



Royaume du Maroc المملكة المغربية

كلية الطب والصيدلة
FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

Année 2021

Thèse N°184/21

**LA PLATINOTOMIE CALBRÉE
DANS LA CHIRURGIE DE L'OTOSPONGIOSE**
Expérience du service d'Oto-Rhino-laryngologie de l'Hôpital
Militaire Moulay Ismail de Meknès
(à propos de 21 cas)
THÈSE

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 06/05/2021

PAR

Mme. ALAMI-CHENTOUFI LAILA

Née le 19 Août 1994 à Fès

POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MÉDECINE

MOTS-CLÉS :

Otospongiose – Platinotomie Calbrée – Fermeture du Rinne – Gain en conduction aérienne
Gain en conduction osseuse.

JURY

M. NADOUR KARIM	PRÉSIDENT
Professeur agrégé d'Oto-Rhino-laryngologie	
M. EL BOUKHARI ALI	RAPPORTEUR
Professeur agrégé d'Oto-Rhino-laryngologie	
M. ATTIFI HICHAM	} JUGES
Professeur agrégé d'Oto-Rhino-laryngologie	
M. KECHNA HICHAM.....	
Professeur agrégé d'Anesthésie réanimation	
M. ZAINOUN BRAHIM	
Professeur de Radiologie	

PLAN

LISTE DES ABREVIATIONS	7
LISTE DES FIGURES.....	9
LISTE DES TABLEAUX	13
LISTE DES GRAPHIQUES.....	14
INTRODUCTION.....	15
RAPPEL	18
I. Historique	19
1. Histoire de l'otospongiose	19
2. Histoire de la chirurgie	20
II. Rappel anatomique	23
III. Rappel physiologique	34
IV. Physiopathologie	38
V. Anatomopathologie de l'otospongiose	39
VI. Etiopathogénie	43
1. Facteurs génétiques	43
2. Facteurs hormonaux	44
3. Virus de la rougeole	45
4. Auto-immunité	46
ÉTUDE PRATIQUE.....	47
I. Objectifs de l'étude	48
II. Matériel et méthodes	48
III. Résultats et analyse	51
A. Données épidémiologiques	51
1. Fréquence	51
2. Age	51
3. Sexe	52

4. Antécédents personnels et familiaux	52
B. Données cliniques	53
1. Délai de consultation	53
2. Signes fonctionnels	53
3. Examen clinique	54
C. Données paracliniques	55
1. Audiométrie tonale laminaire	55
2. Impédancemétrie	57
3. TDM des rochers	58
D. Données opératoires	60
1. Traitement médical	60
2. Traitement chirurgical	60
2.1. Consentement des patients	60
2.2. Technique d'anesthésie	61
2.3. Position opératoire	61
2.4. Technique opératoire	61
2.5. Suites post opératoires immédiates :.....	65
3. Variantes anatomiques et incidents per opératoires	66
3.1. Incidents peropératoires	66
3.2. Variantes anatomiques	66
E. Données post opératoires	67
1. Résultats audiométriques	67
2. Résultats sémiologiques	70
3. Résultats en fonction du stade audiométrique	70
DISCUSSION	72
I. Epidémiologie	73

1. Fréquence	73
2. Répartition selon le sexe	73
3. L'âge	74
II. Etude clinique	74
1. Signes fonctionnels	74
1.1. Surdité	74
1.2. Les acouphènes	75
1.3. Vertiges	75
1.4. Paraacousie de Willis	76
2. Examen clinique	76
2.1. Otoscopie	76
2.2. Acoumétrie	76
III. Etude paraclinique	77
1. Audiométrie tonale	77
2. Audiométrie vocale	82
3. Impédancemétrie	83
4. Imagerie de l'otospongiose	86
IV. La prise en charge chirurgicale	93
1. Indication opératoire	93
2. Les contre-indications de la chirurgie	94
3. Temps opératoires	95
3.1 Installation du malade	95
3.2 Type d'anesthésie	96
3.3 Instrumentation	99
3.4 Voies d'abord	105
3.5 Prélèvement du greffon d'interposition	108

3.6	Les étapes de la stapédotomie	108
3.7	Les variantes de la stapédotomie	118
3.8	Fermeture, pansement et soins postopératoire	122
4.	Les techniques laser	123
4.1.	Les quatre types de Laser	123
4.2.	Intérêts du Laser	124
5.	Incidents peropératoires et variantes anatomiques	125
5.1.	Incidents peropératoires	125
5.2.	Variantes anatomiques	128
6.	Complications et pronostic	129
6.1.	Les complications du traitement chirurgical	129
6.2.	Révision chirurgicale	134
6.3.	Pronostic	135
V.	Comparaison des résultats thérapeutiques	137
1.	Comparaison en fonction des paramètres techniques	137
1.1.	L'influence de la taille de la platinotomie	137
1.2.	L'influence du diamètre du piston	138
1.3.	L'influence de la texture du greffon	139
1.4.	L'influence de l'utilisation de l'endoscopie par rapport à la microscopie	139
1.5.	L'influence de l'utilisation du laser	143
2.	Résultats sémiologiques	145
2.1.	Les acouphènes	145
2.2.	Vertiges	146
2.3.	Paralysie faciale	147
2.4.	La dysgueusie	147
3.	Résultats audiométriques	147

3.1. Fermeture du Rinne	148
3.2. Résultats sur la conduction aérienne	150
3.3. Résultats sur la conduction osseuse	150
3.4. Les labyrinthisations	152
4. Avantages de la stapédotomie par rapport au stapédecomie	154
VI. Autres facteurs influençant à long terme les résultats de la chirurgie de l'otospongiose par platinotomie calibrée	158
1. Audiométrie préopératoire et états de l'oreille interne	158
2. Etat lésionnel de la platine	158
CONCLUSION	159
RESUMES.....	161
ANNEXE.....	167
BIBLIOGRAPHIE.....	172

Liste des abréviations

ORL	: Oto-rhino-laryngologie
AAO-HNS	: American Academy of Otolaryngology Head and Neck Surgery
CAE	: Conduit auditif externe
dB	: Décibels
RS	: Reflex stapédien
FO	: Fenêtre ovale
TNF a	: Tumor necrosis factor alpha
HLA	: Human leukocyte antigen
ARN	: Acide ribonucléique
Hz	: Hertz
CO	: Conduction osseuse
CA	: Conduction aérienne
RPO	: Rinne postopératoire
KHz	: Kilohertz
TDM	: Tomodensitométrie
IRM	: Imagerie par résonance magnétique
HMMI	: Hôpital Militaire Moulay Ismail
SFOR	: Société Française d'Oto-Rhino-Laryngologie
BDE	: Branche descendante de l'enclume
Laser	: Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation
YAG	: Yttrium Aluminum Garnet
KTP	: Potassium titanyl phosphate
DFN3	: deafness type 3
mmHg	: Millimètre de mercure
mm	: Millimètre

- TP** : Taux de prothrombine
- TCA** : Temps de céphaline activée
- AVK** : Antivitamines K
- ACFA** : Arythmie cardiaque par fibrillation auriculaire
- P** : la valeur-p

LISTE DES FIGURES

- Figure 01** : Représentation schématique des parois de la caisse du tympan
- Figure 02** : Anatomie des osselets
- Figure 03** : Etrier (stapes).A. Etrier dans la fossette de la fenêtre ovale B. Vue endoscopique étrier optique 0° d'angle oreille gauche.
- Figure 04** : Anatomie de la région de la fenêtre ovale
- Figure 05** : Anatomie de la corde du tympan
- Figure 06** : Labyrinthes osseux et membraneux
- Figure 07** : Foyer otospongieux développé au niveau de la fissula ante fenestram bloquant la partie antérieure de la platine
- Figure 08** : Foyer otospongieux plus ancien, associant lésions à type de fibrose et de sclérose
- Figure09** : Classification PORTMANN
- Figure 10** : Impédancemétrie d'un patient atteint d'otospongiose montrant une diminution de la compliance et des réflexes stapédiens absents .
- Figure 11** : TDM en coupe axiale (rocher gauche) : Hypodensité de la fissula ante fenestram (foyer otospongieux).
- Figure 12** : TDM en coupe axiale (rocher gauche) : Foyer d'otospongiose au niveau de la fissula ante fenestram associé à une atteinte postérieure de la platine de l'étrier ; mastoïde bien pneumatisée.
- Figure 13** : Incision endaurale réalisée au service d'ORL HMMI Meknès
- Figure 14** : Incision horizontale de la peau du conduit auditif externe
- Figure 15** : Décollement du lambeau méatal
- Figure 16** : Exposition de la région des fenêtres
- Figure 17** : Mise en place de l'extrémité médiale du piston dans la platinotomie
- Figure 18** : Insertion de la boucle sur la BDE
- Figure 19** : Calibrage du CAE par POP OTO WICK
- Figure 20** : Casque pour l'examen conduction aérienne
- Figure 21** : Serre-tête pour l'examen de conduction osseuse
- Figure 22** : Audiogramme tonal d'un patient atteint d'otospongiose, encoche de Carhart sur 2000 Hz (A). Rinne négatif au niveau des 2 oreilles,

Weber indifférent (B)

Figure 23 : Audiogramme tonal d'un patient atteint d'otospongiose cochléaire montrant un aspect typique en « cookie bite »

Figure 24 : Audiogramme avec encoche de Carhart

Figure 25 : Audiogramme vocal d'un patient atteint d'otospongiose

Figure 26 : Tympanométrie

Figure 27 : Epaissement platinaire antérieur (flèche). Foyer otospongieux de type Ia de la classification de Veillon (A, B)

Figure 28 : Hypodensité pré-stapedienne de 2mm (flèche noire) ; absence de contact avec la lumière cochléaire (flèche blanche). Foyer otospongieux de type II de la classification de Veillon

Figure 29 : Hypodensité pré-stapedienne en contact avec la lumière cochléaire (flèche) foyer otospongieux de type III de la classification de Veillon

Figure 30 : hypodensité du labyrinthe antérieur otospongiose péri-cochléaire de type IV selon la classification de Veillon

Figure 31 : Hypodensité du labyrinthe postérieur, ici aux dépens des canaux semi-circulaires. Otospongiose de type IVb selon Veillon.

Figure 32 : stapédotomie effectuée au microscope

Figure 33 : stapédotomie effectuée par endoscopie

Figure 34 : l'exposition de l'oreille avec deux écarteurs

Figure 35 : tenue correcte de la curette

Figure 36 : petite curette utilisée pour effectuer une encoche osseuse dans le cadre postérieur du tympan

Figure 37 : vérification de la mobilité de l'étrier

Figure 38 : Mesureur de la distance entre platine et la branche descendante de l'enclume

Figure 39 : Pointe fine incurvée à son extrémité.

Figure 40 : Les instruments permettant la désarticulation incudo-stapédienne.

Figure 41 : Micro-ciseau pour couper le tendon du muscle stapédien.

- Figure 42** : Le perforateur roule légèrement entre le pouce et l'index de la main droite tandis que la main gauche le stabilise
- Figure 43** : Laser CO2 type 40C AcuPulse™
- Figure 44** : Fraises diamantées
- Figure 45** : Différents types de piston
- Figure 46** : Pince crocodile dentelé
- Figure 47** : Pince crocodile lisse
- Figure 48** : une pince à sertir McGee à action inverse
- Figure 49** : Voie du méat
- Figure 50** : Voie endaurale minimale
- Figure 51** : Ouverture de la caisse du tympan
- Figure 52** : Décollement de la corde du tympan après ouverture de la caisse .
- Figure 53** : Encoche de Rosen
- Figure 54** : Trou de sécurité au centre de la platine
- Figure 55** : Section du tendon du muscle de l'étrier
- Figure 56** : Désarticulation incudostapédienne
- Figure 57** : Fracture des branches de l'étrier par un mouvement de bascule
- Figure 58** : Suprastructure de l'étrier réséquée
- Figure 59** : Mesure de la distance entre la surface latérale de l'enclume et la platine de l'étrier
- Figure 60** : Réalisation d'une platinotomie à la tréphine
- Figure 61** : Réalisation d'une stapédotomie de 0,5mm
- Figure 62** : Le microforet avec une fraise diamantée est utilisé pour créer la fenestration à la jonction du tiers moyen et postérieur de la platine de l'étrier
- Figure 63** : Vue peropératoire montrant le dispositif prothétique en place la boucle est accrochée à l'enclume, le piston reposant sur la platine
- Figure 64** : Prothèse insérée ou clipée avec le piston dans la staédotomie
- Figure 65** : Mise en place d'un piston téflon T standards dans la stapédotomie
- Figure 66** : Mise en place d'un piston Cup dans la stapédotomie

- Figure 67** : Représentation schématique de la position de la prothèse qui doit être perpendiculaire à la platine pour obtenir des résultats fonctionnels auditifs optimaux.
- Figure 68** : Vue peropératoire de la technique de Fich ;
- Figure 69** : Représentation schématique de la stapédotomie préservant la superstructure.
- Figure 70** : Pansement
- Figure 71** : TDM du rocher en coupe axiale montrant une platine flottante
- Figure 72** : Pénétration intra-vestibulaire de l'extrémité médiale du piston
- Figure 73** : Bulle d'air intralabyrinthique signant le pneumolabyrinthe
- Figure 74** : Granulome intra-vestibulaire
- Figure 75** : Coupe TDM axiale en T1 montrant un hypersignal spontané intravestibulaire
- Figure 76** : Image endoscopique à travers un scope 0 après élévation du lambeau tympanoméatal montrant les structures de l'oreille moyenne

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Répartition suivant l'âge et le sexe.

Tableau 2 : Signes cliniques.

Tableau 3: Répartition des patients en fonction du type de la surdité.

Tableau 4 : Données audiométriques préopératoires moyennes.

Tableau 5 : Variantes et incidents peropératoires.

Tableau 6 : Représentation de l'évolution chronologique du taux de fermeture du Rinne audiométrique postopératoire.

Tableau 7 : La fermeture complète du Rinne ($RPO < 10\text{dB}$) à 1 mois du postopératoire en fonction du stade audiométrique.

Tableau 8 : Sex-ratio selon la littérature.

Tableau 9 : Résultats postopératoires des deux groupes inclus dans l'analyse comparative.

Tableau 10 : Caractéristiques des essais inclus dans la méta-analyse.

Tableau 11 : Pourcentage de la fermeture du Rinne selon les auteurs à la suite d'une platinotomie calibrée.

Tableau 12 : Pourcentage de la fermeture du Rinne par opposition des deux techniques.

Tableau 13 : Résultats sur la conduction aérienne selon la technique utilisée.

Tableau 14 : Fréquence de la labyrinthisation et de la cophose dans la littérature

Tableau 15 : différences de résultats à court terme pour stapédecotomie/stapédotomie

LISTE DES GRAPHIQUES

Graphique 1 : Répartition des patients en fonction de l'âge.

Graphique 2 : Répartition des patients en fonction du sexe.

Graphique 3 : La répartition de l'hypoacousie selon le caractère uni ou bilatérale.

Graphique 4 : Répartition des patients en fonction du stade audiométrique d'Aubry au moment de la consultation.

Graphique 5 : Résultats pré et postopératoires de conduction aérienne,
Conduction osseuse et Rinne.

Graphique 6 : Résultats des gains en conduction aérienne, conduction osseuse et Rinne.

Graphique 7 : L'évolution à 12 mois de la réserve cochléaire moyenne.

INTRODUCTION

L'otospongiose est une ostéodystrophie primitive de la capsule otique, spécifique de l'espèce humaine due à une anomalie du renouvellement osseux et qui se traduit par un syndrome d'ankylose stapédo-vestibulaire.

C'est une maladie multifactorielle, génétique de transmission autosomique dominante à pénétrance variable, avec une prédominance féminine, et survient chez 0,5 à 1% de la population.

Elle se traduit cliniquement par une surdité de transmission ou plus rarement une surdité mixte d'apparition progressive, ou parfois d'une surdité de perception dans les rares formes cochléaires. C'est la principale cause de surdité à tympan normal ; celle-ci constitue le motif essentiel de consultation.

Son diagnostic est le plus souvent aisément posé en couplant les données cliniques, audiométriques et scannographiques.

Même si le diagnostic est essentiellement clinique, la tomодensitométrie reste utile pour éliminer les diagnostics différentiels et déceler les variations anatomiques ainsi que les éventuelles associations pathologiques.

La chirurgie reste le traitement de référence de l'otospongiose. Plusieurs techniques peuvent être utilisées : la platinotomie calibrée instrumentale ou au laser, la platinectomie partielle ou totale ; cette chirurgie consiste à rétablir l'effet columellaire et donc favoriser la transmission des vibrations sonores de l'oreille moyenne vers l'oreille interne par l'intermédiaire d'une prothèse ou piston.

Le choix de la technique chirurgicale se doit d'apporter une réhabilitation auditive la meilleure possible avec une morbidité sur la vitalité cochléaire la plus faible possible.

Les résultats fonctionnels de la chirurgie de l'otospongiose sont dans la très grande majorité des cas satisfaisants et ne nécessitent que rarement une aide complémentaire par une audioprothèse.

L'objectif de notre travail est d'évaluer à travers une étude rétrospective les résultats de la prise en charge de l'otospongiose par platinotomie calibrée réalisée seulement et exclusivement par la tréphine et d'insister sur les résultats fonctionnels de cette méthode.

RAPPEL

I. Historique :

1. Histoire de l'otospongiose :

L'otospongiose est une pathologie connue des otologues depuis deux siècles. Elle a cependant suscité de nombreuses controverses et reste encore à ce jour un sujet d'étude physiopathologique et de recherche thérapeutique.

La première description d'un blocage stapédien au niveau de la fenêtre ovale est due à l'anatomiste italien Valsalva en 1704 [1]. Toynbee est le premier à évoquer la relation entre surdité et ankylose stapédo-vestibulaire en 1849 [2]. Cet anatomopathologiste anglais publie, en 1853, les résultats de l'étude de 1 659 rochers temporaux sur lesquels il retrouva 39 ankyloses.

En 1881, l'allemand Von Troeltsch explique la fixation de l'étrier par une sclérose intéressant la muqueuse de la caisse du tympan et propose ainsi le terme d'otosclérose [3], encore utilisé aujourd'hui dans la littérature anglo-saxonne.

En 1893, Politzer rejette l'hypothèse physiopathologique d'un catarrhe sec alors en vogue et situe l'origine de la maladie au niveau de la capsule otique [4]. En 1912, Siebenmann décrit des anomalies osseuses à type d'os aréolaire et propose l'appellation otospongiose [4].

Le français Maurice Sourdille nommera cette affection otospongio-sclérose de Siebenmann-Politzer.

C'est en fait en 1914 que la forme classique de la maladie est décrite : l'otospongiose de Lermoyez [5]. Elle atteint de préférence le genre féminin au cours des troisième et quatrième décennies et provoque hypoacousie et acouphènes avec une évolution progressive marquée par des poussées per- et postpartum. La notion d'antécédents familiaux est d'ores et déjà connue.

2. Histoire de la chirurgie :

2.1 Premières tentatives chirurgicales :

La première technique, la mobilisation stapédienne, a été proposée par Ménière en 1842 pour la cophochirurgie [1]. Kessel est le premier à la mettre en œuvre en 1876 [6]. Il améliore fortuitement l'audition d'un patient en mobilisant un étrier ankylosé lors d'une chirurgie pour otite chronique.

Il est également un précurseur de la deuxième technique chirurgicale du syndrome otospongieux : la fenestration du canal semi-circulaire latéral. Il la développe à partir d'une étude autopsique révélant une fracture du rocher passant par le canal semi-circulaire latéral chez un patient otospongieux qui avait récupéré son audition suite à un traumatisme crânien. Kessel tente alors de reproduire cette fistule à l'aide d'un marteau et d'une gouge.

Dès la fin du XIXe siècle, les tentatives se multiplient en France Boucheron, Miot et Moure, aux États-Unis Burnett et en Allemagne Passow, Schwartz [7]. Ils utilisent une voie d'abord par myringectomie postérieure et une mobilisation du stapes accompagnée de l'ablation facultative du marteau ou de l'enclume.

Alderton propose une stapéctomie simple quand une mobilisation a échoué. Blake réalise une stapéctomie associée à un recouvrement de la fenêtration vestibulaire par la membrane tympanique [1].

Mais la fréquence des échecs et des complications conduit à condamner cette chirurgie lors du Congrès international de médecine de Paris en 1900, notamment par Siebenmann et Politzer : « Toutes les tentatives de mobilisation de l'étrier sont non seulement inutiles, mais encore souvent dangereuses. » Denker conclut : « Il n'y a aucun avenir dans la chirurgie de la surdité. » [8]. La peur d'une action directe sur l'étrier durera un demi-siècle et sera un des éléments conduisant au choix des techniques de fenestration.

2.2. 1^{ère} moitié du XX^{ème} siècle : La fenestration :

En 1910 Jenkins relance la fenestration du canal semi-circulaire latéral : la trépanation des canaux conduit à une amélioration transitoire de l'audition [9]. Sourdille améliore la technique avec une intervention en trois temps : résection de la tête du marteau, trépanation du canal semi-circulaire latéral et fermeture de cette fistule par un lambeau tympano-méatal. Ces résultats publiés en 1930 sont favorables dans 64% sur 109 patients opérés. Aux Etats-Unis, Lempert simplifie la technique de Sourdille en un seul temps opératoire. Celle-ci est perpétuée jusque dans les années 1960 par House et Shambaugh. Mais cette fenestration ne permet pas la fermeture complète du Rinne audiométrique, il y a 10% de récurrence par fermeture de la fistule et 2% de labyrinthisation avec surdité neurosensorielle [1].

2.3. 2^{ème} moitié du XX^{ème} siècle : L'étape stapédienne :

L'ère moderne de la chirurgie de l'otospongiose débute en fait en 1953 avec Samuel Rosen [9] qui porte à nouveau l'attention sur l'étrier : lors d'une tentative de fenestration, il mobilise accidentellement l'articulation stapédo-vestibulaire avec un bon résultat auditif postopératoire. Il continue alors dans cette voie et pour la première fois, des fermetures totales du Rinne audiométrique sont constatées, bien que transitoires. La technique de mobilisation du stapes est décrite ; elle est utilisée progressivement aux États-Unis et en

Europe, remplaçant la technique de fenestration de Sourdille.

À la recherche d'un résultat plus durable, John Shea un jeune chirurgien qui a appris la technique de chirurgie de l'oreille à Vienne, est arrivé à la conclusion qu'il pourrait être possible de remplacer un étrier otosclérotique par une prothèse, il réalise la 1^{ère} stapédecomie en 1956 puis interpose un greffon veineux sur la fenêtre ovale [10]. En 1960 il place, entre l'enclume et la fenêtre vestibulaire, un étrier artificiel en Nylon (prothèse en tétrafluoroéthylène, Téflon®)

En 1970, Myers invente véritablement la chirurgie actuelle de l'otospongiose, il procède à une stapédotomie au travers de laquelle il place un piston transplatinaire. Depuis, les améliorations ont été surtout techniques avec l'apport des microfraises coupantes puis diamantées, et du laser à partir de 1979 (CO2, argon, et [KTP]). C'est à Perkins puis à McGee que l'on doit la place du laser dans la stratégie chirurgicale. Ses avantages sont une diminution du risque de fracture platinaire et l'innocuité pour l'oreille interne avec le contrôle thermique en bout de fibre (système Fibertom™).

Les dernières innovations sont représentées par les lasers diodes et YAG (thulium et erbium).

II. Rappel anatomique :

L'oreille est l'organe périphérique de l'ouïe. On y distingue trois parties: l'oreille externe, l'oreille moyenne et l'oreille interne. L'oreille externe comporte l'auricule et le méat acoustique externe. L'oreille moyenne comprend la caisse du tympan, les cavités mastoïdiennes et la trompe auditive. L'oreille interne comprend deux parties : une partie antérieure auditive (labyrinthe antérieur) et une partie postérieure appartenant au système vestibulaire. La presque totalité de l'oreille (sauf une partie de l'oreille externe et la trompe auditive) est situé dans l'os temporal qui constitue la charpente de cet édifice.

Dans cette partie, nous allons étudier plus particulièrement les structures pouvant être touchées par l'otospongiose.

A. L'oreille moyenne :

1. Caisse du tympan [11, 12, 13,14] :

La caisse du tympan se présente comme une cavité parallélépipédique irrégulière à six parois.

Les dimensions moyennes de cette cavité sont les suivantes :

- Longueur : 15 mm ;
- Hauteur : elle s'abaisse de l'arrière vers l'avant en passant de 15 mm à 7 mm;
- Profondeur ou épaisseur : elle varie de 3 mm au centre à 6 mm à la périphérie.

Cette cavité aérienne contient les osselets de l'ouïe et leurs annexes (articulations, ligaments, muscles) et est tapissée par une muqueuse de type respiratoire.

Cinq de ses parois sont osseuses et la sixième est en grande partie membraneuse composée par le tympan (figure 01) :

- Le toit (paroi tegmentale) : est formé par une petite plaque osseuse, le tegmen tympani, qui sépare la caisse du tympan de la fosse crânienne moyenne ;
- Le plancher (paroi jugulaire) : forme une couche osseuse qui sépare la caisse du tympan du golfe de la veine jugulaire interne ;
- La paroi antérieure (carotidienne) : sépare la caisse du tympan du canal carotidien. La trompe d'Eustache et le canal du muscle du marteau s'ouvrent dans sa partie supérieure ;
- La paroi postérieure (mastoïdienne) : se caractérise par l'aditus ad antrum qui fait communiquer la caisse du tympan avec l'antre mastoïdien et les cellules mastoïdiennes. Le canal du nerf facial (aqueduc de Fallope) descend entre la paroi postérieure et les cellules mastoïdiennes ;
- La paroi médiale (labyrinthique) : sépare la caisse du tympan de l'oreille interne. Elle se caractérise par le promontoire ainsi que par les fenêtres ovale et ronde ;
- La paroi latérale (membraneuse) : est formée par la membrane tympanique dans sa grande partie et par le cadre osseux péri-myringien en périphérie.

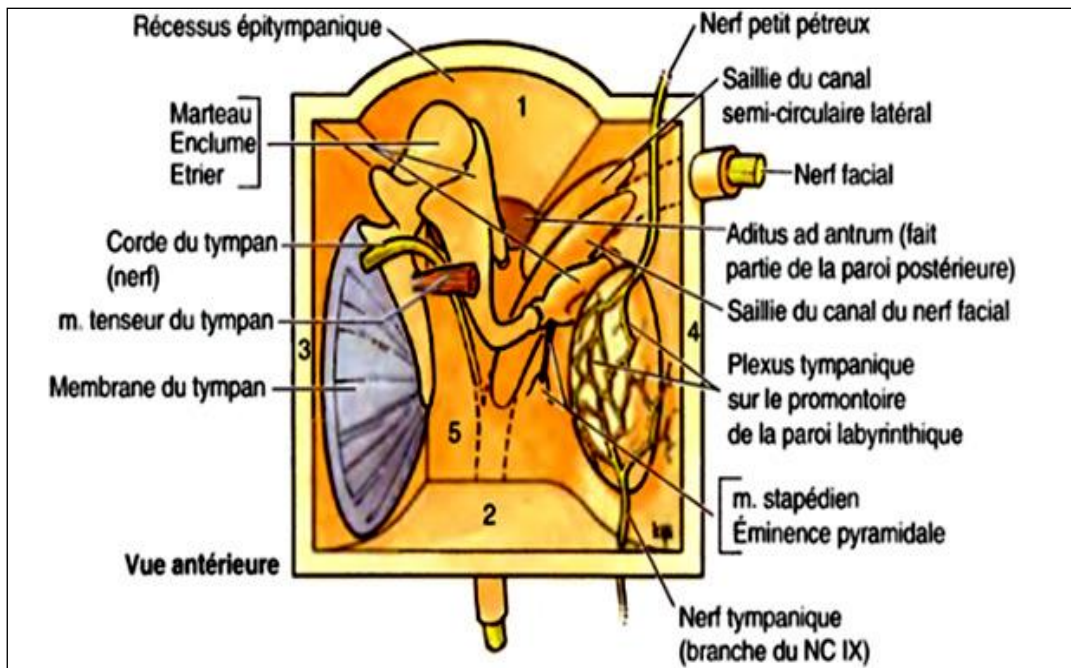


Figure 01. Représentation schématique des parois de la caisse du tympan [12].

1. Paroi tegmentale (toit) ; 2. Paroi jugulaire (plancher) ; 3. Paroi latérale (membraneuse) ; 4. Paroi médiale (labyrinthique) ; 5. Paroi postérieure (mastôidienne) ; la paroi antérieure (carotidienne) a été enlevée.

2. Chaîne ossiculaire [11, 14, 15] :

Les trois osselets de la caisse du tympan forment la chaîne ossiculaire disposée entre la membrane tympanique et la fenêtré ovale. De la superficie vers la profondeur, on trouve le marteau, l'enclume et l'étrier (figure 02).

Le marteau (malléus) est l'osselet le plus latéral dont la tête, en forme de massue, est située dans l'attique. Il s'articule avec l'enclume (incus) dont la branche descendante, qui se termine par un renflement (le processus lenticulaire), se dirige en bas et en dedans.

L'étrier (stapes) (Figure 03) est l'osselet le plus petit et le plus léger (2 mg).

Il est situé entre l'apophyse lenticulaire de l'enclume et la fenêtré vestibulaire. Il présente une tête, deux branches et une base.

La tête est de forme quadrilatère (2 mm), et creusée sur sa face latérale d'une cavité glénoïde qui répond à la surface articulaire de l'apophyse lenticulaire de l'enclume.

Les branches antérieure et postérieure forment l'arc stapédien, réunissant la tête à la base de l'étrier, et délimitent un espace semi-circulaire. La branche postérieure est la plus longue et la plus épaisse. La branche antérieure est moins incurvée et parfois rectiligne.

La base est une mince lame osseuse de forme ovale ou réniforme qui épouse parfaitement la fenêtre vestibulaire.

La vascularisation du stapes se fait principalement par une branche de l'artère stylo-mastoïdienne qui accompagne le tendon du muscle stapédien. Il faut souligner la précarité de la vascularisation de l'apophyse lenticulaire de l'incus qui dépend de cette vascularisation stapédienne et du réseau superficiel sous-muqueux de la caisse du tympan. Cette vascularisation précaire explique la possibilité, après une section du tendon du muscle stapédien et l'ablation du stapes, réalisées lors de la chirurgie de l'otospongiose, de voir apparaître une nécrose de l'extrémité inférieure de la branche longue de l'incus, entraînant une chute du piston qui lui était accroché.

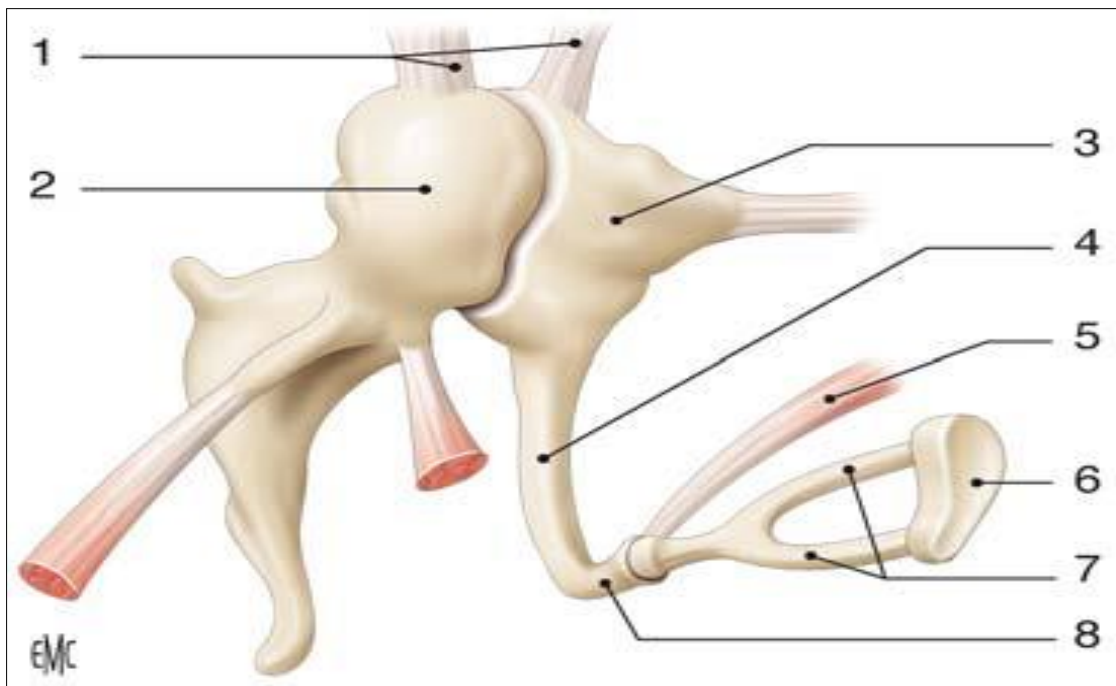


Figure 02. Anatomie des osselets [15].

1. Ligaments suspenseurs ;
2. Tête du marteau ;
3. Corps de l'enclume ;
4. Branche descendante de l'enclume ;
5. Muscle stapédien ;
6. Base de l'étrier ;
7. Branches de l'étrier ;
8. Processus lenticulaire de l'enclume.

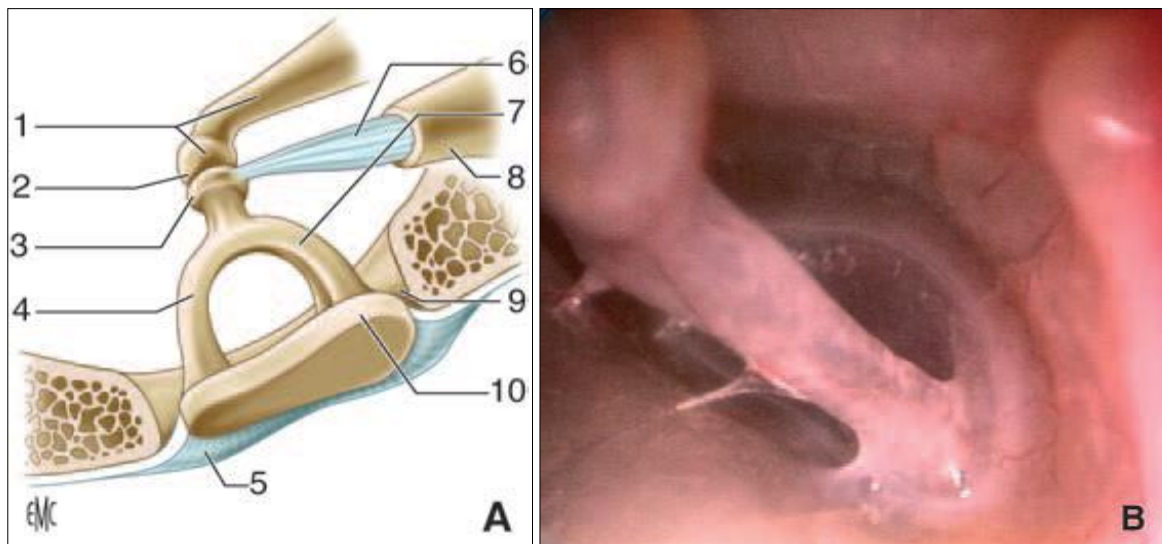


Figure 03 . Etrier (stapes) [15].

A. Etrier dans la fossette de la fenêtre ovale.

1. Branche descendante et processus lenticulaire de l'enclume ; 2. Articulation Incudo–stapédienne ; 3. Tête ; 4. Branche antérieure ; 5. Ligament annulaire ; 6. Tendon du muscle stapédien ; 7. Branche postérieure ; 8. Eminence pyramidale ; 9. Fossette de la fenêtre ovale ; 10. Base.

B. Vue endoscopique étrier optique 0° d'angle oreille gauche.

3. Fenêtre ovale [14, 15] :

La fossette de la fenêtre ovale (ou fenêtre du vestibule) appartient à la paroi médiale de la caisse du tympan. C'est un orifice de forme elliptique, long de 3mm et haut de 1,5mm. Elle est limitée (figure 04) :

- En haut, par la proéminence du canal facial contenant le nerf facial qui forme une arche au-dessus de la fenêtre ovale ;
- En avant et en bas, par le promontoire. A l'extrémité antérieure de la fenêtre ovale se situe la fissula ante fenestram ;
- En arrière, par la paroi postérieure de la cavité tympanique comportant l'éminence pyramidale, sur laquelle s'insère le muscle stapédien ;

- En dedans, par la rampe vestibulaire ;
- En dehors, par la chaîne ossiculaire contenue dans la caisse du tympan.

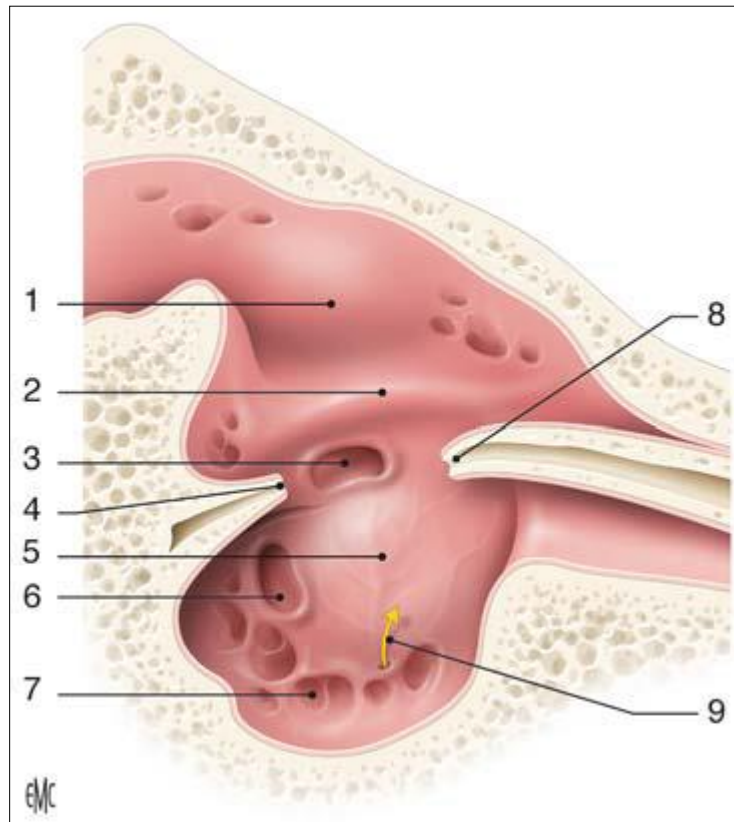


Figure 04. Anatomie de la région de la fenêtre ovale [15].

1.Attique ; 2. Canal facial ; 3. Fossette de la fenêtre ovale ; 4. Eminence pyramidale ; 5.Promontoire ; 6. Fossette de la fenêtre ronde ; 7.Hypotympanum ; 8.Proéminence du canal du muscle tenseur du tympan ; 9. Nerf tympanique.

4. Corde du tympan [14, 15] :

La corde du tympan est une branche de la troisième portion intra-pétreuse du nerf facial. Elle passe dans le canal postérieur de la corde du tympan creusé dans la paroi postérieure de la caisse du tympan, dont elle sort par l'ostium introïtus. Elle se dirige alors en avant et en haut, pour passer en dehors de la branche longue de l'incus puis en dedans du col du malleus. L'ostium introïtus est situé près du sillon tympanique dans lequel s'insère l'anneau tympanique. Elle est au contact du sillon et peut donc être lésée lors de la désinsertion de l'anneau tympanique (figure 05).

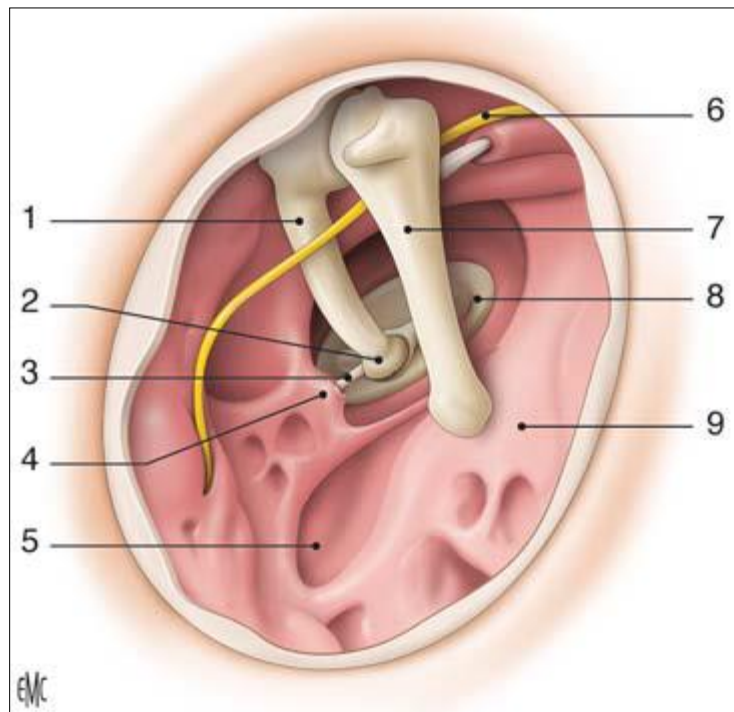


Figure 05. Anatomie de la corde du tympan [15].

1.Enclume ; 2. Processus lenticulaire de l'enclume ; 3. Tendon du muscle stapédien ; 4.Eminence pyramidale ; 5.Fossette de la fenêtre ronde ; 6. Corde du tympan ; 7. Marteau ; 8.Base de l'étrier ; 9. Promontoire

B. L'oreille interne :

1. Le labyrinthe osseux :

Peut-être décomposé en :

- Labyrinthe osseux postérieur : comprenant le vestibule et les canaux semi-circulaires.
 - Le vestibule : Partie centrale du labyrinthe, s'intercale entre le conduit auditif interne et la caisse du tympan. C'est un ovoïde irrégulier, dont la paroi externe présente l'orifice de la fenêtre ovale obturée par l'étrier et donnant accès à la caisse du tympan. Sa paroi inférieure présente l'origine d'une lame osseuse se prolongeant dans le limaçon osseux, la lame spirale. Au-dessous de cette dernière, le vestibule présente l'orifice de la fenêtre ronde, s'ouvrant dans la caisse du tympan. [16]
 - Les canaux semi-circulaires : Approximativement intégrés dans trois plans différents, perpendiculaires les uns aux autres. Ils constituent trois tubes creux en forme de boucle incomplète de 7 à 8mm de diamètre, ouverts dans le vestibule par leurs deux extrémités. Chacun dispose d'une extrémité dilatée appelée ampoule ou extrémité ampullaire.
- Labyrinthe osseux antérieur : quant à lui, est constitué essentiellement de la cochlée (appelée également limaçon), un tube en forme d'escargot dont la spirale décrit environ 2 tours et demi de la base à l'apex, rempli de liquide et enroulé autour du modiolus osseux central.

Une lamelle osseuse ou lame spirale, ruban du tissu osseux, situé à l'intérieur du limaçon dont elle suit l'enroulement, délimite deux compartiments, la rampe vestibulaire aboutissant à la fenêtre ovale, et la rampe tympanique aboutissant à la fenêtre ronde, qui communiquent entre elles au sommet par un orifice, l'hélicotrème.

2. Le labyrinthe membraneux :

A l'intérieur de ces cavités on trouve le labyrinthe membraneux : Un ensemble de cavités à parois conjonctivo-épithéliales, qui communiquent entre elles via des canaux et forment un système rempli de liquide, l'endolymphe. [17]

- Le labyrinthe membraneux antérieur (organe de l'audition) : le canal cochléaire, situé entre les deux rampes préalablement citées, est formé de trois compartiments appelés scala media, scala vestibuli et scala tympani. Il renferme l'endolymphe et contient l'organe de Corti (nommé ainsi en référence à l'anatomiste italien Alfonso Corti, qui fut l'un des premiers à en faire une description détaillée), élément neurosensoriel clé de l'audition.
- Le labyrinthe membraneux postérieur (organe de l'équilibre) : comprend les canaux semi-circulaires, le saccule et l'utricule. Ces deux derniers constituent le vestibule membraneux et sont déportés vers la paroi osseuse interne, ils contiennent chacun une macule (élément neurosensoriel de l'équilibre), située dans un plan horizontal pour l'utricule alors que celle du saccule a une orientation verticale. Les canaux semi-circulaires membraneux sont logés dans les canaux semi-circulaires osseux, avec lesquels ils ont les mêmes configurations, directions et longueurs mais ne les remplissent qu'incomplètement. [18]

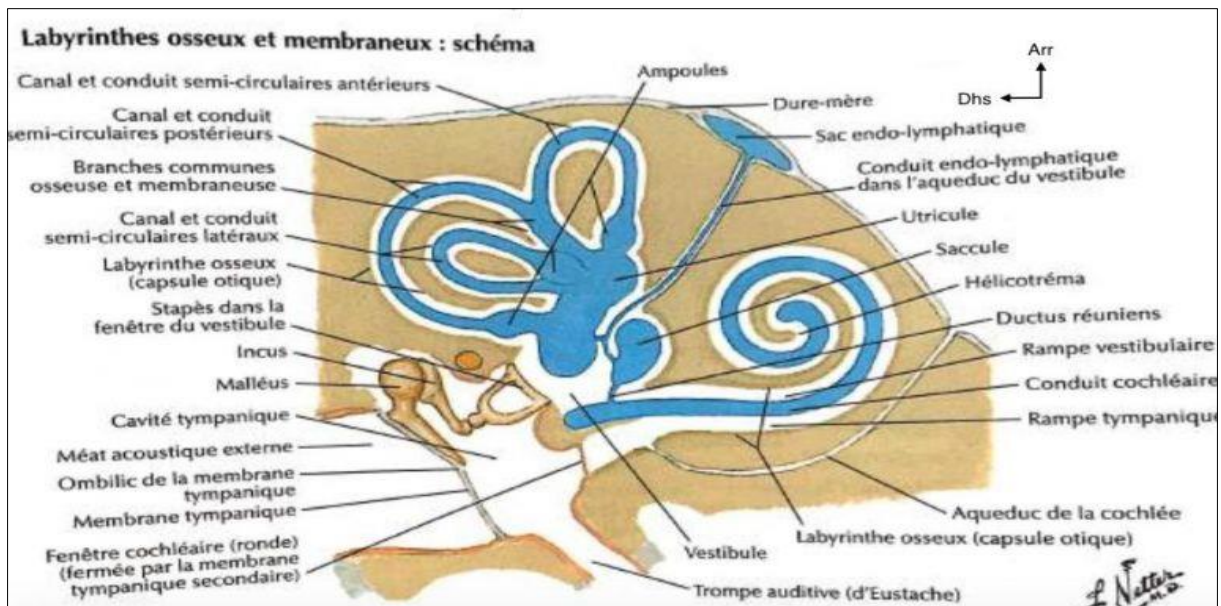


Figure 06. labyrinthes osseux et membraneux [19].

III. Rappel physiologique :

Le mécanisme de l'audition humaine peut se résumer en une seule phrase : dans l'air, le son produit des vibrations qui frappent le tympan, qui ébranlent une chaîne d'osselets, qui poussent le liquide de l'oreille interne contre des membranes, qui créent des forces de cisaillement tirant sur des cellules sensorielles ciliées, qui stimulent les neurones à proximité, qui engendrent des influx aboutissant au cerveau, lequel interprète ces influx et nous entendons ! [20]

A. Mécanisme de conduction sonore :

1. Rôle physiologique de l'oreille externe :

Constituée essentiellement par le pavillon de l'oreille et le conduit auditif externe (CAE). Le premier joue le rôle d'un cornet collecteur qui permet de capter les sons, les localiser, les amplifier de 10 dB et de les concentrer vers le deuxième, obturé à son extrémité proximale par la « membrane tympanique ». [21]

Elle assure également un rôle de protection vis-à-vis des agressions extérieures comme les chocs, le froid, les agents bactériens entre autres. Au niveau du conduit auditif externe, il y a sécrétion de cérumen par les glandes cérumineuses et sébacées, une substance jaunâtre, cireuse composée majoritairement de triglycérides, d'acides gras polyinsaturés, de cholestérol et divers autres acides gras. Sa présence permet la lubrification du tympan qui, sans cela, deviendrait dur, rigide et n'assurerait plus de façon assez fine la transmission des sons. Il offre aussi une protection vis-à-vis des poussières, corps étrangers et infections. Son pH bas empêche la prolifération microbienne. [22,23]

2. Rôle physiologique de l'oreille moyenne :

On attribue à l'oreille moyenne, essentiellement, 3 fonctions : [24,25,26,27]

a. Transmission des ondes acoustiques du tympan jusqu'à la cochlée :

L'oreille moyenne est un véritable amplificateur mécanique qui capte la vibration par l'organe concave parfaitement adapté à ce rôle qu'est le tympan et grâce au pendule amorti que représente la masse des osselets, le retransmet au liquide de l'oreille interne à travers la fenêtre ovale par l'intermédiaire de la platine de l'étrier ; celle ci présente des mouvements à charnière postérieure dont l'amplitude est maximale au pôle antérieur de la platine, ainsi toute la surface de la platine est mobilisée.

Le système tympano-ossiculaire transmet les vibrations à la seule fenêtre ovale et protège par contre la fenêtre ronde ; la différence en résultant est celle qu'elle permet à la membrane de la fenêtre ronde de se mouvoir en sens inverse de la platine ce qui assure l'existence du mouvement du liquide endolabyrinthique.

Si la fenêtre ovale est seule bloquée, les ondes ne passeront que par la fenêtre ronde et les liquides seront mal mis en mouvement : c'est le cas de l'otospongiose dans laquelle la surdité de transmission résulte de la fixation de la platine dans la fosse ovale par le foyer otospongieux.

b. Adaptation de l'impédance entre l'air existant dans le conduit auditif externe et les liquides intralabyrinthiques :

L'oreille moyenne transforme les vibrations aériennes qui frappent le tympan en vibrations de pression dans les liquides de l'oreille interne.

c. Protection de l'oreille interne grâce au réflexe stapédien :

Lors d'une stimulation acoustique de plus de 70 dB environ, la cochlée, le noyau cochléaire et les olives protubérantielles sont stimulés. Le noyau du nerf facial de chaque côté déclenche ensuite la contraction des muscles de l'étrier par

l'intermédiaire de fibres du nerf facial. Ce réflexe bilatéral est appelé réflexe du muscle de l'étrier ou réflexe stapédien.

La contraction du muscle de l'étrier est responsable de la rotation autour du grand axe de l'étrier ce qui diminue la surface de platine utile à la transmission et modifie par la suite, l'adaptation d'impédance de l'oreille moyenne pour s'opposer à la transmission de sons de forte intensité qui seraient traumatisants pour les structures de l'oreille interne.

Le réflexe stapédien (RS) joue également un rôle essentiel dans l'intelligibilité dans le bruit en masquant les fréquences les plus graves des sons. Il permet une meilleure intelligibilité lorsque le bruit ambiant est très élevé. Dans l'otospongiose il y a disparition du RS qui s'explique par la perturbation des mouvements amples de l'étrier secondaire au blocage de la platine dans la fosse ovale. Au stade de début, un effet «ON-OFF» est constaté il correspond à une augmentation transitoire de la compliance tympanique au début et à la fin de la stimulation, le tympan peut élever la compliance plus que la rigidité ossiculaire peut l'abaisser.

B. Mécanisme de transduction sonore : Rôle physiologique de l'oreille interne :

Jusqu'à-là, les sons sous forme de vibrations mécaniques sont inexploitablement par le cerveau. C'est au niveau de l'oreille interne que se produit une transformation des ondes mécaniques en stimulations électriques, ainsi qu'une analyse de fréquence et d'intensité du son.

L'oreille interne est constituée de deux parties, toutes les deux capables de transduire une vibration en un signal nerveux électrochimique. En arrière, le vestibule est spécialisé dans les mouvements et les vibrations de fréquence inférieure à 20 Hz. En avant, la cochlée, organe neurosensoriel de l'audition, spécialisé dans le codage des fréquences sonores entre 20 et 20 000 Hz. [28]

Les vibrations de l'étrier sont transmises au niveau de la fenêtre ovale, au liquide périlymphatique. L'étrier rentre et sort, tel un piston, de la fenêtre ovale, créant des ondes de pression. Les vibrations du liquide périlymphatique vont se propager le long de la rampe vestibulaire du limaçon, puis en sens inverse, le long de la rampe tympanique, vers la fenêtre ronde. La déformation de la membrane de la fenêtre ronde permet donc l'expansion de ces liquides à l'opposé de la fenêtre ovale.

Les vibrations du liquide périlymphatique ébranlent la membrane basilaire qui se trouve ainsi animée de mouvements. Cette membrane étant plus large et plus souple au niveau de l'apex de la cochlée qu'au niveau de la base et telles les cordes d'une harpe, chaque fréquence sonore fait vibrer une région particulière de la membrane basilaire : les aigus préférentiellement la partie basale et les graves la partie apicale. Il existe donc pour chaque portion de la membrane basilaire une « fréquence caractéristique » qui induit les déformations membranaires les plus amples. Ce phénomène correspond à la tonotopie cochléaire, c'est-à-dire à la répartition des fréquences audibles le long de la partition cochléaire.

Ce « mécanisme membranaire passif » est à l'origine de la transduction auditive, c'est-à-dire de la transformation des vibrations liquidiennes en impulsions électriques transportables par le nerf auditif.[21]

IV. Physiopathologie :

L'étude anatomopathologique d'os temporaux humains atteints d'otospongiose retrouve deux types de lésions qui correspondent à deux stades évolutifs de la maladie. L'élément initiateur de la pathologie semble être une modification de l'équilibre local de l'ostéogénèse. En effet dans la capsule otique normale, ainsi que dans les tissus mous de la cochlée, on trouve des niveaux élevés d'expression d'ostéoprotégérine, molécule qui inhibe le remodelage osseux [29]. Une perturbation de la synthèse de cette protéine induirait une réaction inflammatoire locale, médiée notamment par le tumornecrosis factor alpha(TNF- α) [30], à l'origine de la première phase de la maladie : une résorption osseuse. Celle-ci serait accomplie par des ostéoclastes embryonnaires quiescents CD51/61 [31] activés par un facteur déclenchant environnemental. La seconde étape correspondant au second type de lésion histologique serait une phase cicatricielle engendrant des foyers d'ostéocondensation au niveau des zones d'ostéolyses initiales. La symptomatologie de l'otospongiose résulte de la localisation de ces foyers de reconstruction osseuse.

Si les premières explications moléculaires et biochimiques commencent à apparaître, il reste à en découvrir le facteur déclenchant. D'autres pistes de recherche biomoléculaires existent et concernent l'ostéo-immunologie et l'étude de l'angiogénèse au niveau de la capsule otique.

V. Anatomopathologie de l'otospongiose : [32]

L'otospongiose est une dysplasie osseuse primitive limitée à l'os temporal humain et atteignant la capsule otique. Plusieurs types de lésions coexistent et sont responsables des symptômes. La diversité des lésions, tant en taille qu'en topographie, coïncide avec la variabilité de l'hypoacousie, qui peut être transmissionnelle, de perception ou encore mixte et varier d'une surdité légère à la cophose.

La surdité de transmission est due à la fixation stapédienne engendrée par un foyer otospongieux siégeant au niveau de la fenêtre vestibulaire ou plus rarement à un foyer développé au niveau de la fenêtre cochléaire qui ne joue alors plus son rôle de tympan secondaire. La part neurosensorielle de l'hypoacousie est en rapport avec une atteinte histologique de la cochlée provoquant une labyrinthisation.

Les lésions se développent principalement au niveau de foyers cartilagineux, reliquats embryonnaires du développement de la capsule otique [33]. Des foyers cartilagineux persistent durant la vie adulte. Ils peuvent être le siège d'une ossification secondaire pathologique.

Ces foyers siègent dans sept régions :

- La fissula ante fenestram .
- La fissula post fenestram .
- La couche enchondrale de la capsule otique .
- La fenêtre ronde .
- Les canaux semi-circulaires .
- La suture pétrosquameuse .
- La base de l'apophyse styloïde.

L'étude macroscopique individualise schématiquement deux genres de foyers otospongieux :

- Les récents, de couleur blanchâtre, de consistance friable, saignant au contact et très hétérogènes ;
- Les plus évolués, par opposition d'apparence blanc ivoire, plus dure, moins hémorragique et plus homogène.

Microscopiquement, les lésions sont polymorphes et associent à divers degrés os spongieux, plages de fibrose et de sclérose. Les foyers précoces sont le siège d'une ostéolyse avec des ostéocytes et des ostéoclastes nombreux. Ils comportent peu de systèmes haversiens. On trouve également des espaces médullaires et vasculaires abondants au contraire de l'os normal qui est paucicellulaire et relativement avasculaire. L'ensemble donne un os de type spongieux. Les foyers anciens sont le siège d'une reconstruction osseuse accomplie par des ostéoblastes qui produisent un os très minéralisé, d'aspect sclérotique. La diffusion des lésions se fait au travers de l'os sain le long de vaisseaux sanguins.

La fixation stapédienne débute par une calcification du ligament annulaire établissant un pont entre la platine et le foyer otospongieux de la fenêtre vestibulaire. Celui-ci est le plus souvent issu de la fissula ante fenestram, zone fibro-cartilagineuse en avant de la fenêtre vestibulaire (Figure 07), mais peut aussi provenir de la partie postérieure et s'étendre à la platine par le ligament annulaire postérieur. Puis la lésion se répand jusqu'à détruire tout le ligament annulaire (platine pavée), voire atteindre le centre de la platine (platine solide). On peut également constater une fixation bipolaire avec deux foyers antérieur et postérieur laissant le centre de la platine indemne.

A contrario, la lésion est parfois uniquement platinaire, sans fixation associée de l'étrier.

Enfin, une atteinte cochléaire, pouvant être isolée, est parfois retrouvée ; en cas de lésion très active, la destruction de l'endoste engendre une ostéo-formation dans le tour basal de la cochlée (Figure 08). À ce stade, la labyrinthisation est le plus souvent objectivée sur l'audiogramme sous la forme d'une surdité mixte.

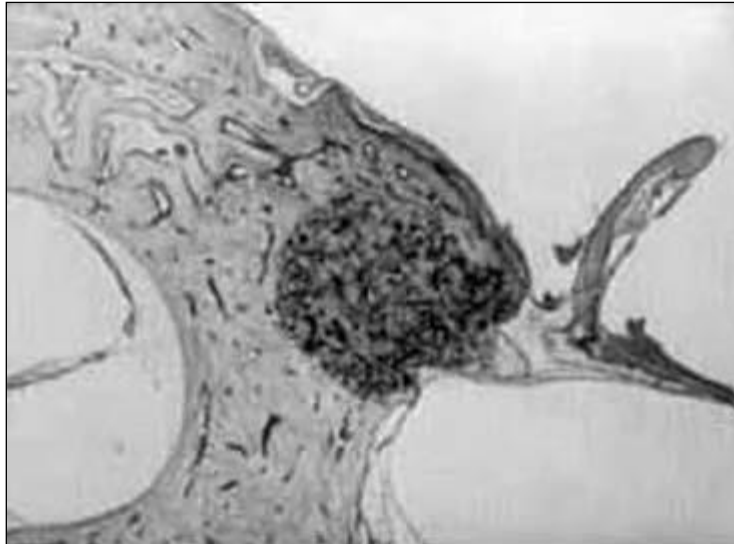


Figure 07. Foyer otospongieux développé au niveau de la fissula ante fenestram, bloquant la partie antérieure de la platine[34].

Lésion active, riche en cellules.

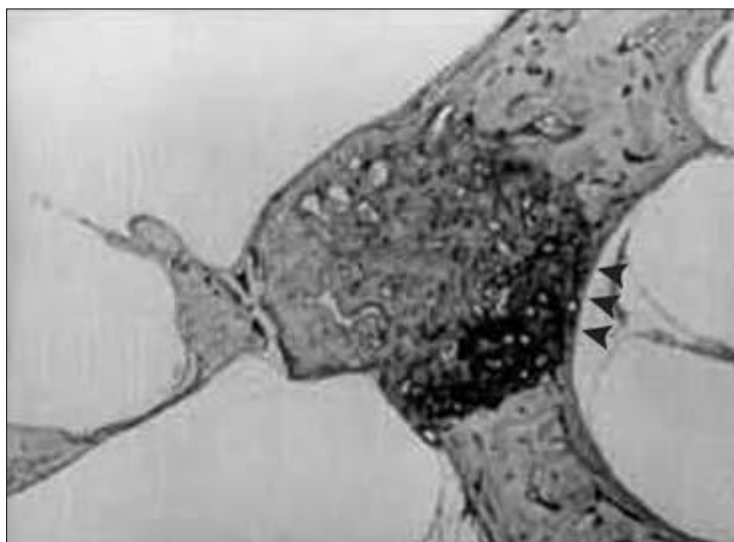


Figure 08. Foyer otospongieux plus ancien, associant lésions à type de fibrose et de sclérose [34].

Les flèches indiquent les zones où l'endoste cochléaire a été envahi.

L'évolution et la localisation des lésions peuvent être classées selon M. PORTMANN

[35] :

- Type I : aspect normal (ankylose du ligament annulaire).
- Type II : petit foyer ankylosant à la partie antérieure.
- Type III : large foyer occupant au moins la moitié de la platine ou les rebords de la fenêtre.
- Type IV : envahissement de la totalité de la platine par le foyer
- Type V : les foyers proviennent des berges de la fenêtre qui a totalement disparu.

Aucune chirurgie selon MASSON ne peut être raisonnablement recommandé

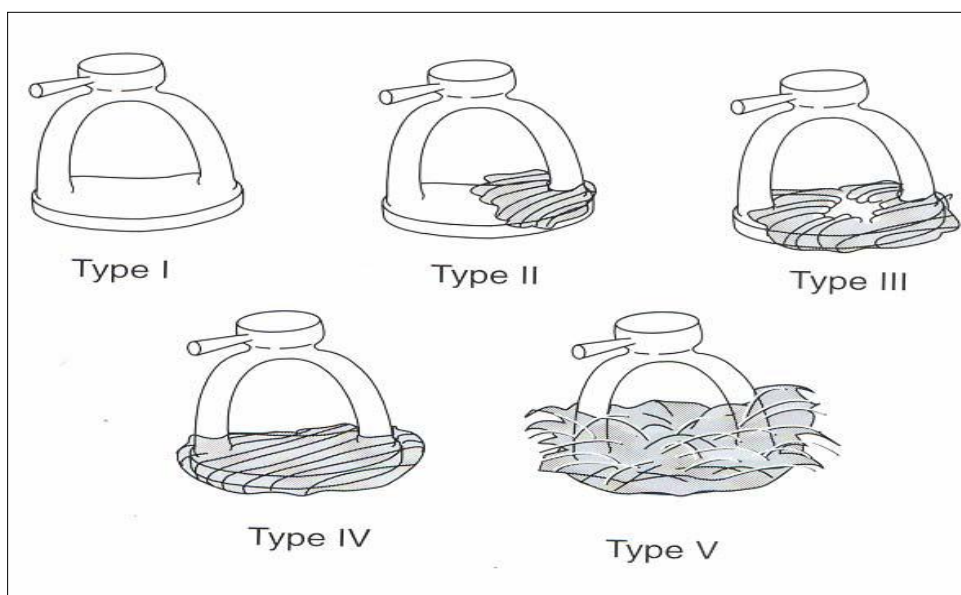


Figure 09 . Classification PORTMANN

VI. Etiopathogénie :

L'otospongiose est une maladie multifactorielle survenant sur un terrain génétique. L'épidémiologie permet de suspecter les principales hypothèses étiologiques : le caractère familial et ethnique de la maladie ainsi que la prépondérance féminine ont été les premiers indices en faveur d'une cause génétique et d'une origine hormonale. Mais d'autres étiologies semblent importantes à prendre en compte comme le virus de la rougeole et des processus auto-immuns, étant donné leurs implications thérapeutiques potentielles.

1. Facteurs génétiques :

Un facteur génétique a été depuis longtemps évoqué en raison de l'aspect familial et de la répartition raciale de l'otospongiose. L'otospongiose est statistiquement associée aux groupes human leukocyte antigen (HLA) A3, A9, A11 et B13[36]. Les formes familiales sont particulièrement intriquées avec les groupes HLA A9 et A11. Il s'agit d'une pathologie au mode de transmission autosomique dominant avec une pénétrance évaluée à 40 % [37]. On connaît à ce jour six loci (OTSC 1, 2, 3, 4, 5 et 7) impliqués dans l'otospongiose et respectivement situés sur les chromosomes 15q, 7q, 6p, 16q, 3q et 6q [36].

Aucun gène situé sur ces loci n'a pour l'instant pu être identifié. L'existence de loci multiples démontre pourtant l'hétérogénéité génétique de la maladie et concorde avec les différentes formes de l'otospongiose. Tout semble cependant indiquer que l'otospongiose est une pathologie monogénique, qu'elle soit transmise dans les formes familiales ou bien acquise par mutation dans les formes sporadiques. La pénétrance incomplète rend compte de l'importance des facteurs environnementaux dans l'expression clinique de la maladie.

2. Facteurs hormonaux :

a. Œstrogène :

La prépondérance féminine clinique de l'otospongiose a suggéré la possibilité d'un facteur hormonal comme élément initiateur ou aggravant dans l'histoire naturelle de la maladie.

Ainsi, les estrogènes ont été empiriquement désignés responsables du sex-ratio en faveur des femmes, notamment en raison des poussées évolutives des symptômes décrites lors ou au décours d'une grossesse. Cependant, les dernières études ne mettent pas en évidence de relation causale. En effet, en 2005, Lippy [38] a comparé 47 nullipares et 47 mères, toutes opérées pour otospongiose. Aucune corrélation n'est retrouvée entre l'importance de la perte auditive, le nombre d'enfants et la pratique ou non de l'allaitement.

De cette manière, la différence d'incidence de l'otospongiose dans les sexes masculin et féminin n'est pas expliquée par les épisodes de forte imprégnation œstrogénique représentés par la grossesse et l'allaitement. Une hypothèse éclaircit néanmoins le lien entre œstrogènes et otospongiose : l'hyperprolactinémie induite par les estrogènes pourrait inhiber la protection osseuse due à l'ostéoprotégérine en diminuant son niveau d'expression [39].

Au final, les données actuelles de la littérature ne permettent pas de contre-indiquer une grossesse ou un traitement œstrogénique chez une patiente atteinte d'otospongiose.

b. Hormone parathyroïdienne :

Des théories concernant des troubles de la réponse cellulaire à l'hormone parathyroïdienne ont été avancées pour expliquer des anomalies de l'ostéosynthèse au niveau de la capsule otique. Au niveau des cellules otospongieuses, il y aurait une anomalie du récepteur de la parathormone, résultant en une désensibilisation et une atténuation du signal [40].

3. Virus de la rougeole :

Depuis deux décennies, le rôle du virus de la rougeole dans la pathogénie de l'otospongiose est évoqué. En 1987, Arnold et Friedmann [41] recherchent une étiologie virale à l'otospongiose à l'instar du paramyxovirus dans la maladie de Paget. Ils soumettent alors les virus de la rougeole et de la rubéole comme possibles pathogènes. McKenna [42] poursuit dans cette voie et retrouve, en 1996, de l'acide ribonucléique (ARN) viral morbilleux dans huit os temporaux sur 11 échantillons de rochers sur lesquels l'otospongiose est prouvée histologiquement, tandis que neuf spécimens contrôles sont négatifs quant à la recherche du génome de la rougeole. Le virus de la rougeole pourrait aussi expliquer en partie l'atteinte plus fréquente des femmes. En effet, le taux de létalité de la rougeole est plus élevé chez les femmes [43], ce qui suggère une susceptibilité féminine plus importante vis-à-vis de l'infection morbilleuse.

L'impact de la vaccination anti rougeole apporte un argument supplémentaire pour la causalité du lien entre la rougeole et l'otospongiose. Effectivement, aux États-Unis [44] et en Allemagne [45], on note une diminution du nombre de chirurgies platinaires et une augmentation de l'âge moyen au diagnostic depuis la généralisation de la vaccination antimorbilleuse.

Si l'association entre otospongiose et virus de la rougeole semble bien réelle, il reste à déterminer par quel mécanisme le virus induirait des lésions otospongieuses. Une inflammation locale et une activation d'ostéoclastes pourraient être responsables.

4. Auto-immunité :

Cette piste étiologique a été évoquée suite à la mise en évidence, chez certains individus otospongieux, d'anticorps anti collagène de type II [46]. Cependant, ces auto anticorps ne seraient pas l'élément initiateur de la maladie, mais plutôt un facteur d'entretien de l'inflammation.

Une hypothèse associe par ailleurs auto-immunité et infection virale par le biais d'une similitude antigénique entre la capsule otique et le virus de la rougeole à l'origine d'une auto-immunisation sans aucune preuve à l'heure actuelle [34].

ÉTUDE PRATIQUE

I. Objectifs de l'étude :

La chirurgie de l'otospongiose, est une chirurgie fonctionnelle dont les techniques sont codifiées mais variées et dont les résultats sont habituellement excellents.

L'objectif de notre travail est de rapporter l'expérience du service d'ORL de l'HMMI - Meknès à travers une étude rétrospective intéressant des patients opérés pour otospongiose par platinotomie calibrée réalisée seulement et exclusivement par la tréphine, en évaluant sur le plan clinique et audiométrique les résultats de cette méthode chirurgicale dans le traitement de cette pathologie tout en insistant sur les résultats fonctionnels à court, et à moyen terme.

II. Matériel et méthodes :

A. Période et type de l'étude :

Il s'agit d'une étude rétrospective, mono-centrique, portant sur les patients opérés pour otospongiose par la technique chirurgicale de platinotomie calibrée dans le service d'ORL de l'HMMI - Meknès, durant la période étalée entre Janvier 2014 et décembre 2019 (6ans).

B. Critères d'inclusion :

- Compte-rendu opératoire confirmant le diagnostic de l'otospongiose par la mise en évidence d'une ankylose stapédo-vestibulaire traitée par stapédotomie.
- Audiométrie tonale réalisée en préopératoire moins de 1 mois avant l'acte chirurgical et en postopératoire à 1 mois, 6 mois et 12 mois après la chirurgie.

C. Critères d'exclusion :

- Dossiers inexploitable.
- Les patients opérés par autres techniques (platinectomie totale, platinectomie partielle).
- Patients opérés pour autres ankyloses de la chaîne ossiculaire.
- Les malades dont nous n'avons pas assuré le suivi clinique et audiométrique.

Ceci nous a permis de retenir pour notre étude 21 patients diagnostiqués et opérés entre Janvier 2014 et décembre 2019 selon la technique de la platinotomie calibrée.

D. Méthodologie d'étude :

Les renseignements personnels, cliniques, paracliniques, thérapeutiques et de suivi ont été recueillis en consultant les dossiers des malades. Ces données ont été rapportées sur des fiches d'exploitation (voir annexe).

L'analyse des données audiométriques pré et postopératoires (à 1 mois, 6 mois et 12 mois) a été réalisée selon les lignes directrices de 1995 du comité sur l'audition et l'équilibre de l'American Academy of otolaryngology – Head and neck surgery (AAO-HNS) [47] :

- Conduction aérienne (CA), conduction osseuse (CO) et Rinne audiométrique (différence entre les seuils en CA et CO).
- Sur quatre fréquences : 500, 1000, 2000 et 4000 Hz, dissociées puis moyennées.
- L'évolution de ces données audiométriques a été étudiée par les paramètres suivants :
- Rinne postopératoire (RPO) : correspond à la différence entre les seuils en CA et CO en postopératoire (CA postopératoire – CO postopératoire). Le

succès chirurgical a été défini par l'obtention d'un RPO < 10 dB.

- Gain en conduction aérienne : correspond à la différence entre les seuils en CA en pré et postopératoire (CA préopératoire - CA postopératoire). Une valeur positive du gain témoignant d'une amélioration de la conduction aérienne et une valeur négative d'une dégradation.
- Gain en conduction osseuse : correspond à la différence entre les seuils en CO en pré et postopératoire (CO préopératoire - CO postopératoire). Une amélioration de la conduction osseuse se traduisant par un gain positif et une dégradation par un gain négatif.
- Gain en Rinne : Rinne préopératoire - Rinne postopératoire. Un gain en Rinne positif correspondant à une amélioration du Rinne et un gain négatif à une dégradation.

E. Analyse statistique :

La saisie et le traitement des données ont été réalisés à l'aide du logiciel Microsoft Office Excel 2016.

Les variables quantitatives ont été exprimées en moyenne, les variables qualitatives en pourcentage.

La validation des résultats obtenus a été effectuée par un test t de student pour les variables quantitatives et par un test KHI-2 pour les variables qualitatives. Le seuil de significativité a été fixé à 0,05.

III. Résultats et analyse :

A. Données épidémiologiques :

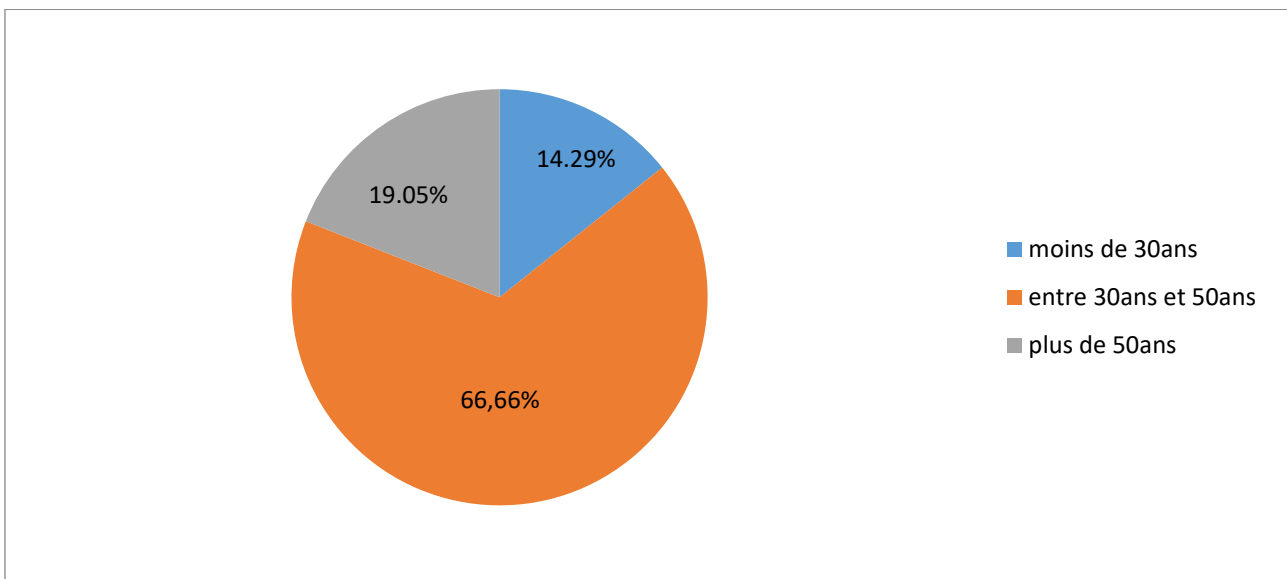
1. Fréquence :

Sur une période de 6 ans (entre janvier 2014 et décembre 2019), 60 patients ont bénéficié d'un traitement chirurgical au sein de notre service dans le cadre de la prise en charge de la maladie otospongieuse.

La platinotomie calibrée a été pratiquée chez 21 patients, soit 35% des opérés pour otospongiose.

2. Age :

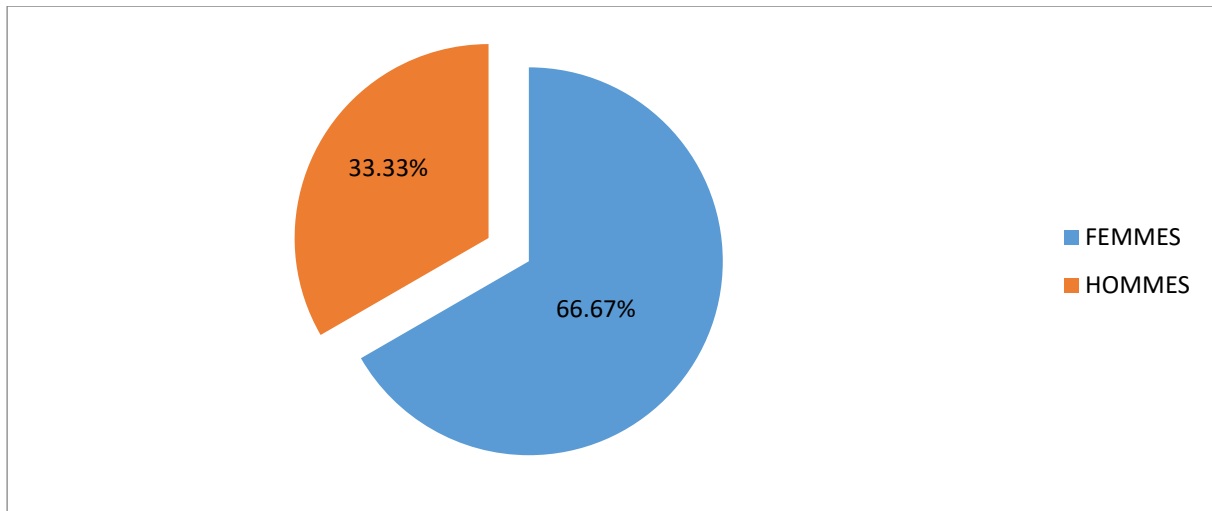
L'âge moyen des patients était de 41,71ans avec des âges extrêmes de 23 ans et 58ans ; La tranche d'âge la plus représentative est celle comprise entre 30 et 50 ans.



Graphique 1. Répartition des patients en fonction de l'âge

3. Sexe :

Notre série comporte 7 hommes et 14 femmes, soit un sex-ratio femme/homme de 2. Le tableau 1 récapitule la répartition de l'ensemble des patients selon l'âge et le sexe.



Graphique 2 . Répartition des patients en fonction du sexe

Tableau 1: Répartition suivant l'âge et le sexe

Age (ans)	Femme	Homme	Total
<30 ans	2	1	3
>30ans - 50ans <	8	5	13
>50 ans	4	1	5
Total	14	7	21
Pourcentage	66,67%	33,33	100%

4. Antécédents personnels et familiaux :

Nous avons noté un seul cas d'antécédent d'otospongiose dans la famille d'une patiente, soit 4,76% des cas.

Dans les antécédents personnels de nos patients, aucun cas de traumatisme crânien, auriculaire ou d'otite moyenne chronique n'a été noté dans cette étude.

B. Données cliniques :

1. Délai de consultation :

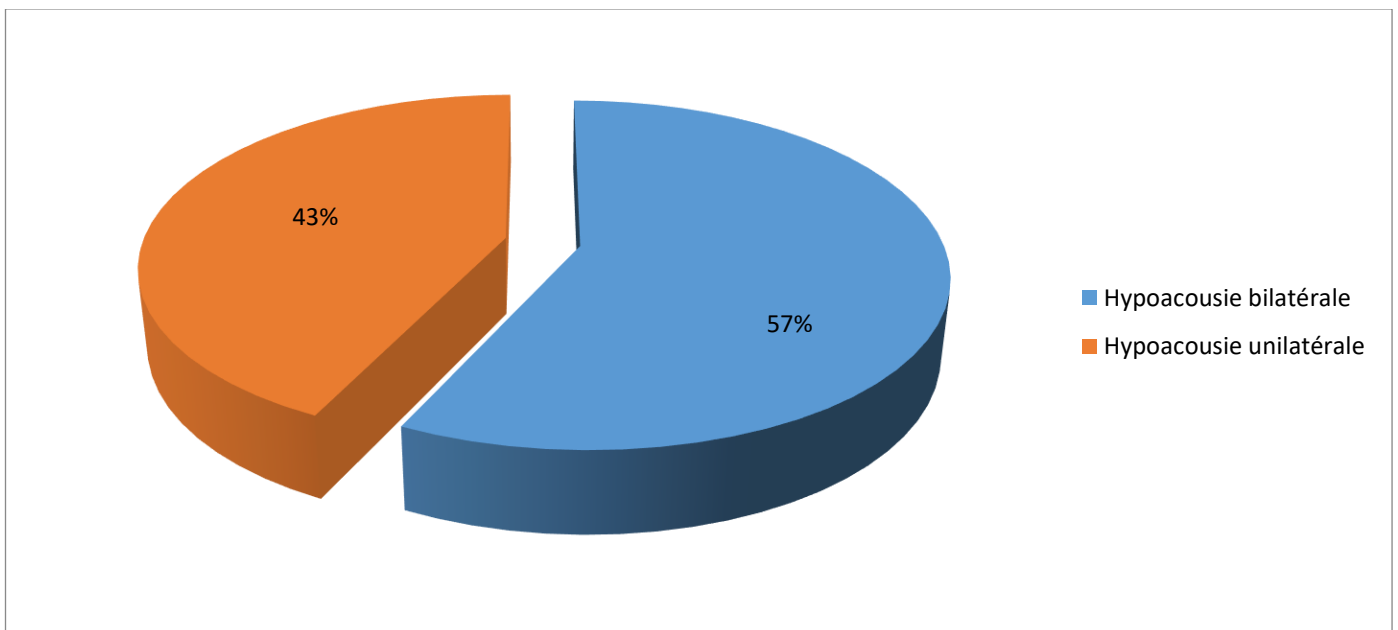
Le délai de consultation était en moyenne de 3,3 ans avec un intervalle de 6 mois à 10 ans.

2. Signes fonctionnels :

a. Hypoacousie :

La totalité de nos malades ont consulté pour une hypoacousie d'installation progressive. Elle était socialement préoccupante, et elle intéressait au début les sons graves et plus progressivement les sons aigus.

L'hypoacousie était bilatérale et asymétrique chez 12 patients soit 57% des cas et unilatérale chez 9 patients soit 43% des cas.



Graphique 3. la répartition de l'hypoacousie selon le caractère uni ou bilatérale.

b. Acouphènes :

Les acouphènes étaient présents lors de la première consultation chez 9 patients (43% des cas). Ils étaient le plus souvent bilatéraux.

c. Vertiges :

Peu fréquents, les vertiges ont été retrouvés chez 3 patients (14,28% des cas).

d. Paraacousie de Willis :

Deux cas ont rapporté la notion d'activité auditive supérieure à la normale lorsqu'ils se trouvent dans une atmosphère bruyante, soit 9,52% des cas.

Le tableau 2 reproduit l'ensemble des signes fonctionnels retrouvés et leur fréquence.

Tableau 2 : Signes cliniques

Signes cliniques	Nombre de cas	%
Hypoacousie	21	100
Acouphènes	9	43
Vertiges	3	14,28
Paraacousie de Willis	2	9,52

3. Examen clinique :**a. L'otoscopie :**

L'examen otoscopique sous microscope a noté un tympan normal chez tous les malades (100% des cas).

b. Acoumétrie :

L'acoumétrie au diapason 512 a retrouvé :

- Un Rinne constamment négatif.
- Un Weber latéralisé du côté le plus sourd dans 20 cas (95,23% des cas), signalant ainsi l'oreille la plus atteinte dans les formes bilatérales.

C. Données paracliniques :

1. Audiométrie tonale laminaire :

L'examen audiométrique a été pratiqué chez tous nos malades (100% des cas). Nous avons exploré l'audition en conduction aérienne et en conduction osseuse. Nous avons testé les fréquences du 125 Hz au 8000Hz.

Les moyennes sont calculées sur les fréquences 0,5 ; 1 ; 2 et 4 kHz.

L'étude des courbes a permis d'affirmer la surdité de transmission ou mixte (tableau 3), de déterminer le stade évolutif de la maladie ainsi que de définir le Rinne audiométrique par comparaison entre les courbes aérienne et osseuse.

Tableau 3 : répartition des patients en fonction du type de la surdité

Type de surdité	Nombre de cas	%
Transmission	15	71,43
Mixte	6	28,57

Le tableau 4 rapporte les données audiométriques préopératoires moyennes de notre population :

- Le Rinne audiométrique préopératoire moyen a été calculé pour évaluer l'importance de la surdité ; Il correspond à la différence entre la moyenne des seuils préopératoires en CA et en CO.

Il était de 28,35 dB. Le Rinne minimal était de 16,25 dB et le maximal était de 47,5 dB. Le Rinne préopératoire dépasse 30dB dans 8 cas (38%).

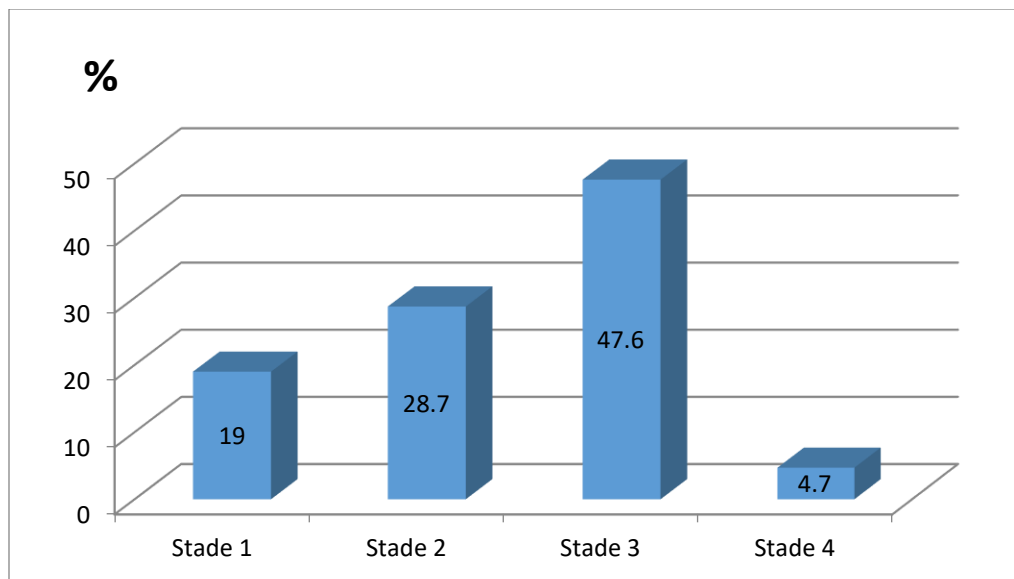
- Le seuil moyen était de 56,4 dB en CA aérien et de 28,05 dB en CO.

Tableau 4 : Données audiométriques préopératoires moyennes.

	minimum	Maximum	Moyenne
CA (dB)	40	91	56,4
CO (dB)	15	53	28,05
Rinne (dB)	16,25	47,5	28,35

Dans notre série, et selon la classification audiométrique d'Aubry, nous trouvons (graphique 4) :

- **Dans 4 cas (19% des cas)** : une surdité transmissionnelle pure avec éventuellement un effet Carhart, mais la courbe osseuse remonte sur les fréquences aiguës (**stade 1**).
- **Dans 6 cas (28,7%)** : « une prélabrynthisation ». Les seuils en conduction aérienne sont abaissés de 40dB en moyen, cependant la courbe osseuse ne se révèle plus après la fréquence 2000Hz (**stade 2**).
- **Dans 10 cas (47,6%)** : une atteinte labyrinthique confirmée. La courbe en CO chute sur les fréquences aiguës, la courbe en CA chute de 30dB sur les fréquences 1000 et 2000 Hz, les fréquences sont amputées à partir de 4000Hz (**stade 3**).
- **Dans 1 cas (4,7%)** : « une atrophie labyrinthique ». Le déficit en conduction osseuse dépasse 40 dB sur la fréquence 1000 Hz et la courbe s'infléchit rapidement aboutissant à une amputation des fréquences aiguës (**stade 4**).



Graphique 4. Répartition des patients en fonction du stade audiométrique d'Aubry au moment de la consultation

D'après l'étude de tous les tracés audiométriques, on déduit que 76,3% des otospongioses ont été diagnostiquées aux stades audiométriques 2 et 3.

2. Impédancemétrie :

- Le tympanogramme montre une diminution significative de la compliance dans 17cas (80,95% des cas).
- Le réflexe stapédien est absent dans 19 cas (90,47% des cas).

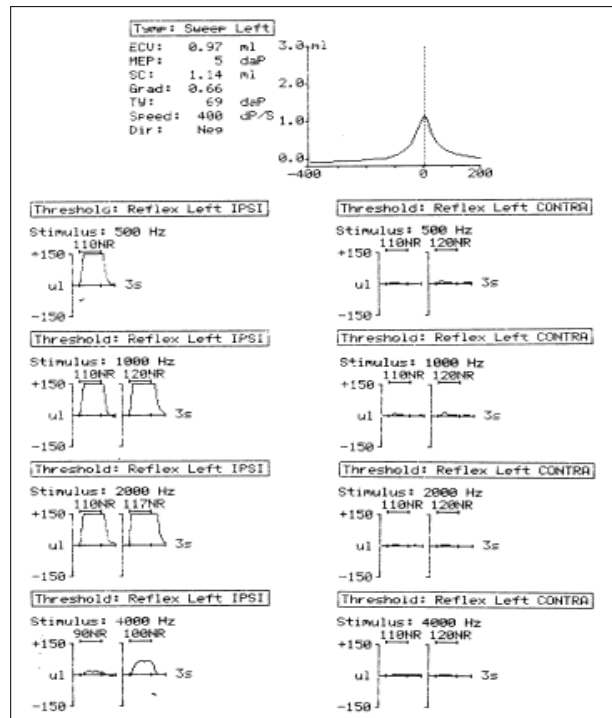


Figure 10– Impédancemétrie d'un patient atteint d'otospongiose montrant une diminution de la compliance et des réflexes stapédiens absents.

3. TDM des rochers :

Le scanner préopératoire a été réalisé chez tous nos patients (100 % des cas), montrant des anomalies dans 2 cas (9,52 % des cas).

Les foyers otospongieux se présentaient sous forme d'une hypodensité pré-stapédienne, qui peut être unique ou multiple et siéger en différentes localisations :

Préplatinaire : dans le 1^{er} cas, au niveau de la fissula antéfenestram (figure 11) avec atteinte variable de la branche antérieure et de la platine de l'étrier chez le deuxième cas (figure 12).

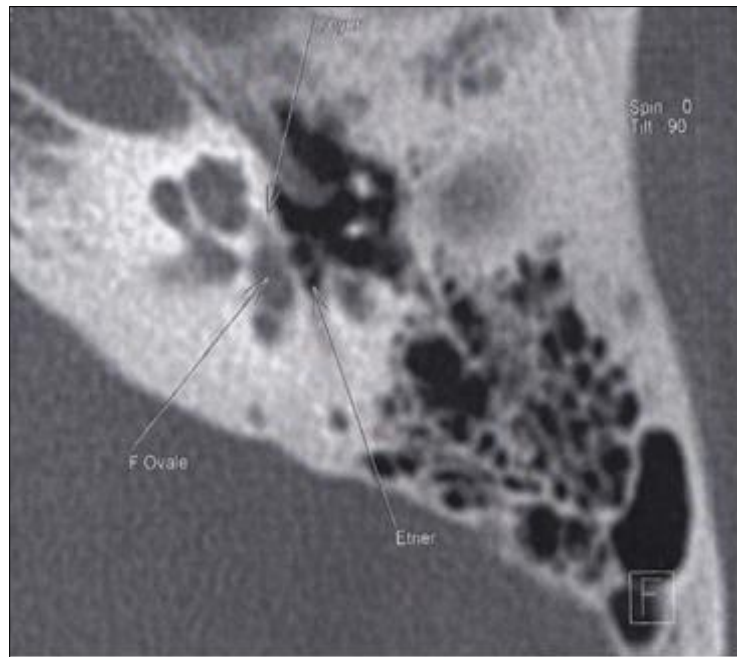


Figure 11. TDM en coupe axiale (rocher gauche) : Hypodensité de la fissula ante fenestram (foyer otospongieux).

Iconographie du service ORL-CCF HMMI-Meknès

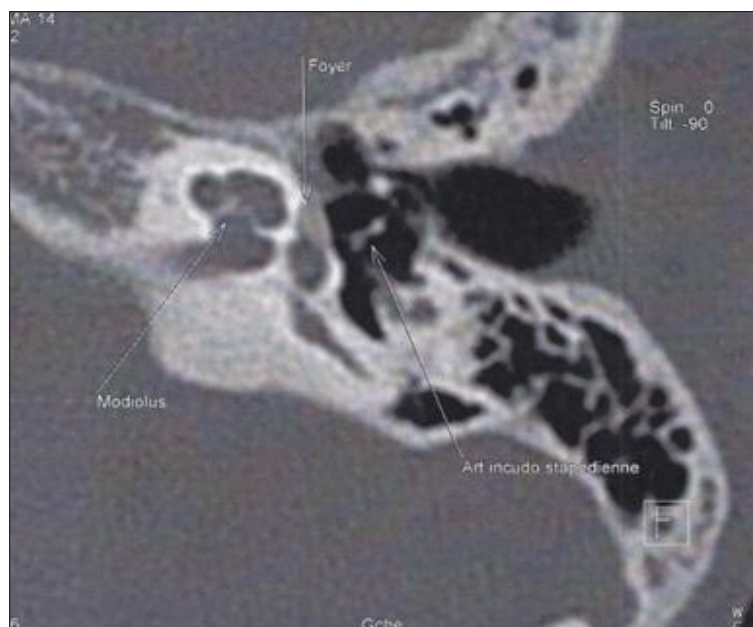


Figure 12. TDM en coupe axiale (rocher gauche) : Foyer d'otospongiose au niveau de la fissula ante fenestram associé à une atteinte postérieure de la platine de l'étrier ; mastoïde bien pneumatisée.

Iconographie du service ORL-CCF HMMI-MEKNES.

D. Données opératoires :

1. Traitement médical :

Aucun traitement médical particulier n'a été reçu par les patients otospongieux dans cette étude, un anticoagulant (Sintrom) a été arrêté 5 jours avant l'intervention chez un patient suivi pour ACFA.

2. Traitement chirurgical :

La technique chirurgicale de choix était la platinotomie calibrée dans tous les cas de cette série (100% des patients).

2.1. Consentement des patients :

La chirurgie de l'otospongieuse est une chirurgie à visée fonctionnelle qui comporte, comme tout acte chirurgical, un risque d'échec lié à une erreur technique peropératoire ou à une complication de survenue postopératoire. Ceci dit, le chirurgien doit informer son patient du risque de cophose postopératoire, et doit obtenir son consentement éclairé après avoir exposé les solutions alternatives (appareillage par prothèse auditive, abstentions thérapeutique).

En postopératoire, il est impératif d'expliquer au patient que son état otologique implique un certain nombre de précautions :

- Protection contre le bruit en toute circonstance.
- Eviter toute hyperpression dans l'oreille opérée (éternuer la bouche ouverte, ne pas se moucher trop fort, éviter le bain maure, interdiction du vol et de la plongée sous-marine.....)
- Proscrire tout médicament ototoxique.
- Traitement de tout épisode inflammatoire et/ou infectieux de la sphère ORL.

Dans notre série, Nous avons informé tous les malades sur le déroulement de l'intervention, les suites opératoires et les risques encourus, au fin d'obtenir un consentement éclairé.

2.2. Technique d'anesthésie :

Tous nos patients sont opérés sous anesthésie générale profonde, avec technique d'hypo-perfusion permettant le déroulement de l'acte dans les meilleures conditions (pression artérielle ne dépassant pas 100 mm Hg de maxima et 50 mm Hg de minima).

2.3. Position opératoire :

Tous les patients ont été placés en décubitus dorsal la tête était tournée vers le côté controlatéral de l'oreille à opérer de manière que l'axe sagittal de la tête et celui du tronc ne dépassait pas 30°. Une position proclive du corps a été également adoptée pour tous les patients permettant de diminuer la pression artérielle locale de 2mmHg.

2.4. Technique opératoire :

Les figures ci-dessous illustrent les différentes étapes d'une platinotomie calibrée réalisée au sein du service d'ORL HMMMI-Meknès :

- **La voie d'abord :**

Dans notre série toutes les interventions ont été effectuées par voie endaurale à minima de Shambaugh.



Figure 13. Incision endaurale

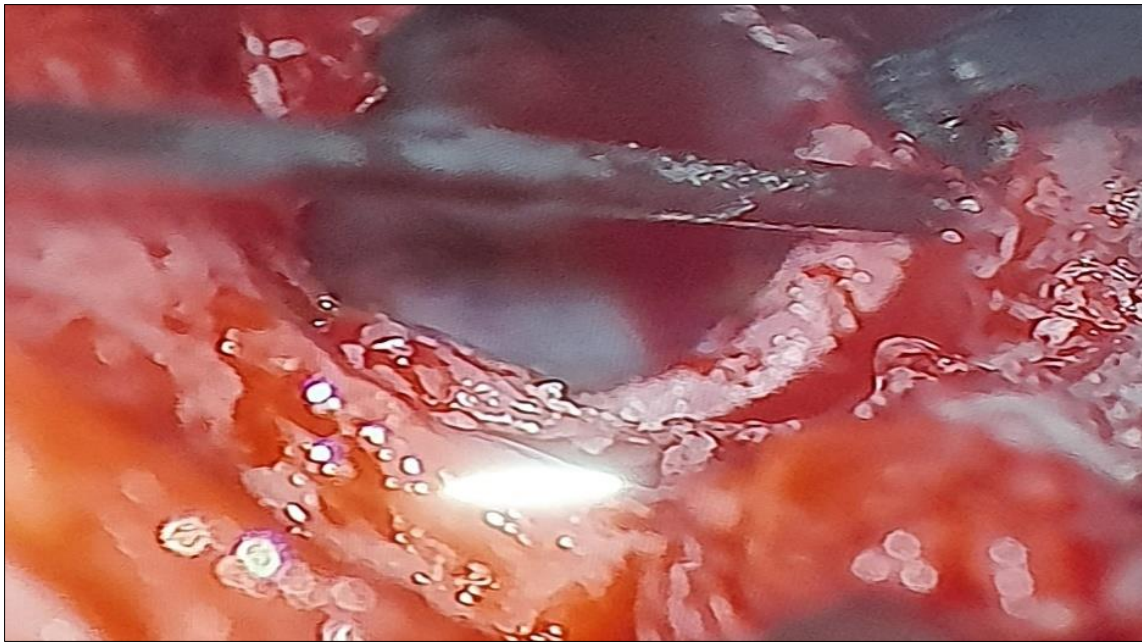


Figure14. Incision horizontale de la peau du conduit auditif externe

- Exploration de la caisse :

Nous avons procédé par la suite au décollement du lambeau tympanoméatal et ouverture de la caisse du tympan ; puis un élargissement du cadre tympanique dans le quadrant postéro-supérieur (encoche de ROSEN) a été réalisé à la curette, permettant une exposition de l'articulation incudo-stapédienne, de la fosse ovale et du coude du canal de Fallope, l'immobilité de la chaîne a été systématiquement vérifiée pour éliminer une ankylose incudo-malléaire ou de la tête du marteau.



Figure 15. Décollement du lambeau méatal

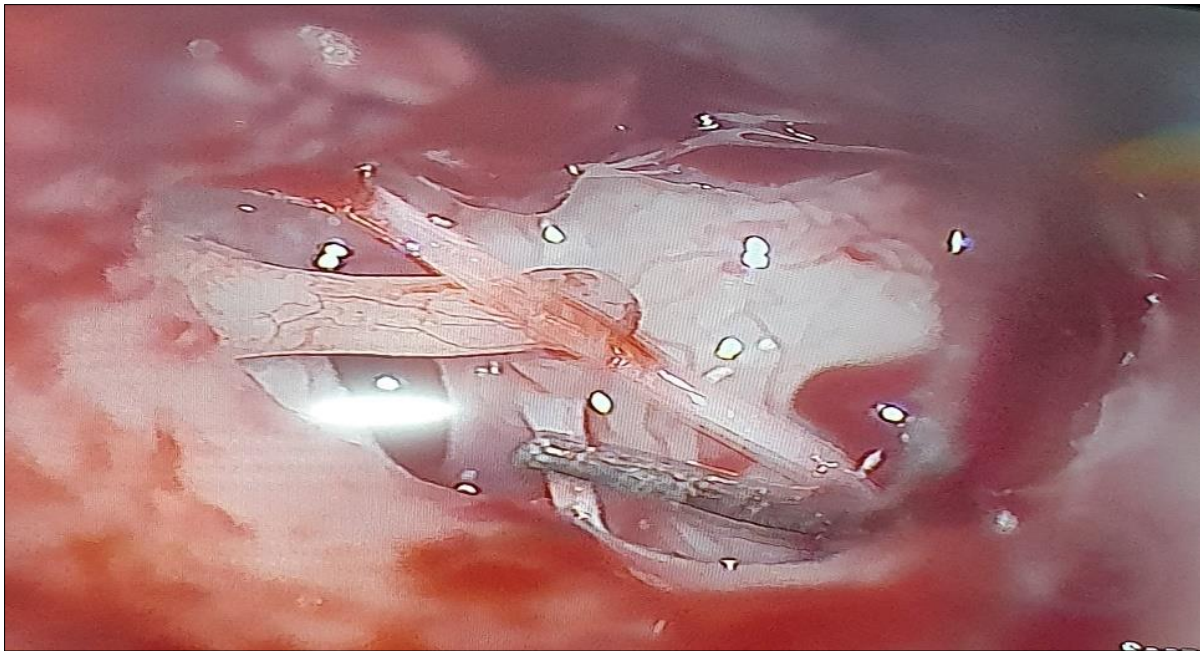


Figure 16. Exposition de la région des fenêtres

- **Platinotomie calibrée :**

- Le temps suivant consistait en la réalisation d'une platinotomie de sécurité puis désarticulation incudo-stapédienne.
- Le tendon du muscle de l'étrier a été ensuite sectionné suivi de l'ablation de la superstructure de l'étrier à l'aide d'un micro-crochet, permettant ainsi de finaliser l'exposition de la platine.
- Avant de réaliser l'ouverture platinaires proprement dite, une mesure de la distance platine branche descendante de l'enclume a été systématiquement pratiquée. Une platinotomie calibrée à 0,8 mm a été réalisée à la tréphine.

- **Confection du système columellaire :**

Il a été utilisé un piston téflon de 0,6 mm de diamètre et d'une longueur variant de 4,50 à 4,75 mm adapté à la profondeur de la fenêtre ovale. Il a été placé en position transplatinaires, à une profondeur de 0,25 à 0,5 mm. Après serrage du piston et restitution de l'effet columellaire, une vérification de la mobilité du montage a été faite.



Figure 17. Mise en place de l'extrémité médiale du piston dans la platinotomie



Figure 18. Insertion de la boucle sur la BDE

- **Fermeture de la caisse et pansement :**
 - Renforcement du tympan par un morceau d'aponévrose temporale (dans 2 cas).
 - Remise du lambeau tympanoméatal.
 - Fermeture plan par plan avec mise en place d'un Pop OTO WICK.
 - Un pansement par bandage circulaire non compressif a été fait.



Figure19. Calibrage du CAE par POP OTO WICK

2.5. Suites post opératoires immédiates :

- Tous nos patients ont bénéficié d'une hospitalisation d'une durée allant de 1 à 4 jours, selon l'état du malade. Une antibioprofylaxie à base d'amoxicilline protégé a été systématiquement administré chez tous les patients opérés au sein de notre service.
- Les suites immédiates ont été marquées par la présence, d'acouphènes chez 6 patients soit 28,5% des cas et de vertige post opératoire chez 4 patients soit 19% des cas.
- Le déméchage et l'ablation des fils ont été pratiqués au terme de la première semaine.

3. Variantes anatomiques et incidents per opératoires :

3.1. Incidents peropératoires :

Nous avons noté une section de la corde du tympan chez un seul patient (soit 4,7 % des cas). Cet incident était responsable de dysgueusie qui a spontanément régressé, une luxation de l'enclume chez un autre patient (soit 4,7%) et une perforation tympanique iatrogène dans un seul cas (soit 4,7% des cas).

3.2. Variantes anatomiques :

Nous avons rapporté une étroitesse de la fenêtré ovale chez un patient soit 4,7% des cas. Cette particularité anatomique a rendu le geste relativement difficile.

Le tableau 5 résume les différents incidents et variantes anatomiques rencontrés et leur fréquence.

Tableau 5 : Variantes et incidents peropératoires

Variantes et incidents peropératoires	Nombre de cas	%
Section de la corde du tympan	1	4,7
Luxation de l'enclume	1	4,7
Etroitesse de la fenêtré ovale	1	4,7
Perforation tympanique	1	4,7

E. Données post opératoires :

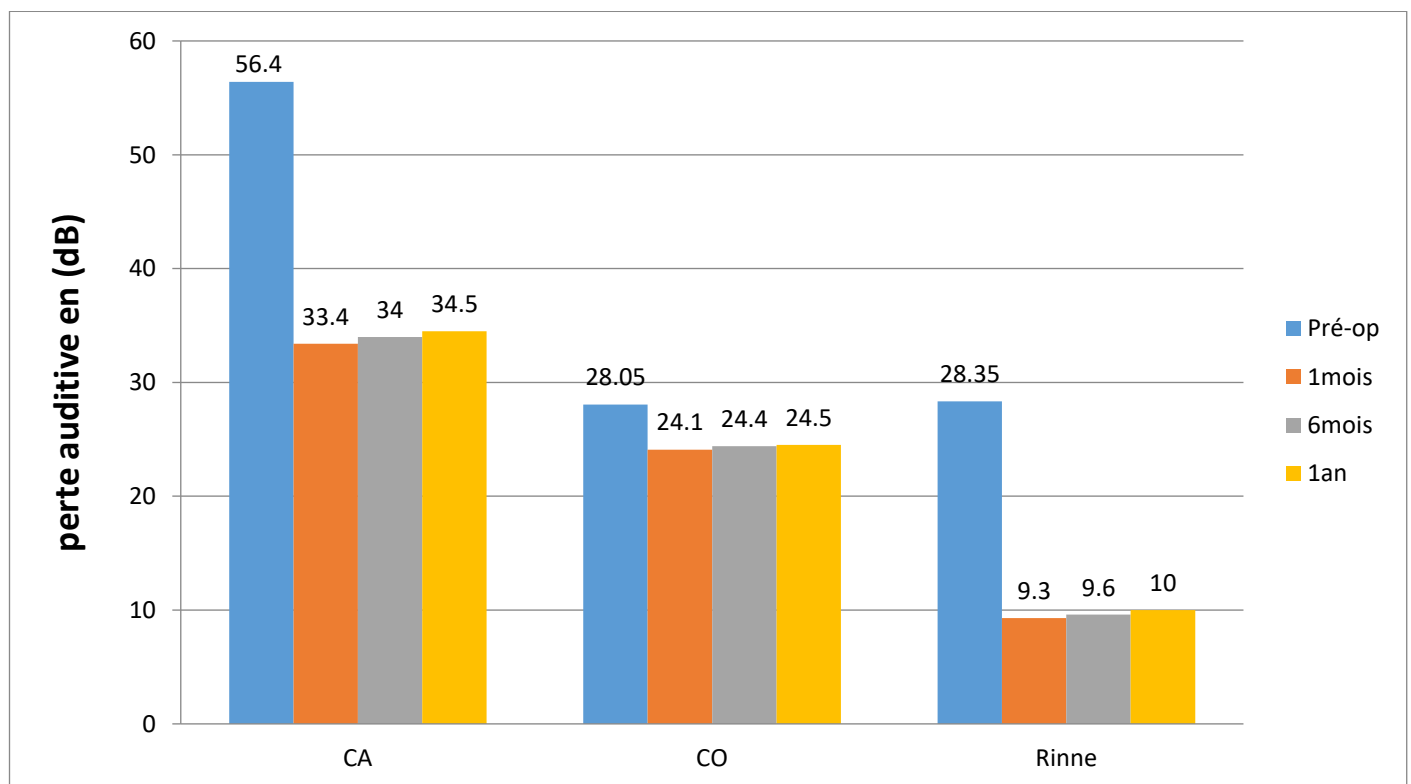
1. Résultats audiométriques :

a. Analyse quantitative :

➤ Conduction aérienne, osseuse et le Rinne :

Les résultats sont exprimés en moyenne. Les moyennes sont calculées sur les fréquences 0.5 ;1 ; 2 et 4 kHz.

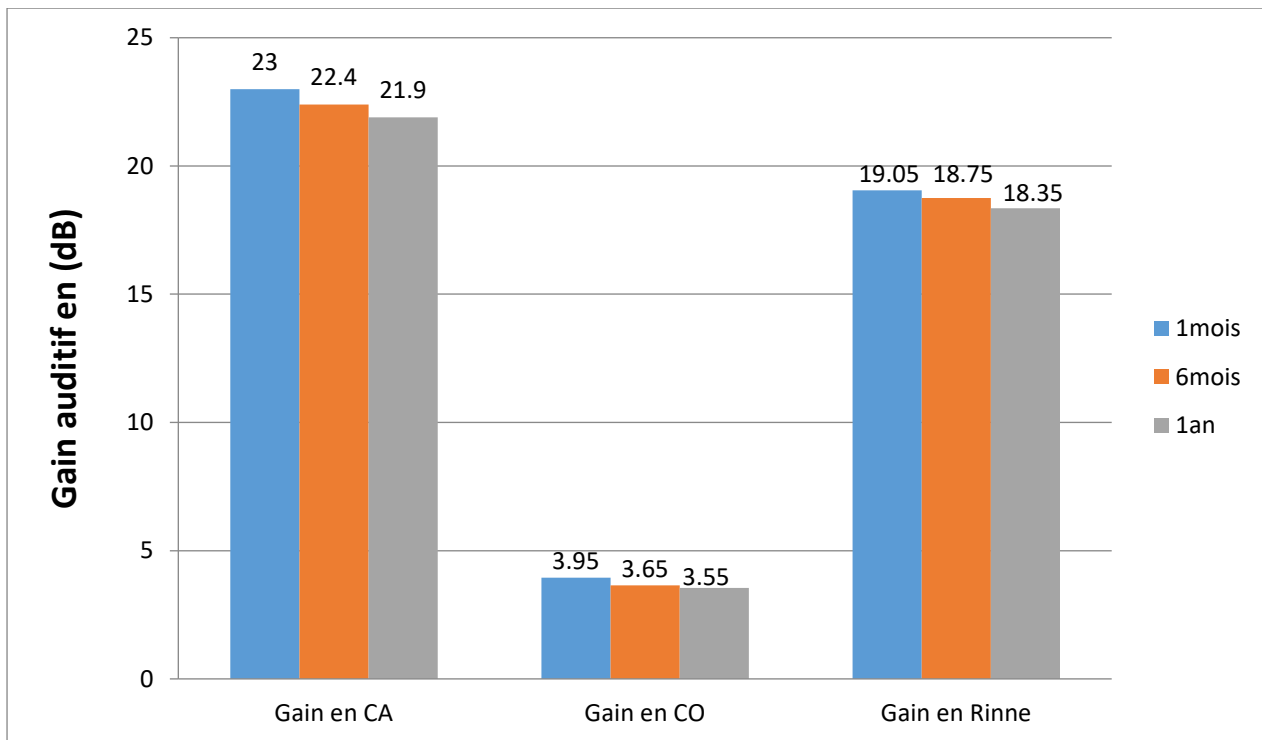
L'analyse du graphique 5 montre une nette amélioration des paramètres étudiés (CA, CO et Rinne). L'ensemble des données ont tendance à se dégrader au cours de la première année postopératoire.



Graphique 5. Résultats pré et postopératoires de conduction aérienne, conduction osseuse et Rinne.

➤ Gains en CA, CO et le Rinne :

Le graphique 6 rapporte les résultats postopératoires à 1 mois, 6 mois et 12 mois des gains en conduction aérienne, conduction osseuse et Rinne. On note que ces gains sont positifs, confirmant ainsi l'amélioration des seuils.



Graphique 6. Résultats des gains en conduction aérienne, conduction osseuse et Rinne.

b. Analyse qualitative :

➤ Fermeture du Rinne :

Le tableau 6 représente la répartition des patients en fonction du taux de fermeture du Rinne en postopératoire à 1 mois, 6 mois et 12 mois. Le pourcentage important des patients (76,1% des cas) présentant une fermeture complète du Rinne (RPO < 10dB) témoigne d'un résultat fonctionnel satisfaisant.

On note la persistance puis l'aggravation du RPO qui est supérieur à 20dB, après 12 mois d'évolution chez une patiente (soit 4,7%), ce qui a amené à demander une TDM de control qui a montré un piston en place.

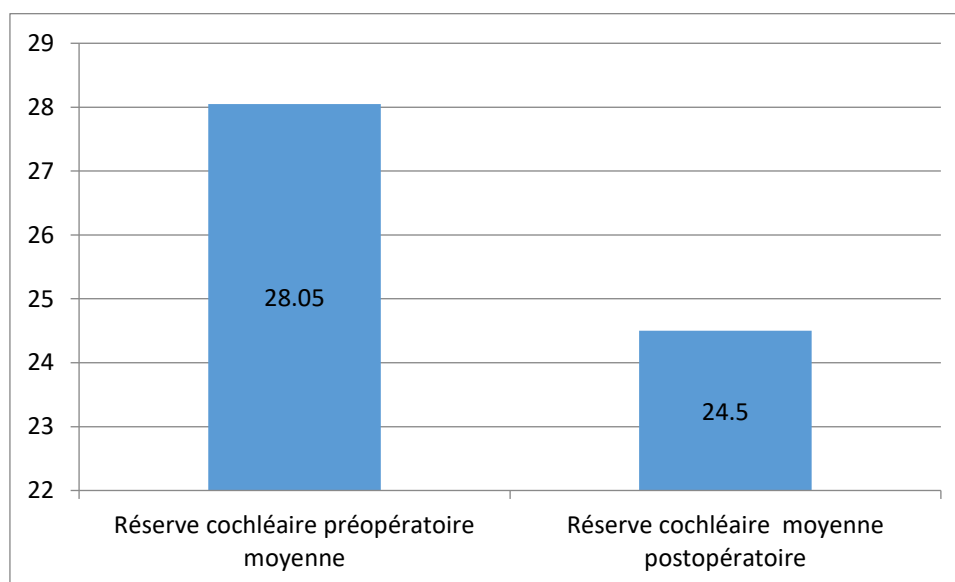
Tableau 6. Représentation de l'évolution chronologique du taux de fermeture du Rinne audiométrique postopératoire.

	1 mois	6mois	12mois
RPO<10dB	66,7%	71,4%	76,1%
10<RPO<20	28,6%	23,9%	19,2%
RPO>20dB	4,7%	4,7%	4,7%

➤ **Evolution de la réserve cochléaire :**

L'évolution de la réserve cochléaire est appréciée en calculant le gain en conduction osseuse (CO préopératoire- CO postopératoire). Une valeur positive du gain en CO correspond à une amélioration de la conduction osseuse, une valeur négative témoigne d'une baisse de la conduction osseuse ou labyrinthisation.

Dans notre série, à 12 mois d'évolution, la réserve cochléaire moyenne est estimée à 3,55 dB .



Graphique 7. L'évolution à 12 mois de la réserve cochléaire moyenne

2. Résultats sémiologiques :

Sur le plan fonctionnel, notre étude prend compte aussi bien de l'amélioration objective que subjective, puisque la chirurgie de l'otospongiose comme a été déjà cité est une chirurgie fonctionnelle, qui vise à améliorer la perception auditive et ainsi offrir une qualité de vie meilleure aux patients opérés.

a. Acuité auditive :

La sensation subjective d'audition retrouvée est notée dans 90,4% des cas.

b. Acouphènes :

Des acouphènes postopératoires sont rapportés dans 28,5% des cas.

Nous avons constaté une disparition des acouphènes pour la totalité des malades sauf chez une patiente soit (4,7%) qui souffrait d'acouphènes invalidants et qui gardait toujours la même sensation. Pour lesquelles elle a bénéficié d'une TDM qui a montré un piston en place sans agression vestibulaire ni fistule labyrinthique.

c. Vertiges :

19,04% des cas, soit 4 patients ont présenté en postopératoire des vertiges transitoires, ayant évolués favorablement vers la disparition complète.

d. Autres signes :

Notre série comporte un cas de dysgueusie secondaire à la section de la corde du tympan (soit 4,7% des cas) qui a été spontanément résolutive.

3. Résultats en fonction du stade audiométrique :

Le stade audiométrique de la maladie n'avait aucun retentissement sur les résultats postopératoires ($p=0,6$).

Tableau7. La fermeture complète du Rinne (RPO<10dB) à 1 mois du postopératoire en fonction du stade audiométrique.

Stade audiométrique d'Aubry	La fermeture complète du Rinne en %
1	75
2	83
3	40
4	0

DISCUSSION

I. Epidémiologie :

1. Fréquence :

La platinotomie calibrée et la platinectomie sont les procédures chirurgicales standards pour traiter la surdité de transmission dans l'otospongiose.

La fréquence de la platinotomie calibrée varie d'une étude à l'autre, dans notre série le taux est évalué à 35% de la population opérée pour otospongiose, LESCANNE [48] avait un taux de 38,3% sur 227 patients opérés, ce taux était plus élevé dans l'étude de M.BENAMOR [49] présentant 69,17% sur 146 interventions réalisées.

2. Répartition selon le sexe :

Les différentes statistiques fournies par la littérature laissent entrevoir une prépondérance féminine quant au sexe des platinotomies réalisées.

Dans notre étude on note également une prédominance féminine avec un sex-ratio femme/ homme de 2 ce qui concorde avec les données de la littérature.

Tableau 8. Sex-ratio selon la littérature.

Séries	Nombre d'oreilles opérées	Nombre de femmes	Nombre d'hommes	Sex-ratio
LESCANNE [48] (France)	227	158	69	2,28
R. VINCENT et al [50] (Etats-Unis)	2525	1692	833	2,03
M.BEN AMOR [49] (Tunisie)	124	86	38	2,26
TAREQ Mahafza et collaborateurs [51] (Jordanie)	104	68	36	1,9
Notre étude	21	14	7	2

3. L'âge :

L'âge au moment de l'intervention est généralement le plus retenu vu que l'âge de révélation de la maladie est difficile à apprécier. L'âge moyen retrouvé dans la plupart des séries est situé entre 20 et 40 ans.

Dans notre série de 21 cas, l'âge moyen des malades à l'intervention était de 41,71 ans. Avec des extrêmes allant de 23 à 58 ans. La tranche d'âge la plus représentative est celle comprise entre 30 et 50 ans (66,66%).

Ces données sont comparables à ceux obtenus par M.BEN AMOR [49] qui a inclus 124 patients dans son étude, âgés de 39,82 ans en moyenne avec des extrêmes allant de 12 à 69 ans ; TAREQ Mahafza et collaborateurs [51] retrouve un âge moyen de 43 ans et des extrêmes allant de 17 à 68 ans. R. VINCENT et al [50] retrouve un âge moyen de 47,3 ans et des extrêmes allant de 8 à 91 ans.

II. Etude clinique :

1. Signes fonctionnels :

Les symptômes amenant le patient à consulter sont par ordre de fréquence la surdité, suivie des acouphènes. D'autres modes de présentation sont possibles, mais restent exceptionnels [34].

1.1. Surdité :

Elle motive la consultation dans la majorité des cas. Il s'agit d'une surdité acquise, se manifestant chez un adulte âgé de 15 à 45 ans. Elle est bilatérale dans 75% des cas mais souvent asymétrique. Son évolution est progressive. [34]

Au début, on peut décrire la paraacousie de WILLIS qui correspond à un meilleur confort auditif dans le bruit. L'autophonie est rare.

Chez la femme l'aggravation des signes fonctionnels coïncide souvent avec des épisodes de la vie génitale : puberté, périodes cataméniales, grossesse, ménopause.

Le début peut être secondaire à une autre cause organique ou psychique.

Dans notre étude, tous nos patients (100% des cas) avaient une surdité, qui a été bilatérale dans 57 % des cas.

1.2. Les acouphènes :

Fréquemment associés à la surdité, ils peuvent parfois être présents isolément. On les retrouve dans environ un tiers des cas lors du diagnostic initial, et chez deux tiers des patients au stade avancé. Il faut, à visée pronostique, déterminer leur timbre. En effet, les acouphènes aigus sont classiquement moins souvent améliorés par la chirurgie que ceux de tonalité plus grave. Ils témoigneraient en fait d'une atteinte cochléaire non curable chirurgicalement. Selon Gersdorff, le pronostic postopératoire de l'acouphène n'était pas influencé de manière significative par ses caractéristiques initiales. [34]

Dans notre étude 43 % des malades présentaient des acouphènes au moment du diagnostic.

1.3. Vertiges :

Des vertiges rotatoires vrais ne sont que très rarement retrouvés. En revanche, des troubles de l'équilibre ou une instabilité sont parfois rapportés. Ainsi la présence de symptômes vestibulaires associés fait pratiquer une vidéonystagmographie et rechercher en tomodensitométrie (TDM) une pathologie associée ou un diagnostic différentiel. Une imagerie par résonance magnétique (IRM) des angles ponto-cérébelleux peut être discutée. Ces examens auront, quoi qu'il en soit, un intérêt médico-légal pour attester de la fonction vestibulaire en cas de troubles vestibulaires préopératoires qui ne pourront alors être imputés à la chirurgie. [34] Trois mécanismes sont évoqués pour expliquer la présence de vertiges dans un syndrome otospongieux : une dégénérescence neurale au contact d'un foyer otospongieux, une modification biochimique de la périlymphe induite par un foyer ou encore un hydrops

endolymphatique [52].

Selon notre étude, les vertiges ont été rapportés chez 14 ,28% des patients.

1.4. Paraacousie de Willis :

La paraacousie de Willis, amélioration apparente et paradoxale de l'audition dans le bruit, est classiquement retrouvée dans l'otospongiose sans être spécifique ni très sensible [34]. Ce phénomène s'explique par le fait que dans le bruit le sujet normo-entendant élève inconsciemment la voix pour éviter l'effet de masque des fréquences graves de ce bruit. Or le niveau sonore de celui-ci reste inférieur au seuil de l'otospongieux qui bénéficie donc à la fois d'un signal plus intense et d'un effet de masque des sons graves moins importants, ce qui est en faveur d'une surdité avec une faible participation cochléaire.

Ce signe était présent chez 9,52% de nos patients.

2. Examen clinique :

2.1. Otoscopie :

L'examen otoscopique au microscope montre un tympan normal. On peut parfois mettre en évidence une tâche rosée rétro-tympanique : c'est la classique tâche de Schwartz, qui correspond à une hyper-vascularisation de la muqueuse du promontoire. On prendra également soin de noter la conformation anatomique du conduit auditif externe, en vue d'une éventuelle intervention chirurgicale [53].

Tous les patients (100%des cas) de notre série avaient un tympan normal.

2.2. Acoumétrie :

Dans la forme typique d'ankylose stapédo-vestibulaire, l'examen au diapason objective au : [34]

- Test de Rinne négatif : le caractère transmissionnel de la surdité et augure d'un écart d'au moins 20 db entre les conceptions aérienne et osseuse (avec un diapason de 512 Hz) ;

- Test de Weber latéralisé du côté sourd (ou à l'oreille la plus atteinte dans les formes bilatérales) ;
- Un test de Lewis négatif : la conduction osseuse est meilleure que la conduction cartilagineuse au niveau du tragus ;
- Un test de Bonnier positif (perception des vibrations est meilleure du côté sourd lorsque le diapason est placé sur le poignet ou la rotule) ;
- Un test de Bing négatif : pas d'augmentation de l'intensité perçue après occlusion du conduit auditif externe ipsilatéral à la mastoïde sur laquelle le diapason est placé.

III. Etude paraclinique :

1. Audiométrie tonale :

- **Principe :**

On recherche les seuils auditifs pour chaque oreille, à différentes fréquences, en conduction aérienne et en conduction osseuse. La conduction osseuse évalue les performances de l'oreille interne et du nerf auditif ; la conduction aérienne évalue les performances de l'oreille externe, de l'oreille moyenne, de l'oreille interne et du nerf auditif [54].

- **Réalisation :**

Chaque oreille est testée séparément, dans une cabine isolée du bruit. Pour la conduction aérienne, on utilise un casque (figure 20). L'audiomètre délivre des sons purs de 125 Hz (graves) à 8000 Hz (aigus), à des intensités croissantes de 0 dB (seuil auditif normal) à 120 dB. Il s'agit de sons continus, ou discontinus.

Pour la conduction osseuse, on utilise un vibreur, appliqué sur la mastoïde, et relié à l'audiomètre (figure 21).

- **Interprétation :**

Les seuils sont reportés sur un graphique appelé audiogramme. Les fréquences sont en abscisses, les décibels (dB) de perte auditive sont placés en ordonnées. Les seuils normaux correspondent à 0 dB (0 dB de perte auditive) [54].

La différence des seuils de conduction aérienne et de conduction osseuse est appelée Rinne audiométrique ; il reflète l'organe de transmission [55] :

- Si transmission intacte : le message sonore est transmis en totalité à l'oreille interne et les deux courbes sont parallèles. L'audiogramme sera le reflet de l'état de l'organe de perception des sons.
- Si problème de transmission : la courbe de conduction aérienne sera au-dessous de celle de la conduction osseuse.



Figure 20. Casque pour l'examen conduction aérienne [55].



Figure 21. Serre-tête pour l'examen de conduction osseuse [55].

- **Intérêt :**

Dans l'otospongiose, l'audiométrie tonale a une valeur diagnostique en montrant une surdité de transmission ou une surdité mixte à prédominance transmissionnelle. Elle a également un intérêt pronostique en évaluant l'ampleur du Rinne et le degré de réserve cochléaire : on peut ainsi prédire le résultat postopératoire optimal [34].

Le profil audiométrique de l'otospongiose évolue schématiquement comme ci-dessous [34] :

- La première anomalie est une élévation des seuils auditifs pour les basses fréquences en conduction aérienne.
- On observe secondairement une atteinte des fréquences aiguës, entraînant une ouverture du Rinne sur tout l'audiogramme ; à ce stade et en l'absence d'atteinte cochléaire associée, la surdité de transmission provoquée par une ankylose stapédo-vestibulaire entraîne un Rinne de 60 à 65 dB au maximum (Figure 22).

- La troisième étape coïncide avec la labyrinthisation et donc l'apparition d'une surdité mixte. Simultanément, les seuils en conduction aérienne et osseuse augmentent, surtout sur les fréquences aiguës, ce qui donne un audiogramme en « pente de ski ».

Dans les otospongioses à prédominance cochléaire, l'aspect de l'audiogramme diffère avec des courbes superposables et une atteinte dominante des fréquences moyennes (aspect cookie-bite des Anglo-Saxons) [34] (Figure 23).

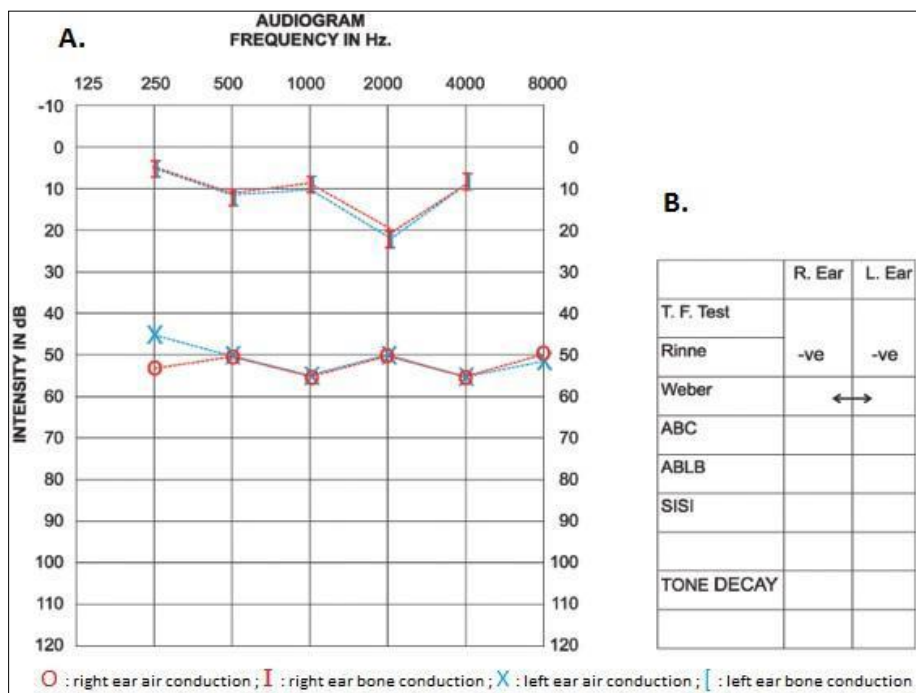


Figure 22. Audiogramme tonal d'un patient atteint d'otospongiose, encoche de Carhart sur 2000 Hz (A). Rinne négatif au niveau des 2 oreilles, Weber indifférent (B) [56].

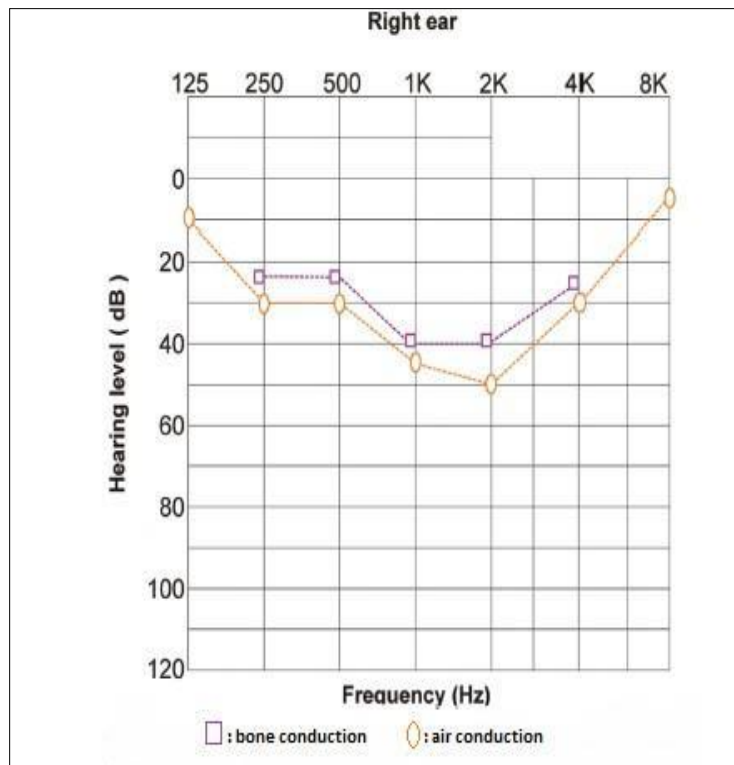


Figure 23. Audiogramme tonal d'un patient atteint d'otospongiose cochléaire montrant un aspect typique en « cookie bite » [56].

L'étude de la conduction osseuse est importante à plus d'un titre. D'une part, elle a une valeur pronostique en déterminant le degré d'atteinte cochléaire. Elle permet d'autre part de conforter le diagnostic par la présence de l'encoche de Carhart. Il s'agit d'un scotome auditif, se manifestant en conduction osseuse par une élévation des seuils de perception prédominant sur les fréquences 1000 ou 2000 Hz. C'est un véritable poinçon audiométrique de l'ankylose stapédo-vestibulaire. Cette encoche est due à la diminution de la participation du système tympano-ossiculaire dans la transmission osseuse des vibrations sonores. C'est donc un artefact mécanique que la chirurgie peut corriger car elle n'est pas synonyme d'une atteinte neurosensorielle. Il faut ainsi en tenir compte pour évaluer la réserve cochléaire réelle (Figure 24). Les seuils en conduction osseuse contribuent également à la décision opératoire dans les formes bilatérales en déterminant l'oreille la plus lésée [34].

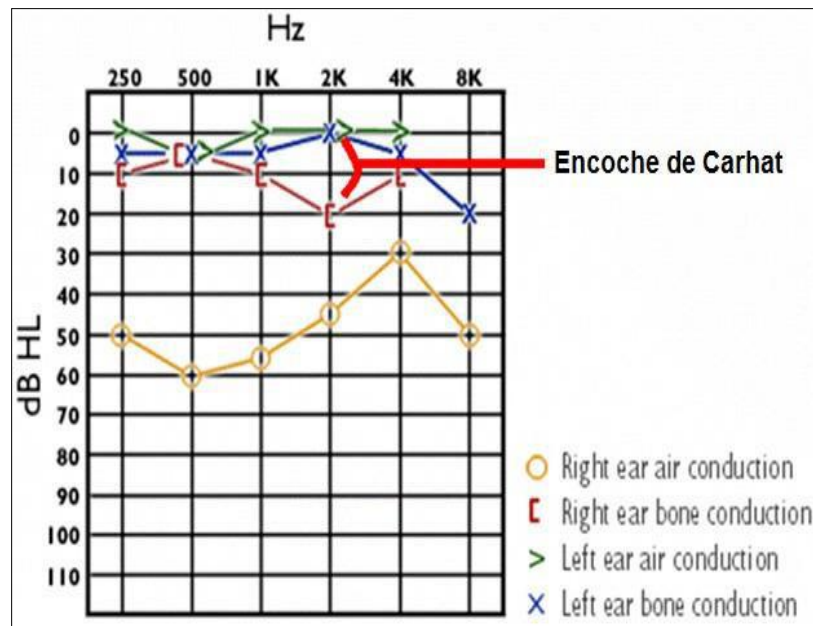


Figure 24. Audiogramme avec encoche de Carhart[57].

Les courbes audiométriques permettent aussi de classer l'otospongiose en quatre stades, selon la classification d'Aubry. L'étude des tracés audiométriques de nos patients a montré que 76,3% correspondaient au stade 2 et 3 au moment du diagnostic.

2. Audiométrie vocale :

- **Principe :**

L'audiométrie vocale mesure l'intelligibilité des mots [54].

- **Réalisation :**

On teste chaque oreille, à l'aide d'écouteurs. L'audiométriste lit au patient des listes de mots étalonnés en fréquence et en durée, à une intensité croissante [54].

- **Interprétation :**

Le seuil d'intelligibilité, en Db, correspond à l'intensité sonore permettant la reconnaissance de 50% des mots.

Le maximum d'intelligibilité, en pourcentage, correspond à la meilleure intelligibilité obtenue.

Le pourcentage de discrimination est le pourcentage de mots répétés pour une

intensité supérieure de 35 dB au-dessus du seuil d'intelligibilité.

La courbe est reportée sur un graphique (figure 25).

- **Intérêt :**

L'audiométrie vocale est corrélée à l'épreuve tonale chez le patient otospongieux. La reconnaissance des mots est inversement proportionnelle au degré d'atteinte cochléaire. Elle évalue de manière objective la gêne sociale et apporte un élément supplémentaire pour la décision thérapeutique. L'audiométrie vocale dans le bruit permet de détecter les sujets avec un mauvais pronostic opératoire. Une mauvaise discrimination signe effectivement une atteinte cochléaire importante [34].

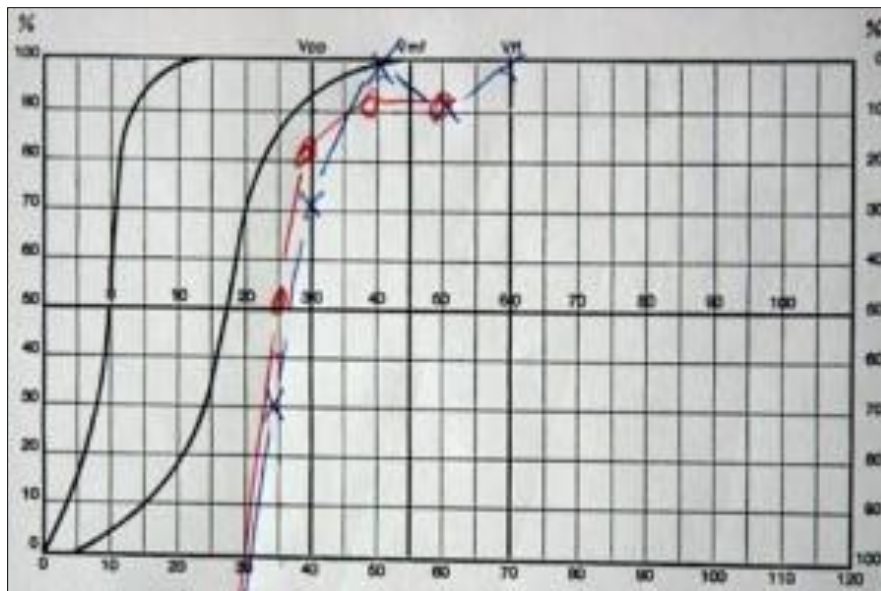


Figure 25. Audiogramme vocal d'un patient atteint d'otospongiose [58].

3. Impédancemétrie :

- **Tympanogramme :**

- **Principe :**

La tympanométrie sert à évaluer la souplesse du système tympano-ossiculaire et l'impédance de l'oreille moyenne sous l'influence d'une hyperpression ou d'une dépression créée dans le conduit auditif externe. La tympanométrie ne peut être réalisée que si le tympan est fermé [54].

➤ **Réalisation :**

Les deux oreilles sont testées séparément. On fait varier la pression d'air dans le conduit auditif externe à l'aide d'une micro-pompe (figure 26), qui permet de créer une hyperpression ou une dépression dans le conduit [54].

➤ **Interprétation :**

Les variations de mouvement du tympan sont enregistrées sous forme de courbe de compliance, avec en abscisse la pression (en mmH₂O) et en ordonnées le déplacement du tympan. La compliance maximale est obtenue lorsque les pressions endo et rétro-tympaniques sont équilibrées [54].

➤ **Intérêt :**

Dans l'otospongiose, le tympanogramme est généralement normal en dehors d'une amplitude parfois diminuée, témoignant d'une compliance abaissée dans les formes où l'ankylose est disséminée [34].

Dans notre série d'étude 80,95% des patients ont une compliance abaissée.

• **Réflexe stapédien :**

➤ **Principe :**

La stimulation auditive d'une oreille provoque une contraction des deux muscles de l'étrier. La voie de l'arc réflexe passe par la voie acoustique (voie stimulée) et la voie faciale (voie effectrice). Sous l'effet de la stimulation, la rigidité du système tympano-ossiculaire augmente ; la mesure des réflexes stapédiens ipsi et controlatéraux permet une localisation anatomique des structures atteintes. Le rôle du réflexe stapédien est d'augmenter le champ dynamique de l'audition (protection de la cochlée, diminution de la fatigue auditive) [54].

➤ **Réalisation :**

Avoir vérifié la normalité du tympanogramme, on soumet l'oreille à un son pur d'intensité variable. Ce son provoque une contraction ipsi et controlatérale du muscle

stapédien, une rigidification du système tympano-ossiculaire, et un mouvement du tympan. Ce mouvement fait varier la pression dans le conduit auditif externe, et cette variation est enregistrée par un capteur de pression (On enregistre ainsi l'absence ou la présence du réflexe, son seuil (test de Metz) et sa fatigabilité (Decay test) [54].

➤ **Intérêt :**

L'absence du réflexe stapédien est un argument majeur pour le diagnostic de l'otospongiose [34].

Dans les formes débutantes, on peut retrouver un effet on/off, traduit par une double déflexion négative au début et à la fin du stimulus sonore pouvant encadrer un réflexe d'aspect normal. La première déflexion est retrouvée chez 40% des sujets sains [59]. C'est la deuxième déflexion qui est pathologique et pathognomonique. Elle témoigne d'une brusque augmentation de la compliance du système tympano-ossiculaire au début et à la fin du stimulus sonore. Ceci est dû au dégrippage brutal de la platine, partiellement ankylosée [34].

90,47% des patients de notre étude n'ont pas de réflexe stapédien.



Figure 26. Tympanométrie[58]

4. Imagerie de l'otospongiose:

La place de l'exploration radiologique dans la prise en charge de l'otospongiose est déterminante depuis l'avènement de la tomodensitométrie spiralée en coupes fines et de ses perfectionnements. Par ailleurs, l'imagerie constitue un outil capital dans l'investigation des échecs et complications de la chirurgie[34].

4.1. Tomodensitométrie

Elle a quatre objectifs principaux :

- Confirmer le diagnostic (qui reste clinique) ;
- Dépister les variations anatomiques et les anomalies associées constituant des écueils opératoires ;
- Evaluer le pronostic en fonction de la localisation des foyers otospongieux ;
- Rechercher une éventuelle association pathologique.

❖ **Diagnostic radiologique :**

Même si le diagnostic de l'otospongiose peut être fait uniquement par la clinique, la TDM permet de faire le diagnostic différentiel avec d'autres causes de surdité de transmission à tympan normalet au réflexe stapédien aboli [34].

▪ **Technique d'étude :**

Un scanner haute résolution des rochers est réalisé, si possible centré sur les cavités tympaniques, l'oreille interne et le méat auditif interne. L'exploration scannographique doit comprendre l'ensemble du rocher depuis l'écaille du temporal jusqu'au foramen stylo-mastoïdien. Le plan d'acquisition classique est orbito-méatal, ce qui autorise une acquisition dans le plan du canal semi-circulaire latéral. Ce plan d'acquisition a comme désavantage de passer par le cristallin. L'acquisition scannographique passant au-dessus de l'orbite (flexion cervicale) permet théoriquement de réduire la dose délivrée au cristallin, mais impose la réalisation de rétro-reconstructions pour l'analyse scannographique dans le plan de référence, à

savoir des coupes axiales passant par le canal semi-circulaire latéral. Les rétro-reconstructions dans le plan coronal sont réalisées dans un plan orthogonal au précédent [34].

L'épaisseur des coupes est de 0,5 à 0,6 mm, avec un intervalle de coupes de 0,2 mm. Les fenêtres cochléaire et vestibulaire sont ainsi visualisables sur environ huit coupes chacune [34].

La platine normale a un aspect régulier et apparaît moins dense que l'os labyrinthique environnant. Son épaisseur est en moyenne de 0,5 mm et une valeur supérieure à 0,7 mm est pathologique. La TDM a un effet loupe car l'épaisseur réelle d'une platine est en général de 0,25 mm [34].

Grâce à l'avènement des rétro-reconstructions sur consoles, il est possible de réaliser des reconstructions multi-planaires, ce qui permet d'étudier la chaîne ossiculaire à la recherche d'anomalies associées [34].

▪ **Aspect tomодensitométrique des foyers otospongieux :**

Un foyer apparaît sous la forme d'une hypodensité focale au sein de la capsule labyrinthique. Sa localisation principale est en avant de la fenêtre vestibulaire, au contact de l'implantation de la branche antérieure de l'étrier, c'est-à-dire en avant et en dehors du vestibule. D'autres zones peuvent être atteintes comme la région péricochléaire, ou en avant du méat auditif interne, ou encore dans la partie postérieure de la capsule labyrinthique et au niveau de la couche labyrinthique moyenne antérieure [34].

Veillon [60] classe l'otospongiose en quatre types tomодensitométriques en fonction de la localisation et de l'étendue des foyers, les types I et IV étant subdivisés en deux catégories :

- Type Ia : atteinte isolée de la platine, épaissie (supérieure à 0,6 mm) et hypodense (figure 27).

- ✓ Type Ib : hypodensité pré-stapédienne inférieure ou égale à 1 mm, sans extension à la couche labyrinthique moyenne antérieure.
- ✓ Type II : hypodensité pré-stapédienne de diamètre supérieur au millimètre, sans contact avec la lumière cochléaire (figure 28).
- ✓ Type III : hypodensité pré-stapédienne supra-millimétrique en contact avec la lumière cochléaire (figure 29).
- ✓ Type Iva : hypodensités péri-cochléaires, dans la couche moyenne de la capsule labyrinthique (figure 30).
- ✓ Type Ivb : hypodensités labyrinthiques postérieures autour de la lumière des canaux semi-circulaires ou du vestibule (figure 31).

Il n'y a pas de corrélation systématique entre la taille, la localisation ou le nombre de foyers otospongieux et le degré ou le type d'hypoacousie. De plus, un scanner normal (environ 9% des cas [61]) n'élimine pas le diagnostic. En cas de forte présomption clinique et en l'absence d'argument pour une autre étiologie, le diagnostic de certitude ne peut être fait que lors de l'exploration chirurgicale de la chaîne ossiculaire [34].

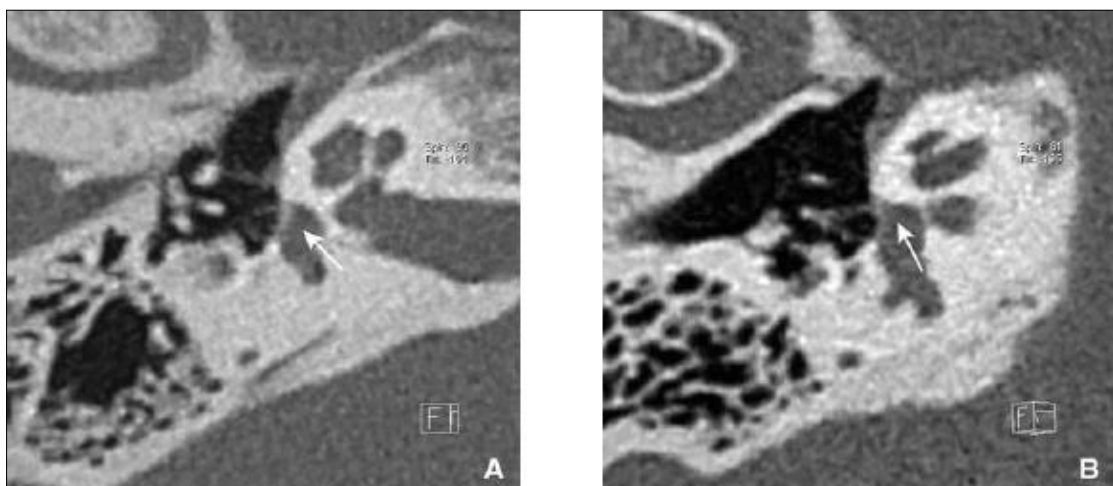


Figure 27. Epaissement platinaire antérieur (flèche). Foyer otospongieux de type Ia de la classification de Veillon (A, B) [34].

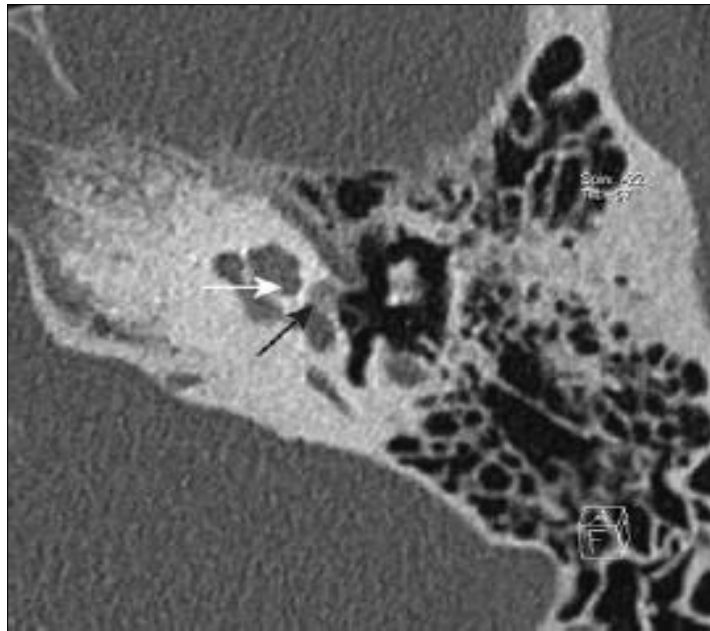


Figure 28. Hypodensité pré-stapédienne de 2mm (flèche noire) ; absence de contact avec la lumière cochléaire (flèche blanche). Foyer otospongieux de type II de la classification de Veillon [34].

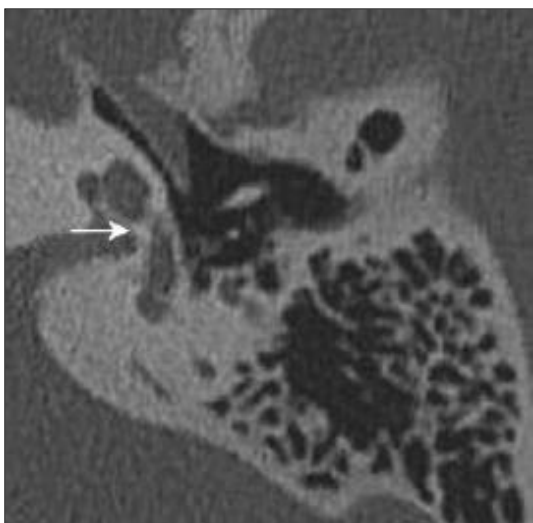


Figure 29. Hypodensité Préstapédienne en contact avec la lumière Cochléaire (flèche)
Foyer otospongieux de type III de la Classification de Veillon [34].

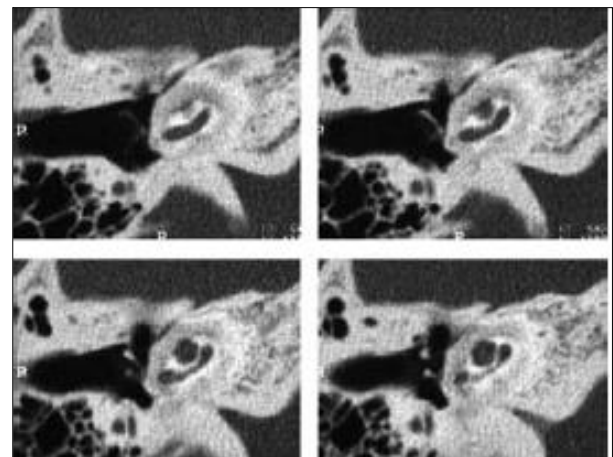


Figure 30. Hypodensité du labyrinthe antérieur. Otospongiose péri-cochléaire de type IV selon la classification Veillon [34].

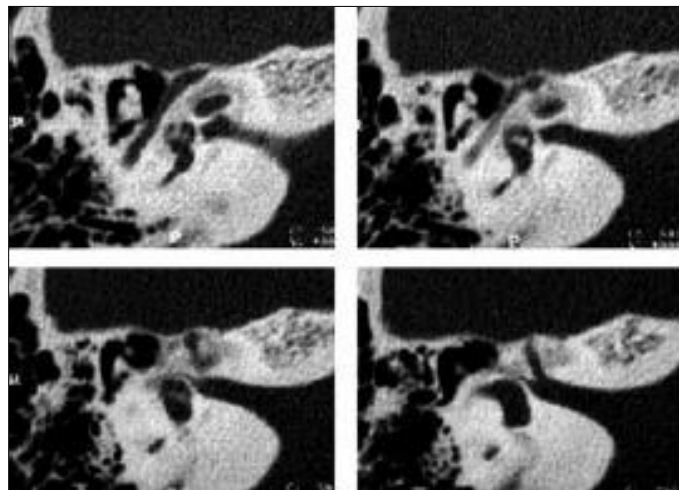


Figure 31. Hypodensité du labyrinthe postérieur, ici aux dépens des canaux semi-circulaires. Otospongiose de type Ivb selon Veillon [34].

▪ **Evaluation du pronostic :**

Le critère pronostique principal en TDM est la présence d'une atteinte associée de la fenêtre cochléaire (7% – 10% des cas) [60]. L'extension du foyer otospongieux à la fenêtre ronde ou la présence d'un éventuel foyer synchrone est considérée comme un facteur de mauvaise réponse chirurgicale. De plus, l'association d'une malformation de l'oreille interne (comme un élargissement de l'aqueduc du vestibule, une dysmorphie des canaux semi-circulaires) ou d'une anomalie morphologique cochléaire est considérée comme un facteur de labyrinthisation post-chirurgicale [34].

▪ **Etude anatomique préopératoire :**

On recherche une procidence du canal facial tympanique pouvant gêner l'abord de la platine en entraînant un risque majoré de paralysie faciale. Cette saillie de la deuxième portion du VII dans la moitié inférieure du récessus ovalaire est au mieux visualisée sur les reconstructions coronales [34]. Les autres osselets sont aussi attentivement étudiés. On vérifie l'intégrité de la longue apophyse de l'enclume, site de fixation principal du piston. Par ailleurs, un éventuel blocage du marteau à une paroi de l'épitympanum par un pont calcifié doit être étudié [34].

L'exploration scannographique recherche également des signes directs ou indirects d'artère stapédienne persistante, à savoir une image nodulaire située entre les deux bras de l'étrier, un aspect dilaté du canal facial dans sa portion tympanique antérieure et l'absence de foramen épineux [34].

▪ **Association pathologique [34] :**

Avec une otite chronique : poche de rétraction et cholestéatome sont normalement diagnostiqués lors de l'otoscopie ; des séquelles à type de tympanosclérose peuvent se rencontrer, notamment sous la forme de calcifications atticales.

Avec une malformation : vestibule, canal semi-circulaire latéral, platine et ligament annulaire peuvent être concernés. La recherche d'anomalies congénitales à ce niveau est capitale car celles-ci peuvent obérer le résultat postopératoire.

Avec une oreille geysier : absence de visualisation du modiolus cochléaire ; son agénésie est une contre-indication chirurgicale au remplacement prothétique du stapes.

Dans notre étude le scanner a été réalisé chez tous nos patients (100 % des cas), dont 9,52% des cas était anormal.

4.2. Imagerie par résonance magnétique :

L'IRM a peu de place dans la démarche diagnostique ou en préopératoire.

L'étude en résonance magnétique du paquet acoustico-facial et du labyrinthe membraneux peut cependant compléter l'exploration d'une oreille geysier, en utilisant des coupes infra-millimétriques pondérées en T2 pour rechercher les anomalies morphologiques du modiolus. Un foyer en situation pré-vestibulaire ou péricochléaire peut être découvert de manière fortuite lors de la recherche d'un neurinome. Enfin, l'IRM peut se révéler utile dans les cas d'otospongiose péricochléaire où les foyers sont parfois difficilement visualisables en TDM, ainsi que dans les situations de

labyrinthisation importante où l'implant cochléaire est discuté [34].

Concernant les caractéristiques IRM des foyers otospongieux, la séquence T1 retrouve le plus souvent un hypersignal. L'injection de gadolinium peut montrer un rehaussement du signal au niveau des foyers, traduisant une lésion active. La pondération en T2 est moins contributive même si elle peut aider à identifier des lésions actives en complément du T1. L'IRM permet ainsi d'évaluer le degré d'activité des foyers otospongieux, rehaussés après injection de gadolinium lorsqu'ils sont actifs car très vascularisés [62].

L'IRM postopératoire s'avère en revanche très utile dans certaines situations, notamment en cas de labyrinthisation postopératoire : on recherche des signes de labyrinthite, d'hémorragie intravestibulaire ou encore un granulome centré sur la fenêtre ovale [34].

IV. La prise en charge chirurgicale :

Le traitement chirurgical de l'otospongiose constitue indiscutablement l'option de choix dans la prise en charge thérapeutique, mais sa mise en œuvre impose le respect de principes essentiels.

1. Indication opératoire :

Le traitement de la surdité chez un patient ayant une otospongiose peut reposer sur : [15]

- Une abstention thérapeutique et une surveillance clinique étroite lorsque la surdité est socialement peu gênante et que la perte auditive ne dépasse pas une trentaine de décibels. Les traitements médicaux de l'otospongiose n'ont pas fait preuve de leur efficacité ;
 - Un appareillage audioprothétique soit lorsque le patient le souhaite, soit lors d'une contre-indication à l'anesthésie ou à l'acte opératoire (notamment en cas d'oreille unique). Il doit toujours être proposé comme une alternative à un acte chirurgical en expliquant au patient les avantages et les inconvénients de cette attitude. Cet appareillage audio prothétique donne de bons résultats lorsqu'il existe une surdité de transmission prédominante avec une bonne intelligibilité en audiométrie vocale. Il faut souligner auprès du patient que cette alternative n'agit pas sur l'évolution de la maladie otospongieuse.
 - L'indication opératoire repose sur l'analyse des facteurs auditifs et généraux ; elle doit être particulièrement discutée en cas d'otospongiose unilatérale avec audition controlatérale normale.
- ❖ Les facteurs auditifs évaluent la sévérité de l'atteinte :
- Une surdité socialement gênante avec un déficit audiométrique en

- conduction aérienne excédant 30 db sur les fréquences conversationnelles ;
- Une surdité de transmission avec un Rinne d'au moins 20 db sur les fréquences 500 Hz ou 1000 Hz ;
 - Une bonne intelligibilité en audiométrie vocale ;
 - La présence d'un foyer otospongieux sur un examen tomодensitométrique en haute résolution.
- ❖ Les facteurs généraux utiles pour poser l'indication opératoire sont les suivants :
- L'absence de contre-indication à l'anesthésie locale ou générale ;
 - La possibilité d'obtenir un champ opératoire exsangué, pouvant nécessiter l'arrêt d'un traitement anticoagulant ou antiagrégant plaquettaire ;
 - La compréhension et l'acceptation des risques opératoires par le patient, après une information claire et complète délivrée par le chirurgien ;
 - Le recueil d'un consentement éclairé.

2. Les contre-indications de la chirurgie :

La notion d'oreille unique ou l'association de l'otospongiose avec une malformation cochléo-vestibulaire sont des contre-indications formelles à la chirurgie.

En cas d'otospongiose bilatérale, il est habituel de commencer par l'oreille dont la conduction aérienne est la plus basse. On respectera un délai minimum de six mois à un an avant d'opérer la deuxième oreille.

Un dysfonctionnement tubaire constitue une contre-indication relative de la chirurgie : il est préférable de traiter ce dysfonctionnement avant l'intervention pour

que les conditions opératoires soient satisfaisantes et qu'il n'y ait pas de risque de rétraction tympanique après la pose du piston.

La présence de certains signes cliniques, l'exercice de professions particulières et/ou la pratique de loisirs doivent conduire à la prudence ou à une information spécifique :

- Une profession exposant aux bruits intenses, nécessite une suppression de l'exposition dans les semaines suivant l'intervention et doit conduire à envisager une protection auditive adaptée avant la reprise du poste.
- L'intervention doit être discutée pour les patients appartenant au corps des armées ou de la police, car la chirurgie de l'otospongiose entraînera une inaptitude au bruit intense et impulsif (déflagration) ;
- Les professionnels du goût seront sensibilisés au risque lié à une possible lésion de la corde du tympan ;
- Les musiciens seront particulièrement informés du risque d'atteinte neurosensorielle avec distorsion sonore ;
- Les plongeurs seront avertis de la contre-indication à la pratique de la plongée sous-marine en postopératoire.

3. Temps opératoires :

3.1 Installation du malade : [15]

Le patient est placé en décubitus dorsal. Une légère inclinaison proclive de la table permet de réduire la pression veineuse céphalique et donc le saignement dans le champ opératoire. La tête est, selon les chirurgiens, soit laissée libre, soit placée dans une têtère afin de limiter sa mobilité, soit immobilisée à l'aide d'un sparadrap. Tout changement de position de la tête requiert une bascule de la table d'opération. Le chirurgien doit être placé du côté de l'oreille opérée, confortablement assis sur un

siège dont on peut aisément régler la hauteur avec une pédale. Les genoux doivent pouvoir être placés confortablement sous la table d'opération. Le bras du microscope est, à la demande, déplacé au cours de l'intervention afin de toujours avoir une excellente vision sur la zone opératoire. Une aspiration dont l'intensité peut être contrôlée par une pédale peut avoir son utilité.

3.2 Type d'anesthésie :

La chirurgie de l'otospongiose peut faire appel à deux types d'anesthésie :

- **Anesthésie locale :**

L'anesthésie locale impose que le patient soit clairement informé du déroulement de l'intervention. Les patients anxieux, pusillanimes, sensibles à la douleur, comprenant difficilement les impératifs de l'anesthésie locale sont de bons candidats à l'anesthésie générale. Aucune prise d'acide acétylsalicylique et d'anti-inflammatoires non stéroïdiens ne doit être administrée durant les quinze jours qui précèdent l'intervention. Le bilan de l'hémostase avant l'intervention doit comporter un temps de saignement, une numération des plaquettes, un temps de céphaline activée (TCA) et un taux de prothrombine (TP)[63].

Durant l'intervention, une surveillance devrait être assurée par un monitoring cardiovasculaire.

L'anesthésie locale est réalisée avec une solution adrénalinée (type Xylocaïne® Adrénaline® 1 %) injectée dans le sillon rétro-auriculaire (3 ml environ) et dans l'espace inter-trago-hélicéen (3 ml environ). L'infiltration du méat acoustique externe est ensuite réalisée dans le quadrant postéro-supérieur du méat acoustique externe, à la jonction du méat osseux et cartilagineux. Une seule piqûre est réalisée ; l'infiltration (2 à 4 ml) très lente permet le décollement, sous le contrôle de la vue, de l'ensemble de la paroi postéro-supérieure du méat acoustique jusqu'au sulcus [63].

- **Anesthésie générale :**

L'otospongiose survient le plus souvent chez les adultes jeunes. Leur état général est généralement bon, avec un faible taux de comorbidités, ce qui facilite grandement la réalisation de l'anesthésie générale, qui est de type narco analgésie intraveineuse et/ou inhalation [15].

La sécurité de l'intervention chirurgicale et son succès fonctionnel sont en partie optimisés par la présence d'un champ opératoire le moins hémorragique possible. Les facteurs qui aggravent les saignements par des brèches vasculaires chirurgicales sont liés à l'augmentation du flux artériel tissulaire, à la stase veineuse ainsi que les troubles de la coagulation. Il est donc nécessaire d'arrêter les antiagrégants plaquettaires et les AVK 7 jours avant la chirurgie [15].

La qualité de l'anesthésie générale y contribue également, permettant la réalisation d'une hypotension contrôlée. Ainsi, un protocole d'anesthésie générale pour la chirurgie de l'otospongiose doit permettre, grâce à la ventilation assistée, un certain degré d'hypocapnie, contrôlée par la capnométrie et la mesure de la fraction expirée du gaz carbonique. C'est une aide à la maîtrise tensionnelle grâce à la répercussion sur le débit sanguin. La surveillance peropératoire doit être stricte portant sur la surveillance de la pression artérielle, l'oxymétrie et le pouls. La position proclive est également utilisée, permettant une diminution de la pression artérielle locale de 2mmHG [15].

Elle se fait soit par inhalation d'halogénés, isoflurane le plus souvent, ou par voie intraveineuse. La première procure une bonne stabilité hémodynamique, une grande facilité d'utilisation, et un coût faible, mais elle majore l'incidence des nausées et des vomissements. L'anesthésie intraveineuse, avec le propofol, dont le pouvoir antiémétique a été confirmé, procure une excellente qualité de réveil. Cependant, elle présente l'inconvénient du saignement peropératoire ainsi que le risque vital, et le

risque de déplacement du piston dû aux efforts de toux lors de l'extubation du patient.

De manière habituelle un protocole mixte est utilisé avec : [64]

- Induction au propofol : par voie intraveineuse, elle réduit la tension artérielle moyenne avec pour effet une diminution de la RVP. Il a aussi l'avantage de préserver l'autorégulation de la circulation cérébrale et cochléaire, en maintenant un flux constant malgré les variations de perfusion dues à l'hypotension provoquée.
- Entretien aux halogénés, essentiellement l'isoflurane.
- Analgésie avec fentanyl ou sufentanil : Elle a l'avantage d'avoir un effet chronotrope négatif important, qui neutralise la réaction catécholaminergique et la réaction tachyphylactique. Provoque une diminution du flux artériel périphérique. Le débit coronarien est préservé malgré l'hypotension artérielle, car la bradycardie permet de prolonger le temps de perfusion coronarienne. L'association propofol/fentanyl a le grand avantage de ne pas causer les nausées et vomissements postopératoires.

La prémédication, la veille de l'intervention, permet de mieux neutraliser la réaction adrénérgique du stress. Elle associe un anxiolytique en début de soirée et un somnifère au coucher. Le matin, 1 h avant l'intervention, le patient reçoit un sédatif.

Dans notre étude tous nos patients ont été opérés sous anesthésie générale.

3.3 Instrumentation : [65,66]

➤ Les stapédotomies sont effectuées à l'aide de microscopes chirurgicaux (figure 32), ou bien par l'utilisation des endoscopes (figure 33).



Figure 32. Stapédotomie effectuée par microscopie



Figure 33. Stapédotomie effectuée par endoscopie

➤ Après avoir décollé le lambeau tympanoméatal, on place les deux écarteurs auto statiques à l'entrée du conduit auditif externe pour exposer l'oreille.

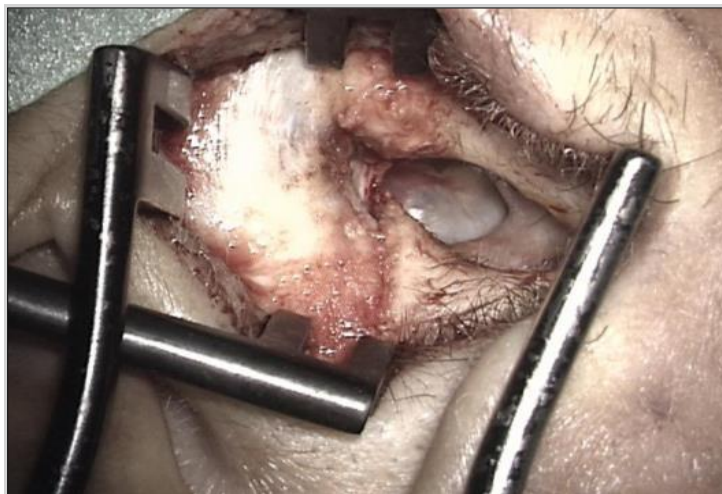


Figure 34. L'exposition de l'oreille avec deux écarteurs

- Une petite curette est utilisée pour réaliser une encoche dans le cadre postérieur du tympan en prenant soin d'éviter d'endommager la corde du tympan sous-jacente (Figures 35,36).

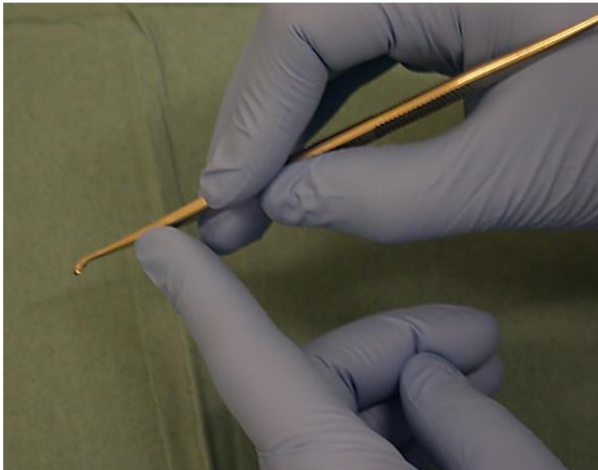


Figure 35. Tenue correcte de la curette



Figure 36. Petite curette utilisée pour effectuer une encoche osseuse dans le cadre postérieur du tympan

- Vérifier la mobilité de l'étrier (Figure 37), Si le marteau et l'enclume sont mobiles et que l'étrier est fixé ; en s'aidant d'un micro crochet de 1,5 mm à 45°

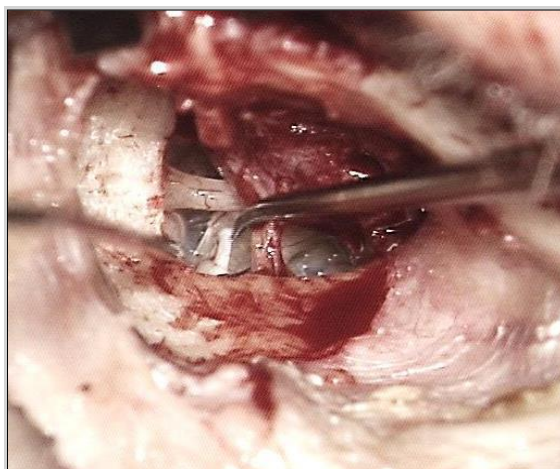


Figure 37. Vue peropératoire illustrant la vérification de la mobilité de l'étrier

- Un mesureur utilisé pour mesurer la distance entre la platine de l'étrier et la surface inférieure de l'enclume. La distance habituelle est de 4,5 mm .



Figure 38 : Mesureur de la distance entre platine et la branche descendante de l'enclume

- L'étape suivante consiste à tester la fixation de l'étrier. S'il s'avère qu'il est fixé, une pointe fine et légèrement incurvée est utilisée pour perforer la platine. Cela soulagera la pression de l'oreille interne.



Figure 39 : Pointe fine incurvée à son extrémité.

- L'étrier est ensuite désarticulé de l'enclume à l'aide d'une pointe ou d'un crochet.

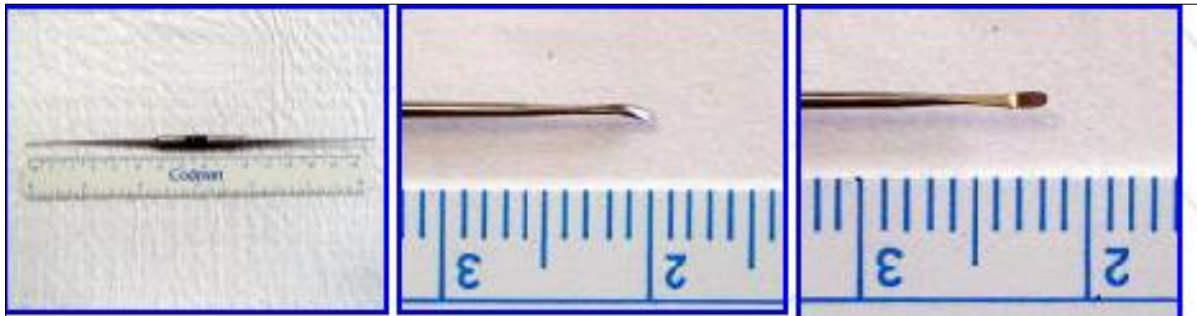


Figure 40. Les instruments permettant la désarticulation incudo-stapédienne.

- Ensuite, le tendon stapédien est coupé à l'aide d'un micro-ciseau.

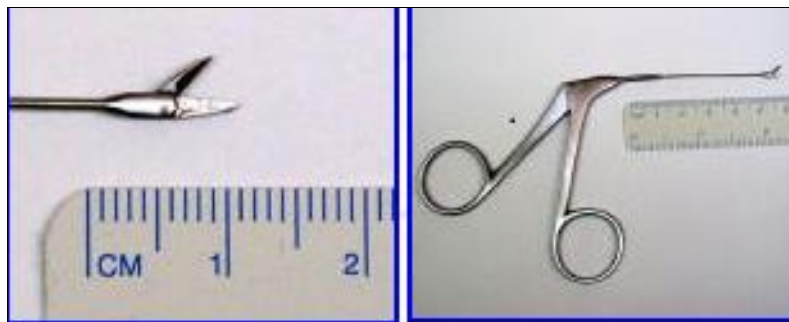


Figure 41. Micro-ciseau pour couper le tendon du muscle stapédien.

- Finalement, la superstructure de l'étrier est enlevée à l'aide d'une grande pioche. Déplacez d'abord lentement la superstructure vers le haut puis rapidement vers le bas.
- Perforer la platine (platinotomie calibrée) :

Un ensemble de quatre microperforateurs manuels de calibre croissant (0,3 à 0,6 mm) sont utilisés pour effectuer la stapédotomie.

Le microperforateur est tenu perpendiculairement à la platine de l'étrier, entre le pouce et l'index de la main droite et une rotation douce y est imprimée tandis que la main gauche le stabilise (Figure 42).



Figure 42 : Le perforateur roule légèrement entre le pouce et l'index de la main droite tandis que la main gauche le stabilise

- La platinotomie peut être réalisée par d'autres moyens, soit de façon systématique pour certains opérateurs, soit dans certaines circonstances peropératoires particulières, à l'aide de fraises diamantées ou d'un laser.
- Les Lasers qui ont été utilisés pour la chirurgie stapédienne sont le laser CO2, KTP, Argon, Erbium : YAG et les lasers diode.



Figure 43. LASER CO2 Type 40 C
AcuPulse™

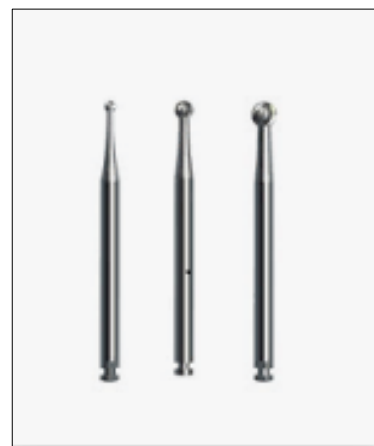


Figure 44. Fraises diamantées

➤ Insertion et clampage de la prothèse :

La prothèse est récupérée avec une pince crocodile (figures 46,47) par sa boucle en fer qui doit être placée correctement autour de la longue apophyse de l'incus. Le piston est placé au-dessus de la platine avec la boucle autour de l'enclume.

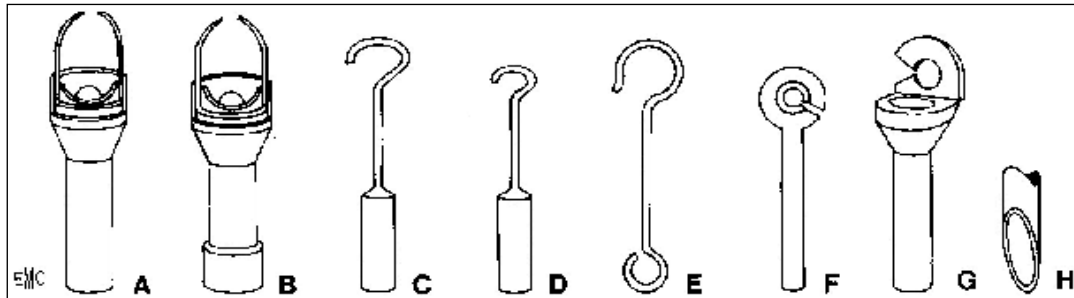


Figure 45. Différents types de piston [24].

(c) Piston cup, platine, Téflon® (Shea) ; B. Piston, plastipore (Shea) ; C. Piston Téflon® métal (Schuknecht) ; D. Piston acier inoxydable (McGee) ; E. Boucle de House métallique ; F. Piston Téflon® standard ; G. Piston cup Téflon® (Shea). H. Prothèse Téflon®.



Figure 46. pince crocodile dentelé

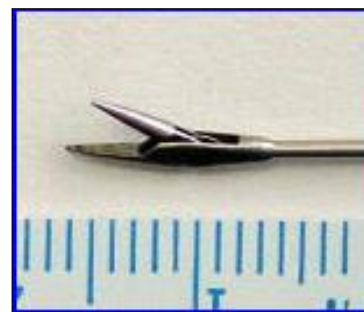


Figure 47. Pince crocodile lisse

- Le serrage est effectué au niveau de la partie la plus haut de la boucle utilisé pour fixer la prothèse au bras long de l' enclume .La figure montre l'un des différents types de sertisseurs utilisé.



Figure 48. Une pince à sertir McGee à action inverse.

3.4 Voies d'abord : [63,67]

Deux types d'incision ont été décrits : la voie du méat ou voie transméatale, la voie endaurale minimale ou voie de Shambaugh.

- **Voie du méat** (figure 49) :

Après l'infiltration, le tympan est exposé à travers un spéculum de taille adaptée au méat acoustique externe. Certains utilisent un porte-spéculum autostatiques qui permet de libérer les deux mains. L'incision cutanée est effectuée à l'aide du bistouri coudé, type bistouri de Rosen, en allant directement jusqu'à l'os, à 7 mm environ du sulcus, en suivant la courbure du sulcus afin de rester toujours à la même distance de ce dernier. La hauteur entre l'incision et le sulcus ne doit pas être trop courte afin de pouvoir correctement recouvrir par le lambeau la zone de résection osseuse qui est effectuée ultérieurement. Cette incision est effectuée de 6 heures à midi, réalisant un arc d'environ 180°.

Le lambeau est décollé jusqu'à l'annulus, en débutant par la partie postéro-supérieure dont la peau est plus épaisse, en évitant d'aspirer sur le lambeau afin de ne pas le déchirer.

L'avantage de cette voie est sa simplicité. Elle est bien adaptée à l'anesthésie locale. Elle peut être limitée en cas de méat acoustique externe étroit.

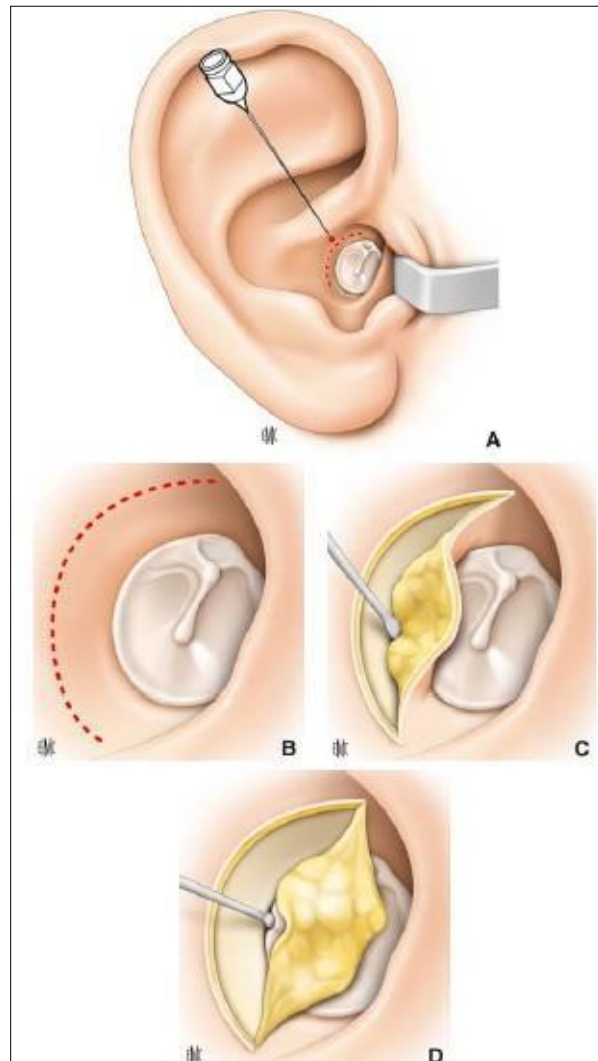


Figure 49. Voie du méat [15].

A, B. Tracé des incisions ; C. décollement du lambeau tympanoméatal ;

D. ouverture de la caisse du tympan

- **Voie endaurale minimale** (figure 50) :

La voie endaurale minimale de Shambaugh comporte deux parties : une partie intra-méatale identique à la voie du méat, et une contre-incision extraméatique, inter-hélico-tragienne jusqu'au bord inférieur du muscle auriculaire antérieur.

L'avantage de cette voie est de pouvoir placer un écarteur orthostatique et de libérer les deux mains de l'opérateur, de prélever un fragment d'aponévrose du muscle auriculaire antérieur (afin de fermer l'ouverture platinaire), et d'obtenir une vision plus large du champ opératoire, notamment en cas d'épine tympanale antérieure trop saillante. En cas de conduit étroit, on a intérêt à débiter l'intervention par le segment vertical inter-hélico-tragien. En cas de sténose congénitale ou acquise du méat acoustique externe osseux, il est parfois nécessaire en un ou deux temps d'élargir ce méat avant d'effectuer la chirurgie stapédienne. Lorsqu'un fragment d'aponévrose du muscle auriculaire antérieur a été prélevé, il est débarrassé de sa graisse, affiné et séché. En l'absence de voie d'abord endaurale minimale, et si une greffe de fermeture de la fenêtrure du vestibule est nécessaire, un fragment de la veine du dos de la main doit être prélevé en début d'intervention. L'endoveine est placée vers la caisse du tympan.

Il s'agit de la voie utilisée dans toutes les interventions de notre étude.

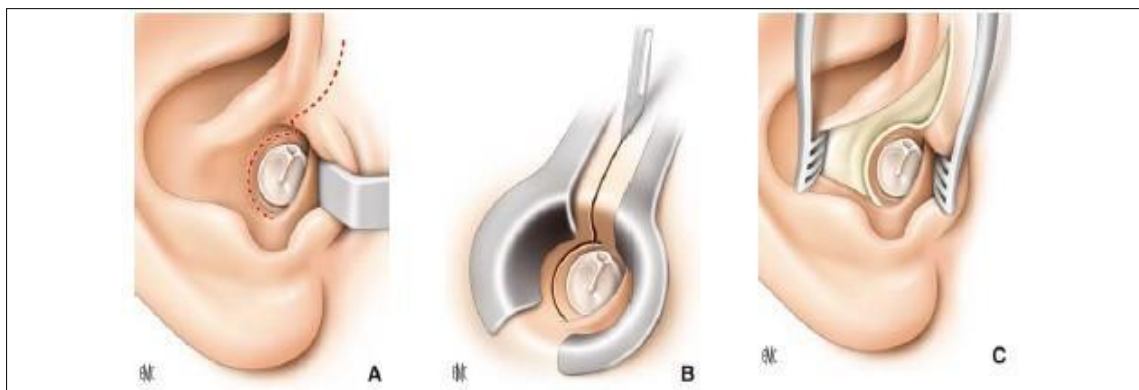


Figure 50. Voie endaurale minimale [15].

A. Tracé des incisions ; B. Incision cutanée ; C. Exposition du conduit externe.

3.5 Prélèvement du greffon d'interposition :

C'est le premier temps lorsque la décision d'une platinectomie ou platinotomie avec interposition a été prise. Il s'agit d'une interposition veineuse, aponévrotique ou périchondrale. Cependant beaucoup restent fidèles à l'interposition veineuse. C'est le plus souvent une veine du dos de la main ou du poignet. Il est recoupé de façon rectangulaire d'une longueur de 6 à 8 mm avec exérèse de l'adventice. Le greffon de l'aponévrose temporale a l'avantage, lors de l'utilisation de la voie de Shambaugh, de se prélever dans la même zone opératoire que l'incision ou par une petite incision rétro-auriculaire en cas de voie du conduit. Le procédé a l'avantage de la commodité et de la rapidité.

Un greffon de l'aponévrose temporale superficielle, préalablement préparé et asséché, est le matériel d'interposition utilisé chez deux patients de notre étude.

3.6 Les étapes de la stapédotomie :

La stapédotomie se définit par la réalisation d'un trou calibré sur la platine de l'étrier et la mise en place d'une prothèse adaptée.

Depuis le début des années 1970, la technique de stapédotomie à petit renforcement est devenue une chirurgie standard en raison du nombre réduit de traumatismes et des meilleurs résultats auditifs [1].

Chaque temps opératoire doit être effectué de façon parfaitement réglé et totalement achevé avant d'envisager de passer au suivant.

- **Temps commun :**
- ❖ Ouverture de la caisse : la désinsertion du sulcus est réalisée, de 6 à 12 heures pour faire apparaître toute la partie postérieure de la caisse : la fenêtre ovale, le promontoire, l'extrémité inférieure de l'enclume et l'étrier (Figure 51).

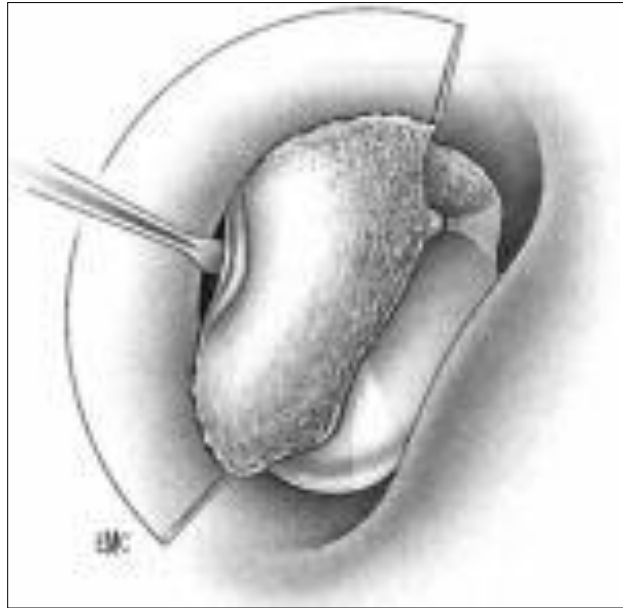


Figure 51. Ouverture de la caisse du tympan [24].

- ❖ La corde du tympan est doucement repoussée après avoir été chargée sur un microcrochet afin d'éviter son étirement sa blessure ou sa section (Figure 52).

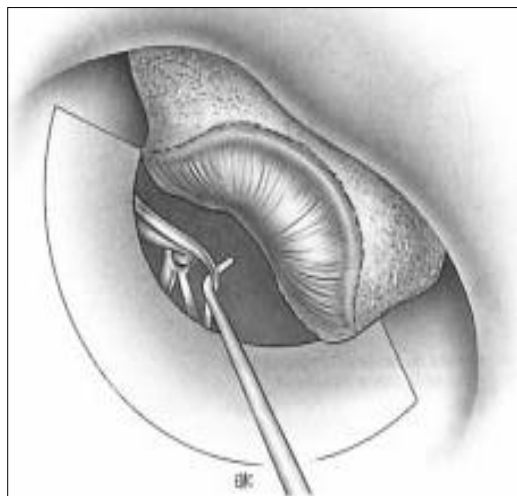


Figure 52. Décollement de la corde du tympan après ouverture de la caisse.

- ❖ Elargissement du cadre tympanique : se fait à la curette ou à la fraise, du cadre osseux postéro-supérieur (encoche de Rosen). Il permet d'exposer complètement toute la surface platinaire et en particulier la pyramide avec le tendon du muscle de l'étrier (Figure 53).

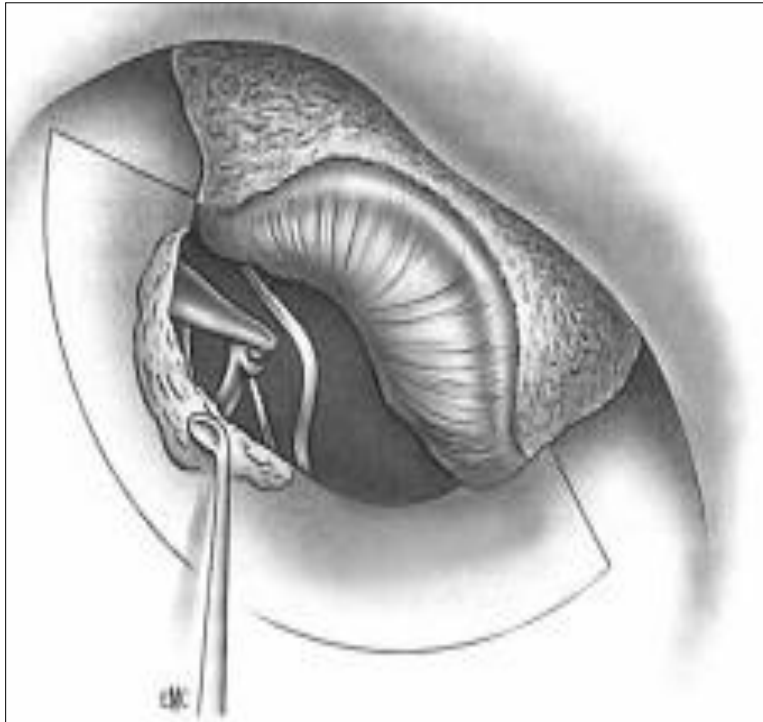


Figure 53. Encoche de Rosen[24].

- ❖ Exposition de l'articulation incudo-stapédienne : elle permet dans un premier temps de Vérifier le blocage de l'étrier et en préciser le type, vérifier également la mobilité de l'enclume et du marteau pour éliminer une ankylose incudomalléolaire.
- ❖ Effectuer une platinotomie de sécurité : la platinotomie est centrée de façon à avoir la possibilité de rattraper la platine au cas où celle-ci se mobilise lors de la fracture des branches de l'étrier. Le trou est réalisé à la pointe ou à l'aide d'une microtréphine ou de fraises diamantées de petit diamètre. Il peut être réalisé au laser (Figure 54).

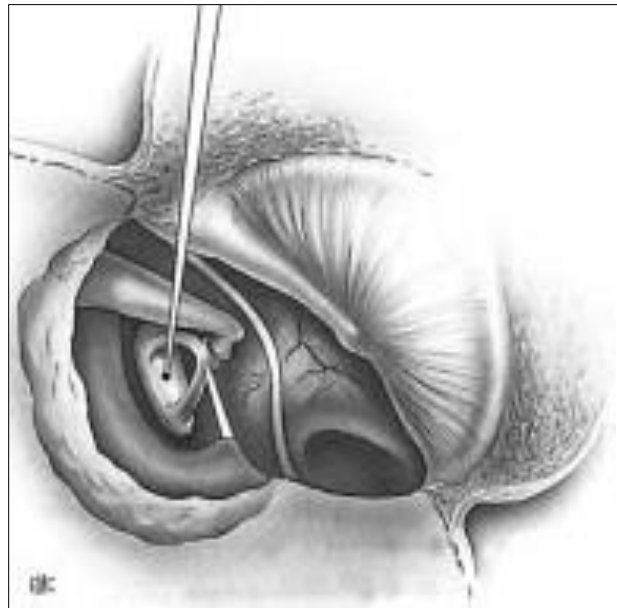


Figure 54. Trou de sécurité au centre de la platine [24].

En dehors du trou de sécurité, toute action sur la platine doit être précédée de :

- ❖ La section du tendon de l'étrier (ténotomie). Elle est effectuée à l'aide des ciseaux droits de Zollner, parfois au crochet voir une section plus facile dans les cas des interventions au laser. Certains auteurs ont essayé de le conserver [68,69] mais cette conservation est peu compatible avec les conditions nouvelles de transmission incudo-vestibulaire par un axe unique créée par l'intervention (Figure 55).

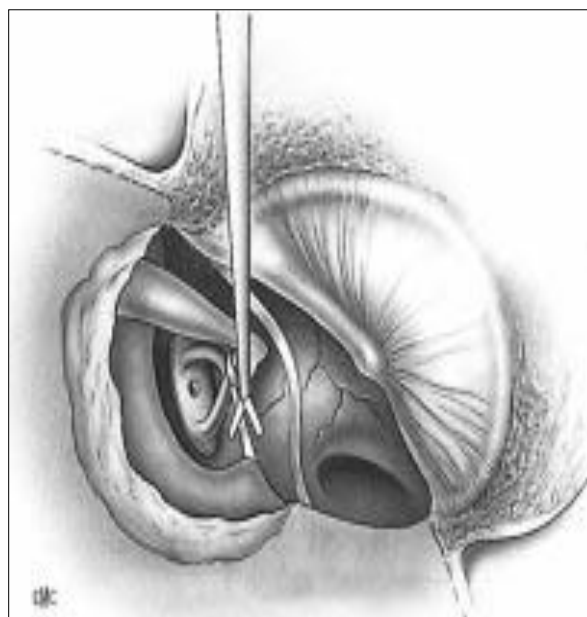


Figure 55 : Section du tendon du muscle de l'étrier [24].

- ❖ Capsulotomie de l'articulation incudo-stapédienne. Elle se réalise au crochet et désinsère l'apophyse lenticulaire de la tête de l'étrier (Figure 56).

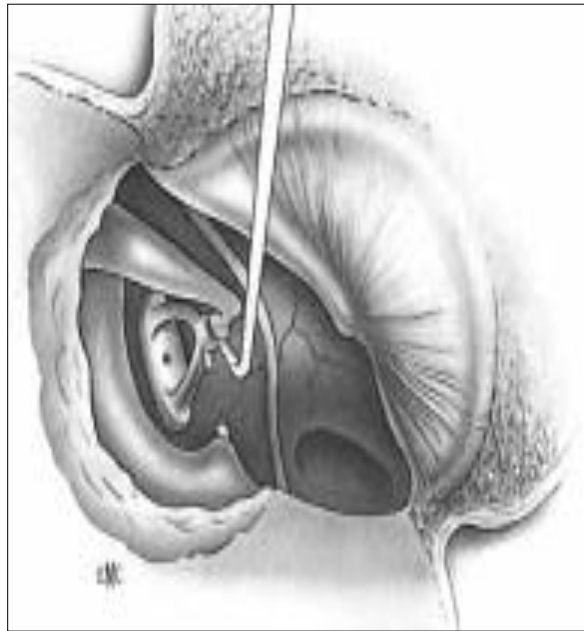


Figure 56. Désarticulation incudostapédienne [24].

- Résection des superstructures de l'étrier :

Le micro-crochet bascule l'étrier vers le nerf facial et fracture ainsi les deux branches stapédienne. Le mouvement doit être réalisé avec douceur pour empêcher que la platine ne soit entraînée avec la branche stapédienne où qu'elle ne soit complètement fissurée. Si la palpation stapédienne montre la possibilité d'une telle éventualité, un fraisage à la microfraise de la branche antérieure et postérieure permet de garder intacte la platine. L'usage du laser permet une fracture plus aisée des branches et élimine ainsi le risque de stapédoctomie totale involontaire [24,68].

Sur la figure 58 Les ciseaux (Crurotomy) sont utilisés pour la section des branches antérieure et postérieure de l'étrier au contact de la platine [66].

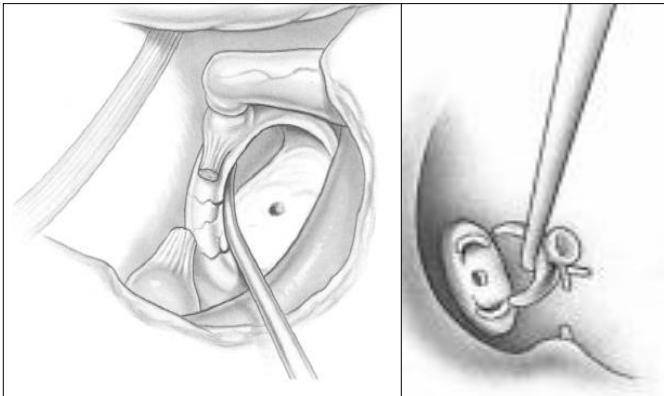


Figure 57. Section des branches de l'étrier par un mouvement de bascule [70]

Figure 58. Superstructure de l'étrier réséquée [66]

- La distance entre la platine conservée et la surface latérale de l'enclume est mesurée à l'aide de dispositifs de mesure calibrés de longueur connue (Figure 59). Le chirurgien doit être familier avec la prothèse à utiliser pour savoir s'il doit mesurer la surface médiale ou latérale de l'enclume. [66]

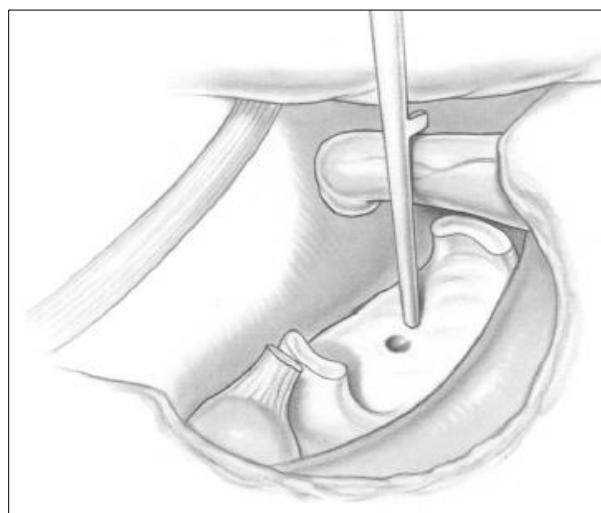


Figure 59. Mesure de la distance entre la surface latérale de l'enclume et la Platine de l'étrier.[70]

- **Les différentes techniques de réalisation de platinotomie calibrée :**
 - La fenestration sur une platine fixe peut être réalisée à la tréphine à main (à l'aide d'un perforateur), à la microfraise, ou au laser . La technique idéale doit permettre de réaliser un trou rond complet sans endommager directement le vestibule de l'oreille interne.
 - ❖ **Platinotomie calibrée à la tréphine :**

A partir du trou de sécurité platinaire, l'orifice de platinotomie est progressivement calibré à l'aide de trois tréphines acérées de diamètre croissant : 0,4 mm puis 0,6 mm puis 0,8 mm. Les tréphines sont manipulées avec douceur, en leur imprimant entre deux doigts (pouce et index) des petits mouvements de rotation circulaire, afin de pratiquer un orifice parfaitement calibré (figure 60). A ce stade, on obtient, dans la majorité des cas, un orifice parfaitement circulaire et calibré.

La figure 13 montre la réalisation d'une platinotomie calibrée de 0,5 mm. [71]

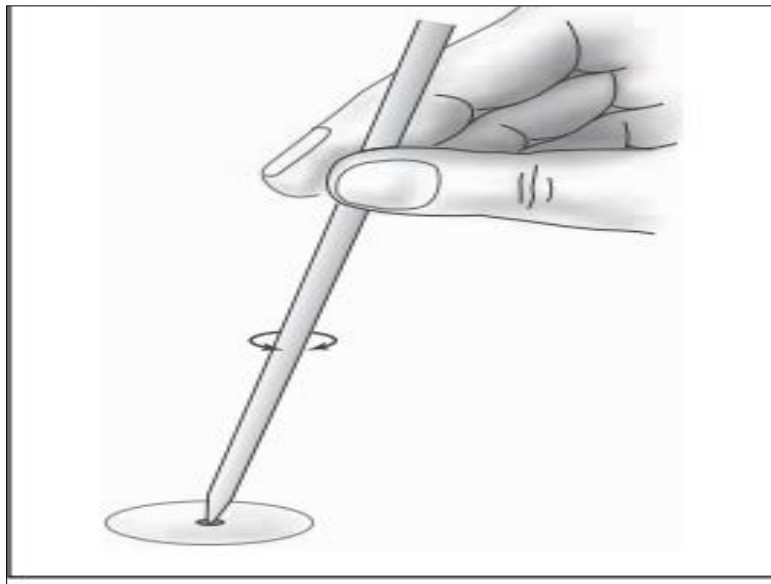


Figure 60. Réalisation d'une platinotomie à la tréphine[71]

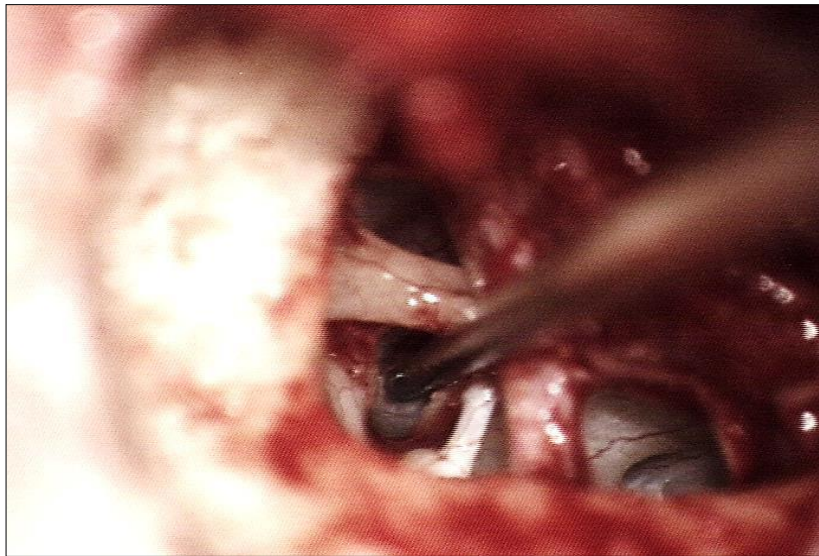


Figure 61. Réalisation d'une stapédotomie de 0.5mm [66]

❖ **Platinotomie calibrée à la microfraise diamantée :**

La stapédotomie est créée avec une fraise diamantée dans un microforet électrique. La fraise est centrée à l'union des tiers moyen et postérieur de la plaque plantaire (c'est le point le plus éloigné du saccule et de l'utricule) et une très petite pression est exercée pendant le forage (Figure 62). On prend soin de ne pas aspirer la périlymphe après la stapédotomie a été réalisée. [66]

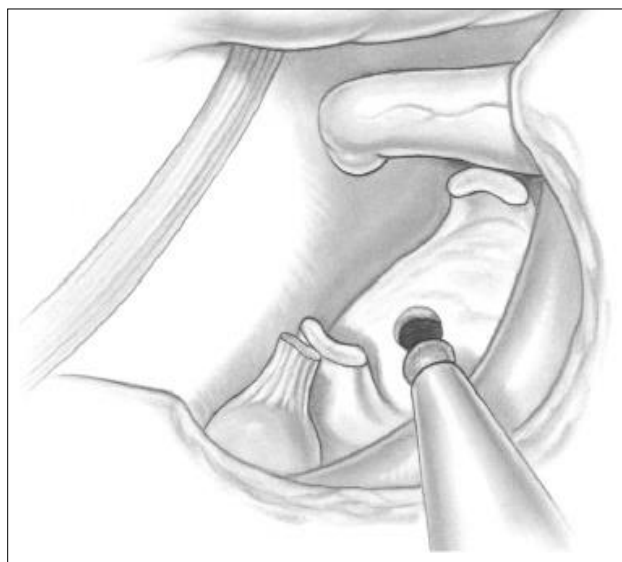


Figure 62. Le microforet avec une fraise diamantée est utilisé pour créer la fenestration à la jonction du tiers moyen et postérieur de la de la platine de l'étrier.[70]

- **La mise en place de la prothèse :**

La technique de mise en place du piston consiste à glisser le pied du piston dans l'orifice de platinotomie et à faire doucement pivoter la boucle pour la clipper sur la branche descendante de l'enclume. Il est essentiel de tenir la prothèse avec un bon angle. (Figure 63). [66]

Sa longueur est comprise le plus souvent entre 3,5 mm et 4,25 mm. Rarement moins, la moyenne de 3,75 mm correspond à la majorité des cas.

Le diamètre du piston utilisé dans notre étude est de 0,6 mm pour tous nos patients.

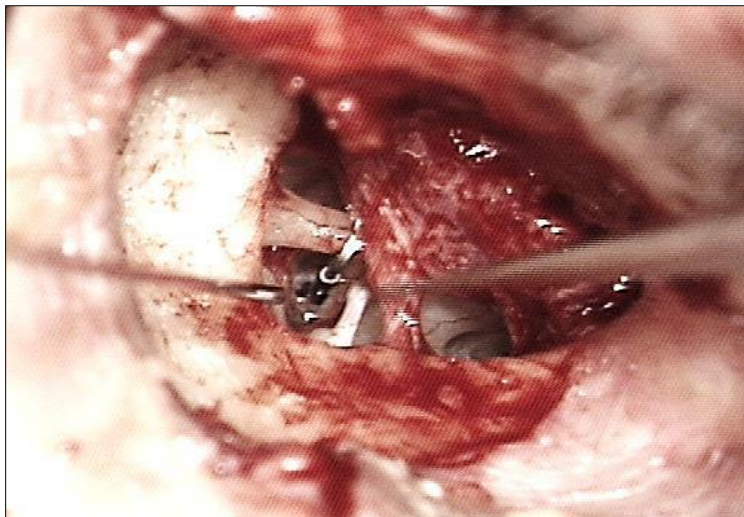


Figure 63. Vue peropératoire montrant le dispositif prothétique en place ; La boucle est accrochée à l'enclume et le piston reposant sur la platine. [66]

A ce stade, on peut évaluer si la prothèse est trop longue et doit être raccourcie ou trop courte devant être remplacée.

Dès que le piston est placé dans la platinotomie, la boucle de la prothèse est serrée à l'aide d'une grande pince crocodile lisse afin de réaliser un couplage plus stable de la prothèse et de l'enclume. On répète le geste avec une pince crocodile plus petite (Figure 64).

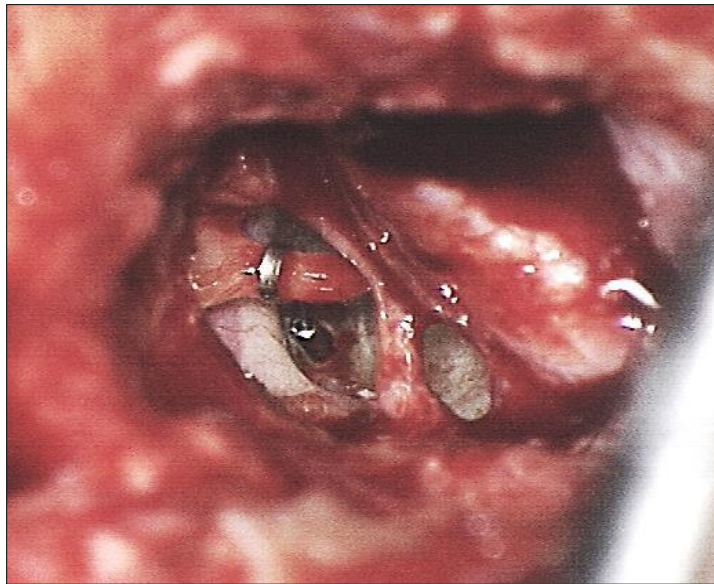


Figure 64. Vue peropératoire montrant une prothèse insérée sur le piston dans la stapédotomie. [66]



Figure 65. Mise en place d'un piston
Téflon T standard dans la stapédotomie
[24]

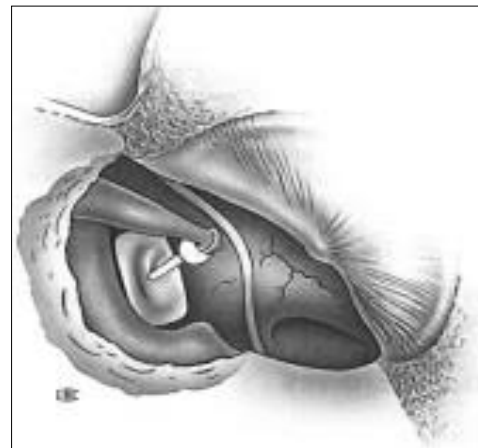


Figure 66. Mise en place d'un piston
Cup dans la stapédotomie[24]

Une angulation correcte du piston par rapport à la platine est cruciale pour obtenir de bons résultats acoustiques. Le piston doit avoir un angle droit avec la platine pour éviter le contact avec les bords osseux de la stapédotomie. Ceci occasionne en effet une atténuation des vibrations et réduit la transmission du son [66] (Figure 67).

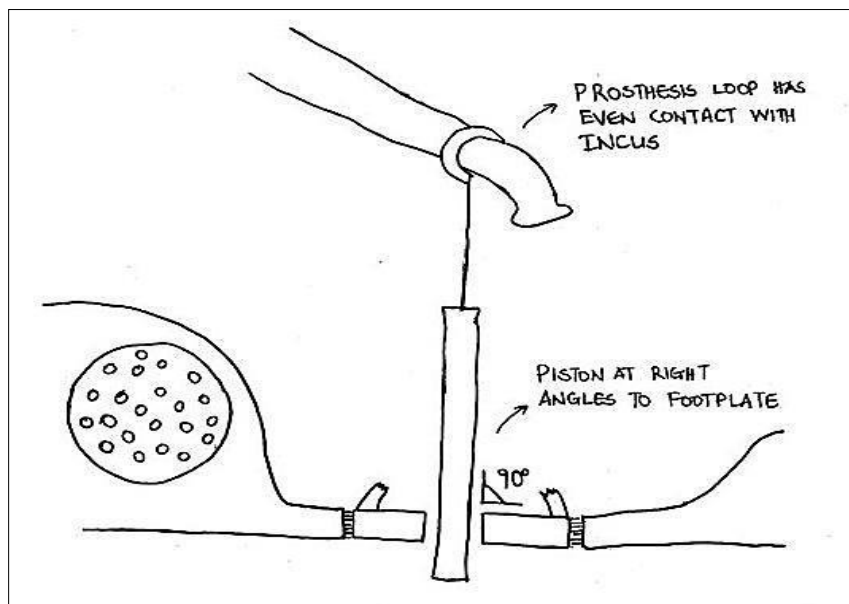


Figure 67. Représentation schématique de la position de la prothèse qui doit être perpendiculaire à la platine pour obtenir des résultats fonctionnels auditifs optimaux. [66]

La mobilité du montage sera testée en fin d'intervention et permet de vérifier par la palpation et l'observation que le piston coulisse sans résistance à travers l'orifice de platinotomie.

3.7 Les variantes de la stapédotomie :

➤ La stapédotomie à étapes inversées par Ugo Fisch :

En 1994, la stapédotomie de Fisch à étapes inversés a été introduite [72]. Il a décrit une variante dans la séquence des temps opératoires de la stapédotomie afin de réduire les complications liées à la fois à l'enclume (luxations ou subluxations) et à la platine (subluxations ou fractures ou platines flottantes). Le point de départ du

schéma de la chirurgie est l'exposition de la fenêtré ovale, comme décrit précédemment.

- Vérifier la mobilité de la chaîne ossiculaire et confirmer la fixation de l'étrier
- Déterminer la longueur de la prothèse et la tailler en conséquence
- Réaliser la stapédotomie
- Mettre en place la prothèse et la clipper à l'enclume. L'étrier est encore intact
- Couper le tendon du muscle stapédien et réséquer la superstructure du stapes (Figure 68)

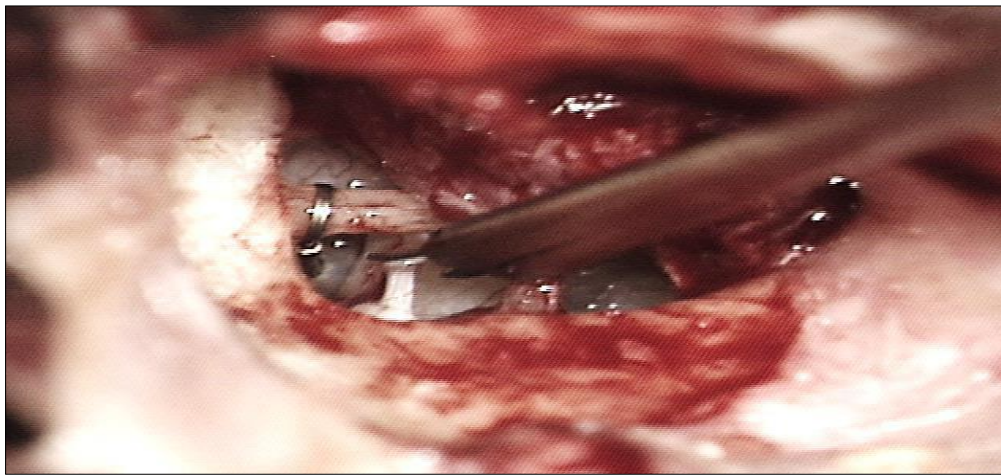


Figure 68 : Vue peropératoire de la technique de Fich ; Le tendon du muscle du stapes et la branche postérieure sont coupés secondairement après avoir mis en place la prothèse [66].

Cette méthode a démontré que la structure de l'étrier et la prothèse peuvent être présentes en même temps.

L'inversion des étapes de stapédotomie offre de meilleurs résultats en termes de complications liées à l'embase et à l'enclume, par rapport à la technique conventionnelle. Les résultats audiolologiques des deux techniques sont comparables. [73]

Un piston plus petit (0,4 mm) permet d'inverser les étapes de la stapédotomie en pouvant s'engager dans l'espace étroit du nerf facial-Superstructure de l'étrier. [73]

Une niche de la fenêtre ovale étroite et des situations de repose-pieds oblitérés ne sont pas favorables à l'exécution de la technique d'inversion ; cependant, dans ces situations, une « stapédotomie d'inversion partielle » peut être entreprise pour obtenir les avantages offerts par la technique d'inversion. [73]

Cependant l'étude de Giuseppe Malafronte et Barbara Filosa (Italie) a montré que l'utilisation de la stapédotomie par l'inversion des étapes de Fisch n'est recommandée que lorsque la partie visible de la platine avant de retirer la superstructure de l'étrier, est bleue en tous ses points, c'est-à-dire «otosclérose bleue», car ce n'est que dans ce cas que l'idée originale de Fisch évite les complications de l'enclume et de la platine. [74]

➤ **Chirurgie de l'étrier préservant la superstructure de l'étrier (stapédotomie de Takagi) :**

En 2004, Takagi a suggéré que l'étrier ne perturberait pas le mouvement de la prothèse et a développé une approche de stapédotomie dans laquelle la superstructure de l'étrier est préservée (stapédotomie de Takagi) [75].

Dans cette chirurgie, l'apophyse lenticulaire de l'enclume est enlevée, plutôt que la superstructure de l'étrier, en utilisant une pince à crura, l'articulation incudo-stapédienne est séparée, et le processus lenticulaire est ensuite retiré.

La stapédotomie de Takagi peut éviter l'ablation de la superstructure de l'étrier, qui est l'une des étapes les plus critiques de la stapédotomie [76] ; une ablation inappropriée détériore l'audition. En outre, la jonction osseuse entre l'apophyse lenticulaire et l'apophyse longue de l'enclume est mince [77], facile à enlever par rapport à d'autres procédures.

La stapédotomie de Takagi est moins traumatisante pour l'étrier et l'oreille interne, elle comporte moins d'étapes que la stapédotomie classique ; cependant elle doit être évitée chez patients présentant un processus lenticulaire anormal et ceux présentant un risque élevé de risque élevé de dislocation de l'enclume.

La figure ci-dessous illustre les étapes de la stapédotomie préservant la superstructure de l'étrier

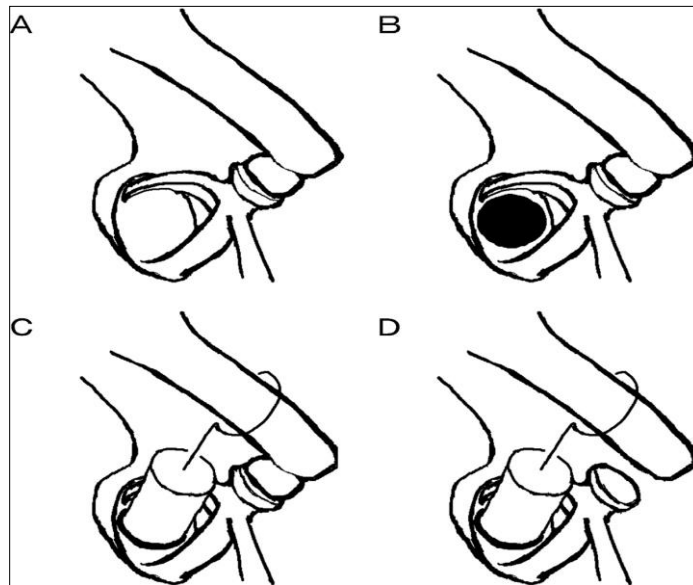


Figure 69. Représentation schématique de la stapédotomie préservant la superstructure.

- (1) création d'une petite fenêtre dans la platine de l'étrier (B) ;
- (2) insertion de la prothèse dans la fenêtre (C)
- ; (3) fixation de la prothèse à l'enclume (D)

➤ **Technique de JOHN SHEA modifiée : Platinotomie avec interposition :[78]**

Un greffon conjonctif est interposé entre l'orifice de platinotomie et l'extrémité médiale du piston pour éviter les fuites de liquide périlymphatique et le flottement du piston dans la fosse ovale. CAUSSE utilise une prothèse de 0,4 mm avec interposition veineuse sur une platinotomie de 0,8 mm. La fenestration platinaire est réalisée au tiers postérieur de la platine pour éviter l'appui du piston sur le labyrinthe membraneux. CAUSSE a en plus étudié l'intérêt d'une variation du diamètre de la

fenestration en fonction de la langue parlée du patient : 0,8 mm pour les francophones, 0,7mm pour les scandinaves, anglo-saxons et germaniques.

3.8 Fermeture, pansement et soins postopératoire (Figure 70) :

Le lambeau tympanoméatal est remis en place. Il faut vérifier l'absence de perforation de la membrane tympanique. Un tampon otologique (Pangen®, mèche, pop-oto-wick) est placé dans le méat acoustique externe afin de plaquer le lambeau cutané. Il faut éviter de mettre un antibiotique ototoxique sur le pansement. L'antibiothérapie postopératoire n'est pas systématique ; elle est discutée dans la littérature[15].

En l'absence de vertige, le patient peut sortir le lendemain de l'intervention. L'intervention est réalisée en chirurgie ambulatoire par certains. Le déméchage est généralement effectué au terme de la première semaine. L'audiogramme de contrôle n'est généralement pas réalisé avant 1 mois. Il est prudent de conseiller au patient d'éviter tout éternuement ou mouchage fort, ainsi que tout sport violent, vol aérien ou plongée sous-marine[15]. Le soir de l'intervention on cherche une éventuelle latéralisation à l'épreuve au diapason.



Figure 70 . Pansement[15].

4. Les techniques laser :

L'utilisation du laser dans la chirurgie de l'otospongiose a commencé à se développer au début des années 1980. Le laser représente un moyen technique et ne remet pas en question le principe de l'intervention.

4.1. Les quatre types de Laser : [24, 79,80]

On dispose actuellement de 4 types de laser :

- **Le laser Argon** : a une longueur d'onde de 488 à 514 nanomètres.
- **Le laser KTP** : a une longueur d'onde de 532 nanomètres.

Ces deux lasers, sont extrêmement maniables et précis, et le rayon coloré permet d'ajuster parfaitement le geste microscopique de l'ouverture de la platine puisqu'on voit réellement le rayon.

- **Le laser YAG** : Utilisée essentiellement dans le traitement des structures osseuses.
- **Le laser CO2** :

Sa longueur d'onde est de 10600 nanomètres, il n'a pas de rayon coloré. Il doit donc être doublé par un laser de visée à l'hélium. Le laser CO2 a l'avantage d'être absorbé par l'eau et les liquides incolores, ce qui limite considérablement le risque d'échauffement au niveau du labyrinthe que l'on reproche aux deux premiers. Le risque de non concordance entre le rayon Hélium et le rayon laser proprement dit est actuellement très limité depuis l'apparition de micromanipulateurs qui suppriment les miroirs et les lentilles de transmission et améliorent le rendement optique.

4.2. Intérêts du Laser : [24, 80, 81,82]

- **Section du tendon de l'étrier :**

La section se fait d'une manière atraumatique et sans saignement.

- **Section de l'arche stapédienne :**

Elle consiste en la section de la branche postérieure et antérieure ou vaporisation seule de la branche postérieure et ablation de la branche antérieure au micro instrument froid. La branche antérieure n'est pas toujours accessible directement avec le laser.

- **Trépanation platinaire :**

Parfaitement circulaire. Dans ce cas le laser élimine le risque de fracture ou d'enfoncement platinaire. La diminution du traumatisme labyrinthique confirmée, et la qualité des résultats obtenus sur la fermeture du Rinne augmentaient la fiabilité de cette chirurgie.

- **Cas particuliers :**

- Platine flottante : le laser peut permettre d'effectuer un trou de sécurité aussi bien dans une platine flottante, que lorsque celle-ci est fixée.
- Platine très épaisse : le laser peut servir à fragiliser la platine puis l'abaissement de la couche restante de l'os à la pointe diamantée de 0,7mm.
- Ankylose à minima : lorsque le foyer otospongieux est limité à la fissula antéfenestram, certains auteurs proposent une platinotomie au laser sans prothèse.
- Reprise des échecs de stapédotomie : le laser est adapté aux reprises chirurgicales, il permet de vaporiser le tissu cicatriciel autour de la prothèse, il présente l'opportunité d'agrandir l'orifice de platinotomie dans les meilleures conditions d'efficacité et de sécurité.

Au total, le laser présente de nombreux avantages théoriques, et son usage et la précision du geste peuvent, dans certaine mesure, compenser la réduction de l'expérience inhérente à la diminution du nombre d'otospongiose opérés individuellement. Néanmoins, on commence à insister sur le fait que les mêmes complications ont été retrouvées au fur et à mesure de l'extension de l'usage du laser, que lorsque les procédés mécaniques sont employés. Il convient donc de rester vigilant sur la qualité du geste.

5. Incidents peropératoires et variantes anatomiques :[24, 68,83]

5.1. Incidents peropératoires :

- **Incidents liés à l'anesthésie :**

Comme tout acte médical, l'anesthésie comporte des risques. Mais, devant l'amélioration des techniques anesthésiques, l'organisation et l'équipement des lieux d'activité, ces risques ont considérablement diminué. Pour l'anesthésie générale, les incidents sont communs à toute chirurgie, dont le risque majeur est la survenue de complications imprévisibles comportant un risque vital : choc anaphylactique, arrêt cardiaque et asphyxie. En matière de chirurgie otologique, ce type d'anesthésie présente un risque de saignement peropératoire. Concernant l'anesthésie locale, les complications sont présentées essentiellement par l'agitation du malade et les vertiges.

- **Déchirure du lambeau tympanoméatal :**

Elle est sans gravité, elle survient pendant le décollement. Elle doit être prévenue par une incision franche d'emblée et un décollement atraumatique.

- **Déchirure tympanique :**

Pouvant nécessiter une myringoplastie, la greffe doit être apposée à la fin de l'intervention à la face interne du tympan.

Dans notre étude nous avons noté une perforation tympanique iatrogène chez

un patient soit 4,7% des cas.

- **Luxation de l'enclume :**

Luxation voire une fracture de la branche descendante de l'enclume. C'est un accident grave qui peut survenir lors de la réalisation de l'encoche de Rosen.

Dans notre étude nous avons noté un cas de luxation de l'enclume soit 4,7%.

- **Chute de fragments platinaires dans le labyrinthe :**

En principe, ne doit pas arriver. Si le fragment se trouve à la partie supérieure du vestibule, il n'existe théoriquement aucun danger. Le problème grave de récupération du fragment platinaire ne se pose qu'en cas de chute sur le saccule ou sur les formations fragiles du labyrinthe membraneux.

- **Blessure du nerf VII :**

Elle est exceptionnelle, conséquence d'une dénudation de la 2^{ème} portion du nerf, qui peut faire hernie sur la fosse ovale.

- **Mobilisation platinaire :**

Sa survenue au cours du traitement chirurgical d'une otospongiose, correspond à une désinsertion brusque et totale de la platine qui s'enfonce plus ou moins dans le labyrinthe. Il s'agit d'un évènement rare, mais qui est toujours difficile à gérer.

Son diagnostic ne nécessite pas d'imagerie mais l'aspect au scanner doit néanmoins être connu pour la surveillance postopératoire : présence d'une structure linéaire osseuse dans la cavité vestibulaire [84]. Son incidence varie de 1,2 à 6% selon auteurs. Elle est de 1,2% pour LIPPY, 2,3% pour MELER et 6% pour AYACHE [85].

Face à la survenue d'une platine flottante (Figure 68), il faut évaluer avant toute décision les possibilités d'extraction de la platine. Si ce geste apparaît simple et réalisable de façon atraumatique, il pourra être tenté en utilisant un micro-crochet glissé sous le bord inférieur de la platine nécessitant parfois de fraiser directement la berge promontoriale de la fosse ovale. A l'inverse, s'il apparaît techniquement délicat

en cas de fosse ovale étroite ou platine profondément enfoncée dans le labyrinthe, il semble préférable d'abandonner la platine et de réaliser une interposition étanche avec mise en place d'un piston [85].

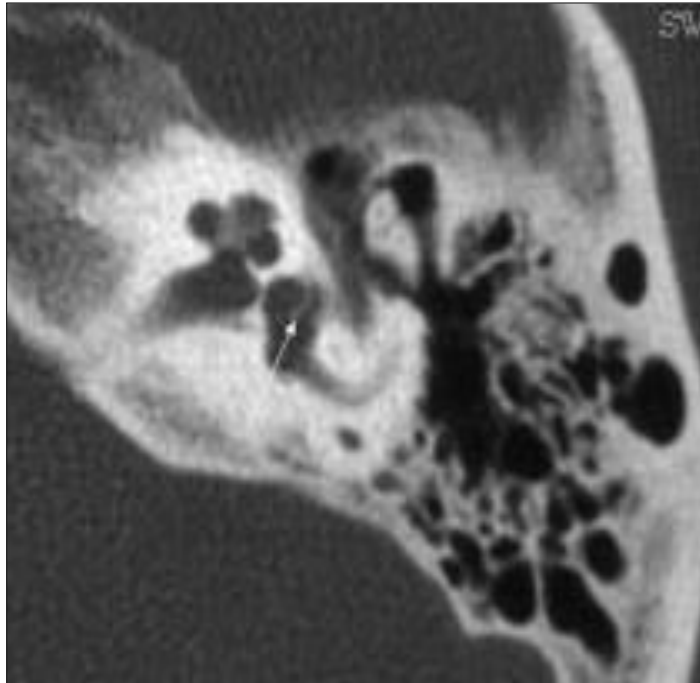


Figure 71. TDM du rocher en coupe axiale montrant une platine flottante :
hyperdensité linéaire Intralabyrhintique (flèche) [84].

- Déperdition de liquide périlymphatique et irruption de sang dans le Labyrinthe :
 - ❖ **Déperdition de liquide périlymphatique (Effet GEYSER) :**

Peu prévisible. Ses conséquences sont graves, tant en ce qui concerne le déroulement et le pronostic de l'intervention que par le risque de la poursuite de l'écoulement de liquide céphalorachidien et l'infection méningée qui peut en résulter. La brèche doit être aveuglée par interposition et blocage avec le piston. Les méthodes qui permettent d'abaisser la pression du liquide cérébrospinal peuvent être utilisées [86].

❖ Irruption de sang dans le labyrinthe :

Elle peut être grave. Elle doit être prévenue par hémostase soigneuse. Si elle survient, on évitera toute aspiration intempestive au niveau du labyrinthe.

Dans une étude sur 293 otospongioses opérées, AYACHE note une fréquence de survenue de ces deux incidents dans 2,4% des cas, dont un cas de pénétration importante de sang dans le labyrinthe. Ceci est probablement lié à la qualité de l'anesthésie et au soin qu'apportent les cophochirurgiens à obtenir une hémostase la plus parfaite possible avant d'envisager tout geste platinaire. Sommers et al rapportaient la survenue d'une aspiration accidentelle de périlymphe dans 2% des cas et d'un saignement per-opératoire excessif dans 4,2% des cas. Ils signalaient que la prévalence de l'aspiration accidentelle de périlymphe était 4 fois plus importante avec la technique de platinectomie totale que lors des platinotomies calibrées[85].

• Lésion de la corde du tympan :

Elle est liée à une lésion de la corde du tympan. Une section bilatérale pose d'avantage de problèmes et il est donc indispensable de signaler le fait dans le compte rendu opératoire afin d'être très vigilant vis-à-vis d'une seconde intervention. DUBREUIL retrouve 0,2% de dysgueusie invalidante persistante à 1 an [48].

Concernant notre série ; nous avons noté un seul cas de section de la corde du tympan soit 4,7% des cas, responsable de dysgueusie qui a été spontanément résolutive.

5.2. Variantes anatomiques :

• Etroitesse de la fenêtre ovale (FO) et variations anatomiques du canal de Fallope :

L'étroitesse de la FO peut être constitutionnelle ou en rapport avec une procidence du canal de Fallope voire une déhiscence avec procidence du VII, ou avec une procidence du promontoire.

L'étroitesse de la fenêtre ovale est retrouvée dans 2,6 à 12,3% selon les séries [24, 85]. Elle est bilatérale dans 54% des cas.

Dans notre série, nous avons rencontré un cas d'étroitesse de la FO soit 4,7% des cas.

AYACHE conclut que la cause la plus fréquente de l'étroitesse de la FO est représentée par une procidence plus ou moins importante du canal de Fallope et cela dans 63,3% des cas.

En cas d'étroitesse de la FO avec procidence du canal de Fallope dans sa deuxième portion masquant la totalité ou la presque totalité de la platine, mieux vaut parfois renoncer à l'intervention. Le degré d'étroitesse devant faire reculer le chirurgien est très difficile à préciser et dépend en grande partie de son expérience.

- **Etroitesse du conduit auditif externe (CAE) :**

Une étroitesse du CAE va gêner le temps de décollement du lambeau tympanoméatal et l'abord de la caisse et de la région stapédo-vestibulaire.

Dans ce cas, l'abord de la caisse par une voie du spéculum apparaît particulièrement délicat, et on pourrait préférer une voie endaurale de Shambaugh.

L'alésage du CAE sera réalisé en fonction de la nécessité d'une parfaite exposition de la région postéro-supérieure.

6. Complications et pronostic :

6.1. Les complications du traitement chirurgical :

L'apparition de signes de labyrinthisation tels que vertiges, acouphènes, surdité neurosensorielle dans les suites opératoires ou à distance, doit faire suspecter une complication et amener à la réalisation d'une imagerie. Ces complications sont rares, mais peuvent nécessiter une reprise chirurgicale urgente.

Ces signes peuvent être secondaire à :

- **Pénétration intravestibulaire excessive de la prothèse :**

C'est une complication rare (Figure 72) retrouvée dans 0.5% des cas selon Wiet, plus fréquemment dans d'autres séries, 1.4% pour HAN 2% pour LESINSKI, et 5,7% pour BETSCH [84].



Figure 72 . Pénétration intravestibulaire de l'extrémité médiale du piston (flèche) [84].

- **Fistule périlymphatique :**

Elle est liée à une fuite périlymphatique à travers la fenêtre ovale. Elle survient dans les premiers mois après la chirurgie, mais peut se voir après plusieurs mois. Elle se traduit cliniquement par l'apparition de vertiges associés à des acouphènes et une baisse de l'audition. Elles sont rapportées avec une fréquence de 10% des cas dans la plupart des séries [84,85].

La TDM peut montrer un pneumolabyrinthe (Figure 73), seul signe pathognomonique pouvant affirmer le diagnostic se traduisant par des bulles d'air dans la cavité vestibulaire [84].

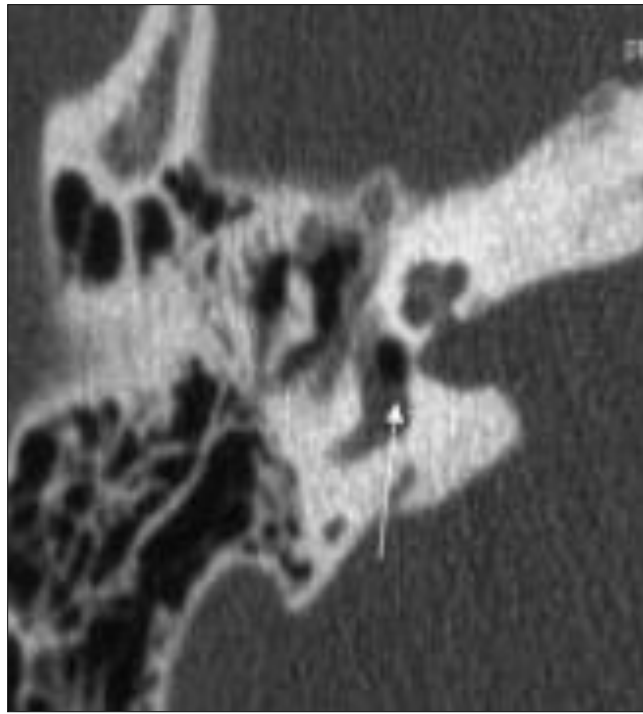


Figure 73. Bulle d'air intralabyrinthique signant le pneumolabyrinthe (flèche) [84].

- Pneumolabyrinthe :

Un pneumolabyrinthe est d'emblée évocateur d'une fistule périlymphatique s'il est observé à distance de l'intervention. Si le pneumolabyrinthe est observé dans la période postopératoire immédiate, la décision de révision chirurgicale dépend de la clinique (vertiges persistants et nystagmus), et de la chute de la CO sur des contrôles audiométriques quotidiens [84].

- Granulome stapédo-vestibulaire :

Complication rare de la chirurgie stapédienne, mais de mauvais pronostic fonctionnel. C'est un granulome inflammatoire postopératoire s'organisant autour du pied de la prothèse et envahissant le labyrinthe. Il entraîne une symptomatologie cochléo-vestibulaire sévère s'installant dans les suites précoces de la chirurgie primaire, parfois dès la première semaine [84]. Il est observé dans 8.3% des cas par AYACHE [88], contre 2.3% pour WIET [84], et 30.7% pour BETSCH [87].

En TDM (Figure 74), on visualise une masse tissulaire aspécifique en regard de la fosse ovale engainant la partie médiale du piston [84].

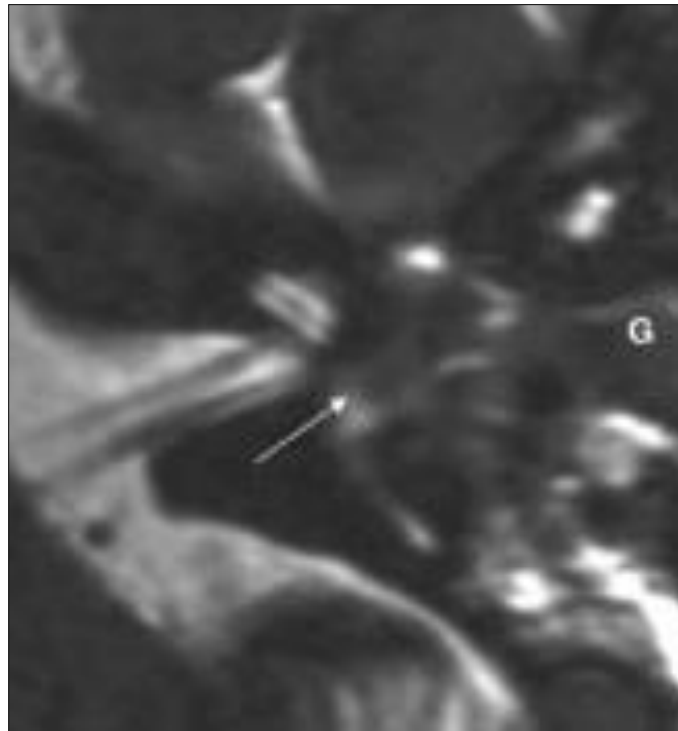


Figure 74. Granulome intravestibulaire (flèche) [84]

- **Labyrinthite infectieuse :**

Complication rare mais sévère pouvant survenir en période postopératoire précoce ou après un délai plus long. La porte d'entrée se situe probablement au niveau de la fenêtre ovale.

L'examen de choix est l'IRM qui permettra de faire un diagnostic précoce en montrant une diminution de l'hypersignal T2 des liquides labyrinthiques, associée à une prise de contraste extensive du labyrinthe, du CAI, un comblement des cavités tympano-mastoïdiennes, voir un abcès des parties molles [84].

- **Hémorragie intra labyrinthique :**

Elle serait relativement fréquente dans la période postopératoire immédiate, pouvant entraîner une surdité neurosensorielle transitoire. L'évolution clinique est habituellement favorable et s'accompagne de la disparition rapide des anomalies IRM [84].

La TDM est peu contributive. L'IRM fait le diagnostic en montrant un hypersignal T1, T2 spontané intralabyrinthique. (Figure 75).



Figure 75. Coupe TDM axiale en T1 montrant un hypersignal spontané intravestibulaire[84].

- Paralysie faciale secondaire :

Une paralysie faciale périphérique postopératoire peut apparaître immédiatement ou secondairement à l'acte opératoire. Lorsqu'elle est constatée au réveil du patient, elle peut être en rapport avec l'anesthésie locale ou être liée à un traumatisme du nerf facial, en particulier lorsque le canal facial est déhiscent ou présente un trajet atypique. L'attitude est identique à celle effectuée lors d'une paralysie faciale post-traumatique [89]. Les paralysies faciales secondaires ne semblent pas liées à un traumatisme peropératoire du canal facial. Dans quelques cas, le traumatisme serait lié à un échauffement du canal facial lié à l'utilisation du laser [90,91]. Leur prévalence est estimée à 0,5 % [91,92]. La paralysie apparaît quelques jours (moyenne 5,5 jours) après l'opération [93]. Le traitement repose sur la corticothérapie. Elles sont de bon pronostic ; leur récupération survient en moyenne dans les deux mois postopératoires [92].

- **Cholestéatome postopératoire :**

Les cholestéatomes sont exceptionnels et sont décrits le plus souvent dans des cas cliniques isolés [66]. Ils surviennent souvent plusieurs années après l'intervention initiale. Ils pourraient être liés à l'inclusion postopératoire de cellules épidermiques dans la caisse du tympan, soit avec un instrument, soit avec la greffe [94].

6.2. Révision chirurgicale :

Il est admis que les résultats observés lors des reprises d'otospongiose sont moins bons que lors de la chirurgie primaire, qui permet d'obtenir plus de 90% de succès. Mieux vaut prévenir au maximum les échecs primaires. Le délai moyen de survenue de l'échec est de 23 mois pour MARTIN [95]. AYACHE retrouve un délai moyen de 5 ans et 3 mois entre l'intervention primaire et la reprise chirurgicale [88].

La fréquence des reprises chirurgicales varie d'une statistique à l'autre, la plupart des auteurs l'estiment de 3 à 4%. AYACHE compte 8.9% de reprise qui se répartissent en 61,5% après un échec primaire et 38,5% après échec secondaire [88].

Avant une chirurgie de reprise, le scanner en coupes fines est indispensable [95]. Il existe une parfaite concordance entre les données tomodensitométriques et les constatations opératoires selon MARTIN [95] et 50% de concordance radio clinique pour AYACHE [88].

6.3. Pronostic :

Le succès de la chirurgie de l'otospongiose ne doit pas être jugé seulement sur le court terme mais aussi sur le maintien des résultats auditifs et le bénéfice durant la vie du patient. Puisque le Rinne une fois stabilisé à un an reste constant durant les dix premières années, toute perte auditive ne peut être liée qu'à une baisse de la conduction osseuse qui est le reflet du fonctionnement cochléaire.

La perte varie selon les auteurs, pour BOURGUIGNAT la dégradation de la conduction osseuse de 0,1 dB/ an en cas de platinotomie, et de 0,7 dB/an en cas de platinectomie, alors que la perte de CO sur le 4000Hz est de 0,23 et 1 dB/an selon l'une ou l'autre technique.

La platinotomie donne de meilleurs résultats à long terme en particulier sur la fréquence 4000 Hz. Ces meilleurs résultats sont corrélés avec une meilleure discrimination vocale.

DUBREUIL [96] note une amélioration de l'audition au cours de la première année, puis une stabilité des résultats de la première à la cinquième année post opératoire et une discrète altération de l'audition aux alentours de la 10^{ème} année. Il note une chute de 3% du Rinne quel que soit la technique, une baisse de 4,4% du Rinne sur le 4000 Hz en platinectomie totale, et une baisse de 5,9% en platinectomie partielle. Ces résultats sont à la limite de la significativité. Au-delà de la troisième année postopératoire, DUBREUIL considère que globalement les techniques chirurgicales sont comparables dans leurs résultats et leur évolution à quelques nuances près.

Cependant, parler de l'évolution de l'oreille opérée ne saurait se faire sans la comparer à l'oreille non opérée. La dégradation est moins importante sur l'oreille opérée pour LESCANNE [48]. L'aggravation de la CO (0,2 à 0,7dB/an) est plus élevée dans l'oreille non opérée (0,8 à 1,1 dB) par rapport à la population générale (0,42

dB/an) [70]. DUBREUIL [96] note une dégradation de la conduction osseuse de l'oreille non opérée plus importante que l'oreille opérée (0,8 dB contre 0,4 dB/an).

L'oreille non opérée semble donc évoluer plus rapidement, plusieurs explications sont à invoquer :

- Absence de protection contre les traumatismes sonores par disparition du réflexe stapédien.
- Persistance de foyers otospongieux pouvant libérer des enzymes ototoxiques.
- Effet surajouté de la presbyacousie.

V. Comparaison des résultats thérapeutiques :

1. Comparaison en fonction des paramètres techniques :

Les résultats postopératoires dans la chirurgie de l'otospongiose sont différents en fonction de certaines particularités techniques :

1.1. L'influence de la taille de la platinotomie :

D'une façon générale, dans une platinotomie trop étroite (0,4mm), la production d'énergie se fait davantage près du piston et favorise les fréquences aiguës [97], et la moindre production d'énergie loin du piston défavorise les fréquences graves [48]. Dans une stapéctomie, les fréquences aiguës sont défavorisées [48 ,50].

Dans la stapédotomie de 0,8 mm, les fréquences aiguës, moyennes, et graves sont correctes car la répartition des liquides le long du canal cochléaire est physiologique.

SCHMERBER prône pour la stapédotomie car une petite fenêtre diminue les dommages à l'oreille interne [97].

La conduction osseuse dépend d'une part de la transmission directe des vibrations vers les liquides de l'oreille interne à travers la boîte crânienne, et d'autre part du mouvement relatif de la platine dans la fenêtre ovale. Donc théoriquement, l'amélioration de la conduction osseuse devrait être meilleure avec une large fenêtre comme dans l'étude de QUARANTA [98]. Cependant, CREMERS et SEDWICK [98] ne retrouve pas de différence significative entre stapédotomie et stapéctomie.

L'aspiration de périlymphe serait quatre fois plus importante dans les stapéctomies totales par rapport aux platinotomies calibrées [85], ce qui expose au risque de l'atteinte de l'oreille interne.

1.2. L'influence du diamètre du piston :

CASALE [99] compare les pistons de 4/10 et 6/10. L'augmentation du diamètre du piston augmente le seuil de détection pour les basses fréquences et une diminution du diamètre améliore le seuil de détection des hautes fréquences comme le constate aussi SENNAROGLU [100], DONALDSON et SNYTHER. Cependant cette différence n'est pas significative. Un piston de faible diamètre altère les fréquences graves par manque de rigidité [101]. SENNARGOLU [100] compare 2 prothèses en Téflon de 0,6 et 0,8 mm. Cependant, il conclut que le diamètre n'affecte pas les résultats audiométriques. Le rapport entre l'aire de la prothèse et l'aire de la platine est le plus adapté avec une prothèse de diamètre 0,8 mm, car une plus grande partie de la cochlée est stimulée, et un diamètre supérieur risque d'endommager le ligament annulaire. Pour QUARANTA [98], la plupart de l'énergie acoustique est transmise à la cochlée par la platine. Le piston 6/10 occupe une large partie de la FO et réduit l'énergie transmise, par conséquent, une plus faible conduction osseuse est à prévoir. Selon DUBREUIL [96], le piston 0,8 mm donne de meilleurs résultats que le 0,6 mm pour les fréquences inférieures à 2000Hz dans les platinectomies totales. Sur le 2000 et 4000 Hz, il n'y a pas de différence significative audiométrique selon la taille du piston. En comparant les résultats en fonction des caractéristiques du piston, M.BEN AMOR [49] dans son étude portée sur 149 cas a remarqué que le Rinne postopératoire moyen était de 16,1 dB avec un gain de 20,16 dB pour le piston 6/10 alors qu'il était de 15,72 dB avec un gain de 19,84 pour le piston 4/10. Le résultat était satisfaisant dans 92,5% des cas pour le piston 4/10, alors qu'il était de 89,07% pour le piston 6/10, sans différence significative entre les deux types de piston. Il est à noter que CAUSSE [102] en 1991 écrit que le poids du piston ne doit pas être supérieur à celui des branches de l'étrier au risque d'endommager les cellules de Corti (les fréquences aiguës). Le piston 0,4 mm est pour lui le plus adapté.

1.3. L'influence de la texture du greffon :

DUBREUIL obtient de meilleurs résultats avec la veine que le péricondre [96]. SHEA donne sa préférence à la veine, il croit à sa supériorité car elle peut être comprimée en une très fine couche. CAUSSE [103] trouve que la veine restaure la compliance du ligament annulaire grâce à sa structure contenant des fibres élastiques. L'interposition doit être réalisée dans un tissu de même volume et de même structure que le ligament annulaire [103]. QUARANTA [98] déclare que la différence entre la stapédotomie et la stapédectomie partielle réside dans le tissu environnant le piston, même si dans son étude il obtient les mêmes résultats entre ses deux techniques sur la fermeture du Rinne et sur le gain en conduction aérienne. Pour SCHMERBER l'interposition par de la veine ou du péricondre donne des résultats peu différents [97]. Il obtient une fermeture du Rinne < 10 dB dans 91% des cas avec la veine contre 76% en cas d'interposition par du péricondre tragien. Le Rinne sur la fréquence 2000 Hz est meilleur en postopératoire pour la veine. Cependant cette différence n'est pas significative, cela fait préférer la veine au péricondre tragien pour cet auteur.

1.4. L'influence de l'utilisation de l'endoscopie par rapport à la microscopie : **[104]**

Les microscopes chirurgicaux sont toujours préférés pour réaliser la chirurgie de l'étrier car ils fournissent un bon grossissement et permettent au chirurgien d'utiliser ses deux mains [105], mais l'utilisation des endoscopes offrirait de nombreux avantages tels qu'une bonne vue panoramique et une accessibilité facile à la niche de la fenêtre ovale, l'étrier et le nerf facial.

Waleed Moneir et collaborateurs, ont réalisé une analyse comparative de patients souffrant d'une surdité de transmission qui devaient subir une stapédotomie, portant sur 2 groupes : Le groupe A comprenait 28 patients qui ont subi une chirurgie microscopique et le groupe B comprenait 14 patients qui ont subi une chirurgie endoscopique.

Six semaines après l'opération, l'audiogramme a été répété et le Rinne a été déterminé pour 500, 1000, 2000 et 4000 Hz.

Tableau9 : Résultats postopératoires des deux groupes inclus dans l'analyse comparative.

		Groupe A (stapédotomie microscopique)	Groupe B (stapédotomie endoscopique)
Rinne post		12,5	10
Résultats du RPO	0-10 dB	16 (57%)	10 (71,4%)
	11-20 dB	9 (32)	3 (21,4%)
	21-30 dB	2 (7%)	1(7%)
	>30 dB	1 (3,6%)	0 (0%)
Durée moyenne de l'opération		47,3 min	39,1 min
Incidents per- opératoires	Déchirure du lambeau tympano- méatal	3 cas	1 cas
	Section de la corde du tympan	1 cas	0 cas
	Luxation de l'enclume	3 cas	0 cas
Vertige per-opératoire transitoire		4 cas	1 cas

Il n'y avait pas de différence statistique pour l'audition globale entre les deux groupes d'étude. Les deux techniques ont montré des résultats audiologiques similaires lorsque les seuils de conduction aérienne pré et postopératoires (à différentes fréquences) ont été comparés.

D'autres études menées montrent qu'il n'y a pas de différence statistiquement significative entre la stapédotomie endoscopique et la stapédotomie microscopique en ce qui concerne la fermeture du Rinne.

En outre, elles montrent que la chirurgie endoscopique complète de l'étrier est techniquement réalisable, sûre et prometteuse, et que les principaux avantages par rapport à la chirurgie microscopique [106] ; [107] ; [108] ; [109] sont :

- La possibilité d'effectuer une chirurgie de l'étrier avec une vision panoramique pratiquement excellente. (Figure 76)
- Une identification et une visualisation adéquates des structures vitales de l'oreille moyenne.
- Une manipulation minimale de la corde du tympan.
- Des taux plus faibles de perforations tympaniques.

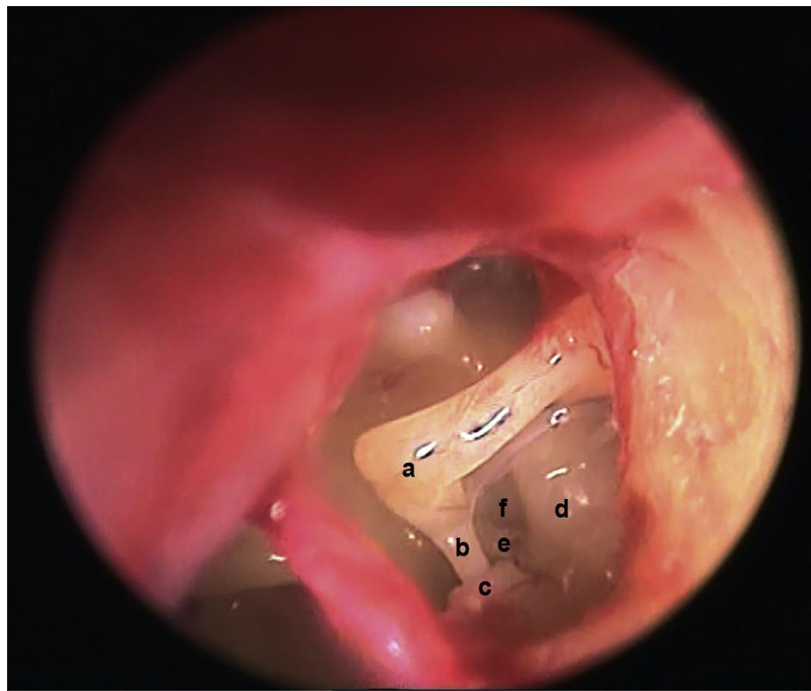


Figure 76. Image endoscopique à travers un scope 0 après élévation du lambeau tympanoméatal montrant les structures de l'oreille moyenne (a) articulation incudo-stapédienne, (b) tendon stapédien, (c) le nerf facial, (d) branches de l'étrier, (f) platine de l'étrier.

En revanche, les inconvénients sont le manque de vision stéréoscopique, l'obligation de travailler avec une seule main et l'impossibilité d'utiliser un seul appareil, qui peut être surmonté par une image agrandie à haute puissance sur le moniteur.

Bien que le principal avantage du microscope opératoire binoculaire soit de fournir une image agrandie avec une perception de la profondeur, sa vision en ligne droite présente certaines limites dans les procédures transcanalaire comme les stapédotomies, où le champ visuel devient limité, surtout en cas de canaux étroits et tortueux. Cependant, il reste largement dans le monde entier pour les stapédotomies en raison de ses résultats satisfaisants.

Dans notre série, la platinotomie calibrée effectuée sous microscope était la technique utilisée pour tous nos patients.

1.5. L'influence de l'utilisation du laser : [110]

Récemment, l'utilisation de la technique laser augmente progressivement avec le développement de la technologie, bien que les principaux avantages du laser soient les suivants :

- La grande précision de son application
- L'efficacité élevée de l'ablation
- Le faible risque de flottement de la platine en raison de l'absence de contact lors de la manipulation de ces systèmes [111].

Une étude réalisée par Matkovic et al [112] a également suggéré que l'utilisation du laser pourrait réduire les dommages mécaniques de l'étrier et éviter le risque d'endommagement de l'os, et éviter l'irritation du labyrinthe membraneux qui était plus sensible dans l'oreille avec un processus otosclérotique.

En ce qui concerne le chirurgien, l'utilisation du laser a permis l'ouverture de la fenestration sans manipulation instrumentale directe dans la niche ovale, et le traitement chirurgical est considérablement simplifié et dure moins longtemps.

En revanche, les techniques classiques de stapédotomie effectuée principalement par les perforateurs et les microforets, sont encore largement utilisées en raison de leur facilité d'emploi. La supériorité de l'une ou l'autre de ces méthodes, n'a pas été déterminée en ce qui concerne la fermeture du Rinne en raison de leur effet mécanique [113,114]. Par conséquent, ces techniques traditionnelles peuvent être résumées en tant que groupe non laser à comparer avec la stapédotomie au laser.

Une méta-analyse menée par Lian Fang et ces collègues [110] dans laquelle 11 essais ont porté sur 1614 sujets ; 638 ont été répartis dans le groupe laser et 976 dans le groupe non laser, dont l'objectif était de confirmer si la stapédotomie au laser était supérieure à la stapédotomie sans laser en termes d'efficacité et de sécurité chirurgicales.

En comparant le nombre de patients avec une amélioration de l'audition postopératoire dans les groupes laser et non-laser, le Rinne postopératoire est rapporté comme le moyen le plus correct de mesurer le gain auditif après une stapédotomie.

Le tableau 1 montre les caractéristiques de toutes les références.

Tableau 10 : Caractéristiques des essais inclus dans la méta-analyse.

La référence	L'année	Type d'étude	stapédotomie	Nombre de patients	Nombre de patients avec Rinne < 10 dB	Nombre de complications
Parrilla et al. [115]	2008	Rétrospective	Laser	101	76	2
			Non laser	51	38	1
Moscillo et al. [116]	2006	Rétrospective	laser	65	58	1
			Non laser	45	37	2
Garin et al. [117]	2002	Rétrospective	laser	54	39	4
			Non laser	22	13	0
Shabana et al. [118]	1999	RCT	laser	34	26	-
			Non laser	316	198	-
Malafronte et al. [119]	2011	Prospective	laser	40	37	2
			Non laser	43	39	7
Lescanne et al. [48]	1999	Rétrospective	laser	52	46	-
			Non laser	35	28	-
Sedwick et al. [120]	1997	Rétrospective	laser	89	74	-
			Non laser	200	151	-
Matkovic et al. [112]	2003	Prospective	laser	40	33	3
			Non laser	40	30	5
Silverstein et al. [121]	1989	Rétrospective	laser	33	30	1
			Non laser	30	24	1
McGee [122]	1983	Rétrospective	laser	100	93	0
			Non laser	139	134	0
Barbara et al. [123]	2011	RCT	laser	30	27	-
			Non laser	52	45	-

Ces résultats globaux suggèrent que la stapédotomie au laser avait des résultats auditifs significativement meilleurs que la stapédotomie non-laser, les complications postopératoires n'ont montré aucun avantage pour le groupe laser, les auteurs ont aussi confirmé la fenestration moins traumatique et plus précise de l'opération au laser.

Cependant, d'autres études actuelles ont également donné des résultats contradictoires. Arnoldner et al [111] ont trouvé que la fermeture du Rinne était significativement modifiée dans plus de fréquences dans le groupe conventionnel que dans le groupe avec laser Er :YAG et que les décalages de seuil de la conduction osseuse dans le groupe laser étaient non seulement plus importants, mais aussi pas totalement réversibles.

McGee [122] a comparé les résultats audiolinguistiques des patients opérés par le laser à l'argon et par des techniques conventionnelles, ne trouvant aucune différence statistique significative dans les résultats audiolinguistiques.

2. Résultats sémiologiques :

2.1. Les acouphènes :

La persistance d'acouphènes en postopératoire est hautement suspect d'échec fonctionnel ou de labyrinthisation.

Les acouphènes étaient systématiquement constatés au 1^{er} jour du postopératoire selon DUBREUIL [48]. Ces acouphènes disparaissent dans la plupart des cas (dans 80 à 97%) [48, 96,98,101]. AYACHE [124] ne retrouve aucun facteur pronostic préopératoire pour permettre de prévenir leur évolution postopératoire. Il note une disparition ou amélioration significative dans près de 90% des cas quel que soit la technique chirurgicale utilisée. Ce pourcentage est légèrement supérieur de celui retrouvé dans notre étude qui est de 83,3%. Selon LESCANNE [48] les acouphènes ont disparu dans près de 97% des cas et les acouphènes persistant au 3^{ème} mois dans

les interventions par platinotomie à la tréphine ne représentaient que 3.12% contre 4,7% à un mois dans notre étude. La technique ne semble pas influencer la persistance de ces troubles, à la différence de la tonalité. M.BEN AMOR [49] constate une amélioration plus remarquable chez les malades qui ont bénéficié d'une platinectomie partielle ou d'une platinotomie que chez ceux qui ont eu une platinectomie totale. CAUSSE propose de localiser systématiquement l'acouphène sur l'audiogramme préopératoire afin de préciser son devenir après l'intervention : il constate la persistance des acouphènes aigus quelle que soit la technique utilisée [103]. MARTIN [48] n'a que 6% d'acouphènes en postopératoire. La série de BOURGUIGNAT [125] comporte 24% d'acouphènes opératoires, 37,5% d'entre eux disparaissent en postopératoire, par contre 6 acouphènes apparaissent en postopératoire dont 5 sur des interventions de platinectomie interposition. Une évolution plus favorable des acouphènes après la technique de la microfenêtre par rapport à la stapédecotomie est décrite par certains auteurs mais n'est pas retrouvée par LESCANNE [48] AYACHE [124] et DUBREUIL [96].

2.2. Vertiges :

Ils sont fréquemment rencontrés en post opératoire immédiat. Ils sont en général peu importants et s'estompent en quelques jours. Dans notre étude nous n'avons trouvé aucun cas de persistance de vertiges à 1 mois, il s'agit du même résultat obtenu par LESCANNE qui ne retrouve aucun vertige persistant dans le groupe opéré par platinotomie à la tréphine. DUBREUIL [48,96] constate des vertiges constants en postopératoire immédiat et d'autant plus importants que l'effraction platinairienne a été grande. QUARANTA qui trouve des vertiges dans 10.4% des cas [98], fait la même constatation : la plus étroite fenêtre prévient les vertiges et évite à long terme les fistules de liquide périlymphatique. MARTIN [48] constate que leur fréquence est parallèle à celle des labyrinthisations et fait craindre une fistule

périmphatique. LESINSKI et MOLONY ne retrouvent aucun signe vestibulaire persistant imputable à la technique laser CO2 [48].

2.3. Paralyse faciale :

Cette complication rare, peut survenir en postopératoire immédiat ou de façon retardée dans les jours suivant l'intervention. Elle peut être favorisée par des conditions anatomiques défavorables, un nerf facial dénudé, proéminent au-dessus de la fosse ovale ou par œdème rétrograde à partir de la corde du tympan étirée [48]. La paralyse faciale est retrouvée dans 0 à 2% selon les séries. Elle n'a pas été observée par LESCANNE. DUBREUIL la déplore dans 0.95% des cas [96], LESINSKI dans 0.7% et MOLONY dans 2% cas [48]. Aucun cas de paralyse faciale n'a été observé dans notre série.

2.4. La dysgueusie :

Elle est due au traumatisme de la corde du tympan. Celle-ci peut être soit sectionnée totalement ou partiellement. LESCANNE [48] retrouve une seule dysgueusie invalidante soit 0,4%, elle est observée chez le groupe traité par la technique de platinotomie laser. Quant à DUBREUIL [96], les résultats sont similaires : 0,2% de dysgueusie invalidante persistante à 1 an. RONDINI la retrouve dans 4.5% des cas [101]. Dans notre série nous avons relevé un cas de dysgueusie sur 21 platinotomies soit 4,7% des cas, qui était spontanément résolutive en 1 mois. La dysgueusie est plus en rapport avec la voie d'abord ou la topographie de la corde dans la caisse du tympan qu'avec la technique opératoire.

3. Résultats audiométriques :

La plupart des auteurs utilisent, pour l'évaluation des résultats, la classification suivante du RA postopératoire recommandée par l'AAO-HNS [47] :

- 0 à 10 dB : succès
- 11 à 20 dB : bon résultat

- 21 à 30 dB : mauvais résultat
- >30 dB : échec.

3.1. Fermeture du Rinne :

Le taux de succès, défini par un Rinne inférieur ou égal à 10 dB est variable selon les auteurs. En ce qui concerne la platinotomie, le taux de réussite varie de 73% à 100% [48]. LESCANNE trouve un taux de réussite de 80% par platinotomie avec 75% si elle est réalisée à la tréphine et 84% si elle est réalisée au Laser[48], dans notre étude ce taux est obtenu chez 14 cas (76,1%), un bon résultat chez 6 cas (19,2%), soit 20 résultats satisfaisants (95,3%). RONDINI rapporte un pourcentage de 95% [101]. Tandis que ce chiffre se limite à 85% si le $RR < 10$ dB. Les résultats sur la fermeture du Rinne dépendraient de la technique opératoire : Il y a une supériorité des résultats de la platinectomie sur les fréquences graves et de meilleurs résultats des platinotomies sur le Rinne à 4000Hz à 3mois et à 3ans [48], ainsi que des résultats supérieurs en cas d'utilisation du Laser [101,116,126]. LESCANNE [48] et QUARANTA [98] ne remarquent pas de différence statistique entre les différentes techniques sur le Rinne résiduel pour les fréquences moyennes. M.BEN AMOR [49] a trouvé un taux de succès de 74% avec un résultat satisfaisant de 94,2% sur 146 oreilles opérées dont 101 par platinotomie calibrée, 21 par platinectomie totale et 24 par platinectomie partielle, il a constaté un meilleur résultat pour les platinotomies mais sans différence significative.

Dans l'étude de TAREQ Mahafza et ses collaborateurs qui a porté sur 130 patients [51] opérés par stapédotomie, le taux de réussite obtenue a été de 76% ($Rinne < 10$) avec un succès global de 89,4%.

La fermeture du Rinne est résumée chez les différents auteurs sur les 2 tableaux ci-dessous :

**Tableau 11. Pourcentage de la fermeture du Rinne selon les auteurs à la suite d'une
platinotomie calibrée**

	Rinne < 10 dB postopératoire	Technique opératoire
BEAL [127]	80%	Platinotomie calibrée
BOURGUIGNAT [125]	100%	Platinotomie calibrée
LESCANNE [48]	80%	Platinotomie calibrée
RONDINI [82,101]	85%	Platinotomie calibrée
QUARANTA et al [98]	84,8%	Platinotomie calibrée
TAREQ Mahafza et collaborateurs [51]	76%	Platinotomie calibrée
Notre étude	76,1% 95,3%(si on élargie le taux du Rinne à 20=bon résultats)	Platinotomie calibrée

**Tableau 12. Pourcentage de la fermeture du Rinne par opposition des deux
techniques**

	Rinne < 10 dB postopératoire	Technique opératoire
BEAL [127]	80% 67%	Platinotomie Platinectomie
QUARANTA [98]	84,8% 84,7%	Platinotomie Platinectomie
BOURGUIGNAT [125]	100% 80%	Platinotomie calibrée Platinectomie
LESCANNE [48]	87% 80%	Platinectomie Platinotomie

3.2. Résultats sur la conduction aérienne :

La plupart des auteurs remarquent qu'ils n'existent pas de différence significative entre l'évolution de la conduction aérienne après platinotomies ou platinectomies.

Le tableau ci-joint résume les différents résultats sur la conduction aérienne selon la technique utilisée :

Tableau 13. Résultats sur la conduction aérienne selon la technique utilisée

	Gain en conduction aérienne	Technique opératoire
AYACHE [128]	25,4 dB	Platinectomie
BEAL[127]	25 à 35 dB (28,5dB)	Platinectomie totale
BONFILS [96]	23,5 à 31,25 dB	Platinectomie totale
VINCENT [50]	24,2 dB	Platinotomie interposition
TAREQ Mahafza et collaborateurs [51]	24,2 dB	Platinotomie
RONDINI [101]	25 dB	Platinotomie calibrée
Notre étude	22,4	Platinotomie calibrée

3.3. Résultats sur la conduction osseuse :

L'étude de la conduction osseuse est capitale car elle est le reflet de la conduction cochléaire, elle détermine l'importance du traumatisme labyrinthique secondaire à la fenestration de la platine exposant la périlymphe et le vestibule membraneux. Les résultats sont influencés par les seuils préopératoires, l'âge, et la technique utilisée [48]. Il existe une amélioration précoce de la conduction osseuse qui se confirme à moyen terme avec de meilleurs résultats avec la platinotomie [48].

Cependant, il existe une dégradation avec le temps qui est moindre que la dégradation sur l'oreille non opérée mais supérieure à la dégradation physiologique [125]: perte de 0.4 à 0.6 dB / an selon les auteurs, perte de 0.1 dB/ an [125] pour les platinotomies et 0.7/an dB [63] pour les platinectomies.

L'amélioration de la conduction osseuse est meilleure pour BEAL [127], CASALE [99] et LESCANNE [48] sur les fréquences 1000 et 2000 Hz avec une significativité pour CASALE.

Dans la série de DUBREUIL [96], la variation de la CO montre la supériorité de la platinectomie totale, les résultats sont stables au cours du temps avec cette technique, il persiste même un gain en CO dans 79% à 10 ans. Pour les platinectomies partielles, le gain en CO persiste dans 60% des cas. Pour CAUSSE [103], la variation de la CO dépend de la technique opératoire et du diamètre de la fenestration : + 2,8 dB si platinectomie partielle avec interposition, + 9,1 dB si platinotomie avec interposition veineuse. Le gain supérieur sur les fréquences aiguës (2000 et 4000 Hz) est meilleur avec une perforation de 0.8 mm. Tandis qu'une fenestration au tiers postérieur ou dans les platinectomies, le gain est supérieur dans les fréquences graves. La CO est identique sur la fréquence 1000Hz quel que soit la technique.

A 1 an, LESCANNE [48] note que l'amélioration de la conduction osseuse est meilleure pour la platinotomie : +9,1 dB à la tréphine et +13,9 dB au laser CO2 que pour la platinectomie : +6,8 dB. Pour QUARANTA [98], la perte neurosensorielle est supérieure dans les stapédectomies totales par rapport aux stapédectomies partielles et aux stapédotomies.

Dans notre série, en postopératoire, le seuil de la moyenne des quatre fréquences de la CO était de 24,3 dB contre 28,05 dB en préopératoire avec une moyenne de gain de 3,75 dB, ce gain était plus important sur les fréquences 2000 et 4000 Hz (7,85 dB et 4,04 dB respectivement).

3.4. Les labyrinthisations :

La définition exacte du seuil à partir duquel la chute de la conduction osseuse est considérée comme une labyrinthisation n'est pas consensuelle. Arbitrairement, on retient une altération de 10dB pour parler de labyrinthisation [48]. L'étude de la labyrinthisation permet d'opposer les différentes techniques opératoires même si aucune n'en prévient complètement les risques comme le souligne LESCANNE [48]. Elle est rendue difficile par les perdus de vue. Toutes celle de LESCANNE [48] sont séquellaires de platinectomies.

Mis à part la technique chirurgicale, MARTIN [95] note un pic de fréquence supérieur chez les patients inférieurs à 30 ans ou supérieurs à 60 ans et une prédominance chez l'homme.

La labyrinthisation peut être partielle ou totale, immédiate ou secondaire. DUBREUIL [96] retrouve 0,4% de labyrinthisations tardives alors que la CO à 1 mois était normale. L'utilisation du laser réduit le risque de la labyrinthisation [82]. Pour M.BEN AMOR [49] Une valeur négative indique une labyrinthisation qu'il considère comme significative si cette valeur est supérieure à 10 dB, ce résultat a été retrouvé dans 6,2% des cas. Selon TAREQ Mahafza et collaborateurs [51] le taux de labyrinthisation qui l'a trouvé dans son étude (2,88%) se situe toujours dans le taux moyen rapporté dans la littérature (0,4% à 3%) pour la chirurgie de l'étrier primaire [129]. Dans notre série, nous avons eu un cas de labyrinthisation (4,7%) avec une perte en conduction osseuse moyenne de 15,5dB. Toutes les études montrent un très faible taux de labyrinthisation ou de cophose.

Mais bien que minime, ce risque existe bel et bien et soulève un problème médico-légal.

Tableau 14. Fréquence de la labyrinthisation et de la cophose dans la littérature

	LABYRINTHISATION		COPHOSE
	Platinectomie	platinotomie	
BOURGUIGNAT [125] n= 65	2,7%		Aucune cophose
DUBREUIL [96] n=1279	0,9%		0,4% cophose.
LESCANNE [48]	3%		0%
RONDINI [101]	3%		0%
BORDURE [130]	8%		3%
SMYTH [48]	3.5 %	0.6%	0%
CREMERS [48]	2.1%	0.6%	0%
QUARANTA [98]	1.4%	1.3%	0%
FISH [48] CAUSSE [48] MARQUET[48]		< 0,3%	0%
TAREQ Mahafza et collaborateurs[51]		2,88%	1%
Notre étude		4,7%	0%

4. Avantages de la stapédotomie par rapport au stapénectomie :

De nombreuses études ont été menées pour évaluer les résultats de la stapénectomie et de la stapédotomie. Parmi elles, on trouve des études qui ont directement comparé les 2 approches.

Le tableau présente un résumé des études qui ont comparé les résultats à court terme de la stapénectomie et de la stapédotomie : [131]

Tableau 15. Différences de résultats à court terme pour la stapénectomie/stapédotomie

Étude	Nombre de STE/STO	L'écart air- os(technique avec un meilleur résultat à fréquences indiquées)	Les résultats de discrimination de la parole	Incidence de la perte auditive sensorielle STE/STO (%)
House et al [132]	134/75	STO : 4 kHz	Pas de différence statistique	9.8/5.9
Colletti et Fiorino[133]	428/1030	Pas de différence statistique	STO	-
Baiely et al [134]	50/50	STO : 4 kHz	STE: 81% STO: 96%	6/2
Quaranta et al [98]	72/79	STO : 4 kHz	-	1.4/1.3

STE : stapénectomie ; STO : stapédotomie

- ❖ **House et ses collègues** [132]: ont réalisé une étude approfondie des résultats chirurgicaux de leurs patients ayant subi une stapédecotomie ou une stapédotomie, 134 cas de stapédecotomie ont été comparés à 75 cas de stapédotomie avec un suivi précoce entre 3 et 12 mois. Le pourcentage de patients avec une fermeture du Rinne à moins de 10 dB par fréquence n'a pas montré de différence significative, sauf à 4 kHz, où le groupe stapédotomie a démontré un taux de fermeture plus élevé.
- ❖ **Colletti et Fiorino** [133] : ont publié une grande série chirurgicale comparant la stapédecotomie et la stapédotomie. Ils ont examiné 1459 cas comprenant 428 stapédecotomies, 561 stapédotomies avec section du tendon stapédien, et 470 stapédotomies dans lesquelles ils ont préservé le tendon incudo-stapédien et la tête et le col de l'étrier, en gardant le tendon attaché.

Les résultats audiométriques à 0,5 à 2 kHz, 4 kHz et 8 kHz ont été analysés 6 mois après la chirurgie. Les résultats ont montré que la stapédecotomie permettait d'obtenir un taux de fermeture du Rinne légèrement supérieur à 0,5 à 2 kHz, bien que cette différence n'ait pas atteint une signification statistiquement significative. L'inverse est vrai avec une fermeture du Rinne par stapédotomie plus performant à 4 kHz, bien que cette différence ne soit pas statistiquement significative. La conduction aérienne à 8 kHz s'est avérée être significativement meilleure pour le groupe stapédotomie.

Trente sujets de chaque groupe ont été choisis au hasard pour subir une audiométrie vocale 1 à 2 ans après l'intervention. Avec le masquage ipsilatéral, il y avait une diminution statistiquement significative des scores de discrimination de la parole dans le groupe stapédecotomie par rapport au groupe stapédotomie.

- ❖ **Bailey et ses collègues** [134] : ont comparé les résultats de la stapédecotomie et de la stapédotomie chez 100 patients randomisés dans les deux bras chirurgicaux. Les résultats à court terme, de 1 à 12 mois ont démontré une amélioration significative dans le groupe stapédotomie en termes de la conduction aérienne postopératoire à 2, 4 et 8 kHz. Le pourcentage de fermeture du Rinne était également supérieur dans le groupe stapédotomie à 4 kHz. Le score moyen de discrimination de la parole a été augmenté de 11,8 % dans le groupe stapédotomie, alors qu'une légère diminution de 0,4 % a été observée dans le groupe stapédecotomie.
- ❖ **Quaranta et collègues** [98]: ont comparé les résultats de 72 stapédecotomies partielles et de 79 stapédotomies. Lors du suivi à 6 semaines, le pourcentage de fermeture du Rinne n'a pas révélé de différence statistique. Cependant, la proportion de fermeture du Rinne a atteint une signification statistique à 4 kHz avec un résultat supérieur pour le groupe stapédotomie. De plus, le changement postopératoire moyen de la conduction osseuse sur 1, 2 et 4 kHz était significatif, montrant une amélioration de la conduction osseuse pour le groupe stapédotomie.
- ❖ **Supériorité à long terme de la stapédotomie** : **Colletti et Fiorino** [133] ont revu leur série chirurgicale avec une période de suivi de 10 ans. Le pourcentage de patients présentant une fermeture du Rinne à moins de 10 dB reste égale entre les groupes de la série 0 et 1 entre les groupes dans la plage de 0,5 à 2,0 kHz. Cependant, une différence statistiquement significative à 4 kHz, avec un meilleur taux du Rinne dans le groupe stapédotomie. La différence était d'environ 20 %. Ce résultat est cohérent avec la série du même groupe à un intervalle de suivi de 5 ans²⁹, démontrant une trajectoire stable à long terme.

- ❖ Les résultats de House et collègues [132] et de Sedwick et collaborateurs [120] : ont fourni des informations supplémentaires sur le taux de perte auditive neurosensorielle de 10 dB ou plus. Sur la base de ces 2 études, le taux de perte auditive neurosensorielle avec une diminution de 10 dB ou plus s'est produit dans 9,8 % à 11,9 % des cas de stapéctomie, et de 5,9 % à 6,9 % pour la stapédotomie

En résumé, l'ensemble des données de la littérature suggère que la stapéctomie et la stapédotomie donnent toutes deux d'excellents résultats dans le traitement de la surdité de transmission due à l'otospongiose. [131]

En comparant les résultats à court et à long terme des 2 procédures, il est évident que la stapédotomie Confère : [131]

- Un meilleur gain d'audition dans les hautes fréquences avec une fermeture du Rinne plus performante à 4 khz.
- La restauration de l'audition dans les hautes fréquences est censée avoir un impact direct sur l'amélioration de la discrimination de la parole.
- Ainsi des taux de complications plus faibles.
- Dans l'ensemble, des taux plus élevés de perte auditive neurosensorielle sont observés dans la stapéctomie par rapport à la stapédotomie. Une explication potentielle de ce phénomène est le traumatisme mécanique plus grand sur les structures de l'oreille interne lors de la manipulation et du retrait de la platine.

VI. Autres facteurs influençant à long terme les résultats de la chirurgie de l'otospongiose par platinotomie calibrée :

1. Audiométrie préopératoire et états de l'oreille interne :

Les résultats audiométriques sont variables en fonction du stade évolutif de la maladie otospongieuse.

Pour BOURGUIGNAT [125], Le gain est d'autant plus important que la CO et la CA préopératoires étaient abaissées. Pour BESBES, le taux de fermeture complète du Rinne passe de 47,4% dans les stades I, à 27,5% dans les stades IV où il existait une forte labyrinthisation.

Concernant notre étude, il n'y avait pas de différence significative concernant le gain en conduction aérienne et la fermeture du Rinne selon le stade évolutif de la maladie.

2. Etat lésionnel de la platine

Les résultats avec une platine mince sont supérieurs à une platine atrophique ou hypertrophique. GROS [135] a montré que l'ensemble des résultats audiologiques était meilleur avec une otospongiose au stade d'os spongieux, par rapport à un os fibreux ou scléreux. De même, les acouphènes et les signes vestibulaires sont moins nombreux avec une otospongiose au stade spongieux.

CONCLUSION

L'otospongiose est une ostéodystrophie de la capsule otique, elle représente l'étiologie la plus fréquente des surdités de transmission à tympan normal de l'adulte, dont l'exploration et la prise en charge sont aujourd'hui bien codifiées. Elle peut être responsable d'une surdité mixte ou plus rarement d'une surdité neurosensorielle dans les formes cochléaires.

Le traitement chirurgical apporte un gain auditif notable permettant de restaurer une audition confortable dans la très grande majorité des cas. Le choix de la meilleure attitude chirurgicale à adopter vis-à-vis de l'otospongiose platinatoire est un débat ancien dont l'objectif est toujours le même en utilisant une technique sûre, fiable et mini invasive. Débat entre platinotomie et platinectomie, usage concernant l'interposition et usage du laser.

D'une manière plus générale et grâce à la revue de la littérature, on peut affirmer les tendances actuelles à la platinotomie calibrée car techniquement plus facile, permettant une stabilité garantie du montage prothétique, donnerait des résultats supérieurs sur les fréquences aiguës et un gain en conduction osseuse et aérienne meilleur sur la fréquence 4000 Hz. Avec l'avènement du laser la plupart des auteurs préfèrent son usage pour le confort et la sécurité de sa technologie qui ne sont plus à démontrer ainsi que le moindre taux de complications postopératoires.

L'avenir de la prise en charge de l'otospongiose repose peut-être en partie sur la corrélation des paramètres de chaque patient avec la technique chirurgicale la plus adaptée à ses données afin d'obtenir le meilleur résultat fonctionnel possible.

RESUMES

Résumé

L'otospongiose est une affection fréquente de la capsule labyrinthique. Elle se traduit sur le plan anatomo-pathologique par une ankylose stapédo-vestibulaire. Son diagnostic est évoqué devant la surdité de transmission à tympan normal.

La chirurgie stapédienne garde une place de choix dans le traitement fonctionnel de la surdité liée à l'otospongiose car elle fait disparaître la part transmissionnelle de la surdité et ralentit la dégradation neurosensorielle. Les techniques de petite fenestration ou de stapédotomie sont plus sûres, avec des résultats plus prévisibles et meilleurs à long terme, et un taux de complications plus faible.

L'objectif de cette étude était d'évaluer sur le plan clinique et audiométrique les résultats de la chirurgie de l'otospongiose par platinotomie calibrée réalisée seulement et exclusivement par la tréphine en analysant les résultats fonctionnels à court et à moyen terme

Méthodes : Etude rétrospective concernant 21 patients opérés pour otospongiose dans le service d'ORL de l'HMMI - Meknès, sur une durée de 6ans étalée entre Janvier 2014 et décembre 2019.

Résultats : L'évaluation des résultats a été réalisée en analysant Les caractéristiques épidémiologiques, cliniques et thérapeutiques des patients opérés, ainsi que les données évolutives sur les audiogrammes postopératoires à 1 mois, 6 mois et 12 mois. La fréquence de la pratique de la platinotomie calibrée pour la chirurgie de l'otospongiose dans cette étude était de 35% de l'ensemble des opérés pour otospongiose. L'âge moyen des patients était de 41,71 ans. Le sexe féminin était prédominant avec un sex-ratio 2 femmes pour un homme. Le délai moyen de consultation était de 3,3 ans. Le tableau clinique a été dominé par une surdité à

tympan normal constamment retrouvée chez tous les patients et bilatérale dans 53% des cas. Les acouphènes présentaient 43% de cas. Les vertiges étaient moins fréquents (14,28%). Le Rinne préopératoire moyen était de 28,35 dB. Le scanner des rochers a été réalisé chez tous les patients, montrant des anomalies dans 2 cas (9,52 % des cas). Des variantes et incidents peropératoires ont été rencontrés se répartissaient comme suit : étroitesse de la fenêtre ovale 4,7%, section de la corde du tympan 4,7%, Luxation de l'enclume 4,7%, Perforation tympanique 4,7%.

Le suivi postopératoire a retrouvé un RPO moyen de 9,63dB avec un gain moyen en Rinne de 18,71 dB. Le gain moyen en conduction aérienne était de 22,4dB et en conduction osseuse était de 3,75 dB. Le succès de cette chirurgie ($RPO \leq 10$ dB) a été obtenu pour 76,1 % des cas ; les bons résultats ($11 \text{ dB} < RPO < 20$ dB) ont été objectivés dans 19,2% des cas ; Par ailleurs les mauvais résultats ($RPO > 20$ dB) ont été signalés dans 4,7% des cas. En fin cette technique nous a permis d'obtenir des résultats satisfaisant dans 95,3% des cas.

Dans notre étude le taux de succès chirurgical est comparable aux chiffres publiés dans la littérature, avec des résultats fonctionnels stables et satisfaisants au cours de la première année postopératoire, mais ce n'est qu'une appréciation des résultats à moyen terme de la platinotomie calibrée.

L'introduction du laser CO₂, à la platinotomie calibrée, pourrait accroître la fiabilité de cette technique.

Summary

Otosclerosis is a frequent disorder of the labyrinthine capsule. On the anatomical–pathological level, it translates into a stapedo–vestibular ankylosis. Its diagnosis is evoked in front of the deafness of transmission with normal tympanum.

Stapedotomy surgery retains a place of choice in the functional treatment of otosclerosis–related hearing loss because it removes the conductive portion of the hearing loss and slows neurosensory degradation. Small fenestration or stapedotomy techniques are safer, with more predictable and better long–term results, and a lower complication rate.

The objective of this study was to evaluate clinically and audiometrically the results of otosclerosis surgery by calibrated platinotomy performed only and exclusively by trephine by analyzing the functional results in the short and medium term.

Methods: Retrospective study concerning 21 patients operated for otosclerosis in the ENT department of the HMMI – Meknes, over a period of 6 years spread between January 2014 and December 2019.

Results: The evaluation of the results was carried out by analyzing the epidemiological, clinical and therapeutic characteristics of the operated patients, as well as the evolutionary data on the postoperative audiograms at 1 month, 6 months and 12 months. The frequency of calibrated platinotomy for otosclerosis surgery in this study was 35% of all otosclerosis surgeries. The mean age of the patients was 41.71 years. Females were predominant with a sex ratio of 2 females to 1 male. The average delay of consultation was 3.3 years. The clinical picture was dominated by a hearing loss with normal tympanum, which was constantly present in all patients and was bilateral in 53% of cases. Tinnitus was present in 43% of cases. Dizziness was less

frequent (14.28%). The mean preoperative air–bone gap was 28.35dB. The CT scan of the rocks was performed in all patients, showing abnormalities in 2 cases (9.52% of cases). Intraoperative variants and incidents were encountered as follows: narrowing of the oval window 4.7%, section of the tympanic cord 4.7%, dislocation of the incus 4.7%, tympanic perforation 4.7%.

Postoperative follow–up revealed a mean air–bone gap of 9.63 Db, with a mean gain of 18.71 dB. The mean gain in air conduction was 22.4 dB and in bone conduction was 3.75 dB. The success of this surgery ($ABG \leq 10$ dB) was obtained in 76.1% of the cases; good results ($11\text{ dB} < ABG < 20$ dB) were objectified in 19.2% of the cases; on the other hand, bad results ($ABG > 20$ dB) were reported in 4.7% of the cases. Finally, this technique allowed us to obtain satisfactory results in 95.3% of cases.

In our study, the surgical success rate is comparable to the figures published in the literature, with stable and satisfactory functional results during the first postoperative year, but this is only an assessment of the medium–term results of the calibrated platinotomy.

The introduction of the CO2 laser to the calibrated platinotomy could increase the reliability of this technique.

ملخص

تصلب الأذن هو اضطراب شائع يصيب الكبسولة الليبرنتية. يترجم على مستوى التشريح المرضي بقسط ركابي دهليزي. يطرح تشخيصه أمام صمم انتقال مع طبل عادي. تحتفظ جراحة الركاب بمكانة مهمة في العلاج الوظيفي للصمم المرتبط بتصلب الأذن لأنها تقضي على الجزء الانتقالي للصمم وتبطئ التدهور الحسي العصبي. تعتبر تقنيات الفتحات الصغيرة أو ثقب عظمة الركاب أكثر أماناً، مع نتائج متوقعة أكثر وأفضل على المدى الطويل، ومعدل مضاعفات أقل.

الهدف من هذه الدراسة التقييم السريري والسعي لنتائج جراحة تصلب الأذن عن طريق بضع البلاتين التي تم إجراؤها فقط وحصرياً باستخدام التريفيين من خلال تحليل النتائج الوظيفية قصيرة و متوسطة المدى.

الطرق: دراسة بأثر رجعي تهتم 21 مريضاً أجريت لهم عمليات جراحية لتصلب الأذن بمصلحة جراحة الأذن والأنف و

الحنجرة بالمستشفى العسكري مولاي إسماعيل بمكناس، على مدار 6 سنوات ممتدة بين يناير 2014 إلى دجنبر 2019.

النتائج: تم تقييم النتائج من خلال تحليل الخصائص الوبائية والسريرية والعلاجية للمرضى الذين خضعوا للجراحة، و كذلك

بيانات التقدم على مخططات السمع بعد العملية الجراحية بشهر واحد، بستة أشهر

عشرة شهراً. بلغت نسبة إجراء عملية شق الصفيحة المعيرة في هذه الدراسة 35٪ من مجموع المرضى الذين خضعوا

لجراحة تصلب الأذن. كان متوسط العمر 41,71 سنة. كان الجنس الأنثوي هو السائد بنسبة جنس امرأتين للرجل. بلغ متوسط

وقت الاستشارة 3,3 سنوات. سيطر الصمم بطبلة أذن طبيعية على الأعراض السريرية، وكان موجوداً بشكل ثابت عند جميع

المرضى وثنائياً في 53٪ من الحالات. وجد طنين الأذن عند 43٪ من الحالات أما الدوار فكان أقل شيوعاً (14٪، 28٪).

متوسط رين قبل الجراحة بلغ 28,35 ديسيبل. تم إجراء المسح لجميع المرضى، حيث أظهر عيوباً في حالتين (9,52٪).

تم توزيع المتغيرات و الحوادث أثناء العملية على النحو التالي: ضيق النافذة البيضاوية 4,7٪، بتر الحبل الطبلي 4,7٪ خلع

عظم السندان 4,7٪، ثقب طبلة الأذن 4,7٪.

التتبع بعد العملية وجد متوسط رين يبلغ 9,63 ديسيبل بمتوسط ربح 18,71 ديسيبل، كان متوسط الربح في توصيل

الهواء 22,4 ديسيبل وفي التوصيل العظمي 3,75 ديسيبل.

كانت الجراحة ناجحة (10 ديسيبل < رين بعد الجراحة) عند 76,1٪ من الحالات، فيما سجلنا نتائج جيدة (< 20 <

رين بعد الجراحة < 11) عند 19,2٪، أما نسبة النتائج غير المرضية (> 20 رين بعد الجراحة) فبلغت 4,7٪. سمحت لنا

هذه التقنية بالحصول على نتائج مرضية في 95,3٪ من الحالات.

في دراستنا، يمكن مقارنة معدل النجاح الجراحي بالأرقام المنشورة في الأدبيات، مع نتائج وظيفية مستقرة و مرضية خلال

السنة الأولى بعد الجراحة، ولكن هذا ليس سوى تقييم للنتائج متوسطة المدى لبضع البلاتين المعايير.

يمكن أن يؤدي إدخال تقنية الليزر إلى زيادة موثوقية هذه التقنية.

ANNEXE

FICHE D'EXPLOITATION DES DONNEES :**1. Identité :**

- ❖ Nom et Prénom :
- ❖ Sexe : Homme Femme
- ❖ Age :
- ❖ Profession :
- ❖ Niveau socio-économique : Bas Moyen Haut
- ❖ Mutualiste : Oui Non

2. Antécédents :

- ❖ Personnels :
- ❖ Familiaux d'otospongiose : Oui Non

3. Données Cliniques :**a) Signes fonctionnels :**

- ❖ hypoacousie: Oui Non
 - Brutale Progressiv
 - Unilatérale Bilatérale
- ❖ Acouphènes : Oui Non
 - Unilatéraux Bilatéraux
- ❖ Vertiges : Oui Non
- ❖ Paraacousie de Willis : Oui Non

b) Délai de consultation :**c) Examen clinique :**

❖ Otoscopie :

- Oreille droite : Tympan normal
- Tympan séquellaire
- Tympan perforé
- Oreille gauche : Tympan normal
- Tympan séquellaire
- Tympan perforé

❖ Acoumétrie :

- Rinne : Oreille droite : Positif Négatif
- Oreille gauche : Positif Négatif
- Weber : Indifférent
- Latéralisé : Vers coté gauche Vers coté droit

4. Examens Para Cliniques :a) Audiométrie :

-Type de surdité : De transmission Mixte Surdité de perception

- Stade audiométrique :

- Stade I
- Stade II
- Stade III
- Stade IV

	CA(dB)	CO(dB)	Rinne (dB)
500 Hz			
1000 Hz			
2000 Hz			
4000 Hz			

b) Impédancemétrie :

-Tympanogramme :

Pic médian normal Diminution de la compliance Tympanogramme plat -Réflexe stapédien:Présent Absent c) TDM des rochers : Non faite Normale Anomalies 5. Données per-opératoires :❖ Anesthésie : Générale Locale ❖ Voie d'abord : Transméatale Endaurale à minima ❖ Piston Diamètre : 0,4 mm 0,6 mm Longueur :

mm

❖ Difficultés/incidents opératoires : Non Oui :.....6. Suites post opératoires :❖ Simples ❖ Acouphènes ❖ Vertiges ❖ Infection ❖ Paralysie faciale

❖ Autres :

❖ Reprise postopératoire : cause :

7. Audiométrie postopératoire :

• 1 mois :

	CA(dB)	CO(dB)	Rinne (dB)
500 Hz			
1000 Hz			
2000 Hz			
4000 Hz			

• 6 mois :

	CA(dB)	CO(dB)	Rinne (dB)
500 Hz			
1000 Hz			
2000 Hz			
4000 Hz			

• 12 mois :

	CA(dB)	CO(dB)	Rinne (dB)
500 Hz			
1000 Hz			
2000 Hz			
4000 Hz			

- ❖ Rinne post opératoire moyen en dB:
- ❖ Le gain moyen conduction aérienne en dB :
- ❖ Gain moyen en conduction osseuse :

BIBLIOGRAPHIE

- [1]. House HP. The evolution of otosclerosis surgery. *Otolaryngol Clin North Am* 1993;26:323–33.
- [2]. Albrecht W. Über der Vererbung der hereditären Labyrinth-Schwerhörigkeit und der Otosclerose. *Arch Ohrenheilk Nas Kehlkopfheilk* 1922;11:244–51.
- [3]. Von Troeltsch AF. *Lehrbuch der Ohrenheilkunde*. Leipzig:Vogel; 1881.
- [4]. Mudry A. Adam Politzer (1835–1920) and the description of otosclerosis. *Otol Neurotol* 2006;27:276–81
- [5]. Shin YJ. Surdités de transmission à tympan normal : à propos de 505 cas. [thèse médecine], Toulouse 2, 1999.
- [6]. Häusler R. General history of stapedectomy. *Adv Otorhinolaryngol* 2007;65:1–5
- [7]. Martin H, Martin C, Roulleau P. L'otospongiose, otosclérose. Historique. Paris: Arnette; 1994
- [8]. Sourdille M. In: Nouvelle technique chirurgicale pour le traitement des surdités de conduction. *Ann Otolaryngol*; 1930. p. 417–8
- [9]. Rosen S. Mobilization of the stapes to restore hearing in otosclerosis. *N Y St J Med* 1953;53:2650 3
- [10]. Shea JJ Jr. A personal history of stapedectomy. *Am J Otol* 1998; suppl5):S2–S12
- [11]. THOMASSIN J.-M., DESSI P., DANVIN J.-B., FORMAN C. Anatomie de l'oreille moyenne. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Oto-rhinolaryngologie. 2008: 20-015-A-10.
- [12]. MOORE KL, DALLEY Anatomie médicale : aspects fondamentaux et applications cliniques. 2ème édition. De Boeck. 2007.
- [13]. DRAKE RL. VOGL W. MITCHELL AWM. Gray's anatomie pour les

- étudiants.Elsevier Masson. 2006.
- [14]. BONFILS P, CHEVALLIER JM. Anatomie du système auditif. Anatomie. Tome III. Anatomie ORL. Paris: Flammarion Médecine–Sciences. 2005: p. 294–335
- [15]. BONFILS P. BERTRAND J. Traitement chirurgical de l'otospongiose. Aspects techniques et médico-légaux. EMC ORL. Elsevier Masson. 2009: 46–050
- [16]. BOUCHET A, CUILLERET J. « anatomie topographique, descriptive et fonctionnelle, la face, la tête et les organes des sens » Deuxième partie Lyon, Editions Simep, 1971, 144 page
- [17]. TRAN BA HUY P. , BASTIAN D. et OHRESSER M. Anatomie de l'oreille interne. Encyclo. Méd. Chir. Paris O.R.L, 20020, 4.6.0
- [18]. GOUNELLE J.C. MEUNIER J.M. et GAIRARD A. Anatomie et physiologie humaine. Paris, 1989, 369 p
- [19]. Atlas des organes de l'audition et de l'équilibration, Guide pratique pour l'oto-rhino-laryngologie – André Leblanc, édition Springe
- [20]. Elaine N. Mariebe , Katja H . physiologie de l'audition. Anatomie et physiologie humaine : adaptation française de la 8eme édition américaine p 663
- [21]. Simon, É., Perrot, X., & Mertens, P. (2009). Anatomie fonctionnelle du nerf cochléaire et du système auditif central. Neurochirurgie, 55(2), 120–126
- [22]. BOUDOU–SEBASTIAN C. « L'oreille sous toutes les coutures » Le Moniteur des Pharmacies, n°83 des cahiers conseils du 9 septembre 2006
- [23]. MENNER A. « Guide de poche des affections de l'oreille » Paris, Editions Flammarion Médecine–Sciences, 2005, 145 pages
- [24]. TORTOUX J, BONFILS P. Traitement chirurgical de l'otospongiose . Encycl Méd Chir Techniques chirurgicales Tête et cou 1999; 46–050: 12.

- [25]. CAUSSE JB, VINCENT R, MICHAÏ M. Reconstruction du reflexe stapédien dans le traitement de l'otospongiose. Cahiers d'oto-rhino-laryngologie, de chirurgie cervico-faciale et d'audiophonologie 1997; 32(3): 194-206
- [26]. PORTMANN M. L'oreille, structures et fonctions. Journal de biophysique IV, colloque C1, supplément au journal de physique III 1992; 2
- [27]. BORDURE P, LEGENT F, CALAIS C, MALARD O. Audiologie pratique: manuel pratique des tests de l'audition. 2ème Edition, Masson 2002.
- [28]. Cesaro, P., Keravel, Y., Ollat, H., Peschanski, M., Sindou, M., 1997. Neuroanatomie fonctionnelle - de la cellule aux comportements. In: Les systèmes sensoriels, vol. 5. ANPP, Paris.
- [29]. Stankovic KM, McKenna MJ. Current research in otosclerosis. Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg 2006;14:347-51
- [30]. Karosi T, Jókay I, Kónya J, Szabó LZ, Pytel J, Jóri J, et al. Detection of osteoprotegerin and TNF- α mRNA in ankylosed stapes footplates in connection with measles virus positivity. Laryngoscope 2006;116: 1427-33
- [31]. Karosi T, Jókay I, Kónya J, Petkó M, Szabó LZ, Pytel J, et al. Activated osteoclasts with CD51/61 expression in otosclerosis. Laryngoscope 2006;116:1478-84
- [32]. Linthicum FH Jr. Histopathology of otosclerosis. Otolaryngol Clin North Am 1993;26:335-52.
- [33]. Erminy M, Bonfils P, Trotoux J. Otospongiose. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Otorhinolaryngologie, 20-195-A-10, 1996.
- [34]. THOMASSIN JM, COLLIN M, BAILHACHE A, DESSI P, RODRIGUEZ F, VAROQUAUX A. Otospongiose. EMC Oto-rhino-laryngologie médicale. 2010: 20-195-1-10

- [35]. BONFILS P, CHEVALIER JM. Anatomie ORL 2ème édition, Flammarion Médecine-Sciences, Tome 3
- [36]. Singhal SK, Mann SB, Datta U, Panda NK, Gupta AK. Genetic correlation in otosclerosis. *Am J Otolaryngol* 1999;20:102-5.
- [37]. Moumoulidis I, Axon P, Baguley D, Reid E. A review on the genetics of otosclerosis. *Clin Otolaryngol* 2007;32:239-47
- [38]. Lippy WH, Berenholz LP, Schuring AG, Burkey JM. Does pregnancy affect otosclerosis? *Laryngoscope* 2005;115:1833-6.
- [39]. Horner KC. The effect of sex hormones on bone metabolism of the otic capsule – an overview. *Hear Res* 2009;252:56-60
- [40]. Ayache D, El Kohen A. Otospongiose. In: Brasnu D, editor. *Traité d'ORL*. Paris: Médecine Sciences Flammarion; 2008. p. 59-65.
- [41]. Arnold W, Friedmann I. Detection of measles and rubella-specific antigens in the endochondral ossification zone in otosclerosis. *Laryngol Rhinol Otol (Stuttg)* 1987;66:167-71.
- [42]. McKenna MJ, Kristiansen AG, Haines J. Polymerase chain reaction amplification of a measles virus sequence from human temporal bone sections with active otosclerosis. *Am J Otol* 1996;17:827-30.
- [43]. Niedermeyer HP, Arnold W, Neubert WJ, Sedlmeier R. Persistent measles virus infection as a possible cause of otosclerosis: state of the art. *Ear Nose Throat J* 2000;79:552-8
- [44]. Vrabec JT, Coker NJ. Stapes surgery in the United States. *Otol Neurotol* 2004;25:465-9.
- [45]. Arnold W, Busch R, Arnold A, Ritscher B, Neiss A, Niedermeyer HP. The influence of measles vaccination on the incidence of otosclerosis in Germany. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2007;264:741-8.

- [46]. Niedermeyer HP, Arnold W. Etiopathogenesis of otosclerosis. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec* 2002;64:114–9.
- [47]. COMMITTEE ON HEARING AND EQUILIBRIUM. Committee on hearing and equilibrium guidelines for the evaluation of results of treatment of conductive hearing loss. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 1995: 113(3)–186–7
- [48]. LESCANNE E, ROBIER A, SOIN C et al. Chirurgie de l'otospongiose: à propos de 227 cas. Introduction de la platinotomie Laser CO2. *Ann Otolaryngol Chir Cervicofac* 1999; 116(1): 28–36.
- [49]. M.BEN AMOR , N.ROMDHANE, Z. KHELIFA, O. BEN GAMRA, S. ZRIBI, I. HARIGA, CH. MBAREK, a. EL KHEDIM. OTOSPONGIOSE : A PROPOS de 149 CAS. Service D'ORL et CCF Hopital HABIB THAMEUR. *journal OrL n°29:mise au point 31/05/13 14:49 Page 3*
- [50]. Robert Vincent, Neil M. Sperling, John Oates, and Mudit Jindal. Surgical Findings and Long-Term Hearing Results in 3,050 Stapedotomies for Primary Otosclerosis: A Prospective Study with the Otology-Neurotology Database. *Otology & Neurotology* 27:S25YS47 _ 2006, Otology & Neurotology, Inc.
- [51]. Surgical Treatment of Otosclerosis: Eight years' Experience at the Jordan University Hospital Tareq Mahafza*,1 Abdelmonem AL-Layla,1 Mohammed Tawalbeh,1 Yagoub Abu-yagoub,1 and Ahmad Atwan Sulaiman2 *Iran J Otorhinolaryngol*. 2013 Oct; 25(73): 233–238.
- [52]. Liston SL, Paparella MM, Mancini F, Anderson JH. Otosclerosis and endolymphatic hydrops. *Laryngoscope* 1984;94:1003–7.
- [53]. ELBAZ P, AYACHE D, KLAP P, COHEN M, LECA F. L'otospongiose. C.C.A. Wagram,2000.

- [54]. LES EXPLORATIONS FONCTIONNELLES EN OTOLOGIE
[http://www.medecine.upstlse.fr/dcem3/module15/294%20\(2\)Explorations fonctionnelles en otologie.pdf](http://www.medecine.upstlse.fr/dcem3/module15/294%20(2)Explorations%20fonctionnelles%20en%20otologie.pdf)
- [55]. EXPLORATIONS FONCTIONNELLES DE L'AUDITION
[http://www.chups.jussieu.fr/polys/dus/dusmedecinedusport/dupromotion sportetsante2011/Explofonctionnellesauditives2009.pdf](http://www.chups.jussieu.fr/polys/dus/dusmedecinedusport/dupromotion%20sportetsante2011/Explofonctionnellesauditives2009.pdf)
- [56]. CHRIS DE SOUZA, MARCOS V. GOYCOOLEA, NEIL M. SPERLING Otosclerosis : diagnosis, evaluation, pathology, surgical techniques, and outcomes. Plural Publishing Inc, 2014.
- [57]. PEREZ R, DE ALMEIDA J, NEDZELSKI J, CHEN J. Variations in the “Carhart Notch” and overclosure after laser-assisted stapedotomy in otosclerosis. Otol Neurotol. 2009; 30(10):33–6
- [58]. MUDRY A. <http://www.oreillemudry.ch/wp-content/uploads/3ef80a29-audiogramme-vocal.jpg>
- [59]. RIED E. Inverted acoustic reflex in patients with otosclerosis. Acta Otorrinolaringol Esp, 2000; 51(4):63–7.
- [60]. VEILLON F, STIERLE JL, DUSSAIX J, RAMOS-TABOADA L, RIEHM S. Otosclerosis imaging: matching clinical and imaging data. J Radiol, 2006; 87(17):56–64.
- [61]. CYNA-GORSE F, RODALLEC M, BOUCCARA D. Imagerie de l'oreille moyenne normale et pathologique. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Otorhinolaryngologie, 2009; 20(4):8–10.
- [62]. TRINGALI S, BERTHOLON P, POUGET JF, TIMOSHENKOAP, FAYE M, VEYRET C, ET AL. Otospongiose cochléaire et pseudo-quatrième tour de cochlée. Ann Otolaryngol Chir Cervicofac, 2004; 121(3):73–6.

- [63]. Bordure P, Robier A, Malard O. Chirurgie de la platine du stapes. In: Chirurgie otologique et oto-neurologique. Paris: Masson; 2005. p. 119-36.
- [64]. Siddiq, M. (2006). Otosclerosis: a review of aetiology, management and outcomes. British Journal of Hospital Medicine, 67(Sup9), 470-476.
- [65]. World articles in ear, nose and throat, Ear Instrument course http://www.entusa.com/stapedectomy_instruments.htm
- [66]. INCUS- & MALLEOSTAPÉDOTOMIE, Tashneem Harris & Thomas Linder , THE OPEN ACCESS ATLAS OF OTOLARYNGOLOGY, HEAD & NECK OPERATIVE SURGERY www.entdev.uct.ac.za
- [67]. Martin H, Martin C, Roulleau P. L'otospongiose, otosclérose. Historique. Paris: Arnette; 1994.
- [68]. SULTAN A. Traité des techniques chirurgicales de l'oreille. Edition Maloine 1996.
- [69]. GROS A, VATOVEC J, ZARGI M. Preservation of the stapedial tendon in surgery for otosclerosis. International Congress Series 2003; 1240: 89-92.
- [70]. Mechanical small fenestra stapedotomy antonio de la cruz, md, sujana s. Chandrasekhar, md operative techniques in otolaryngology--head and neck surgery, vol 9, no 1 (mar), 1998: pp 33-37
- [71]. L'otospongiose ,Pierre ELBAZ Denis AYACHE Chef de Service Chef de Service-Adjoint Patrick KLAP Chef de Service-Adjoint François LECA Myriam COHEN Praticien Temps Partiel Praticien Temps Plein Service ORL Fondation Adolphe de Rothschild, Paris P 33

- [72]. Fish U. Stapes surgery. In: Fish U, editor. Tympanoplasty, mastoidectomy, and stapes surgery. New York, NY: Thime Medical Publishers; 1994. p. 211-34.
- [73]. A Review of Surgical Nuances and Outcomes of the Reverse Stapedotomy
Anup Singh, David Victor Kumar Irugu, Rajeev Kumar, and Hitesh Verma,
J Int Adv Otol. 2019 Apr; 15(1): 151-155.
- [74]. Fisch's reversal steps stapedotomy: when to use it? Giuseppe
Malafronte 1, Barbara Filosa ,Otol Neurotol , 2009 Dec;30(8):1128-30.
- [75]. Takagi A. A novel stapes surgery preserving superstructure of stapes for
otosclerosis. J Jpn Soc Head Neck Surg 2017;27:301-6 [in Japanese].
- [76]. Ueda H, Kishimoto M, Uchida Y, Sone M. Factors affecting fenestration of
the footplate in stapes surgery: effectiveness of Fisch's reversal steps
stapedotomy. Otol Neurotol 2013;34:1576-80.
- [77]. Massachusetts Eye and Ear. Temporal Bone-3D virtual model of the
incudostapedial joint complex-. Available at: <http://research.meei.harvard.edu/otopathology/3dmodels/joint.html>. [Accessed 30 January 2018].
- [78]. SHIN YJ, DEGUINE O et al. Pure sensorineural hearing loss and
otosclerosis. An imaging case report. Rev Laryngol otol Rhinol 2000;
121(1): 45-7.
- [79]. JOVANIC S, SCHONFELD U, SCHERER H. CO2 Laser stapedotomy with
the "one-shot" technique-clinical results. Otolaryngol Head Neck Surg
2004; 131(5): 750-7.
- [80]. JOVANIC S, SCHONFELD U, SCHERER H. New developments in CO2 Laser
stapédotomie. Med.Laser Appl 2003; 17: 202-13.

- [81]. LESCANNE E, GOHLER C et al. Techniques et résultats des platinotomie laser CO2. Avantages du micromanipulateur d'optiques en reflexion. Ann Otolaryngol Chir Cervicofac 2002; 119(2): 98-126.
- [82]. RONDINI GE, MOSNIER I et al. Apport du Laser dans la chirurgie de l'otospongiose: étude préliminaire Ann Otolaryngol Chir Cervicofac 2002; 119: 126-298.
- [83]. BORDURE P, ROBIER A, MALARD O. Chirurgie otologique et neurologique Techniques Chirurgicales ORL, Masson.
- [84]. NAGGARA O, WILLIAMS MT et al. Imagerie des échecs et des complications post-opératoires de la chirurgie de l'otospongiose. J Radiol 2005; 86: 1749-61.
- [85]. AYACHE D, SLEIMAN J et al. Variantes et incidents per-opératoires observés au cours de la chirurgie de l'otospongiose. Ann Otolaryngol Chir Cervicofac 1999; 116(1): 8-14.
- [86]. COUVREUR P, BALTAZAR B, LACHER G et al. Geysers lors de la chirurgie de l'otospongiose. Rev Laryngol Oto Rhinol 2003; 124(1): 31-37.
- [87]. BETSH CH, AYACHE D et al. Les reprises de chirurgie stapédienne dans l'otospongiose. Ann Otolaryngol Chir Cervicofac 2002; 119: 126-298.
- [88]. AYACHE D, EL HEIKEL M et al. Les réinterventions dans le traitement de l'otospongiose: A propos de 26 cas. Ann otolaryngol Chir Cervicofac 2000; 117(5): 281-90.
- [89]. Senechaut JP, Hazan A, Henrion P, Vacher S, Peytral C. Complications iatrogéniques sévères dans la chirurgie de l'oreille moyenne et leurs aspects médico-légaux. Ann Otolaryngol Chir Cervicofac 1988; 105: 377-82.

- [90]. Ng M, Maceri DR. Delayed facial paralysis after stapedotomy using KTP laser. *Am J Otol* 1999;20:421–4.
- [91]. Mills R, Szymanski M, Abel E. Delayed facial palsy following laser stapedectomy: in vitro study of facial nerve temperature. *Clin Otolaryngol Allied Sci* 2003;28:211–4.
- [92]. Smith MC, Simon P, Ramalingam KK. Delayed facial palsy following uncomplicated stapedectomy. *J Laryngol Otol* 1990;104:611–2.
- [93]. Shea JJ Jr, GeX. Delayed facial palsy after stapedectomy. *Otol Neurotol* 2001;22:465–70.
- [94]. Ferguson BJ, Gillespie CA, Kenan PD, Farmer JC Jr. Mechanisms of cholesteatoma formation following stapedectomy. *Am J Otol* 1986;7:420–4.
- [95]. MARTIN CH, MESSARY A et al. Echecs fonctionnels dans la chirurgie de l'otospongiose: causes, diagnostic et traitement. *Rev Laryngol Oto Rhinol* 2003; 124(1): 23–29.
- [96]. DUBREUIL C, BOUCHAYER M et al. Otosclerosis: stapedectomy or stapedotomy. A long-term comparative study. A propos of 1279 cases. *Ann Otolaryngol Chir Cervicofac* 1994; 111(5): 249–64
- [97]. SHMERBER S, CUISINIER O et al. Vein versus tragal perichondrium in stapedotomy. *Otolaryngol and Neurotology* 2004; 25: 694–98
- [98]. QUARANTA N, BESOZZI G et al. Air and bone conduction change after stapedotomy and partial stapedectomy for otosclerosis. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2005; 133: 816–8
- [99]. CASALE M, DE FRANCO A et al.
Résultats audiométriques après stapédotomie en utilisant deux prothèses différentes. *Rev Laryngol Oto Rhinol* 2003; 124(4): 255–8

- [100]. SENNERGALU L, UNAL O et al. Effect of Teflon diameter on hearing result after stapedotomy. *Otorhinolaryngology–Head and Neck Surgery* 2001; 124(3): 279–81.
- [101]. RONDINI GE, BOZORG GA et al. Otospongiose: techniques chirurgicales et résultats A propos de 150cas *Ann Otolaryngol Chir Cervicofac* 2002; 119(4): 227–233.
- [102]. CAUSSE JB. Technique chirurgicale pour les fixations de l'étrier. *Cahier de l'audition* 1991.
- [103]. CAUSSE B, CAUSSE JR et al. Amélioration de l'audition en fonction du type de platinectomie ou platinotomie effectué dans la chirurgie de l'otospongiose. *Ann otolaryngol Chir Cervicofac* 1985; 102: 401–05.
- [104]. Endoscopic stapedotomy: Merits and demerits Waleed Moneir, Ahmed MUSAAD Abd El-fattah*, Eslam Mahmoud, Mohamed Elshaer Department of Otolaryngology, Faculty of Medicine, Mansoura University, Egypt
Journal of Otology 13 (2018) 97e100
- [105]. Bottcher, E., Pau, A., H., W., et al., 2009. Taste disturbance after € Stapes surgerye clinical and experimental study. *Acta Otolaryngol. (Suppl.562)*, 71e78.
- [106]. Migirov, L., Wolf, M., 2013. Endoscopic transcanal stapedotomy: how I do it. *Eur. Arch. Oto–Rhino–Laryngol.* 270 (4), 1547e1549.
- [107]. Daneshi, A., Jahandideh, H., 2016. Totally endoscopic stapes surgery without packing: novel technique bringing most comfort to the patients. *Eur. Arch. OtoRhino–Laryngol.* 273 (3), 631e634.
- [108]. Surmelioglu, O., Ozdemir, S., Tarkan, O., et al., 2016. Endoscopic versus microscopic stapes surgery. pii: S0385e8146(16)30201–2 *Auris Nasus Larynx* 22.

- [109]. Sproat, R., Yiannakis, C., Layer, A., 2017. Endoscopic stapes surgery: a comparison with microscopic surgery. *Otol. Neurotol.* 38 (5), 662e666.
- [110]. Laser versus non-laser stapedotomy in otosclerosis A systematic review and meta-analysis Lian Fang a,b , Hai Lin a, Tian-Yu Zhang a, Jun Tan *Auris Nasus Larynx* 41 (2014) 337-342
- [111]. Arnoldner C, Schwab B, Lenarz T. Clinical results after stapedotomy: a comparison between the erbium: yttrium-aluminum-garnet laser and the conventional technique. *Otol Neurotol* 2006;27:458-65.
- [112]. Matkovic S, Kitanoski B, Malicevic Z. Advantages of CO2 laser use in surgical management of otosclerosis. *Vojnosanit Pregl* 2003;60:273-8.
- [113]. Yavuz H, Caylakli F, Ozer F, Ozluoglu LN. Reliability of microdrill stapedotomy: comparison with pick stapedotomy. *Otol Neurotol* 2007;28:998-1001.
- [114]. Somers T, Govaerts P, Marquet T, Offeciers E. Statistical analysis of otosclerosis surgery performed by Jean Marquet. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1994;103:945- 51.
- [115]. Parrilla C, Galli J, Fetoni AR, Rigante M, Paludetti G. Erbium: yttrium-aluminum-garnet laser stapedotomy - a safe technique. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2008;138:507-12.
- [116]. Moschillo L, Imperiali M, Carra P, Catapano F, Motta G. Bone conduction variation poststapedotomy. *Am J Otolaryngol* 2006;27:330-3.
- [117]. Garin P, Van Prooyen-Keyser S, Jamart J. Hearing outcome following laserassisted stapes surgery. *J Otolaryngol* 2002;31:31-4.
- [118]. Shabana YK, Allam H, Pedersen CB. Laser stapedotomy. *J Laryngol Otol* 1999;113:413-6.
- [119]. Malafronte G, Filosa B, Barillari MR. Stapedotomy: is the color of the

- footplate important in the choice of the type of perforator. *Otol Neurotol* 2011;32:1047-9.
- [120]. Sedwick JD, Loudon CL, Shelton C. Stapedectomy vs stapedotomy. Do you really need a laser? *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1997;123:177-80.
- [121]. Silverstein H, Rosenberg S, Jones R. Small fenestra stapedotomies with and without KTP laser: a comparison. *Laryngoscope* 1989;99:485-8.
- [122]. McGee TM. The argon laser in surgery for chronic ear disease and otosclerosis. *Laryngoscope* 1983;93:1177-82.
- [123]. Barbara M, Lazzarino AI, Mure C, Macri C, Volpini L, Monini S. Laser versus drill-assisted stapedotomy for the treatment of otosclerosis: a randomized controlled trial. *Int Adv Otol* 2011;7:283-8.
- [124]. AYACHE D, EARALLY F, LECA M, ELBAZ P. Acouphènes et otospongiose. *Ann Otolaryngol Chir Cervicofac* 2002; 119(2) : 98-126.
- [125]. BOURGUIGNAT E, ROULLEAU P. Otosclerosis : study of the postoperative course of hearing during the first 5 years and research of some prognostic factors. A propos of a series of 67 cases. *Ann Otolaryngol Chir Cervicofac* 199 ; 111(1): 13-21.
- [126]. AKIRA A, MICHAEL E, GLASSCOCK M. Operative techniques in total stapedectomy. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1998 ;9(1): 3-7.
- [127]. BEAL C, PONCET WC et al. Carhart's effect; a study of postoperative outcome of 47 surgically treated cases of Otosclerosis.
- [128]. AYACHE D, CORRE A et al. Surgical treatment of otosclerosis in elderly patients. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2003; 129(6): 674-77
- [129]. Glasscock ME, 3e, Storper IS, Haynes DS, et al. Vingt-cinq ans d'expérience avec la stapédecotomie. *Laryngoscope*. 1995; 105 (9 Pt 1):

899-904.

- [130]. BORDURE F, LEGENT F et al. Revision stapes surgery in otosclerosis : a review of 85 cases. *Revue de la laryngologie* 1994 ; 115 : 53-6.
- [131]. Stapedectomy Versus Stapedotomy Horace C.S. Cheng, MD, MASc, Sumit K. Agrawal, MD, FRCSC, Lorne S. Parnes, MD, FRCSC* *Otolaryngol Clin N Am* 51 (2018) 375-392
- [132]. House HP, Hansen MR, Al Dakhail AA, et al. Stapedectomy versus stapedotomy: comparison of results with long-term follow-up. *Laryngoscope* 2002;112(11): 2046-50.
- [133]. Colletti V, Fiorino FG. Stapedotomy with stapedius tendon preservation: technique and long-term results. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1994;111(3 Pt 1): 181-8.
- [134]. Bailey HA, Pappas JJ, Graham SS. Small fenestra stapedectomy. A preliminary report. *Laryngoscope* 1981;91:1308-21.
- [135]. GROS A, VATOVEC J, ZARGI M. Histologic changes on stapedial footplate in otosclerosis. *Otology and neurotology* 2003; 24: 43-7.

أطروحة رقم 21/184

سنة 2021

شق الصفيحة المعاصرة في جراحة تصلب الأذن:
خبرة قسم طب الأنف والأذن والحنجرة بالمستشفى العسكري مولاي إسماعيل بمكناس
(بصدد 21 حالة)

الأطروحة

قدمت و نوقشت علانية يوم 2021/05/06

من طرف

السيدة العلمي شنتوفي ليلي
المزداة في 19 غشت 1994 بفاس

لنيل شهادة الدكتوراه في الطب

الكلمات المفتاحية

تصلب الأذن - شق الصفيحة المعاصرة - الريح على مستوى رين
الريح على مستوى توصيل الهواء - الريح على مستوى التوصيل العظمي

اللجنة

الرئيس السيد نظور كريم

المشرف

أستاذ مبرز في طب الأنف والحنجرة

..... السيد البوخاري علي

أستاذ مبرز في طب الأنف والحنجرة

أعضاء

..... السيد عاطفي هشام

أستاذ مبرز في طب الأنف والحنجرة

..... السيد قشنى هشام

أستاذ مبرز في التخدير والإنعاش

..... السيد زينون براهيم

أستاذ في علم الأشعة