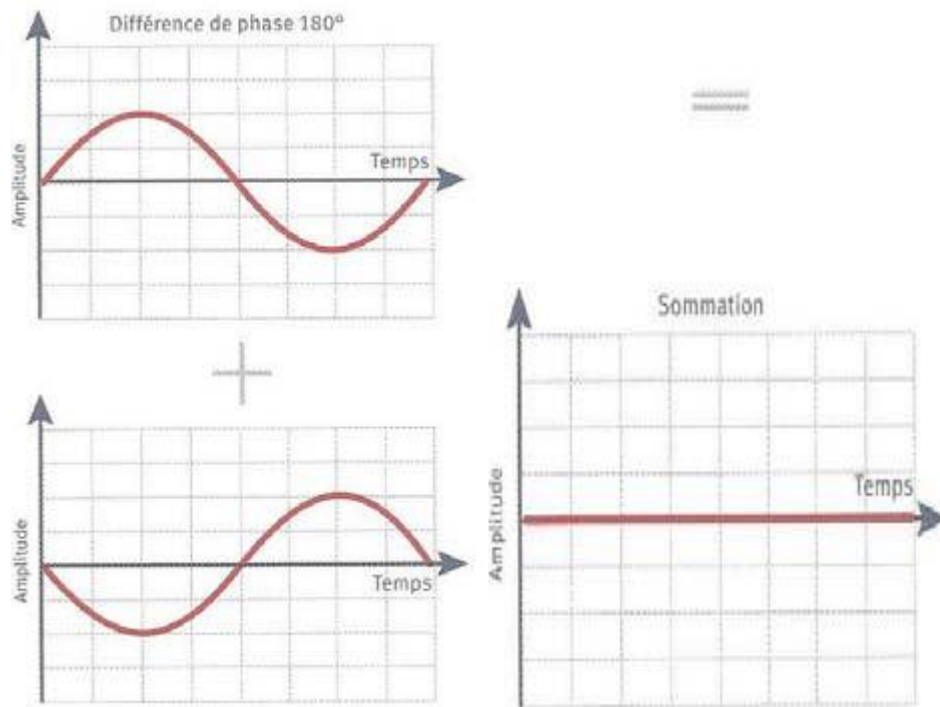


Figure 57: principe de l'anti-larsen par opposition de phase (62)

5.3 Étage de sortie :

L'écouteur : (63)

Il a la fonction inverse de celle du microphone, il retransforme le signal électrique traité et amplifié par l'unité centrale en un signal acoustique et le renvoie au tympan. L'écouteur est situé à la fin du circuit ;

-Dans les intra-auriculaires ou les contours d'oreille à écouteur déporté :
l'écouteur est placé directement dans le conduit auditif en face du tympan.

-Dans les contours classiques : l'écouteur est placé au bout de la prothèse et le son est emmené jusque dans le conduit par un tube.

Lorsque le besoin de puissance acoustique est peu important, il est possible d'utiliser un tube fin relié directement à l'appareil et maintenu dans le CAE par un dôme en silicone plus ou moins obturant.

Si le besoin est plus important, on utilise un tube plus large et qui est relié à l'aide auditive par un coude rigide vissé au bout du haut-parleur, dans ce cas le tube est maintenu dans le CAE grâce à un embout réalisé sur mesure avec ou sans évent.

L'utilisation d'un tube après le haut-parleur entraîne une modification de l'amplification du signal et l'apparition de pics de résonance à des fréquences déterminées de sa longueur. Ces derniers imposent l'utilisation de filtres acoustiques placés dans le coude ou le tube afin de les atténuer ainsi que la prise en considération de ces pics dans les réglages de l'amplification.

Dans la plupart des appareils numériques d'aujourd'hui, il s'agit d'un écouteur de classe D, qui présente une faible consommation. Il se caractérise par son facteur de transmission T_{10} (Le rapport entre la pression acoustique de sortie et la tension correspondante.), son rendement η (Le rapport entre la pression acoustique de sortie et la tension correspondante.) et sa courbe de réponse (courbe du facteur de transmission en fonction de la fréquence).

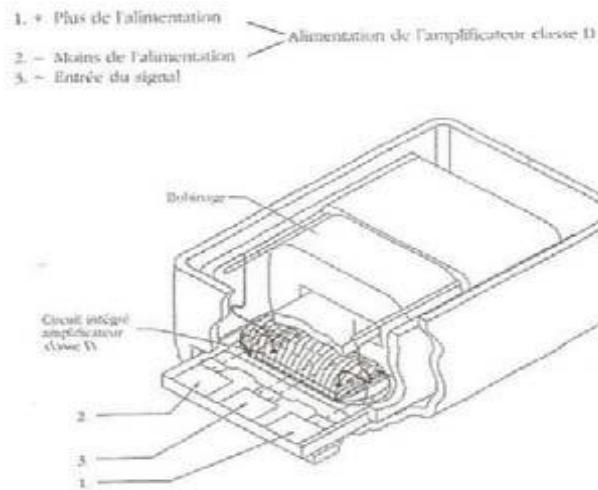


Figure 58: Schéma d'une coupe d'un écouteur D (52)

Le son est transmis à partir d'écouteur vers le tympan à l'aide d'un coupleur auriculaire, souvent il s'agit d'un *embout* ;

➤ **L'embout** :(64)

L'embout représente l'élément qui vise à maintenir en place le bout du tube ou l'écouteur dans le CAE, en face du tympan. Il existe :

- **Des embouts standards** : en silicone plus ou moins aérés (tulipe, dôme, double dôme, etc.) e
- **Des embouts sur mesure** : avec des *évents* plus ou moins grands.

Le choix du degré d'ouverture de l'évent dépend des besoins en termes d'amplification. Plus l'embout est ouvert, plus les sons graves amplifiés ont tendance à sortir du conduit auditif et les sons graves venants de l'extérieur à entrer, d'où un gain se rapprochant de zéro et un risque de Larsen important. Plus l'embout est fermé, plus l'effet d'autophonation (entendre sa propre voix) est important.

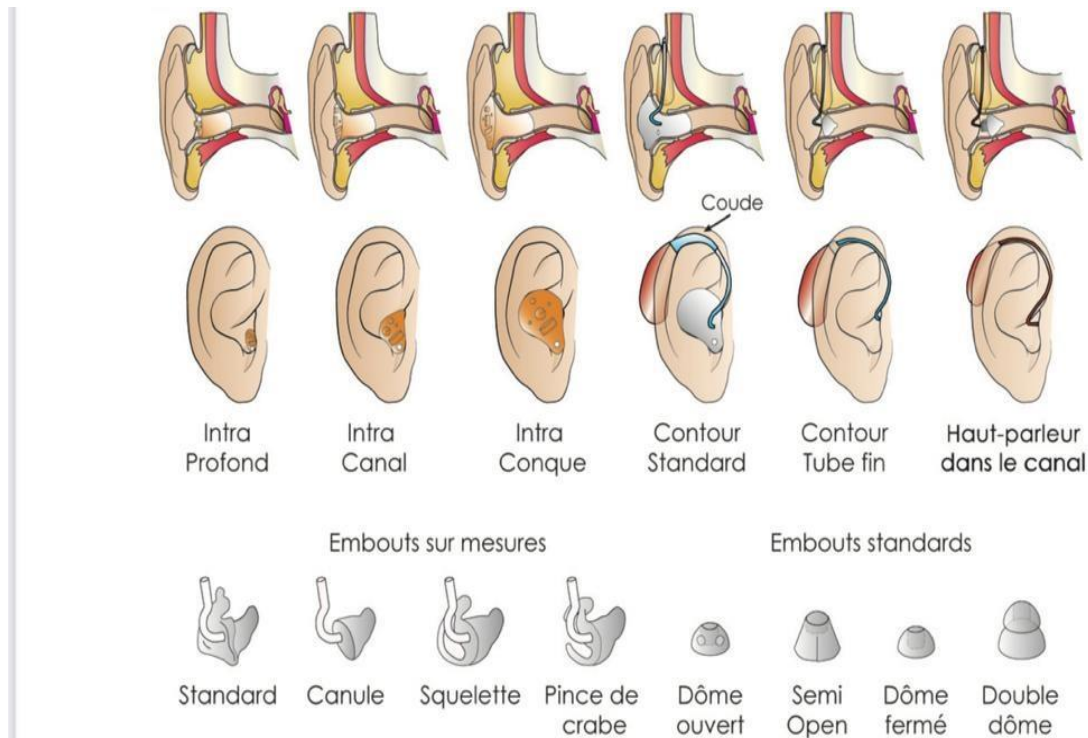


Figure 59: Position, apparence et forme d'embout pour 6 modèles d'aides auditives (3 intra-auriculaires à gauche et trois contours d'oreille à droite)(51)

5.4 Système d'alimentation :

Toutes les prothèses auditives ont besoin d'une source d'énergie pour fonctionner. Le plus souvent, il s'agit d'une pile qui fournit le courant électrique nécessaire.

➤ **Format :** (65)

Il existe quatre formes de piles pour les prothèses auditives et elles sont bien identifiées par un code de couleur :

- **Bleu** : pile 675 : considérée comme la plus ancienne et la plus grosse, rechargeable et elle est utilisée dans les prothèses auditives très puissantes de type contour d'oreille.

- **Orange** : pile 13 : Plus petite que la pile 675. Son emploi dans les appareils est privilégié soit à cause de la puissance du circuit soit tout simplement préféré à une pile plus petite afin d'obtenir une durée de vie plus longue.
- **Marron** : pile 312 : De même diamètre que la pile 13, mais beaucoup plus mince et rechargeable, elle est utilisée dans plusieurs types de prothèses auditives, du contour d'oreille à l'intra-canal.
- **Jaune** : pile 10 : c'est la plus petite des piles. Grâce à sa petite forme, elle est utilisée dans les prothèses intra-conduit et intra-profond où l'espace est critique.

➤ **Durée de vie :**(66)

La durée de vie de la pile dépend de la consommation de l'appareillage, de la durée d'utilisation journalière, du type et taille de la pile.

Exemples :

- *Un intra auriculaire* avec une pile 10 a une autonomie qui peut varier de 4 à 7 jours.
- *Un contour d'oreille* avec une pile 13 a une autonomie de 12 à 15 jours.

Il est conseillé d'apporter toujours des piles de rechange avec les patients porteurs de PAC, afin d'éviter d'éventuelles pannes qui peuvent se produire dans des situations critiques.

5.5 Organes de contrôle :

Il s'agit des différents contrôles manuels retrouvés sur certains contours d'oreille ou intra auriculaires (67)(à condition que leur taille et leur accessibilité le permettent) et qui a comme rôle de rendre une personne plus autonome avec ses appareils.

On peut trouver :

- **Des contrôles de volume** : sous forme de petite « roulette » ou de manette ;

- **Le bouton poussoir** est un bouton positionné sur la coque de l'appareil, il sert en général à deux choses :

- Mettre l'appareil auditif en veille ainsi de mettre l'appareil en veille, sans avoir besoin de faire la manipulation de retirer l'appareil et de le remettre.
- Choisir un programme spécifique (bruit, musique) et/ou de changer de mode microphonique (omni/directionnel).(68)

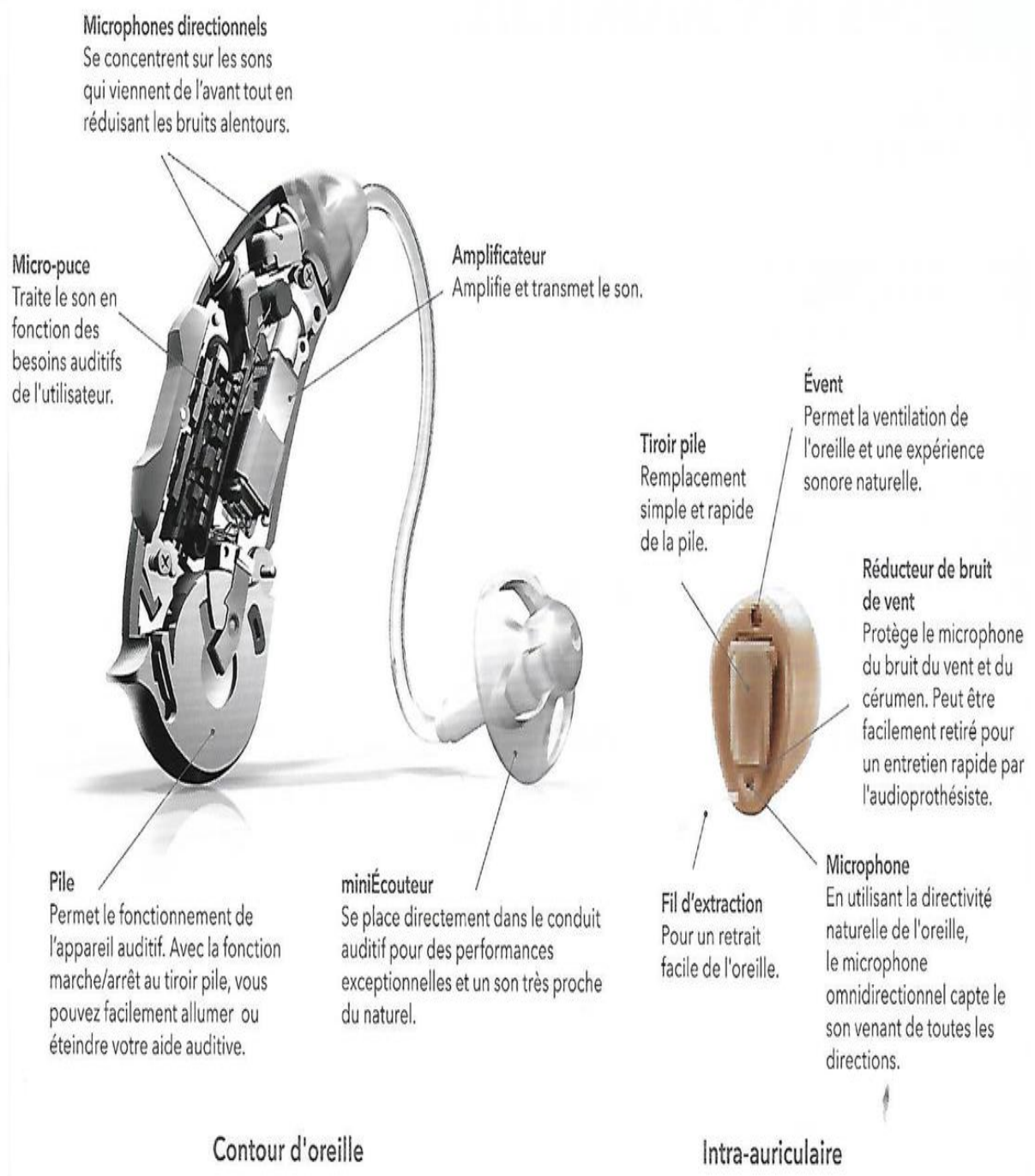


Figure 60: les composants de PAC

6 Les principaux types de prothèses auditives conventionnelles :

6.1 L'intra-auriculaire : (50)

L'intra-auriculaire est constitué d'une coque, dans laquelle sont implantés les différents composants de la prothèse.

Les différents types d'intra-auriculaire sont classés en fonction de leur place dans le CAE, on distingue : - l'intra-conque ; l'intra-canal et l'intra profond

6.1.1 Avantage :

•La discrétion :

Elle constitue le principal avantage de l'intra auriculaire, grâce à sa petite taille. En effet la barrière psychologique du port d'appareil auditif représente un véritable souci chez certains patients, c'est pour cela qu'on constate que lorsque les malentendants font la démarche d'aller consulter un audioprothésiste, c'est cette forme d'aide auditive qu'ils demandent principalement.

•Une bonne qualité du son :

Il permet de *conserver le rôle du pavillon* dont les reliefs focalisent les ondes et le microphone, ayant une place privilégiée à l'entrée du conduit, capte principalement les ondes sonores venant de l'avant. De cette façon, la localisation des sons est facilitée.

Ainsi qu'en fermant bien le CAE l'intra auriculaire permet un meilleur contrôle sur l'amplification des sons et une plus grande isolation sonore du patient, notamment par rapport aux bruits extérieurs

6.1.2 Inconvénients :

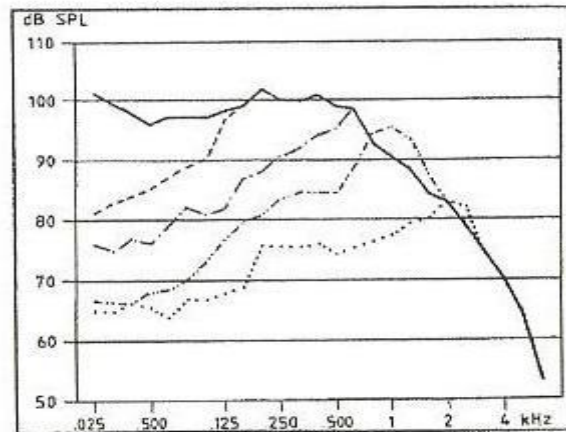
- **Un problème d'oreille bouchée:**

L'anatomie du CAE, propre à chacun, ne permet pas systématiquement la réalisation d'un événement, ce qui crée un certain inconfort chez certains patients.

- **Un problème d'effet d'occlusion :**

Lorsque le CAE est obstrué par une coque d'intra-auriculaire ou un embout, il se produit un « effet d'occlusion », qui se manifeste par la sensation que notre propre voix sonne différemment, avec de basses fréquences (inférieures à 500 Hz) amplifiées et qu'elle est distordue.

L'énergie de ces basses fréquences s'accumule entre le tympan et l'embout quand le malentendant porteur de la PAC parle. En effet, anatomiquement, lorsque le patient produit une émission vocale, la mandibule se met en mouvement, provoquant le déplacement des parois cartilagineuses aux alentours du conduit. Cette vibration ne pouvant pas s'échapper vers l'extérieur se trouve réfléchi sur le tympan, provoquant des problèmes acoustiques particulièrement gênants de résonance, avec la sensation persistante pour le patient d'un corps étranger dans le CAE, d'où une tolérance moindre par rapport aux autres formes du PAC.



————— *Embout obturant*
 - - - - - *Event de 1mm*
 - . - . - . *Event de 2 mm*
 - - *Event de 3 mm*
 *Pas d'embout*

Figure 61: Représentation de l'effet de l'évent dû à l'occlusion(50)

•Un problème de larsen :

La grande proximité entre le microphone et l'écouteur peut augmenter le risque d'effet Larsen.

•Un produit de petite taille :

La petitesse de l'appareil engendre une manipulation parfois difficile pour les patients, notamment pour le changement des piles, ayant une faible autonomie.

6.1.3 Caractéristique de chaque type:

6.1.3.1 L'intra-conque :In-the-Ear (ITE) :

Elle est indiquée pour des surdités de 70 à 80 dB.

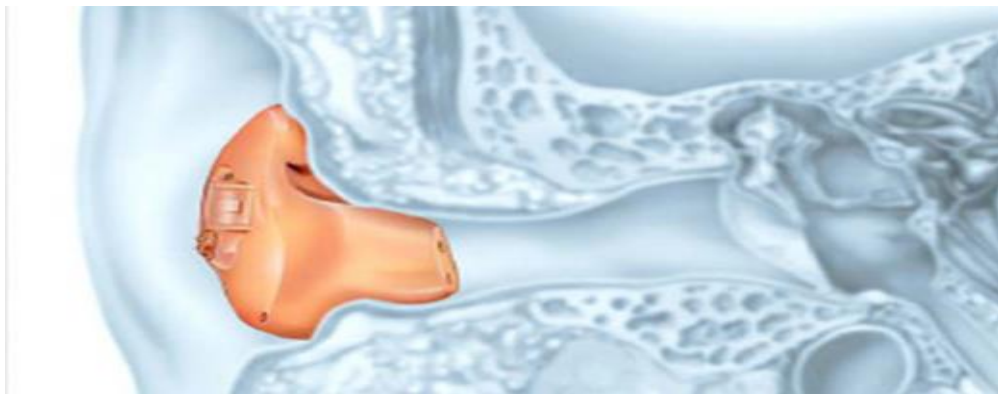


Figure 62: Représentation d'intra conque (69)

6.1.3.2 L'intra-conduit : In-the-Canal (ITC) :

L'appareil est totalement situé dans le CAE.

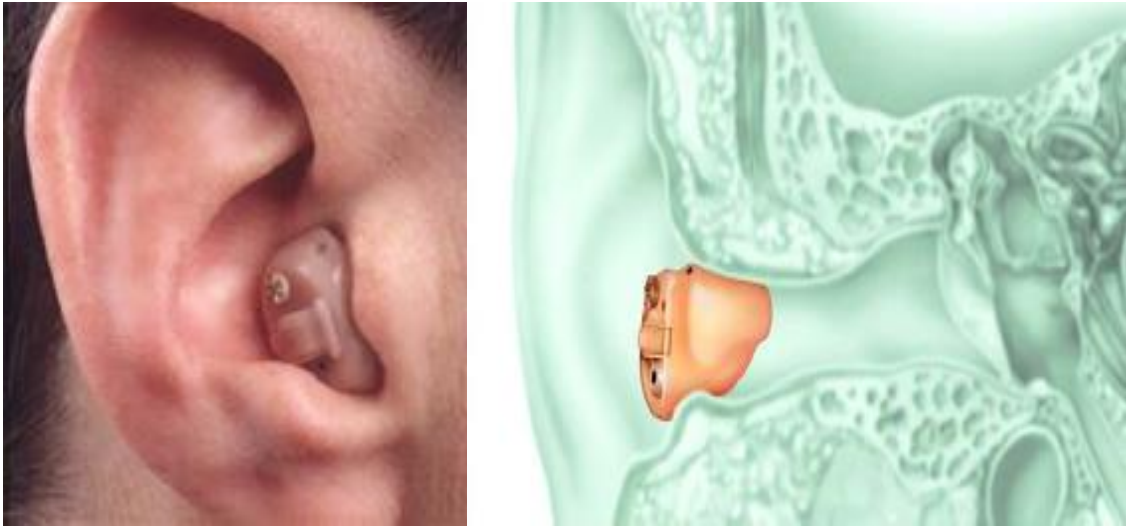


Figure 63: Representation d'intra conduit (69)


















6.1.3.3 L'intra profond : Completely-In-the-Canal (CIC). :

Cette forme de PAC est considérée comme la seule qui est véritablement invisible



Figure 64: prothèse auditive intra-profond (70)

Tableau 1: Tableau comparatif : intra conduit et intra conque (71)

 <p>Intra conduit (ITC)</p>	 <p>Intra conque (ITE)</p>
 Plus discrète	 Plus discrète
 Connectivité Bluetooth	 Connectivité Bluetooth
 pile de longue durée	 pile de longue durée
 Volume/ programmes faciles à régler	 Volume/ programmes faciles à régler
 Pile remplaçable	 Pile remplaçable
 Pile rechargeable	 Pile rechargeable
 Perte auditive légère à modérée	 Perte auditive légère à modérée
 Perte auditive sévère	 Perte auditive sévère
 Perte auditive profonde	 Perte auditive profonde

6.2 Le contour d'oreille (BTE : Behind The Ear) :

Le contour d'oreille est la PAC la plus couramment utilisée en audioprothèse parce que c'est la plus polyvalente. Le microphone, l'unité centrale et l'écouteur sont intégrés dans un boîtier qui se positionne sur le pavillon.(51)



Figure 65: photo d'un contour d'oreille (72)

1.1.1 Avantages :(73)

Le contour d'oreille possède de nombreux avantages qui lui permettent d'être l'appareil auditif le plus utilisé :

- **La longévité, la résistance et la manipulation facile :**

Sa taille permet de loger une grosse pile, d'habitude les piles utilisées sur ce type de prothèse sont de tailles 13 ou 312.

Non seulement cela, mais le contour d'oreille est considéré comme l'un des types d'appareils les plus robustes et les plus faciles à manipuler pour les patients dont l'agilité manuelle et visuelle est limitée

- **Un confort de port :**

La présence d'une grande aération, associé à un embout souple en silicone, donne à cette forme de PAC, en particulier l'appareillage ouvert, un avantage ; notamment pour un patient non-habitué à avoir un embout dans le conduit.

- **Un larsen mieux maîtrisé :**

La distance entre le microphone et l'écouteur permet une meilleure gestion du larsen. Associé à des traitements anti-larsen de plus en plus performants, le phénomène de larsen est devenu plus rare, et le gain disponible alors plus important.

- **Une suppression de l'effet d'occlusion :**

Cette caractéristique ne se voit que dans le contour d'oreille « ouvert » qui, grâce à la présence d'un évent de grande taille, permet aux vibrations du corps de s'échapper de la cavité résiduelle du conduit, sans qu'il y ait une accumulation des basses fréquences désagréables pour le patient.

1.1.2 Inconvénients :(73)

•La grande taille :

Sa forme plus voyante est parfois peu satisfaisante chez certains patients, ce qui crée des difficultés pour accepter psychologiquement la prothèse.

•Un problème d'écho :

Ce phénomène est engendré par un décalage de plus de 10 ms entre le son amplifié sortant de l'appareil et le son entrant par le CAE de manière naturelle. Il s'agit du temps nécessaire au traitement numérique par l'appareil auditif.

Cet écho, en plus d'être désagréable, est un frein à l'intelligibilité vocale. Le traitement doit donc être rapide si on veut pouvoir utiliser ce type d'appareillage.

6.2.1 Différents types : (73)

Le terme de contour d'oreille, rassemble aujourd'hui de nombreux modèles qui sont d'aspects et de performances variés :

6.2.1.1 Le contour "standard" :

Le boîtier renferme tout l'électronique de l'appareil et il se place derrière le pavillon.

6.2.1.2 Le micro contour : appareillage ouvert (open fitting) :

Depuis leur arrivée sur le marché en 2004, ils révolutionnent le concept de l'appareillage en laissant l'oreille ouverte.

6.2.1.3 Le micro contour à écouteur d'épore : RITE (receiver in the ear 'récepteur dans l'oreille') :

Représente une forme hybride entre le BTE et l'intra auriculaire

7 Les Indications :

7.1 Les indications générales :

Les indications d'un appareillage auditif sont simples :

- surdité avec une perte auditive moyenne supérieure à 30 dB ((le calcul se faisant la moyenne des seuils audiométriques tonaux en conduction aérienne sur les fréquences 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz).
- surdité avec une perte auditive de 35 dB à 2000 Hz.(74)

Certes, un appareillage binaural est nécessaire pour 80 % des pertes auditives. L'appareillage bilatérale (stéréophonique) est donc la règle quand la perte d'audition est bilatérale et qu'elle le permet. (75)

7.2 Les indications particulières : (78-79-80-81-82)

Les indications de la PAC non implantable chez l'adulte se sont élargies ces dernières années grâce à la meilleure connaissance de la physiopathologie et aux innovations technologiques significatives.

- Surdités unilatérales
- Hypoacusies légères
- Surdité chronique
- Surdité r trocochl aires
- Surdité fluctuantes, en particulier lors de la maladie de Ménière
- Surdité dites «en pente de ski »
- Acouphènes
- Surdité de transmission à tympan normal
- Surdité de transmission à tympan ouvert

- Appareillage du sujet âgé :
- Appareillage auditif de l'enfant

8 Role de l'audioprothésiste:

Le médecin qui pose le diagnostic de la perte auditive est l'oto-rhino-laryngologiste (ORL), il commence par un examen de l'oreille suivi d'un bilan auditif, principalement une audiométrie tonale et vocale et c'est à lui de proposer un essai d'appareillage et d'en faire la prescription.

L'ORL doit avoir préalablement nettoyé le CAE et fourni à l'audioprothésiste un certificat spécifiant : la voie d'appareillage (aérienne pour la PAC); le caractère uni ou bilatéral ; le côté à appareiller et les antécédents otologiques lorsque ceux-ci ont une importance pour l'application prothétique.

C'est vrai que la décision d'appareillage est médicale, mais le choix de la PAC revient à l'audioprothésiste, ce choix est basé sur une série d'étapes qui commence par :

8.1 L'anamnèse :(63)

La démarche de l'appareillage par l'audioprothésiste commence dans la première visite au laboratoire, elle se déroule comme une discussion plus que comme un interrogatoire et il est recommandé que le patient soit accompagné d'un membre de famille:

Elle vise à préciser :

8.1.1 Les renseignements personnels :

- La profession, le mode de vie, la notion de difficultés de compréhension.
- Questionnaire sur l'ancienneté de la perte auditive

- La conscience de la perte auditive : le patient ne doit pas être obligé par sa famille à l'appareillage : il faut le ramener à prendre conscience de son problème

8.1.2 Les renseignements médicaux :

Questionnaire sur les antécédents médicaux en rapport avec la surdité et en rapport avec l'audition

➤ Une surdité de transmission :

Il faut chercher

- La notion d'otite à répétition : risque d'entraîner une fatigabilité du tympan d'où la surdité de transmission qui vient s'ajouter à la perte auditive de perception.
- Les otorrhées : qui nécessitent un appareillage avec un embout ouvert.
- La sécrétion de cérumen : déconseillé pour la prothèse intra auriculaire.
- Les malformations du pavillon et du CAE : peuvent contre indiquer l'appareillage.
- ...

➤ Une surdité de perception :

- endocochléaire : chercher une presbycusie, une surdité brusque et le délai de son installation (le retard de prise en charge peut entraîner une surdité définitive), une surdité toxique (en rapport avec la prise des aminosides, streptomycine, aspirine à forte dose...)
- rétrocochléaire : la PAC n'est indiquée que pour certains cas particuliers dans ce type de surdité

➤ Autres :

Questionnaire sur les acouphènes : ancienneté de l'acouphène, dérangement causé par l'acouphène même s'il est d'ordre psychologique, description de l'acouphène par le patient.

Chercher la notion de vertige, d'autre maladie générale.

Déterminer si le patient a déjà été appareillé ou bien c'est un primo appareillage.

The form is titled "RAPPORT D'APPAREILLAGE" and contains the following sections:

- Identification:** Fields for Name (M., Mme, Mlle), Affiliation (Mutuelle), and Adressé par (Médecin O.R.L.).
- Contact:** Fields for Tél. and GSM.
- Anamnèse:** Checkboxes for Acouphènes (Oui/Non) and Ecoulement (Oui/Non), with sub-options for O.D. and O.G. sides.
- History:** Fields for "A déjà un appareil auditif" (Oui/Non), "Porte un appareil auditif depuis", "Ancien appareillage effectué en", and "Renouvellement".

Figure 66: exemple d'un questionnaire que l'audioprothésiste va remplir lors d'anamnèse

8.2 Bilan auditif d'audioprothèse :

La réalisation du bilan auditif prothétique est basée sur les mêmes principes que le bilan auditif chez le médecin ORL.

Le bilan prothétique a pour but d'orienter le choix d'appareillage adéquat pour le patient et d'établir un pronostic de résultat de l'appareillage auditif, ceci n'est possible qu'en déterminant :

- L'acuité auditive,
- La dynamique auditive résiduelle,
- Les capacités de discrimination résiduelle ;
- La capacité auditive du patient ;
- Le niveau de meilleur confort ;
- Les niveaux d'inconfort ;
- Le taux de dégradation de l'intelligibilité en passant d'un milieu calme à un milieu bruyant,
- établir un pronostic de résultat de l'appareillage auditif et choisir l'appareillage adéquat pour le patient

8.2.1 L'audiométrie tonale:(85)

Après avoir déterminé le niveau de la perte auditive par une audiométrie chez le médecin ORL, l'audioprothésiste complète par une audiométrie prothétique qui a pour but de mesurer les seuils liminaires et supraliminaires de perception. Ces paramètres permettent de déterminer les caractéristiques de la compensation prothétique idéale.

8.2.1.1 Les seuils liminaires :

Peut être définie comme la plus petite valeur de pression acoustique efficace provoquant une sensation auditive dans un environnement silencieux. L'audioprothésiste utilise des sons purs pour apprécier le seuil de la CA au casque, oreille par oreille, c'est ce qu'on appelle le HTL (Hearing Treshold Level), puis le seuil de la CO, oreille par oreille, à l'aide d'un vibreur placé sur la mastoïde, fréquence par fréquence, en augmentant ou diminuant l'intensité par 5 ou 10 dB.

Ce test permet d'évaluer l'acuité auditive.

Au Maroc, les audioprothésistes suivent la méthode de BIAP, c'est-à-dire que les mesures sont réalisées pour 4 fréquences déterminées : 500 1000 2000 4000 Hz et en respectant les règles d'assourdissement.

8.2.1.2 Les seuils supraliminaires :

L'objectif d'audioprothésiste est de préciser la dynamique auditive résiduelle qui correspond à la différence entre le seuil liminaire et le niveau d'inconfort.

➤ **Le seuil subjectif d'inconfort : UCL Uncomfortable Level**

Par définition, il correspond à l'intensité maximale supportée par le sujet test entraînant un inconfort.

La mesure de ce seuil a comme objectif de régler le niveau maximum de sortie des aides auditives.

La mesure du seuil subjectif d'inconfort peut être variable selon les auteurs mais elle se réalise toujours au casque. L'audioprothésiste administre un son en

partant d'une intensité de 80 à 100 dB, puis il observe la réaction de faciès du sujet qui matérialise le seuil de réponse au signal (grimace, plissement au niveau des yeux) et cette réaction est souvent suivie d'une expression verbale du patient: "là c'est trop fort".

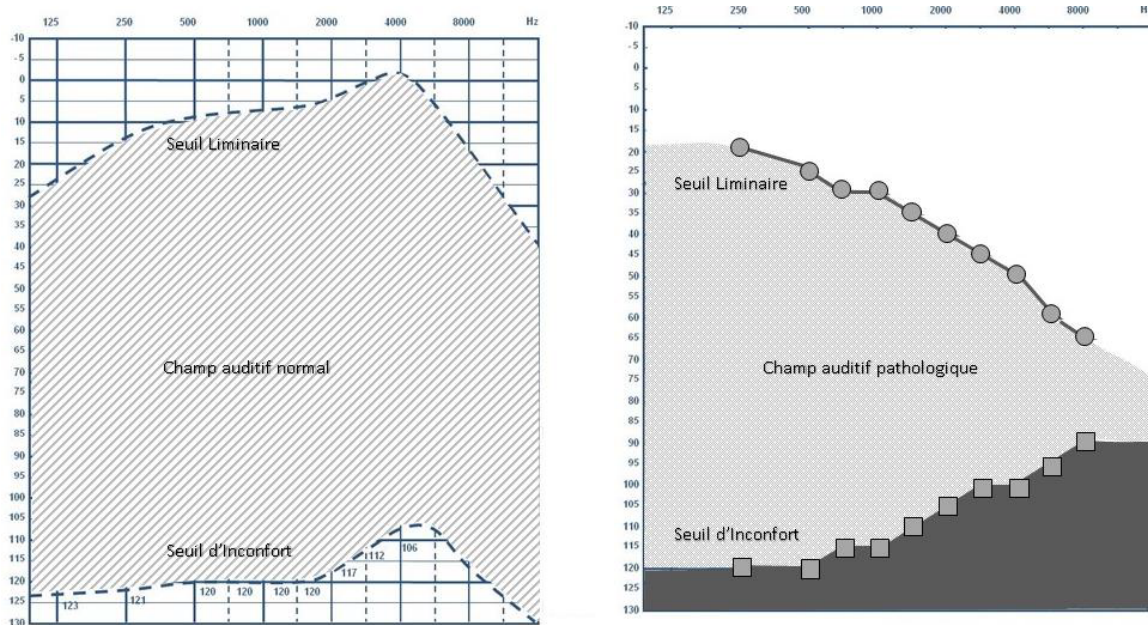


Figure 67: Représentation du champ auditif normal comparé à un champ auditif pathologique (85)

➤ **Le seuil de meilleur confort : MCL Most Comfortable Level**

Ce seuil est défini comme étant le niveau d'audition le plus confortable, «ni trop fort, ni trop faible », d'où la terminologie de MCL.

Il peut être calculé à partir de la moyenne du UCL et le niveau de la perte auditive, ou recherché de façon subjective, en demandant au patient de donner une appréciation de l'intensité d'un son qui lui paraît confortable.

Exemple : un patient qui présente une perte auditive de 40dB avec un UCL à 100, c'est-à-dire que son MCL est à $(40 + 100)/2 = 70\text{dB}$

Il constitue l'un des principaux paramètres à rechercher, vu qu'il permet de déterminer le niveau de gain à cibler.

Suite d'exemple : sachant que l'intensité de la voix ou d'une conversation normale se situe aux alentours de 60dB et que le patient de cet exemple présente un MCL à 70dB ; ceci signifie qu'il a besoin d'une correction de 10dB.

8.2.2 L'audiométrie vocale :

A ce stade, l'audiométrie vocale est réalisée au casque, de la même manière que chez le médecin ORL.

L'audioprothésiste commence par une audiométrie vocale au casque dans le silence, puis une deuxième mesure est réalisée dans le bruit (en utilisant des bruits complexes de type de cocktail party).

L'intérêt de ce test est de : (85)

- Evaluer le seuil et le maximum d'intelligibilité
- Informer le patient et son entourage des possibilités ainsi que les limites probables de l'appareillage
- Orienter et justifier le choix prothétique.
- Apprécier les chances de réussite de l'appareillage et l'efficacité des réglages et améliorer si besoin

8.3 Choix de la prothèse auditive :

Les critères de choix :

- Importance de la perte auditive
- Etat de la membrane tympanique : perforation – Otorrhée – suintement – production ou surproduction de cérumen

- Algorithmes informatiques nécessaires à l'amélioration du rapport Signal sur Bruit S/B (S/N : Signal/Noise)
- Le souhait personnel de discrétion ou pas
- Les moyens financiers

8.3.1 Choix de la prothèse auditive en fonction de sa puissance :

En se basant sur le bilan d'orientation prothétique, l'audioprothésiste détermine : le gain, le niveau de sortie et la gamme fréquentielle appropriés.

Chaque appareil a une puissance qui lui correspond et qui dépend de l'amplificateur et de l'écouteur.

Plus la puissance est élevée, plus la taille et la consommation sont importantes donc le choix de la puissance de l'appareil est influencé par d'autres paramètres : la taille, la forme, le coupleur auriculaire, c'est pour cela que l'esthétique de l'aide auditive et sa puissance sont 2 caractéristiques liées.

8.3.2 Choix de l'aide auditive en fonction de la localisation de l'écouteur :

➤ Ecouteur dans l'oreille :

C'est le cas des appareils auditifs intra-auriculaires et des appareils auditifs contour d'oreille à écouteur déporté dans le CAE.

➤ Ecouteur dans l'appareil :

C'est le cas pour les contours d'oreille BTE dont l'écouteur est dans l'appareil.

Le choix entre ces 2 types, dépend de l'importance de la perte auditive.

8.3.3 Choix de l'identité acoustique de l'appareil :

L'identité acoustique de l'appareil est l'effet produit par l'ensemble de : tuyau, embout et aération

8.3.3.1 Choix du tuyau ou de la taille de l'écouteur déporté :

➤ Tuyaux :

On distingue 3 principaux types en fonction du diamètre : 0.9mm - 1.4mm - 2.5mm

Le tuyau 2,5mm ne fonctionne qu'avec un embout personnalisé.



Figure 68: exemple de tuyau 0,9 et 1,4 (86)

➤ Ecouteurs d'éportés :

S – M – P – HP

Plus on a besoin de puissance, plus la taille est grande.




HEARING LOSS	MODELS/FAMILY	RECEIVER
MILD	 <p>FUSION 2 EVOKE, BEYOND</p> <p>FUSION EVOKE, UNIQUE, DREAM</p> <p>PASSION EVOKE, UNIQUE, DREAM</p>	 <p>S</p>
MODERATE	 <p>FUSION 2 EVOKE, BEYOND</p> <p>FUSION EVOKE, UNIQUE, DREAM</p> <p>PASSION EVOKE, UNIQUE, DREAM</p>	 <p>M</p>
SEVERE	 <p>FUSION 2 EVOKE, BEYOND</p> <p>FUSION EVOKE, UNIQUE, DREAM</p> <p>VS/VSD SUPER</p>	 <p>P</p>
SEVERE	 <p>FUSION 2 EVOKE, BEYOND</p> <p>FUSION EVOKE, UNIQUE, DREAM</p>	 <p>HP</p>

Figure 69: différents types d'aides auditive à écouteur déporté (86)

8.3.3.2 Choix de l'embout :

➤ Embout standard ou immédiat :

Indiqué dans la surdité légère parce que ce type d'embout est très confortable mais il ne permet pas beaucoup de gain à cause des fuites de son.



Figure 70: certains types d'embout immédiat (86)

➤ Embout sur mesure ou personnalisé :

Il est étanche, parfait pour les surdités moyennes à sévères mais son principal inconvénient est l'effet d'occlusion, d'où l'importance d'évent, ce qui est plus souvent possible dans le RIC et RITE plus que l'intraauriculaire.

On distingue 2 principales catégories : le souple et le dur qui présente 2 sous types : l'ouvert et le fermé.



Figure 71: certains exemples de types d'embouts personnalisés (86)

L'embout sur mesure est considéré comme l'embout de première intention.

➤ Prise d'empreinte :

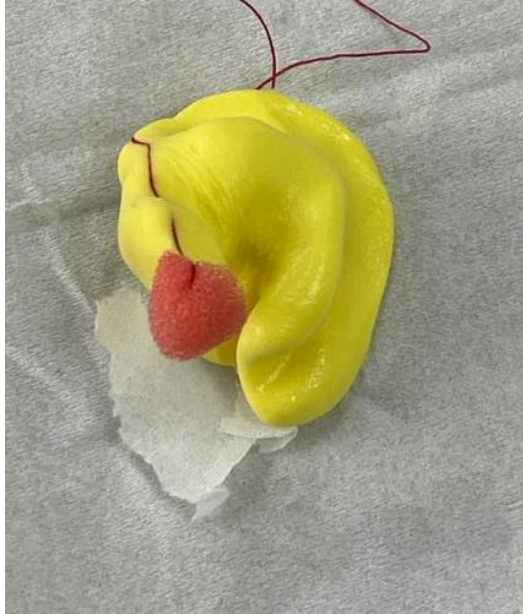


Figure 72: une empreinte d'oreille.

**(Photo Prise dans le cabinet d'audioprothesiste Mr Mohamed Amine BENABDELLAH
le 26/07/2021)**

Avant de prendre l'empreinte d'oreille, il faut d'abord réaliser

Une otoscopie :

Elle permet de :

- Bien observer tout le CAE et voir l'état de la membrane tympanique.
- Chercher une contre-indication de prise d'empreinte comme : l'entonnoir inversé, la perforation du tympan, exostoses, écoulement, présence de sang ou signe d'infection...
- Relever tout ce qui peut entraîner un risque pendant la prise d'empreinte : bouchon de cérumen,...

Prot éger le tympan : +++

L'audioprothésiste utilise stylo lumineux pour faciliter l'insertion du prot ège-tympan au fond CAE qu'on appelle : bloc-coton.

Ces protections tympaniques sont de tailles variables dont le choix depend de la taille et forme du CAE.



Figure 73: un bloc coton

**(Photo Prise dans le cabinet d'audioprothesiste Mr Mohamed Amine BENABDELLAH
le 26/07/2021)**



Figure 74: stylo lumineux

**(Photo Prise dans le cabinet d'audioprothesiste Mr Mohamed Amine BENABDELLAH
le 26/07/2021)**

Mettre la pâte dans l'oreille :

La préparation de la pâte nécessite l'utilisation d'un pot de pâte de silicone et d'un pot de pâte de son catalyseur.



Figure 75: la pâte et son catalyseur

(Photo Prise dans le cabinet d'audioprothesiste Mr Mohamed Amine BENABDELLAH le 26/07/2021)

La polymérisation s'effectue en 3 à 10 minutes, et le mélange homogène qui résulte sera injecté dans l'oreille par une seringue placée le plus proche possible de l'oreille pour éviter la formation des bulles d'air.

La conque doit être correctement remplie jusqu'à la racine de l'hélix.



Figure 76: La seringue d'injection de pâte

(Photo Prise dans le cabinet d'audioprothesiste Mr Mohamed Amine BENABDELLAH le 26/07/2021)

Le contrôle de l'empreinte :

Lorsque la pâte durcie, elle sera retirée par un mouvement de bascule en tirant la partie entre le tragus et l'épitragus.

Lorsque l'empreinte est retirée, une otoscopie est refaite pour vérifier la vacuité du CAE. Il faut s'assurer que l'empreinte est correcte avant de l'envoyer au *fabriquant*. Elle doit être lisse, ferme et complète. La conque doit être complète et il ne doit pas y avoir de bulles d'air.

8.3.3.3 Choix de l'aération de l'embout : venting ou évent

L'effet d'aération est assuré par l'évent. Le diamètre de ce dernier est calculé par des logiciels, en fonction de la taille d'embout utilisé.

8.3.4 Choix de l'appareil auditif en fonction des capacités informatiques et des algorithmes disponibles :

➤ La directionnalité des microphones :

Directionnel, omnidirectionnel ou à directionnalité automatique.

Chez l'enfant moins de 5ans, on opte en général à un microphone omnidirectionnel.

Chez l'adulte, le choix dépend du prix et des performances de l'appareil choisi.

➤ Réduction de bruit et mise en évidence de la parole donc amélioration du rapport S/B - S/N :

Le réducteur de bruit doit fournir au patient le rapport S/N le plus favorable.

➤ Nombre de fréquences échantillonnées dans l'appareil.

- **Capacités d'adaptation de l'aide auditive aux différents environnements sonores.**
- **Possibilité de programmer une évolution automatique des réglages dans le temps en fonction de l'habituation du patient.**
- **Disponibilité ou pas d'un programme de transposition ou compression fréquentielle :**
- **Disponibilité ou pas d'un programme de gestion des acouphènes**
- **Disponibilité ou pas de système de communication sans fil avec TV et Phone.**

8.4 Fondement d'un appareillage auditif :

8.4.1 Corriger le manque d'amplification de l'oreille :

Après avoir déterminé le Gain – Volume à cibler, l'audioprothésiste calcule :

- Le gain pour amplifier les sons faibles (bruits climatiseurs etc ...)
- Le gain pour amplifier les sons moyens (voix)
- Le gain pour les sons forts : (claquement de portes, marteau piqueur rue, etc...)

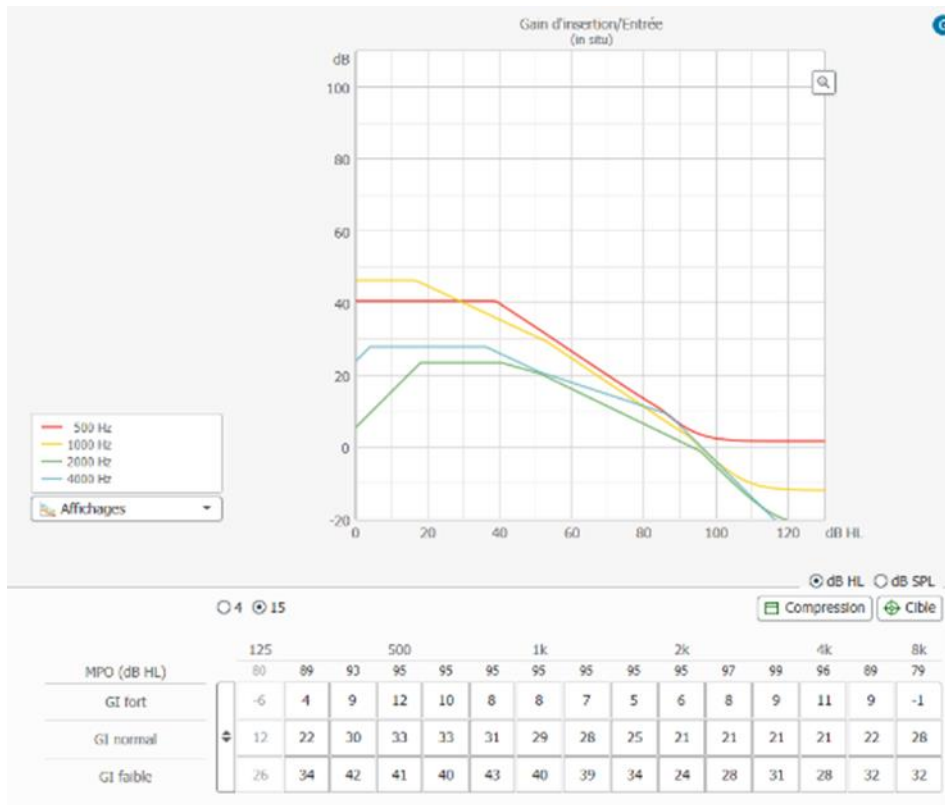


Figure 77: Courbe auditive représentant le niveau de gain pour la voix forte, normal et faible

(Photo Prise dans le cabinet d'audioprothésiste Mr Mohamed Amine BENABDELLAH le 26/07/2021)

8.4.2 Adaptation de la dynamique résiduelle du malentendant à la dynamique naturelle :

Cette adaptation se fait en fréquence et en intensité

Sachant que :

- La dynamique auditive en intensité du patient est le champ disponible entre le seuil HTL et le seuil UCL

- La dynamique auditive naturelle :

En intensité est entre 0 et 100 à 110 dB En fréquence est de 16 à 16000 Hz

- Le spectre fréquentiel appareillable du patient : il est en général de 125 à 10000 Hz

Les PAC actuelles, en fonction de ses caractéristiques, permettent de corriger des fréquences de (125 -4500), (125 – 6000) ou (125 – 8000).

- La dynamique auditive naturelle en fréquence :

L'adaptation en intensité se fait en calculant la compression par le rapport suivant : Dynamique normale / Dynamique du patient

L'adaptation en fréquence se fait par le calcul de la fréquence de coupure et l'application de la transposition ou la compression

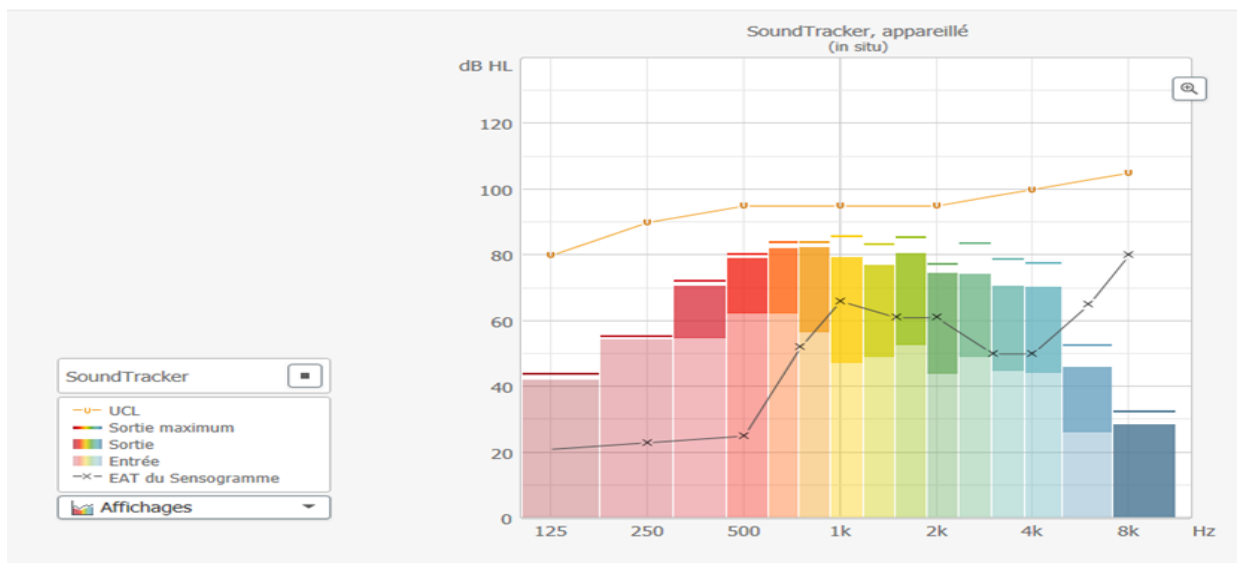


Figure 78: exemple de compression de l'intensité

**(Photo Prise dans le cabinet d'audioprothésiste Mr Mohamed Amine BENABDELLAH
le 26/07/2021)**

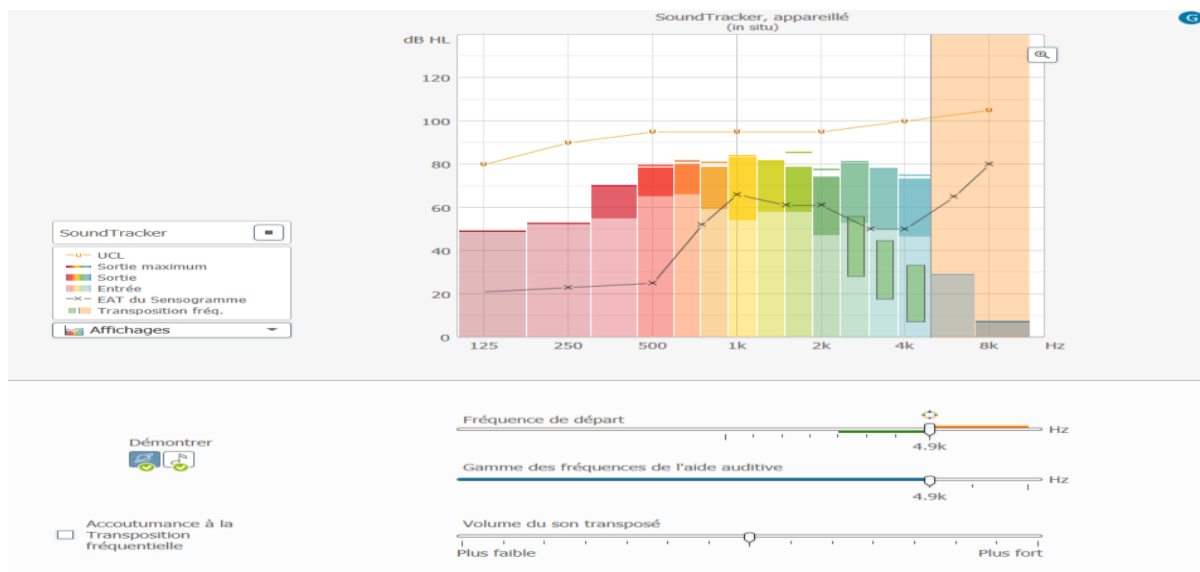


Figure 79: exemple de transposition des fréquences supérieures à 4000 Hz

(Photo Prise dans le cabinet d'audioprothésiste Mr Mohamed Amine BENABDELLAH le 26/07/2021)

8.4.3 Amélioration du rapport S/N S/B :

Evaluation permanente du Signal c'est-à-dire du message vocal et du bruit environnant puis appliquer une réduction de bruit et une amélioration de la parole :

- Directivité des microphones
- Réduction des bruits de faible intensité: climatisation – ventilateur ordinateur
- Réduction des bruits impulsionnels
- Réduction de l'amplification des fréquences graves
- Amélioration de la captation et de l'amplification des fréquences aiguës

8.4.4 Choix de la méthode d'appareillage :

Il existe différentes méthodes de calcul de gain et de dynamique nécessaires à la correction auditive. Ces méthodes diffèrent plus ou moins en fonction des cas et leurs différences sont d'ordre idéologique voire des fois philosophiques.

Certaines méthodes sont souvent modifiées par les fabricant pour les adapter à leurs propres appareils

Exemples de méthodes de réglages : POGO – NAL – DSL - RENARD

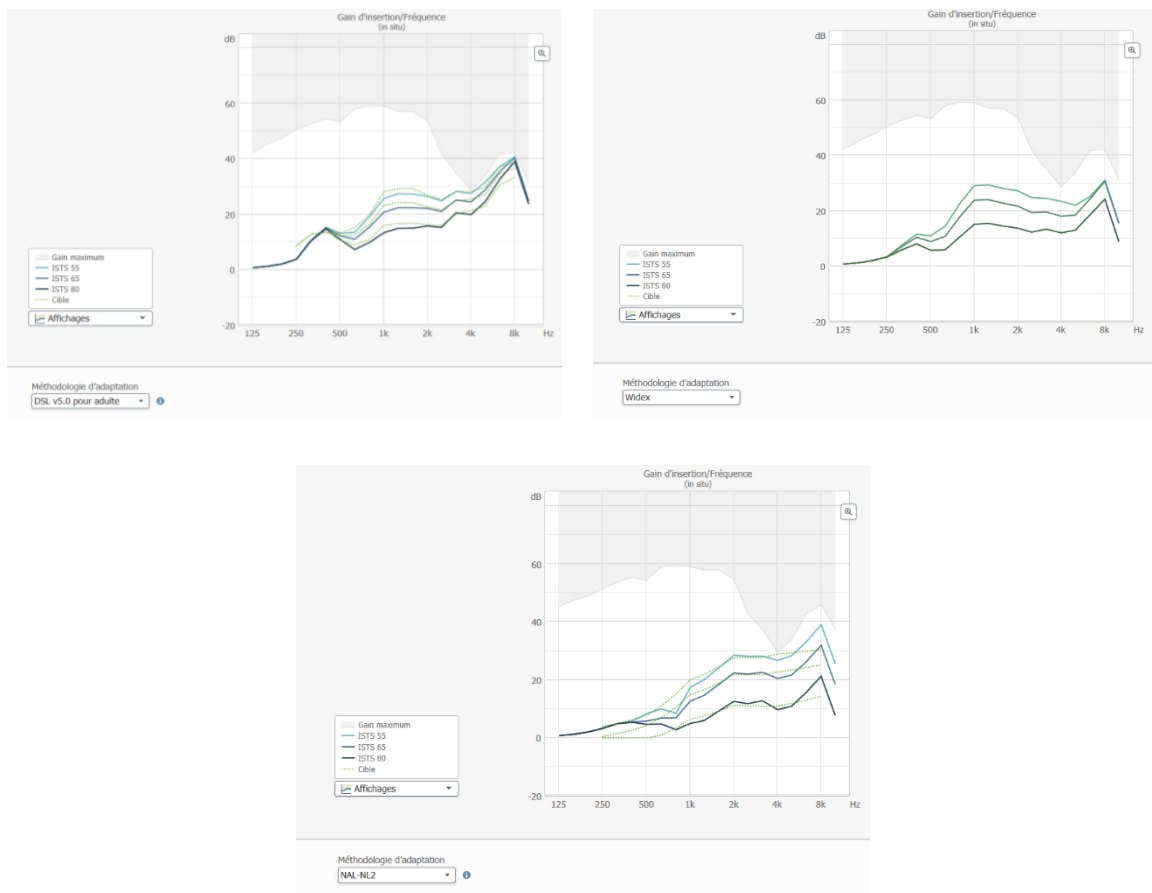


Figure 80: 3 courbes de réponses du même appareil auditif, réglées le même patient avec 3 méthodes différentes

8.5 Contrôle de l'appareillage :

➤ Contrôle d'efficacité :

Il se fait toujours en champ libre après finalisation de tous les réglages et habitude du patient à ses appareils.

Le contrôle est réalisé grâce à une audiométrie :

- Tonale en champ libre avec et sans appareils
- Vocale en champ libre avec et sans appareils
- Vocale dans le bruit avec et sans appareils

En cas d'hypoacousie monaurale : des tests de localisation spatiale et vérification de l'isotonie sont également réalisés.

➤ Education auditive :

Son principal objectif est de :

- Montrer au patient comment utiliser, manipuler et réaliser un entretien de la PAC
- Apprendre au patient la mise en place et le changement de pile,
- Déterminer les fréquences de contrôle (variable d'un sujet à l'autre et dépend d'antécédent d'appareillage)
- Assurer l'assistance au besoin
- Planifier les séances de suivi.

L'audioprothésiste termine par la rédaction d'un rapport afin de le renvoyer au médecin ORL.

9 Les alternatives de la prothèse auditive conventionnelle :(87)

L'appareillage auditif en conduction aérienne doit être préféré à tout autre type d'appareillage si les conditions le permettent.

Lorsque les prothèses auditives sont *insuffisantes* ou *mal tolérées*, d'autres thérapeutiques sont proposés.

9.1 Lunettes auditives :

Description:

Les lunettes auditives transmettent l'information par vibration osseuse, grâce à un vibreur placé sur la branche des lunettes contre les apophyses de la mastoïde, en contact étroit avec la peau.

Le son amplifié passe à travers la peau, arrive à l'os mastoïdien puis stimule les cellules auditives de l'OI. La vibration court-circuite l'oreille externe et la chaîne des osselets.



Figure 82: Lunette auditive (36)

Inconvénients :

- Le serrage est délicat : soit le serrage est trop important avec un risque d'entraîner des inflammations cutanées, soit la force exercée par le vibreur est insuffisante à cause d'un desserrage par rapport à la mastoïde.

- Limite esthétique.

9.2 La prothèse auditive à ancrage osseux: BAHA (Bone Anchored Hearing Aid)

Description :

La prothèse BAHA est un appareil ostéo-intégré qui permet de transmettre le son par voie osseuse. L'information acoustique est amplifiée par l'aide auditive, puis transférée par l'intermédiaire de l'implant qui génère une déformation élastique de la corticale de l'os puis elle se répercute sur l'os temporal dans lequel se trouve la capsule labyrinthique comprenant l'OI.

La prothèse BAHA comporte 3 parties :

- l'implant intra osseux: mis en place chirurgicalement dans l'os crânien derrière l'oreille.
- le pilier : se visse sur l'implant, et sert à lier l'appareil auditif et l'implant.
- le processeur : fixé sur le pilier, adapté secondairement à l'implant.

Les aides auditives qui sont adaptées à l'implant osseux, par l'intermédiaire du pilier, existent sous la forme de 4 modèles ayant des caractéristiques audioprothétiques différentes : Classic 300, Compact, Cordelle II et Divino.

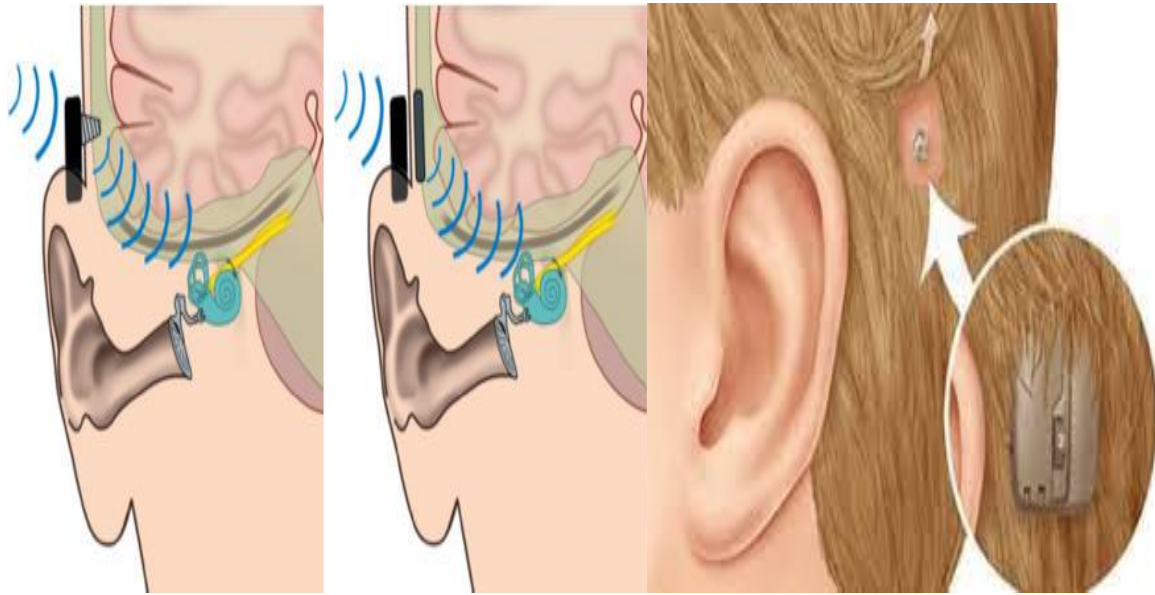


Figure 83: prothèse auditive BAHA (88)

Applications :

Les indications actuelles sont de 2 types :

- Surdités de transmission ou mixtes : Devant des malformations de l'oreille et des pathologies inflammatoires et infectieuses de l'OM ou du CAE ; pour lesquelles l'adaptation par PAC est limitée par des anomalies anatomiques et la restauration chirurgicale d'audition est décevante
- Surdités de perception unilatérales, profondes ou totales, ne bénéficiant pas d'une aide auditive conventionnelle en conduction aérienne. L'amplification à l'aide de la prothèse BAHA contribue à transférer les informations du côté atteint vers l'oreille saine, d'où le concept de pseudo-stéréophonie.

Les inconvénients:

- Il s'agit d'un geste chirurgical ;
- La nécessité d'une hygiène parfaite autour du pilier de fixation (vu le risque de problème cutané possible, dont la nécrose).

9.3 L'implant d'Oreille Moyenne :

Description :

Cet implant est constitué d'une partie implantable et d'une partie externe.

La partie externe de ces prothèses est semblable à une PAC, en particulier à un contour d'oreille, avec :

- un microphone, qui capte le signal sonore
- un amplificateur et un processeur, qui traitent le signal.
- et l'énergie qui est fournie par des piles.

Cette partie est destinée à recevoir le signal sonore, à le traiter et à le transmettre par voie transcutanée aux composants implantés.

La partie implantable puise l'énergie du signal transmis, le démodule et le transmet au transducteur électromécanique qui fait vibrer la chaîne ossiculaire.

Le signal sonore amplifié est ainsi transmis, non pas plus dans le CAE par voie aérienne, comme c'est le cas de la PAC, mais sous forme d'une vibration mécanique, transmise directement à l'enclume. La transduction est réalisée par un cristal piézoélectrique ou un système électromagnétique (selon le fournisseur).

Ce type d'appareillage nécessite une chirurgie afin d'être mis en place



Figure 84: implant d'oreille moyenne (89)

Applications :

Les implants d'oreille moyenne sont indiqués dans les surdités de perception, le plus souvent après échec d'une correction auditive par PAC ou en raison d'intolérance physiques dans le conduit.

Ce type d'implant permet d'éviter le phénomène d'occlusion du CAE, à améliorer la qualité du son et à procurer des gains importants tout en évitant l'effet Larsen, pour une aptitude à la compréhension de la parole optimisée.

9.4 Implants cochléaires et implants du tronc cérébral :

Description :

Le principe de l'implant cochléaire est, de substituer le système auditif déficient du patient, d'abord en réalisant un traitement préalable du son (le signal sonore est capté, numérisé et transformé en signal électrique dans un boîtier porté sur l'extérieur de la tête) puis en stimulant directement les fibres du nerf auditif par l'intermédiaire d'électrodes insérées dans la cochlée. Au préalable.

L'implant du tronc cérébral a bénéficié des technologies développées pour l'implant cochléaire ; la stimulation se fait dans ce cas sur le noyau cochléaire et non sur les cellules ciliées.

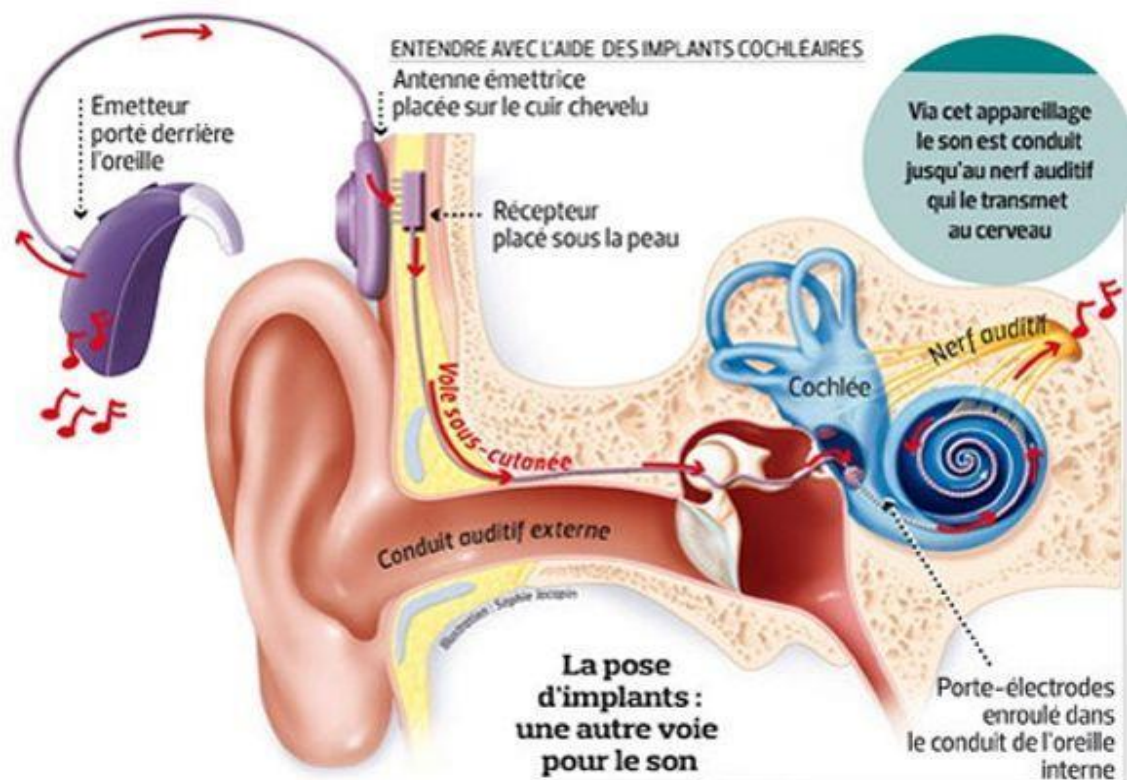


Figure 85: implant cochléaire (90)

Applications :

L'implant cochléaire concerne certaines surdités de perception bilatérales, lorsque l'interface neurosensorielle d'oreille « l'organe de Corti » n'est pas suffisamment fonctionnel, ce qui est le cas dans les surdités totales ou profondes.

Les implants du tronc cérébral sont indiqués dans les cas où la surdité est liée à la non fonctionnalité du nerf auditif au-delà de la cochlée (surdité rétrocochléaire), ce qui rend inenvisageable l'implantation cochléaire.

9.5 Les aides auditives complémentaires :

9.5.1 La lecture labiale :

C'est la perception visuelle du langage oral à l'aide de la reconnaissance des mouvements articulatoires du locuteur, c'est à dire en analysant les mouvements labiaux juxtaposés, permettant aux malentendants de comprendre l'interlocuteur oralisant, mais elle seule, reste insuffisante pour comprendre l'intégralité du message.

9.5.2 Les langues des signes :

Des langues visuelles basées sur l'utilisation des gestes à la place de la parole et toute une série de paramètres permettant aux malentendants de se faire comprendre.

10 Facteurs de succès ou d'échec de la prothèse auditive : (1)

Une enquête prospective française réalisée par *A. Abdellaoui et P. Tran Ba Huy* avec l'aide de praticiens ORL, incluant 184 patients (94 femmes et 90 hommes) suivis de 6 à 9 mois après qu'une PAC ait été délivrée au terme d'un bilan audiométrique pour presbyacousie.

L'objectif de cette étude était de mieux identifier les facteurs influençant le succès ou l'échec de l'appareillage.

10.1 Résultats de la prescription :

Tous ces patients ont consulté un ORL qui a posé le diagnostic d'une presbyacousie nécessitant un appareillage.

D'abord il faut mentionner que le délai entre la consultation et l'acquisition de la prothèse auditive était de $2,7 \pm 1,5$ mois.

Sur les 184 patients, seulement 109 patients ont acheté la prothèse, soit 59,2 %.

Le choix de la PAC a été basé sur : - l'avis ou conseil de l'audioprothésiste (37 %) ;

- Le prix de la prothèse (30 %) ;
- L'efficacité de la prothèse après les essais (18 %).

15 patients ayant eu un essai de la PAC à la suite de la prescription mais ils ne se sont pas décidés quant à l'achat.

60 patients n'ont pas donné suite à la prescription.

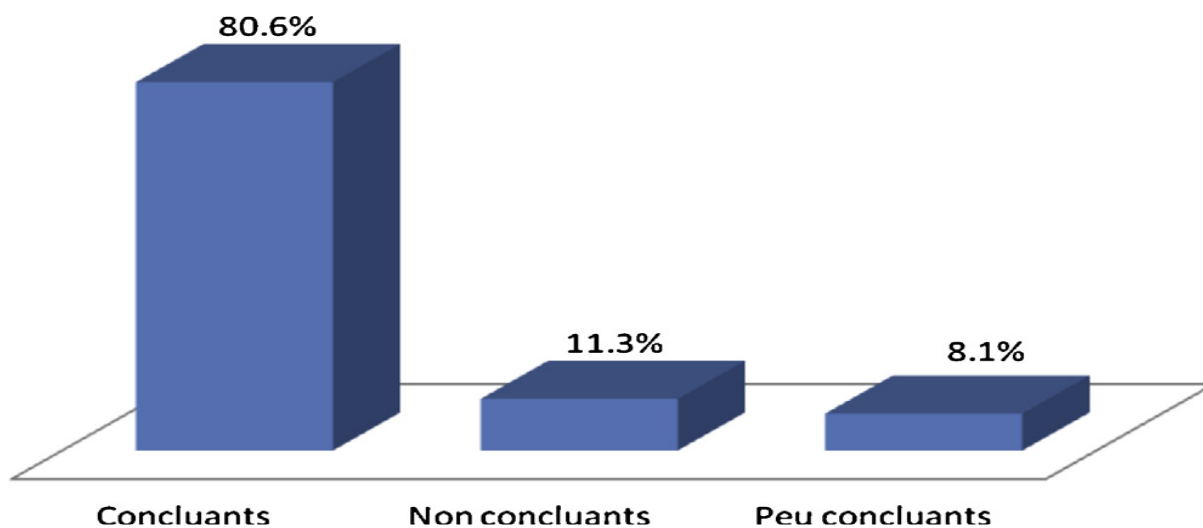


Figure 86: Résultat de l'essai d'une prothèse auditive. (87)

10.2 Port de la prothèse auditive:

10.2.1 L'utilisation de la prothèse auditive

Elle est illustrée sur la figure suivante.

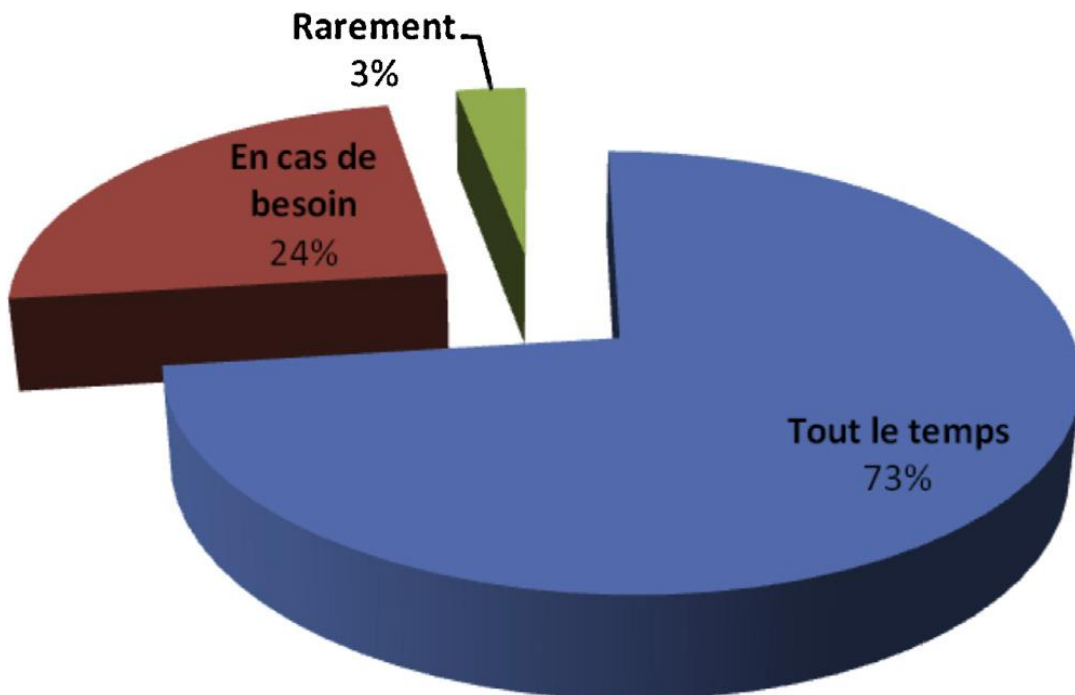


Figure 87: Utilisation de la prothèse auditive. (87)

10.2.2 Suivi après l'appareillage :

Selon l'étude, 89% des patients appareillés ont reconsulté leur audioprothésiste avec une moyenne de $4 \pm 2,3$ consultations, par contre seulement 12 % des patients ont reconsulté leur médecin ORL.

La visite d'audioprothésiste était essentiellement pour :

- Les réglages dans 37,5 % des cas
- Les difficultés d'utilisation et le nettoyage dans 12 % des cas.

10.2.3 Évaluation de la satisfaction du patient appareillé :

Tableau 2: Influence du port de la prothèse auditive sur certains items de la vie courante (87)

	Oui (%)	Non (%)
Changement dans les activités	21	79
Visibilité du handicap auditif	6	94
Satisfaction de l'aspect esthétique	96	4
Perception d'un son artificiel	33	67
Utilisation au téléphone	56	44
Fiabilité de l'aide auditive	90	10
Adaptation aux besoins	87	13
Retentissement cutané local	11	89

Tableau 3: Évaluation de la satisfaction dans 4 situations de la vie courante : (87)

Situations de la vie courante	Écouter la télévision avec la famille (%)	Suivre une conversation dans le calme (%)	Suivre une conversation dans une rue (%)	Suivre une conversation avec plusieurs personnes (%)
Durée du port de la prothèse (½ du temps à tout le temps)	86	87	90	90
Utilité de la prothèse (utile à audition parfaite)	75	76	60	64
Satisfaction de la prothèse (satisfait à parfaitement satisfait)	76	75	63	76
Degré de difficulté du port de la prothèse (grande à insurmontable)	3	4	8	10

10.3 Motifs de la décision :

10.3.1 Facteurs de succès de la prescription :

L'étude française a permis de dégager les facteurs ayant encouragé les patients à donner suite à la prescription de l'ORL :

- Activités ludiques (musique, cinéma ou théâtre) nécessitant une bonne écoute.
- Vie en couple ou en famille.
- Forte motivation.
- Revenus mensuels supérieurs à 1200 Euros.
- Surdité ancienne.
- Difficultés à écouter la télévision et à suivre une conversation dans le bruit.

10.3.2 Facteurs d'échec de la prescription :

La grande majorité des patients qui ont refusé l'achat de la PAC, ont  voqu 2 principaux motifs :

- Le cout de l'appareillage : le prix de la prothèse, des réglages et du suivi était estimé trop élevé par la plupart de ces patients, vu les revenus insuffisants, la méconnaissance des possibilités de remboursement, le faible taux de ceux-ci et l'absence de mutuelles.
- Le manque de motivation : l'absence réel d'intérêt d'une amélioration auditive était le principal souci pour 20 autres patients.

Non seulement ça, mais d'autres raisons étaient évoquées par certains patients, comme :

- Le mauvais accueil de l'ORL ou de l'audioprothésiste (2 cas).
- Des expériences non satisfaisantes dans leur entourage (1 cas).
- Des problèmes de santé intercurrents (3 cas).
- la crainte d'une arnaque (2 cas).

Les facteurs suscités, de réussite et d'échec, montrent que :

- Les raisons financières et la motivation jouent un rôle majeur dans la décision d'achat de la PAC.
- L'efficacité des prothèses dans les actes les plus courants de la vie quotidienne, et donc sur la qualité de vie, semble significative.
- Le médecin ORL est le premier conseiller ; il a un rôle essentiel dans la prise de conscience du patient de son handicap.
- L'avis de l'audioprothésiste joue un rôle prépondérant dans l'adoption prothétique.



Conclusion



L'audition est un sens complexe et indispensable pour percevoir les sons et communiquer avec son entourage.

En cas de surdité, de multiples solutions sont désormais offertes pour réhabiliter les déficiences auditives quel qu'en soient la cause, le type, le degré, le caractère uni ou bilatéral, ou l'âge.

Parmi ces solutions, on trouve la prothèse auditive conventionnelle (non implantable), une chaîne électroacoustique constituée au minimum d'un microphone qui capte le son, une unité centrale destinée au traitement et amplification du signal sonore et un écouteur qui diffuse le son dans le CAE.

Il est indéniable que la PAC a bénéficié de l'évolution technologique, permettant d'élargir ses indications et de concevoir des prothèses de plus en plus efficaces.

Cependant, malgré ce progrès qui a marqué la dernière décennie, la réussite d'appareillage impose une bonne prise en charge duale par :

- le médecin ORL qui, après une audiométrie tonale et vocale, pose le diagnostic et propose un essai d'aide auditive.
- l'audioprothésiste qui, après un bilan détaillé, fait le choix de la prothèse appropriée, réalise des réglages pour que la PAC soit bien adaptée au patient et assure une éducation prothétique (conseils divers sur la manipulation et l'entretien de la PAC) ainsi qu'un contrôle d'efficacité par des multiples séances de suivi.



Résum és



Résumé

Titre: La prothèse auditive conventionnelle

Auteur: Jaouhara LAHSINI

Directeur de thèse: Pr Fouad BENARIBA

Mots-clés: Prothèse auditive-l'aide auditive-surdités réhabilitation auditive

La prothèse auditive conventionnelle est un appareil qui permet de compenser la perte auditive. Elle s'agit d'une chaîne électroacoustique miniaturisée, composée de:

- Un microphone: capte le son et le transforme en signal électrique, ce dernier peut être directionnel ou omnidirectionnel. La prothèse possède souvent les 2 types.

- Une unité centrale: vise à modifier le son délivré par le microphone grâce aux systèmes d'amplification et de traitement, le plus souvent numérique, afin d'adapter l'intensité et la fréquence du son à la perte auditive.

- Un écouteur: transforme le signal électrique en signal acoustique amplifié pour le diffuser dans le conduit auditif externe.

Cette prothèse existe sous différentes formes, qu'on peut classer en 2 catégories:

- L'intra auriculaire: constituée d'une coque contenant les différents composants et qui sont localisés, dans la conque (l'intra conque), à l'entrée du conduit (l'intra canal ITC) ou à l'intérieur du conduit (intra profond CIC).

- Le contour d'oreille: les composants sont rassemblés dans un boîtier positionné sur le pavillon. En plus du contour d'oreille standard, on trouve le contour surpuissant, le micro contour et le micro contour à écouteur déporté.

L'évolution des prothèses auditives a permis d'élargir ses indications. En effet, elle peut être proposée à la surdité de perception, mais également à certaines surdités de transmission ou mixtes. Ainsi qu'elle peut être recommandée dans la prise en charge des acouphènes.

La démarche pour obtenir une prothèse commence par une consultation chez un ORL qui pose le diagnostic d'une perte auditive nécessitant un appareillage, puis l'audioprothésiste intervient pour déterminer le type de prothèse approprié, réaliser les réglages, puis planifier des séances de suivi avant de remettre l'aide auditive au patient.

Abstract

Title: The conventional hearing aid

Author: Jaouhara LAHSINI

Supervisor: Pr.Fouad BENARIBA

Keywords: hearing aid-deafness-hearing rehabilitation

The conventional hearing aid is a device that compensates for hearing loss. It is a miniaturized electro-acoustic chain, composed of:

-A microphone: captures the sound and transforms it into an electrical signal, which can be directional or omnidirectional. The prosthesis often has both types.

-A central unit: aims at modifying the sound delivered by the microphone thanks to the systems of amplification and treatment, most often digital, in order to adapt the intensity and the frequency of the sound to the hearing loss.

-An earphone: transforms the electrical signal into an amplified acoustic signal, to broadcast it into the external auditory canal.

This prosthesis exists in different forms, which can be classified into 2 categories:

-The intra-ear: consisting of a shell containing the various components and which are located, in the conch (in the ear ITE), at the entrance of the conduit (in the canal ITC) or inside the conduit (completely in the canal CIC).

-The behind the ear BTE: the components are assembled in a box positioned on the pavilion. In addition to the standard BTE, there are the high power BTE, the receiver in the canal RIC and the receiver in the ear RITE.

The evolution of hearing aids has made it possible to broaden its indications. Indeed, it can be proposed for sensorineural deafness, but also for certain types of conductive or mixed deafness, as well as being recommended in the treatment of tinnitus.

The process of obtaining a hearing aid begins with a consultation with an ENT specialist who diagnoses a hearing loss requiring a hearing aid. The audioprosthesis then intervenes to determine the appropriate type of hearing aid, performs the adjustments, and schedules follow-up sessions before handing the hearing aid to the patient.

ملخص

العنوان: المعين السمعي التقليدي

المؤلف: جوهرة لحسيني

المشرف: الدكتور البروفسور فؤاد بنعريبة

الكلمات الأساسية: المعين السمعي، الصمم، التأهيل السمعي

المعين السمعي التقليدي هو الة تعوض فقدان السمع. هي عبارة عن سلسلة كهربائية صوتية مصغرة، تتكون من: ميكروفون: يلتقط الصوت ويحوّله إلى إشارة كهربائية، يمكن أن تكون اتجاهية أو شاملة الاتجاهات. غالبًا ما يحتوي الجهاز على كلا النوعين. وحدة مركزية: تهدف إلى تعديل الصوت الصادر عن الميكروفون بفضل أنظمة التضخيم والمعالجة؛ التي غالبًا ما تكون رقمية ؛ و ذلك من أجل تكبير شدة وتردد الصوت ليلائم ضعف السمع. -سماعة أذن: تقوم بتحويل الإشارة الكهربائية إلى إشارة صوتية مضخمة ، وذلك لنشرها في القناة السمعية الخارجية.

توجد المعينات السمعية التقليدية بأشكال مختلفة، يمكن تصنيفها إلى فئتين:

-المركبة داخل الأذن: تتكون من غلاف يحتوي على مختلف مكونات والتي تقع على الصوان ، في المحارة (داخل المحارة) ، عند مدخل القناة (داخل القناة) أو في عمق القناة (في قناة الأذن بالكامل).

-المركبة خلف الأذن: يتم تجميع المكونات معًا في صندوق موضوع على الصوان. بالإضافة إلى حلقة الأذن النموذجية، يوجد: خلف الأذن الخارق و المزود بجهاز استقبال في قناة الأذن و المزود بجهاز استقبال في قناة الأذن.

تطور المعينات السمعية التقليدية مكن من توسيع ارشادات هذا الجهاز. إذ في الواقع، يمكن استعماله من أجل الصمم الحسي العصبي ، ولكن أيضًا من أجل الصمم التوصيلي أو الصمم المختلط. كما قد يوصى به للتخفيف من طنين الأذن.

عملية الحصول على معين السمع تبدأ مع طبيب الأنف والأذن والحنجرة الذي يقوم بتشخيص الصمم الذي يتطلب مساعدة سمعية، منذ تلك اللحظة، يتدخل أخصائي السمع لتحديد. نوع الجهاز المناسب، اجراء التعديلات، جدولة جلسات المتابعة قبل إعطاء المعين السمعي للمريض



Références



- [1] Royaume du Maroc Ministère de la Solidarité, du Développement Social, de l'Égalité et de la Famille .Programme National de diagnostic et de prise en charge des enfants et des jeunes en situation de handicap auditif et de surdité [en ligne]. [consulté le 01/07/2021]. Disponible sur : <https://social.gov.ma/personnes-en-situation-de-handicap-personnes-handicapees/programme-national-de-diagnostic-et-de-prise-en-charge-des-enfants-et-des-jeunes-en-situation-de-handicap-auditif-et-de-surdite-programme-nasmaa/>.
- [2] Taylor A. The conversation. Voyages en avion : ce que l'altitude fait à vos oreilles- Altitude, pression et trompe d'Eustache [en ligne]. Juillet 2018 [Consulté le 01/04/2021]. Disponible sur : <https://theconversation.com/voyages-en-avion-ce-que-laltitude-fait-a-vos-oreilles-100610>.
- [3] Delas B, Dehesdin D. Anatomie de l'oreille externe. EMC-oto-rhino-laryngologie 2008;3(1):1-9 [Article 20-010-A-10].
- [4] Perlemuter L, Legent F, Vandembrouck C. Cahiers d'anatomie d'ORL. 4ème Edition : Elsevier Masson ; 1997.
- [5] Testut J. Précis-atlas de dissection des régions. Paris : Octave Doin ; 1921.
- [6] Thomassin J M, Dessi P, Danvin J B, Forman C. Anatomie de l'oreille moyenne. EMC-oto-rhino-laryngologie 2008;3(2):1-19 [Article 20-015-A-10].

- [7] Sauvage JP, Puyraud S, Roche O, Rahman A. Anatomie de l'oreille interne. EMC-oto-rhino-laryngologie 1999 :1-19 [Article 20-020-A-10].
- [8] Ariel C C, Raphael Z, Dan I, Garzon J, Bueno J. Tpe : influence de la musique sur le corps et l'esprit [En ligne]. [Consulté le 01/04/2021]. Disponible sur : <http://tpepouvoirmusique.e-monsite.com/medias/images/dkjkdj.jpg>.
- [9] Netter FH, Richer JP. Atlas d'anatomie humaine. 6e ed. Paris : Masson; 2015.
- [10] Schuknech HF. Pathology of the ear. Philadelphia : Lea and Febiger ; 1993.
- [11] Jacquier C. Etude d'indices acoustiques dans le traitement temporel de la parole chez des adultes normo-lecteurs et des adultes dyslexiques [thèse : Psychologie] Lyon : Université de Lyon;2008. [en ligne] Disponible sur : http://theses.univ-lyon2.fr/documents/getpart.php?id=lyon2.2008.jacquier_c&part=148497#_Ref197520966.
- [12] Pujol R. Cerveau auditif [En ligne] 2016. [Consulté le 01/04/2021]. Disponible sur : <http://www.cochlea.eu/cerveau-auditif>.
- [13] Connors BW, Paradiso MA, Nieoullon A, Bear MF. Neurosciences: A la découverte du cerveau . 3e édition : Pradel Editions ; 2007.
- [14] Lorenzi A, Chaix B, Ducourneau J. NeurOreille.Voyage au centre de l'audition. Son [en ligne]. Décembre 2016[Consulté le 07/04/2021].Disponible sur : <http://www.cochlea.eu/son>.

- [15] Boura C, Simon D. « PHYSIOLOGIE DE L'AUDITION ». Université de Technologie Compi ège UTC.
- [16] Pujol R. Voyage au centre de l'audition. Champ auditif humain. NeurOreille [en ligne]. Juin 2018 [Consulté le 07/04/2021]. Disponible sur : <http://www.cochlea.org/entendre/champ-auditif-humain>.
- [17] Nouvian R, Malinvaud D, Van den Abbeele T, Puel JL, Bonfils P, Avan P. Physiologie de l'audition. EMC - Oto-Rhino-Laryngologie. 2006 ; 1(2) : 1–14 [Article 20-030-A-10].
- [18] Pickles JO. An Introduction to the Physiology of Hearing. 4eme édition. Emerald Group Publishing Limited ; 2012.
- [19] Dancer A, Rebillard G, Minary P. NeurOreille. Voyage au centre de l'audition [en ligne] 2016.[Consulté le 10/04/2021] Disponible sur : www.cochlea.org.
- [20] Elaine NM, Katja H. Anatomie et physiologie humaine. 9eme édition. Montréal : Nouveaux Horizons. 2015 ; 1308 : 671-2.
- [21] Parietti C. Audiologie : Anatomie de l'oreille interne.[Diplôme d'état d'Audioprothésiste]. Faculté de Pharmacie de Nancy ; 2008/2009.
- [22] Chakour N. CD interactif Conduite à tenir devant une surdit é [th èse de médecine]. Marrakech : Université Cadi Ayyad, Faculté de médecine et de pharmacie, Maroc. 2019. Th èse N ° 246 [en ligne] Disponible sur : <http://wd.fmpm.uca.ma/biblio/theses/annee-htm/FT/2019/these246-19.pdf>.

- [23] Mudry A. Otoscopie. L'oreille : ses maladies et ses traitements. [en ligne]. 2021 [consulté le 30/05/2021]. Disponible sur : <https://www.oreillemudry.ch/otoscopie/>.
- [24] Collège des Enseignants de Neurologie. Paralyse faciale.[en ligne]. 2017 [consulté le 30/05/2021]. Disponible sur : <https://www.cen-neurologie.fr/deuxieme-cycle%20/paralyse-faciale>.
- [25] Gabory L. S éniologie Rhinologique. [en ligne]. [consulté 01/06/2021] le Disponible sur : <https://docplayer.fr/4663578-Semiologie-rhinologique-pr-ludovic-de-gabory.html>.
- [26] Moussavou AZ. Savoir raisonner devant une dyspnée inspiratoire. [Thèse] Marrakech : Université Cadi Ayyad, Faculté de médecine et de pharmacie, Maroc. 2019.
- [27] Pr Chakouri. Eploration de l'audition [en ligne]. 2020 [consulté le 30/05/2021]. Disponible sur : http://www.facmed-univ-oran.dz/ressources/fichiers_produits/fichier_produit_2297.pdf.
- [28] Meghelli SM. Les explorations fonctionnelles de l'audition[en ligne]. 2016[consulté le 30/05/2021]. Disponible sur : http://univ.ency-education.com/uploads/1/3/1/0/13102001/bioph2an13-2exploration_audition.pdf.
- [29] Chaix B, Lazard D. NeurOreille .VOYAGE AU CENTRE DE L'AUDITION. Exploration fonctionnelle : Méthodes subjectives [en ligne]. 2016[consulté le 04/06/2021]. Disponible sur : <http://www.cochlea.eu/exploration-fonctionnelle/methodes-subjectives>.

- [30] Mudry A. L'acoumétrie. L'oreille : ses maladies et ses traitements. [en ligne]. 2021 [consulté le 30/05/2021]. Disponible sur : <https://www.oreillemudry.ch/1%E2%80%99acoumetrie/>.
- [31] Vincent C, Vaneecloo, FM, Delattre A, Decroix D, Lebreton JP, Ruzza I. La prothèse auditive conventionnelle. EMC- otorhinolaryngologie. 2007 ; 124(1) :33-40. Doi : 10.1016/j.aorl.2006.09.005.
- [32] Test auditif. Fonctionnement d'un test auditif. [en ligne]. [consulté le 05/06/2021]. Disponible sur : <https://www.testauditif.org/fonctionnement-test-auditif/>.
- [33] Mudry A. L'audiométrie. L'oreille : ses maladies et ses traitements. [en ligne]. 2021 [consulté le 30/05/2021]. Disponible sur : <https://www.oreillemudry.ch/1e2%80%99audiometrie/>.
- [34] Université Médicale Virtuelle Francophone. Altération de la fonction auditive. Collège Français d'ORL et de Chirurgie Cervico-faciale. [en ligne]. 2014 [consulté le 30/05/2021]. Disponible sur : <http://campus.cerimes.fr/orl/enseignement/alteration/site/html/2.html>.
- [35] Perrot X, Fischer C. Exploration fonctionnelle du nerf cochléaire et de l'audition. EMC- otorhinolaryngologie. 2009 ; 55(2) : 142-151. Doi : 10.1016/j.neuchi.2009.02.002.
- [36] Chaix B, Lazard D. NeurOreille .VOYAGE AU CENTRE DE L'AUDITION. Exploration fonctionnelle : Méthodes subjectives- Audiométrie vocale[en ligne].2020. [consulté le 04/06/2021]. Disponible sur : <http://www.cochlea.eu/exploration-fonctionnelle/methodes-subjectives/audiometrie-vocale>.

- [37] Menard M. Exploration objective de l'audition à partir des Auditory Steady-State Responses et adaptation à l'implant cochléaire [these] Lyon : Université Claude Bernard ; 2008. [en ligne] Disponible sur : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00413409/document>.
- [38] Mudry A. L'impédancemétrie. L'oreille : ses maladies et ses traitements. [en ligne]. 2021 [consulté le 30/05/2021]. Disponible sur : <https://www.oreillemudry.ch/1%e2%80%99impedancemetrie/>.
- [39] Sahli Y. Exploration fonctionnelle de l'audition : Audiométrie étude et évaluation de cas pratiques [mémoire : génie biomédicale]. Tlemcen : Université Abou Bakr Belkaid. Faculté de Technologie Département de Génie Biomédical. 2018[en ligne] Disponible sur : <http://dspace.univ-tlemcen.dz/bitstream/112/13177/1/Ms.Gbm.Sahli.pdf>.
- [40] Ruel J, Trigueiros-Cunha N, Puel JL, Minary P. NeurOreille .VOYAGE AU CENTRE DE L'AUDITION. Exploration fonctionnelle : Méthodes objectives-Voies et centres [en ligne]. Décembre 2016[consulté le 04/06/2021]. Disponible sur : <http://www.cochlea.eu/exploration-fonctionnelle/methodes-objectives/voies-et-centres>.
- [41] Puel JL, Bonfils P, Piron JP. NeurOreille.VOYAGE AU CENTRE DE L'AUDITION. Exploration fonctionnelle : Méthodes objectives-Otoémissions [en ligne]. Décembre 2016[consulté le 04/06/2021]. Disponible sur : <http://www.cochlea.eu/exploration-fonctionnelle/methodes-objectives/oto-emissions>.

- [42] Mudry A. Radiologie. L'oreille : ses maladies et ses traitements. [en ligne]. 2021 [consulté le 30/05/2021]. Disponible sur : <https://www.oreillemudry.ch/radiologie/>.
- [43] J. Couespel. Electronique appliquée, Historique, D.E. d'Audioprothésiste, 2ème année, Faculté de Pharmacie de Nancy, 2009/2010.
- [44] Histoire de l'aide auditive.[en ligne]. [consulté 10/07/2021] le Disponible sur <http://www.audiosapiens.fr/node/1>.
- [45] Lacher Fougère S, Vincey P. La prothèse auditive à travers les âges, Revue de Laryngologie Otologie Rhinologie. n°116 ; 1995. p 243-244.
- [46] Morucci JP, Coll J, Vales J. L'appareillage auditif, Editions Masson ;1992. p 17.
- [47] Histoires des aides auditives, Université de Washington. [en ligne]. [consulté 10/07/2021] le Disponible sur <http://beckerexhibits.wustl.edu/did/index.htm>.
- [48] ReSound Gn. .[en ligne]. [consulté 10/07/2021] le Disponible sur <https://www.resound.com/fr-fr>.
- [49] Mudry A. Otoscopie. L'oreille : ses maladies et ses traitements. [en ligne]. 2021 [consulté le 15/06/2021]. Disponible sur : <https://www.oreillemudry.ch/structure-d%e2%80%99un-appareil-auditif/>.

- [50] Rachesboeuf M. Fuse, un crossover entre l'intra-auriculaire et l'appareil à écouteur déporté [mémoire : Diplôme d'état d'audioprothésiste] Nancy : Université Henri Poincare. Faculté de pharmacie, France. 2011 [en ligne] Disponible sur : <https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01876492/document>.
- [51] Ceccato JC, Bourien J, Venail F, Puel JL. Appareillage auditif conventionnel. EMC - Oto-Rhino-Laryngologie. Aout 2017 ; 12(3) : 1-14 [Article 20-185-C-15].
- [52] Delfouf O, Fekri H. Etude et réalisation d'une prothèse auditive numérique. [mémoire : Génie électrique]Tizi-Ouzou : Université Mouloud Mammeri. Faculté du génie électrique et d'informatique, Algérie. 2015[en ligne] Disponible sur : https://dl.ummtto.dz/bitstream/handle/ummtto/6483/DelfoufOuafia_FekriH.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- [53] Schlosser J. Résonance. Nos appareils auditifs : performances actuelles et perspectives ?. Octobre 2003.
- [54] Harford E, Dodds E. Clinical application of Cros - a hearing aid for unilateral deafness. Arch Otolaryngol. 1966;83:455–8.
- [55] L'appareil auditif et vous . Système CROS : La solution à la surdité totale unilatérale.[en ligne]. [consulté le 08/06/2021]. Disponible sur : <https://www.laboratoires-unisson.com/faq/technique/surdite-unilaterale.html>.

- [56] Gallois Y. Prise en charge de la surdité unilatérale de l'enfant : effet sur l'audition binaurale et la qualité de vie [these : medecine] Toulouse : Université Toulouse III6 Paul Sabatier, France.2017.[en ligne] Disponible sur : <http://thesesante.ups-tlse.fr/2038/1/2017TOU31601.pdf>.
- [57] Prez-Mas A. Numérisation . Pourquoi numériser ? 2018 [consulté le 08/06/2021]. Disponible sur : <http://arsene.perez-mas.pagesperso-orange.fr/signal/numerisation/numerisation.htm>.
- [58] Dillon H. Hearing aids . [en ligne].2012 [consulté 10/07/2021] le Disponible sur : www.books.google.fr/books?id=e91sW3TOz8C.
- [59] Ono H, Kanzaki J, Mizoi K. Clinical-results of hearing-aid with noiselevel- controlled selective amplification. *Audiology* .1983; 22:494–515.
- [60] Taylor B, Mueller HG. Fitting and dispensing hearing aids .[en ligne]. 2011 [consulté 10/07/2021] le Disponible sur : www.books.google.fr/books?id=h90zBwAAQBAJ.
- [61] Annabac.COMMENT ÉLIMINER L'EFFET LARSEN ? [en ligne]. 2014 [consulté le 08/06/2021]. Disponible sur : <https://www.annabac.com/annales-bac/comment-eliminer-l-effet-larsen>.
- [62] Le Son et l'Audition, 3ème édition, Widex ; 2007. p 13-39.

- [63] Précis d'Audioprothèse, L'appareillage de l'adulte Tome I – Le Bilan d'Orientation Prothétique, Editions du Collège National D'Audioprothèse ; 2007. p 58-95.
- [64] François M. Intolérance aux embouts des prothèses auditives. Revue Française d'Allergologie . 2016 ; 56(7-8), 544–548. doi:10.1016/j.reval.2016.09.003.
- [65] OOREKA Santé Pile appareil auditif. [en ligne]. [consulté 10/07/2021] le Disponible sur : https://appareil-auditif.ooreka.fr/comprendre/pile_appareil_auditif.
- [66] Ordre des audioprothésistes de Québec .L'aide auditive : les piles. [en ligne]. [consulté 10/07/2021] le Disponible sur :<https://www.ordreaudio.qc.ca/les-piles/>.
- [67] Elixir audition. Composition d'un appareil auditif. [en ligne]. [consulté le 08/06/2021]. Disponible sur : <http://www.elixir-audition.fr/aides-techniques/composition-dun-appareil-auditif/>.
- [68] Wisniewski T. Quel choix d'appareil conventionnel chez l'adulte ? Etude en vue de la création d'un outil informatique d'aide au choix prothétique. [mémoire : Diplôme d'état d'audioprothésiste] Nancy : Université Henri Poincaré. Faculté de pharmacie. 2010 [en ligne] Disponible sur : <https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01882814/document>.
- [69] Free. Aide auditives [en ligne]. [consulté le 01/07/2021]. Disponible sur : <http://bg audition.free.fr/aidaudit.php>.

- [70] Widex. AIDES AUDITIVES POSITIONNÉES DANS L'OREILLE. [en ligne].[consulté 10/07/2021] le Disponible sur : <https://www.widex.com/fr-fr/appareils-auditifs/au-sujet-des-aides-auditives/aides-auditives-intra-auriculaires/>.
- [71] Audika. Comparez les différents types d'appareils auditifs. [en ligne]. [consulté 10/07/2021] le Disponible sur :<https://www.audika.fr/nos-solutions/aides-auditives>.
- [72] Lobe. BTE (BEHIND-THE-EAR). [en ligne]. [consulté 10/07/2021] le Disponible sur <https://www.lobe.ca/fr/produits/appareils-auditifs/contour>.
- [74] SNORL. Prescription des prothèses auditives : ce qui change. [en ligne]. 2019 [consulté le 01/07/2021]. Disponible sur : <https://www.snorl.org/category-acces-libre/category-actualites/prescription-des-protheses-auditives-ce-qui-change/>.
- [76] Hirsch IJ. Influence of interaural phase on interaural summation and inhibition. *J Acoust Soc Am* 1948;20:536-44.
- [77] Lieu JE. Speech, language and educational consequences of unilateral hearing loss in children. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* . 2004;130:524-30.
- [75] Nevoux J, Coez A, Truy É. Les dispositifs médicaux correcteurs de la surdité : prothèses et implants auditifs. *Presse Med.* (2017); 46(11), 1043–1054. doi: 10.1016/j.lpm.2017.09.008.

- [78] Lina-Granade G, Gallego S, Thai-Van H, Truy É. Appareillage auditif conventionnel par voie aérienne. EMC - Oto-Rhino-Laryngologie. 2010 ; 20-185-C-15.
- [79] Halliday LF, Bishop DV. Frequency discrimination and literacy skills in children with mild to moderate sensorineural hearing loss. J Speech Lang Hear Res .2005;48:1187-203.
- [80] Gallego S, Alcaraz C, Tringali E, Thai Van H, Collet L, Dubreuil C. Réhabilitation des patients ayant une surdité unilatérale. ORL Autrement .2008;5:12-9.
- [81] Valente M, Mispagel K, Valente LM, Hullar T. Problems and solutions for fitting amplification to patients with Ménière's disease. J Am Acad Audiol .2006;17:6-15.
- [82] Seldran F, Gallego S, Truy E, Collet L, Thai Van H. Restitution des hautes fréquences chez les patients ayant une surdité de plus de 80 dB au-delà de 1 000 Hz. ORL Autrement. 2008;6:12-9.
- [83] Deys S. La Lettre d'ORL et de chirurgie cervico-faciale. L'appareillage du sujet âgé n°323 - octobre-novembre-décembre 2010.
- [84] Université Médicale Virtuelle Francophone. Déficit neurosensoriel chez le sujet âgé : surdité et vertige. [en ligne]. 2014 [consulté le 01/07/2021]. Disponible sur : <http://campus.cerimes.fr/orl/enseignement/surdite/site/html/cours.pdf>.

- [85] Berthelot C. FIABILITE D'UN NIVEAU DE CONFORT ESTIMÉ STATISTIQUEMENT À PARTIR DES SEUILS LIMINAIRES CORRELATION ENTRE LES NIVEAUX DE CONFORT ET LES NIVEAUX D'AUDITION EN AUDIOMETRIE TONALE ET VOCALE [mémoire : Diplôme d'état d'audioprothésiste] Nancy : Université Henri Poincaré. Faculté de pharmacie. [en ligne] 2017. Disponible sur : <file:///D:/prof/audioM.pdf>.
- [86] EARPIECE OVERVIEW. [en ligne]. [consulté 10/07/2021] le Disponible sur : <http://webfiles.widex.com/WebFiles/9%20502%204834%20001%2001.pdf>.
- [87] Tran Ba Huy P, Abdellaoui A. Success and failure factors for hearing-aid prescription: Results of a French national survey. *European Annals of Otorhinolaryngology, Head and Neck Diseases*.(2013), 130(6), 313–319. doi:10.1016/j.anorl.2012.09.014.
- [88] Audition Maroc. Tout sur la surdité, l'audition et les appareils auditifs. [en ligne]. [consulté 10/07/2021] le Disponible sur : <http://www.marcbouletaudition.com/article-12978000.html>.
- [89] Rosseto S. Implant d'oreille moyenne. [en ligne]. [consulté 10/07/2021] le Disponible sur : <https://www.audioprothesiste-toulon.com/systemes-d-implants/implants-oreille-moyenne-23>.
- [90] Puline L. Le figaro. Surdité : la révolution des implants cochléaires à tous les âges. [en ligne]. 2016 [consulté 10/07/2021] le Disponible sur : <https://sante.lefigaro.fr/actualite/2016/02/05/24580-surdite-revolution-implants-cochleaires-tous-ages>.

Serment d'Hippocrate

Au moment d'être admis à devenir membre de la profession médicale, je m'engage solennellement à consacrer ma vie au service de l'humanité.

- *Je traiterai mes maîtres avec le respect et la reconnaissance qui leur sont dus.*
- *Je pratiquerai ma profession avec conscience et dignité. La santé de mes malades sera mon premier but.*
- *Je ne trahirai pas les secrets qui me seront confiés.*
- *Je maintiendrai par tous les moyens en mon pouvoir l'honneur et les nobles traditions de la profession médicale.*
- *Les médecins seront mes frères.*
- *Aucune considération de religion, de nationalité, de race, aucune considération politique et sociale ne s'interposera entre mon devoir et mon patient.*
- *Je maintiendrai le respect de la vie humaine dès la conception.*
- *Même sous la menace, je n'userai pas de mes connaissances médicales d'une façon contraire aux lois de l'humanité.*
- *Je m'y engage librement et sur mon honneur.*

قسم أبقراط

بسم الله الرحمان الرحيم

أقسم بالله العظيم

في هذه اللحظة التي يتم فيها قبولي عضوا في المهنة الطبية أتعهد علانية:

- أبأن أكرس حياتي لخدمة الإنسانية .
- وأبأن أأحترم أساتذتي وأأعترف لهم بألجميل الذي يستحقونه .
- وأبأن أأمارس مهنتي بأوانزع من ضميري وشرفي بأأعالصحة مررضي هدي في الأول .
- وأبأن لا أفشي الأسرار المعهودة إلي .
- وأبأن أأحافظ بأكل ما لدي من وسائل على الشرف والتقاليد النبيلة لمهنة الطب .
- وأبأن أأعتبر سائر الأطباء إخوة لي .
- وأبأن أقوم بأواجبي نحو مرضاي بدون أي اعتبار ديني أو وطني أو عرقي أو سياسي أو اجتماعي .
- وأبأن أأحافظ بأكل حزم على احترام الحياة الإنسانية منذ نشأتها .
- وأبأن لا أستعمل معلوماتي الطبية بطريق يضر بأحقوق الإنسان مهما لاقيت من تهديد .
- بأكل هذا أتعهد عن كامل اختيار ومقسما بأالله .

وأالله على ما أقول شهيد .



المملكة المغربية
جامعة محمد الخامس بالرباط
كلية الطب والصيدلة
الرباط



جامعة محمد الخامس بالرباط
Université Mohammed V de Rabat

أطروحة رقم: 340

سنة : 2021

المعين السمعي التقليدي

أطروحة

قدمت ونوقشت علانية يوم : / / 2021

من طرف

السيدة جوهرة لحسيني
المزداة في 03 أبريل 1996 بتيفلت

لنيل شهادة

دكتور في الطب

الكلمات الأساسية : المعين السمعي؛ الصمم؛ التأهيل السمعي

أعضاء لجنة التحكيم:

رئيس	السيد نور الدين الرامي أستاذ في أمراض الأنف، الأذن والحنجرة
مشرف	السيد فؤاد بنعربية أستاذ في أمراض الأنف، الأذن والحنجرة
عضو	السيد محمد زلاغ أستاذ في أمراض الأنف، الأذن والحنجرة
عضو	السيد علي الأيوبي الإدريسي أستاذ في علم التشريح
عضو	السيدة سلوى أوريني أستاذة في أمراض الأنف، الأذن والحنجرة