



**LA RADIO-ANATOMIE NORMALE
DU ROCHER CHECK-LIST ET
NOUVEAUTES RADIOLOGIQUES**

MEMOIRE PRESENTE PAR :

Docteur AFELLAH MOHAMED

Né le 20/07/1988 à ESSAOUIRA

Pour l'Obtention du Diplôme de Spécialité en Médecine

Option : OTO–RHINO–LARYNGOLOGIE

Sous la Direction de Professeur : EL ALAMI EL AMINE MOHAMED

NOUR–DINE

Professeur encadrant : Pr RIDAL MOHAMMED



Session Juillet 2021



Sommaire

I.	INTRODUCTION	6
II.	MOYENS D'IMAGERIE	9
1.	La tomodensitométrie	9
2.	L'imagerie par résonance magnétique.....	11
3.	Le Cone Beam Computed Tomography (CB-CT)	12
4.	Radiographie en incidence de Stenvers	13
III.	RADIO ANATOMIE DE L'OS TEMPORAL	14
1.	OS temporal.....	14
a)	Ecaille du temporal.....	15
b)	Os Tympanal.....	17
c)	Le rocher	18
2.	Les fissures de l'os temporal	23
a)	Fissures tympanosquameuses	23

b) Fissures tympaopétreuse	26
c) Fissures pétrosquameuses	28
3. Les canaux du temporal	30
IV. RADIO ANATOMIE DE L'OREILLE.....	34
1. Conduit auditif externe et membrane tympanique	34
2. Cavités tympano–mastoïdiennes	36
a) Cavité tympanique	36
b) Les parois de la caisse.....	38
c) La chaine ossiculaire	45
V. RADIO–ANATOMIE DU NERF FACIAL	53
1. Introduction.....	53
2. Cavités labyrinthiques	59
a) Le labyrinthe osseux	59
b) Le labyrinthe membraneux	63
c) Méat acoustique interne	65

VI.	LES VARIANTES ANATOMIQUES	67
1.	Sinus sigmoïde antérieurement situe	67
2.	Les variantes du bulbe jugulaire	68
3.	Sinus tympani profond	69
4.	Procidence du canal du nerf facial	70
5.	Canal carotidien	71
6.	Variantes de pneumatisation	71
7.	Veine émissaire mastoïdienne	72
8.	Autres.....	73
VII.	CHECK LIST	74
VIII.	NOUVEAUTES RADIOLOGIQUES	78
1.	La tomographie volumétrique numérisée à faisceau conique.....	78
2.	Les reconstructions volumiques de la chaine ossiculaire	90
IX.	Conclusion.....	92
X.	RESUME.....	94

XI. BIBLIOGRAPHIE 95

I. INTRODUCTION

L'imagerie de l'os temporal contenant les différents compartiments de l'oreille a mauvaise réputation car la complexité de l'anatomie de cette région est bien connue et a fait l'objet de multiples descriptions [1-2].

Les deux principales techniques radiologiques à notre disposition pour explorer l'oreille et le rocher sont la tomодensitométrie (TDM) et l'imagerie par résonance magnétique (IRM). Le choix de la technique se fera en fonction de ce que l'on recherche selon que l'on souhaite une meilleure résolution spatiale ou en contraste.

La TDM haute résolution permet l'étude osseuse des différents compartiments de l'oreille. Utilisée avec injection de produit de contraste elle pourra étudier les structures vasculaires (malformations ou tumeurs). Elle sera utilisée en première intention pour l'étude des oreilles externe et moyenne, et du labyrinthe osseux [3]. L'IRM permet l'étude des structures neuro-sensorielles de l'oreille interne et des voies auditives centrales. Ce dernier axe d'exploration étant en plein essor avec l'IRM fonctionnelle et la tractographie [4-5].

L'acquisition volumique en haute résolution TDM et IRM permettra l'exploration de chaque structure dans les 3 plans de l'espace.

Les reconstructions 3D pourront être utiles pour permettre au correspondant de mieux visualiser: les malformations de la mastoïde et de l'articulation temporo-mandibulaire(ATM), les modifications de la chaîne ossiculaire, les anomalies du labyrinthe membraneux.

Les variantes anatomiques de l'os temporal sont importantes à connaître et à préciser avant toute intervention sur l'oreille, Car Certaines d'entreeux sont potentiellement dangereuses en cas de gestes chirurgicaux.

Les techniques modernes d'imagerie permettent un guidage peropératoire dans la chirurgie otologique. Il y a des avancées dans l'imagerie de l'oreille notamment le cone beame (CBCT) qui présente comme principal avantage une réduction significative des doses d'irradiation.

Les objectifs sont d'une part, élaborer Lesprotocoles nécessaires à une analyse optimale, par la redéfinition des principaux repères et variantesradioanatomiques, avec élaboration d'une check-list, a fin de facilité l'interprétation du rocher et comprendre la pathologie otologique, pour une meilleure prise de décision et une orientation précise lors des interventions chirurgicales. Et d'autres part, présenter les nouveautés en radiologie, notamment l'imagerie par faisceau conique, souvent dénommée « Cone Beam » ou « CBCT pour Cone Beam Computed Tomography » qui produit des reconstructions tridimensionnelles du rocher aussi fiables que celles de la TDM.

Pour cela, seront décrits les principaux repères radio-anatomiques actuellement visualisés en pratique courante TDM ou IRM de l'oreille externe, méat acoustique externe (MAE) ; les sutures et fissures du temporal, des cavités tympano-mastoïdiennes, de la chaîne ossiculaire, du labyrinthe osseux et membraneux, du méat acoustique interne (MAI), des voies auditives centrales, et du nerf facial, ainsi que les variantes anatomiques de l'os temporal qui sont :

Un sinus sigmoïde antérieurement situé,

- Des anomalies de la golf jugulaire : haut situé, déhissence, asymétrie.
- Une procidence du canal du nerf facial,
- Un sinus tympani profond,
- Des variantes de pneumatisation,
- Un septum de Korner épais,
- Une hypoplasie de l'oreille moyenne,
- Une lame osseuse pré malléaire,
- Un récessus épitympanique antérieur,
- Un trajet aberrant des carotides.

II. MOYENS D'IMAGERIE

1. La tomodensitométrie

Le protocole ne comportera pas d'injection d'iode en raison des contrastes spontanés (air-os), sauf si une analyse tissulaire est nécessaire, on préférera l'IRM dans ce cas. Le plan d'étude est horizontal et parallèle à la ligne orbito-méatale, tête fléchie afin de diminuer l'irradiation des cristallins, de l'apex du processus mastoïde en bas à la partie inférieure du lobe temporal en haut [6]. Le plan d'étude a été choisi ainsi afin de définir un plan international de référence. Le champ d'acquisition comporte les deux rochers compris dans le même champ de vue de l'ordre de 20 cm. Les épaisseurs de coupes sont de 0,3 à 0,4 mm selon les machines. Le filtre est de type osseux en ultra haute résolution, privilégiant la résolution spatiale à l'étude de densité [7]. Sur les coupes axiales la totalité du canal semi-circulaire latéral doit être visible sur une coupe. Tous les patients bénéficient de coupes reconstruites axiales (couvrant la totalité de l'os temporal englobant le tegmen) et coronales (de l'artère carotide interne à la mastoïde en arrière de la portion mastoïdienne du canal facial) [8]. Des coupes spécifiques (reconstructions multiplanaires) pourront être ajoutées, notamment pour étudier l'étrier, le canal facial ou le canal semi-circulaire supérieur [9].

Selon les recommandations du SFORL 2010 sur l'imagerie du rocher :

Concernant les paramètres de reconstruction :

Quatre plans : axial, coronal, coronal oblique et axial oblique sont systématiquement utilisés .

Un plan axial parallèle au canal semi-circulaire latéral en couvrant la totalité de l'os temporal (englobant le tegmen) ;

Un plan coronal perpendiculaire au canal semi-circulaire latéral ;

Un plan coronal oblique perpendiculaire à la platine de l'étrier dans l'axe de la longue apophyse de l'enclume (V ossiculaire) ;

Un plan axial oblique dans l'axe de l'étrier montrant tête, branches et platine de l'étrier.

Les autres plans seront réalisés selon l'indication, ou les constatations faites sur les trois plans de base :

Un plan sagittal (en cas de malformation ou d'oreille opérée) : CAE, oreille moyenne, labyrinthe ;

Un plan de reconstruction dans l'axe du canal semi-circulaire antérieur si la couverture osseuse de ce canal paraît fine.

Le mode volumique permet d'autres reconstructions dans les plans de chaque osselet, marteau, enclume ou étrier.

Critères anatomiques de bonne réalisation :

Une reconstruction axiale correctement effectuée doit être parallèle au canal semi-circulaire latéral.

A contrario, on ne doit pas voir sur une même reconstruction axiale le tour basal de la cochlée et le canal semi-circulaire postérieur.

2. L'imagerie par résonance magnétique

L'antenne utilisée doit être une antenne tête ou tête et cou complétée si besoin par l'utilisation d'antennes de surfaces circulaires en réseau pour améliorer la résolution spatiale. Plusieurs séquences seront nécessaires selon la région étudiée et l'indication de l'examen.

Les séquences classiquement utilisées pour étudier l'angle ponto-cérébelleux (APC) l'oreille moyenne et interne et le conduit auditif interne (CAI) sont :

Des coupes axiales en séquences T2 haute résolution ;

Des coupes axiales en séquences spin écho T1 (SE T1) sans, puis avec injection de gadolinium ;

Des coupes coronales SE T1 après injection de gadolinium.
D'autres séquences seront réalisées en fonction de l'indication :

Une séquence TOF (time of flight) pour les vaisseaux,

Des séquences de diffusion pour la recherche de chole stéatome.
On rajoutera systématiquement une séquence 3D Flair sur l'encéphale pour visualiser la charnière cervico-occipitale et les structures encéphaliques lors de la recherche étiologique d'une surdité de perception.

Enfin, l'étude du nerf facial nécessitera un protocole encéphale avec une séquence 3D T2 haute résolution, SE T1 avec injection et avec et sans effacement de la graisse du canal facial intra-pétreux jusqu'au foramen stylo-mastoïdien et une séquence SE T1 de la parotide. La sédation ou l'anesthésie générale sont souvent nécessaires après 6-9 mois et avant 4-5 ans [10,11]. Il est désormais possible de fusionner les images de TDM et d'IRM afin de pouvoir localiser de manière plus précise certaines lésions, notamment pour le cholestéatome. On peut, par ailleurs, utiliser la TDM en peropératoire comme outils de navigation afin de se repérer dans le rocher en cas de chirurgie d'exérèse difficile ou de condition anatomique défavorable (procidence méningée, procidence carotidienne ou du sinus latéral) [12]. L'outil de navigation permet de se repérer en temps réel dans le rocher au cours de la chirurgie afin d'anticiper une difficulté pendant la dissection.

3. Le Cone Beam Computed Tomography (CB-CT)

Il s'agit d'un examen basé comme le scanner sur l'utilisation de rayon X. Il émet un faisceau de forme conique et est couplé à un capteur plan numérique. La rotation du système autour du patient permet l'acquisition des données numériques qui permettent ensuite la reconstruction volumique et multi planaire sur l'ordinateur. L'exposition effective est réduite grâce à l'utilisation du faisceau pulsé et permet ainsi une diminution de la dose d'irradiation jusqu'à 6 fois, notamment pour l'étude de l'oreille moyenne et du rocher [13]. Du fait de cette dose d'irradiation moins importante, le CB-CT ne permet pas de mesurer la densité des parties molles et doit être réservé à l'analyse des structures osseuses. Concernant l'imagerie de l'os temporal, les données récentes de la

littérature montrent son intérêt pour l'analyse de la platine de l'étrier et la recherche d'hypodensité de la fissula antefenestram pour le diagnostic d'otospongiose [14]. Il pourrait être utile dans le choix de la longueur et du design de l'électrode des implants cochléaires ou pour contrôler leur positionnement dans la cochlée en postopératoire [15]. Enfin, le cone beam semble plus précis que le scanner pour la détection des déhiscences du canal semi-circulaire supérieur [16].

4. Radiographie en incidence de Stenvers

Permet la vérification du positionnement des électrodes de l'implant cochléaire (17). Position du malade : Patient en procubitus, front, nez contre la table puis rotation de la tête de 45 ° du côté à radiographier.

Critères de réussite :

- Le CAI se projette dans le tiers inférieur de l'orbite,
- La crête occipitale externe passe sous le vestibule et la cochlée,
- Le conduit semi circulaire supérieur est vue en enfilade.

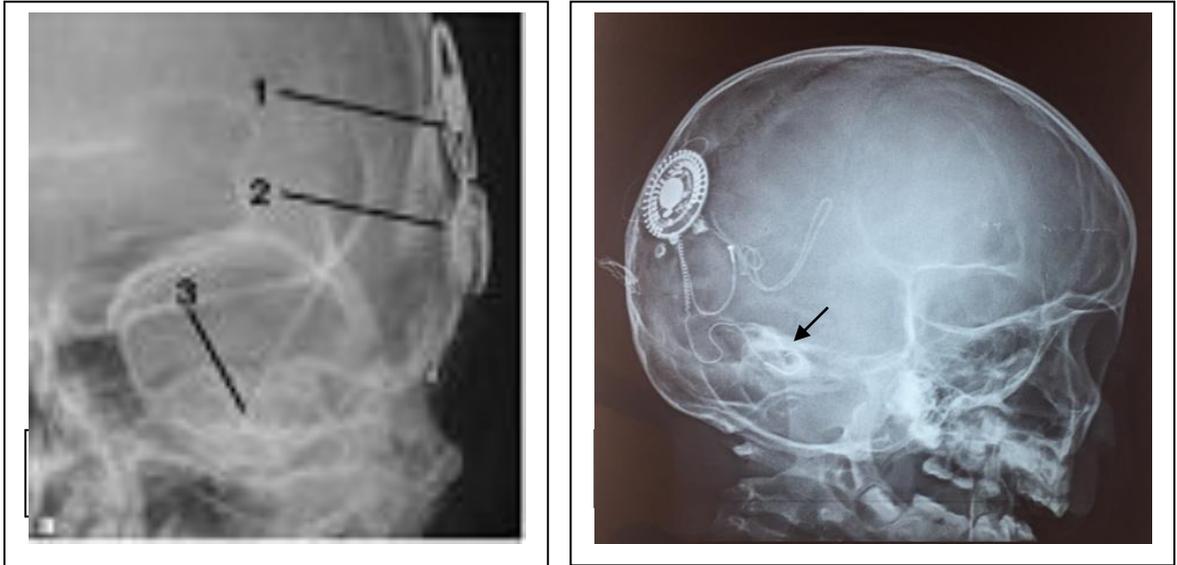


Figure (1) : a) Incidence transorbitaire. (1) Aimant interne localisé dans l'antenne interne du récepteur-stimulateur implanté ; (2) récepteur-stimulateur implanté ; (3) porte-électrodes droit dans la cochlée.
b) Incidence de Stenvers confirmant la bonne position des électrodes de l'implant(Flèche) (iconographie du service d'ORL du CHU HASSAN II de FES)

III. RADIO ANATOMIE DE L'OS TEMPORAL

1. OS temporal

L'os temporal est un os bilatéral et symétrique qui participe à la formation de la base du crane.

En antérieur: Il s'articule avec l'os sphénoïdal et forme l'étage moyen de la base du crâne .

En postérieur: Il s'articule avec l'os occipital et forme l'étage postérieur de la base du crâne.

En haut : Il s'articule avec l'os pariétal pour former la calvaria

En bas : Il s'articule avec la mandibule.

Il est constitué de trois os : l'écaïlle du temporal, l' os tympanal, et le rocher.

Nous allons détailler anatomie radiologique de ces trois os.

a) L'écaïlle du temporal

Elle se présente sous la forme d'un « L » à composante verticale latérale et horizontale médiale.

La partie verticale :

Elle apparaît le plus facilement sur les coupes coronales. Elle est en général peu pneumatisée, ponctuée d'os spongieux. Sur les coupes axiales, elle se situe latéralement sous la forme d'une mince lame osseuse limitant en dehors la fosse crânienne moyenne (Figure 2).

Applications pathologiques : la partie verticale est le siège des fractures fréquentes, notamment dans les accidents de la voie publique, les cholestéatomes souvent visibles à la jonction entre la partie basse du montant vertical et la portion horizontale correspondante.

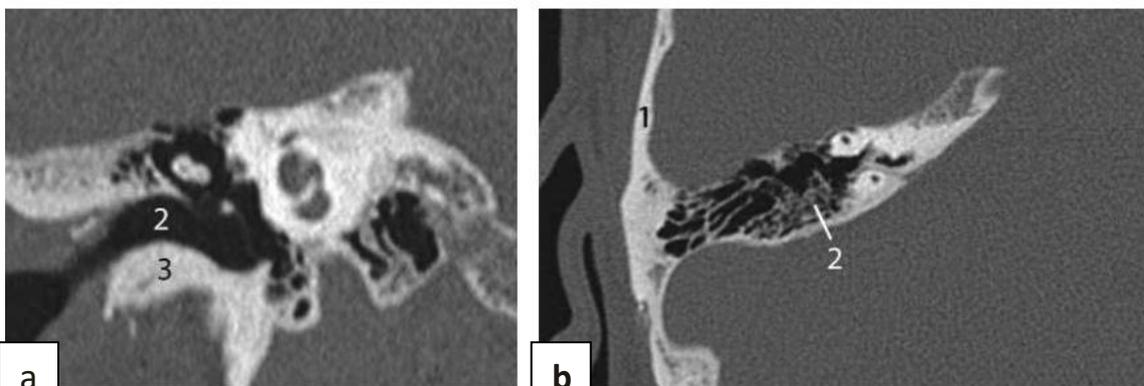


Figure (2) : a) TDM, coupe coronale : (1) Écaïlle verticale ; (2) méat acoustique externe ; (3) os tympanal.

**b) Coupe axiale : (1) Écaïlle verticale ; (2) rocher.
Veillon (Imagerie de l'oreille normale adulte) [17]**

La partie horizontale :

L'écaille horizontale peut être séparée en trois secteurs : antérieur(en avant et au- dessus du condyle mandibulaire), moyen (au- dessus du méat acoustique externe) et postérieur (formant la paroi latérale de l'antre). Le bord inférieur de la partie moyenne forme le mur de l'attique où se fixe la membrane tympanique (Figure 3).

En tomodensitométrie (Figure 3), la coupe axiale permet d'individualiser simplement ces trois structures de l'avant vers l'arrière. Le plan coronal est surtout intéressant pour évaluer l'aspect de l'écaille horizontale moyenne au- dessus de la lumière du conduit auditif externe. Le plan sagittal permet facilement de montrer l'écaille horizontale antérieure sus- condylienne et le toit du méat acoustique externe. La fissure entre l'écaille horizontale postérieure et la partie postérieure du rocher est accessible dans le plan axial en suivant, vers l'arrière, la paroi latérale de l'antre. Cette fissure peut être parcourue par des veines émissaires.

Applications pathologiques : l'écaille horizontale est le siège de fréquents traumatismes, le bord interne de la partie moyenne est fréquemment lysé par les cholestéatomes secondaires.

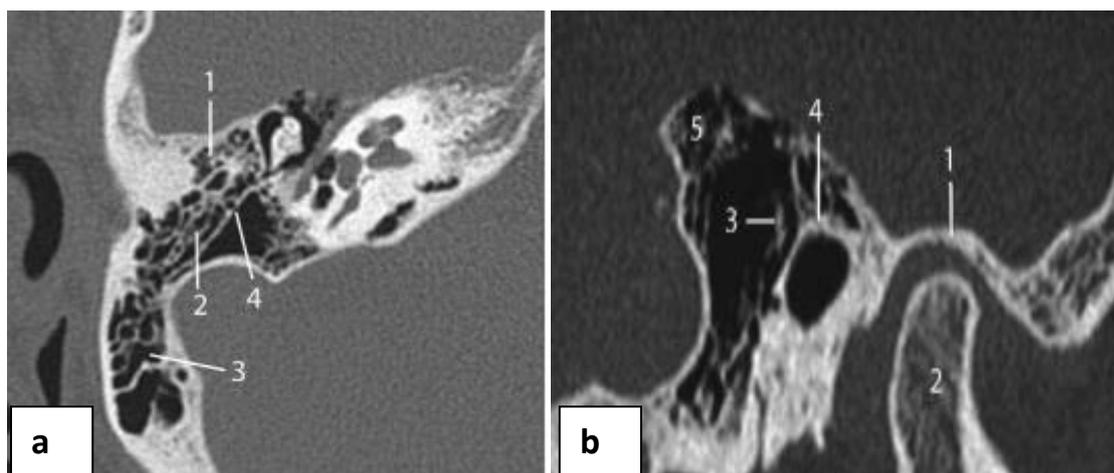


Figure (3) : a) Écaille horizontale moyenne et postérieure en coupe axiale:(1) Écaille horizontale moyenne ; (2) écaille horizontale postérieure ;(3) rocher ;(4) bord interne de l'écaille postérieure.

b) Écaille horizontale antérieure, moyenne, postérieure en coupe sagittale : (1) Écaille horizontale antérieure ; (2) condyle mandibulaire (3) écaille horizontale rétroméatique ; (4) écaille horizontale sus-méatique ; (5) rocher.

b) Os Tympanal

L'os tympanal s'individualise dans son ensemble en coupes sagittales. Les parois antérieure, postérieure et inférieure sont parfaitement accessibles dans ce plan. Une suspicion de lyse osseuse à ce niveau nécessite une boîte d'étude assez large pour mettre en évidence la partie la plus déclive qui s'inscrit profondément sur environ 1 cm. Le plan axial est intéressant pour les parois antérieure et postérieure (Figure 4).

Le plan coronal montre le plancher de l'os tympanal et ses relations avec la portion fibreuse du méat acoustique externe.

Applications pathologiques : les absences ou sténoses congénitales du méat acoustique externe, les fractures essentiellement de la paroi antérieure de l'os tympanal, les ostéites en particulier antérieures avec ou sans inflammation de voisinage, les exostoses et ostéomes des parois antérieure et postérieure, plus rarement les carcinomes.

c) Le rocher

Il représente la structure osseuse par excellence de l'os temporal sous la forme d'une pyramide triangulaire .

L'intérêt en imagerie est de bien montrer les trois faces antéroexterne, postéro-interne et inférieure.

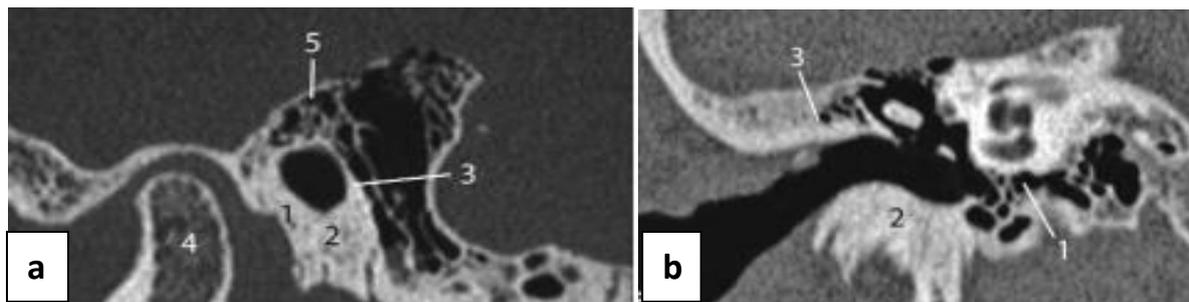


Figure (4) : a). TDM, coupe sagittale : (1) Os tympanal (paroi antérieure) ;(2) os tympanal (paroi inférieure) ;(3) os tympanal (paroi postérieure) ; (4) condyle mandibulaire ; (5) écaïlle horizontale sus-méatique (moyenne)

b) En coupe coronale : (1) Rocher; (2) os tympanal: (3) écaïlle horizontale sus-méatique (moyenne).

c.1) Face antéro- externe:

La face antéro- externe constitue le toit de l'oreille moyenne en- dehors et du labyrinthe en dedans (Figure 5). Elle est particulièrement bien visible en coupe coronale au- dessus de la cochlée et des osselets en avant, chapeautant les canaux semi-circulaires et l'antre en arrière. Elle est plus ou moins mince, parfois déhiscente, notamment au- dessus du canal semi- circulaire antérieur ou de l'oreille moyenne plus en dehors.

Le toit de l'oreille moyenne vient au contact de l'écaïlle horizontale (antérieure, moyenne et postérieure) au niveau la fissure pétro-squameuse supérieure bien visible sur les coupes coronales(Figure5). L'orientation différente

des parois cellulaires, pétreuses en dedans, squameuses en dehors, aide à la localisation de cette zone frontière.

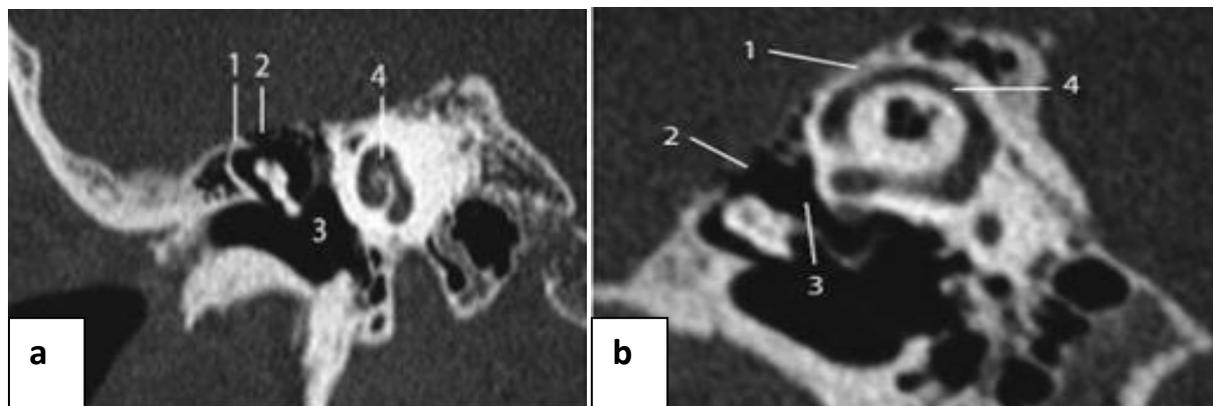
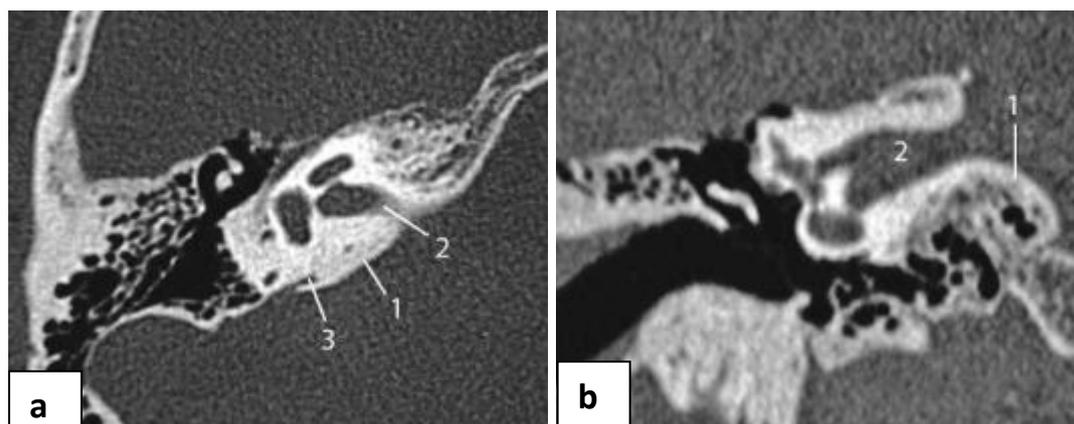


Figure (5) : a) TDM en coupe coronale. (1) Écaille horizontale ; (2) paroi antéro-externe du rocher ; (3) oreille moyenne ; (4) oreille interne.
b) TDM en coupe oblique perpendiculaire au grand axe pétreux : (1) Paroi antéro-externe du rocher au-dessus de l'oreille interne (CSC supérieur) ; (2) paroi antéro-externe du rocher au-dessus du tegmen ; (3) oreille moyenne ; (4) oreille interne.

c.2) Face postéro- interne :

A la différence de son homologue externe qui descend en pente douce vers l'écaille horizontale, cette face est beaucoup plus oblique vers le dedans et donc plus proche de la verticale (Figure 6). Elle répond au tronc cérébral et au cervelet. Elle est perforée par le méat acoustique interne dans son tiers antérieur, par la fossette unguéale à sa moitié postérieure, lieu d'ouverture pour le passage du sac endo lymphatique qui termine le conduit membranaire correspondant. Au-dessus et en arrière du méat acoustique interne se trouve l'ouverture médiale du canal pétromastôïdien, la fossa subarcuata, qui constitue un vestige de l'évolution marquée par la présence de duremère.

Le plan tomодensitométrique axial principalement mais aussi les plans coronal et sagittal donnent une bonne évaluation de cette face et des canaux qui la parcourent (Figure 6).



**Figure (6) : a) TDM en coupe axiale : (1) Paroi postéro-interne ;(2) meatus acoustique interne ; (3) fossette unguéale.
b) TDM en coupe coronale : (1) Paroi postéro-interne ; (2) meatus acoustique interne.**

c.3) Face inférieure :

C'est la moins connue des trois faces pétreuses en imagerie, elle participe à la constitution du toit du cou. Elle peut globalement être divisée en trois parties.

La première constitue la partie antérieure du plancher de la pointe du rocher sur lequel court le fascia pharyngobasilaire étendu du tubercule pharyngien de l'occipital en dedans à l'épine du sphénoïde en dehors, en tomodynamométrie, les insertions osseuses du fascia pharyngobasilaire sont aisément visibles en tomodynamométrie axiale aux niveaux occipital, pétreux et sphénoïdal. La corticale de la pointe du rocher doit toujours être visible, entourant un contenu le plus souvent spongieux, donc hypodense, parfois aéré, rarement dense (Figure 7).

La *deuxième*, moyenne, contient l'orifice inférieur du canal carotidien et, immédiatement en arrière, le foramen jugulaire qui est en fait une soufflure de la

suture pétro- occipitale. C'est à ce niveau que se forme le toit de l'espace vasculo- nerveux cervical jugulo carotidien (Figure 8a).

• Tomodensitométrie : l'orifice inférieur du canal carotidien ne pose pas de problème d'interprétation. En revanche, la forme et la taille variables du foramen jugulaire peuvent être considérées à tort comme pathologiques. La corticale du foramen jugulaire doit toujours être visible (Figure 8 b et c).

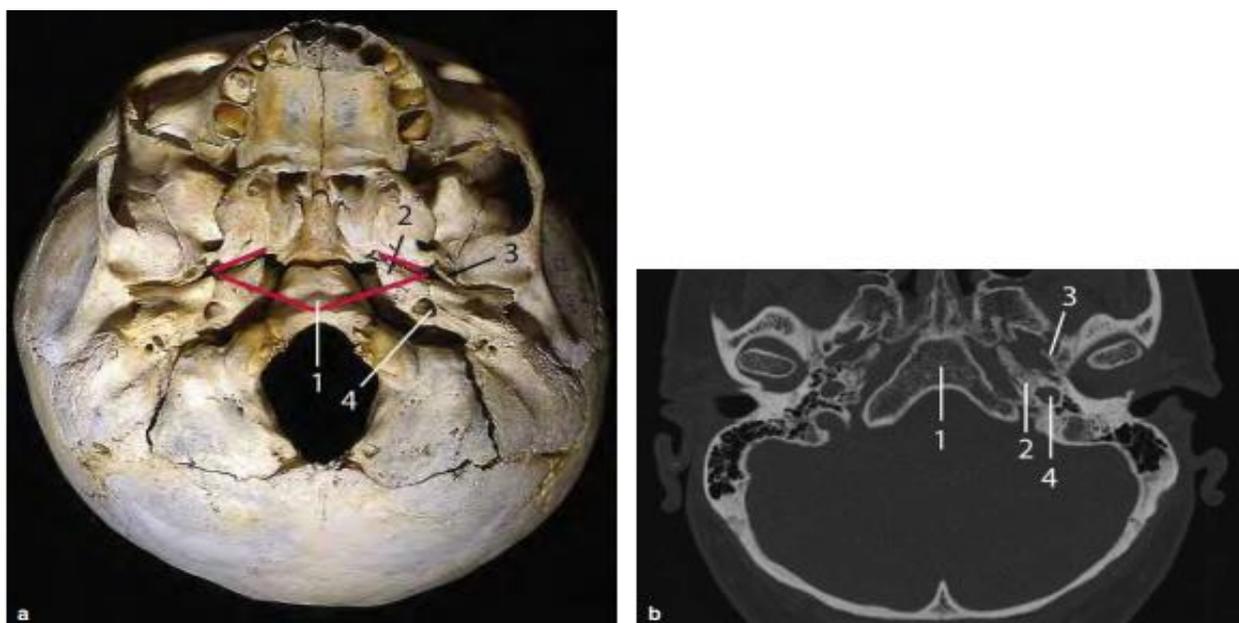


Figure (7) : a) Rocher, paroi inférieure (vue inférieure d'un crâne) : (1) Tubercule pharyngien de l'occipital ; (2) pointe du rocher ; (3) épine du sphénoïde ; (4) orifice inférieur du canal carotidien.

b) TDM, coupe axiale : (1) Occipital; (2) rocher (apex pétreux) ; (3) épine du sphénoïde ; (4) orifice inférieur du canal carotidien. Veillon (Imagerie de l'oreille

La *troisième* partie, postérieure, est constituée par le processus styloïde (d'où partent les muscles stylopharyngien, styloglosse et stylohyoïdien avec le ligament attenant) et immédiatement en arrière le foramen stylomastoïdien (Figure 8a), laissant le passage à la troisième portion du nerf facial.

• A la tomodensitométrie : le foramen stylomastoïdien est bien visible à la face

inférieure du rocher, rempli de tissu adipeux. Il a une structure hypodense arrondie dans le plan axial (Figure 8 b et c).

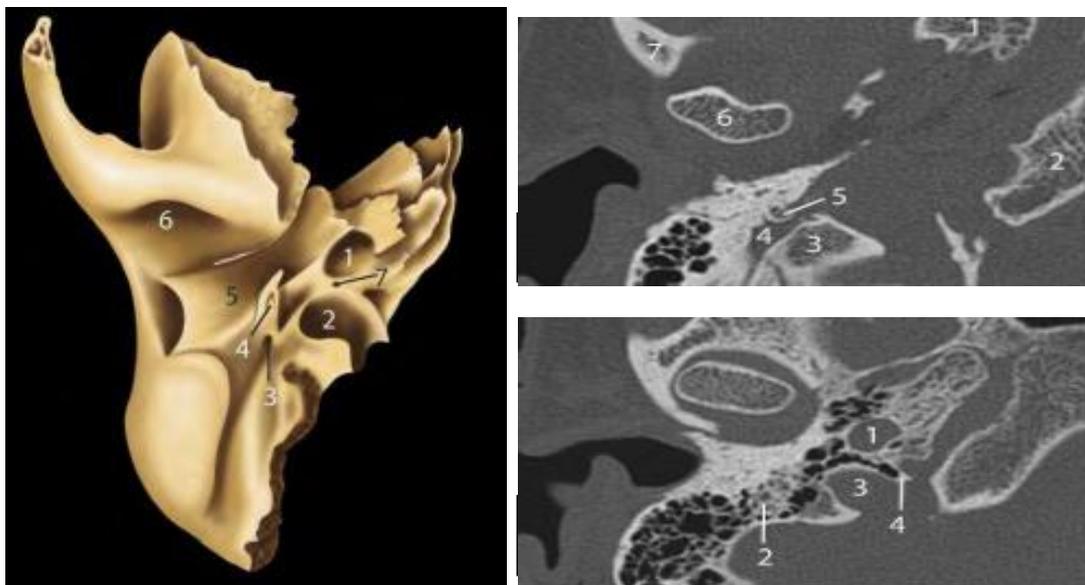


Figure (8) : a) Représentation de la face inférieure d'un os temporal droit.
b) TDM, coupe axiale inférieure : (1) Sphénoïde ; (2) occipital; (3) occipital;
(4) foramen stylomastoidien ;(5) processus styloïde ; (6) condyle
mandibulaire ;(7) écaille horizontale antérieure,
c)TDM, coupe axiale : (1) Orifice inférieur du canal carotidien ; (2) canal
facial mastoïdien; (3) foramen jugulaire ; (4) épine jugulaire.

Les applications pathologiques sont donc compréhensibles : l'insertion du pharynx sur la face inférieure de la pointe du rocher explique les extensions des carcinomes nasopharyngés, voire oropharyngés. La position de l'espace vasculonerveux carotidojugulaire avec les nerfs mixtes IX, X, XI aide à comprendre le développement des schwannomes des nerfs mixtes en direction caudale sous le rocher ou, au contraire, la procidence de la veine jugulaire interne dans l'oreille moyenne ou, plus rarement, la situation de l'artère carotide interne dans la cavité tympanique. Les paragangliomes tympaniques ou tympanojugulaires longent le nerf tympanique inférieur (Jacobson) issu du ganglion inférieur du IX. Le tiers postérieur de la face inférieure du rocher trouve

surtout son application pathologique dans l'extension inférieure des schwannomes du nerf VII ou, à l'inverse, le développement des carcinomes de la parotide qui empruntent le trajet du canal facial du bas vers le haut jusqu'au fond du méat acoustique interne.

2. Les fissures de l'os temporal

L'os temporal est formé par la fusion de trois constituants : l'os tympanal, l'écaille et l'os pétreux ou rocher. Son étude nécessite de connaître non seulement ces différents composants, mais également leurs connexions afin de ne pas confondre l'un de ces contacts avec une fracture. Les connexions intra temporales portent le nom de fissures désignant une solution de continuité entre deux os, y sont accolés les adjectifs qui correspondent aux constituants embryonnaires avoisinants. Aux noms des trois constituants sont rattachés des adjectifs :

- À l'écaille : squameux ;
- Au rocher : pétreux ;
- Au tympanal : tympanal.

a) Les fissures tympanosquameuses :

Le tympanal est le plus petit des trois os. Il entre en contact avec les deux autres, deux fissures sont visibles : en avant du méat acoustique externe, la fissure tympanosquameuse antérieure et, en arrière, la fissure tympanosquameuse postérieure.

a.1) Fissure tympanosquameuse antérieure :

Nommée antérieurement « partie latérale de la scissure de Glaser », elle correspond à l'union de la portion horizontale de l'écaille et de la partie antérieure et supérieure de l'os tympanal, en avant du méat acoustique externe (figure 9-a).

Sur les coupes tomodynamométriques, située en arrière et en dedans de la cavité glénoïde.

Sur les coupes axiales elle décrit un arc de cercle ouvert en avant, épousant la forme de la paroi antérieure de l'os tympanal (Figure 9-b).

Dans le plan coronal, elle forme une encoche à la partie antéro-supérieure du MAE (Figure 9-c).

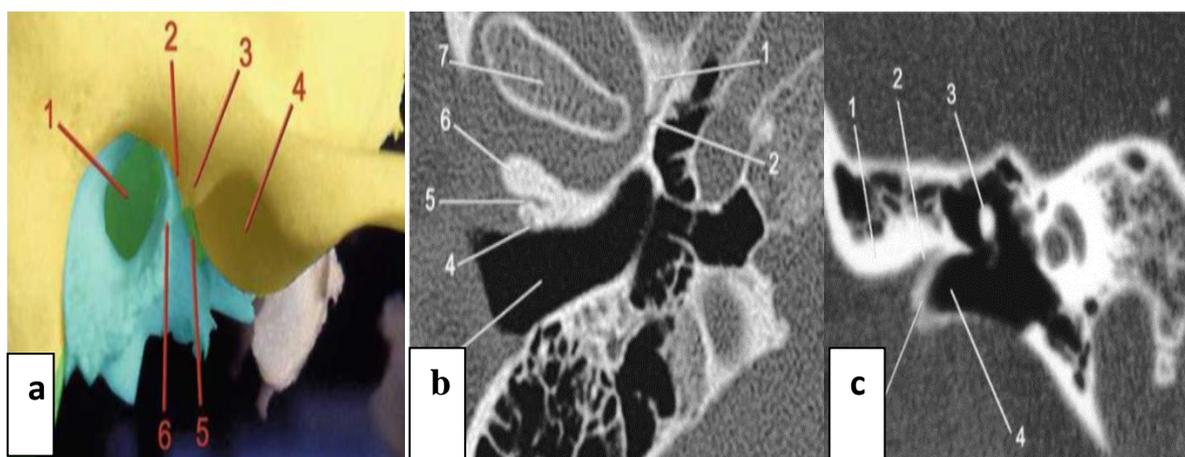


Figure (9) : a) vue latérale d'un os temporal droit : (1) MAE ; (2) fissure tympanosquameuse antérieure ; (3) écaille préméatique ; (4) cavité glénoïde ; (5) hernie du rocher ; (6) bord antérieur du tympanal.

b) TDM coupe axiale : (1) Écaille horizontale ; (2) fissure tympanosquameuse antérieure ; (3) MAE ; (4) bord antérieur de l'os tympanal; (5) fissure tympanosquameuse antérieure, partie latérale ; (6) écaille horizontale ; (7) condyle mandibulaire.

c) TDM en coupe coronale : (1) Ecaille horizontale; (2) fissure tympanosquameuse antérieure ; (3) marteau ; (4) MAE ; (5) bord antérieur du tympanal.

a.2) Fissure tympanosquameuse postérieure :

La fissure tympanosquameuse postérieure correspond à une zone de contact plus étendue que son homologue antérieur. Elle apparaît au contact de la partie antéro-inférieure de la portion rétroméatique de l'écaille et de la partie latérale de la face postérieure de l'os tympanal (Figure 10 a).

Sur les coupes axiales elle est souvent peu ou non visible (Figure 10 b) sous forme d'une ligne hypodense oblique en dedans et en arrière.

Sur les reconstructions sagittales (Figure 10 c), elle apparaît arciforme, concave en avant.

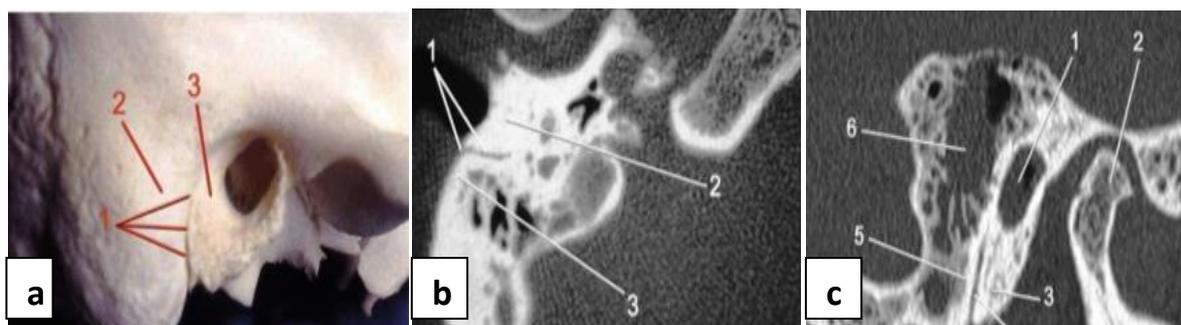


Figure (10) :a)vue laterale d'un os temporal droit : (1) Sillon de la partie latérale de la fissure tympanosquameuse postérieure ; (2) écaïlle rétroméatique ;(3) os tympanal.

b)TDM en coupe axiale : (1) Fissure tympanosquameuse postérieure ; (2) os tympanal ;(3) écaïlle

c) Reconstruction sagittale : (1) MAE ; (2) condyle mandibulaire ; (3) os tympanal,

b) Fissures tympanopétreuses :

La fissure tympanopétreuse résulte d'un contact entre l'os tympanal et le rocher retrouvé dans plusieurs secteurs de l'os temporal :

1. En avant du MAE : fissure tympanopétreuse antérieure ;
2. A la face inférieure de l'os temporal : fissure tympanopétreuse inférieure ;
3. En arrière du MAE : fissure tympanopétreuse postérieure.

b-1) . Fissure tympanopétreuse antérieure :

Correspond à l'accolement du bord supérieur et médial de la face antérieure de l'os tympanal avec la face postérieure de la hernie du rocher (ou prolongement inférieur du tegmen Tympani). (Figure 11 a et b)

Elle contient une déhiscence localisée qui forme le canal tympanopétreux antérieur ou canal antérieur de la corde du tympan qui n'est pas reconnaissable en imagerie.

b- 2) . Fissure tympanopétreuse inférieure :

Toujours située en dehors du processus styloïde, toute solution de continuité dans une autre position est suspecte (Figure 11 -c)

b-3). Fissure tympanopétreuse postérieure :

Totalement fusionnée, elle n'est habituellement pas visible en tomodensitométrie chez l'adulte.

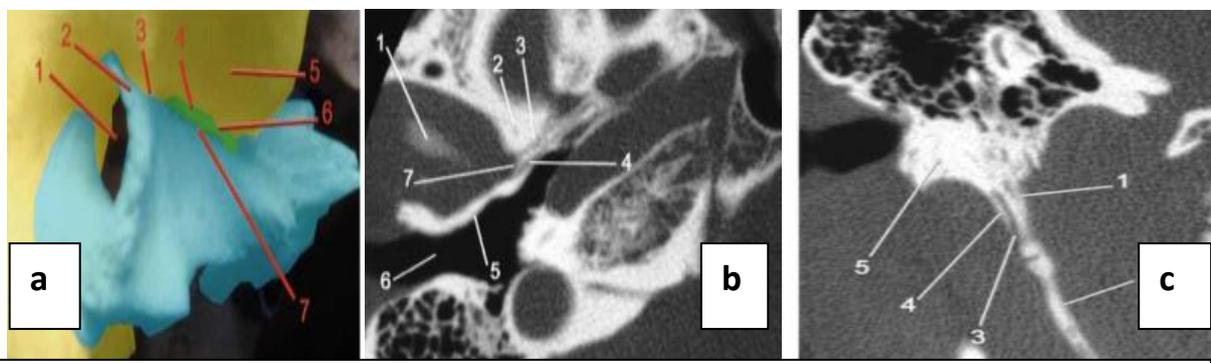


Figure (11) : a) vue inféro-latérale de l'os temporal droit : (1) MAE ; (2) bord antérieur de l'os tympanal ;(3) fissure tympanosquameuse antérieure ; (4) hernie du rocher ;(5) écaille ; (6) fissure pétrosquameuse antérieure, (7) fissure tympanopétreuse antérieure.

b) TDM en coupe axiale : (1) Condyle mandibulaire ;(2) écaille horizontale ; (3) fissure pétrosquameuse antérieure ; (4) fissure tympanopétreuse antérieure ; (5) os tympanal ; (6) MAE ; (7) hernie du rocher .

c) TDM en coupe coronale. : (1) Processus styloïde ; (2) ligament stylohyoïdien calcifié ; (3) fissure tympanopétreuse inférieure ;(4) processus vaginal ; (5) os tympanal.

c) Fissures pétrosquameuses :

Les fissures pétrosquameuses résultent des contacts entre le rocher et l'écaille. Les descriptions anatomiques leur détaillent deux parties : une antérieure située en avant et au-dessus de l'os tympanal, une postérieure en arrière du méat acoustique externe.

On distingue :

- La fissure pétrosquameuse antérieure, située en avant du méat acoustique externe ;
- La fissure pétrosquameuse supérieure, traversant le tegmen tympani ;
- La fissure pétrosquameuse postérieure. Située en arrière du méat acoustique externe.

Au sein de la mastoïde, elles sont aisément reconnaissables en TDM.

c-1) . Fissure pétrosquameuse antérieure :

Peu étendue, elle se situe en avant du méat acoustique externe et correspond à la bifurcation antérieure de la fissure tympanosquameuse antérieure.

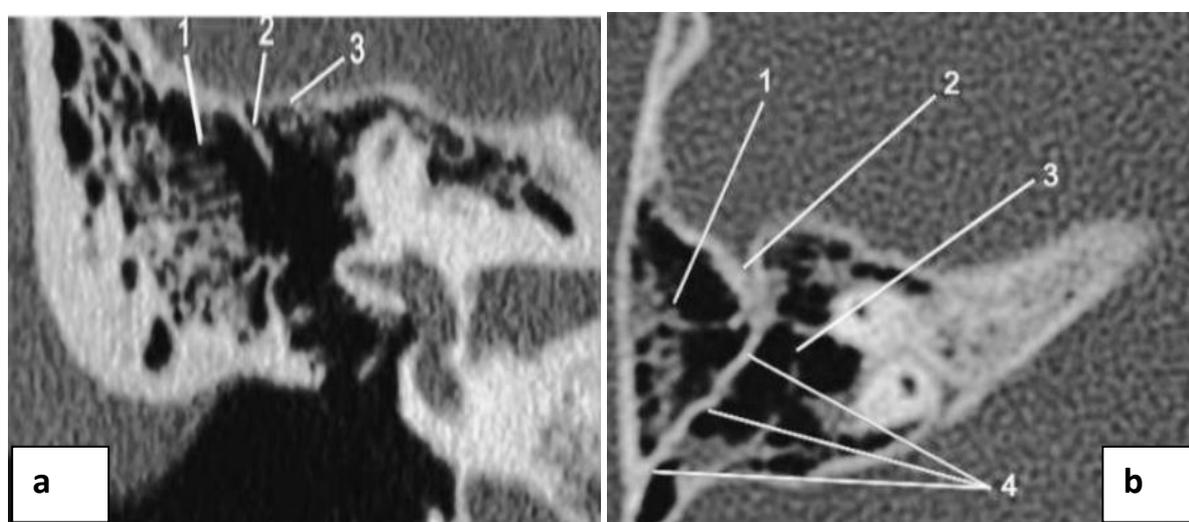
c-2). Fissure pétrosquameuse supérieure :

Elle correspond à l'accolement du bord médial de la portion horizontale de l'écaille avec la partie antéro-supérieure du rocher. (Figure 12a).

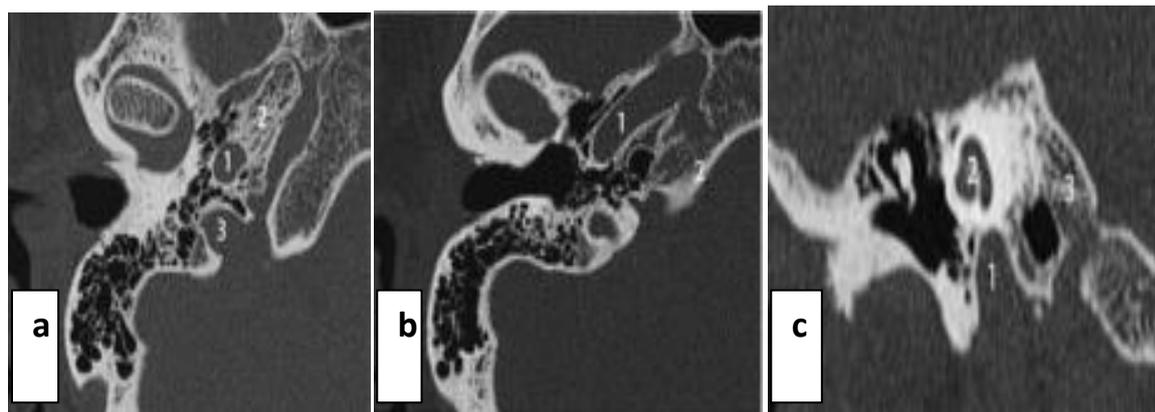
Elle est identifiable en tomодensitométrie dans le plan coronal sous la forme d'une lame osseuse constante, appendue à la face inférieure du tegmen tympani toujours orientée en bas et en dedans. Cet éperon osseux (appelé autrefois « éperon de Korner ») prend des aspects différents.

c-3) . Fissure pétrosquameuse postérieure :

Elle prolonge vers l'arrière la Fissure pétrosquameuse supérieure. Sur les coupes coronales, elle est repérée par un éperon appendu à la face inférieure du tegmenantri, cloisonnant parfois complètement la mastoïde (Figure 12 b). Le sillon superficiel de cette fissure est visible sur des coupes axiales au niveau de la paroi latérale de la mastoïde (Figure 12 b).



**Figure (12) : a) TDM en coupe coronale :(1) Écaille horizontale du temporal ;(2) fissure pétrosquameuse supérieure ; (3) tegmen
b) TDM, coupe axiale :(1) Ecaille horizontale ; (2) sillon endocrânien de la fissure pétrosquameuse supérieure ; (3) rocher; (4) fissure pétrosquameuse supérieure et postérieure.**



**Figure (13) : a) TDM, coupe axiale. (1) Orifice inférieur du canal carotidien ; (2) apex pétreux ; (3) foramen jugulaire.
b) TDM, coupe axiale sus-jacente à (a) : (1) Canal carotidien, partie horizontale; (2) os occipital.
c)TDM, coupe coronale : (1) Canal carotidien ; (2) cochlée ; (3) occipital.**

3. Les canaux du temporal :

CANAL CAROTIDIEN :

Il présente un trajet d'abord vertical puis horizontal dans le rocher sous et en avant du labyrinthe antérieur.

En tomodynamométrie, le trajet intrapétreux du canal carotidien est simple à mettre en évidence (Figure 13). Il convient de ne jamais méconnaître les malformations avec trajet aberrant de l'artère carotide interne d'une part et les exceptionnelles dissections carotidiennes posttraumatiques intrapétreuses. De petites veines parcourent la périphérie de l'artère carotide interne en situation intracanaulaire.

CANAL PÉTROMASTOÏDIEN :

Il contient un repli méningé, dure-mérien et une petite artère, L'essentiel est de ne pas confondre cette structure canalaire avec une fracture (Figure 14 a).

En tomodensitométrie : le canal pétromastoidien dans le plan axial prend l'aspect d'un accent circonflexe hypodense dont le trajet se situe entre la partie haute de la face interne du rocher, d'une part, et les cellules pétreuses supérieures, d'autre part, entre les deux hypodensités des montants latéral et médial du canal semi-circulaire antérieure ou supérieur. L'ouverture interne du canal pétromastoidien s'appelle la fossa subarcuata. La visibilité de l'ensemble du canal est plus ou moins simple en fonction du degré de pneumatisation environnante (Figure 14 b et c).

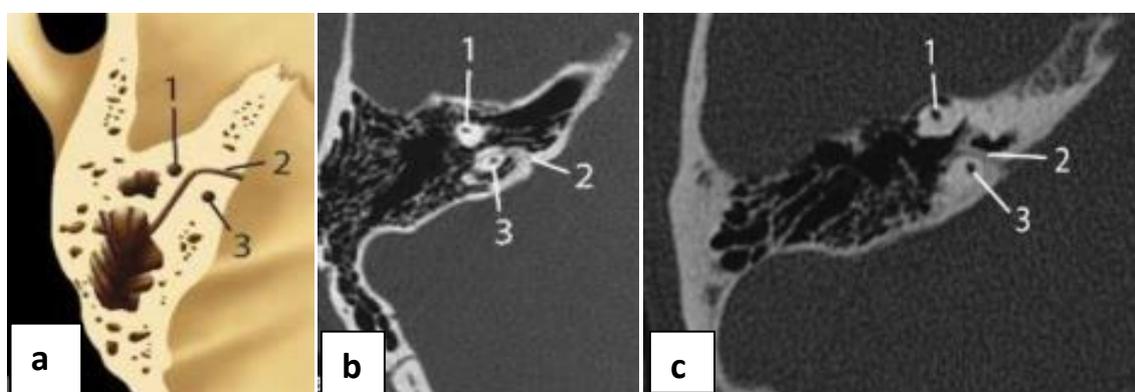


Figure (14) : a) Représentation du canal pétromastoidien en coupe axiale : (1) Canal semi-circulaire antérieur (partielatéral) ; (2) canal pétromastoidien ; (3) canal semi-circulaire antérieur (partie interne).

b) TDM, coupe axiale : (1) Canal semi-circulaire antérieur montant latéral ;(2)fossasubarcuata ; (3) montant interne du canal semi-circulaire antérieur.

c)TDM, coupe axiale : (1) Canal semi-circulaire antérieur (partie latérale): (2)

CANAL DE JACOBSON

Ce canal est issu de la face inférieure du rocher, entre l'artère carotide interne et la veine jugulaire. Il provient du ganglion inférieur du nerf glossopharyngien qui envoie ses fibres en direction de l'oreille moyenne dans un trajet ascendant pour s'épanouir au contact du promontoire et s'anastomoser

avec les fibres nerveuses sympathiques issues du nerf carotico tympanique (Figure 15a).

• Tomodensitométrie : le ganglion inférieur du nerf glossopharyngien n'est pas directement visible, mais néanmoins repérable par l'épine jugulaire qui se trouve immédiatement en arrière. Le canal du nerf tympanique ou de Jacobson (Figure 15b), chemine entre le foramen jugulaire et le canal carotidien par un trajet à direction ascendante et latérale. Le degré d'infiltration graisseuse et/ou de pneumatisation permet de voir plus ou moins ce canal entre les deux gros vaisseaux. Arrivé à la paroi interne de l'oreille moyenne au contact du promontoire, il donne en général une hypodensité en forme de virgule se poursuivant par une structure hypodense nodulaire dans le plan axial. En coupes coronales, il est possible de préciser le trajet canalaire sur des coupes postérieures passant par la partie antérieure du foramen jugulaire (Figure 15c). Il est important de bien savoir repérer ce canal, surtout dans l'oreille moyenne, car c'est à son contact que se développent les paragangliomes tympaniques.

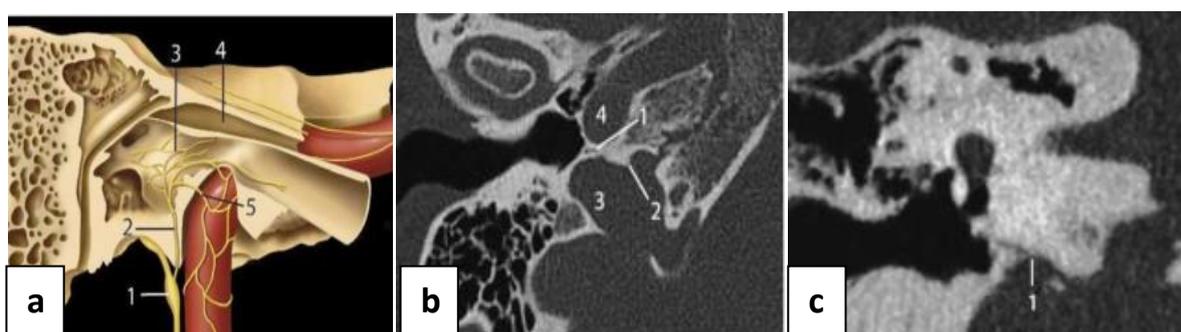


Figure (15) : a) Représentation du nerf de Jacobson: (1) Ganglion inférieur du nerf glossopharyngien ; (2) nerf tympanique ou de Jacobson ; (3) plexus tympanique ; (4) canal du muscle tenseur du tympan ; (5) nerf caroticotympanique.

b) TDM, coupe axiale : (1) Canal du nerf tympanique ; (2) épine jugulaire ; (3) foramen jugulaire ; (4) canal carotidien.

c) TDM, coupe coronale : (1) Canal de jacobson

La corde du tympan :

Canal antérieur de la corde du tympan :

La fissure tympanopétreuse antérieure contient une déhiscence localisée qui forme le canal tympanopétreux antérieur ou canal antérieur de la corde du tympan (Figure 16a), le canal antérieur de la corde du tympan n'est pas reconnaissable en imagerie.

Canal postérieur de la corde du tympan :

La corde du tympan aborde son canal postérieur ouvert à la face antérieure ou antéro-latérale de la portion mastoïdienne du canal facial.

Ce canal, vestige de la fissure tympano squameuse postérieure et plus ou moins long selon sa position d'origine, se dirige en haut, en avant et en dehors pour s'aboucher à la face postérieure de la cavité tympanique.

Une forte pneumatisation peut le rendre difficile à repérer en tomographie axiale. Les reconstructions sagittales obliques permettent de bien le visualiser

(Figure 16 b). Des reconstructions courbes peuvent être nécessaires (Figure 16 c) en cas de trajet tortueux.

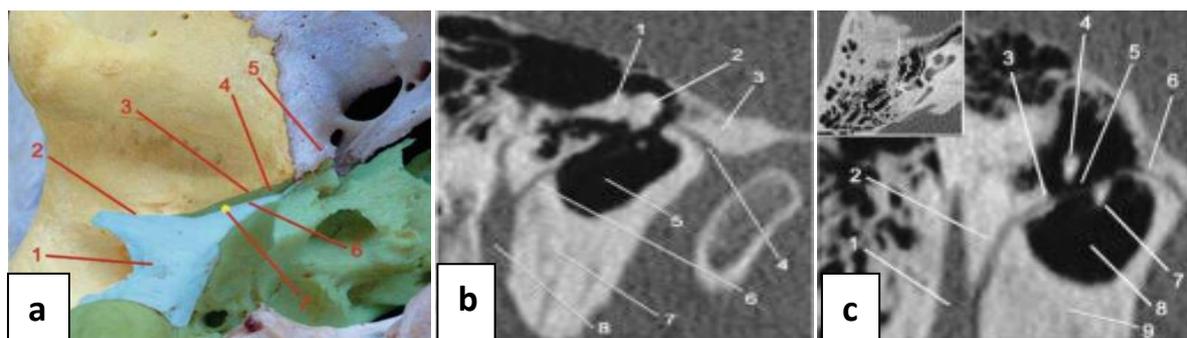


Figure (16) : a) Canal antérieur de la corde du tympan, face inférieure du crâne :(1) Os tympanal ;(2) fissure tympanosquameuse antérieure ; (3) fissure pétrosquameuse antérieure ; (4) hernie du rocher ;(5) épine du sphénoïde ; (6) fissure tympanopétreuse antérieure ; (7) canal antérieur de la corde du tympan.
 b) TDM, reconstruction sagittale oblique :(1) Enclume ;(2) marteau ; (3) écaïlle horizontale; (4) fissure tympanosquameuse antérieure ; (5) partie médiale du méat acoustique externe ; (6) canal postérieur de la corde du tympan ;(7) tympanal;(8) troisième portion du canal facial.
 c) TDM, reconstruction courbe :(1) Canal facial; (2) canal postérieur de la corde du tympan ;(3) ostium introitus ; (4) enclume ;(5) trajet intratympanique de la corde ;(6) fissure tympanopétreuse antérieure ; (7) marteau ;(8) partie médiale du

IV. RADIO ANATOMIE DE L'OREILLE

1. Conduit auditif externe et membrane tympanique :

Facilement accessible à l'examen clinique, le MAE est composé d'un segment externe cartilagineux en continuité avec le pavillon et un segment interne osseux recouvert d'un revêtement cutané. Orienté vers le bas et l'avant, il présente des dimensions variables (25 mm de long et 8 mm de diamètre en moyenne), mais doit rester symétrique .

En Tomodensitométrie : il est constitué pour ses parois antérieure, inférieure et postérieure par l'os tympanal et pour sa paroi supérieure par l'écaïlle horizontale moyenne. Une petite partie d'écaïlle vient participer à la formation de la partie haute de sa paroi postérieure. Il surmonte la loge parotidienne (Figure 17 a).

Le fond du méat acoustique externe osseux est occupé par la membrane tympanique dont l'analyse revient à l'otoscopie. La résolution actuelle des nouveaux protocoles TDM permet de l'observer chez tous les patients, en élargissant les fenêtres (Figure 17 a). Elle doit donc toujours être étudiée à la recherche d'une solution de continuité, d'un épaissement ou de calcifications.

Sur une coupe axiale, il dessine un S couché et sur une coupe frontale une convexité supérieure. Hormis dans la pathologie tumorale, l'imagerie est utile dans les traumatismes et les malformations. C'est l'os tympanal qui est le plus fréquemment atteint. Fragile, en forme de semi-cylindre, il constitue la paroi antérieure et inférieure du MAE (Figure 17b).

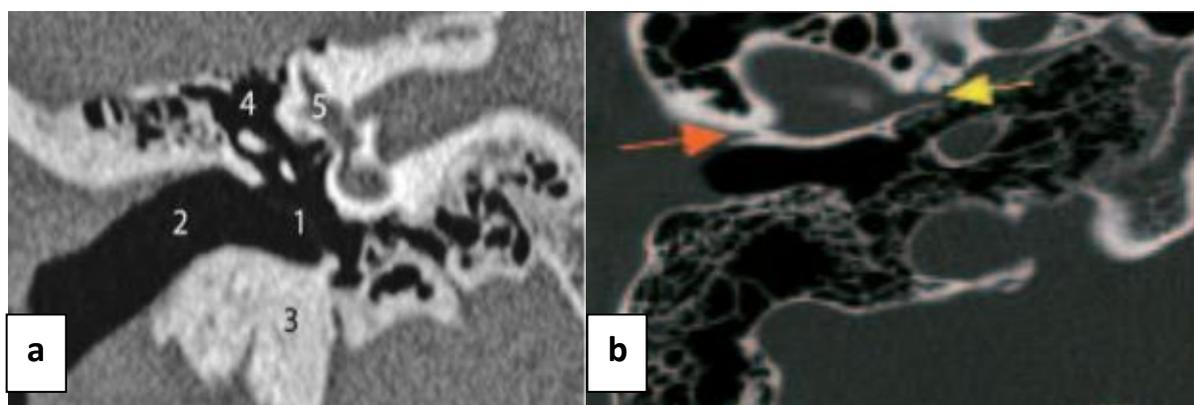


Figure (17) : a) Tomodensitométrie, coupe coronale. (1) Membrane tympanique ; (2) méat acoustique externe ; (3) os tympanal; (4) oreille moyenne ; (5) oreille interne. b) Parois du méat acoustique externe : tympanal formant la paroi antérieure du méat acoustique externe.

2. Cavités tympano–mastoïdiennes :

Vues par transparence de la membrane tympanique, les parois osseuses de l'oreille moyenne et la pneumatisation de la mastoïde sont mal appréciées par le clinicien. La TDM a pour but d'aider à poser l'indication opératoire et à établir la stratégie opératoire. Lors de l'abord chirurgical de l'oreille moyenne les structures anatomiques à protéger sont le nerf facial, les osselets, la paroi interne de la caisse et les rapports vasculaires notamment jugulaire.

a) Cavité tympanique :

La cavité tympanique ou oreille moyenne se situe entre la membrane tympanique et l'oreille interne, en forme de sablier, elle contient la chaîne ossiculaire. Elle communique avec les cavités mastoïdiennes dont la principale cellule est l'antrum par l'aditus ad antrum. La cavité tympanique est anatomiquement divisée en 3 étages dans le plan frontal (figure 18 a) :

- l'épitympan ou attique se situe au-dessus du plan horizontal passant par le toit du MAE, limité en dehors par le mur de l'attique il contient l'articulation uncudomaléaire. Les cholestéatomes secondaires s'y développent ;
- le mésotympan ou atrium s'étend jusqu'au plan passant par le plancher du MAE. Il contient la branche verticale de l'enclume, l'étrier, le manche du marteau et la seconde portion du nerf facial ;
- l'hypotympan est la partie déclive de la caisse, il communique avec le cavum par la trompe d'Eustache, Il est le siège d'atteinte inflammatoire. Le plan tomодensitométrique coronal est le plus physiologique pour approcher ces étages. (Figure 18)

Dans le plan axial, il est possible de définir le protympan, situé en avant d'une tangente à la paroi antérieure du méat acoustique externe et le retrotympanium qui se situe en arrière d'une tangente passant par la paroi postérieure du même conduit (Figure 19).

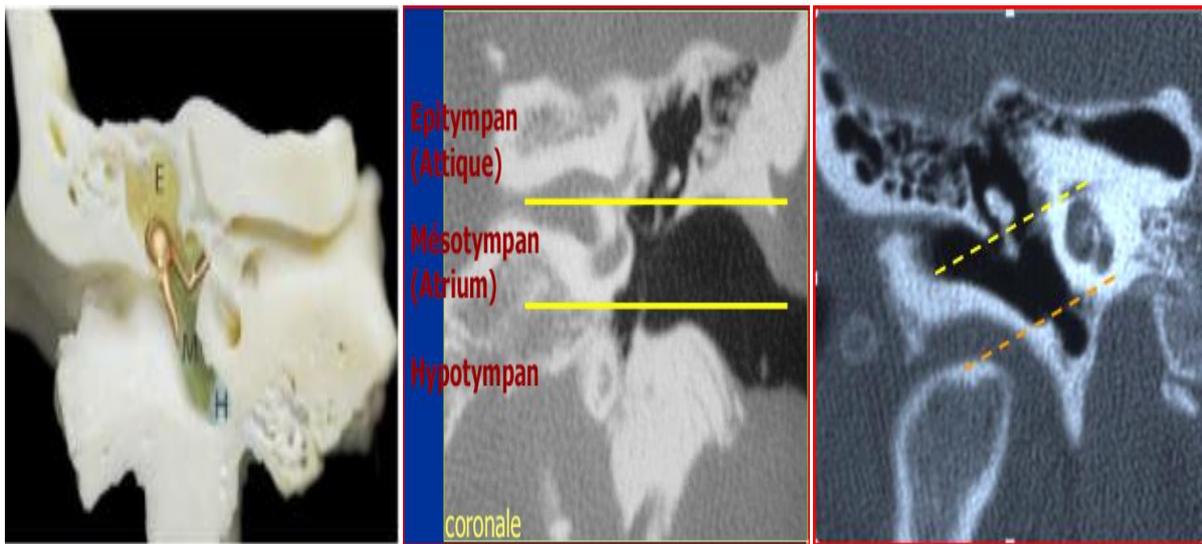


Figure (18) : plan anatomique et tomodensitométrique coronal de la cavité tympanique.

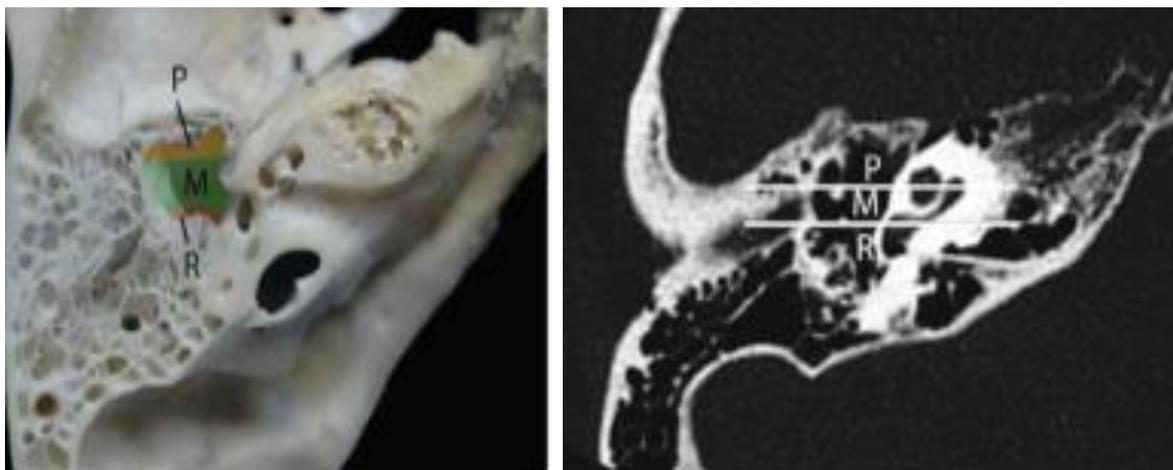


Figure (19) : plan anatomique et tomodensitométrique axial de la cavité tympanique.

b) Les parois de la caisse :

b-1 PAROI LATÉRALE ET SUPÉRIEURE DE LA CAISSE :

Au-dessus de la membrane tympanique le mur de la logette constitue la paroi externe de l'attique. Il donne insertion à la pars flacida. Son extrémité est typiquement effilée, mais en pratique d'aspect variable, il doit cependant rester symétrique et pointu. Il sera apprécié sur des coupes coronales. En l'absence d'antécédents chirurgicaux son amputation pourra faire suspecter le diagnostic de cholestéatome. L'extrémité de ce mur constitue le sillon tympanique sur lequel s'insère la membrane tympanique ; c'est un repère essentiel de la chirurgie de l'oreille moyenne.

La paroi supérieure, correspond au tegmen tympani. D'épaisseur variable, la symétrie doit être respectée. Elle peut être déhiscente au niveau de la fissure pétro-squameuse supérieure, mettant en contact la cavité tympanique avec la dure-mère de la fosse temporale moyenne.

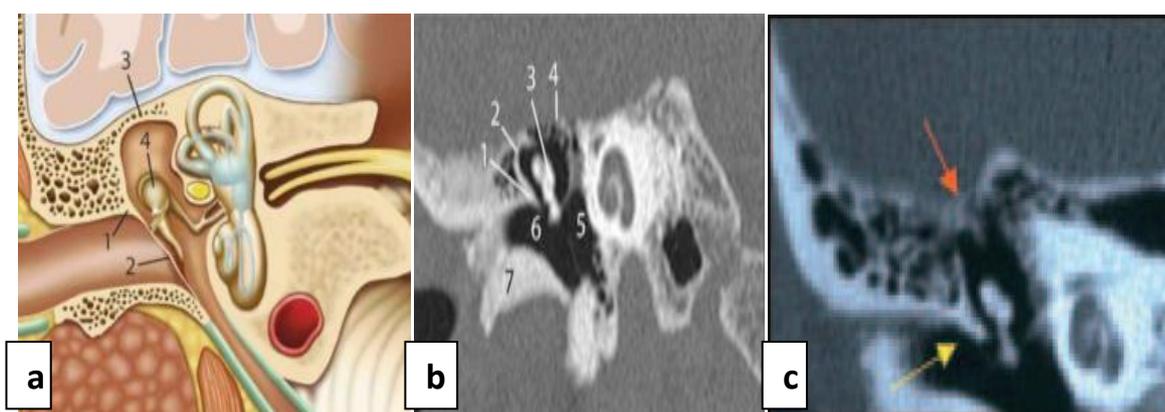
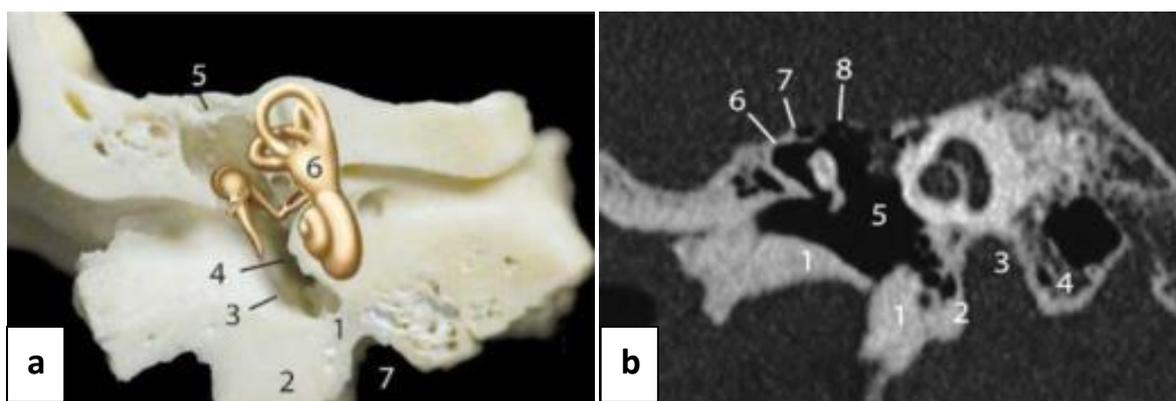


Figure (20) : a) Représentation frontale des parois externe et supérieur :(1) Mur de l'attique ; (2) membrane tympanique ; (3) tegmen tympani.

b) et c) : TDM, coupe coronale : Mur de l'attique (1+flèche jaune) ; tegmen tympani (flèche rouge) ; (2) tegmen (partie squameuse); (3) tête du marteau ; (4) tegmen (rocher); (5) cavité tympanique ; (6) méat acoustique externe ; (7) os

b-2. PAROI INFÉRIEURE :

Elle est essentiellement pétreuse en dedans et dépendante de l'os tympanal en dehors. Sur les coupes postérieures, le foramen jugulaire creusé pour sa partie externe dans la face inférieure du rocher (Figure 21) peut venir bomber dans la cavité tympanique. Les paragangliomes jugulaires ou tympaniques empruntent cette paroi pour se développer vers le haut dans l'oreille moyenne pour les premiers ou dans l'os pétreux péri-jugulaire pour les deuxièmes.



**Figure (21) : a) Vue frontale : (1) Rocher (plancher de la cavité tympanique) ;(2) os tympanal ;(3) sillon d'implantation de la membrane tympanique ;(4) cavité tympanique ; (5) rocher (tegmen) ;(6) oreille interne ; (7) canal carotidien.
b) TDM, coupe coronale : (1) Os tympanal ; (2) rocher ; (3) canal carotidien ; (4) rocher ;(5) cavité tympanique ; (6) écaïlle (tegmen) ; (7) fissure pétrosquameuse supérieure ; (8) tegmen (rocher).**

b-3. PAROI ANTERIEURE :

Ou protympanum, dans sa partie haute, elle comprend les cellules sustubaires de pneumatization variable, la fossette sustubaire et la saillie du bec de l'attique antérieure sont des zones à risque. Dans sa partie basse on identifie : la trompe d'Eustache, osseuse dans ses 2/3 postérieurs, de contenu aérique ; la carotide, l'absence de trajet carotidien normal devant faire rechercher un trajet aberrant ; le muscle du marteau dit aussi tenseur du tympan, au-dessus duquel se trouve la partie proximale du VII2.

Elle répond surtout à la trompe auditive en avant et en bas, au lobe temporal, au liquide cérébrospinal, à la méninge en avant et en haut où elle se confond avec la paroi supérieure. Elle est bien étudiée en coupe tomodynamométrique axiale (Figure 22).

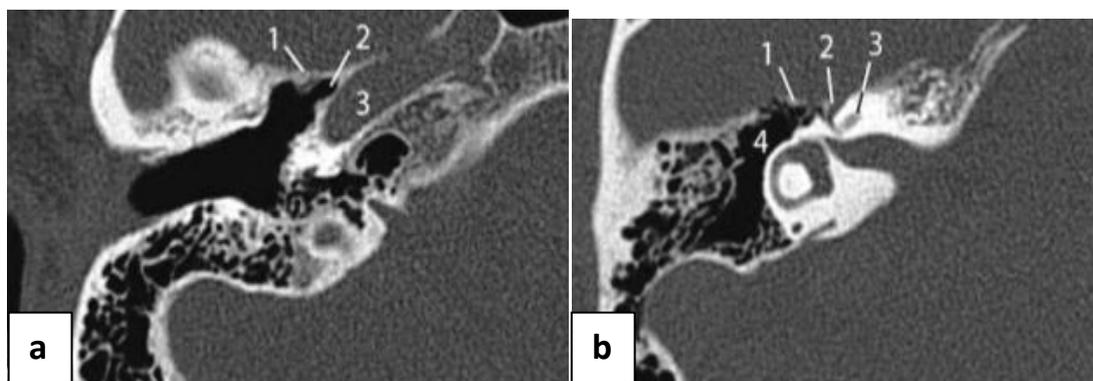


Figure (22) : a) TDM, coupe axiale :(1) rocher (paroi antérieure) ; (2) trompe auditive ; (3) canal carotidien.

b) TDM en coupe axiale sus-jacente à (a) : (1) Rocher (paroi antérieure) ;(2) canal facial ;(3) oreille interne (cochlée) ;(4) cavité tympanique.

b-4. PAROI POSTERIEURE :

Correspond au rétro- tympanum, Elle comprend des structures nobles qui devront être respectées lors de la chirurgie, alors même qu'elle constitue la voie d'abord privilégiée des techniques fermées. Certaines dépressions peuvent être le siège de rétention difficile à explorer cliniquement. On retiendra (Figure 23) :

- l'aditus ad antrum qui permet la communication avec les cellules mastoïdiennes. À ce niveau le chirurgien trouve la courte apophyse de l'enclume, qui lui permet de repérer la hauteur du canal du VII2 lorsqu'il est noyé dans les fongosités ;
- l'éminence pyramidale contenant le VII3 sur toute sa hauteur, le muscle de l'étrier à sa partie haute (en avant et en dedans), et la corde du tympan en bas et en dehors ;
- le récessus du facial se situe immédiatement en dehors ;
- le sinus tympani est en dedans, au contact de la fenêtre ronde ;
- le golfe de la jugulaire, jamais symétrique ; il faut identifier les golfes procidents, et/ou déhiscent dans le cadre du bilan préopératoire.

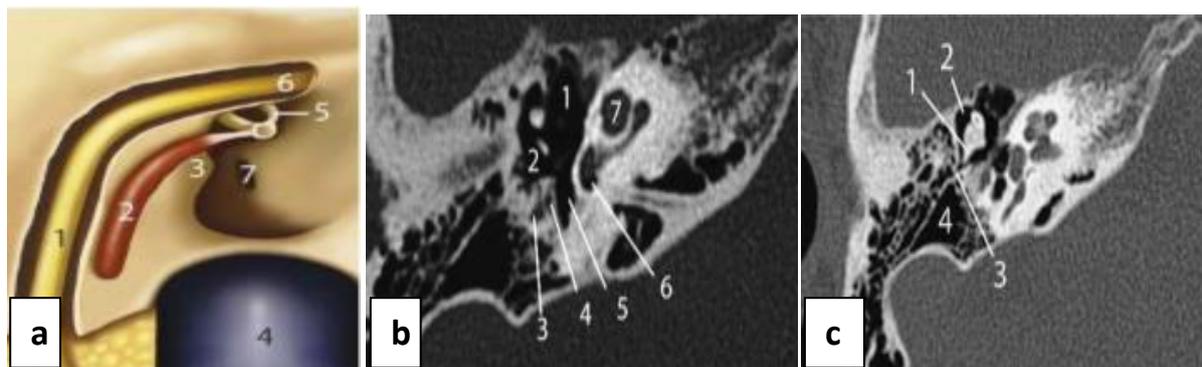


Figure (23) :a) Paroi postérieure, vue de côté : (1) canal facial mastoïdien ; (2) canal du muscle de l'étrier;(3) pyramide ; (4) veine jugulaire interne; (5) étrier; (6) nerf facial ;(7) fenêtré ronde.

b) TDM, coupe axiale : (1) Cavité tympanique ; (2) récessus du facial ; (3) canal facial ; (4) muscle de l'étrier ; (5) sinus tympani ; (6) récessus de fenêtré ronde ; (7) oreille interne.

c) TDM, coupe axiale: (1) courte apophyse de l'enclume; (2) cavité tympanique ; (3) aditus ad antrum; (4) antre.

B-5. PAROIINTERNE (Figures 24 ; 25 ;26)

Labyrinthique , On identifiera de haut en bas, et d'avant en arrière :

- le relief du canal semi-circulaire latéral, recouvert d'une coque osseuse continue. Sa paroi peut être lysée par un cholestéatome, étant alors à l'origine d'une fistule périlymphatique ;
- le canal du VII2, recouvert d'une fine coque osseuse. Il faudra s'assurer de l'absence de procidence en avant de la fenêtré ovale, qui compliquerait une chirurgie platinairé. Sur les coupes coronales perpendiculaires à l'axe du VII2, il doit être inclus dans l'os labyrinthique sur au moins la moitié supérieure de sa circonférence. Les déhiscences spontanées du canal facial sont possibles, mais de diagnostic souvent difficile en raison du faible contraste naturel entre cette fine coque osseuse et l'air environnant ;
- canal du muscle tenseur du tympan ou muscle du marteau ;

- la fenêtre ovale ou vestibulaire, elle répond à la platine De l'étrier (10). Son épaisseur doit être $< 0,5$ mm et son diamètre correspondre à l'écartement des branches de l'étrier. Elle est parfaitement accessible sur les coupes tomodynamométriques axiales
- le promontoire : coque osseuse recouvrant la cochlée, l'artère et le nerf tympanique y sont accolés, mais physiologiquement non visualisables. Siège des tumeurs glomiques intratympaniques, en continuité avec le canal de Jacobson sous-jacent ;
- la fenêtre ronde ou cochléaire se présente en coupes axiales comme une structure hydro-aérique en arrière du tour basal de la cochlée. Toute pathologie même isolée de cette fenêtre altère la transmission des vibrations dans le liquide périlabyrinthique, donc toutes les fonctions labyrinthiques. Elle permet la mise en place des implants cochléaires.

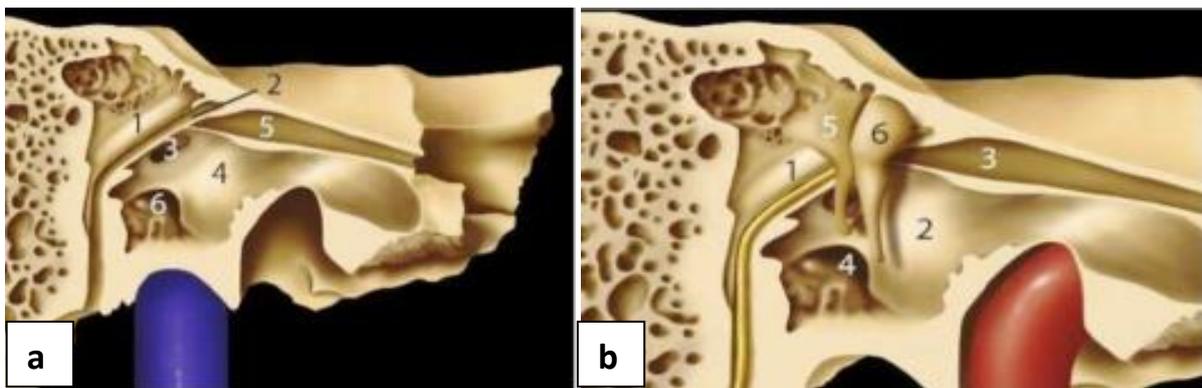


Figure (24) : Représentation étalée de la paroi interne :

- a) Sans osselets :** (1) Canal semi-circulaire latéral ; (2) canal facial ; (3) fenêtre ovale ; (4) promontoire ; (5) canal du muscle tenseur du tympan ; (6) fenêtre ronde.
- b) Osselets en place :** (1) Canal semi-circulaire latéral ; (2) promontoire ; (3) canal du muscle tenseur du tympan ; (4) fenêtre ronde ; (5) corps de l'enclume ; (6) tête du marteau.

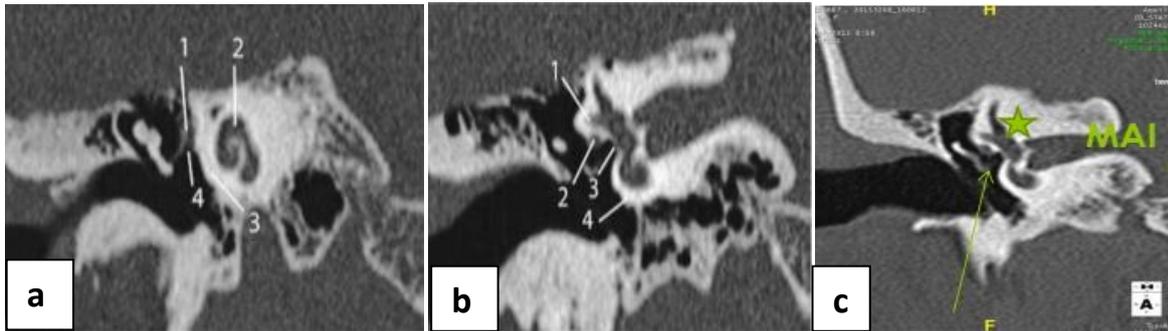


Figure (25) : Paroi interne en coupes coronales :
a) Coupe antérieure : (1) Canal facial ; (2) cochlée ; (3) capsule labyrinthique ; (4) canal du muscle tenseur du tympan.
b) Coupe postérieure : (1) Canal semi-circulaire latéral ; (2) canal facial ; (3) récessus de fenêtre ovale ; (4) promontoire.
c) Montrant la fenêtre ovale (flèche).

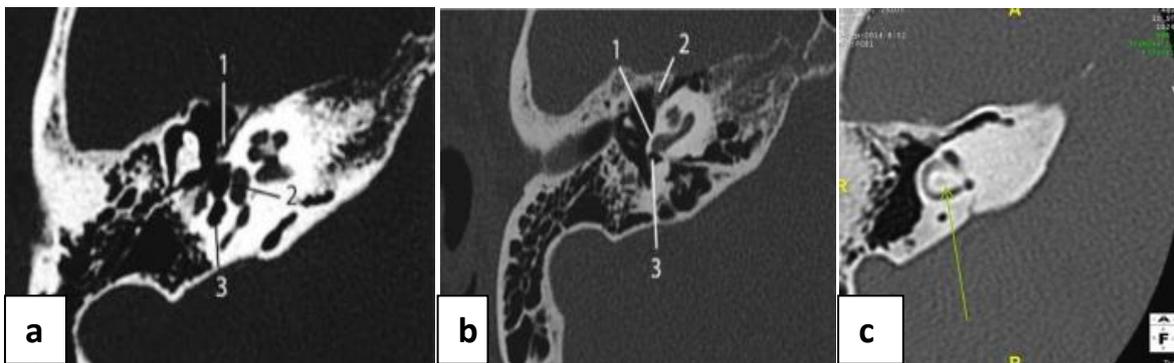


Figure (26) : Paroi interne en coupes axiales :
a) Coupe supérieur : (1) Muscle tenseur du tympan ; (2) platine dans la fenêtre ovale ; (3) sinus du tympan.
b) Coupe inférieur : (1) Promontoire ; (2) muscle tenseur du tympan ; (3) récessus de fenêtre ronde.
c) Montrant le CSC latéral (flèche).

c) La chaîne ossiculaire :

Composée de trois osselets de dehors en dedans : le marteau (malléus), l'enclume (incus) et l'étrier (stapes) ; elle permet de transmettre les vibrations sonores de la membrane tympanique à la fenêtré ovale. Deux articulations incudo-malléaire et stapédo-vestibulaire permettent les mouvements de la chaîne, dont les vibrations sont modulées par le muscle de l'étrier et le muscle du marteau. La chaîne est par ailleurs reliée aux parois de la caisse par des ligaments physiologiques qu'il ne faut pas confondre avec des fixations pathologiques. Elle est recouverte d'une fine membrane muqueuse, invisible en imagerie sur une oreille normale, mais pouvant s'épaissir et se calcifier dans les remaniements inflammatoires chroniques. Son grand axe est vertical formant un Z dans un plan coronal perpendiculaire à la fenêtré ovale, c'est le plan de transmission du son. Les lyses seront recherchées au niveau de la longue apophyse de l'enclume, car elle est fragile et constitue un véritable repère opératoire.

LE MARTEAU :

L'osselet le plus antérieur et externe, présentant un manche et une tête. Il est solidement fixé par son manche inclus dans la membrane tympanique et par sa tête reliée aux parois de la caisse par des ligaments supérieur, antérieur et latéral, et par le muscle du tympan. Sa tête s'articule avec le corps de l'enclume donnant dans le plan axial la classique image en cornet de glace de l'attique.

En tomodynamométrie : il représente l'osselet le plus latéral et le plus antérieur (Figure 27 a) bien visible dans les trois plans de l'espace.

La tête malléaire (Figure 27 b et c) constitue une formation arrondie en coupe tomodynamométrique axiale.

Le col malléaire (Figure 28) se présente comme une portion un peu rétrécie sous la tête malléaire, bien visible en coupe tomодensitométrique coronale.

Le manche malléaire est bien visible sur les coupes tomодensitométriques axiales ou sur des coupes obliques dans son axe. Les coupes coronales obliques dans l'axe du marteau montrent bien cette structure osseuse au niveau de ses trois étages : tête, col en haut et manche dans sa totalité en bas (Figure 29).

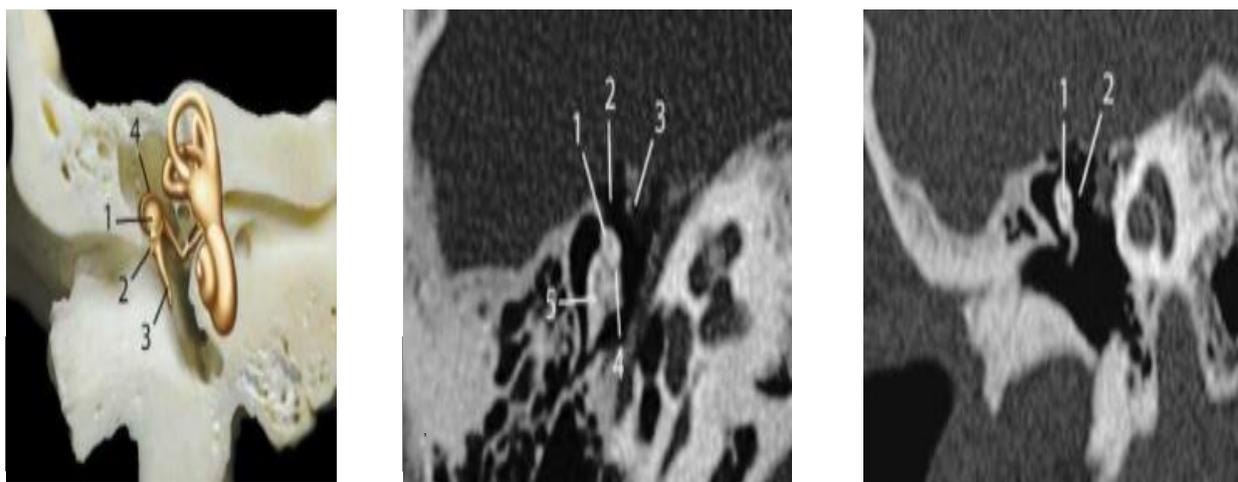


Figure (27) : a) Représentation du marteau en coupe coronale : (1) Tête du marteau ; (2) courte apophyse ; (3) manche malléaire ; (4) corps de l'enclume.
b) TDM en coupe axiale : (1) Tête du marteau ; (2) cavité tympanique; (3) paroi antérieure de l'oreille moyenne ; (4) articulation incudomalléaire ; (5) corps de l'enclume.
c) TDM en coupe coronale : (1) Tête du marteau ; (2) cavité tympanique.

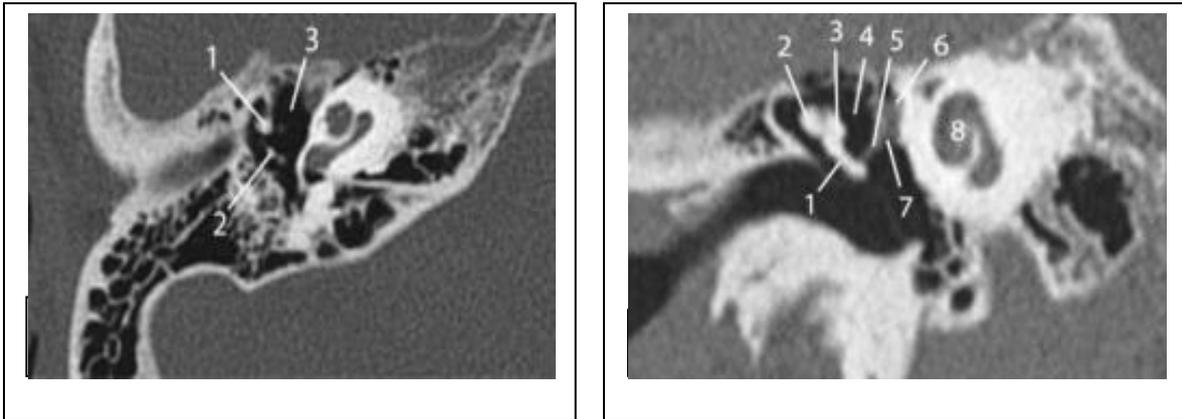


Figure (28): a) TDM en coupe axiale : (1) Col du marteau ; (2) longue apophyse de l'enclume ; (3) cavité tympanique.

b) TDM en coupe coronale : (1) Col du marteau ; (2) corps de l'enclume ; (3) tête du marteau ; (4) cavité tympanique ; (5) tendon du muscle tenseur du tympan ; (6) canal facial ; (7) processus cochléariforme ; (8) labyrinthe.

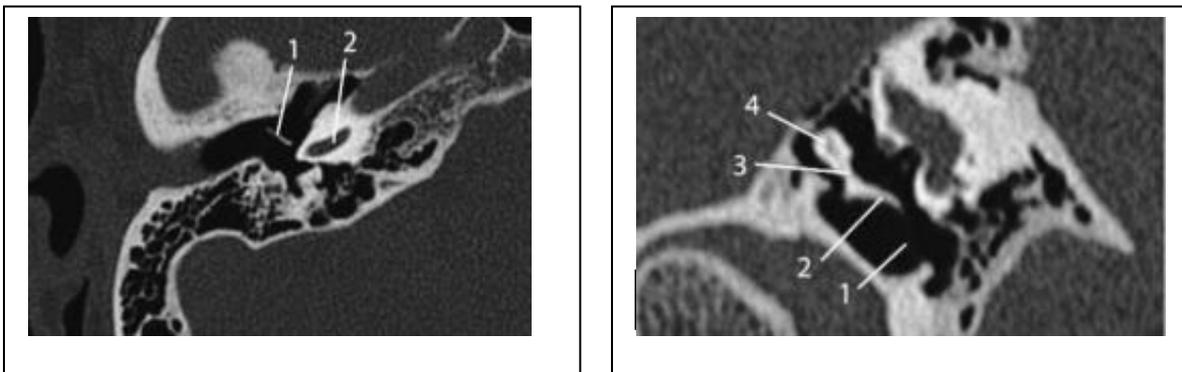


Figure (29) : a) TDM en coupe axiale : (1) Manche du marteau ; (2) cochlée.

b) TDM en coupe oblique dans l'axe du manche : (1) Membrane tympanique ; (2) manche du marteau ; (3) col du marteau ; (4) tête malléaire.

MUSCLE TENSEUR DU TYMPAN :

Il module les vibrations du marteau.

En Tomodensitométrie : Il apparaît comme un long canal hypodense, visible en dehors de la partie horizontale du canal carotidien. Son extrémité

postérieure se nomme le processus cochleariforme ou bec de cuillère (Figures 30 b). Son axe est orienté vers l'avant, le bas et le dedans. Dans la cavité tympanique, il se présente comme une petite proéminence au-dessus et en avant de la branche antérieure stapédienne, en dedans et en avant du col malléaire. Le muscle contenu dans ce canal se termine par un tendon qui s'oriente à angle droit et légèrement vers le bas en direction du col du marteau. Le plan axial montre parfaitement le nodule hyperdense du col malléaire d'où part le ligament antérieur du marteau en avant, avec l'arrivée en dedans du tendon du muscle tenseur du tympan (Figure 30).



Figure (30) : a) Représentation sur os sec d'une vue supérieure : (1) Artère carotide interne ; (2) muscle du marteau ; (3) trompe d'eustache ; (4) processus cochléariforme ; (5) tendon du muscle du marteau ; (6) marteau.

b) coupe axiale : (1) Processus cochléariforme (muscle tenseur du tympan); (2) canal du petit nerf pétreux.

c) Coupe coronale : (1) Cavité tympanique ; (2) col du marteau ; (3) tendon du muscle du marteau ; (4) canal facial ; (5) canal facial partie labyrinthique ; (6) cochlée.

L'ENCLUME :

Composée d'un corps supérieur, d'une courte apophyse horizontale et d'une longue apophyse verticale oblique en dedans, est l'osselet le plus fragile de la chaîne (lyses, fractures). Elle s'articule avec l'étrier par le processus

lenticulaire. Cette articulation sera au mieux visualisée dans un plan axial oblique passant par le grand axe de l'étrier.

En tomodensitométrie : l'enclume présente un corps et deux processus, l'un court et l'autre long. Le corps apparaît de forme triangulaire sur les coupes axiales hautes (Figure 31). Le processus long est bien visible sur les coupes axiales comme un petit nodule dense derrière le col du marteau en haut (Figure 32), le manche malléaire en bas. Cette longue apophyse se termine par une petite structure recourbée vers le dedans : le processus lenticulaire bien accessible en coupes axiales au contact de la tête de l'étrier. L'enclume forme la partie latérale d'un V ossiculaire dont la partie médiale est constituée par la tête et la branche postérieure de l'étrier (Figure 33).

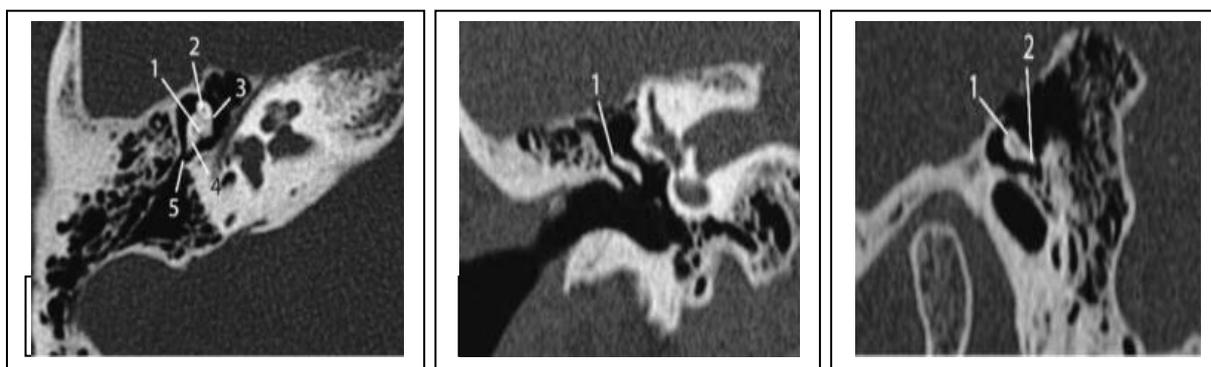


Figure (31) : Corps de l'enclume :

a) Coupe axiale : (2) tête du marteau ; (3) articulation incudomalléaire ; (4) courte apophyse ; (5) fossa incudis

b) Coupe coronale : (1) Courte apophyse

c) Coupe sagittale : (1) Corps de l'enclume ; (2) courte apophyse.



Figure (32) : long apophyse de l'enclume:

- a) Représentation de la longue apophyse de l'enclume, vue frontale :**(1) Tête du marteau ; (2) longue apophyse de l'enclume ; (3) étrier.
- b) Coupe axiale :**(1) Tête du marteau ;(2) partie initiale de la longue apophyse de l'enclume ; (3) étrier.
- c) Coupe coronale :**(1) Longue apophyse ; (2) étrier ; (3) courte apophyse.

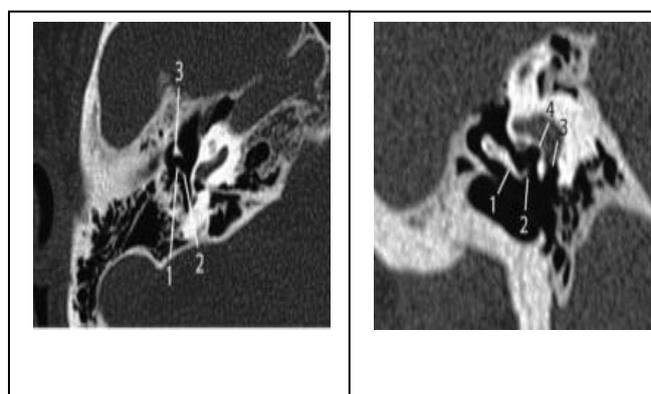


Figure (33) : V ossiculaire :

- a) Coupe axiale :** (1) Longue apophyse de l'enclume ; (2) tête de l'étrier ; (3) manche du marteau.
- b) Coupe coronale :** (1) Longue apophyse de l'enclume ; (2) tête de l'étrier ; (3) fenêtré ronde ; (4) fenêtré ovale.

L'ETRIER :

Comprend un bouton, une branche antérieure, une branche postérieure toujours un peu plus épaisse et la platine qui ferme la fenêtré ovale. Le muscle de l'étrier s'insère sur le bouton, il est innervé par une branche du nerf facial. Ce muscle est responsable aux fortes intensités acoustiques du réflexe stapédien.

C'est l'os du corps humain le plus frêle et le plus fragile. S'il est fracturé il ne consolide pas. Les anomalies congénitales sont assez fréquentes en raison de sa double origine embryologique. Lorsqu'il est intact, il sera systématiquement respecté lors de la chirurgie de l'oreille moyenne, car la chirurgie platinaires expose toujours au risque de fuite de liquide labyrinthique donc de cophose. Immédiatement en avant de platine se trouve un petit foyer physiologique cartilagineux, la fissula antefenestram où se développent préférentiellement les foyers d'otospongiose (14).

En tomodensitométrie : son étude se fait dans le plan axial (parallèle au canal semi-circulaire latéral qui permet d'être tangent à la platine) (Figure 34). L'étude des branches implique une section tangentielle à l'étrier en partant du V ossiculaire. Sur les coupes directes, la platine mesure en général 0,5 mm d'épaisseur (Figure 34).

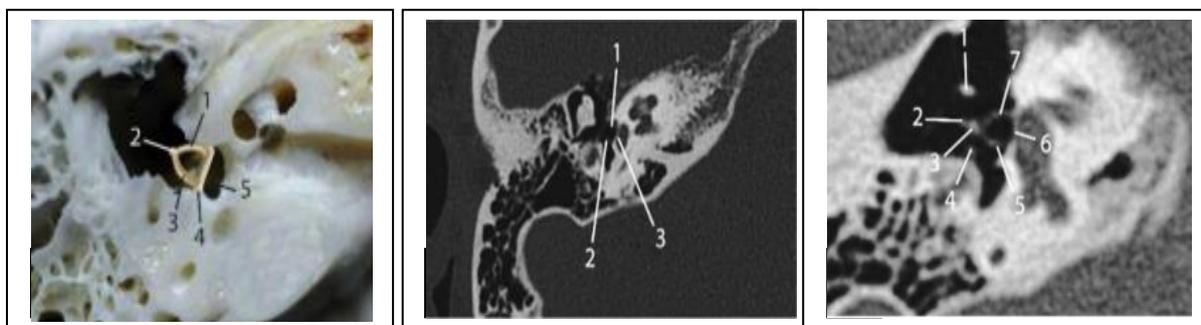


Figure (34) : a) Os sec, représentation de l'étrier. : (1) Branche antérieure de l'étrier ; (2) tête de l'étrier ; (3) branche postérieure de l'étrier ; (4) platine ; (5) vestibule.
b) Coupe axiale : (1) Branche antérieure de l'étrier; (2) branche postérieure de l'étrier ; (3) platine.
c) Coupe axiale oblique : (1) Manche du marteau ; (2) processus lenticulaire de l'enclume ; (3) tête stapédienne ; (4) tendon du muscle stapédien ;(5) branche postérieure de l'étrier ; (6) platine ;(7) branche antérieure.

MUSCLE DE L'ÉTRIER :

Logé dans un petit canal qui module les vibrations de l'étrier.

En tomodensitométrie : les coupes tomodensitométriques axiales montrent parfaitement, en arrière de la paroi postérieure de la cavité tympanique, les deux hypodensités des canaux du nerf facial mastoïdien en dehors et du muscle de l'étrier en dedans (voir Figure 35a). Les agrandissements tomodensitométriques dans le plan axial (Figure 35 b). permettent de montrer parfaitement le tendon du muscle stapédien et sa terminaison sur la tête de l'étrier.

En coupe coronale, le canal du muscle stapédien apparaît comme une structure tubulée hypodense, se rapprochant progressivement de la troisième portion du canal facial (Figure 35 c).



Figure (35) : a) Représentation du muscle de l'étrier : (1) Nerf facial ; (2) partie verticale du muscle de l'étrier; (3) partie horizontale du muscle stapédien et son tendon ; (4) tête de l'étrier.

b) Coupe axiale : (1) Canal facial troisième portion ;(2) partie verticale du muscle de l'étrier.

c) Coupe coronale oblique : (1) Troisième portion du canal facial ; (2) muscle de l'étrier.

V. RADIO-ANATOMIE DU NERF FACIAL :

1. Introduction :

Le nerf facial, VIIe paire crânienne, est un nerf mixte, dont le contingent moteur est destiné à l'innervation motrice de la face et du cou. Il occupe une place prépondérante en otorhinolaryngologie médicale et chirurgicale. L'imagerie normale du nerf facial repose sur la tomodensitométrie et l'IRM. Il est ainsi possible de suivre le trajet du nerf facial, du tronc cérébral jusqu'à la glande parotide.

L'imagerie tomodensitométrique est utile pour apprécier l'aspect du conduit auditif interne, les parties labyrinthique, tympanique et mastoïdienne du canal facial. La deuxième portion est à étudier avec soin : position et épaisseur de la corticale externe et inférieure. [18 ,19]

L'IRM autorise une évaluation de tout le nerf facial, surtout utile pour étudier :la partie basse de la protubérance, l'angle pontocérébelleux, le méat acoustique interne. [18 ,19]

1.1. Radio-anatomie normale : [19,20 ; 21,22]

Segment intracrânien:

L'origine réelle du nerf facial moteur se trouve dans la partie basse du pont (Figure 36). Il apparaît ensuite au niveau du sillon bulbopontique, puis traverse l'angle pontocérébelleux(Figure 37)et arrive dans le conduit auditif interne (Figure 38). Dans ce trajet, c'est l'IRM qui permet de bien l'étudier.

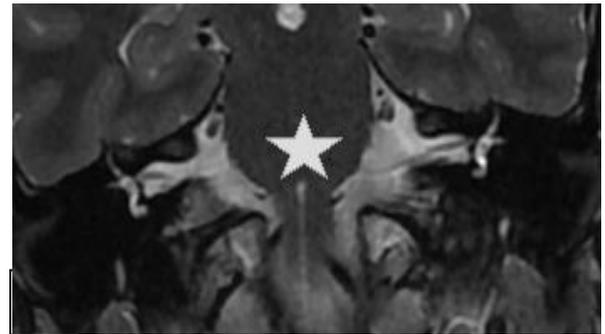
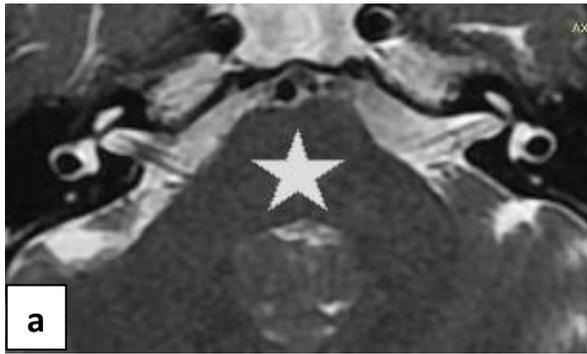


Figure (36) , Origine nucléaire :IRM en coupe axiale (a) et coronale (b) : Tronc cérébral ★

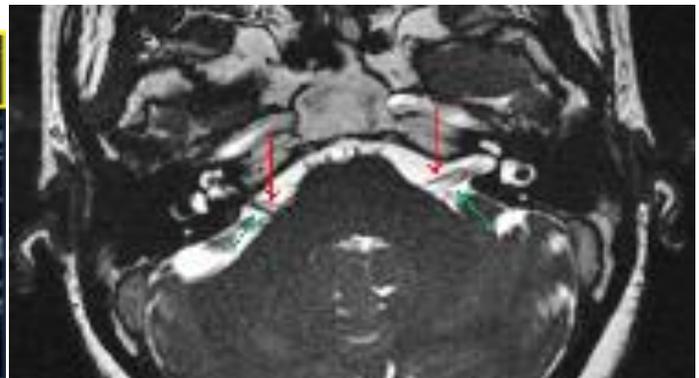
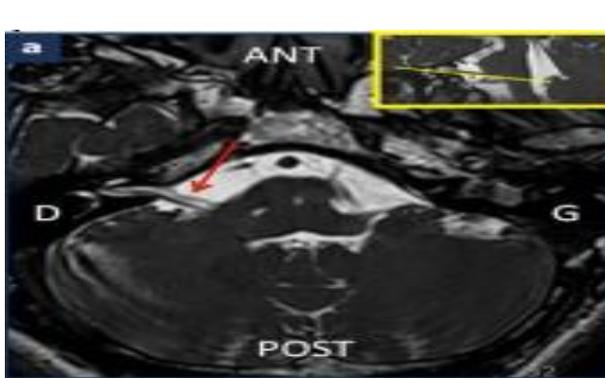
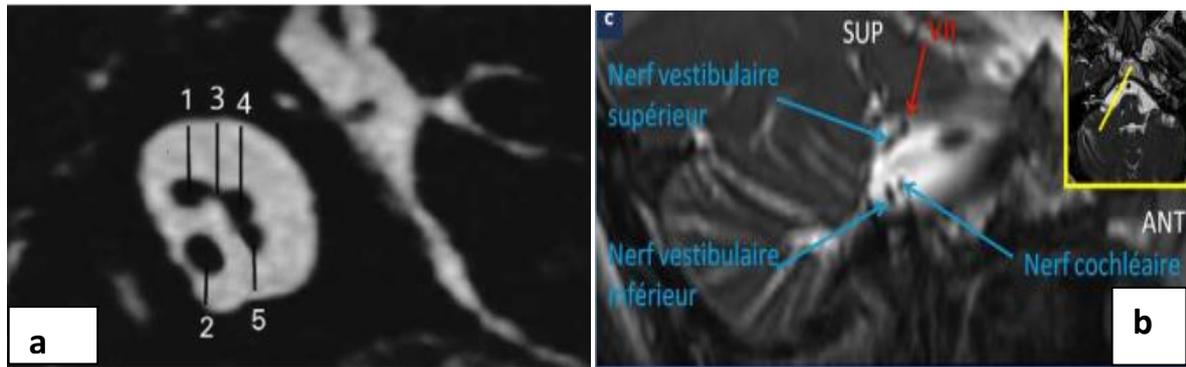


Figure (37), Angle Ponto-Cérébelleux : IRM en coupes Axial 3D Fiesta (Rouge : VII, vert : VIII).



**Figure (38), Paquetacoustico-facial : a)IRM, coupe sagittale :(1) Nerf facial ; (2) nerf cochléaire ; (3) anastomose entre le nerf facial et le nerf vestibulaire supérieur ; (4) nerf vestibulaire supérieur ; (5) nerf vestibulaire inférieur .
b) IRM en coupe coronale T2: passage du VII dans le conduit auditif interne**

SEGMENT INTRA PÉTREUX : LE CANAL FACIAL

En forme de Z mesurant environ 30 mm de longueur et définissant 3 portions et deux angulations, bien mises en évidence à la TDM sur les coupes appropriées.

La portion labyrinthique (première portion) (F1) : (figure 38 a et b)

Elle est courte (4 mm), présente un trajet oblique en dehors, en avant et en haut, et se rapproche progressivement de la corticale de la paroi postéro supérieure de la partie pétreuse de l'os temporal.

Elle entre en rapport en avant et dedans avec le premier tour de spire de la cochlée, en arrière et en dehors avec le canal semi-circulaire antérieur, en bas avec le vestibule, et en haut avec la paroi postéro supérieure du rocher ;

Ganglion géniculé (1er angulation) : (figure 38 a)

Elle repose sur le deuxième tour de spire de la cochlée. Cette loge est un carrefour entre trois canaux nerveux : le canal de la partie labyrinthique du nerf facial, le canal de la partie tympanique du nerf facial et le canal du nerf grand pétreux pour le nerf grand pétreux ;

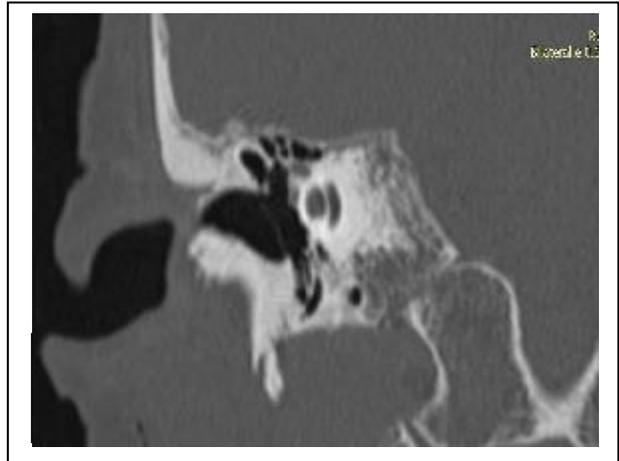
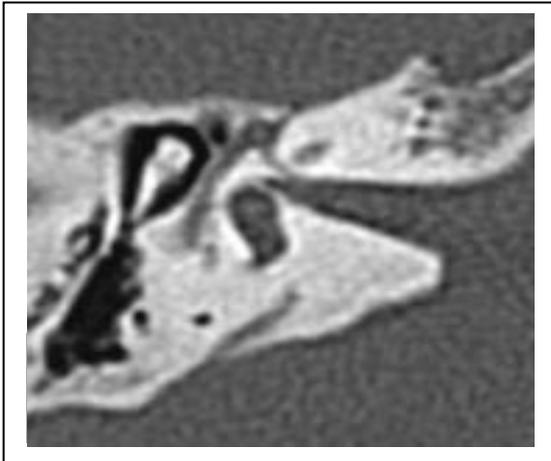


Figure (39), segment intra-pétreux : portion labyrinthique (F1) et ganglion géniculé (Gg) en coupe axiale (a) et coronale (b)

La portion tympanique (2ème portion) (F2) (figure 40 a, b) :

Elle mesure 10 mm et présente un trajet oblique en arrière, en bas et en dehors. Dans sa portion antérieure, le canal facial est profondément enchâssé dans la paroi médiale de la caisse du tympan, alors que dans sa portion postérieure, il devient superficiel bombant dans cette caisse au-dessus de la fenêtre du vestibule : c'est la proéminence du nerf facial. Cette proéminence du canal facial divise en deux parties la caisse du tympan : en haut l'attique et en bas l'atrium. Elle entre en rapport en dehors avec la caisse du tympan et son contenu, en dedans avec le labyrinthe postérieur, en bas avec le labyrinthe antérieur, la fenêtre du vestibule et le sinus tympani, et en haut avec l'attique, et le canal semi-circulaire latéral ;



Figure (41), segment intra-pétreux : Portion mastoïdienne (F3) en coupe axiale (a) et coronale (b ; c) .

1.2. Applications [23,24] :

Au niveau de la portion labyrinthique, il faut décompresser le nerf facial dans certaines formes de paralysie faciale périphérique. Celle-ci sera facilitée par le trajet du nerf facial qui le rapproche beaucoup de la corticale de la paroi postéro supérieure de la partie pétreuse de l'os temporal, où il sera facile de le trépaner.

Au niveau de la portion tympanique, le nerf facial peut être lésé par les divers processus pathologiques qui atteignent la caisse du tympan, comme par exemple les paralysies faciales périphériques de l'otite moyenne aiguë ou chronique cholestéatomateuse. Un cholestéatome de l'oreille moyenne érode souvent le canal facial au niveau de la proéminence du canal facial. Le nerf facial est alors dénudé dans la caisse du tympan ; il peut être blessé lors de la dissection du cholestéatome.

2. Cavités labyrinthiques :

L'oreille interne est constituée d'une cavité osseuse de forme complexe, moulant le labyrinthe membraneux, siège des récepteurs sensoriels de l'audition (cochlée) et de l'équilibre (vestibule). Le labyrinthe membraneux est rempli d'un liquide appelé endolymphe, il est séparé du labyrinthe osseux par la périlymphe. Dans le rocher la cochlée est antérieure et interne, le vestibule postérieur et externe (fig. 13). Cette structure osseuse se développe dans un os particulièrement dense appelé capsule otique .

La TDM permet d'étudier le labyrinthe osseux : cochlée osseuse, vestibule, les canaux semi-circulaires (CSC) osseux, aqueduc du vestibule, aqueduc cochléaire

L'IRM explore le labyrinthe membraneux : canal cochléaire, utricule, saccule, les CSC membraneux, système endolymphatique.

a) Le labyrinthe osseux :

a-1) : Cochlée osseuse :

En forme de spirale de deux tours et demi de spire (environ 30 mm de long) son axe est perpendiculaire au grand axe du rocher.

En tomodynamométrie : la cochlée constitue un tube enroulé sur lui-même un peu plus de deux fois avec un rayon de courbure assez large pour le tour le plus interne, nettement plus réduit pour le deuxième et ébauché pour le troisième (Figure 42).

Le premier tour de spire sur des coupes axiales à partir du bas se présente comme une structure linéaire, hypodense, légèrement convexe vers l'arrière et le dedans. Une ligne hyperdense sépare cet élément en deux étages :

supérieur ou rampe vestibulaire, inférieur ou rampe tympanique. En déplaçant la coupe axiale en direction craniale, l'enroulement de la première spire autour du modiolus est mis en évidence. La partie la plus haute du premier tour apparaît en avant de la première portion du canal facial, du canal du nerf utriculoampullaire et du méat acoustique interne (Figure 42 c).

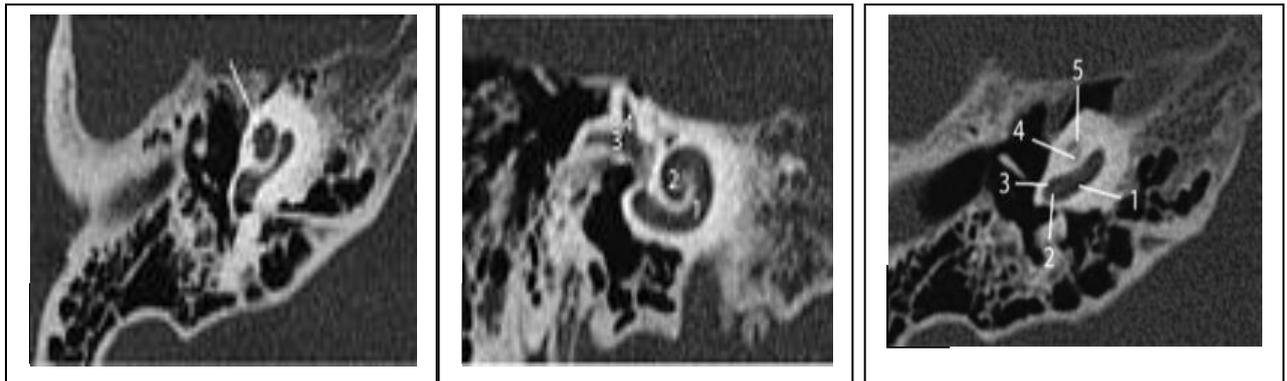


Figure (42):a) Coupe axiale : cochlée visible dans son ensemble (flèche).
b) Coupe sagittale oblique : (1) Tour basal ; (2) deuxième tour; (3) CSC latéral; (4) CSC supérieur.
c) Coupe axiale : (1) Rampe tympanique ; (2) lame spirale; (3) rampe vestibulaire ; (4) début du deuxième tour; (5) troisième tour.

a-2). Vestibule et canaux semi-circulaires (CSC) osseux :(Le labyrinthe postérieur osseux) :

Le vestibule est une cavité osseuse de situation postéro externe sur laquelle s'insèrent les trois CSC disposés dans trois plans perpendiculaires (latéral, postérieur et supérieur). (Figure 43).

Les canaux semi-circulaires doivent être de densité liquidienne et de calibre régulier en TDM. Le CSC postérieur est parallèle à la face postérieure endocrânienne du rocher (Figure 44 c). Le CSC supérieur déforme la face supérieure endocrânienne du rocher, c'est un point de repère du vestibule lors des abords neurochirurgicaux de la fosse temporale ; il doit présenter une

coque osseuse continue et symétrique (Figure 44 b). Le CSC latéral passe en pont au-dessus du VII2 et de la fenêtre ovale, sa coque osseuse dans la paroi interne de la caisse doit être parfaitement continue, elle peut être lysée en cas d'évolution cholestéatomateuse avec apparition de vertiges par fuite de liquide péri-lymphatique. (Figure 44 a)

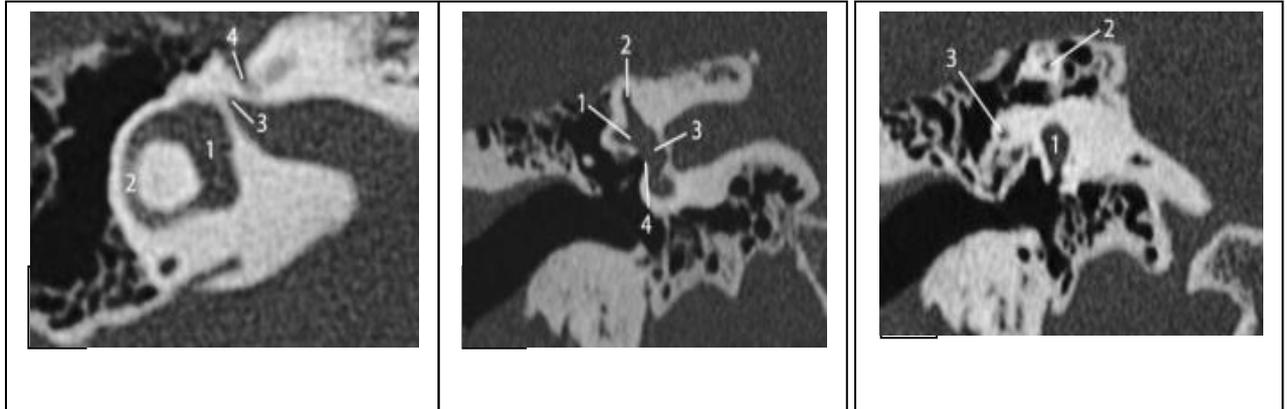


Figure (43): a) Coupe axiale, du vestibule : (1) Vestibule ; (2) canal semi-circulaire latéral ; (3) canal du nerf utriculo-ampullaire ; (4) portion labyrinthique du facial.
b) Coupe coronale : (1) Ampoule du canal semi-circulaire latéral ; (2) canal semi-circulaire antérieur ; (3) vestibule ; (4) platine.
c) Coupe coronale postérieure : (1) Vestibule ; (2) canal semi-circulaire supérieur ; (3) canal semicirculaire latéral.

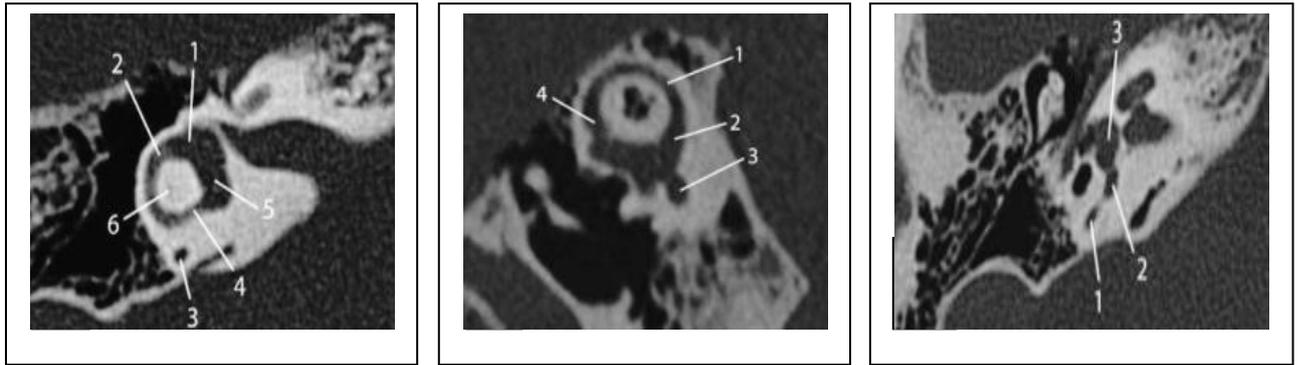


Figure (44): a) CSC latéral, coupe axiale : (1) Ampoule ; (2) partie antérieure canalaire ; (3) canal semi-circulaire postérieur,(4) partie médiale du canal semi-circulaire latéral ; (5) vestibule osseux ; (6) espace osseux circonscrit par le canal semi-circulaire latéral.
b) CSC antérieur, coupe frontale oblique : (1) Canal semi-circulaire antérieur ; (2) tronc commun au canal semi-circulaire antérieur et postérieur ; (3) ampoule du canal semi-circulaire postérieur ; (4) ampoule du canal semi-circulaire antérieur.
c)CSC postérieur, coupe axiale : (1) Canal semi-circulaire postérieur ; (2) ampoule canalaire postérieure ; (3) vestibule.

a-3). Les aqueducs :

À partir du tour basal de la cochlée, un canal rejoint la partie supérieure antéro-interne du golfe de la jugulaire, l'aqueduc de la cochlée, où canal périlymphatique. Il met en communication la périlymphe et les espaces sous-arachnoïdiens. Son diamètre juxta cochléaire est inférieur à 0,15mm. C'est la voie de diffusion des méningites bactériennes au labyrinthe.

À partir du vestibule, le canal endolymphatique où aqueduc du vestibule a un trajet horizontal parallèle à la face postérieure du rocher, en dedans du canal semi-circulaire postérieur (fig. 15a). Il se termine par le sac endolymphatique situé dans un dédoublement des feuillets dure-mérens. Il permet la transmission des variations de pression du LCR au compartiment endo-lymphatique. Son diamètre initial est

inférieur à celui du canal semi-circulaire postérieur pris pour référence (0,5mm environ).

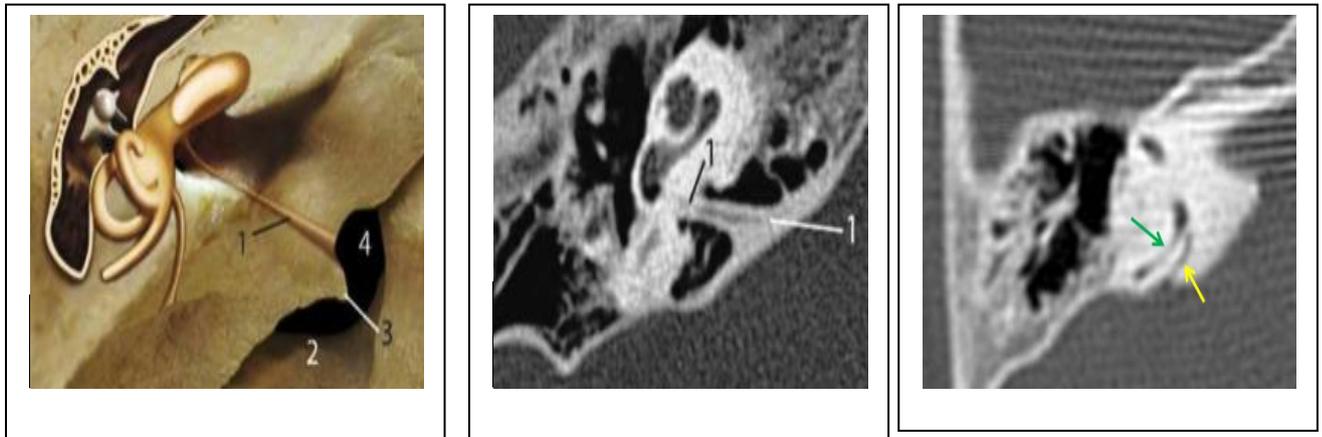


Figure (45): a) Représentation des aqueducs :cochléaire(flèche verte) et vestibulaire (flèche jaune)
b) Aqueducs cochléaire en coupe axiale.
c) Aqueduc du vestibule (flèche jaune) : à l'état normal a un calibre inférieur à celui du CSC postérieur (flèche verte).

b) Le labyrinthe membraneux : (figure 46)

L'amélioration de la résolution spatiale de l'IRM permet d'aborder le labyrinthe membraneux d'un point de vue morphologique.

b-1). Le canal cochléaire :(Figure 46 a)

Le canal cochléaire membraneux (environ 10 fois plus petit que l'homologue osseux qui l'habite), Deux membranes divisent sa cavité en trois parties : la rampe vestibulaire aboutissant à la fenêtre ovale, la rampe tympanique aboutissant à la fenêtre ronde. Ces deux rampes communiquant au niveau de l'apex, contiennent la périlymphe. Le canal cochléaire situé entre les deux rampes contient le liquide endolymphatique. En IRM haute résolution, les rampes vestibulaire et tympanique peuvent être identifiables (18).

b-2). Utricule, saccule :(Figure 46 b, c)

La cavité vestibulaire contient deux structures membraneuses sphéroïdes entourées de périlymphe et contenant elles-mêmes de l'endolymphe : l'utricule et le saccule. Ces deux formations sont les récepteurs sensoriels qui détectent les déplacements linéaires de la tête. L'utricule occupe la moitié supérieure de la cavité vestibulaire ; le saccule, plus petit, est situé dans la partie inféro-médiale du vestibule.

b-3). Les CSC membraneux :(Figure 46 a)

Les CSC membraneux se raccordent exclusivement à l'utricule. L'une de leur extrémité présente une dilatation fusiforme : l'ampoule, au niveau de laquelle se trouve la crête ampullaire, portant l'épithélium sensoriel. Les CSC sont les organes sensoriels qui détectent les accélérations circulaires de la tête dans les trois plans de l'espace.

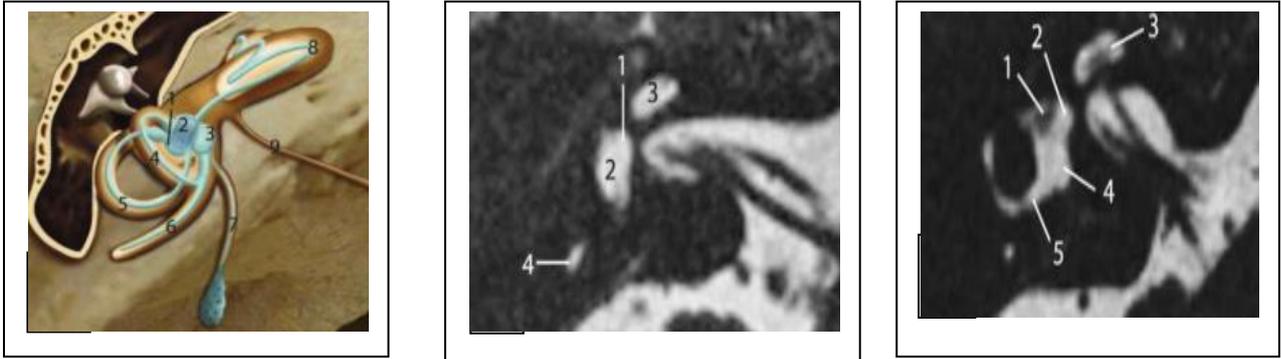


Figure (46): a) Représentation du labyrinthe membraneux : (1) Utricule ; (2) macule utriculaire ; (3) saccule; (4) CSC antérieur ; (5) CSC latéral ; (6) CSC postérieur ;(7) aqueduc du vestibule ; (8) canal cochléaire membraneux ; (9) aqueduc cochléaire.
b) IRM en séquence HRT2, coupe axiale : (1) Saccule ; (2) périlymphe; (3) cochlée ;(4) CSC postérieur.
c) IRM en séquence HR T2, coupe axiale : (1) Partie horizontale de la macule utriculaire ; (2) saccule, (3) cochlée ; 4) origine du conduit endolymphatique membranaire ; (5) CSC latéral.

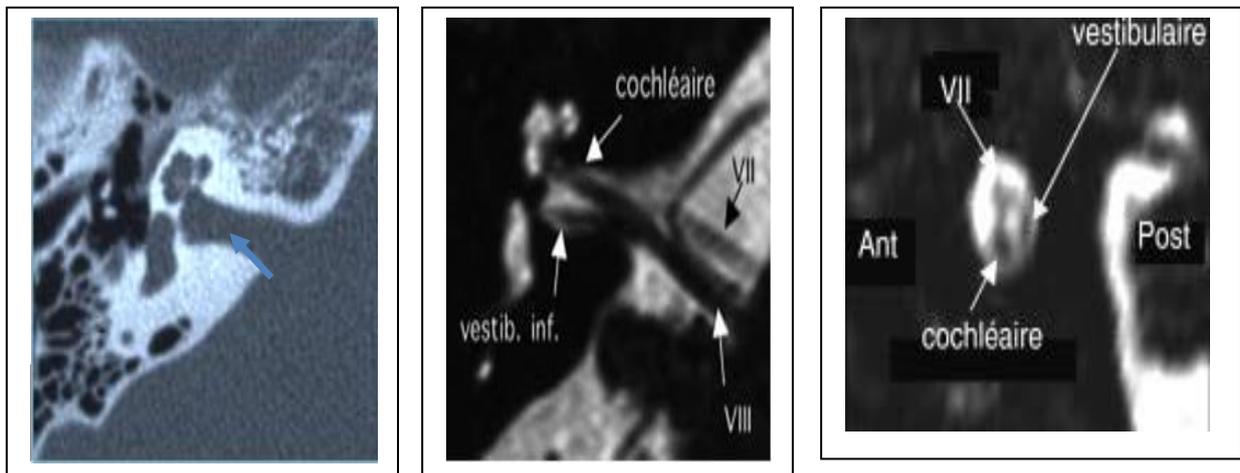
c) Méat acoustique interne :

Ce canal de calibre et de forme variable, n'est pas toujours, mais souvent symétrique. Ses parois osseuses sont étudiées en TDM, alors que son contenu vasculo-nerveux, nerf facial et nerf cochléo-vestibulaire, est visualisé en IRM (figure 47). Les parois osseuses sont recouvertes de dure-mère et les nerfs de pie-mère et de gaines arachnoïdiennes, expliquant la diffusion des infections méningées à l'oreille et inversement.

Au niveau du fond du MAI on distingue quatre nerfs en IRM : nerf facial en haut et en avant, nerf cochléaire émergeant du modiolus en bas et en avant, nerf vestibulaire supérieur ou utriculoampullaire en haut et en arrière, nerf vestibulaire inférieur ou sacculaire en bas et en arrière. Ceux-ci doivent avoir un calibre régulier, symétrique, le nerf facial étant le plus volumineux, puis le nerf cochléaire étant plus gros que les nerfs vestibulaires (21). Ils sont parfaitement visualisés en séquence T2

de type CISS 3D, permettant des reconstructions perpendiculaires à l'axe du canal. Dans le canal les nerfs cochléaire et vestibulaire s'unissent formant le nerf VIII.

En TDM au fond du canal on identifie deux étages séparés par une crête falciforme (figure 47 c). En haut : le canal de la première portion du nerf VII et le canal du nerf vestibulaire supérieur ; en bas : le canal cochléaire dont la largeur ne doit pas dépasser 3 mm (son élargissement pouvant traduire une malformation sous-jacente) le canal du nerf vestibulaire inférieur et le canal de Morgagni contenant le nerf ampullaire postérieur qui rejoint le nerf vestibulaire inférieur.



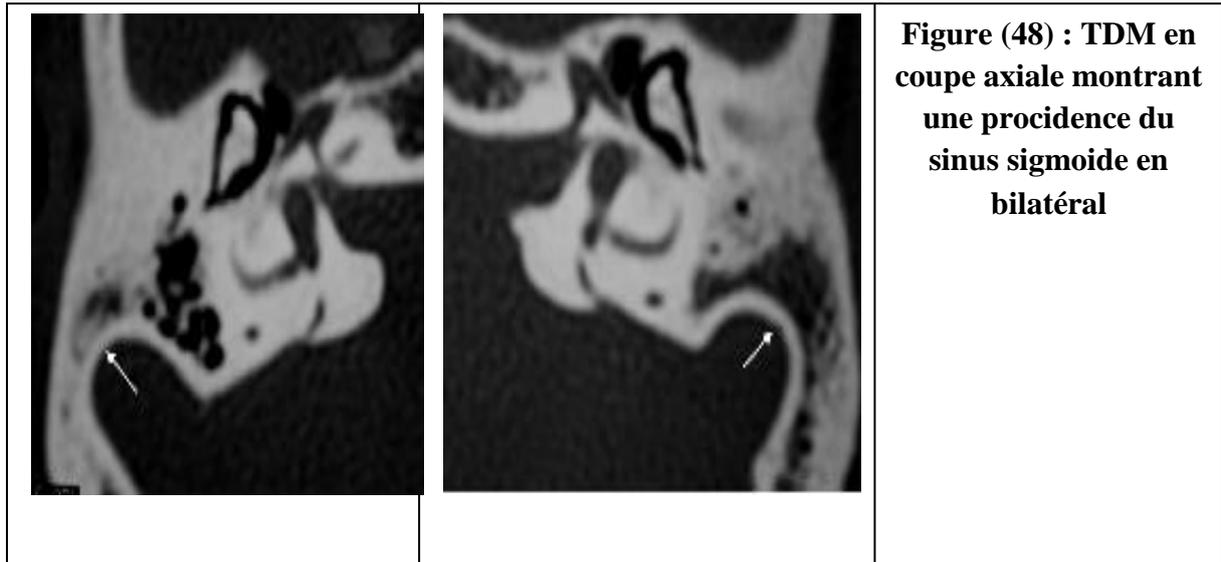
**Figure (47): a) TDM en coupe coronale montrant le CAI (flèche)
b) IRM en coupe axiale du CAI c) fond du CAI**

VI. LES VARIANTES ANATOMIQUES

Les variantes anatomiques de l'os temporal sont importantes à connaître et à préciser dans le compte rendu radiologique avant toute intervention sur l'oreille. La TDM est l'examen clé pour le bilan morphologique de toute oreille. Elles peuvent évoquer, dans certains cas, de fausses images pathologiques, ce qui ne les empêche pas de s'associer, parfois, à une sémiologie anormale issue d'affections diverses et variées. Nous présentons différentes variantes fréquemment rencontrées, surtout nerveux et vasculaires car elles constituent un risque lors de l'abord chirurgical de l'oreille et parfois sont susceptibles de modifier la voie d'abord.

1. Sinus sigmoïde antérieurement situé :

Cette variante est rencontrée lorsque le massif mastoïdien est peu pneumatisé, comme c'est le cas chez les patients ayant des antécédents d'otite chronique durant l'enfance. Le sinus sigmoïde superficiel est particulièrement exposé au risque de blessure chirurgicale, lors du fraisage de la mastoïde. Peut être très antérieurement situé, arrivant jusqu'à l'antre mastoïdien, cette variante se voit dans 1.6% des cas [25, 26], **(Figure 48)**



2. Les variantes du bulbe jugulaire :

a. Procidence du bulbe de la jugulaire (Figure 49 a) :

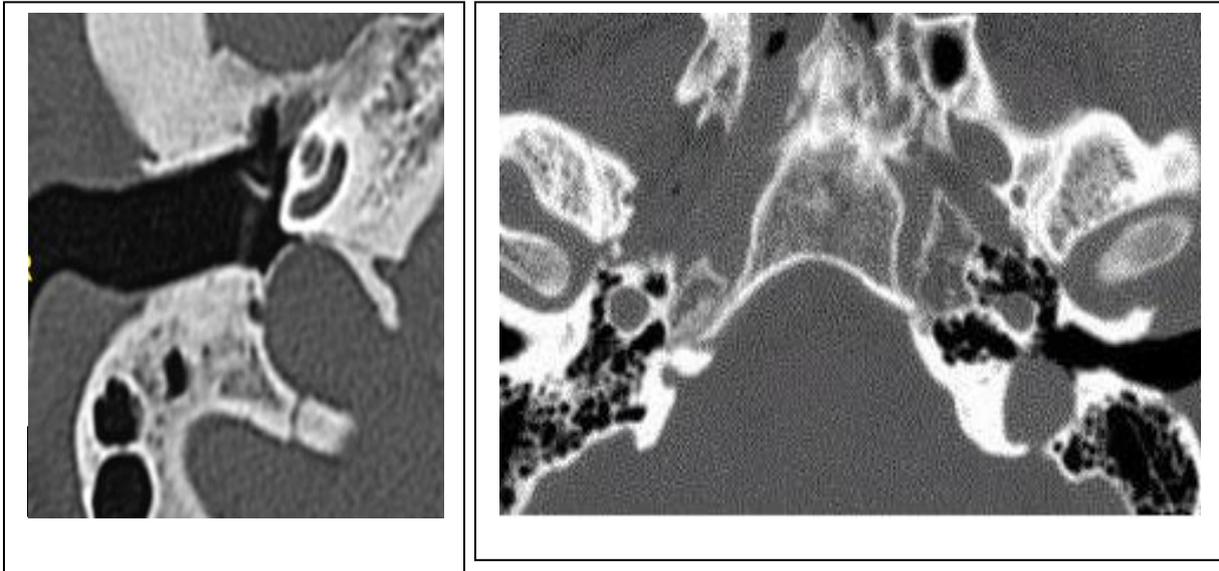
Le bulbe est très souvent asymétrique, avec un côté dominant ; lorsqu'il est très volumineux, ce bulbe peut occuper une partie importante de la base du rocher en regard de l'atrium, dont il reste séparé par une coque osseuse continue.

En cas de chirurgie du cholestéatome, la recherche systématique de cette variante a comme intérêt de guider l'abord topographique de la caisse. En effet, un abord classique à la partie inférieure du cadre risque d'entraîner une hémorragie profuse de sang veineux [27].

b. Déhiscence du bulbe jugulaire :(Figure 49 b)

Contrairement à la procidence, la coque osseuse séparant le bulbe jugulaire de la caisse du tympan est discontinue, voire absente. Cette situation expose à un risque de blessure veineuse lors d'une intervention sur la cavité

tympanique, surtout si cette dernière est comblée par du matériel inflammatoire [27].



**Figure (49) : a) Procidence du bulbe de la jugulaire en coupe coronale
b) Déhiscence unilatéral du bulbe jugulaire en coupe axiale.**

3. Sinus tympani profond :

La taille du sinus tympani est variable selon les individus. Il peut être parfois très volumineux ou au contraire être de petite taille. La bilatéralité est fréquente [28]. Cette variante doit être signalée dans un compte rendu TDM préopératoire d'un cholestéatome car elle constitue une zone aveugle pour le chirurgien ORL, source de récurrence [29].

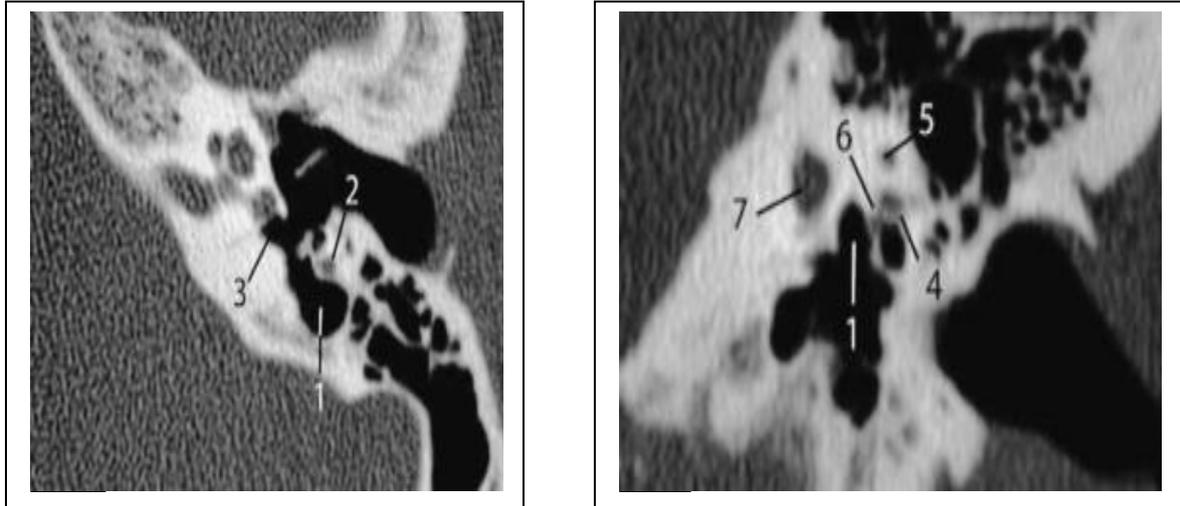


Figure (50) : TDM, coupes axiale (a) et coronale (b) : (1) Sinus tympani , (2) troisième portion du canal facial; (3) récessus de fenêtre ronde: (4) deuxième coude du canal facial: (5) canal semi-circulaire latéral : (6) canal du muscle de l'étrier (7)

4. Procidence du canal du nerf facial :

Un abaissement du canal facial notamment tympanique est possible, passant dans la fenêtre ovale ou en dessous d'elle, relevant ou non de trajets malformatifs. Les coupes coronales aident à chercher une procidence du nerf facial qui a l'aspect d'une passe tissulaire émanant inférieurement du canal semi circulaire latéral. Cette variante est importante à préciser dans le bilan préopératoire de la chirurgie de l'otospongiose (30).

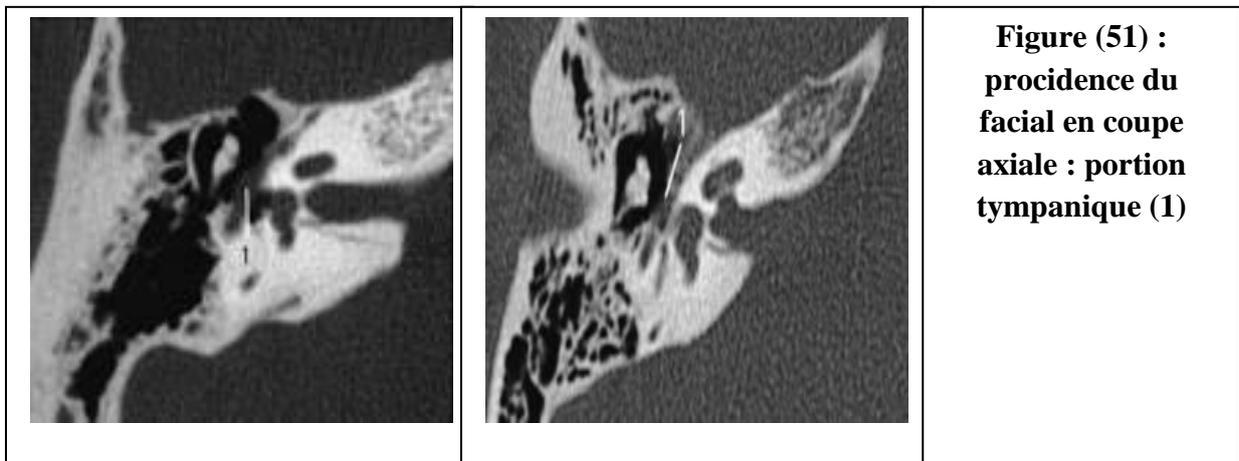
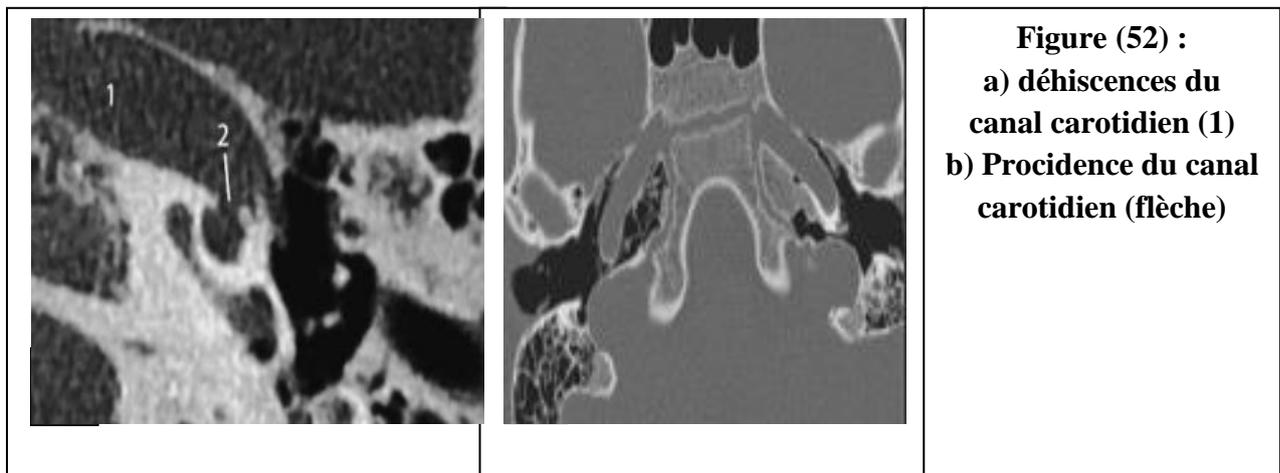


Figure (51) : procidence du facial en coupe axiale : portion tympanique (1)

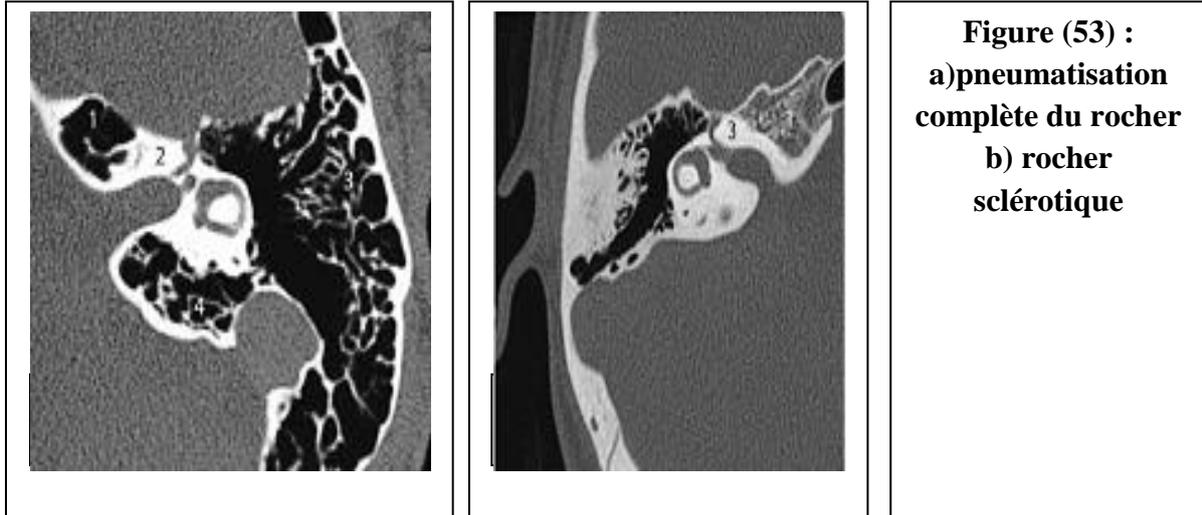
5. Canal carotidien :

Les déhiscences du canal carotidien sont peu fréquentes (7,7 %) [31], l'épaisseur de la lame osseuse de séparation entre le canal et la cochlée varie entre 0,2 à 3,8 mm [32] et se révèle d'une importance cruciale dans la chirurgie des implants cochléaires.



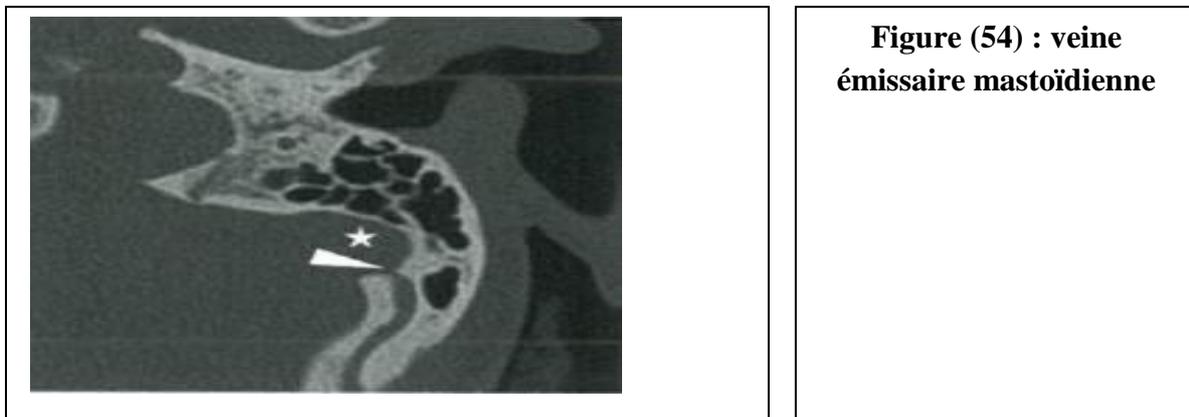
6. Variantes de pneumatisation :

Il existe différents types de pneumatisation. L'os temporal peut être pneumatique quand la pneumatisation est complète, diploïque quand elle est partielle ou sclérotique ou compacte quand elle est absente. L'absence de cellules aériennes tegmentales sus méatiques et rétroméatiques entraîne un risque d'atteinte chirurgicale d'une fosse crânienne moyenne bas située lors de la voie d'abord endurale élargie ou postérieure rétro auriculaire (chirurgie de l'otite moyenne chronique cholestéatomateuse ou non ou ses séquelles) [33].



7. Veine émissaire mastoïdienne :

Il s'agit de la variante la plus fréquente. Ces veines font communiquer le sinus latéral avec les veines auriculaires postérieures ou les veines occipitales ; elles sont plus fréquentes à gauche qu'à droite. Leur aspect est caractéristique : en forme de S italique de calibre large et régulier, elles sont toujours en situation postérieure, s'étendant entre la paroi postérieure (tête de flèche) du sinus sigmoïde (étoile) et la corticale superficielle de la mastoïde (flèche), en arrière de ce sinus. Elles doivent être distinguées de la suture temporo-occipitale (plus postérieure) et surtout des fractures de la partie postérieure de l'écaïlle du temporal, qui sont moins larges et de trajet transversal rectiligne.

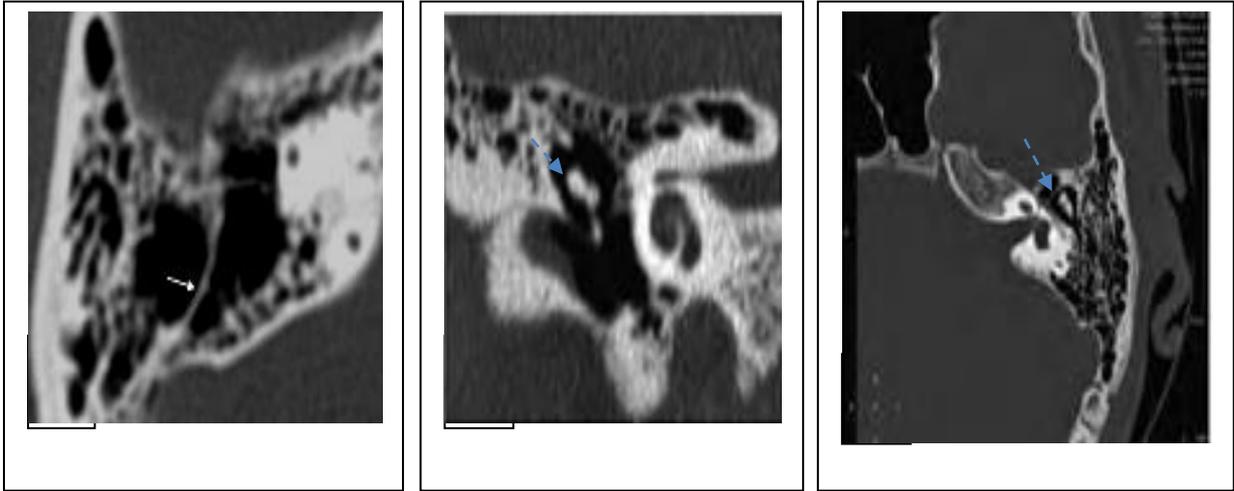


8. Autres :

Septum de Korner épais : La présence d'un septum de Korner épais peut scinder l'antre en deux. En cas de comblement cholestéomateux de l'antre et en l'absence de signalisation de la présence d'un septum de Korner épais au chirurgien, il y a un risque de vider incomplètement l'antre.

Lame osseuse pré malléaire : Elle sépare le récessus épitympanique antérieur du reste de l'épitympan. Cette lame osseuse tombe du tegmen tympani et elle est située en avant de la tête du malleus. La connaissance de cette variante est très importante vu qu'une exérèse complète de cette lame est indispensable pour une mise à plat complète des cholestéatome. Cependant, ce geste chirurgical doit être prudent car juste sous le rebord inférieur de cette crête osseuse (en position chirurgicale) se situe la deuxième portion du canal du nerf facial.

Récessus épitympanique antérieur : Il s'agit d'une cellule pneumatique de taille variable siégeant antéro-médialement à la tête malléaire. La portion proximale du segment tympanique du nerf facial siège immédiatement en dedans de ce récessus. À ce niveau, les masses cholestéatomateuses ont un accès direct au nerf facial. L'éperon osseux, délimitant latéralement cet espace, correspond à l'extrémité proximale de la suture pétro-squameuse.



**Figure (55) : a) septum de Korner épais (flèche)
b) lame osseuse pré malléaire droite
c) Récessus épitympanique antérieur gauche**

VII. CHECK LIST

A. En Tomodensitométrie, elle comportera l'étude bilatérale :

- Des parois et du contenu du conduit auditif externe.
- Des parois et du contenu de la cavité tympanique:
 - o supérieure ;
 - o externe ;
 - o postérieure ;
 - o inférieure.

- **Des osselets :**

- marteau (fixation) ;
- enclume (longue apophyse, corps, articulation incudo-malléaire) ;
- étrier (branches, tête, articulation incudo-stapédienne).

- **Des fenêtrés :**

○ Ovale : platine (épaisseur, structure, forme) et la fosse ovale bien ventilée .

○ Ronde :

- La membrane doit être régulière ;
- Le récessus ventilé et son diamètre axial $> 1,5\text{mm}$

- **Du labyrinthe :**

○ Antérieur : forme, structure intraluminaire hypodense et osseuse hyperdense, présence d'un modiolus, canal du nerf cochléaire inférieur ou égal à 2,7 mm ostéotomisé (inférieur à 1,5 mm) ;

○ Postérieur : surtout forme et taille du canal semi-circulaire latéral (1 ampoule et non 2, diamètre moyen normal = 1,5 mm). Le canal semi-circulaire antérieur doit toujours présenter une couverture osseuse. Mesure du diamètre de la première moitié du canal endolabyrinthique (non supérieur à 1,5 mm).

- Du MAI (taille, forme)

- De la position :

- du tympan ;
- du sinus sigmoïde ;
- du tegmen ;
- du nerf facial (VII1, VII2, VII3) ;
- du bulbe supérieur de la veine jugulaire interne ;
- du canal carotidien.

B. EN IRM, elle comportera l'étude bilatérale :

- De la cochlée et du labyrinthe postérieur ;
- Des nerfs dans le fond du MAI en particulier le nerf cochléaire ;
- Du trajet du paquet acoustico-facial dans la citerne jusqu'à son émergence du tronc cérébral ;
- Du tronc et du parenchyme cérébral ;
- Du cervelet et de la charnière cervico-occipitale ;
- De la substance blanche, de la taille des ventricules et des sillons corticaux.

C. EXEMPLE D'UNE CHECK-LIST DE L'IMPLANT COCHLEAIRE : [35]

- Principales questions préopératoires en imagerie :
 - la cochlée est-elle bien visible ? Si non, l'oblitération est-elle fibreuse ou osseuse/calciflée ?
 - la cochlée est-elle normale ? Quel est le type de malformation ? Y a-t-il un risque d'oreille geysier ?
 - existe-t-il des anomalies le long des voies auditives qui pourraient limiter l'efficacité de l'implantation cochléaire(Agénésie du nerf facial) ?
 - existe-t-il une otite aiguë, une labyrinthite aiguë, une méningite, tous risques accentuant le risque d'hémorragie, de méningite, d'abcès, de sepsis post-opératoire ?
 - existe-t-il des variantes anatomiques (concernant notamment le nerf facial), qui pourraient modifier la voie d'abord chirurgicale ?
- Principales questions post-opératoires en imagerie :
 - le porte-électrodes est-il normalement placé dans la cochlée ?
 - la paroi interne du réceptacle est-elle normale ?
 - existe-t-il des modifications entre le réceptacle et les méninges?

VIII. NOUVEAUTES RADIOLOGIQUES

1. La tomographie volumétrique numérisée à faisceau conique :

La tomographie volumétrique numérisée à faisceau conique (cone beam computed tomography (CBCT)) est utilisée depuis une dizaine d'années pour l'imagerie dento-maxillo-faciale. Caractérisée par sa capacité à obtenir une bonne résolution spatiale pour une irradiation sensiblement inférieure à celle de la tomodensitométrie (36), elle a trouvé ses premières indications dans les bilans pré-implantaires, les études des pathologies alvéolodentaires [37].

Dès 2004 (38), une étude sur pièces anatomiques comparant scanner multicoupes et cone beam sur des rochers montre une meilleure analyse des structures fines et une moindre sensibilité aux artefacts métalliques du cone beam. Cette supériorité anatomique est confirmée pour la chaîne ossiculaire sur une première série de patients en 2006 [39]. Les images fournies s'interprètent selon une sémiologie identique à celle de la tomodensitométrie. En revanche, elles diffèrent de cette dernière par quelques caractéristiques qui doivent être connues [40,41].

A. Principe : (figure 54-1)

Un couple tube à rayons X-capteur plan est en rotation autour de la tête du patient. Le faisceau de rayons X de géométrie conique est émis de façon pulsée ou continue, selon les machines. Au terme de la rotation (180 ou 360°), des algorithmes de reconstruction traitent les images 2D obtenues par projection sur le capteur pour l'obtention d'un volume numérique cylindrique et isotrope, c'est-à-dire dans lequel les voxels sont cubiques. Chaque voxel est cubique, la résolution spatiale est constante, quelle que soit l'orientation des

coupes dans le volume. Si le principe de base est commun aux différentes machines, l'ergonomie et les capacités varient :

- le temps d'acquisition : plus long qu'en tomodensitométrie. Il varie en fonction des machines et des protocoles, de 5 à 30 secondes;
- la position du patient: debout, assise ou couchée assurant une plus ou moins bonne immobilisation. En théorie, la position couchée est la plus adaptée à une stricte immobilité, sous réserve d'un système de contention de la tête efficace;
- la taille du volume d'acquisition : elle conditionne la résolution spatiale.

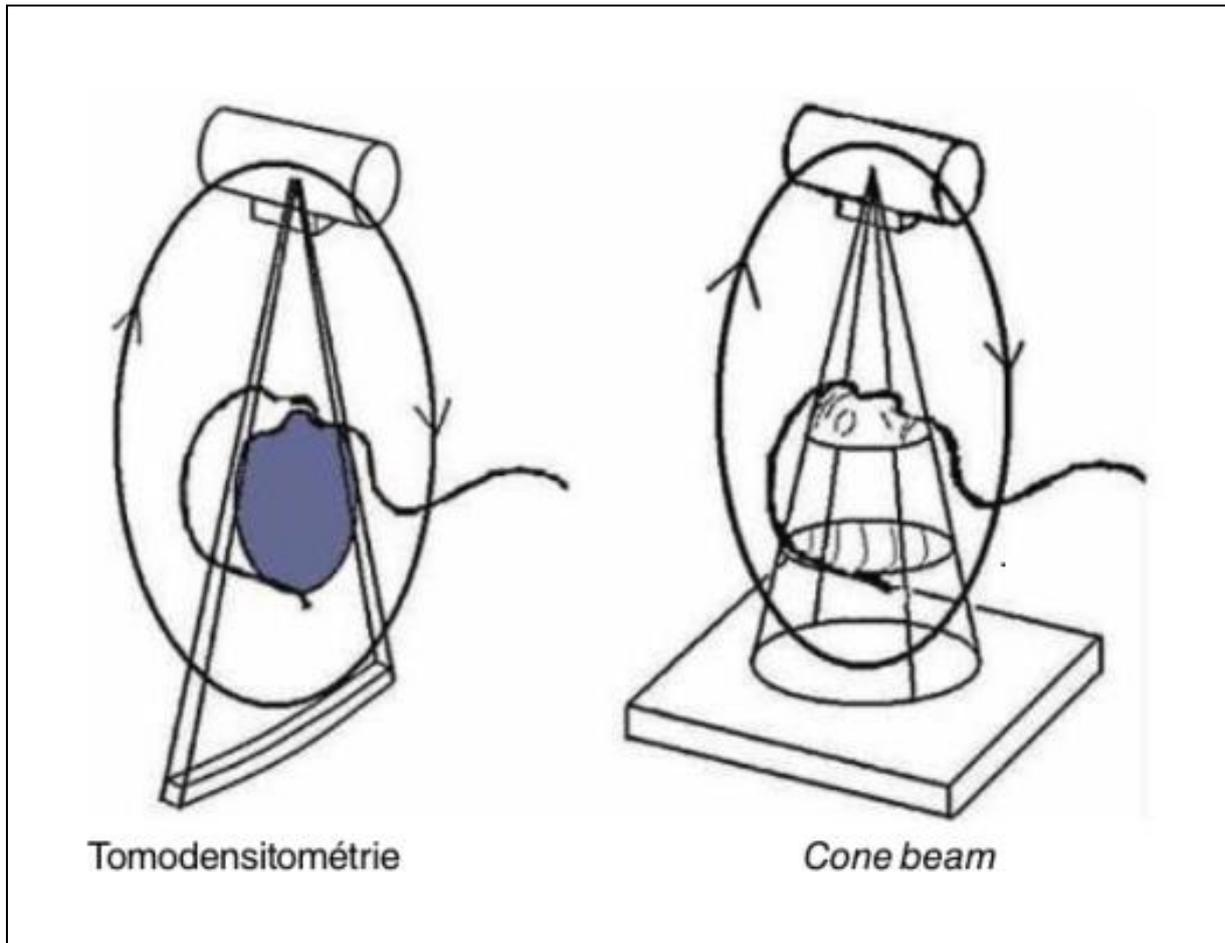


Figure (56) : Principe de l'imagerie cone beam comparativement à la tomodynamométrie. Acquisition d'emblée d'un volume isotrope à partir d'un faisceau conique de rayons X et d'un capteur plan. La tomodynamométrie fournit des coupes qui sont secondairement superposées pour constituer un volume.

B. CARACTÉRISTIQUES DE L'IMAGE CONE BEAM :

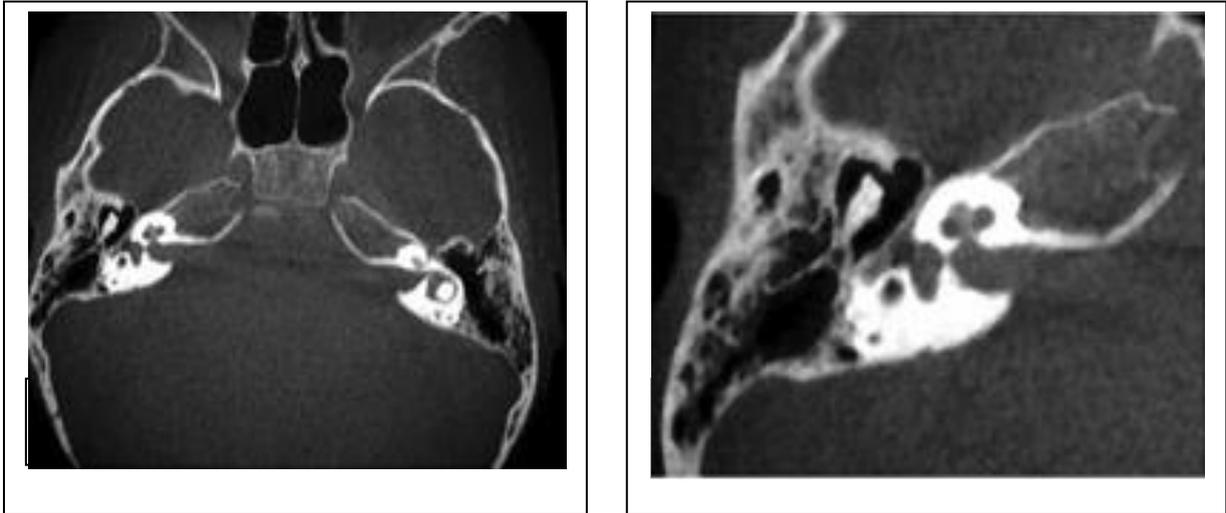
- La résolution spatiale varie de façon inversement proportionnelle à la taille du champ d'exploration.
- Le rapport signal/bruit est inférieur à celui de la tomodynamométrie. Cet inconvénient du cone beam, peu perceptible dans les structures denses, s'observe plus nettement dans les cavités à contenu aérique et sur les zones à faible contraste.

- La résolution en densité est médiocre, ne permettant pas une étude satisfaisante des parties molles : mauvaise évaluation des envahissements tumoraux, des épanchements hématiques ou purulents, pas de possibilité d'injection de produit de contraste
- La tolérance aux artefacts métalliques est nettement supérieure à celle de la tomodensitométrie.

C. APPLICATION À L'OS TEMPORAL :

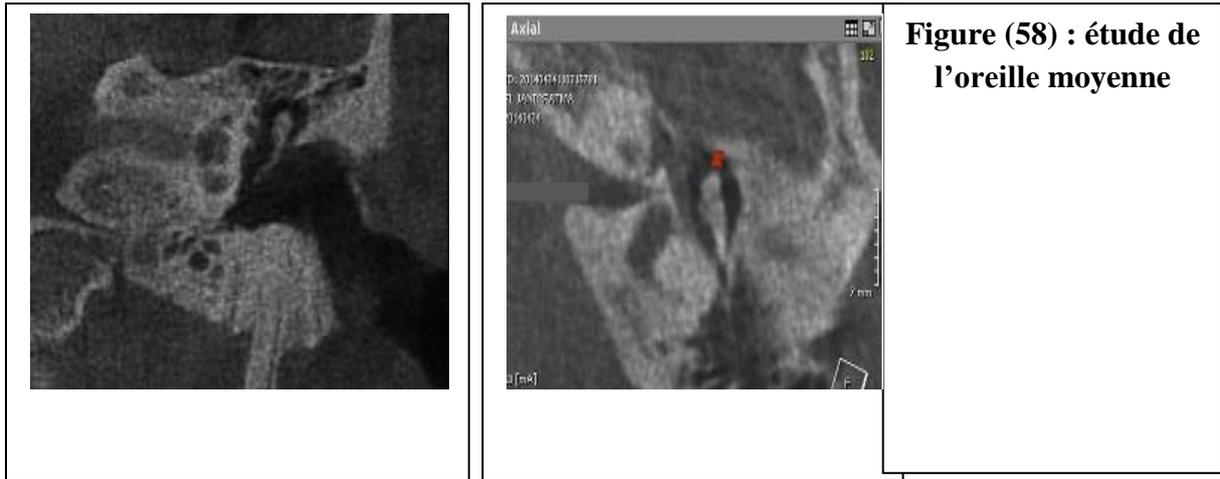
Structure anatomique complexe, avec de nombreux éléments de petite taille mais avec des densités très différentes (air, liquide, os trabéculé et compact), l'os temporal se prête bien à l'étude par imagerie cone beam. En pratique clinique, quelques contraintes doivent être affrontées.

. Taille du volume d'acquisition : l'acquisition en petit champ (6 x 6 cm) sur une oreille offre la meilleure résolution spatiale, idéale pour une exploration unilatérale. L'étude bilatérale nécessite deux acquisitions. On peut alors préférer une approche en champ large avec une résolution moindre. Cette difficulté peut être contournée avec certaines machines autorisant, à partir d'une acquisition en champ large, des « rétroreconstructions » plus précises dans un ou plusieurs secteurs donnés du volume initial. Toutefois, la qualité en termes de résolution spatiale de ces reconstructions secondaires reste un peu inférieure à celle d'une acquisition en petit champ d'emblée (Figure 57).

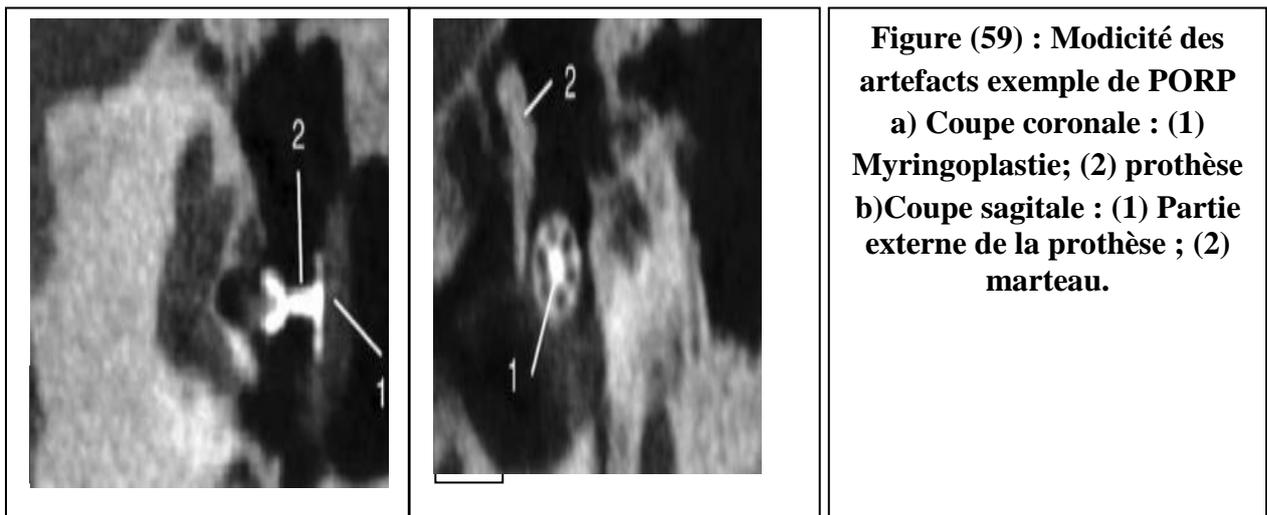


**Figure (57) : Taille du champ et résolution spatiale : a) Acquisition grand champ
b) Agrandissement du massif pétreux droit sans modification de la résolution spatiale**

- Temps d'acquisition : la durée d'acquisition dans les conditions optimales des protocoles d'exploration du rocher se situe autour de 30 secondes (pour un bon compromis résolution spatiale-rapport signal/bruit), ce qui nécessite la coopération du patient et expose de façon fréquente aux artefacts de mouvement. Pour les enfants, on évite ces protocoles longs. L'expérience montre que les images obtenues avec des temps d'acquisition plus courts fournissent des images de bonne qualité, peu bruitées, en raison du faible volume de la tête.
- Faible résolution en densité : elle ne constitue pas un inconvénient important dans l'étude des structures intra pétreuses. Ce défaut est probablement en partie compensé par les qualités de résolution spatiale. Elle n'est pas gênante dans les zones à forts contrastes comme la caisse (Figure 58), mais peut rendre difficile l'étude de structures très fines à faible contraste (lame spirale).



- Baisse du rapport signal sur bruit : elle est « ressentie » par la variabilité de la qualité des images d'un examen à l'autre. Elle se traduit par un bruit de fond plus perceptible dans les cavités aériques.
- Réduction des artefacts de balayage : la réduction des artefacts liés à la présence de métal par rapport à l'examen tomodensitométrique fait du cone beam une technique de choix dès qu'existe un objet métallique, en général prothétique, dans le champ de balayage (Figure 59).



- Traitement de l'image: il reste superposable à celui de la TDM.
- Dosimétrie : elle est globalement inférieure à la dosimétrie scéno-graphique[42].

D. RESULTATS :

1. SUR PIÈCES ANATOMIQUES (LITTÉRATURE):

Plusieurs études ont comparé les images acquises sur des pièces anatomiques en scanographie multicoupes et cone beam [38, 43, 44].

La première en 2004, évaluant 42 structures sur 4 rochers retrouvait une meilleure visualisation statistiquement significative pour le cone beam, particulièrement pour l'étrier, et soulignait la visibilité de la paroi osseuse du canal facial sur l'ensemble de son trajet.

Une lésion de 0,3 mm créée par laser n'était identifiée que par cone beam, une lésion de 0,9 mm était reconnue par les deux techniques.

Dans l'étude de Teymoortash [44], 43 items étudiés sur 38 rochers confirment la meilleure sensibilité du cone beam.

Dans une étude française récente [43], les 20 structures évaluées sont visibles sur les deux techniques. L'évaluation qualitative est en faveur du cone beam pour la visualisation de l'épaisseur antérieure et postérieure de la platine, l'articulation vestibuloplatinaire antérieure, l'insertion de la branche postérieure de l'étrier, le bouton de l'étrier, l'articulation incudostapédienne.

Les mesures de l'épaisseur de la platine sont inférieures en cone beam (0,33 contre 0,45 mm pour l'épaisseur antérieure moyenne, 0,35 contre 0,54 mm pour l'épaisseur postérieure), se rapprochant de l'épaisseur histologique théorique de 0,3mm.

Les prothèses et leurs positions sont clairement identifiées [45,46]. Les électrodes des implants sont individualisables, avec une nette de réduction des artefacts d'origine métallique [38].

2. EN PRATIQUE CLINIQUE:

C'est le gain en résolution spatiale qui fait l'intérêt de la technique.

Par rapport à la tomodensitométrie, cette amélioration permet une meilleure visibilité des structures les plus fines : chaîne ossiculaire et ses articulations, platine de l'étrier (Figure 60) qui peut être facilement orientée selon son axe et dont l'épaisseur exacte peut être approchée avec une marge d'erreur sensiblement moindre qu'en tomodensitométrie [43]. Les parois de la caisse, la paroi du canal facial (Figure 61), les canaux semi-circulaires sont bien analysés. Le modiolus est bien visible.

En revanche, on ne distingue la lame spirale que de façon inconstante (Figure 62) par rapport à l'examen tomodensitométrique (contrairement aux données anatomiques de Gupta [38]). Cette constatation est en apparence paradoxale pour un examen fournissant une meilleure résolution spatiale que la TDM. Deux hypothèses peuvent être avancées :

- malgré sa structure osseuse, la finesse de la lame spirale lui confère un faible contraste par rapport au liquide endolymphatique avoisinant. La conjonction de la moins bonne résolution en densité et du moindre rapport signal/bruit tend à estomper ce faible contraste, principalement chez les patients à « grossetête »;
- la longue durée d'acquisition et la contention imparfaite de la tête quelle que soit la machine utilisée font qu'il existe probablement de faibles mouvements du patient, indétectables à l'œil mais qui contribuent à estomper cette structure à la fois fine et peu contrastée.

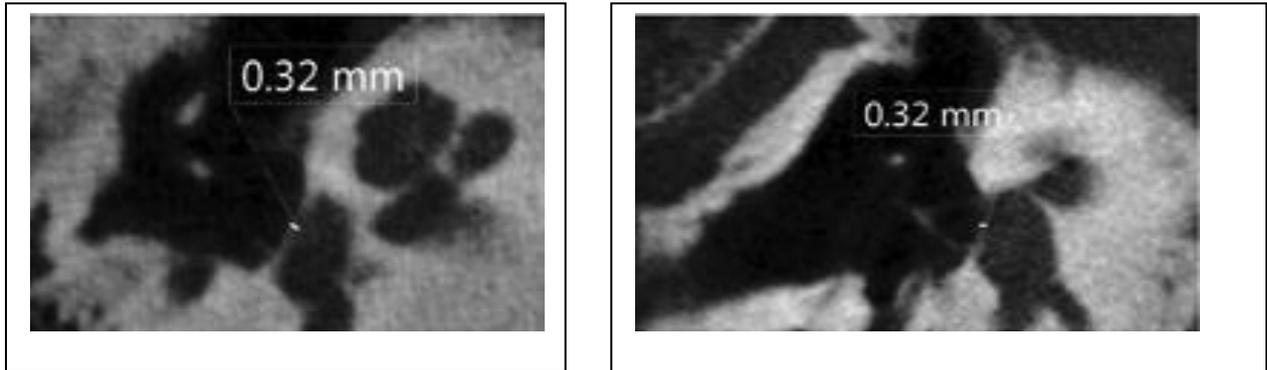


Figure (60) : Mesures d'épaisseur d'une platine d'étrier normale sur des coupes axiales

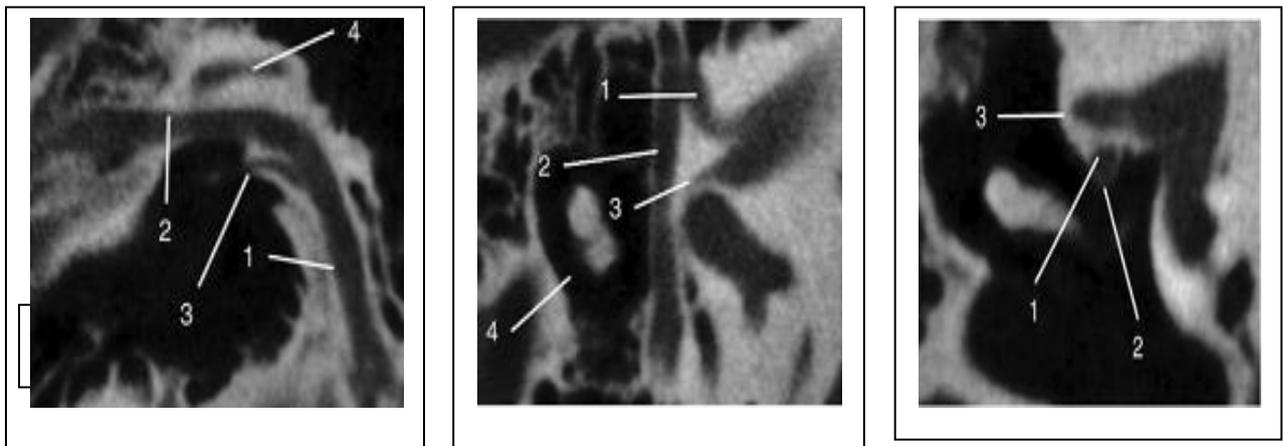
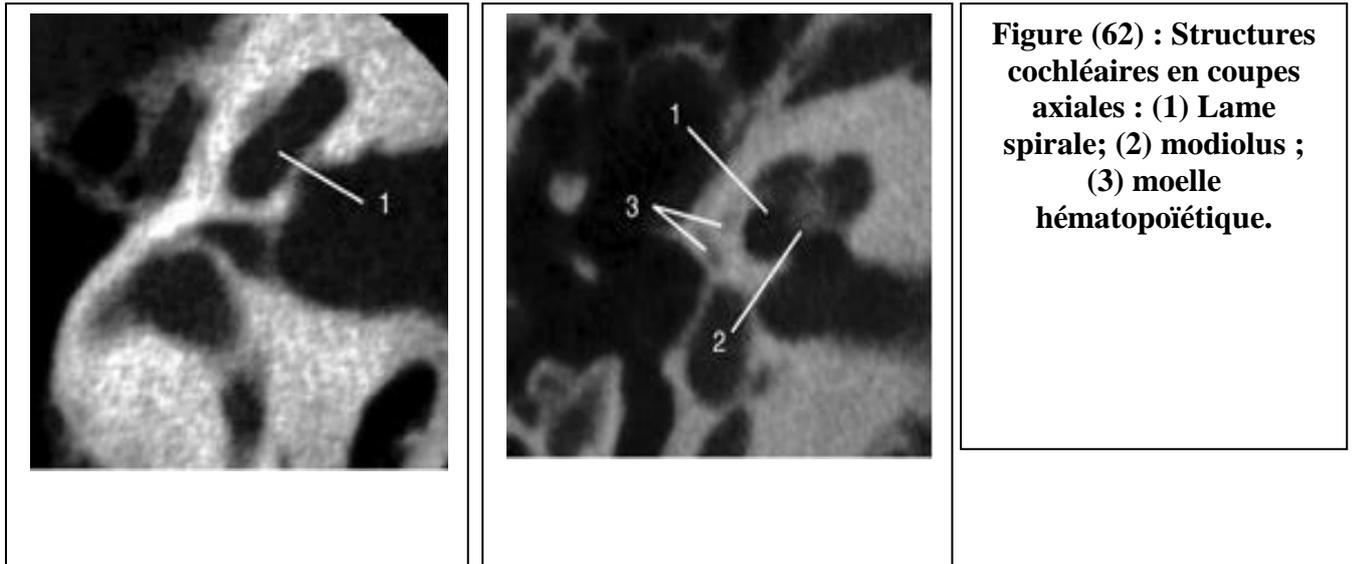


Figure (61) : Etude du canal facial : a) Coupe sagittale :(1) Troisième portion du VII ; (2) deuxième portion ; (3) corde du tympan; (4) Canal semicirculaire latéral.
b) Coupe axiale : (1) Première portion du VII; (2) deuxième portion ; (3) canal utriculo-ampullaire ; (4) attique.
c) Coupe coronale : (1) Deuxième portion du VII ; (2) canal du VII2; (3) paroi externe du canal semi-circulaire latéral.



3. CONE BEAM ET IMPLANT COCHLEAIRE:

L'examen cone beam est une excellente indication pour un bilan préopératoire avant implantation. Il allie une excellente approche anatomique et une dosimétrie très modérée.

Après pose d'implants cochléaires, il permet un contrôle précis de la position des électrodes, les artefacts générés étant très réduits par rapport à l'examen scano-graphique avec, là encore, une dosimétrie réduite. Malgré quelques artefacts inévitables, il est dans notre expérience toujours possible de compter et de situer les électrodes intra cochléaires. Le trajet de l'électrode est suivi sur toute sa longueur. Cette technique devrait s'imposer très rapidement comme examen de référence pour cette indication (Figure 63,64). [47-48].

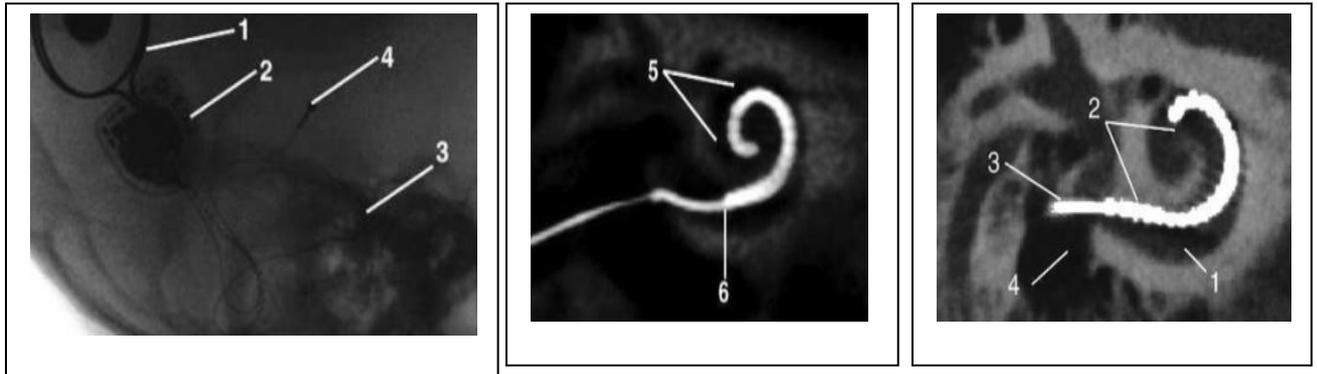


Figure (63) : Cone beam de première génération montrant un implant : (1) Aimant ; (2) récepteur-stimulateur ; (3) porte-électrodes ; (4) électrode de référence ; (5) rampe vestibulaire ; (6) première Eélectrode est visible dans la fenêtre ronde

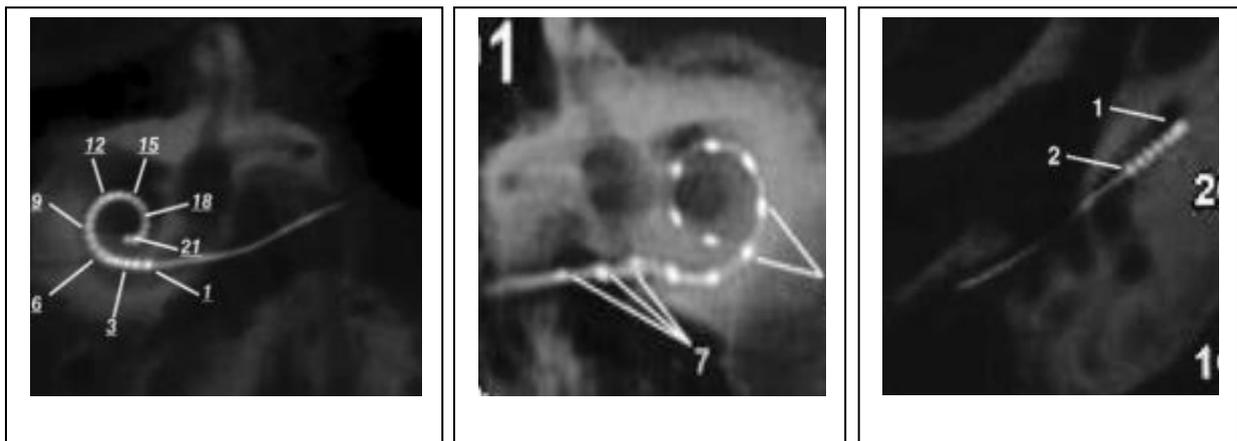


Figure (64) : Deuxième génération de cone beam contrôlant un implant cochléaire à 22 électrodes

a) Reconstruction dans l'axe de la cochlée, On peut parfaitement compter les 22 électrodes au sein de la rampe tympanique (1, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21).

b) Reconstruction de type Stenvers

c) Coupe axiale : (1) Rampe vestibulaire vide

4. CONCLUSION ET PERSPECTIVES D'AVENIR :

Les qualités intrinsèques de la technologie cone beam se prêtent très bien à l'exploration des rochers : très haute résolution spatiale et dosimétrie modérée autorisent une étude à la fois précise et peu irradiante des massifs pétreux dans la quasi-totalité des indications. À l'heure, l'utilisation de la technologie cone beam dans l'exploration du rocher est à ses débuts, notamment en pratique clinique.

En raison de sa faible sensibilité aux artefacts dus aux métaux et de sa faible irradiation, elle devrait devenir rapidement l'examen de référence pour tous les bilans de contrôle après pose d'implants cochléaires.

La diffusion de cette technique originale passe par une reconnaissance institutionnelle et de nécessaires améliorations techniques. Les appareils que nous utilisons actuellement pour explorer des rochers sont initialement conçus pour être installés dans des cabinets dentaires où la surface au sol est réduite d'où leur conception pour une utilisation debout ou assis. Il est vraisemblable qu'apparaîtront sur le marché des machines plus particulièrement destinées aux radiologues, probablement plus coûteuses et encombrantes mais fonctionnant avec des patients couchés et bien immobilisés qui permettront non seulement des explorations maxillo-dentaires et ORL de qualité.

2. Les reconstructions volumiques de la chaîne ossiculaire :

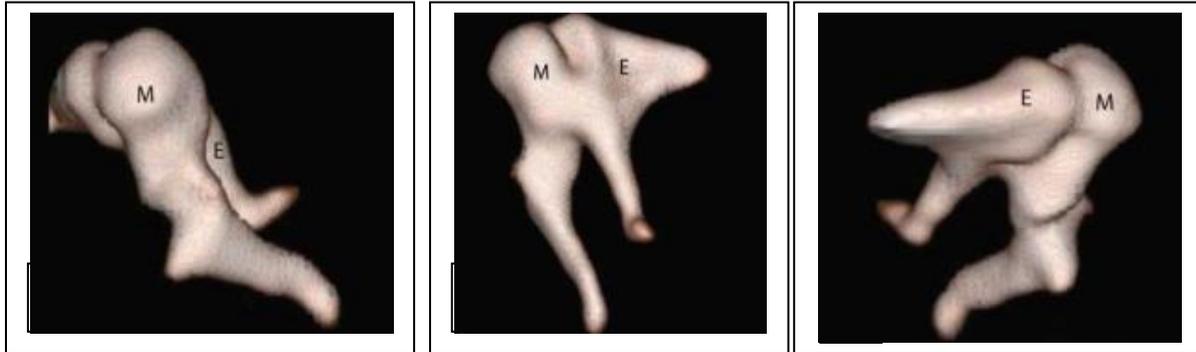
Les reconstructions volumiques (volume rendering) de la chaîne ossiculaire sont aujourd'hui possibles sur tous les scanners hélicoïdaux (16, 32, 64, 128... barrettes). Elles utilisent essentiellement la discrimination en densité des structures osseuses. Le programme de reconstruction volumique isole les osselets et permet de les différencier de l'air et des autres éventuelles hypodensités de la caisse du tympan [49].

La reconstruction en mode volumique permet de créer un objet virtuel qui peut être orienté dans tous les plans de l'espace dans un programme de traitement d'image. Elle présente l'avantage d'agrandir très nettement (10 à 20 fois) la chaîne ossiculaire, apportant ainsi une certaine aide au diagnostic. Elle permet également au radiologue et au clinicien d'expliquer aux patients leur pathologie à partir d'images concrètes, faciles à comprendre de tous.

Contrairement à certaines techniques de reconstructions, comme l'endoscopie virtuelle [50,51] aussi utilisée pour l'approche de la chaîne ossiculaire, cette méthode fondée sur la densité est reproductible (intra- et inter- observateurs).

Du fait du manque de références et d'études randomisées, les reconstructions volumiques doivent toujours être considérées avec prudence et, surtout, être intégrées dans une lecture radiologique globale tenant compte des images en coupes fines et épaisses (MIP pour maximal intensity projection), des données cliniques et de l'audiogramme qui doivent être disponibles lors de l'examen tomodensitométrique [52].

Tous les osselets et articulations sont visualisés sur les reconstructions volumiques en dehors des branches de l'étrier (stapes) qui ne sont pas accessibles quand elles sont normales. (Figure 65)



**Figure (65) : Reconstruction volumique de la chaîne ossiculaire : a) Vue antérieure.
b) Vue interne c) Vue latérale.**

IX. CONCLUSION :

L'imagerie de la sphère ORL se trouve parmi les disciplines de la radiologie qui ont profité pleinement des progrès spectaculaires récents de la tomodensitométrie multibarrettes et de la résonance magnétique.

Les progrès technologiques qui ont eu lieu dernièrement ont permis d'étudier les structures de l'oreille interne et moyenne dans leurs plus fins détails. L'abondance de l'information anatomique visible sur ces images d'une qualité époustouflante et la richesse des pathologies visualisées demandent des connaissances particulières ainsi qu'une formation de pointe pour leur interprétation correcte.

La connaissance de la radio-anatomie normale du rocher est indispensable dans l'exploration de l'os temporal et la planification du traitement chirurgical éventuel.

La chirurgie de l'oreille est non dénuée de risques. Les variantes anatomiques de l'os temporal sont importantes à connaître et à préciser dans le compte rendu radiologique avant toute intervention sur l'oreille. La TDM est l'examen clé pour le bilan morphologique de toute oreille.

L'imagerie du nerf facial , permet une véritable dissection anatomique , elle décrit tout son trajet endocrânien, intrapétreux puis extracrânien.

-La TDM visualise le nerf dans son trajet intrapétreux : portions labyrinthique, tympanique et mastoïdienne.

-L'IRM permet une meilleure étude des trajets intra et extra-crânien.

Une interprétation exhaustive ne peut être réalisée que par l'analyse systématique d'une liste de structures (check-list).

Il y a des avancées dans l'imagerie de l'oreille notamment le cone beam (CBCT) qui se prêtent très bien à l'exploration des rochers : très haute résolution spatiale et dosimétrie modérée autorisent une étude à la fois précise et peu irradiante des massifs pétreux dans la quasi-totalité des indications ; seuls les bilans des tumeurs et de certains traumatismes en phase aigüe requièrent impérativement la pratique d'une tomodensitométrie ou d'une IRM, l'utilisation de la technologie cone beam dans l'exploration du rocher est à ses débuts, notamment en pratique clinique. En raison de sa faible sensibilité aux artefacts dus aux métaux et de sa faible irradiation, elle devrait devenir rapidement l'examen de référence pour tous les bilans de contrôle après pose d'implants cochléaires.

X. Résumé

L'imagerie de la sphère ORL et notamment du rocher se trouve parmi les disciplines de la radiologie qui ont profité pleinement des progrès spectaculaires récents de la tomodensitométrie multi barrettes et de la résonance magnétique.

Cette imagerie est indispensable à la prise en charge diagnostique et préopératoire des lésions de l'oreille. L'oreille externe, l'oreille moyenne et le labyrinthe osseux sont étudiés en tomodensitométrie spiralée. Le labyrinthe membraneux et le paquet acoustico-facial sont décrits en imagerie par résonance magnétique.

Une interprétation exhaustive ne peut être réalisée que par l'analyse systématique d'une liste de structures (check-list).

Les variantes anatomiques de l'os temporal sont importantes à connaître et à préciser avant toute intervention sur l'oreille, et certaines d'entre eux sont potentiellement dangereuses en cas de gestes chirurgicaux.

Les techniques modernes d'imagerie permettent un guidage per opératoire dans la chirurgie otologique. et il y a des avancées dans l'imagerie de l'oreille notamment le cone beam (CBCT) qui présente pour principal avantage une réduction significative des doses d'irradiation.

Le but de notre travail, à travers une revue de la littérature :

Elaborer les protocoles nécessaires à une analyse optimale par :

La définition des principaux repères et variantes radioanatomiques ;

Elaboration d'une check-list pour les résidents en ORL ;

Présenter les nouveautés en radiologie.

XI. BIBLIOGRAPHIE

1. Veillon F. Imagerie de l'oreille. Paris, Flammarion 1991.
2. Davidson HC. Imaging of the temporal bone. *MagnResonImagingClin N Am* 2002; 10:573–613.
3. Lane JI, Witte RJ, Driscoll CL, Camp J, Robb RA. Imaging microscopy of the middle and inner ear: Part I: CT microscopy. *ClinAnat* 2004; 17:607–12. Lane JI, Witte RJ, Henson OW, Driscoll CL, Camp J, Robb RA. Imaging microscopy of the middle and inner ear: Part II: MR microscopy. *ClinAnat* 2005; 18:409–15.
4. Arnott SR, Binns MA, Grady CL, Alain C. Assessing the auditory dual-pathway model in humans. *Neuroimage* 2004; 22:401–8.
5. Seemann MD, Beltle J, Heuschmid M, Lowenheim H, Graf H, Claussen CD. Image fusion of CT and MRI for visualization of the auditory and vestibular system. *Eur J Med Res* 2005; 28:47–55.
6. Juliano AF, cross Sectional Imaging of the Ear and Temporal Bone. *Head Neck Pathol.* 2018 Sep;12(3):302–320. doi: 10.1007/s12105-018-0901-y. Epub 2018 Aug 1.
7. Klingebiel R, Bauknecht HC, Rogalla P, Bockmühl U, Kaschke O, Werbs M, et al. High resolution petrous bone imaging using multislice computerized tomography. *Acta Otolaryngol (Stockh)* 2001; 121:632–6.
8. Fatterpekar GM, Doshi AH, Dugar M, Delman BN, Naidich TP, Som PM. Role of 3D CT in the evaluation of the temporal bone. *Radiographics* 2006; 26:S117–32.

9. Pyykkö I, Zou J, Gürkov R, Naganawa S, Nakashima T, imaging of Temporal Bone. *Adv Otorhinolaryngol.* 2019;82:12–31. doi: 10.1159/000490268. Epub 2019 Jan 15.
10. Cahoon GD, Davison TE. Prediction of compliance with MRI procedures among children of ages 3 years to 12 years. *PediatrRadiol* 2014; 44:1302–9.
11. Jaimes C, Gee MS. Strategies to minimize sedation in pediatric body magnetic resonance imaging. *PediatrRadiol* 2016; 46:916–27.
12. Kohan D, Jethanamest D. Image-guided surgical navigation in otology. *Laryngoscope* 2012; 122:2291–9.
13. Dierckx D, Saldarriaga Vargas C, Rogge F, Lichtherte S, Struelens L. Dosimetric analysis of the use of CBCT in diagnostic radiology: sinus and middle ear. *RadiatProtDosim* 2015; 163(1):125–32.
14. Liktor B, Révész P, Csomor P, Gerlinger I, Sziklai I, Karosi T. Diagnostic value of cone-beam CT in histologically confirmed otosclerosis. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2014; 271(8):2131–8.
15. Mosnier I, Célérier C, Bensimon JL, de Seta D, Sterkers O, Nguyen Y, et al. Cone beam computed tomography and histological evaluations of a straight electrode array positioning in temporal bones. *Acta Otolaryngol* 2017; 137(3):229–34.
16. Bremke M1, Luers JC, Anagiotos A, Gostian AO, Dorn F, Kabbasch C, et al. Comparison of digital volume tomography and high-resolution computed tomography in detecting superior semicircular canal dehiscence—a temporal bone study. *Acta Otolaryngol* 2015; 135(9):901–6.

17. *F. veillon, H. sick, A. gentine, M. abueid, L. ramos, D. ramos, N. gault, J.- f. matern*, Imagerie de l'oreille normale adulte Tome 1, 2013.

18. N. Ech-Cherif El Kettania, A. El Ayoubib, M.R. El Hassania, N. Chakira, M. Kzadrib, M. Jiddanea ; 2011.03.005 .Radio-anatomie normale du nerf facial moteur (TDM, IRM) Service de neuroradiologie, hôpital des spécialités, CHU Ibn Sina, Rabat .

19. *F. veillon, H. sick, A. gentine, M. abueid, L. ramos, D. ramos, N. gault, J.- f. matern*, Imagerie de l'oreille et de l'os temporal *Tome 4* ; tumeurs , nerf facial ; 2013.

20. Kahle W, Frotscher M. Nerfs crâniens. In: Kahle W, Frotscher M, editors. Atlas de poche d'anatomie. 4e e´d., Paris: Me´decineSciences Flammarion; 2007. p. 112-27.

21. A. Lacan , imagerie de l'oreille moyenne normale et pathologique . Institut de radiologie de Paris, 2018 .

22. Chhabda S, Leger DS, Lingam RK. Imaging the facial nerve: A contemporary review of anatomy and pathology.. *Eur J Radiol.* 2020 May;126:108920.

23. Bonfils P, Chevallier JM. Le nerf facial. In: Bonfils P, Chevallier JM, editors. Anatomie ORL. 2e e´d., Paris: Me´decine-Sciences Flammarion; 2005. p. 358-89.

24. Francke JP. Atlas anatomique. In: Doyon D, Marsot-Dupuch K, Francke JP, editors. Nerfs crâniens : anatomie, clinique, imagerie. Paris: Masson; 2002. p. 9-58.

25. Dordéa M, Leuscure R, Challier E, Halimi P et al. Intérêt de l'analyse osseuse dans l'interprétation des scanners de l'oreille: Première partie. Feuillet de Radiologie 2002; 42:274–86.
26. Swartz JD. The facial nerve canal: CT and protruding tympanic segment. Radiology 1984;153;433;447.
27. P. Charpentier, M. Tomasi, O. Coulet, S. Romdhane et al. À propos d'une déhiscence du golfe de la jugulaire La lettre de l'Oto-RhinoLaryngologie N° 238 Décembre 1998.
28. Veillon F, Casselmann J, Greget M, Tomasinelli F et al. Anatomie et imagerie de l'os temporal et des régions adjacentes. Imagerie radiologique tête et cou. Paris: Vigot. 1995:3–12.
29. S Ayadi, S Mehiri, S Kechaou, A Salem et al. Variantes anatomiques de l'os temporal à préciser au chirurgien. J Radiol Vol 90 – N° 10 P.1559 – Octobre 2009.
30. F Veillon, J L Stierle, J Dussaix, L Ramos–Taboada et al. Imagerie de l'otospongiose : confrontation clinique et imagerie. J Radiol 2006;87:1756–64.
31. PATURET G. Traité d'anatomie humaine. Paris, Masson, 1958.
32. YOUNG RJ, SHATZKES DR, BABBJS et al. The cochlear–carotid interval: anatomic variation and potential clinical implications. AJNR Am J Neuroradiol, 2006, 27: 1486–1490.
33. A. Aslan C. Mutlu O. Celik F. Govsa T et al. Surgical implications of anatomical landmarks on the lateral surface of the mastoid bone. Surg Radiol Anat 2004;26 (4) : 263–267.

34. indications–et–techniques–de–imagerie–de–l'oreille–et–du–rocher–
recommandation pour la pratique clinique ,sforl –2007
35. F. VEILLON, H. SICK, A. GENTINE, M. ABU EID, L. RAMOS, D. RAMOS, N. GAULT, J.– F. MATERN ; Imagerie de l'oreille et de l'os temporal pédiatrie. Tome 5 ; 2013.
36. MIRACLE AC, MUKHERJY SK. Cone beam CT of the head and the neck, Part 1: physical principles. AJNR Am J Neuradiol, 2009, 30: 1088–1095.
37. SCARFE WC, FARMAN AG, SUKOVIC P. Clinical applications of cone beam computed tomography in dental practice. J Can Dent Assoc, 2006, 72:75–80.
38. GUPTA R, BARTLING SG, BASU SK et al. Experimental flat panel high spatial–resolution–volume CT of the temporal bone. AJNR Am J Neuroradiol, 2004, 25:1417–1424.
39. DALCHOW CV, WEBER AL, BIEN S et al. Value of digital volume tomography in patients with conductive hearing loss. Eur Arch Otorhinolaryngol, 2006, 263:92–99.
40. HODEZ C, GRIFFATON–TAILLANDIER C, BENSIMON I. Cone–beam imaging: applications in ENT. Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis, 2011, 128:65–78.
41. GRIFFATON–TAILLANDIER C. Imagerie du rocher par tomographie numérique à faisceau conique. In: Hodez, P Bravetti. Imagerie dento–maxillofaciale par faisceau conique « Cone Beam » Montpellier, Sauramps, 2010: 229–283.

42. NOËL A. Dosimétrie en scanographie volumique dentaire à faisceau conique. In: C Hodez, P Bravetti. Imagerie dento-maxillofaciale par faisceau conique « Cone Beam ». Montpellier, Sauramps, 2010: 25-34.
43. DAHMANI-CAUSSE M, Marx M, DEGUINEO et al. Morphologic examination of the temporal bone by cone beam computed tomography: comparison with multislice helical computed tomography. Eur Ann Otorhinolaryn Head Neck Dis, 2011, 128:230-235.
44. TEYMOORTASH A, HAMZEI S, MURTHUMT et al. Temporal bone imaging using digital volume tomography and computed tomography: a comparative cadaveric radiological study. SurgRadiolAnat, 2011, 33: 123-128.
45. Kösling S, [Modern imaging of the temporal bone]. HNO. 2017 Jun;65(6):462-471. doi: 10.1007/s00106-016-0263-2 .
46. MONTEIRO E, Das P, DALY M et al. Usefulness of cone beam computed tomography in determining the position of ossicular prostheses: a cadaveric model. OtolNeurotol, 2011, 32:1358-1363.
47. RUIVOJ, MERMUYS K, BACHER K et al. Cone beam computed tomography, a low dose imaging technique in the postoperative assessment of cochlear implantation. OtolNeurotol, 2009, 30:299-303.
48. GRANSTRÖM G, GRONDAHL HG. Imaging of osseointegrated implants in the temporal bone by accuitomo 3-dimensional cone beam computed tomography. OtolNeurol, 2011, 32:199-203.
49. NOBLE JH, DAWANT BM, WARREN FM, LABADIE RF. Automatic identification and 3D rendering of temporal bone anatomy. OtolNeurotol, 2009, 30:436-442

50. MARTIN C, MICHEL F, POUGETJF et al. Pathology of the ossicular chain .comparison between virtual endoscopy and 2D spiral CT data. *OtolNeurotol*, 2004, 25:215–219.
51. PANDEY AK, BAPURAJ JR, GUPTA AK, KHANDELWAL N. Is there a role for virtual otoscopy in the preoperative assessment of the ossicular chain in chronic suppurative otitis media? Comparison of HRCT and virtual otoscopy with surgical findings. *EurRadiol*, 2009, 19: 1408–1416.
52. BIN Z, JINGZHEN H, DAOCAI W et al. Traumatic ossicularchain separation: sliding–thin–slab maximum–intensity projections for diagnosis. *J Comput Assist Tomogr*, 2008, 32:951–954.