كلية الطب والصيدلة وطب الأسنان
FACULTÉ DE MÉDECINE, DE PHARMACIE ET DE MÉDECINE DENTAIRE
جامعة سيدي محمد بن عبد الله - فاس
UNIVERSITÉ SIDI MOHAMED BEN ABDELLAH DE FES

ANATOMIE ENDOSCOPIQUE DE L'OREILLE MOYENNE

MEMOIRE PRESENTE PAR

Docteur AMEZIANE HASSANI MARIAM

Née le 26 Mai 1994 à Fès

POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE SPECIALITE EN MEDECINE

OPTION : OTO-RHINO-LAGYNGOLOGIE

Sous la direction du : Professeur OUDIDI ABDELLATIF

Vu et validé

Session Juin 2024

REMERCIMENTS

J'ai l'honneur aujourd'hui d'écrire ce modeste mot pour exprimer toute ma reconnaissance et mon profond respect à tous mes maîtres qui m'ont encadrée tout au long de ma formation médicale, ainsi à tous ceux qui ont contribué d'une manière ou d'une autre à la réalisation de ce travail.

Mes remerciements vont

A notre maître monsieur le Professeur MOHAMMED NOUREDDINE EL ALAMI EL AMINE,

Je suis fière de faire partie de votre équipe et je le resterai toujours.

A mon cher maitre et encadrant de mémoire le Professeur OUDIDI ABDELLATIF,

Je vous remercie pour votre disponibilité, votre rigueur et maitrise scientifique, votre sens de partage et vos qualités humaines ont permis la bonne réalisation de ce travail.

A mes chers professeurs :

-Professeur BENMANSOUR NAJIB

- Professeur RIDAL MOHAMMED

- Professeur ZAKI ZOUHEIR

- Professeur KAMAL DOUNIA

- Professeur OUATTASSI NAOUAR

-Professeur AFFELAH MOHAMMED

Un grand merci pour votre gentillesse, votre encadrement et votre enseignement.

PLAN

INTRODUCTION 6
HISTORIQUE DE LA CHIRURGIE OTOLOGIQUE 8
MATERIEL DE LA CHIRURGIE ENDOSCOPIQUE 11
I. ENDOSCOPE 12
a. Diamètre 12
b. Longueur 12
c. Angles 13
II. SOURCE DE LUMIERE 15
III. COLONNES 15
IV. INSTRUMENTS DE LA CHIRURGIE ENDOSCOPIQUE 17
ANATOMIE ENDOSCOPIQUE DE L'OREILLE MOYENNE 23
I. ANATATOMIE ENDOSCOPIQUE DU RETROTYMPAN 24
A. Rétrotympan supérieur 27
1. Sinus tympani 28
2. Sinus tympanique postérieur 40
3. Eminence pyramidale et espace sous pyramidal 42
4. Sinus tympani latéral 49
5. Sinus facial 50
B. Rétrotympan inférieur 53
1. Sinus sous tympani 53
2. Fustis 58
3. Fenêtre ronde 62
4. Canalicule sous-cochléaire 68
II. ANATOMIE ENDOSCOPIQUE DE L'EPITYMPAN 74
A. Diaphragme tympanique 77
1. Ligaments du diaphragme tympanique 77
2. Plis membraneux 79
3. Isthme tympanique 84
B. Unité supérieure 87
1. Cog 90

2. Epitympan postérieur 94
3. Epitympan antérieur 98
C. Unité inférieure ou espace de Prussak..... 101
III. Anatomie endoscopique du protympan 105
A. Limites :..... 105
B. Parois 107
1. Paroi supérieure 107
1. Paroi inferieure..... 114
2. Paroi antérieure..... 116
3. Paroi latérale 117
4. Paroi médiale et postérieure 118
IV. ANATOMIE ENDOSCOPIQUE DE L'HYPOTYMPAN 123
A. Parois 123
B. Forme 125
C. Profondeur..... 126
1. Hypotympan de type A 126
2. Hypotympan de type B..... 127
3. Hypotympan de type C 128
D. Cellules hypotympaniques..... 129
V. ANATOMIE ENDOSCOPIQUE DU MESOTYMPAN 130
VI. ANATOMIE ENDOSCOPIQUE DU NERF FACIAL 132
A. Segment précochléariforme du nerf facial 135
B. Segment post-cochléariforme du nerf facial 140
CONCLUSION 141
RESUME 143
REFERENCES..... 145

INTRODUCTION

L'oreille moyenne est un espace anatomique réduit qui ne correspond pas à un compartiment unique. Elle est anatomiquement et fonctionnellement constituée de plusieurs espaces interconnectés et peut être conceptuellement divisée en sous-unités sur la base de leurs relations avec le mésotympan (le mésotympan est la partie qu'un observateur peut visualiser à travers le conduit auditif externe à l'aide d'un otoscope). En arrière de celui-ci se trouve le rétrotympan , en haut l'épitympan, en avant le protympan et en bas l'hypotympan. Une bonne connaissance de l'anatomie est fondamentale et indispensable pour chaque chirurgien. La complexité de cette anatomie a incité les chirurgiens à développer une nouvelle technique pour explorer des zones difficiles à visualiser avec le microscope. L'endoscope permet une amélioration de la visualisation car la source lumineuse est située à l'extrémité distale de l'instrument et les optiques angulaires offrent une large perspective du champ opératoire. En plus d'une vision plus large et plus claire de l'anatomie de l'oreille moyenne, l'endoscopie permet de mieux comprendre la physiologie de l'oreille moyenne et ses voies de ventilation. Mais Il est important de souligner que l'endoscope n'est pas destiné à remplacer le microscope chez tous les patients, mais il pourrait être une alternative raisonnable au microscope pour réaliser une chirurgie otologique dans certains cas.

Le but de ce travail est de présenter une description détaillée et exhaustive de l'anatomie endoscopique des compartiments de l'oreille moyenne, leurs limites, leurs relations et leurs voies de communication.

HISTORIQUE DE LA CHIRURGIE OTOLOGIQUE

La chirurgie otologique a progressé rapidement au cours du siècle dernier. Avant les années 1920, la chirurgie de l'oreille était réalisée soit à l'aide de loupes, soit sans assistance microscopique. Avec le perfectionnement du microscope opératoire binoculaire dans les années 1950, la chirurgie otologique est entrée dans son ère moderne. Jusqu'aux années 1990, la visualisation de la cavité tympanique par les chirurgiens était effectuée exclusivement avec un microscope opératoire (à l'exception de quelques chirurgiens à partir des années 1960), et les approches de l'oreille moyenne et de la mastoïde étaient limitées par le champ de vision du chirurgien. Bien que les microscopes modernes offrent d'excellentes vues du champ opératoire, la visualisation des espaces profonds de l'oreille moyenne est limitée. Les propriétés optiques d'un microscope nécessitent une quantité adéquate de lumière pour atteindre le plan chirurgical. En conséquence, les approches opératoires basées sur le microscope nécessitent fréquemment une rétraction des tissus mous et/ou un forage osseux, tel qu'une mastoïdectomie, pour visualiser et accéder adéquatement à l'anomalie (1,2 ,3).

Contrairement aux microscopes, les endoscopes permettent une amélioration de la visualisation car la source lumineuse est située à l'extrémité distale de l'instrument, et les optiques angulaires offrent une large perspective du champ opératoire. La visualisation endoscopique de l'oreille moyenne a été décrite pour la première fois dans les années 1960.

Les progrès réalisés dans l'instrumentation endoscopique et la technologie vidéo ont permis à Poe et à ses collègues de décrire l'utilisation des endoscopes de petit diamètre pour explorer l'oreille moyenne au début des années 1990.

Plus tard dans cette décennie, Muaaz Tarabichi a décrit la chirurgie de l'oreille moyenne réalisée exclusivement par visualisation endoscopique (3).

Cependant, une faible résolution d'image par rapport au microscope opératoire limitait son application et les endoscopes étaient utilisés dans l'oreille pour les études anatomiques et comme un complément aux microscopes à des fins diagnostiques. Avec l'introduction des systèmes de caméras à 3 puces et des systèmes vidéo haute définition (HD), les endoscopes fournissent maintenant des images à ultra-haute résolution de l'oreille moyenne jamais vues auparavant et sont utilisés dans la chirurgie otologique (1,3). Il est important de souligner que l'endoscope n'est pas destiné à remplacer le microscope chez tous les patients, mais il pourrait être une alternative raisonnable au microscope pour réaliser une chirurgie otologique dans certains cas.

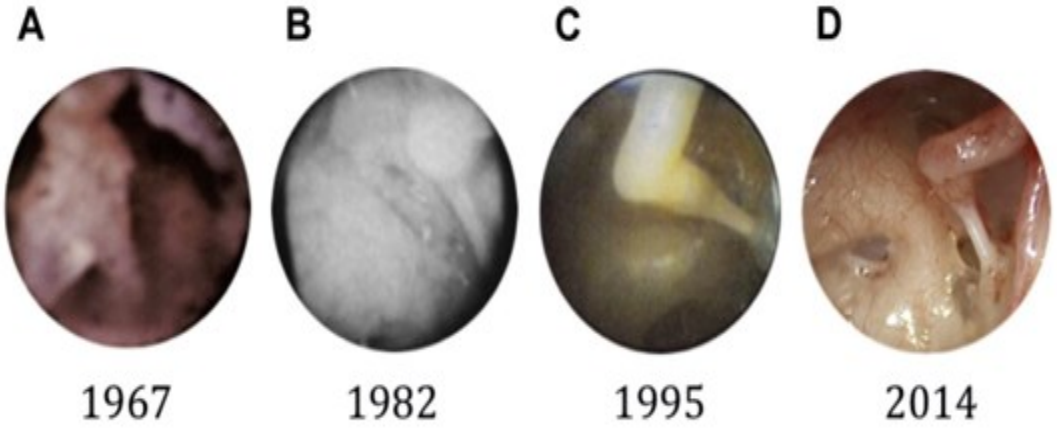

Figure 1 *: Images endoscopiques de l'oreille moyenne gauche objectivant l'évolution chronologique des technologies endoscopiques et vidéos.*

MATERIEL DE LA CHIRURGIE ENDOSCOPIQUE

I. ENDOSCOPE

a. Diamètre

Le choix de l'endoscope implique un arbitrage nécessaire entre le champ de vision qu'il offre et son diamètre. Les endoscopes de plus petit diamètre peuvent être utilisés plus facilement que les endoscopes plus larges avec d'autres instruments dans le conduit auditif, mais ils produisent une image beaucoup plus petite et sont capables de fournir moins de lumière en raison de leur capacité limitée à transporter suffisamment de faisceaux de lumière à fibres optiques le long de leurs lentilles. La technologie actuelle limite le chirurgien à un choix de diamètres allant de 2,7 mm à 4 mm. La plupart des chirurgiens endoscopiques de l'oreille privilégient l'endoscope rigide de 3 mm de diamètre comme un bon compromis entre la vue et l'encombrement (1,2).

b. Longueur

Les endoscopes traditionnels ont été fabriqués jusqu'à une longueur de 6 cm. Ces endoscopes sont très utiles pour l'examen et la photodocumentation des oreilles dans un service ambulatoire, mais sont peu utiles dans la chirurgie endoscopique. L'utilisation de l'endoscope comme outil chirurgical nécessite que ce dernier et la tête de la caméra soient aussi discrets que possible. Les endoscopes courts font que les mains du chirurgien occupent la même zone du champ opératoire, ce qui rend très difficile de diriger les instruments chirurgicaux vers l'endroit prévu. Pour cette raison, il est préférable d'utiliser un endoscope d'une longueur comprise entre 14 cm et 18 cm. Cela permet à l'endoscope d'être plus éloigné de la zone opératoire que la main qui tient l'instrument et, par conséquent, ne pose aucune difficulté de manœuvre (1,3).

Figure 2 : *(A) et (B) endoscopes de 14 cm. (C) et (D) endoscopes plus courts (2).*

c. Angles

La plupart des chirurgies endoscopiques sont réalisées à l'aide d'un endoscope à 0 degré. Son large champ de vision permet d'accéder à toutes les zones sauf les plus cachées de l'épitympan et du rétrotympan. En effet, tout l'espace de l'oreille moyenne de certaines oreilles peut être complètement inspecté sans qu'il soit nécessaire de passer à un endoscope coudé. Si l'anatomie du patient impose la nécessité d'un endoscope coudé pour obtenir une vue appropriée de la maladie, le choix se fera entre un endoscope à 30 degrés, 45 degrés ou, dans de rares circonstances, un endoscope à 70 degrés.

Le choix de l'angle dépend des préférences personnelles, mais la règle de base est que le plus petit angle qui produit une vue satisfaisante doit être utilisé.

L'endoscope à 70 degrés est particulièrement difficile à contrôler dans l'oreille moyenne et comporte un risque de traumatisme au niveau de l'extrémité de l'endoscope,

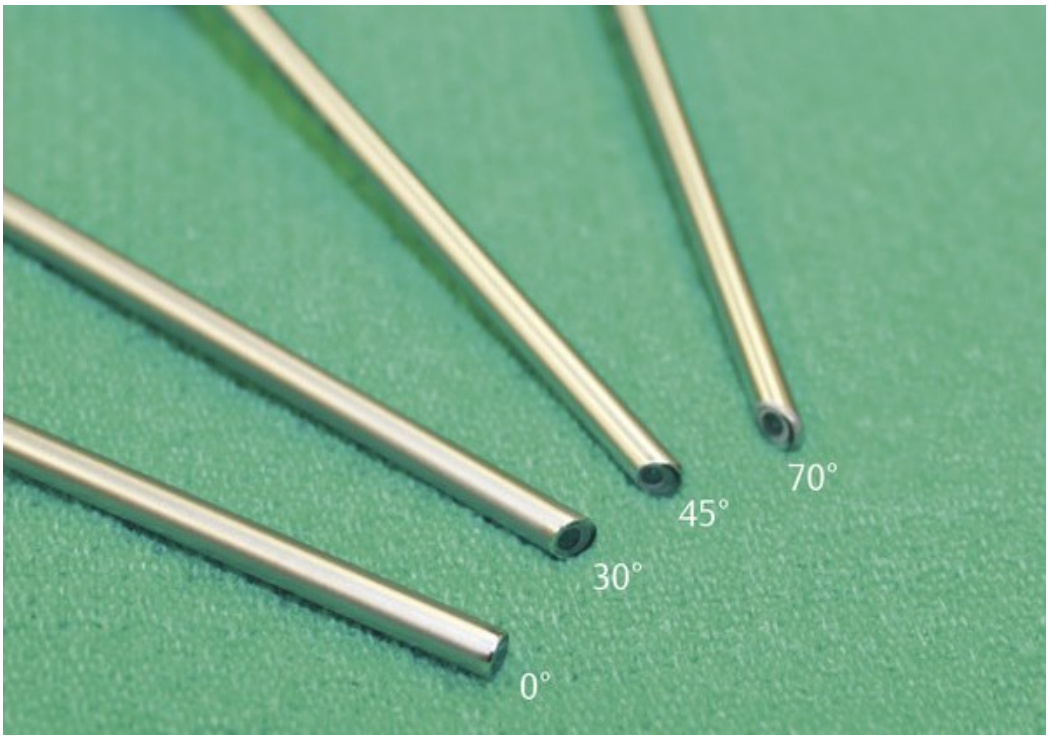

Figure 3 *: Angles de l'endoscope. Les endoscopes sont généralement produits avec des angles de 0, 30, 45 et 70 degrés (2).*

II. SOURCE DE LUMIERE :

Il existe deux types de sources de lumière : le Xénon et le LED (Light Emitting Diode). La puissance utilisée peut varier entre 150 et 300 Watts, une puissance de 150 watts est suffisante en règle générale mais pour réaliser un enregistrement, il est nécessaire de recourir à une puissance plus élevée afin de conserver une meilleure qualité d'image.

Le LED est une technologie récente, parmi ses avantages, on retrouve sa longue durée de vie qui est 60 fois plus longue que celle du xénon dont les ampoules devraient être changées toutes les 300 à 500 heures. La LED nécessite donc moins de maintenance, il consomme également un tiers d'énergie en moins (1,2,3).

III. COLONNES

Le choix de la colonne vidéo est capital. Elle devra être adaptée à la chirurgie otologique. L'exigence fondamentale est pour une caméra 3-CCD. Les caméras 3-CCD permettent une qualité vidéo haute définition et claire en se basant sur des CCD (dispositifs à couplage de charges) séparés pour la lumière rouge, verte et bleue. Les caméras à un seul CCD ont tendance à devenir rouges et à se saturer lorsqu'elles sont utilisées dans une zone où des saignements se produisent. Le processeur de la caméra devra être capable de répondre à de telles contraintes. Un système d'enregistrement est disponible pour pouvoir avoir un retour sur la technique chirurgicale ou pour des fins d'enseignement (1,2,3).

Actuellement, la caméra à endoscope 4K UHD capture des images en résolution 4K (4096 x 2180 pixels) et en Ultra HD (UHD) avec 3840 x 2160 pixels, offrant ainsi quatre fois plus d'informations visuelles que la Full HD. Elle produit des images détaillées et permet une intervention chirurgicale plus précise et sûre par :

- Une fonction de mise au point automatique qui permet d'afficher des images nettes sur l'écran du chirurgien en appuyant simplement sur un bouton.
- Un agrandissement important avec un zoom électronique
- Une distance de visualisation plus rapprochée (la moitié de la distance du HD)

La technologie 4K et UHD offre également aux chirurgiens des possibilités de calibration des couleurs plus fines, augmentant la gamme de reproduction des couleurs par un facteur de 64 par rapport au modèle précédent équipé de la technologie Full HD. Le système améliore la visibilité des bords et des détails fins des tissus, tels que les vaisseaux sanguins, les vaisseaux lymphatiques et les nerfs. Surtout, la reproduction enrichie de la couleur rouge aide les chirurgiens à garantir des incisions encore plus précises.

IV. INSTRUMENTS DE LA CHIRURGIE ENDOSCOPIQUE

Outre les instruments nécessaires pour l'approche à travers les tissus mous (lame, pince, monopolaire et bipolaire), les instruments spécifiques à l'otologie comprennent principalement :

- Des écarteurs mastoïdiens auto-rétenteurs
- Des instruments pour le travail osseux : microperceuse, pièces à main droites et courbes, fraises coupantes et diamantées de différentes tailles.
- Des instruments d'irrigation et d'aspiration.
- Un ensemble complet d'instruments de microchirurgie est nécessaire :
    - Micro-pinces
    - Micro-ciseaux droits et courbés
    - Micro-crochets de différents angles et longueurs
    - Lame verticale plester
    - Lames faucilles de courbures variables
    - Elévateur rosen
    - Curettes de house, grandes et petites

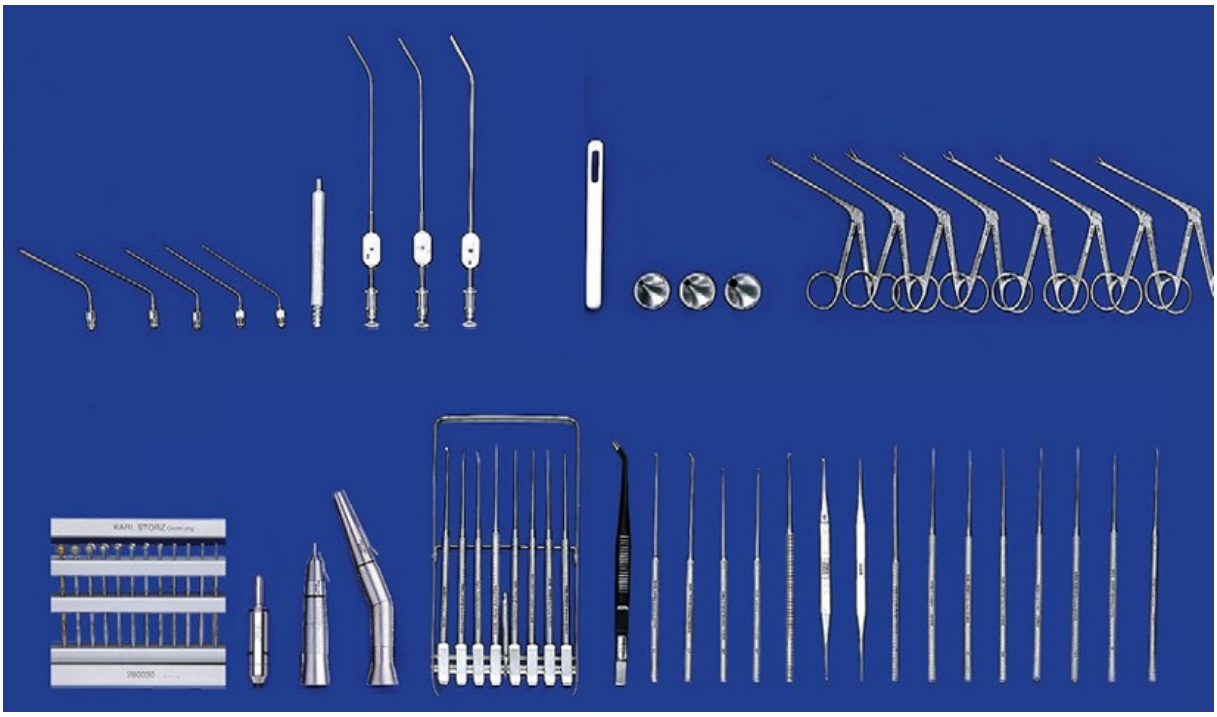

Figure 4 *: ensemble d'instruments utilisés dans toutes les chirurgies de l'oreille au microscope (4).*

En raison de l’utilisation croissante de la chirurgie endoscopique, la nécessité de modifier les instruments pour s'adapter à la vision angulaire de cette chirurgie (30 et 45 degrés) s'avère essentielle. L'ajout de courbure à la tige des micro-instruments permet à ces derniers d'atteindre les recoins profonds et cachés. Des pinces courbées avec une longueur de travail de 10 cm sont également fournies pour améliorer la maniabilité chirurgicale. Enfin, l'incorporation de l'aspiration dans la tige de l'instrument est considérée comme l'une des modifications les plus importantes, l’avantage principal des instruments d'aspiration est la possibilité d'effectuer des manœuvres de dissection et d'aspiration simultanément.

La principale limitation de cet instrument est la possibilité d'occlusion causée par les débris aspirés pendant la dissection, elle peut être surmontée grâce à des lavages avec une solution physiologique, garantissant un champ opératoire constamment propre sans perdre la fluidité des gestes chirurgicaux. La miniaturisation de certains des instruments existants pour la chirurgie endoscopique des sinus est en cours pour s'adapter à la chirurgie endoscopique de l'oreille (4).

Figure 5 *: nouvelles canules d'aspiration avec des embouts angulaires de différentes angulations et longueurs. Elles ont des diamètres allant de 0,8 mm à 1,6 mm et une longueur de 10 cm (4)*.

Figure 6 : *curette auriculaire avec tige courbée pour faciliter le travail sous vision angulaire endoscopique (4)*.

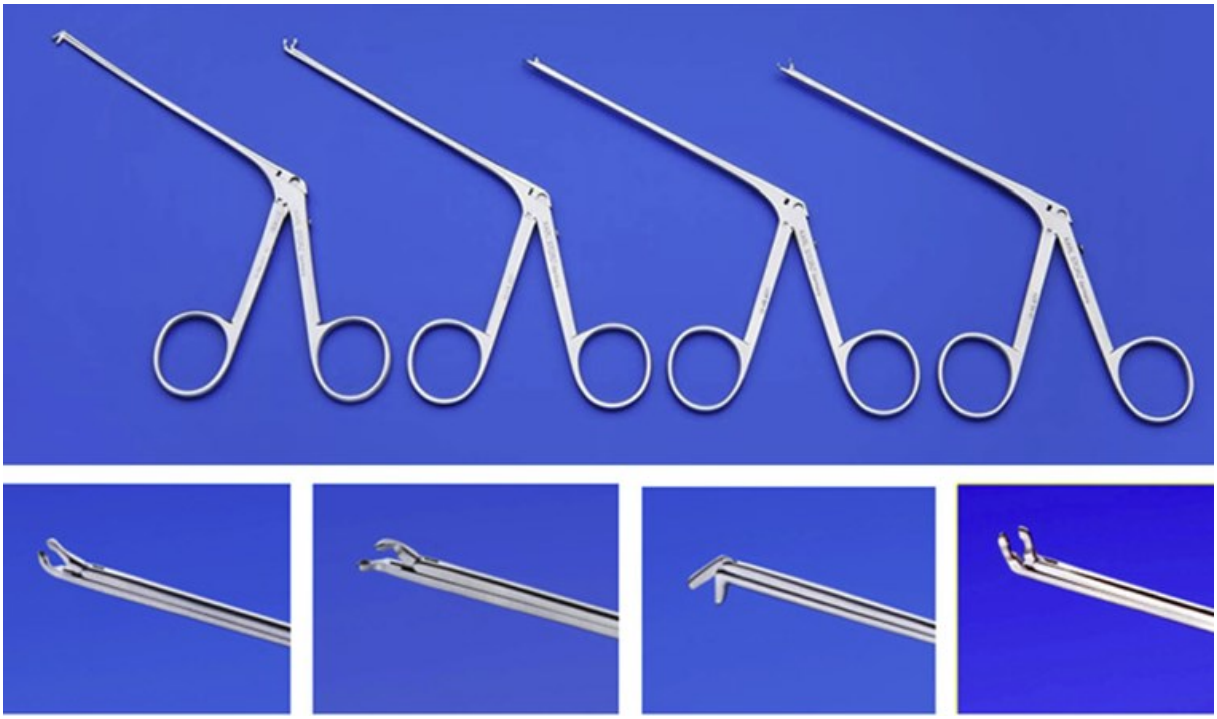

Figure 7 : quatre pinces de 10 cm de longueur, fortement courbée avec des directions droite, gauche, vers l'arrière à 90 degrés et vers le haut à 45 degrés(4).

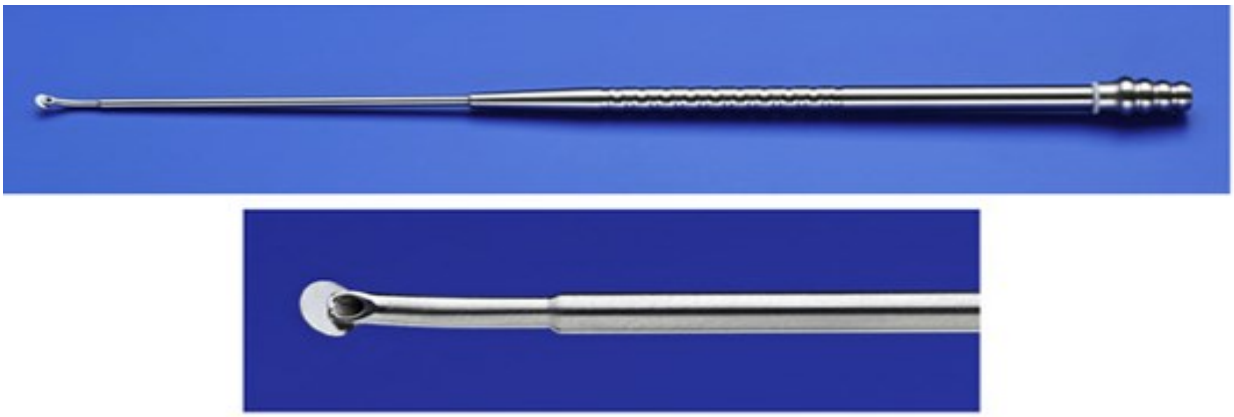

Figure 8 : incorporation de l'aspiration dans la tige des micro-instruments endoscopiques (4).

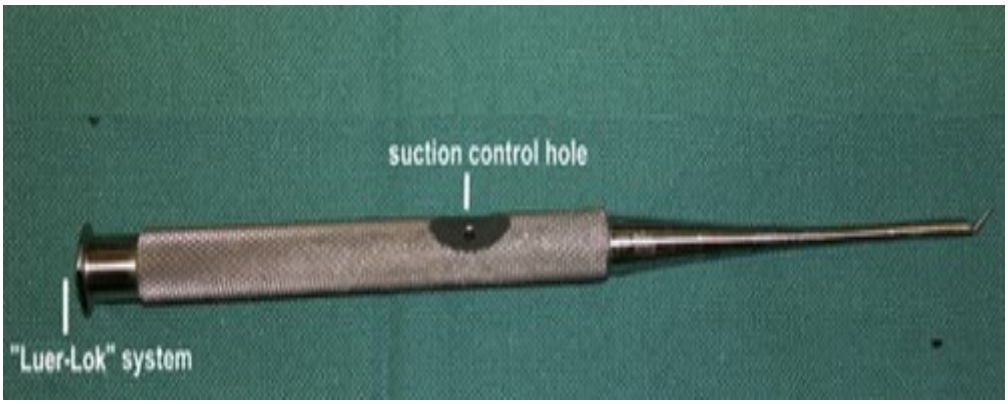

Figure 9 : *instrument de Giuseppe Panetti. L'extrémité contient une ouverture d'aspiration et la partie intermédiaire consiste en une poignée avec un trou de contrôle d'aspiration. L'extrémité proximale contient un connecteur Luer-Lok qui permet un changement rapide d'instruments en fonction des besoins du chirurgien (4).*

ANATOMIE ENDOSCOPIQUE DE L'OREILLE MOYENNE

I. ANATATOMIE ENDOSCOPIQUE DU RETROTYMPAN

Le rétrotympan est une structure complexe constituée de différents espaces situés dans la face postérieure de la cavité tympanique. Le rétrotympan est divisé par le subiculum en rétrotympan supérieur et inférieur. Le rétrotympan supérieur comprend quatre espaces : le sinus tympani , le sinus tympanique postérieure , le sinus latéral et le récessus du facial . Le rétrotympan inférieur comporte le sinus sous tympanique et la fenêtre ronde (5,7).

Le rétrotympan est divisé en plusieurs espaces par multiples crêtes osseuses :

- **Crête cordale** : S'étendant de l'éminence pyramidale vers l'extérieur et transversalement vers l'éminence de la corde et sépare le récessus facial en haut et le sinus tympanique latéral en bas.
- **Ponticule** : Le ponticule est une crête osseuse s'étendant de l'apophyse pyramidale à la région du promontoire, qui sépare le sinus tympanique du sinus tympanique postérieur.
- **Subiculum** : Le subiculum est une crête osseuse s'étendant de la lèvre postérieure de la niche ronde de la fenêtre vers l'extérieur jusqu'à la région de l'éminence styloïde, qui sépare le sinus tympanique du sinus sous-tympanique.
- **Funiculus** : Structure osseuse qui relie le pilier antérieur de la niche de la fenêtre ronde au bulbe jugulaire (5,7).

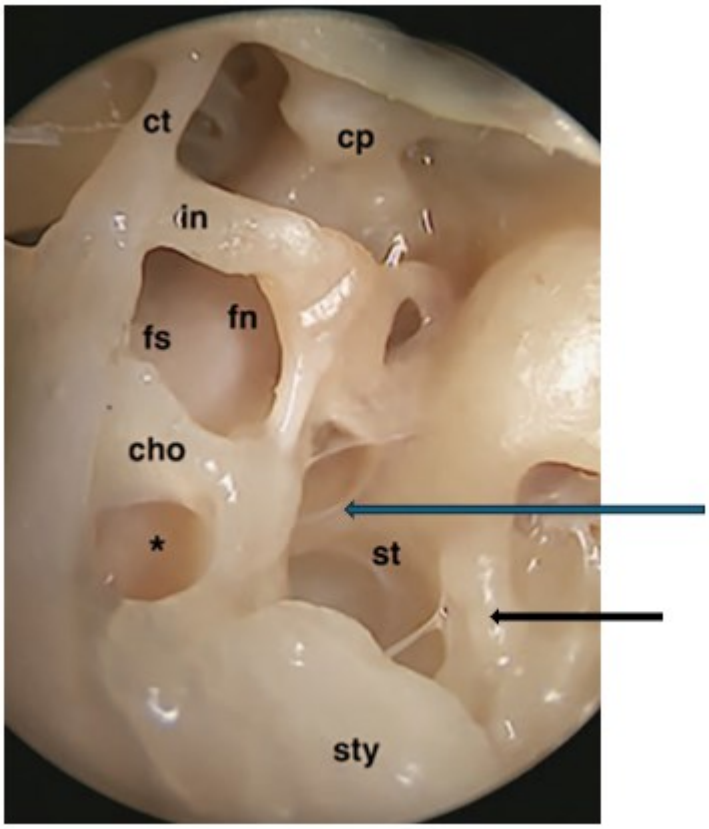

Figure 10 : *Vue endoscopique du rétrotympan. * sinus tympani atéral ; cho, crète cordale ;fs, sinus facial ;fn, nerf facial ; in , enclume ; ct, corde du tympan ;cp, processus cochléariforme ;st ,sinus typanique ;sty, apophyse styloïde ;flèche bleu ,ponticule ;flèche noire ,subiculum.**(11).***

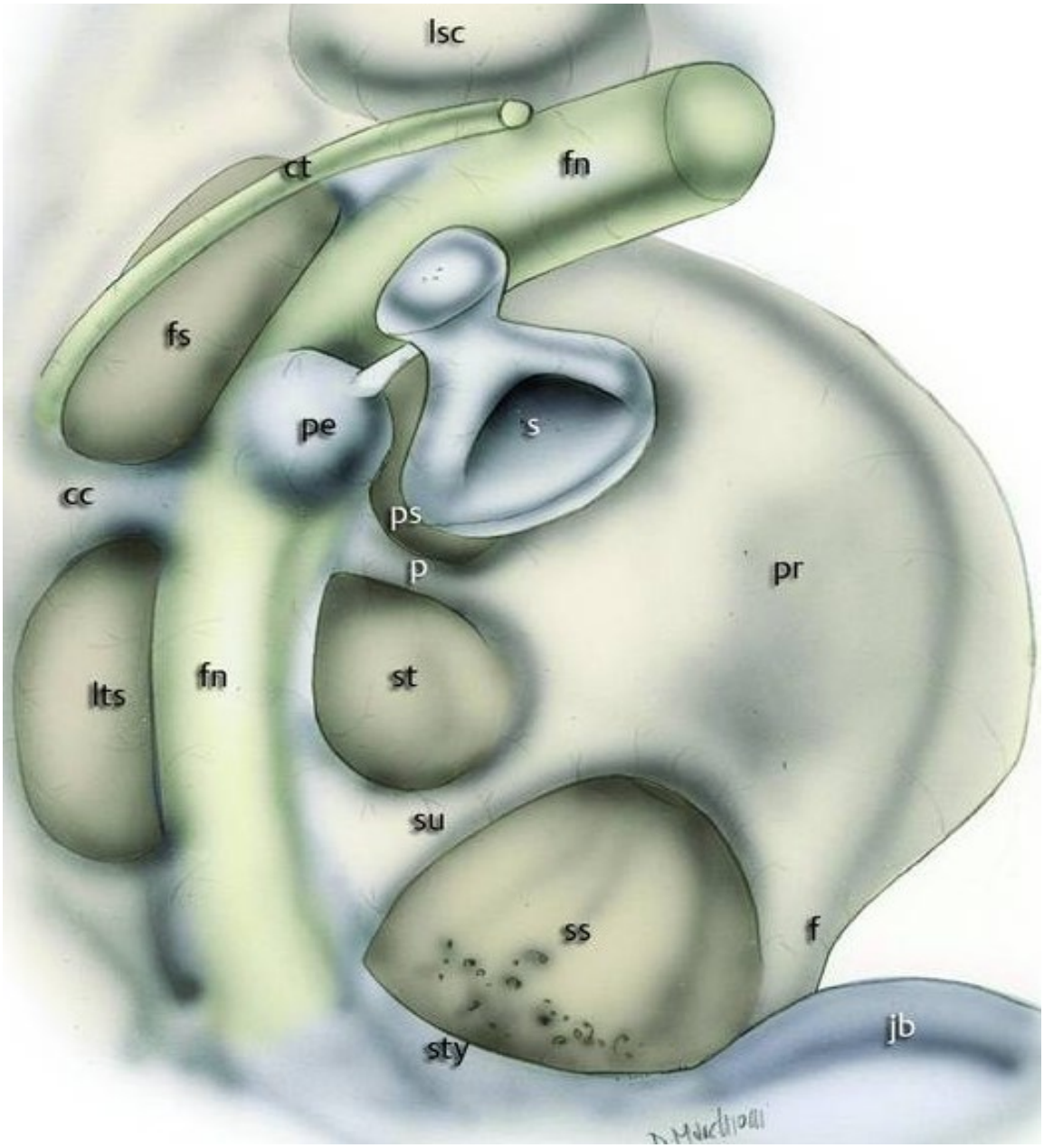

Figure 11 *: Vue anatomique globale du rétrotympan d'une oreille moyenne droite. fn, nerf facial ; s, étriers ; st, sinus tympan ; ps, sinus postérieur ; ss, sinus sous-tympanique ; p, ponticule ; su, subiculum ; f, finiculus ; fs, sinus facial , cc, crête cordale, lst, sinus tmpani latéral ; ct, corde du tympan ; lsc, canal semi-circulaire latéral ; sty, complexe styloïde ; jb, bulbe jugulaire ; pr, promontoire ; pe, éminence pyramidale(6).*

A. Rétrotympan supérieur

Le rétrotympan supérieur peut être subdivisé par la troisième portion du nerf facial et l'éminence pyramidale en 4 espaces ; 2 médialement et antérieurement le sinus tympani et le sinus tympanique postérieure .2 latéralement et postérieurement le sinus latéral et le récessus du facial (5,7).

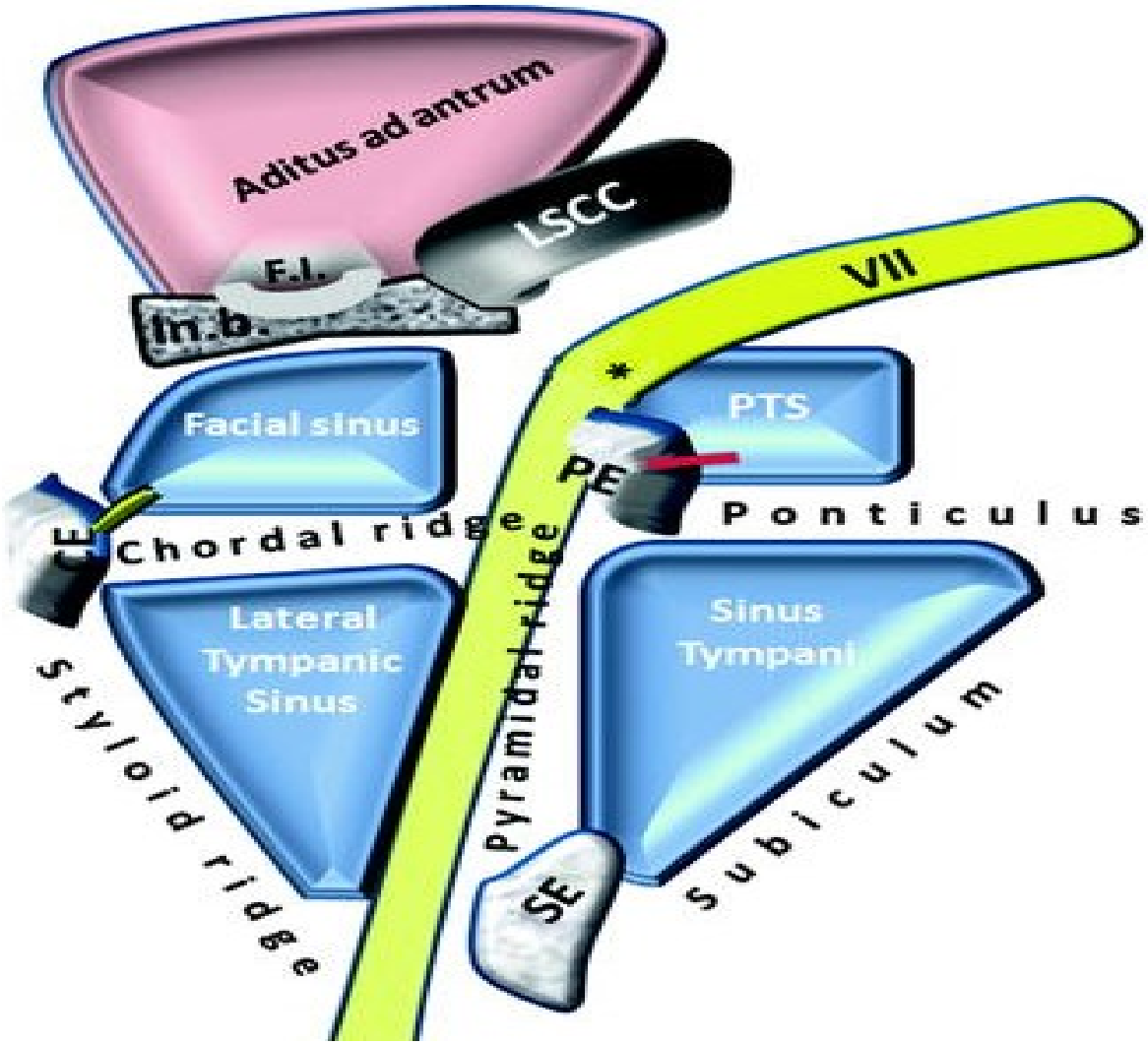

Figure 12 *: Dessin schématique du rétrotympan. PE, éminence pyramidale ; CE éminence cordale ;SE éminence styloïde ; VII segment tympanique du nerf facial ; * coude du nerf facial ; FI fosse incudis ; In.b. contrefort inculdal ; PTS sinus tympanique postérieur ; LSCC canal semi-circulaire latéral (5).*

1. Sinus tympani (ST)

Le ST est l'un des espaces les plus importants du rétrotympan. C'est une cavité postérieure située entre la paroi médiale de l'oreille moyenne et l'éminence pyramidale. Il est limité latéralement par l'éminence pyramidale, le muscle stapédien et la troisième portion du nerf facial et médialement par le canal semi-circulaire postérieur et le vestibule. La limite supérieure de cet espace est représentée par le ponticule, la limite inférieure correspond au subiculum. La limite antérieure est en relation étroite avec la partie supérieure du promotoire et la fenêtre ronde. La limite postérieure correspond au genou du nerf facial et le canal semicirculaire latérale. Le ST présente un défi en chirurgie du cholestéatome car il est rendu relativement inaccessible par le nerf facial et le muscle et tendon stapédien et sa taille et sa forme varie considérablement (5,7,15).

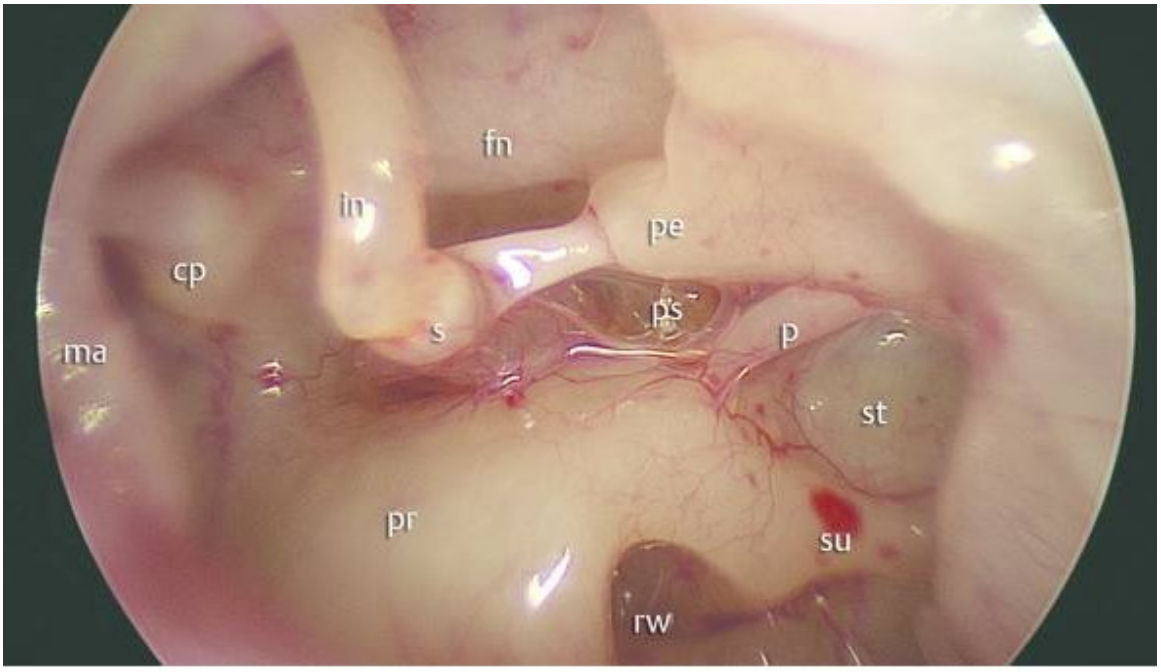

Figure 13 : *Oreille gauche. Vue endoscopique transcanale du rétrotympan et de l'éminence pyramidale . pr, promontoire ; s, étriers ; su, subiculum ; p, ponticule ; st, sinus tympanique ; ps, sinus tympani postérieur ; pe, éminence pyramidale ; fn, nerf facial ; rw, fenêtre ronde ; in, incus ; ma, marteau ; cp, processus cochléariforme(7).*

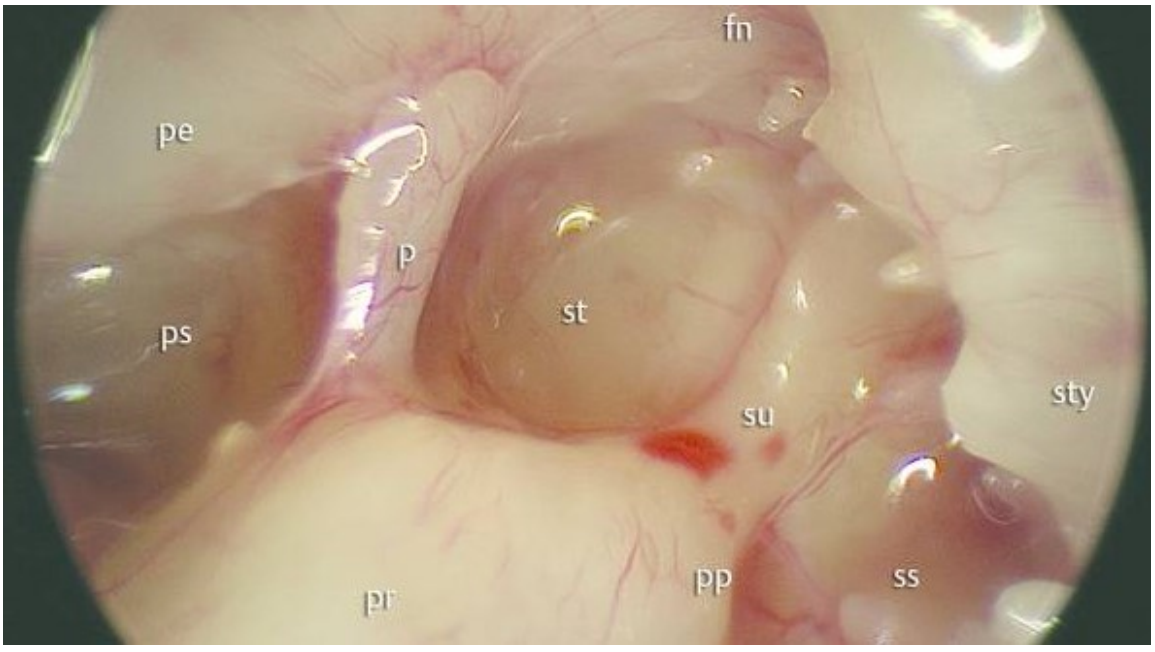

Figure 14 *: Grossissement endoscopique du sinus tympani. pr, promontoire ; su, subiculum ; p, ponticule ; st, sinus tympan ; ps, sinus postérieur ; pe, éminence pyramidale ; fn, nerf facial ; ss, sinus sous-tympanique ; sty, complexe styloïde ; pp, pilier postérieur(7).*

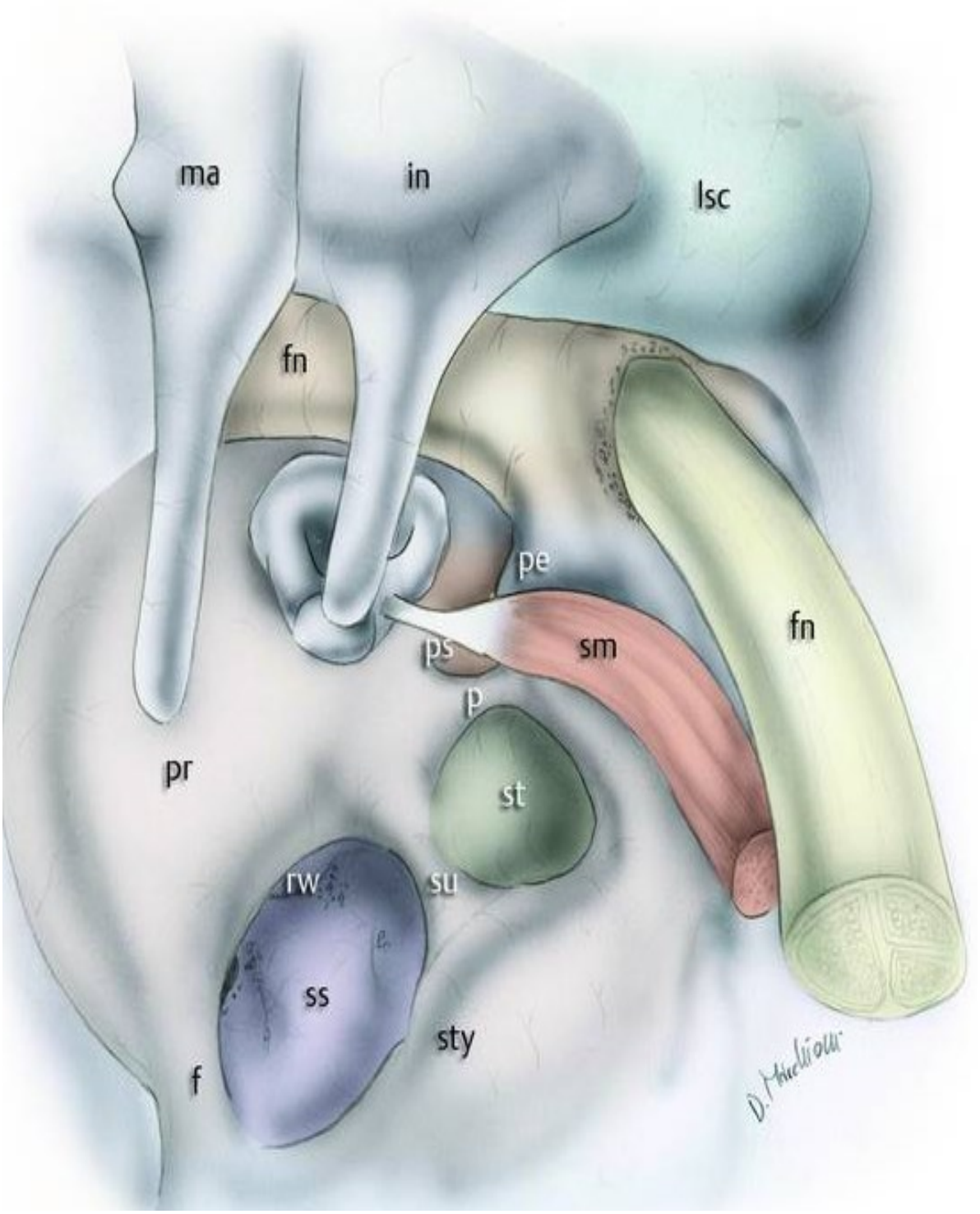

Figure 15 : *Schéma des relations anatomiques du sinus tympani avec les structures environnantes ; fn, nerf facial ; in, incus ; ma, marteau ; st, sinus tympan ; ps, sinus postérieur ; ss, sinus sous-tympanique ; p, ponticule ; su, subiculum ; f, finiculus ; lsc, canal semi-circulaire latéral ; sty, complexe styloïde ; pr, promontoire ; pe, éminence pyramidale ;sm, muscle stapédien ; rw, fenêtre ronde (6).*

La morphologie du sinus tympani est classée selon les variations anatomiques du ponticule en (5 ;15) :

- ***Forme classique*** : le ponticule est complètement formé et ressemble à une crête osseuse s'étendant de l'apophyse pyramidale à la zone promontoire et le sinus est situé entre le ponticule et le subiculum situé à l'intérieur du nerf facial et de l'apophyse pyramidale.

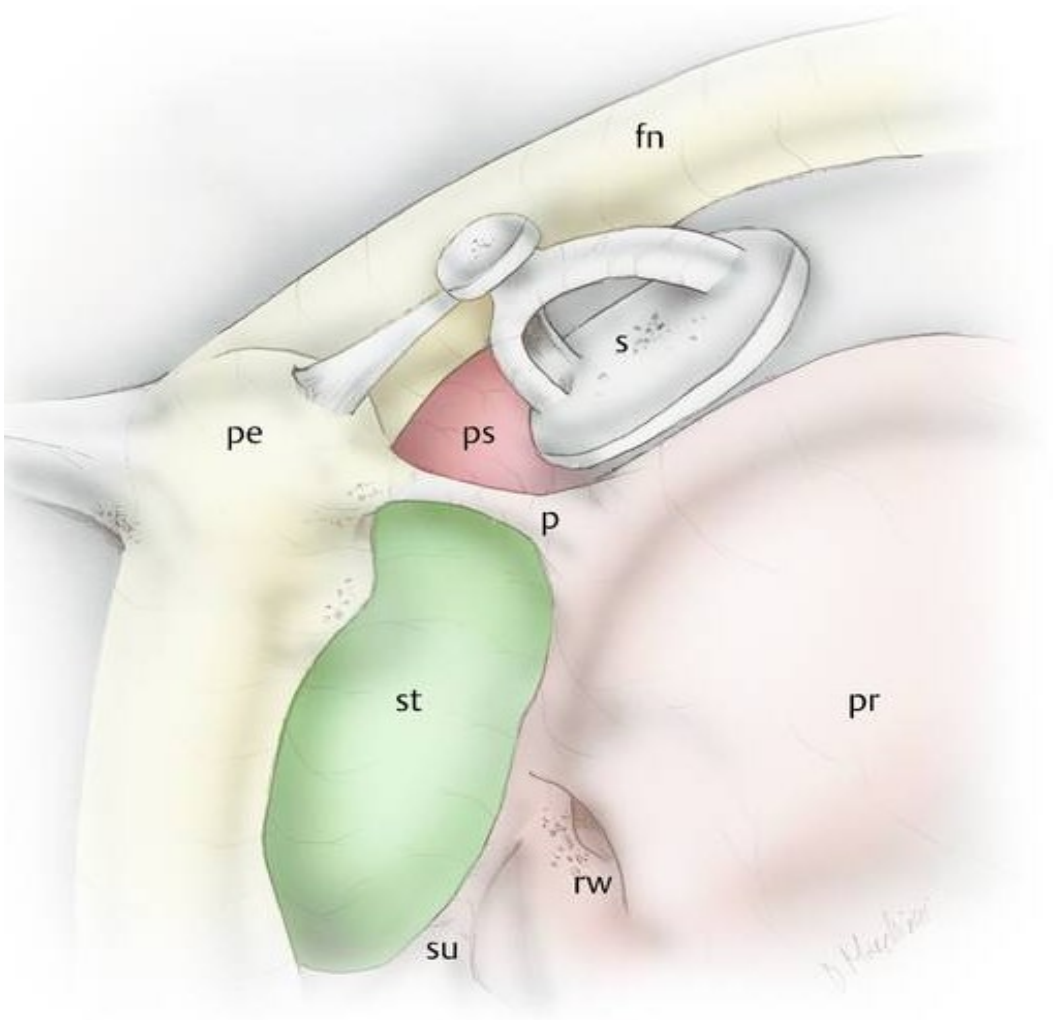

Figure 16 : *Schéma du sinus tympani de forme classique. pr, promontoire ; su, subiculum ; p, ponticule ; st, sinus tympan ; ps, sinus postérieur ; pe, éminence pyramidale ; fn, nerf facial ; rw, fenêtre ronde ; s, étriers (7).*

- ***Forme confluente*** : un ponticule incomplet et le sinus tympani est confluent avec le sinus tympani postérieur.

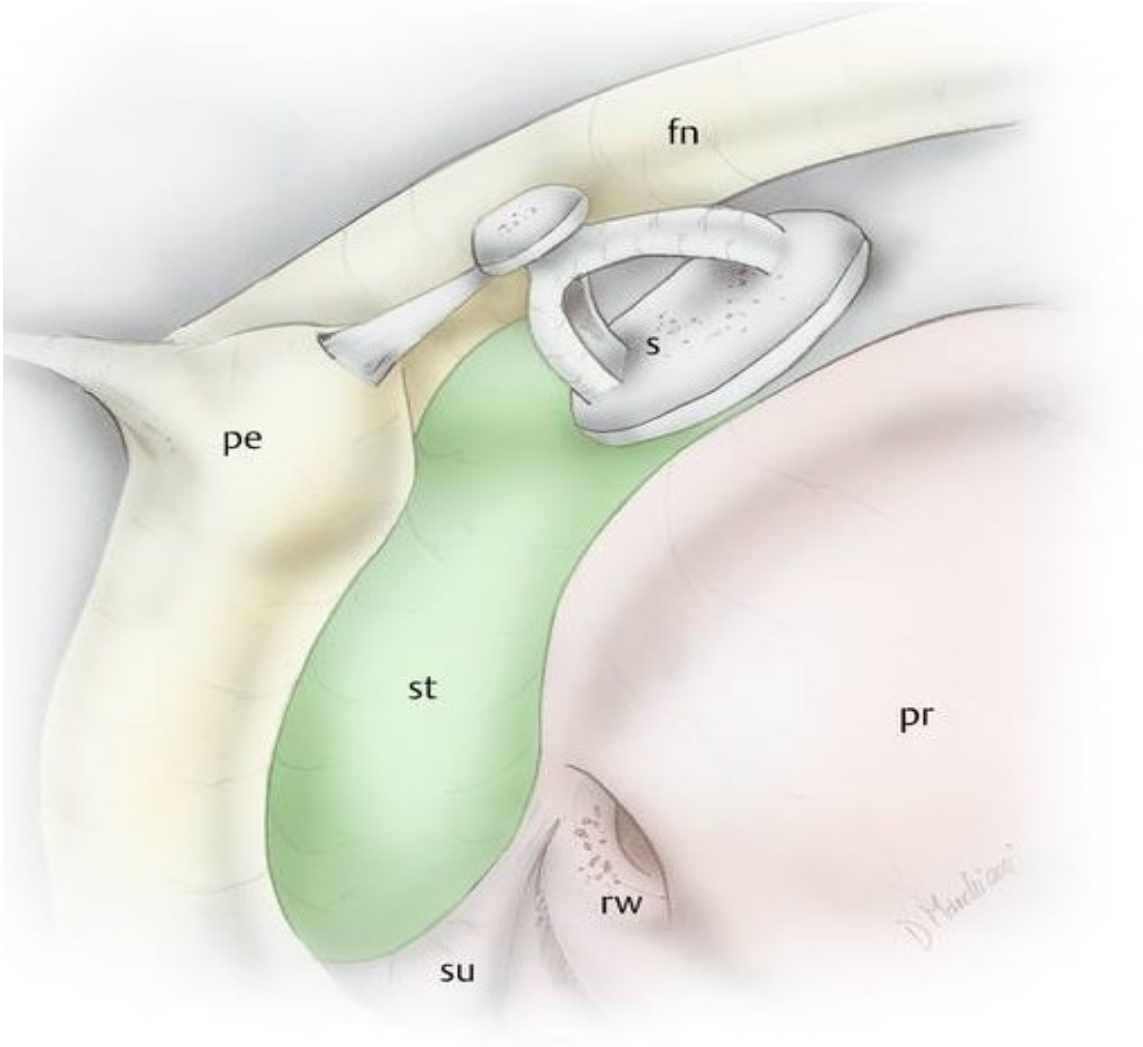

Figure 17 : *Schéma du sinus tympani de forme confluente. pr, promontoire ; su, subiculum ; st, sinus tympan ; pe, éminence pyramidale ; fn, nerf facial ; rw, fenêtre ronde ; s, étriers (7).*

- ***Forme cloisonnée*** : une crête osseuse s'étendant de la troisième partie du nerf facial à la zone promontoire est présente, séparant le sinus tympani en deux parties.

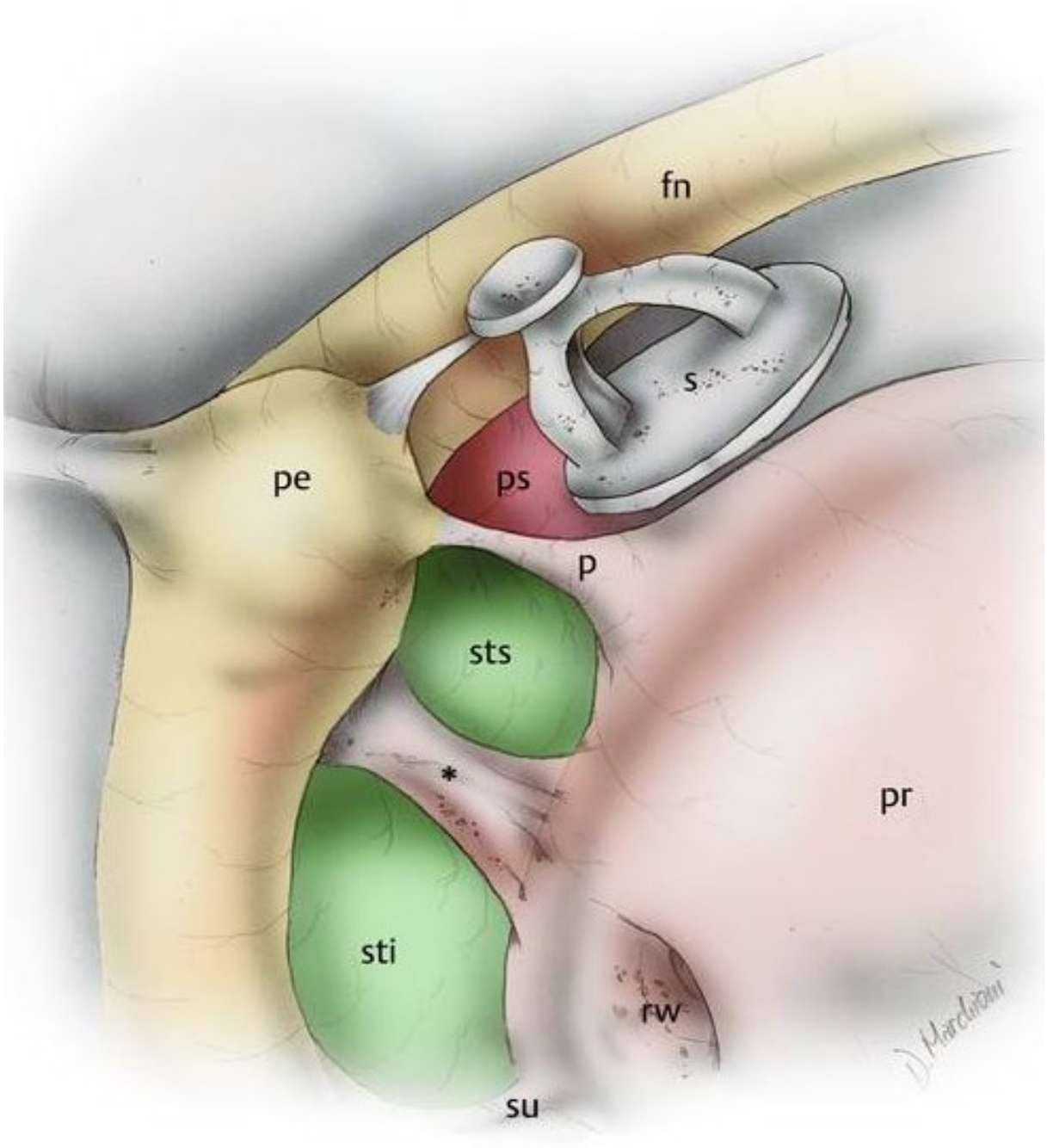

Figure 18 *: Schéma du sinus tympani de forme cloisonnée. pr, promontoire ; su, subiculum ; sti, partie inférieure du sinus tympan ; sts, partie supérieure du sinus tympani ; *, crête osseuse divisant le sinus tympan ; pe, éminence pyramidale ; fn, nerf facial ; rw, fenêtre ronde ; s, étriers ; ps, sinus postérieur ; p, ponticule(7).*

- ***Forme restreinte :*** un bulbe jugulaire haut est présent, réduisant l'extension inférieure du sinus tympani.

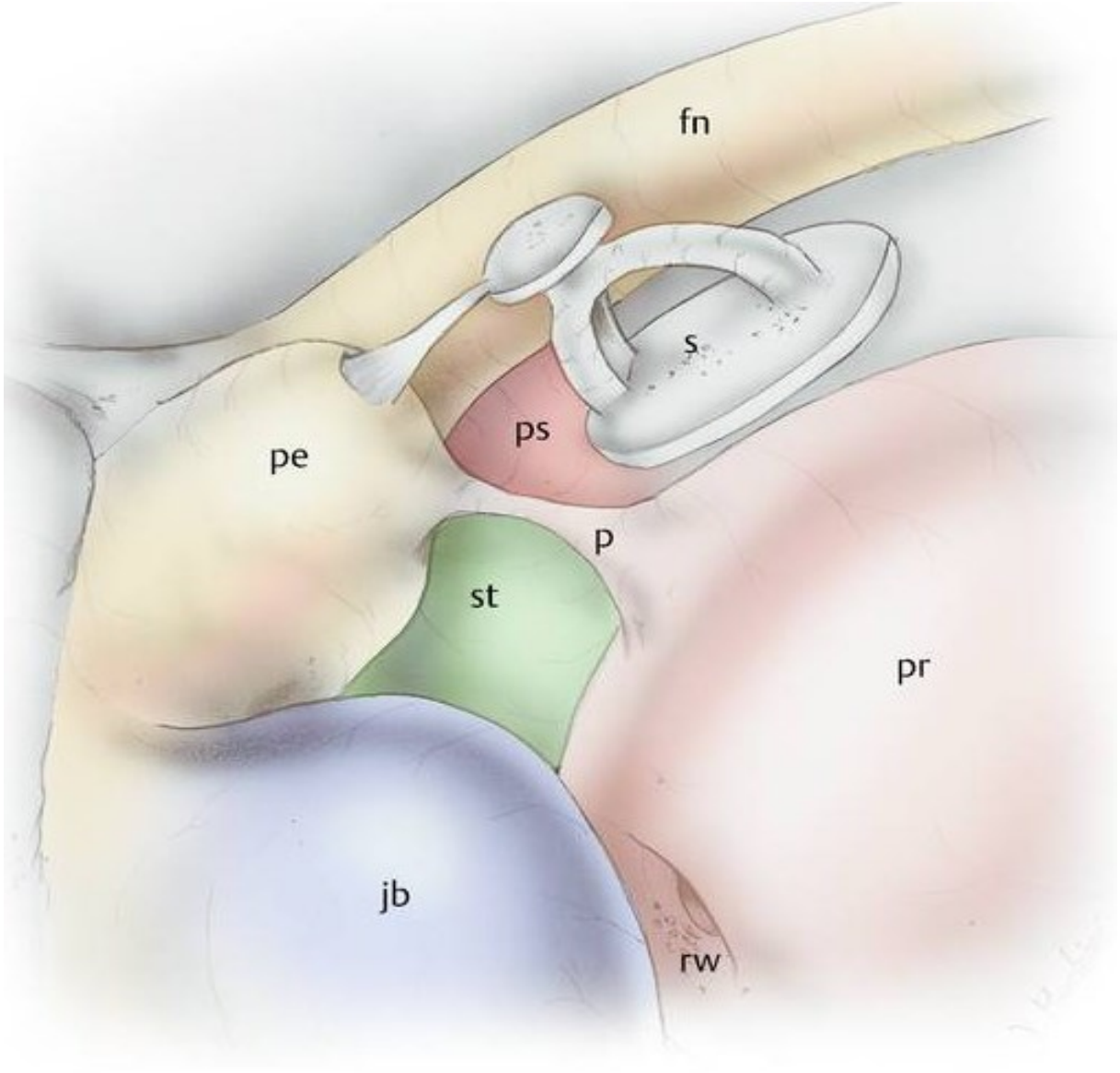

Figure 19 : *Schéma du sinus tympani de forme restreinte. pr, promontoire ; st, sinus tympan ; pe, éminence pyramidale ; fn, nerf facial ; rw, fenêtre ronde ; s, étriers ; ps, sinus postérieur ; jb, bulbe jugulaire ; p, ponticule (7).*

Sur la base des résultats radiologiques, le ST peut être classé en fonction de sa profondeur en trois types :

- *Type A* : petit ST. La limite médiale de la troisième partie du nerf facial correspond à la profondeur du sinus. Dans ces cas, sinus tympani est petit et ne présente pas d'extension médiale et postérieure du nerf facial.
- *Type B* : ST profond. La limite médiale du sinus tympani se trouve médialement par rapport à la troisième partie du nerf facial et ne présente pas d'extension postérieure au nerf facial.
- *Type C* : ST profond avec extension postérieure. La limite médiale du sinus tympani se trouve médialement et postérieurement à la troisième partie du nerf facial. Dans ces cas, le sinus tympani est très large et profond et tous ces patients ont une mastoïde bien développée.

L'approche endoscopique est indiquée chez les patients avec atteinte des sinus tympani de types A et B. Lorsque le patient a un sinus tympani de type C, il n'est pas possible d'explorer toute la profondeur du sinus avec l'endoscope surtout lorsqu'il est associé à des cellules mastoïdiennes bien développées. Dans ces cas, il est nécessaire d'adopter une approche rétrofaciale postérieure (5,7,15).

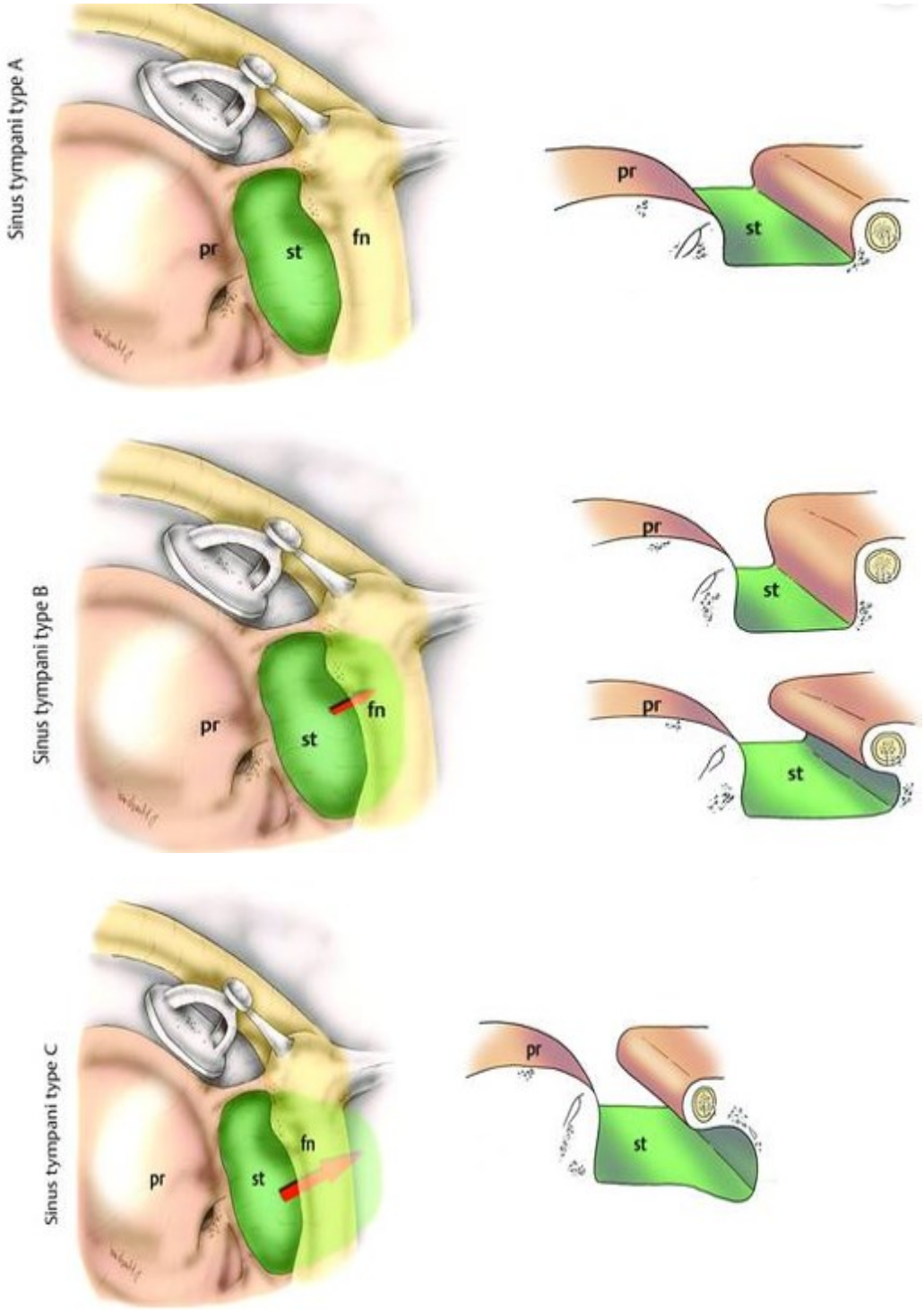

***Figure 20** : Classification de la profondeur du sinus tympani. fn, nerf facial ; rw, fenêtre ronde ; pr, promontoire ; st, sinus tympan(7).*

L'approche endoscopique du sinus tympani permet également une bonne vue du subiculum. Le subiculum est une crête osseuse s'étendant de la lèvre postérieure de la niche ronde de la fenêtre vers l'extérieur jusqu'à la région de l'éminence styloïde, qui sépare le sinus tympanique du sinus sous-tympanique.

Le subiculum peut être :

- **Présent** : le sinus tymani est séparé du rétrotympan inférieur.
- **Absent** : le sinus tympani est largement ouvert au rétrotympan inférieur.

Le subiculum en pont est une conformation rare ; lorsqu'il est présent, sous ce pont osseux, il y a une communication entre le rétrotympan inférieur et le sinus tymapni(5,15).

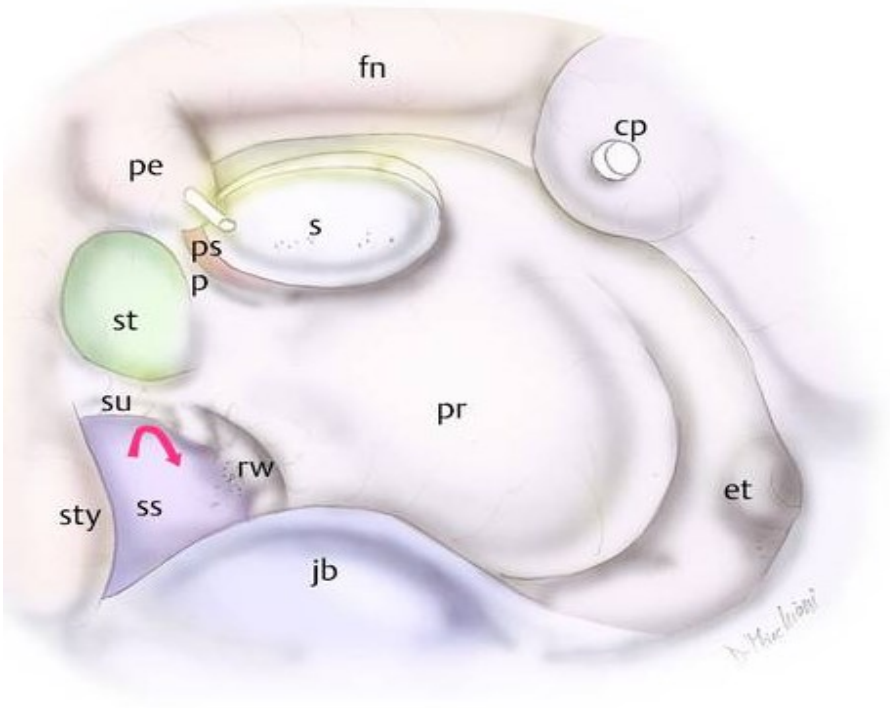

Figure 21 *: Schéma d'un subiculum séparant le sinus tympani et le sinus sous tympanique .pr, promontoire ; s, étriers ; et, trompe d'eustache ; jb, bulbe jugulaire ; ss, sinus sous-tympanique ; sty, complexe styloïde ; su, subiculum ; p, ponticule ; st, sinus tympan ; ps, sinus postérieur ; pe, éminence pyramidale ; fn, nerf facial ; cp, processus cochléariforme ; rw, fenêtre ronde (7).*

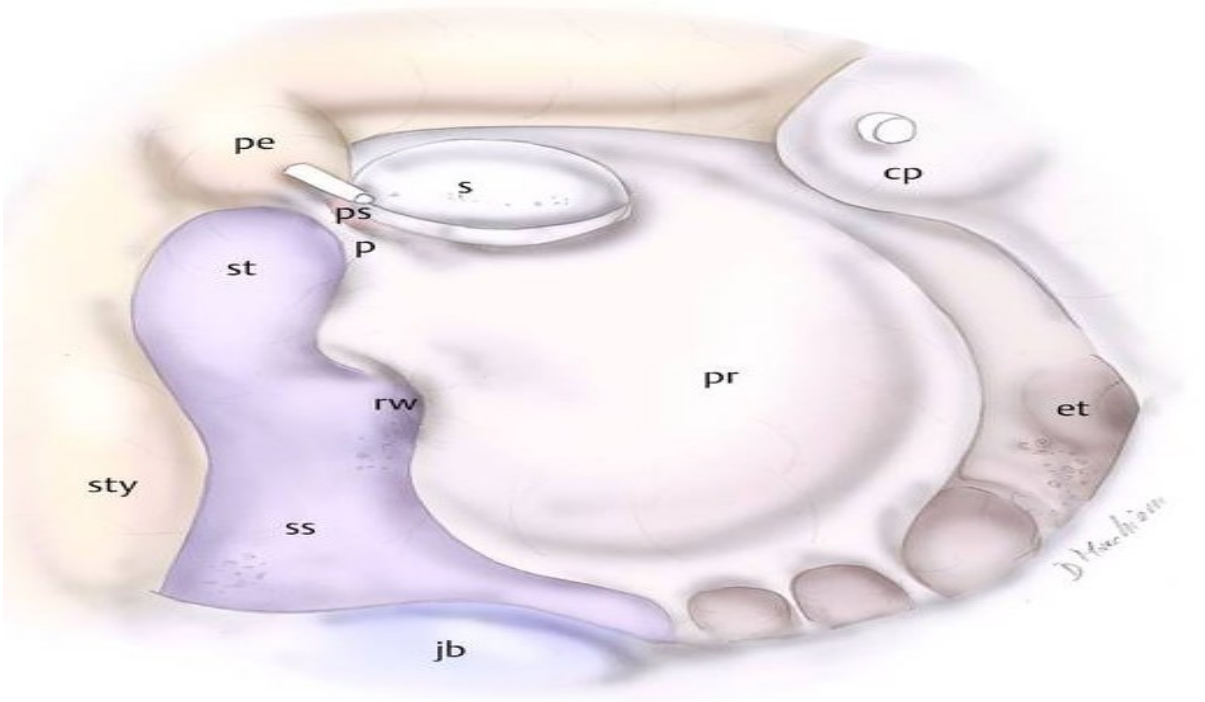

Figure 22 : *Schéma d'un sinus tympani fusionnant avec le rétrotympan inférieur (sinus sous-tympanique), le subiculum est absent. pr, promontoire ; s, étriers ; et, trompe d'eustache ; jb, bulbe jugulaire ; ss, sinus sous-tympanique; sty, complexe styloïde ; p, ponticule ; st, sinus tympan ; ps, sinus postérieur ; pe, éminence pyramidale ; cp, processus cochléariforme ; rw, fenêtre ronde(7).*

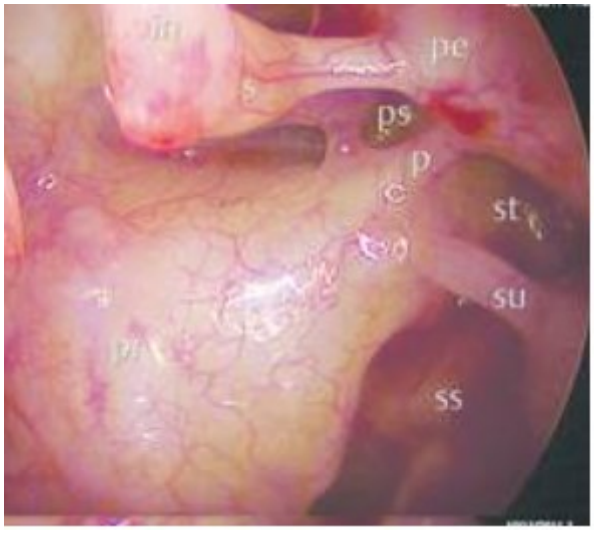

Figure 23 : *Vue endoscopique du rétrotympan montrant un subiculum sous forme de pont. ss, sinus sous-tympanique ; st, sinus tympan ; ps, sinus tympani postérieur ; p,ponticule ;su,subiculum ; pe, éminence pyramidale ; fn, nerf facial ; su, subiculum (7).*

2. Sinus tympanique postérieur

Le sinus tympanique postérieur est au-dessus du ponticule, médial à l'éminence pyramidale et la troisième portion du nerf facial et inférieure à la fenêtre ovale et la deuxième portion du faciale. Il fait environ 1 mm de profondeur et 1,5 mm de long. Dans les oreilles où le ponticule n'atteint pas la paroi postérieure de l'oreille moyenne, le sinus tympanique postérieur se confond avec le sinus tympanique pour former un sinus confluent (figure 16, figure17) (5,7).

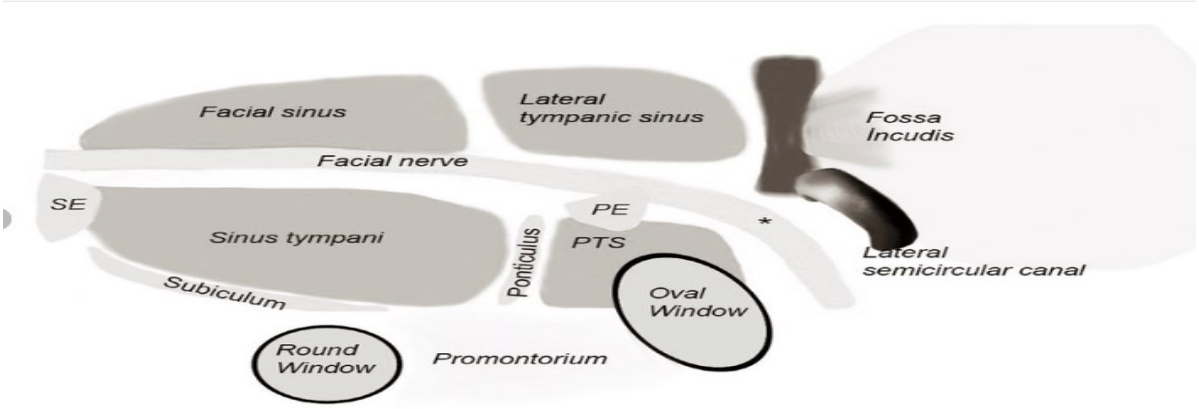

***Figure* 24** *: Schéma du sinus tympanique postérieur et sa relation avec les structures avoisinantes. * coude du nerf facial, PE : éminence pyramidale, SE : éminence styloïde, PTS : Sinus tympanique postérieur (7).*

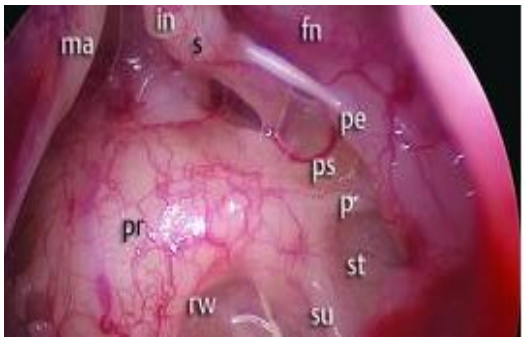

Figure 25 : *Oreille gauche. Vue peropératoire avec un endoscope à 45° des espaces rétrotympanique montrant le sinus tympanique postérieure. Fn, nerf facial ; s, étriers ; ps, sinus postérieur ; p, ponticule ; su, subiculum ; ; PR, promontoire ; rw, fenêtre ronde ; ma, maillet ; din, incus ; PE, éminence pyramidale ; st, sinus tympan ; fn nerf facial (6).*

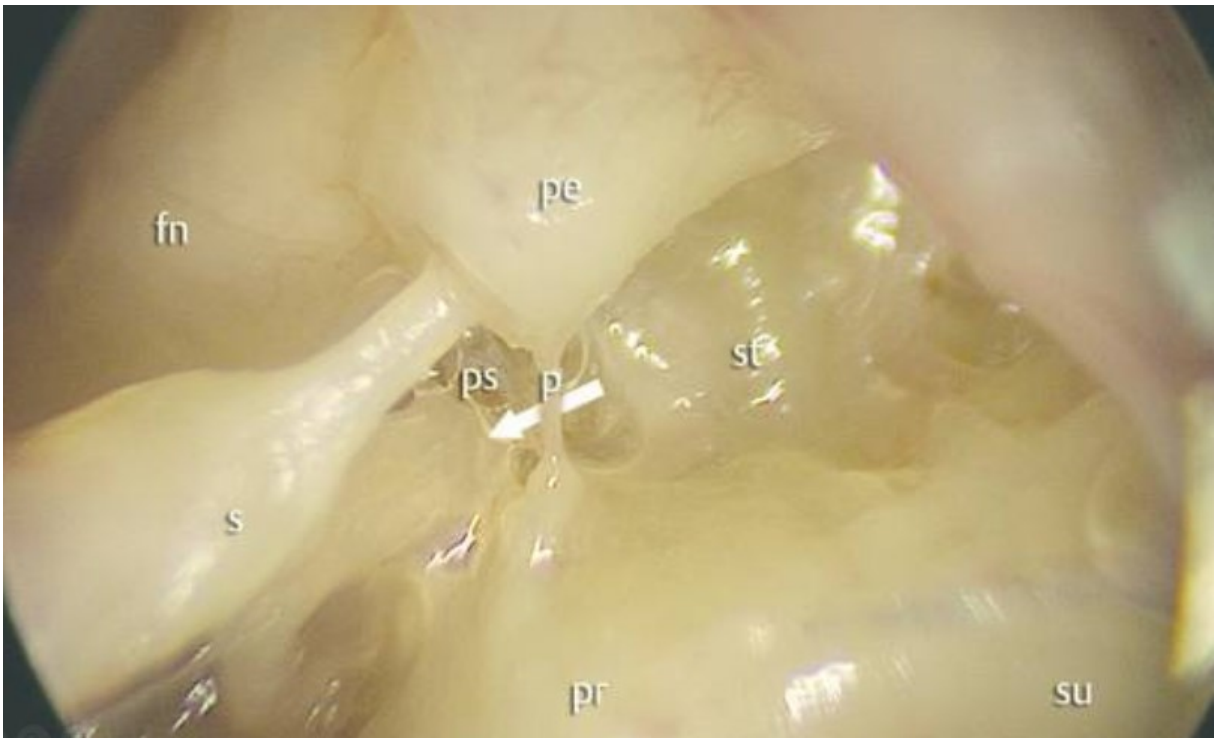

Figure 26 : Oreille *gauche. Vue endoscopique montrant un ponticule avec morphologie en pont, vue endoscopique avec endoscope à 45°. la flèche blanche montre l'espace de communication entre le sinus tympanique et le sinus postérieur. pt, promontoire ; su, subiculum ; st, sinus tympan ; ps, sinus postérieur ; pe, éminence pyramidale ; p, ponticule ; fn, nerf facial ; s, étriers (7).*

3. Eminence pyramidale et espace sous pyramidal

L'éminence pyramidale (PE) est un os triangulaire de la paroi postérieure de la cavité tympanique qui abrite le tendon de l'étrier, c'est le point d'appui du rétrotympan. Sa paroi médiane présente une morphologie variable, elle peut être absente, complètement formée ou partiellement formée (7,8).

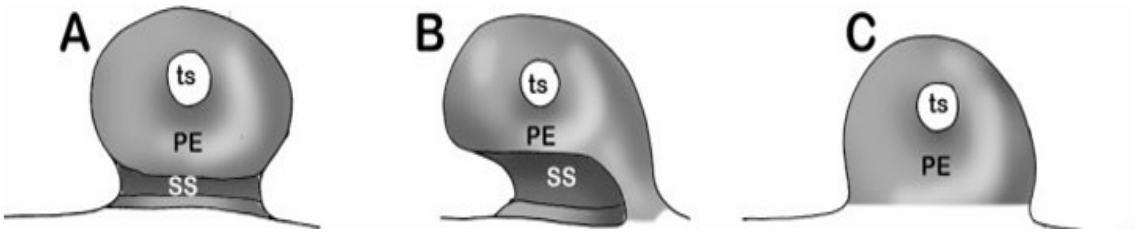

Figure 27 : *Dessin schématique montrant la morphologie de l'éminence pyramidale (PE) d'une perspective antérieure. (A) Morphologie indépendante de la PE. (B) Morphologie partielle de la PE. (C) Morphologie fusionnée de la PE. ts , tendon de l'étrier ; SS,espace sous-pyramidal (8).*

La pneumatisation du rétrotympan peut s'étendre de manière variable dans un renfoncement sous l'éminence pyramidale ; cet espace anatomique est nommé l'espace sous-pyramidal (SS). Il est limité latéralement par la face médiale de l'apophyse pyramidale, médialement par la paroi latérale du tympan, en bas par le ponticule, postérieurement et en haut par le canal de Fallope et il peut être en continuité directe avec le sinus tympanique ou avec le sinus tympanique postérieur selon la position du ponticule(7,8).

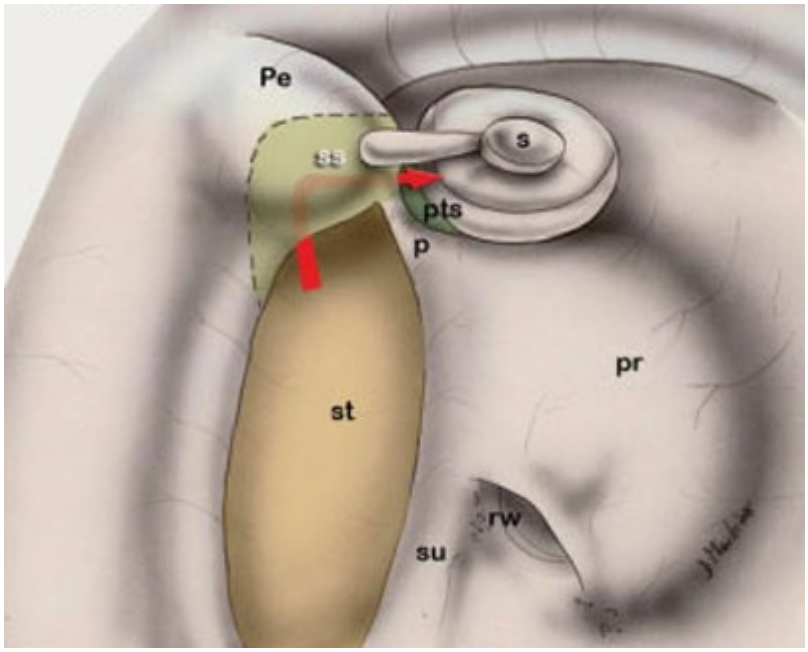

Figure 28 : *Morphologie complète de l'éminence pyramidale ,le sinus tympan communique avec le sinus tympanique postérieur à travers l'espace sous-pyramidal (flèche rouge). pr, promontoire ; s, étriers ; p, ponticule ; st, sinus tympanique ; PE, éminence pyramidale ; fn, nerf facial ; su, subiculum ; sus, espace subpyramidal ; ps, sinus postérieur ; rw, fenêtre ronde (7).*

*

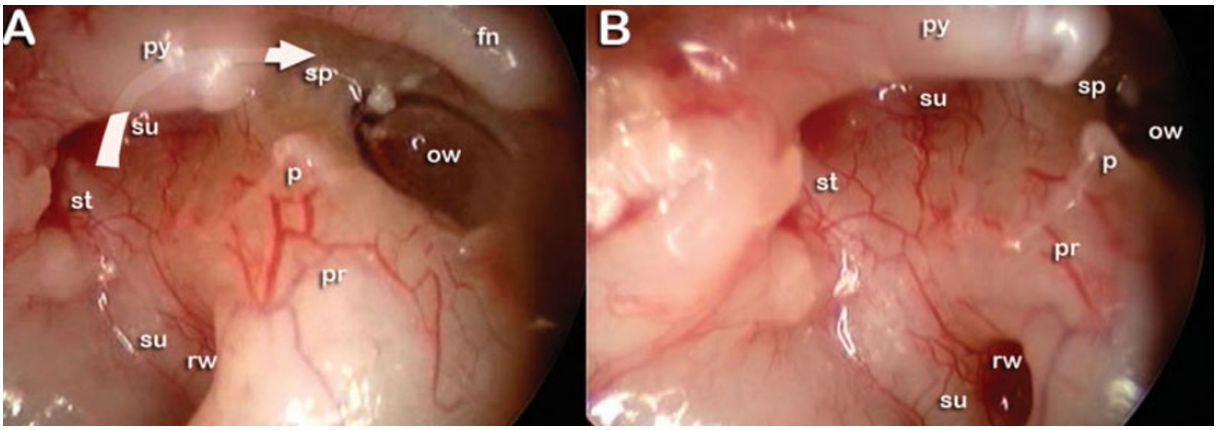

***Figure 29** : Vue endoscopique d'une morphologie complète de l'éminence pyramidale chez un sujet avec un ponticulus rudimentaire. (A) Flèche blanche montrant un espace confluent du sinus tympani (st) au sinus tympanique postérieur (sp) à travers un espace sous-pyramidal (su). (B) Exploration du ss à l'aide d'un endoscope à 45°. py = éminence pyramidale ; fn = nerf facial ; sp = sinus tympanique postérieur ; ; ow = fenêtre ovale ; p = ponticulus ; pr = promontoire (8) .*

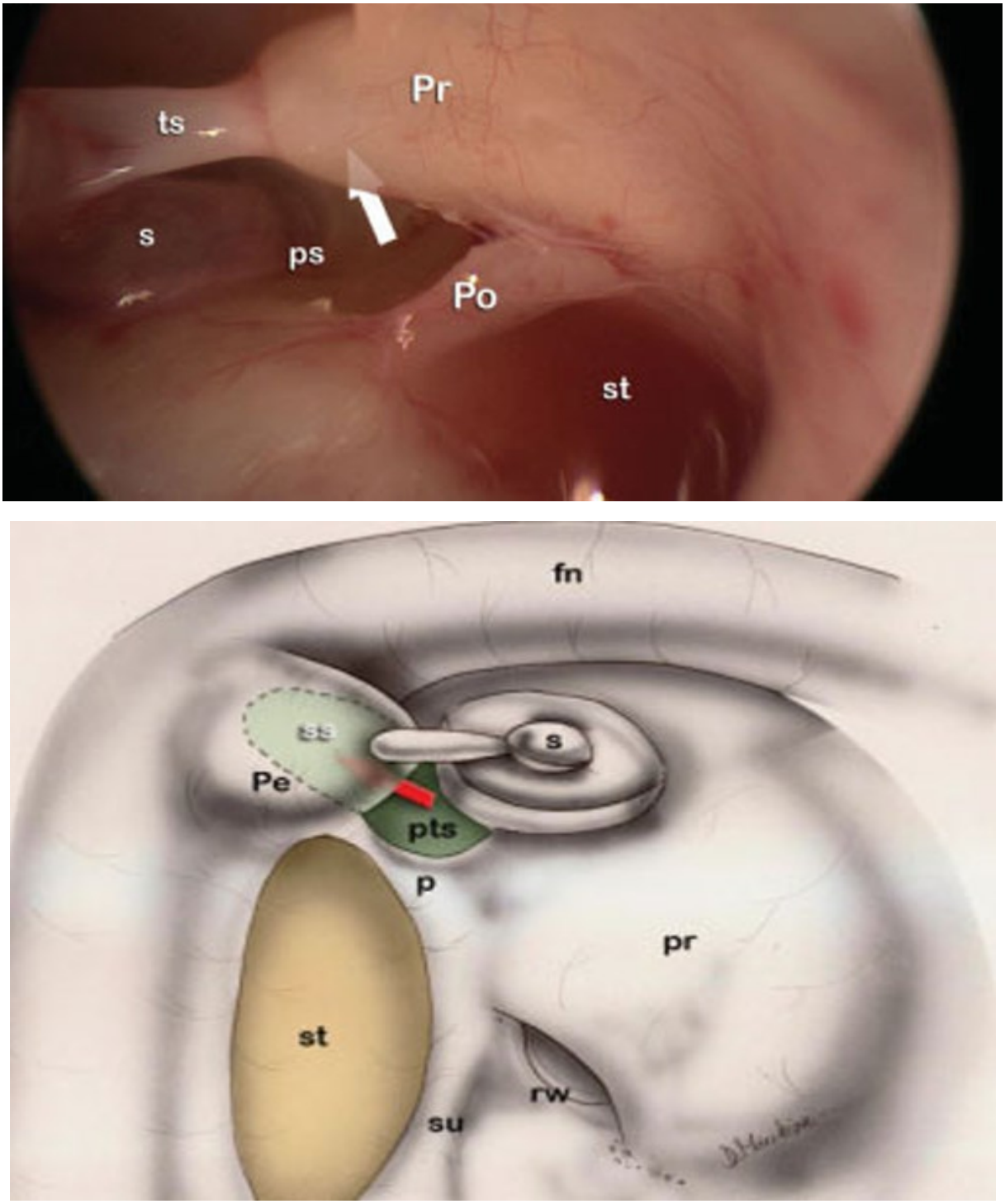

Figure 30 : *vue endoscopique et schématique de l'espace sous pyramidal (ss) avec une morphologie partielle de l'éminence pyramidale (la flèche rouge indique le ss). Dans ce cas, l'espace sous pyramidal provient du sinus postérieur (ps). Pr = promontoire ; Po = ponticulus ; ps = sinus tympanique postérieur ; su = subiculum; rw = fenêtre ronde ; ts = tendon de l'étrier ; s = étrier (8).*

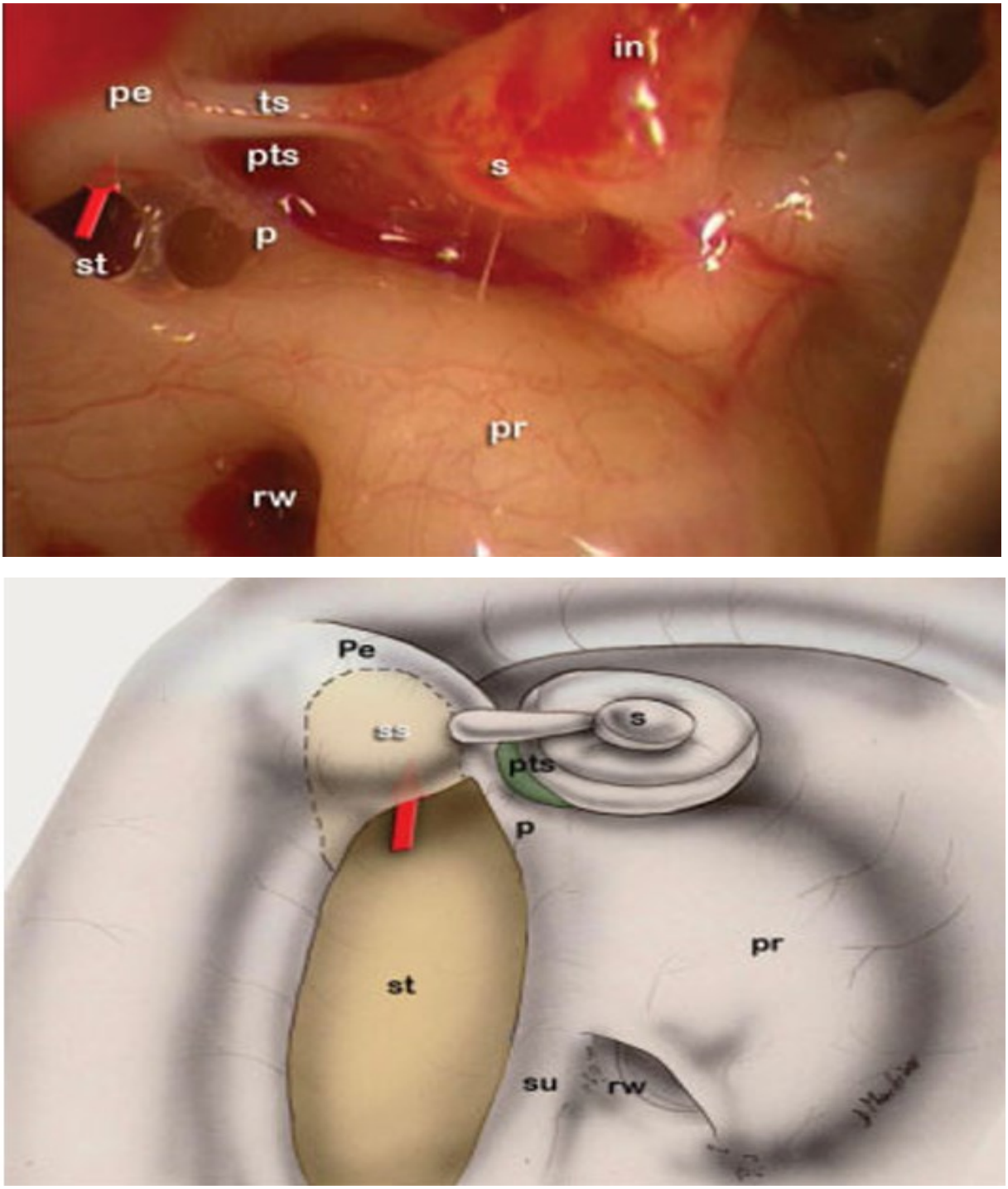

Figure 31 *: Vue endoscopique et shématique d'une morphologie partielle de l'éminenece pyramidale. Dans ce cas, l'espace sous pyramidal provient du sinus tympanique (st), et l'exploration endoscopique est incomplète (la flèche rouge indique la communication du st au ss). in ,enclume ;ts,tendon stapédien ; pe,éminence pyramidale ;s, étrier ; ts, tendon de l'étrier ; p,ponticulus ; pts,sinus tympani postérieur; su,subiculum ; pr,promontoire ; rw,fenêtre ronde(8).*

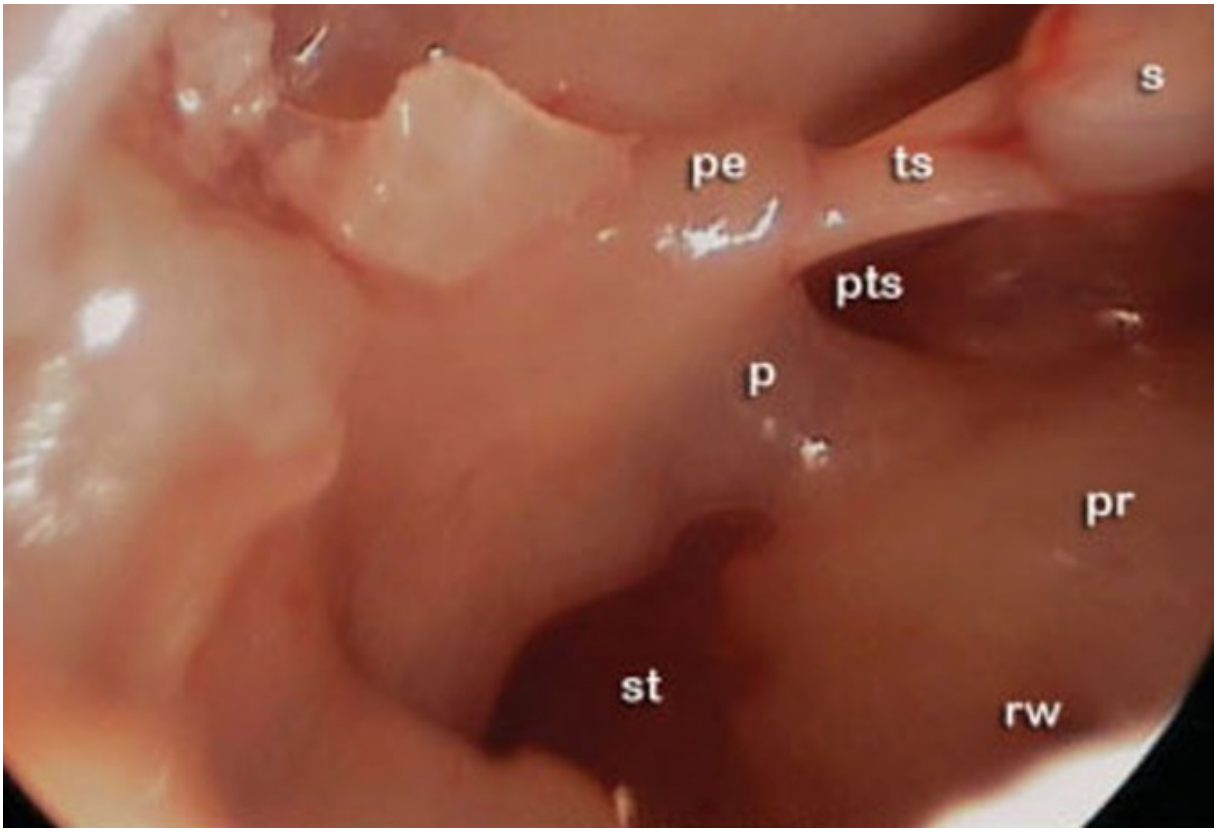

Figure 32 : *vue endoscopique d'une morphologie fusionnée de l'éminence pyramidale. in, enclume ; fn, nerf facial ; s, étrier ; ts ,tendon de l'étrier ; p,ponticulus ; pr,promontoire ; rwfenêtre ronde,st,di,ud tympani,pts,sinus tympanique postérieur ,in,enclume(8).*

La profondeur de l'espace sous-pyramidal varie significativement, elle peut aller d'une absence totale en raison du développement complet de la paroi médiale du processus pyramidal, jusqu'à une représentation claire de l'espace sous pyramidal avec une profondeur significative. Lorsque la face médiale de l'éminence pyramidale est complètement formée, l'espace sou pyramidal est large et délimité à la fois par le sinus tympani et le sinus tympanique postérieur et lorsque la face médiale de l'éminence pyramidale est partiellement formée , l'espace sous pyramidal est étroit et parfois très profond et l'extension postérieure de cet espace n'est pas explorable avec un endoscope. Dans certains cas, la paroi osseuse médiale de l'éminence pyramidale est absente et l'éminence est complètement fusionnée avec l'os médial du rétrotympan ; dans ce cas, l'espace sous pyramidal n'est pas présent. Plus l'espace sous-pyramidal est profond, plus le risque d'une approche chirurgicale laissant un cholestéatome résiduel est élevé. Par conséquent, une bonne connaissance de ces espaces anatomiques peut aider à réduire le risque de cholestéatome résiduel lors d'une chirurgie de l'oreille moyenne (7,8).

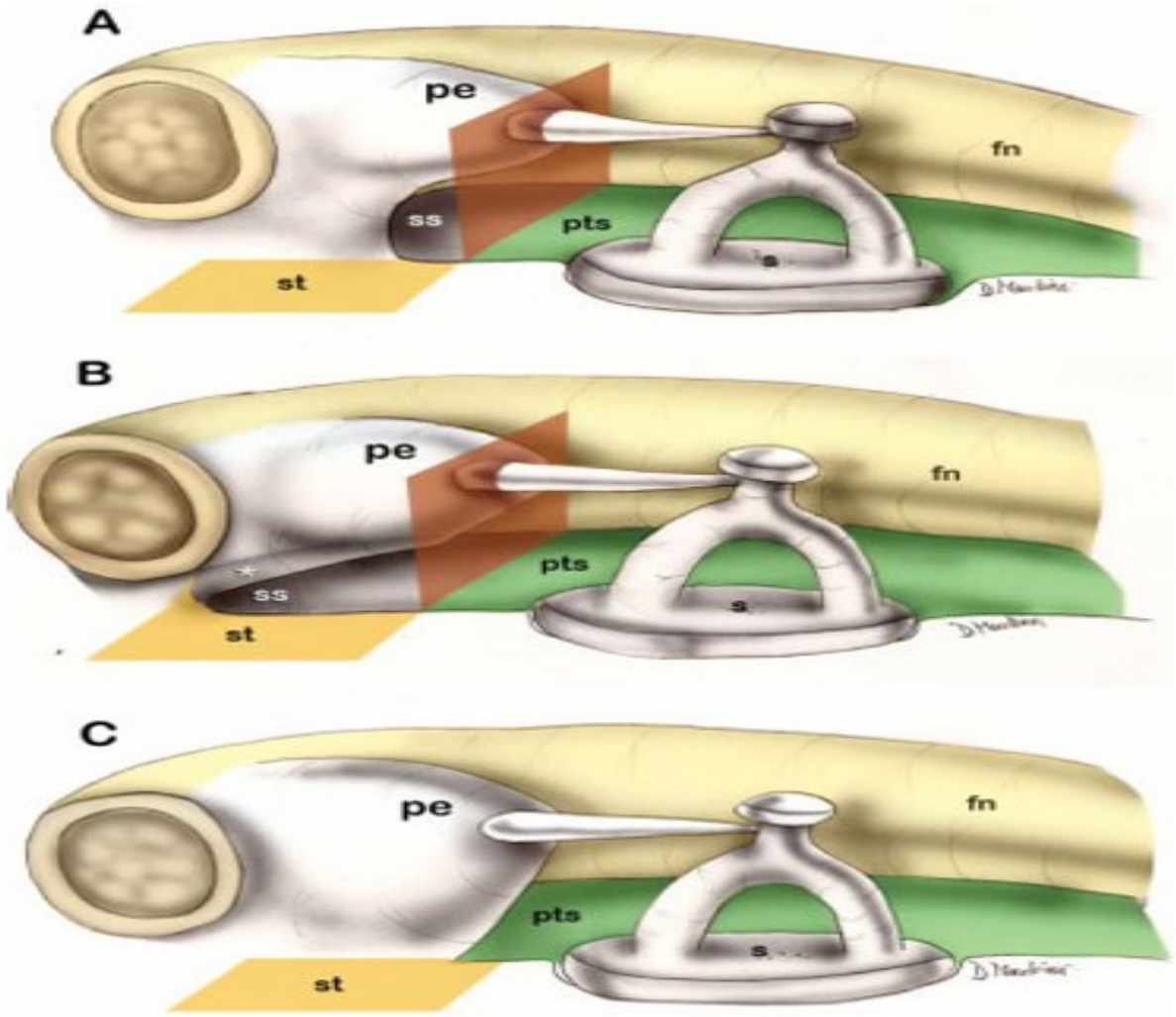

Figure 33: *Dessin schématique de l'explorabilité de l'espace sous-pyramidal (ss) depuis une perspective inférieure. (A) Espace ss explorable. (B) Espace ss inexplorable (*portion inexplorable du ss). (C) Ss absent. pe = éminence pyramidale ; fn = nerf facial ; pts = sinus tympanique postérieur ; st = sinus tympanique ; s = étrier(8).*

4. Sinus tympani latéral

Il correspond au sinus le plus latéral du rétrotympan et occupe l'espace entre trois éminences. Il est limité en haut par l'éminence cordale, médialement par l'éminence pyramidale et en bas par à l'éminence styloïde. Sa dimension cranio-caudale varie de 1,5 à 2,5 mm. Il ne présente aucune communication avec l'attique et l'antre mastoïdien (5,7).

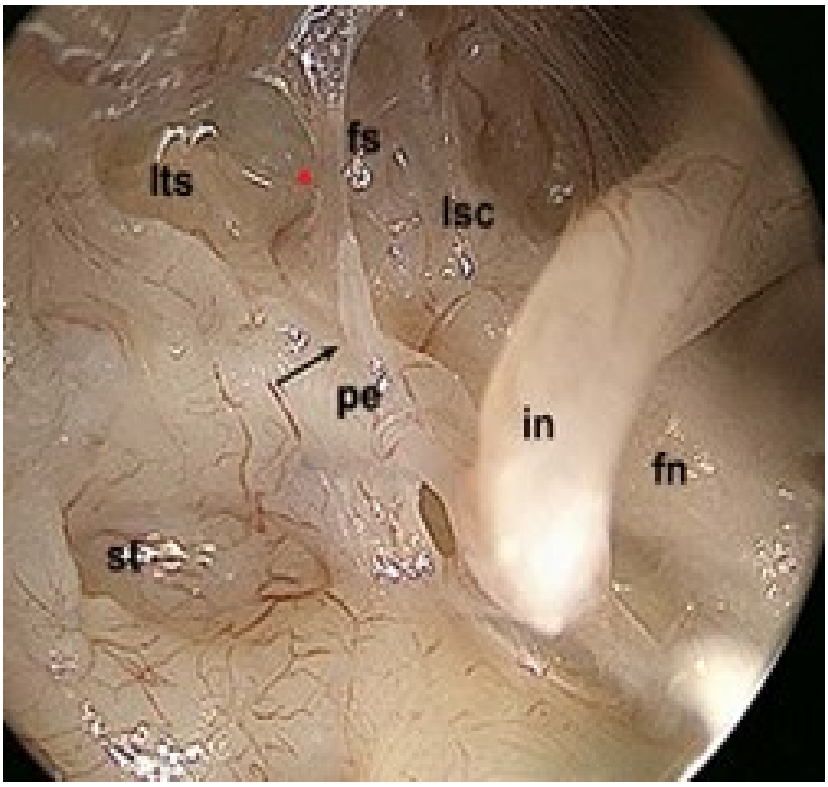

Figure 34 *: Vue endoscopique du sinus tympani latéral avec endoscope à 70°. La flèche noire indique une crête cordale incomplète. cp : processus cochléaire ; fn : nerf facial ; fs : sinus facial ; in : enclume ; lsc : canal semi-circulaire latéral ; lts : sinus tympanique latéral ; pe : éminence pyramidale; st : sinus tympanique (9).*

5. Sinus facial

Le SF est délimité par le bord postérieur de l'anneau osseux latéralement, la fosse incudale supérieurement, l'éminence pyramidale et la troisième portion du nerf facial médialement, et la crête cordale inférieurement. Ce dernier repère anatomique sépare le SF du sinus tympanique latéral (figure10) (5,9).

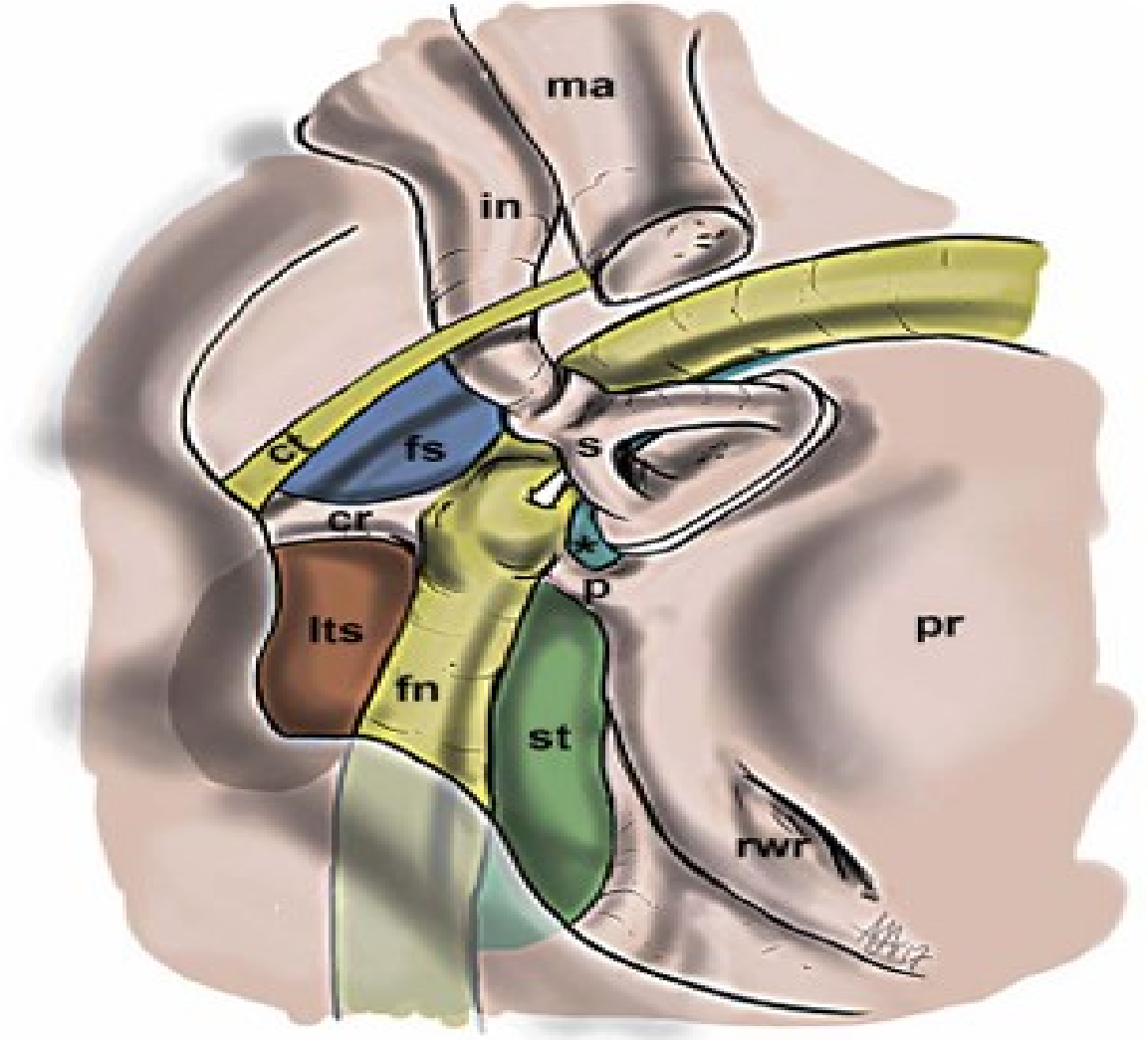

Figure 35 : *Oreille droite. Dessin représentant les limites anatomiques du sinus facial. * Sinus postérieur. Cr : crête cordale ; ct : corde du tympan ; fn ,nerf facial ; fs :sinus facial ; in :enclume ; lts :sinus tympanique latéral ; ma :marteau ; p :ponticulus ; pr :promontoire ; rwr :région de la fenêtre ronde ; s :étrier ; st :sinus tympanique (9).*

Le sinus facial peut avoir une profondeur variable :

- **Type A** : Petit sinus facial sans extension médiale et postérieure par rapport à la portion mastoïdienne du nerf facial.
- **Type B** : Sinus facial avec extension postérieure mais sans extension médiale par rapport à la portion mastoïdienne du nerf facial.
- **Type C** : Sinus facial avec extension médiale et postérieure par rapport à la portion mastoïdienne du nerf facial (5,9).

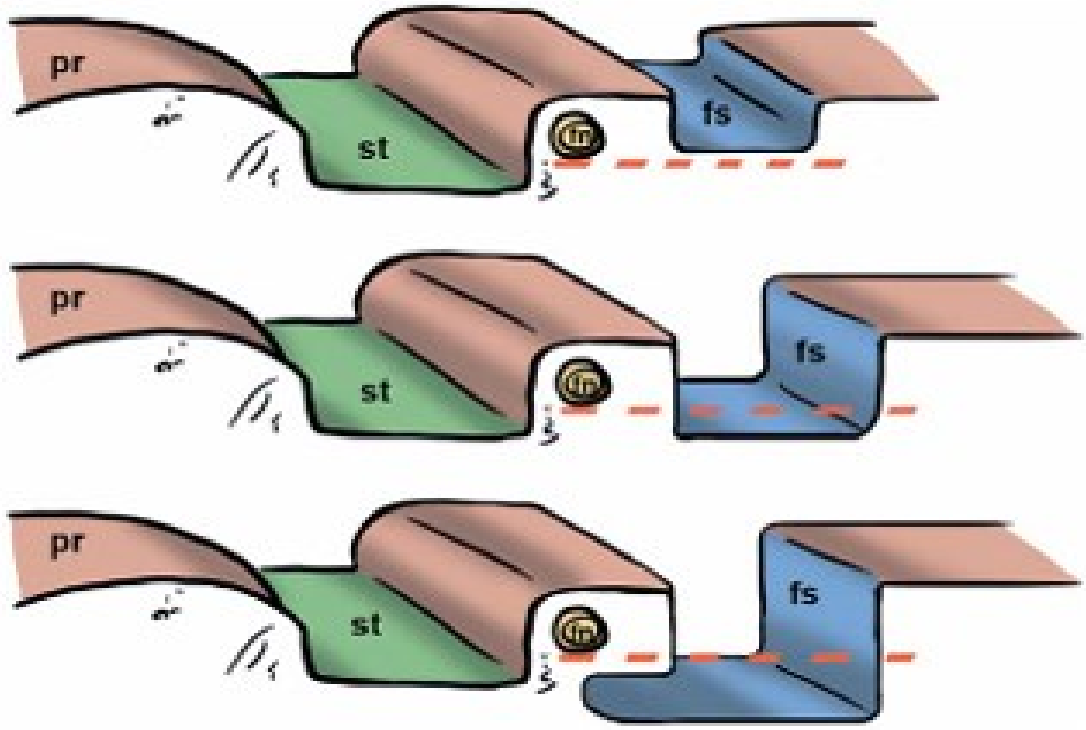

Figure 36 : *Classification de la profondeur du sinus facial. fn : nerf facial ; fs : sinus facial ; pr : promontoire ; st : sinus tympani (9).*

- La morphologie du sinus facial varie en fonction de la présence et du type de la crête cordale (5,9) :
- **Forme classique** : une crête cordale complète qui sépare le sinus facial du sinus tympani latéral.
- **Forme confluente** : la crête cordale est incomplète, en forme de pont ou absente. Le sinus facial communique avec le sinus tympani latéral

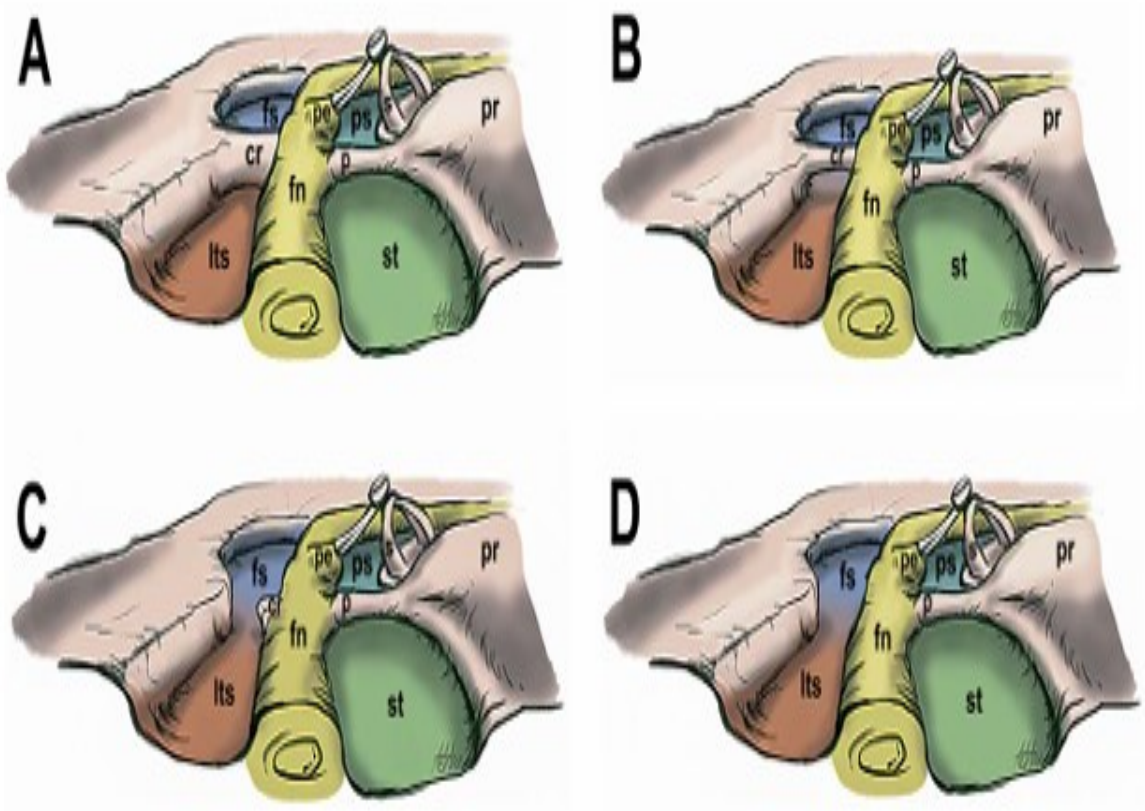

Figure 37 : Schéma des formes du sinus facial. (A) forme classique. (B) forme confluente avec une crête cordale en forme de pont. (C) forme confluente avec une crête cordale incomplète. (D) forme confluente avec une crête cordale absente. cr : crête cordale ; fn : nerf facial ; fs : sinus facial ; lts : sinus tympanique latéral ; p : ponticulus ; pe : éminence pyramidale ; pr : promontoire ; ps : sinus postérieur ; s : étrier ; st : sinus tympanique (9).

B. Rétrotympan inférieur :

1. Sinus sous tympani

C'est un sinus situé sous le sinus tympani, limité par le subiculum supérieurement, le finiculus inférieurement, latéralement par l'éminence styloïde, postérieurement et médialement par la capsule otique et ouvert antérieurement et médialement à la niche de la fenêtre ronde. L'aire concamerata et l'os fustis forment le plancher du sinus subtympanicus (5,7,11).

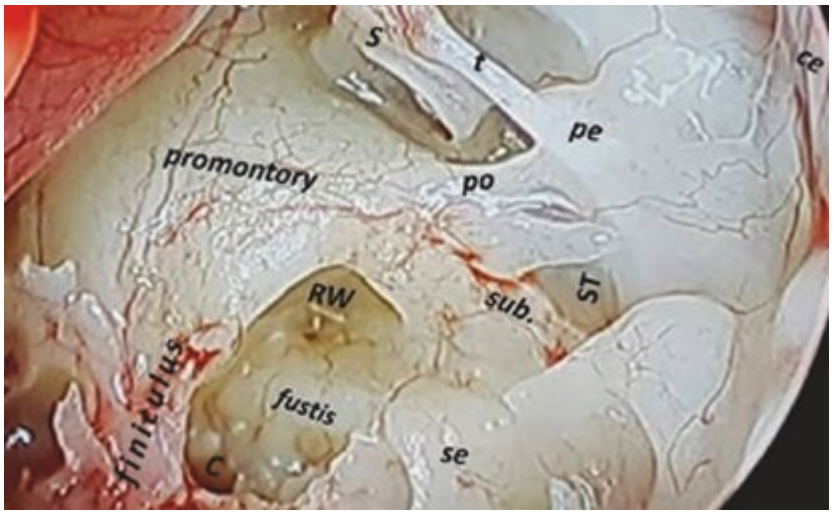

Figure 38 : *Vue endoscopique du rétrotympanum inférieure montrant les limites du sinus sous tympani .S,étrier ;t,tendon de l'étrier ; pe,éminenecepyramidale ; po,ponticulus ; ST,sinustympani ; sub,subiculum ; RW,fenetre ronde ; c,canal sous cochléaire ; se,éminence styloïde(5).*

La profondeur de cet espace est variable en fonction de la pneumatisation des espaces rétrotympaniques. Le sinus sous tympanique peut être très profond s'étendant postérieurement par rapport à la troisième portion du nerf facial. Dans ces cas, la portion postérieure du sinus sous tympanique est sous la forme d'un renfoncement délimité latéralement par la saillie styloïde et la troisième portion du nerf facial et médialement par le labyrinthe osseux (7,11).

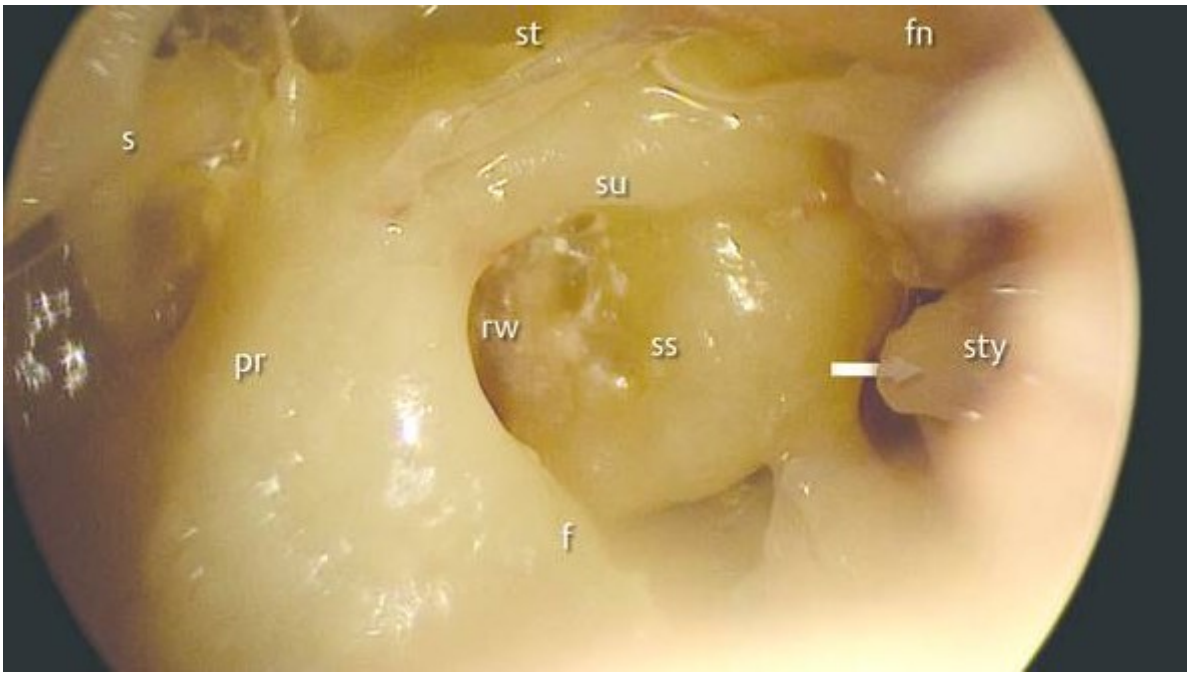

***Figure 39**: Oreille gauche. Grossissement endoscopique du sinus sous tympanique (endoscope 0°) pour montrer l'extension postérieure de ce sinus médialement au complexe styloïde (flèche blanche). f, finiculus ; pr, promontoire ; su, subiculum ; rw, fenêtre ronde ; st, sinus tympanique ; s, étriers ; fn, nerf facial ; ss, sinus subtympanique ; sty,eminenece styloïde(7).*

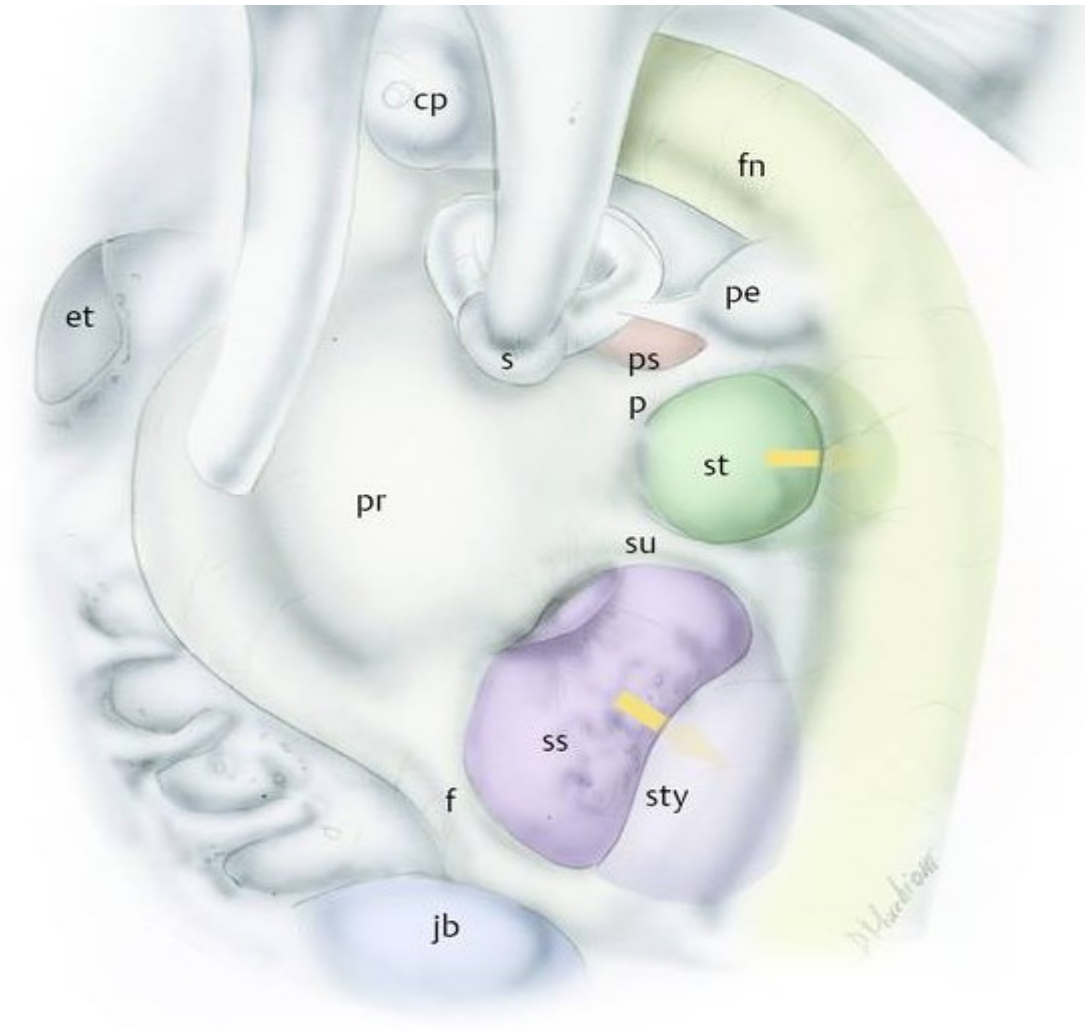

Figure 40 : *Oreille gauche. Dessin montrant l'anatomie du sinus sous-tympanique et du rétrotympan. Les flèches orange montrent l'extension postérieure du sinus tympani et du sinus subtympanicus. f, finiculus ; pr, promontoire ; su, subiculum ; st, sinus tympanique ; s, étriers ; fn, nerf facial ; ss, sinus subtympanique ;sty, éminence styloide; cp, processus cochléariforme ; jb, bulbe jugulaire ; ET, trompe d'Eustache ; ps, sinus postérieur ;pe, éminence pyramidale ; p, Ponticulus(7).*

La morphologie du sinus sous tympanique varie avec le type du subiculum et avec la présence et le type du finiculus (sustentaculum promontorii). Le finiculus est une crête osseuse qui relie le pilier antérieur de la niche de la fenêtre ronde au bulbe jugulaire qui sépare le sinus sous tympanique et l'hypotympan. Il peut être absent, sous forme de crête ou de pont :

- **Forme classique** : le finuculus est complet et sépare le sinus sous tympanique et l'hypotympan.
- **Forme confluente** : le finuculus est incomplet absent ou en forme de pont . Le sinus sous tympanique communique avec l'hypotympan (7,11)

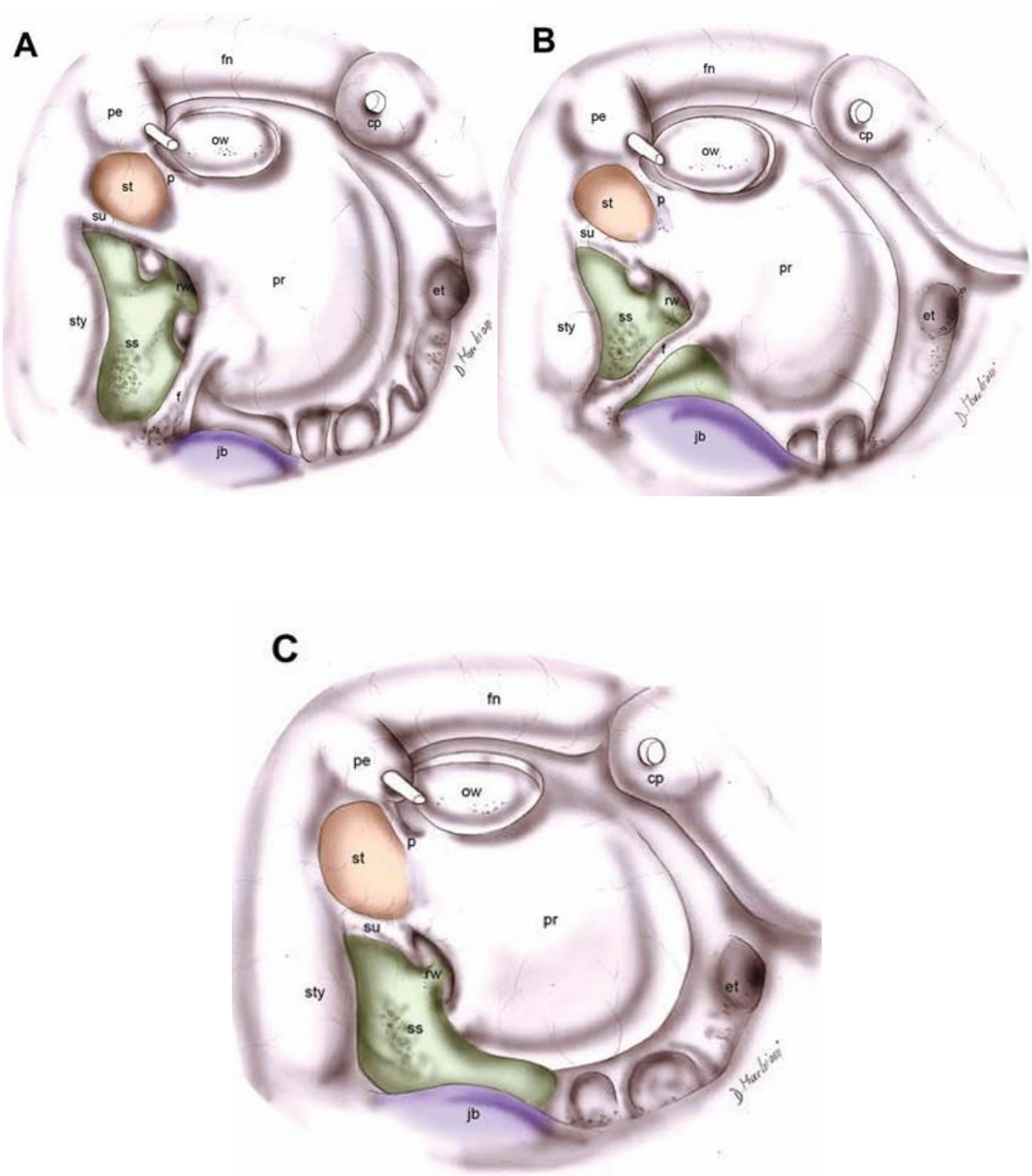

Figure 41** : Variations anatomiques du finiculus. Côté droit. (A) Finiculus en crête. (B) Finiculus en pont. (C) Finiculus absent. fn : nerf facial ; pe : eminence pyramidal ; ow :fenêtre ovale ; cp : processus chocléaire ; st : sinus tympanique ; p : ponticulus ; su : subiculum ; rw : fenêtre ronde ; pr : promontoire ; et : trompe d'Eustache ; sty : complexe styloïde ; ss : sinus soustympanicus ; f : finiculus ; jb : bulbe jugulaire **(11).

2. Fustis

Le fustis est une structure osseuse lisse qui forme le plancher de la chambre de la fenêtre ronde et indique l'entrée de la niche de la fenêtre ronde.

Elle relie la proéminence styloïde avec le tour basal de la cochlée. La zone concamerata de Proctor a été définie comme une zone anatomique composée de cellules osseuses développées autour de l'os fustis (5,11,12).

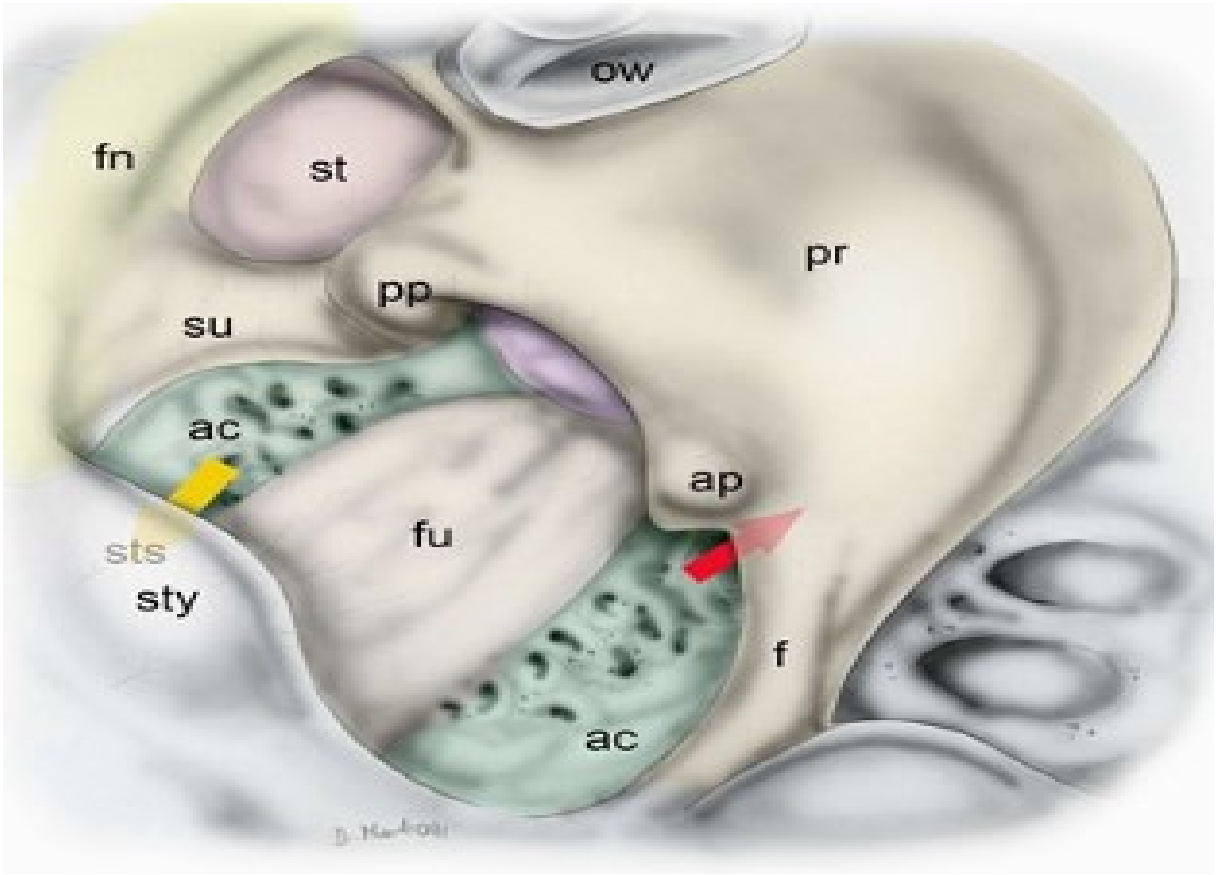

Figure 42**: Schéma anatomique du rétrotympan et du canalicule sous-cochléaire, (flèche rouge). pp pilier postérieur, ap pilier antérieur, , ac zone concamérée, f finiculus, su subiculum, fu fustis, sty complexe styloïde, fn nerf facial, pr promontoire, st sinus tympani, ow fenêtre ovale, sts sinus sous tympanique (flèche jaune) **(12).

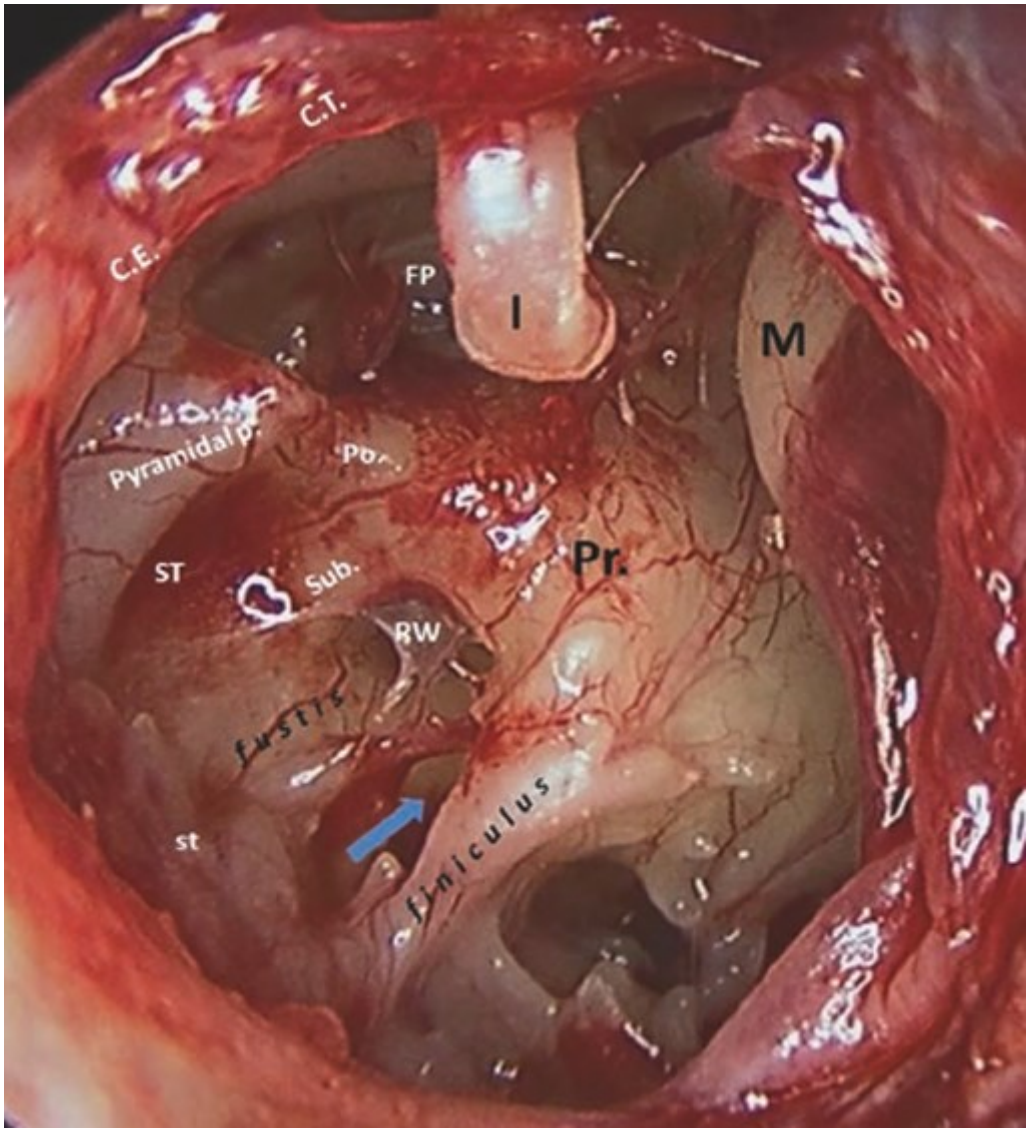

Figure 43 *: Vue endoscopique des structures anatomiques du rétrotympan inférieur.st,éminenece ;styloïde ;RW,fenetreronde ;sub,subiculum ;ST,sinusty mpani ;po,ponticule ;Pr,promotoire ;FP,platine de l'étrier ;I,enclume ;M,marteau(5).*

Il présente deux conformations anatomiques (11,12,13) :

- **Type A** : le fustis a une direction oblique et pointe la membrane de la fenêtre ronde ; après avoir coupé la membrane, nous pourrons identifier la rampe tympanique.

Dans une fustis de type A, la direction de la fustis mène à la scala tympani.

- **Type B** : le fustis provient de la proéminence styloïde en arrière et passe sous la membrane de fenêtre ronde en avant, la limite antéro-supérieure du fustis délimite le bord antérieur de la membrane de fenêtre ronde.

Dans une fustis de type B, la limite antéro-supérieure de la fustis se trouve juste sous la scala tympani et représente le plancher de la scala tympani

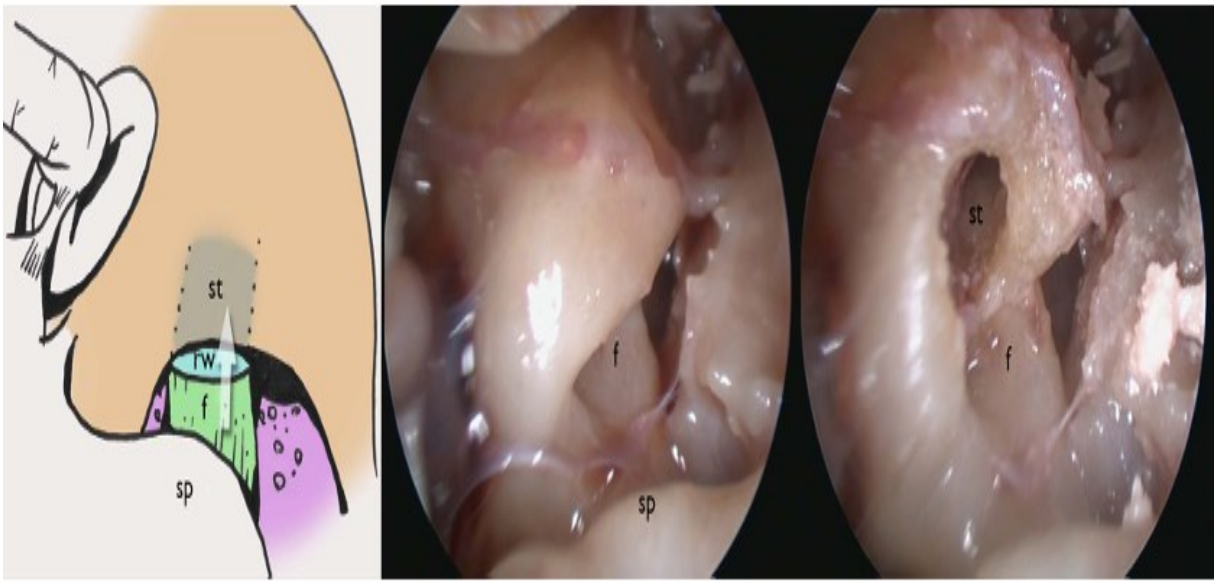

Figure 44 : *Fustis de type A.f fustis ,sp styloid proeminence,sp : proéminence styloïde ,st :scala tympani rw:fenêtre ronde* ***(13).***

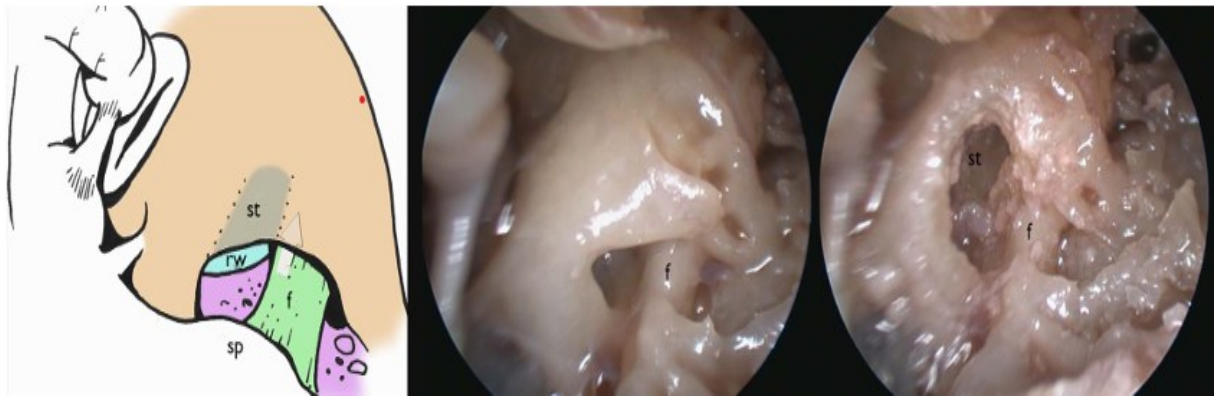

Figure 45: *Fustis de type B. f, fustis, sp, proéminence styloïde, st, scala tympani, rw, fenêtre ronde****(13).***

3. Fenêtre ronde

La niche de la fenêtre ronde est une structure osseuse formant l'entrée de la membrane cochléaire. Elle est située entre le subiculum en position postérieure et légèrement supérieure, et le finiculus en position antérieure et légèrement inférieure. Elle est de forme triangulaire, délimitée par le pilier postérieur, le tegmen et le pilier antérieur. Au sommet de cette forme triangulaire se trouve la membrane de la fenêtre ronde dont la partie interne s'ouvre dans la scala tympanique du tour basal de la cochlée. Le tegmen a été défini comme le bord dorsolatéral oblique du promontoire, formant un bord convexe au-dessus de l'entrée de la fenêtre ronde. Le pilier postérieur a été défini comme un pilier situé près du bord osseux de l'entrée de la niche de la fenêtre ronde, dans son aspect postérieur et supérieur formant un angle aigu avec le tegmen. Le pilier antérieur a été défini comme un pilier situé dans la partie antérieure et supérieure de la niche de la fenêtre ronde, fusionnant avec la portion antérieure du tegmen (12,13).

La chambre de la fenêtre ronde est un espace tridimensionnel situé entre la niche et la membrane de la fenêtre ronde. Une pseudomembrane est parfois présente au niveau de la niche (12,13).

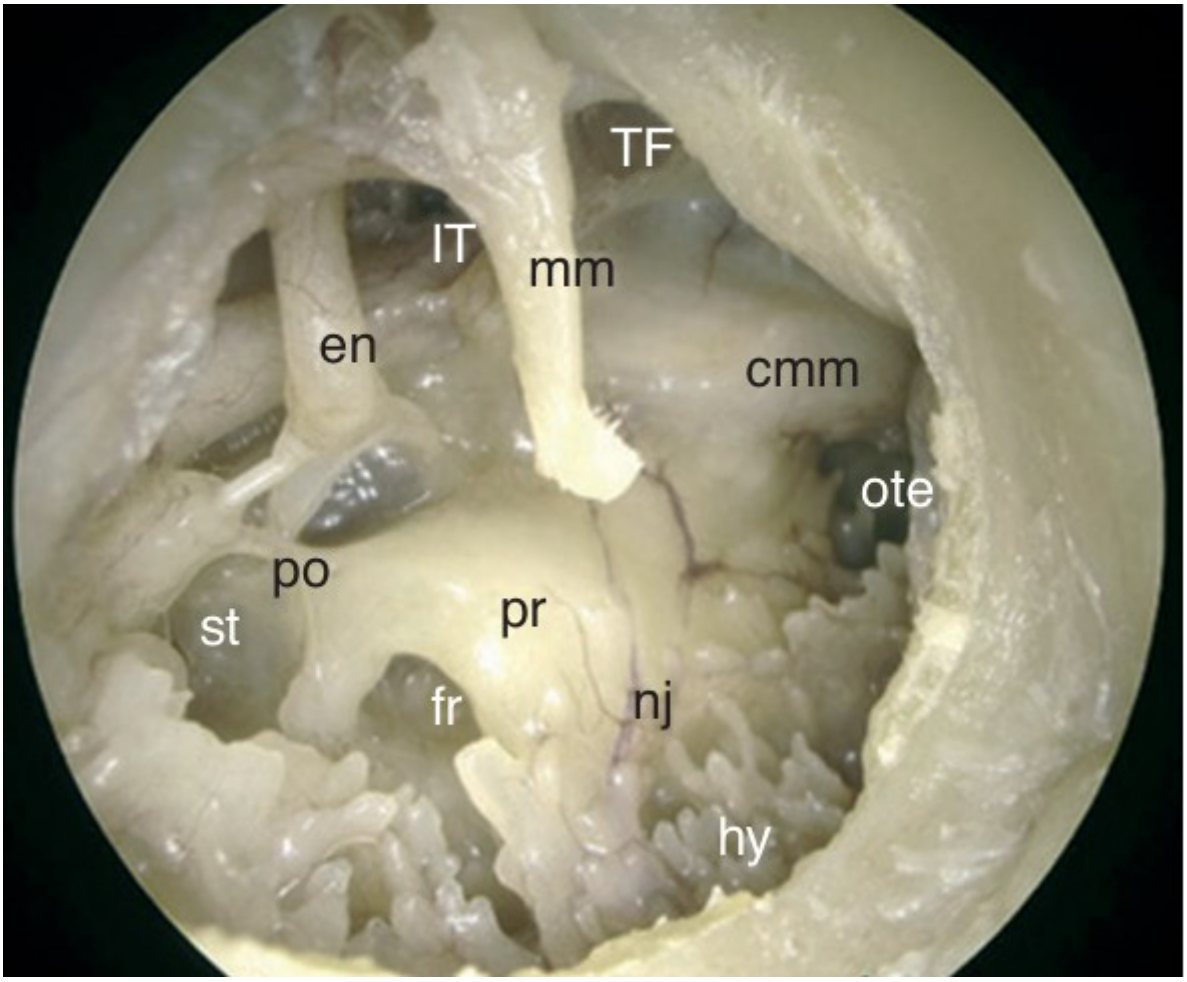

Figure 46 : *Vue endoscopique transcanalaire de la fenêtre ronde . IT,: isthme tympanique ; TF , tensor fold ; cmm , canal du muscle du marteau ; en, enclume; fr : fenêtre ronde ; hy , hypotympanum; nj , nerf de Jacobson ; mm , manche de marteau ; ote , orifice de la trompe d'Eustache ; po , ponticulus ; pr , promontoire ; st ,sinus tympani* ***(11).***

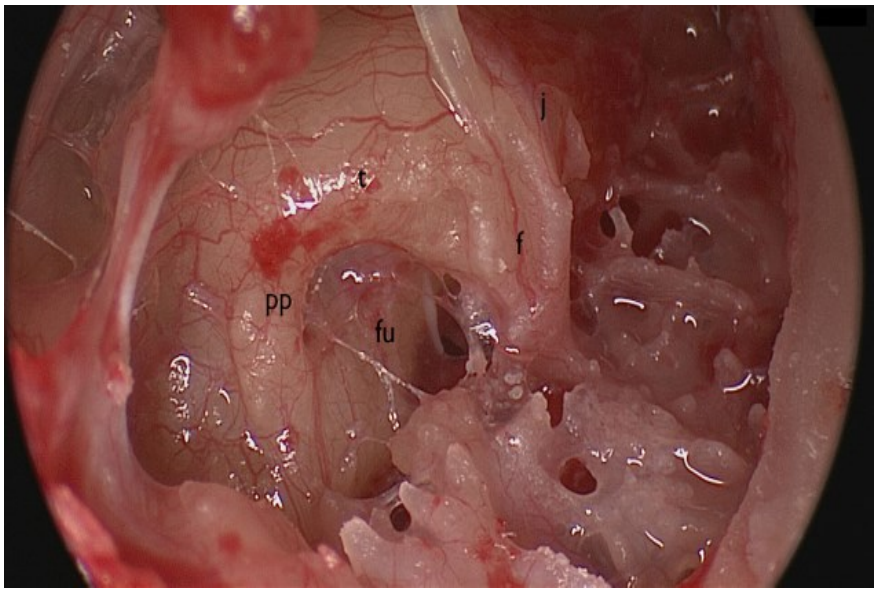

Figure 47 : *Oreille droite. Anatomie endoscopique du rétrotympan inférieur. Fu, fustis ;t ,tegmen ; pp, pilier postérieur ; f, finiculus ; j ,nerf de Jacobson* ***(13).***

Le bord libre du tegmen de la fenêtre ronde présente trois types de conformations (12,13). :

- Un bord libre bien formé du tegmen confluent postérieurement avec le pilier postérieur et antérieurement avec le pilier antérieur ; chez ces sujets, la membrane de la fenêtre ronde est détectée et visible à l'endoscopie.
- Un bord libre bien formé du tegmen confluent avec les piliers antérieur et postérieur. Cependant, en raison de l'angle de cette structure anatomique, la membrane de la fenêtre ronde est recouverte par le tegmen et l'endoscope ne permet pas une observation directe de la membrane.
- Un bord libre du tegmen de la fenêtre ronde est hypertrophié et saillant médialement, masquant la membrane et la chambre de la fenêtre ronde. La membrane de la fenêtre ronde n'était pas visible à l'endoscopie.

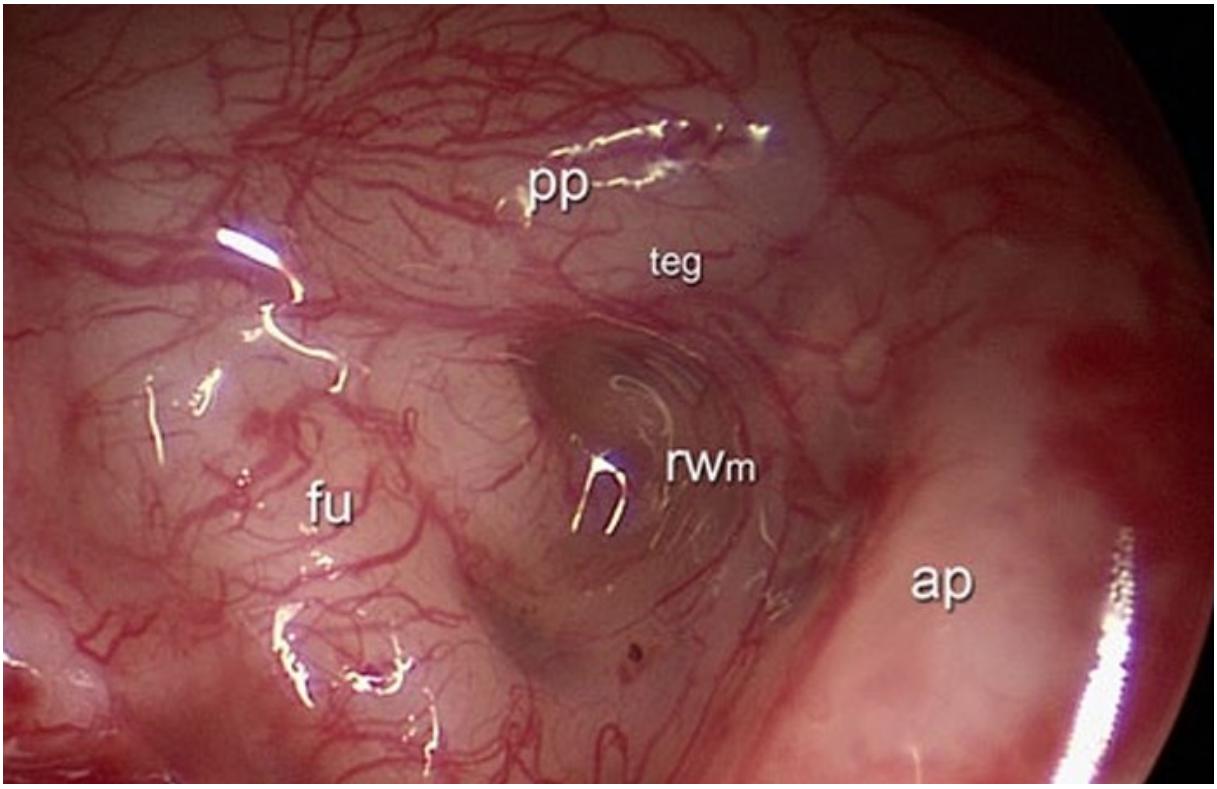

Figure 48 : *Vue endoscopique de l'oreille droite. le tegmen de la niche de la fenêtre ronde ne recouvre pas la membrane et l'endoscope à 0° permet de détecter directement la membrane de la fenêtre ronde. Pe pyramidal eminence, pp pilier postérieur, ap pilier antérieur, teg tegmen, fu fustis, sty styloid prominence, f finiculus, su subiculum, rwm membrane de la fenêtre ronde (13).*

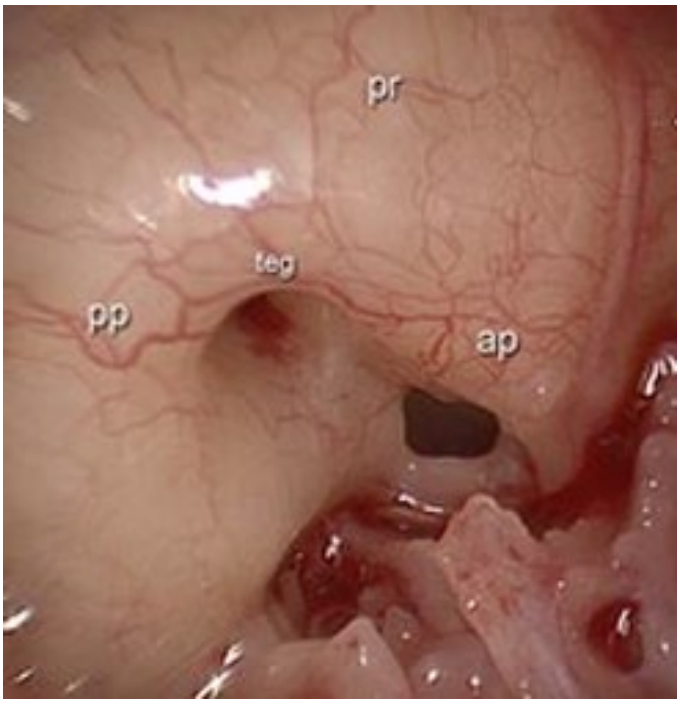

Figure 49 *: Vue endoscopique de l'oreille moyenne. Le tegmen est hypertrophié obscurcissant la niche de la fenêtre ronde, il n'est pas possible de détecter la membrane de la fenêtre ronde. pp pilier postérieur, ap pilier antérieur, teg tegmen, pr promontoire* ***(12).***

4. Canalicule sous-cochléaire

Entre le fustis et le finiculus, on observe souvent un canalicule sous-cochléaire, qui est un tunnel osseux pneumatique inconstant reliant la chambre de la fenêtre ronde à l'apex pétreux (12).

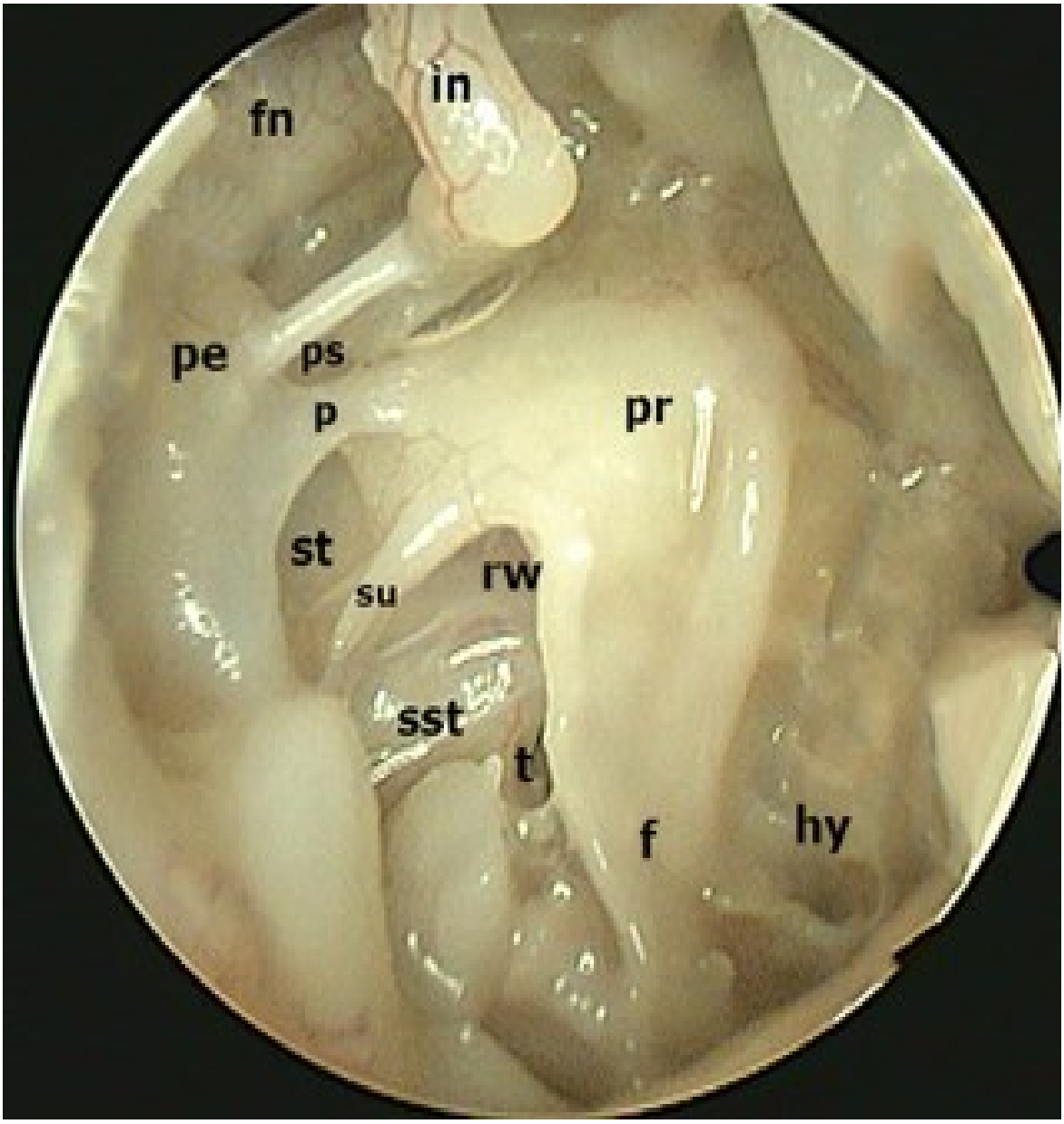

Figure 50 : *Oreille droite. Vue endoscopique montrant les crêtes osseuses du rétrotympan et le canal sous cochléaire. Remarquez le ponticulus en pont. fn nerf facial, in incus, pr promontoire, pe éminence pyramidale, ps sinus postérieur, p ponticulus, st sinus tympanique, su subiculum, sst sinus sous tympanique, f finiculus, t tunnel sous-cochléaire, hy hypotympanum, ow fenêtre ovale, rw région de la fenêtre ronde **(12).***

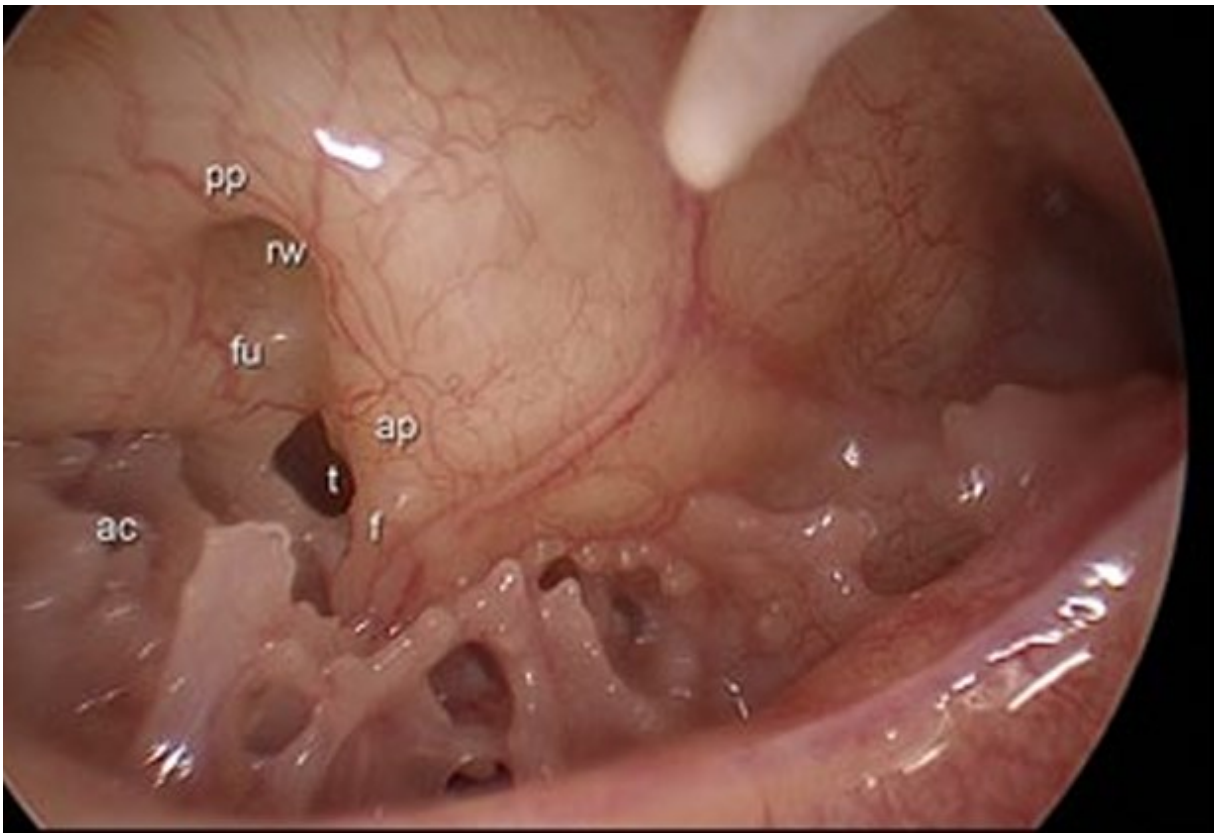

Figure 51 : *Oreille droite .Vue endoscopique d'un canalicule sous-cochléaire entre le fustis et le finicule. ap, pilier antérieur, pp, pilier postérieur, rw, fenêtre ronde, t, tunnel du canalicule sous-cochléaire, ac, zone concamerata, f, finiculus , fu, fustis(12).*

Trois types différents de canalicules sous-cochléaires ont été décrits:

- **Type A** : un tunnel profond se dirigeant vers l'apex pétreux détectable à l'endoscopie,
- **Type B** : un petit tunnel avec une connexion à l'apex pétreux non détectable à l'endoscopie.
- **Type C** : aucune connexion entre la chambre de la fenêtre ronde et l'apex pétreux (12,13).

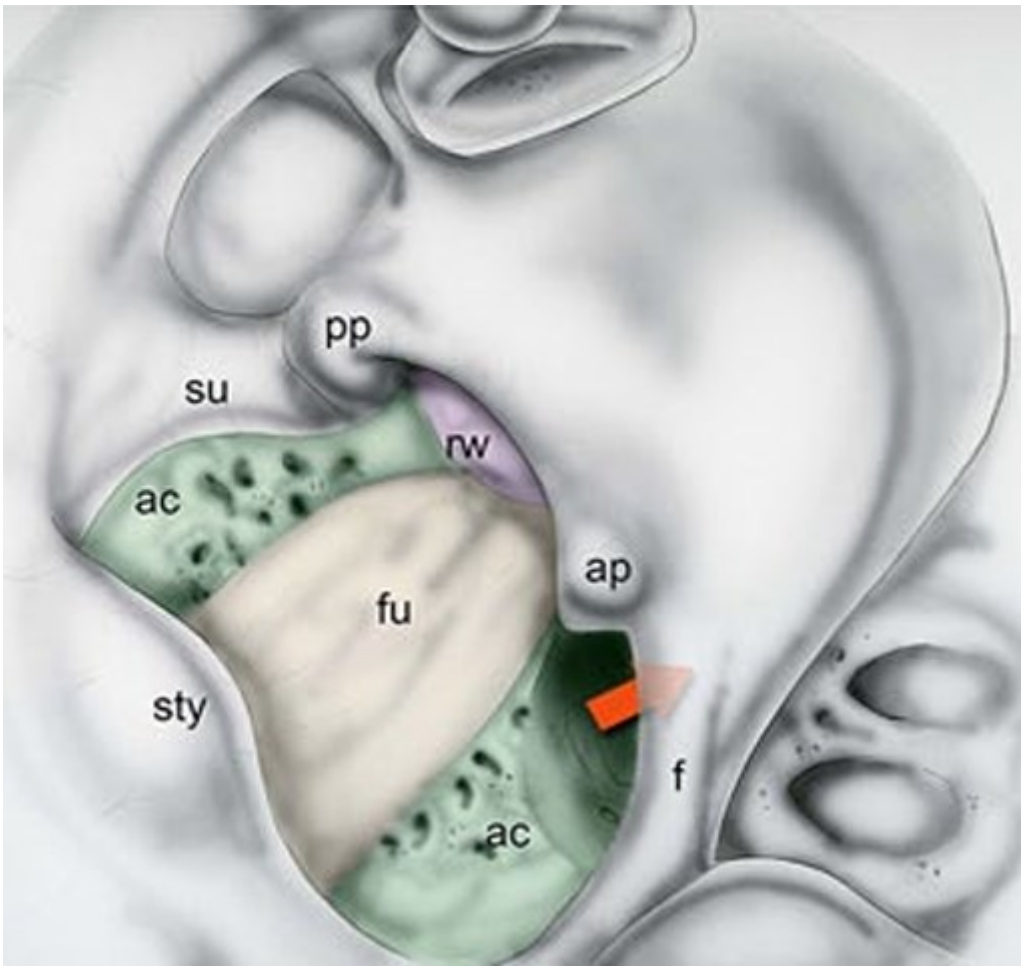

Figure 53** : schéma d'un canalicule sous-cochléaires de type A **(12).

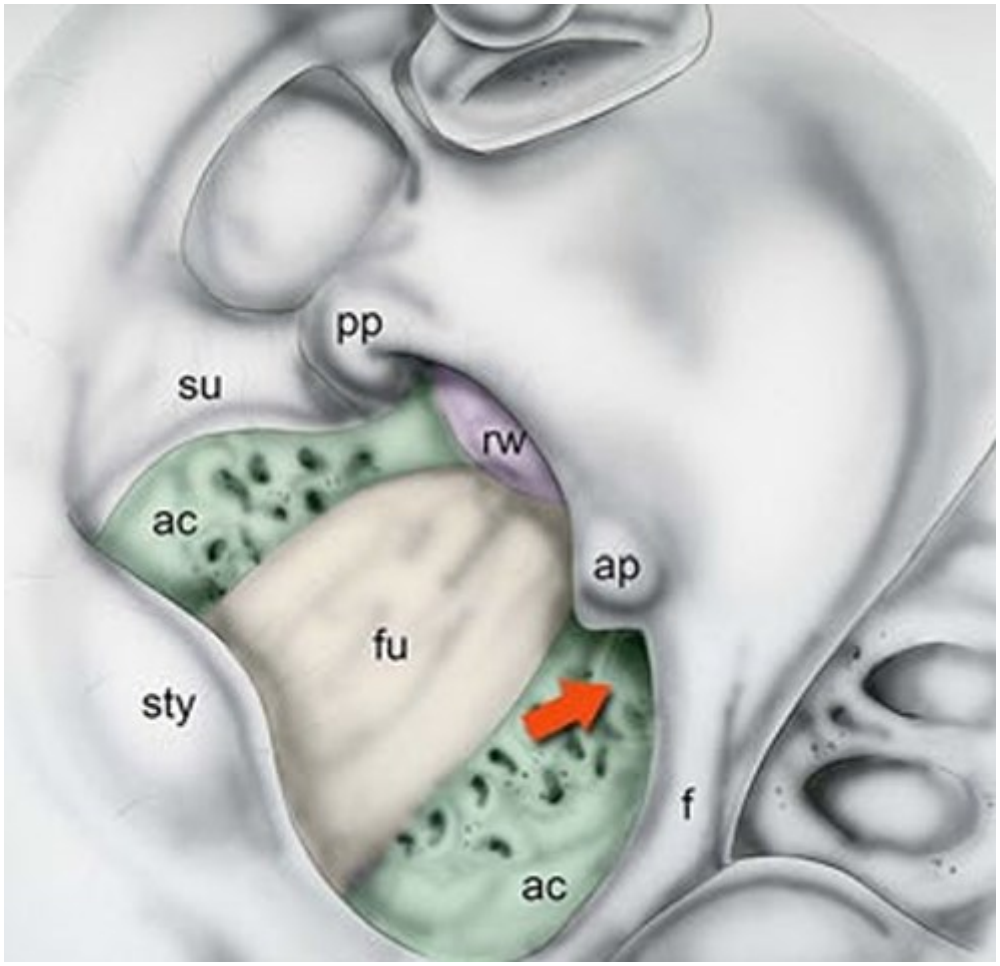

Figure 54 *: schéma d'un canalicule sous-cochléaires de type B* ***(12).***

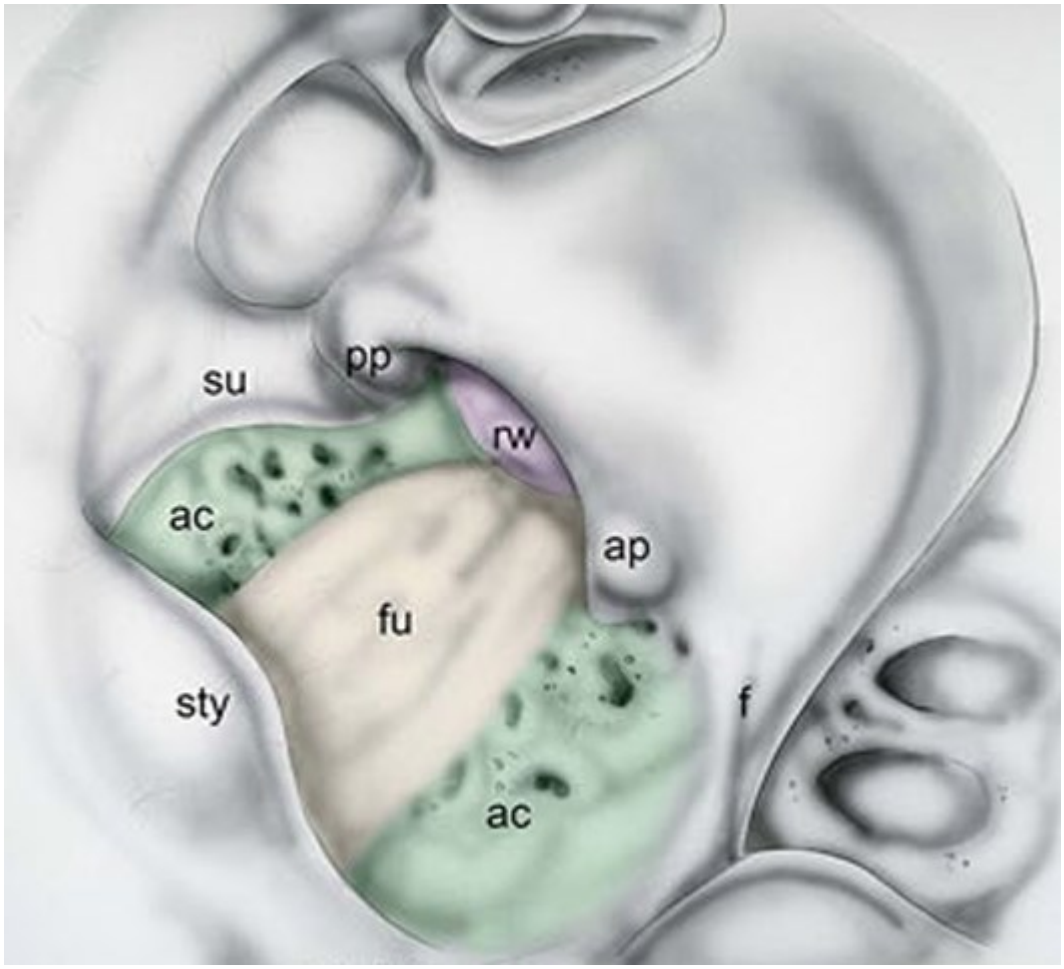

Figure 55 *: schéma du canalicule sous-cochléaires de type C* ***(12).***

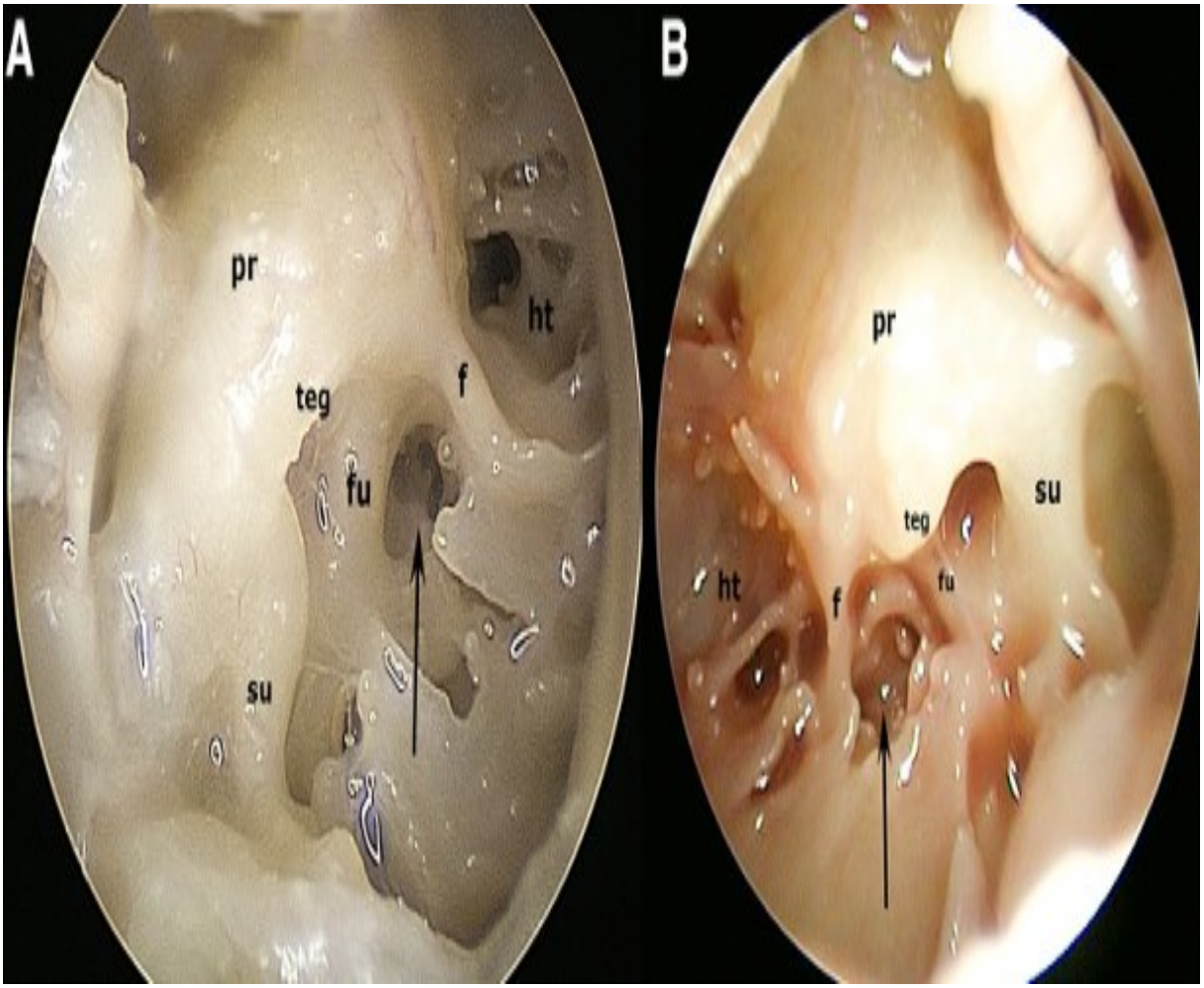

Figure 56 *: Vue endoscopique. (A) Oreille droite, canal sous cochléaire (SC) bien perceptible de type A.(B) Oreille gauche, canal sous chocléaire de type B présent et la connexion avec l'apex est non détectable. pr,promontoire ; teg, tegmen ; fu, fustis ; su subiculum ; f finiculus ; ht, hypotympanum ; la flèche noire indique le SC* ***(12).***

II. ANATOMIE ENDOSCOPIQUE DE L'EPITYMPAN

L'espace épitympanique est une portion pneumatisée de l'os temporal, située au-dessus d'un plan imaginaire passant par la courte apophyse du marteau, supérieure au méso tympan (5,7,15,16).

Il présente plusieurs parois :

- Paroi supérieure correspond au tegmen tympani.
- Paroi inférieure est formée par la courte apophyse du marteau.
- Paroi latérale de l'attique est formée en bas par la membrane de Shrapnell et en haut par un mur osseux, appelé le mur de la logette.
- Paroi médiale correspond au canal semi-circulaire latéral situé au-dessus du segment tympanique du nerf facial et du muscle tenseur du tympan. Elle peut être pneumatisée par le tractus cellulaire supralabyrinthique
- Paroi postérieure est occupée presque entièrement par l'aditus ad antrum. Elle fait 5 à 6 mm et fournit une communication entre l'antre et le reste de la cavité tympanique.
- Paroi antérieure est formée par la racine antérieure de l'arcade zygomatique ou le pli tenseur du tympan lorsqu'il est vertical.

Anatomiquement l'attique ou épitympan peut être divisé par le diaphragme tympanique en une unité supérieure située au-dessus du diaphragme tympanique et une unité inférieure (espace de Prussak), située en dessous du diaphragme tympanique (5,7,15,16).

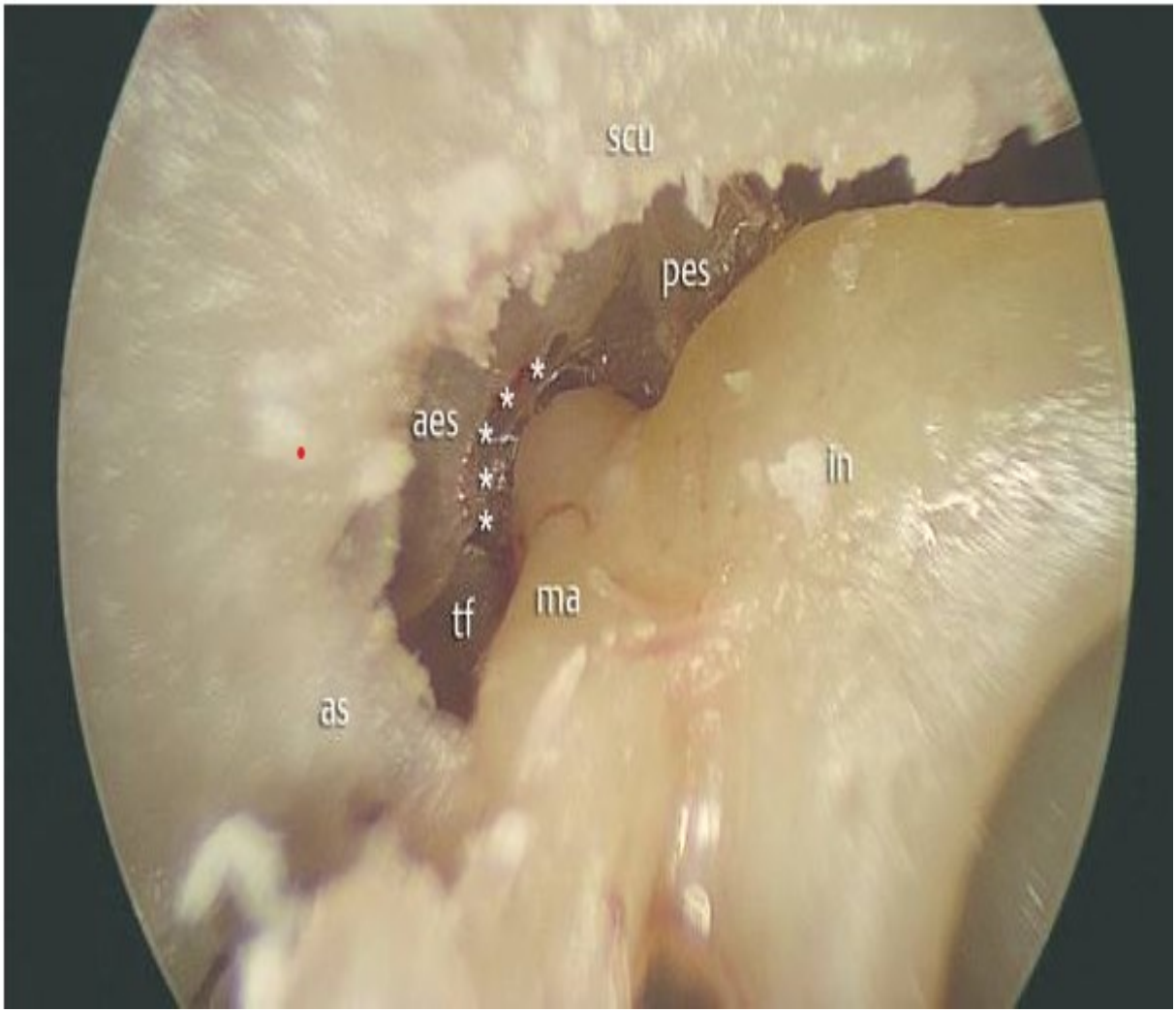

***Figure 57** : Vue endoscopique (endoscope à 45°) de l'oreille gauche montrant les compartiments de l'unité supérieure de l'épitympan . aes :épitympan antérieur ; pes, épitympan postérieur ; * cog ; tf, pli tenseur (bord supérieur) ; as, épine antérieure ; scu, scutum ; ma, marteau ; in, incus (7).*

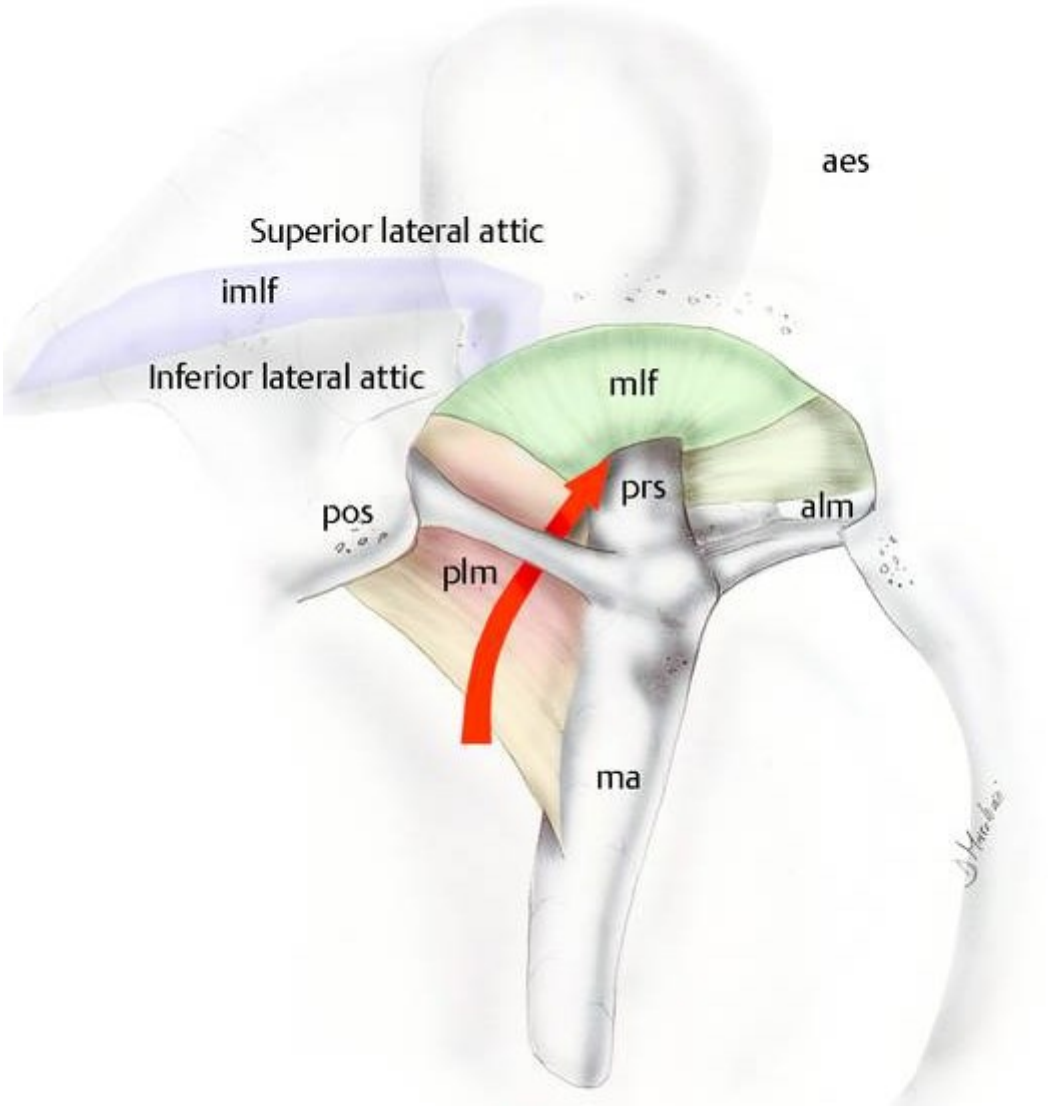

***Figure 58**: Dessin représentant les unités inférieure et supérieure de l'attique. (flèche rouge montrant la voie de ventilation de l'espace de Prussak). ma, marteau ; aes, espace épitympanique antérieur ; prs, espace de Prussak ; plm, ligament postérieur du marteau ; mlf, pli malléolaire latéral ; imlf, pli incudomalléolaire latéral ; pos, épine postérieure ; alm, ligament antérieur du marteau (7).*

A. Diaphragme tympanique

Le diaphragme tympanique est constitué de quatre plis ligamentaires et de deux plis membraneux ainsi que du marteau et de l'enclume. Il sépare l'unité supérieure de l'attique en haut du mésotympan et de l'unité inférieure (l'espace de Prussak) en bas. L'aération de l'attique se fait par une ouverture de 2,5 mm dans le diaphragme appelée isthme tympanique. Ce dernier est divisé en deux parties par le pli incudal médial.

L'ensemble de l'attique est ventilé par isthme tympanique. Cependant l'espace du prussak est ventilé par la poche postérieure de Von Troltsch(7,15,23).

1. Ligaments du diaphragme tympanique

Les plis ligamentaires du diaphragme tympanique comprennent les éléments suivants :

a. Ligament malléolaire postérieur

L'annulus est un anneau fibro-cartilagineux dense auquel s'attachent les fibres radiales de la membrane tympanique. Les fibres médiales s'attachent à l'épine prétympanique en arrière et passent en avant pour s'attacher au col et à la partie postéro-médiale du tiers supérieur du manche du marteau. Il s'agit du ligament malléolaire postérieur, qui forme le bord médial de la poche postérieure de Von Troeltsch, tandis que le bord latéral est formé par la membrane tympanique. La poche postérieure est la principale voie de ventilation de l'espace de Prussak. La contraction régulière du ligament malléolaire postérieur permet le passage de l'air, contribuant ainsi à la ventilation de l'espace de Prussak.

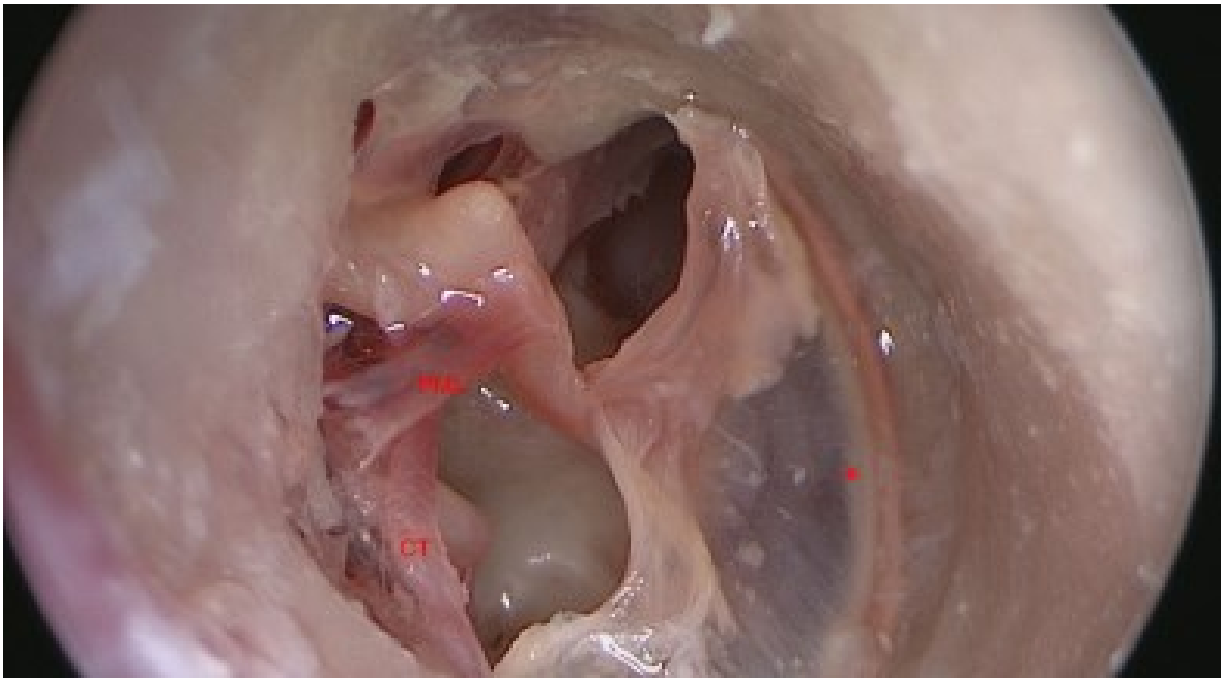

Figure 59**: Vue endoscopique d'une oreille droite montrant le ligament malléolaire postérieur (PML) et la corde tympanique (CT) **(17).

b. Ligament malléolaire latéral

Le ligament malléolaire latéral forme le toit de l'espace de Prussak. Il s'attache au marteau à la jonction de la tête et du col et se dirige vers le haut pour s'attacher sur tout le bord osseux de l'échancrure de Rivinus. Ce ligament présente parfois une déhiscence par laquelle l'espace de Prussak communique avec l'espace malléolaire latéral.

c. Ligament antérieur malléolaire.

Avec la strie malléolaire postérieure, le ligament malléolaire antérieur sert d'axe de rotation aux osselets. Ce ligament s'attache postérieurement entre le col et l'apophyse malléolaire antérieure du marteau à l'épine tympanique antérieurement. La corde du tympan et l'artère tympanique antérieure passent le long de son bord médial.

d. Ligament incudal postérieur.

La pointe de l'apophyse courte de l'enclume est fermement fixée à l'os environnant, latéralement et médialement, par le ligament incudal postérieur.

2. Plis membraneux

Les plis membraneux du diaphragme épitympanique sont les suivants :

a. Pli tenseur

Le pli tensoriel est un pli membraneux fin dont la position anatomique est variable. Il s'agit d'une membrane convexe qui s'étend du canal du tenseur du tympan à la partie latérale de l'attique. Postérieurement, il est attaché au tendon du tenseur et à l'apophyse cochléariforme, tandis que son attache antérieure est le toit du zygoma. Il a une position stratégique car il empêche la communication entre le récessus supra-tubaire, le mésotympan et la partie sus-jacente de l'epitympan antérieure.

Lorsque le pli tenseur est complet, la seule voie de ventilation de l'AES passe par l'isthme. Lorsqu'il est incomplet (figure 83), il permet une voie de ventilation alternative depuis le récessus supratubaire directement vers l'épitympan antérieur (7,18).

Selon l'attache antérieure il se présente sous trois types (18) :

Type A : le pli tenseur a une orientation verticale et s'insère sur la crête transversale (cog). La cavité supratubaire est large et caractérisée par une forme concave et lisse. L'espace épitympanique est composé d'un seul espace confluent avec la cavité supra-tubaire sans plan de division évident. Dans ce cas, le cog ne sépare pas l'espace épitympanique antérieur de l'espace épitympanique postérieur.

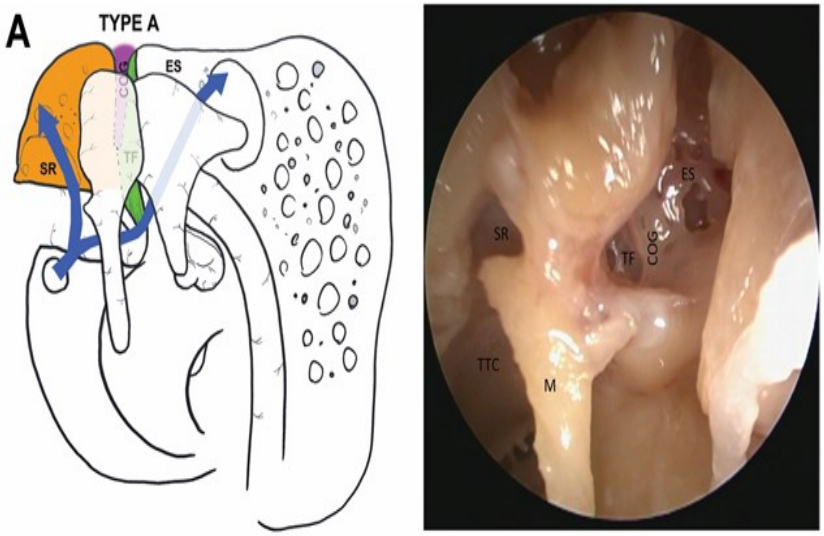

Figure 60 *: (A) Pli tensoriel vertical de type A. Flèches bleues : voies de ventilation; ES, espace épitympanique ; M, marteau; SR, récessus supratubaire ; TF, pli tensoriel ; TTC, canal du muscle tenseur du tympan* ***(18).***

Type B : le pli tenseur a une orientation oblique et s'attache au tegmen tympani. L'espace supratubaire et l'espace épitympanique antérieur sont tous deux bien définis et séparés par le pli tenseur.

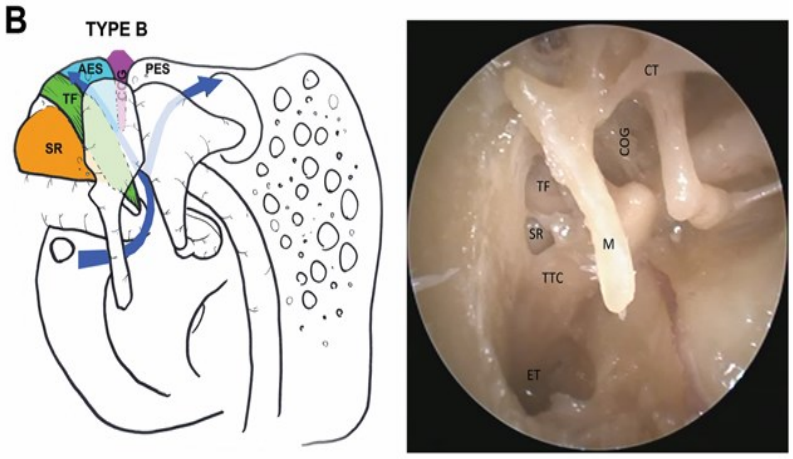

Figure 61 : *Pli tensoriel oblique de type B. Flèches bleues : voies de ventilation. AES, espace épitympanique antérieur ; CT, corde du tympan ; ET, trompe d'Eustache ; M, marteau ; PES, espace épitympanique postérieur ; SR, récessus supratubaire ; TF, pli tensoriel ; TT, tendon du muscle tenseur du tympan ; TTC, canal du muscle tenseur du tympan (18).*

Type C : le pli tenseur avait une orientation horizontale, s'attache au tenseur tympanique. Dans ce cas, l'espace supratubaire peut être très petit ou inexistant.

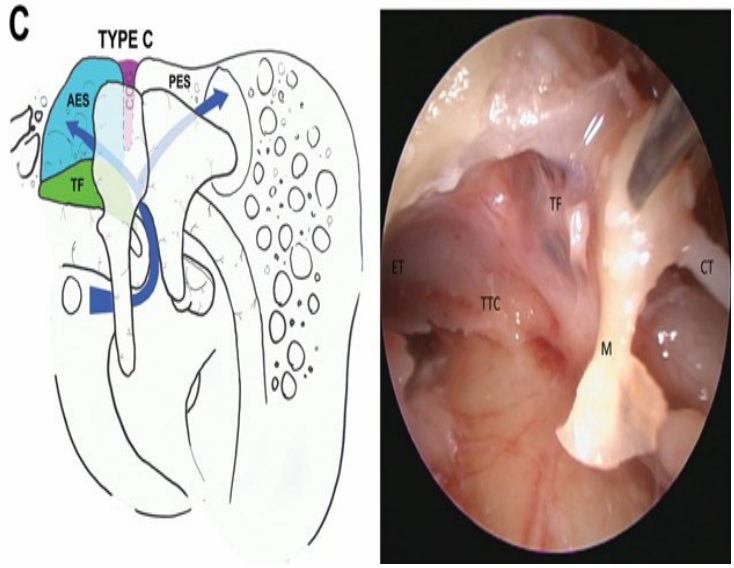

Figure 62 *: Pli tensoriel horizontal de type C. Flèches bleues : voies de ventilation. AES, espace épitympanique antérieur ; CT, corde du tympan ; ET, trompe d'Eustache ; M, marteau ; PES, espace épitympanique postérieur ; TF, pli tensoriel ; TT, tendon du muscle tenseur du tympan ; TTC, canal du muscle tenseur du tympan* ***(18).***

b. Pli incudo-malléolaire latéral.

C'est un mince repli membraneux transparent qui commence en arrière de la partie latérale du ligament incudal postérieur et se poursuit directement en avant entre l'apophyse courte de l'enclume et la paroi latérale de l'attique jusqu'au bord postérieur du marteau.

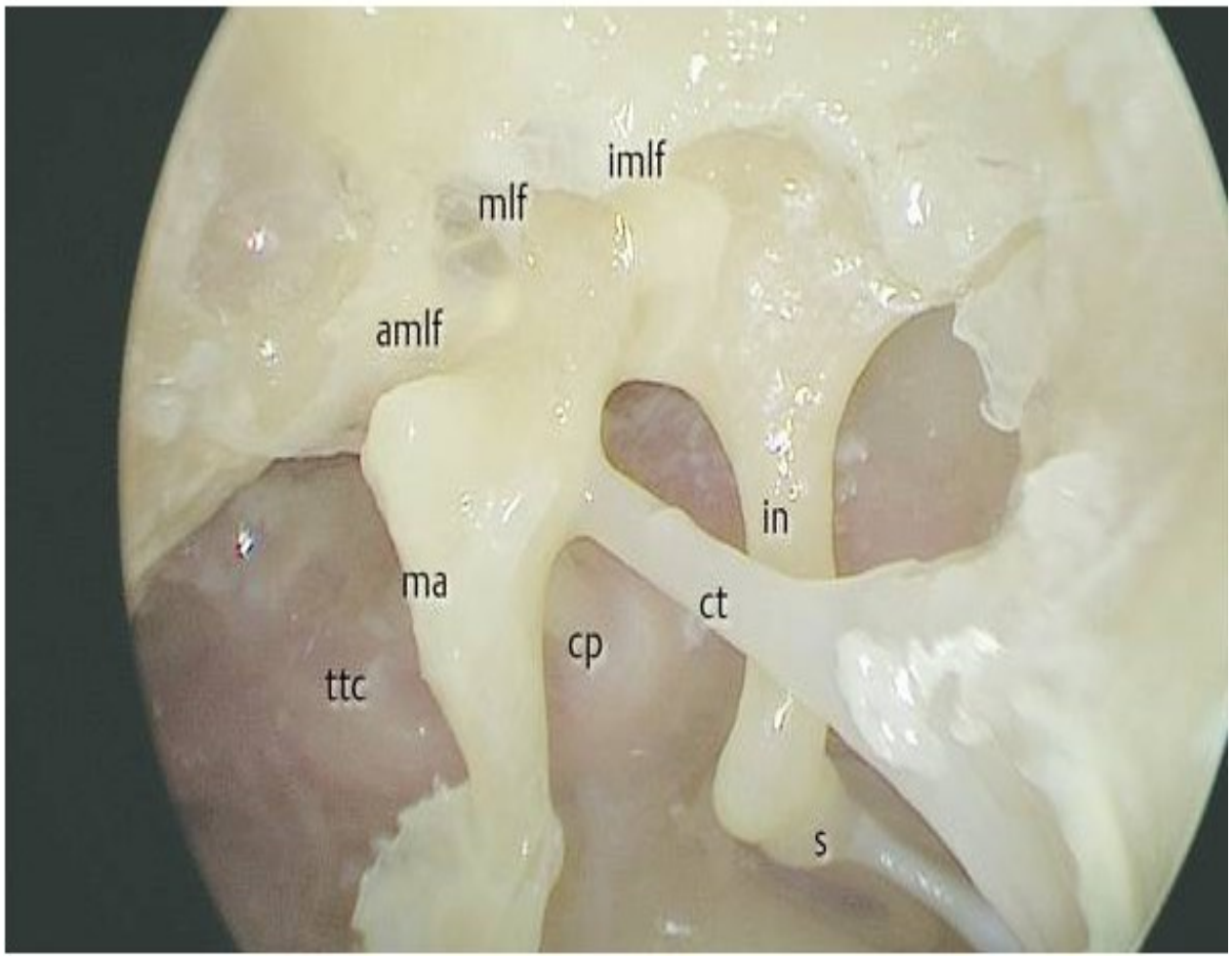

Figure 63 *: Vue endoscopique du diaphragme tympanique .ma, martau ; cp, processus cochléariforme ; amlf, pli ligamentaire antérieur du marteau ; mlf, pli latéral malléolaire ; imlf, pli latéral incudomalléolaire ; ct, corde du tympan ; ttc, canal du tenseur du tympan ; s, stapes ; in, incus* ***(21) .***

3. Isthme tympanique

L'isthme tympanique est un espace étroit et allongé dans le diaphragme tympanique qui relie l'attique au mésotympan. L'ensemble de l'attique est ventilé par cet isthme. Il s'étend du tendon du tenseur du tympan en avant, au ligament incudal postérieur en arrière et à l'éminence pyramidale en postero-inférieure. L'isthme tympanique est limité médialement par la paroi médiale de l'attique et latéralement par l'apophyse courte, le corps de l'enclume et la tête du marteau.

L'isthme tympanique est divisé en isthme antérieur et isthme postérieur par la longue apophyse de l'enclume.

- **Isthme antérieur de Proctor :** situé entre l'articulation incudo-stapédienne et l'apophyse cochléariforme.
- **Isthme postérieur de Proctor :** entre l'apophyse pyramidale et l'apophyse courte de l'enclume. C'est un espace étroit situé en arrière du ligament incudal postérieur et de la pointe de l'enclume. Il fait communiquer l'épitympanum et le mésotympanum (7 ,18) .

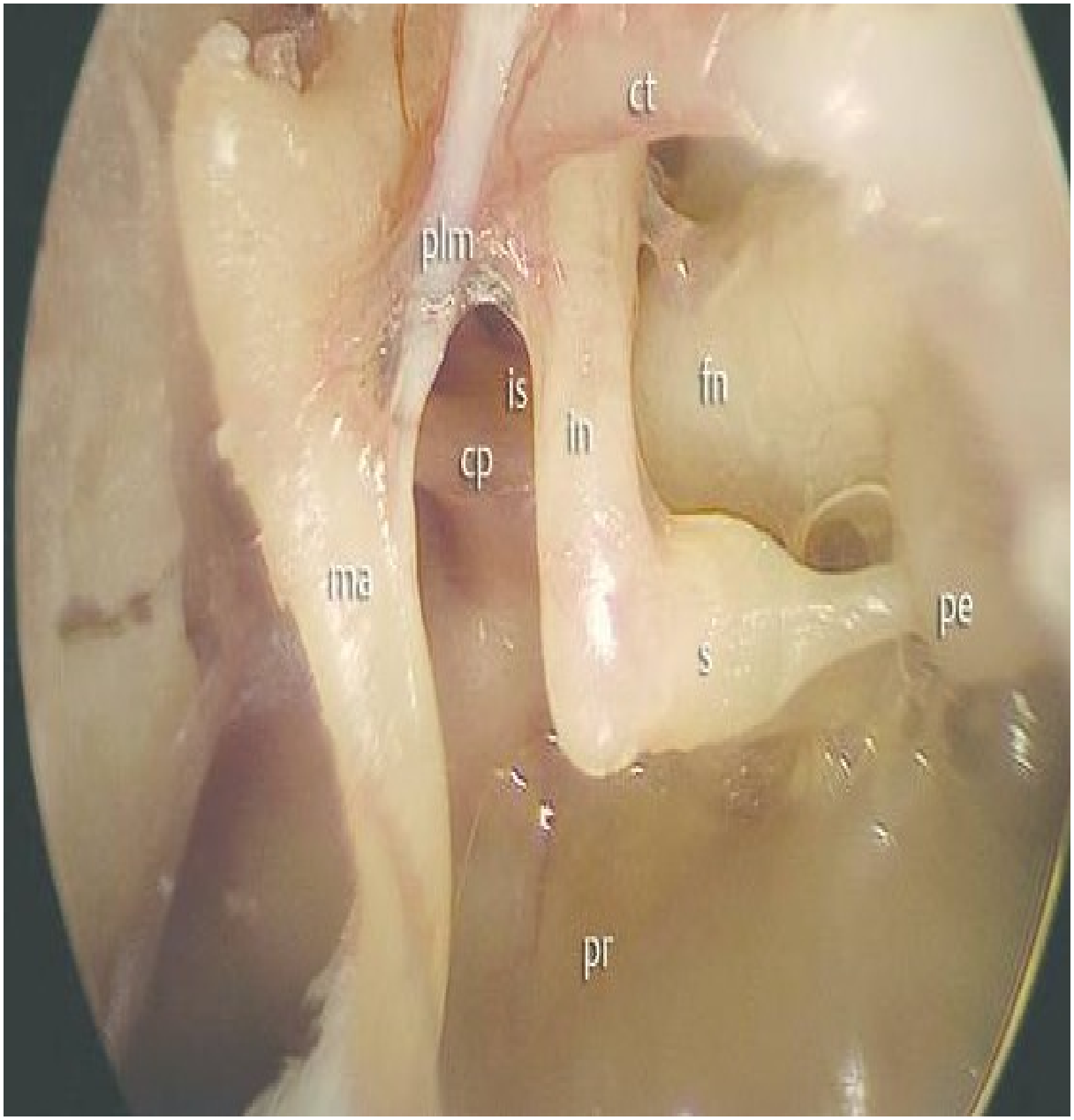

Figure 64 *: Vue endoscopique de l'oreille moyenne gauche montrant l'isthme antérieur de proctor . s, étriers ; cp, processus cochléariforme ; ma, marteau ; in, incus ; is, isthme ; fn, nerf facial ; pe, éminence pyramidale ; plm, ligament postérieur du marteau ; pr, promontoire ; ct, corde du tympan(7).*

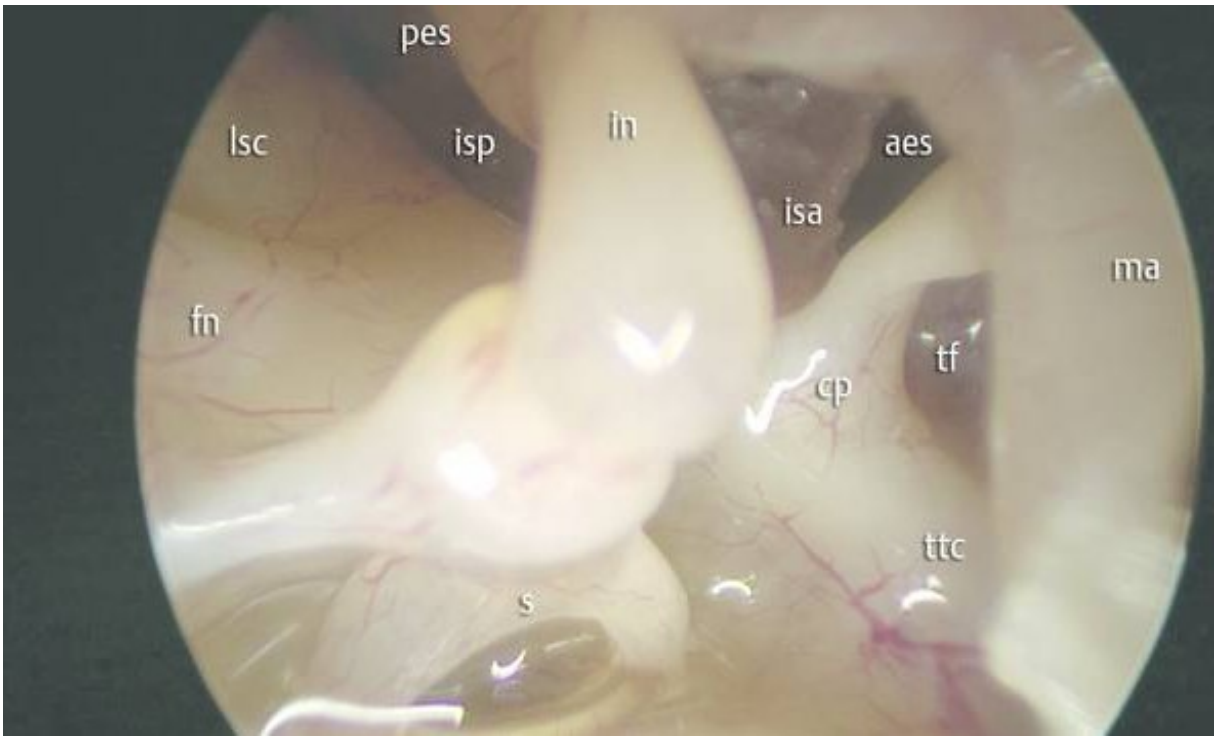

Figure 65 *: Vue endoscopique de l'isthme de Proctor. s, étriers ; cp, processus cochléariforme ; ma, marteau ; in, incus ; isp, isthme postérieur ; isa, isthme antérieur fn, nerf facial ; tf, pli tensoriel ; lsc, canal semi-circulaire latéral ; aes,épitympan antérieur ; pes, épitympan postérieur ; ttc, canal tenseur du tympan (7).*

B. Unité supérieure

L'unité supérieure de l'attique se trouve au-dessus du diaphragme tympanique. Le pli malléolaire latéral la sépare l'espace de Prussak. L'ensemble de l'attique supérieure est ventilé par l'isthme tympanique. Elle présente les limites suivantes :

- **Limite supérieure** : le tegmen tympan,
- **Limite inférieure** : la deuxième portion du nerf facial et
- **Limite latérale** : la paroi osseuse latérale de l'atticus et le diaphragme tympanique qui sépare l'unité supérieure de l'attique de l'unité inférieure de l'attique ou espace de Prussak
- **Limite médiale** : le diaphragme tympanique sépare l'unité supérieure de l'attique du mésotympan
- **Limite antérieure** : le zygoma
- **Limite postérieure** : communique avec la cavité mastoïde à travers l'aditus ad antrum (5,7,15,17).

L'unité supérieure est divisée par une crête transversale (cog) en deux compartiments (7,15,17) :

- **Espace tympanique postérieur (PES)** : grand et postérieur
- **Espace épi tympanique antérieur (AES)** : petit et antérieur

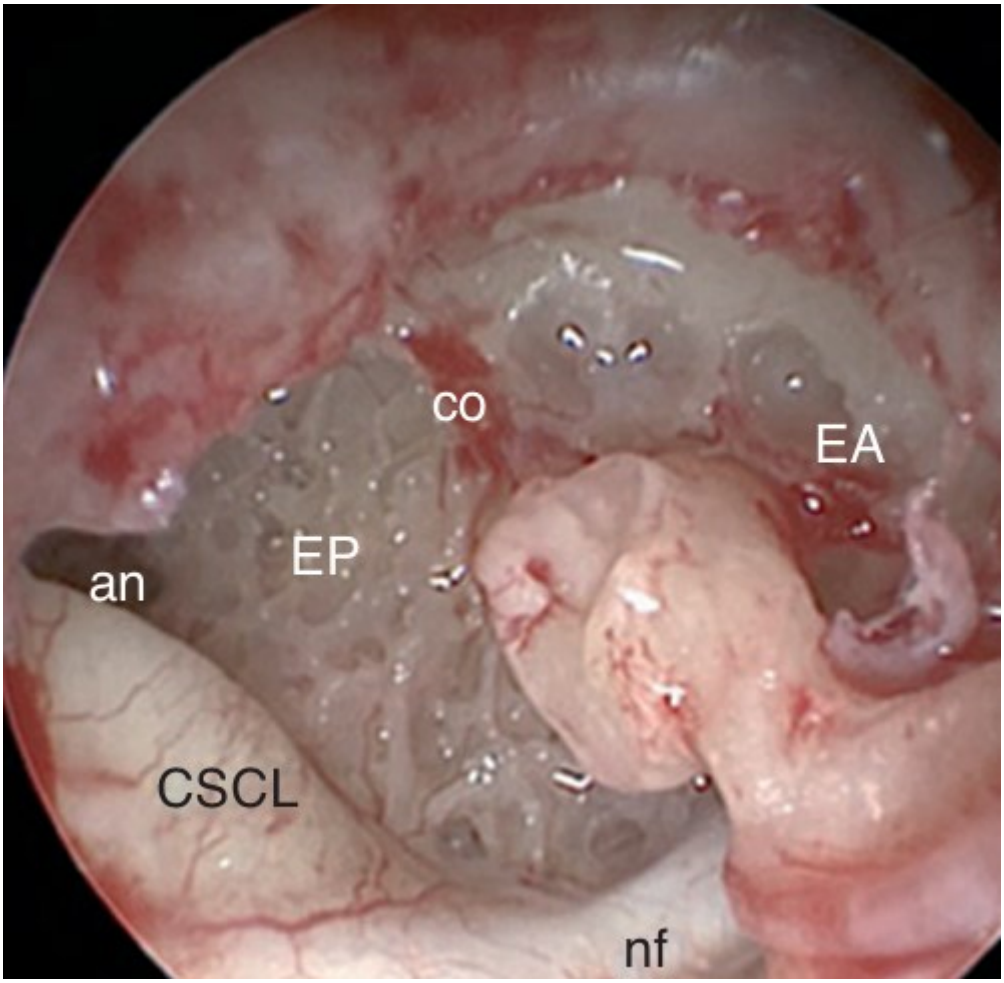

Figure 66 *: vue endoscopique des espaces l'attique supérieure(après ablation des osselets).EA, épitympan antérieur ;Co,cog ;EP,épitympan postérieure ;nf, nerf facial ;CSCL,le canal semi-circulaire latéral ;an,antre mastoidien* ***(16).***

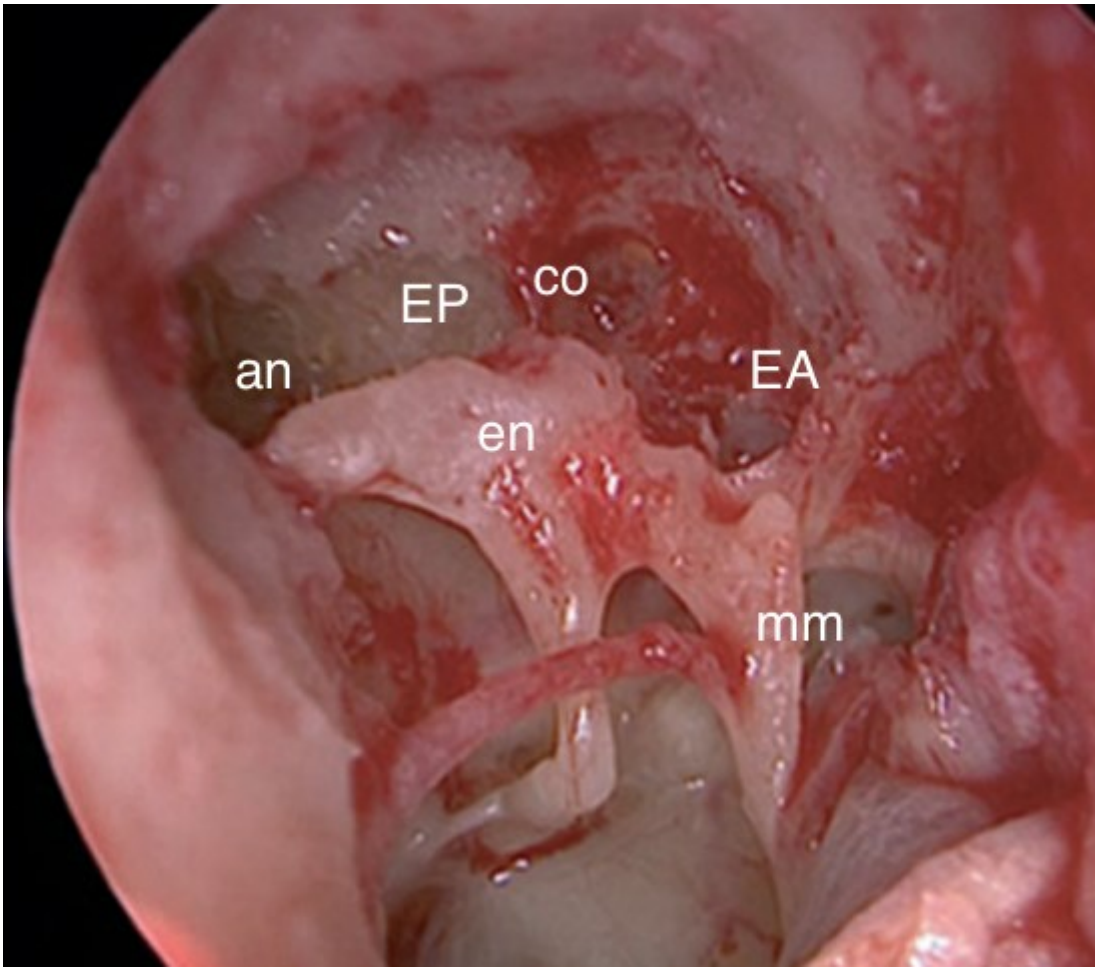

Figure 67 : *Figure Vue endoscopique de l'unité supérieure de l' épitympan. EA : épitympanum antérieur ; EP : epitympanum postérieur ; co : cog ; an : antre ; en : enclume ; mm : manche à marteau* ***(16).***

1. Cog

Le cog est une cloison osseuse qui se détache du tegmen, se dirigeant verticalement vers le processus cochléariforme en avant de la tête du marteau. Cette structure anatomique peut être considérée dans certains cas comme un point de repère important pour identifier la deuxième potion du nerf facial.
Elle peut présenter des conformations variables et des relations différentes avec les structures environnantes (ganglion géniculé, pli tenseur et récessus supratubaire) (7,14).

a. Cog et ganglion géniculé :

Lorsque le cog est complet, il constitue un repère important pour le ganglion géniculé. Lorsqu'il est incomplet, sa position est variable, elle peut être antérieure ou latérale par rapport au nerf facial et ne peut pas être considéré comme un véritable repère anatomique dans ce cas (7,14).

b. Relation avec le pli tenseur et le récessus supratubaire

Généralement le cog est complet, le pli tenseur a une orientation horizontale où il s'attache au tegmen tubae et au semi-canal du tendon tenseur du marteau ; ainsi, le cog n'a pas de relation directe avec le pli tensoriel et sépare l'espace épitympanique antérieur de l'espace épitympanique postérieur (7,14).

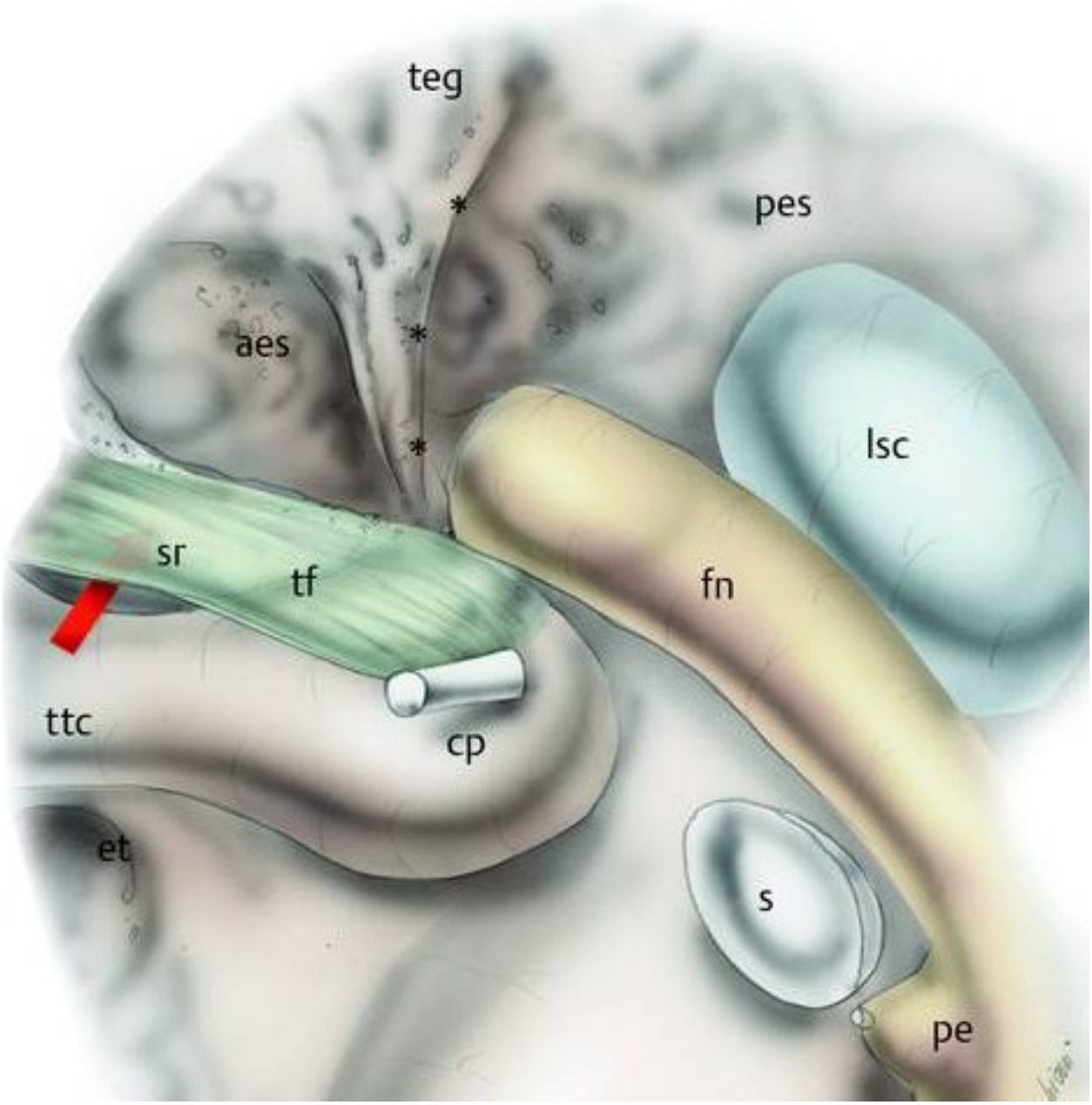

Figure 68 : Schéma d' un cog complet avec un pli tenseur horizontal. cp, processus cochléariforme ; fn, nerf facial ; ttc, canal tenseur du tympan ; s, étriers ; *, cog ; lsc, canal semi-circulaire latéral ; et, trompe d'eustache ; aes, compartiment épitympanique antérieur ; pes, compartiment épitympanique postérieur ; sr, évidement supratubaire ; teg, tegmen ; pe, éminence pyramidale (7).

Lorsque le cog est incomplet ou rudimentaire, le pli tenseur a une orientation horizontale ; il représente à nouveau la ligne de séparation entre les espaces épitympaniques antérieur et postérieur (Il n'y a pas d'évidement suptratubaire)(7,14).

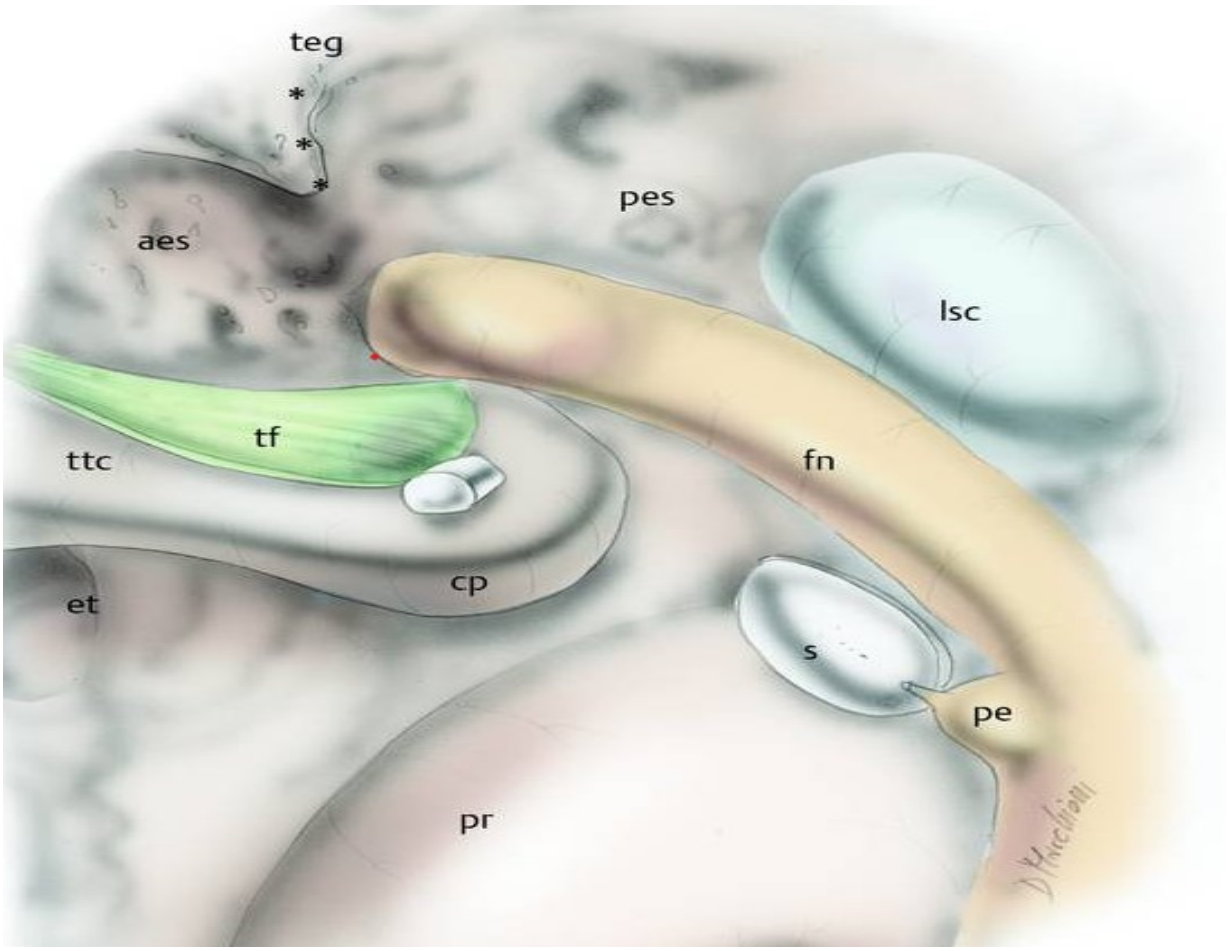

Figure 69 *: Schéma d'un cog rudimentaire avec pli tenseur horizontal . cp, processus cochléariforme ; fn, nerf facial ; ttc, canal tenseur du tympan ; s, étriers ; *, cog ; lsc, canal semi-circulaire latéral ; et, trompe d'eustache ; aes, compartiment épitympanique antérieur ; pes, compartiment épitympanique postérieur ; teg, tegmen ; pr, promontoire ; pe, éminence pyramidale ; tf, pli tenseur (7).*

Certains patients présentent un cog complet, le pli tenseur a une orientation verticale et s'attache au cog ; dans de tels cas, le cog est situé antérieurement par rapport à l'espace épitympanique antérieur. Ce n'est que dans ces cas que l'apophyse cochléariforme représente la ligne de séparation entre l'épitympan antérieur et postérieur (7,14).

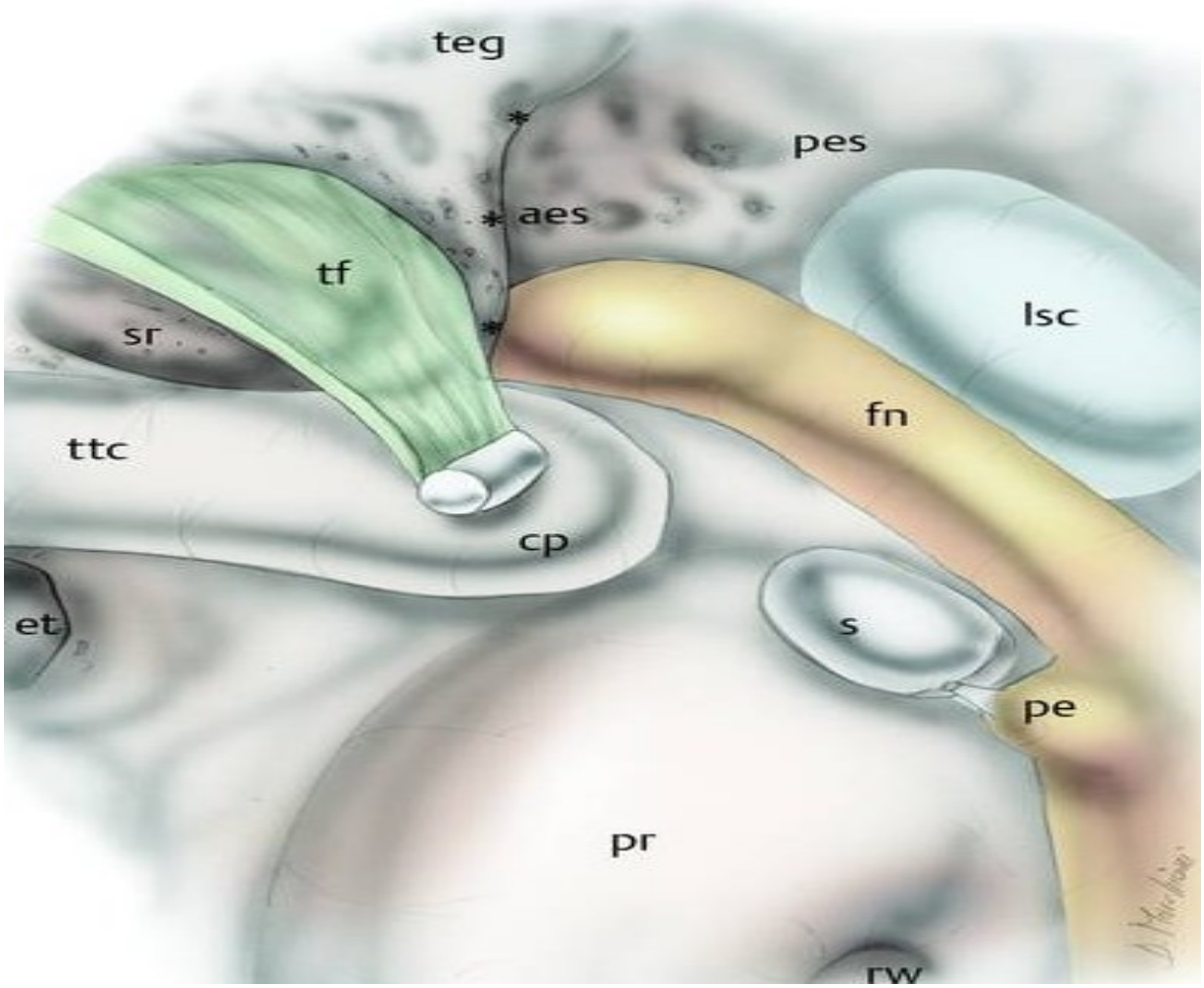

Figure 70: Schéma d'un cog complet avec pli tenseur vertical. cp, processus cochléariforme ; fn, nerf facial ; ttc, canal tenseur du tympan ; s, étriers ; *, cog; lsc, canal semi-circulaire latéral ; et, trompe d'eustache ; aes, compartiment épitympanique antérieur ; pes, compartiment épitympanique postérieur ; sr, évidement supratubaire ; teg, tegmen ; pr, promontoire ; rw, fenêtre ronde ; pe, éminence pyramidale ; tf, pli tenseur (7) .

2. Epitympan postérieur

Une grande partie du volume épitympanique postérieur est occupée par le corps, le court processus de l'enclume, la tête du marteau et l'articulation incudo-malléolaire. La courte apophyse de l'enclume est un repère chirurgical qui montre l'emplacement de l'antre mastoidien. Le pli incudal supérieur, orienté dans un plan sagittal, divise l'épitympan postérieur en attique postéro-médiale et postéro-latérale (5,7,15).

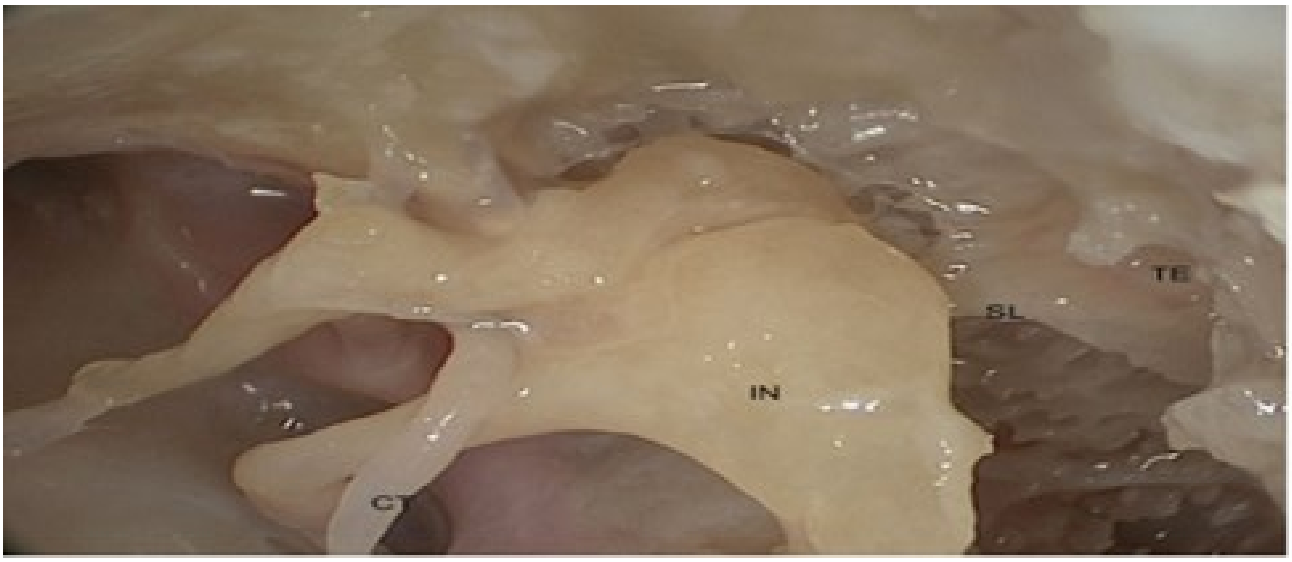

Figure 71 : *Vue endoscopique de l'oreille gauche objectivant la situation du ligament incudo-malléolaire supérieur (SL) .TE, tegmen ;CT, corda du tympan ;IN,l'enclume (18).*

a. Attique postéro-médiale

L'attique postériéro-médiale est le plus grand compartiment de l'attique postérieure, elle est délimitée par le canal semi-circulaire latéral et le canal de fallope médialement et par les osselets et le pli incudal supérieur latéralement. Elle contient essentiellement l'isthme tympanique (5,7).

b. Attique postéro- latérale

L'attique postéro-latérale est plus étroite, située entre le mur externe de l'attique latéralement et la tête du marteau, le corps de l'enclume et le pli incudal supérieur médialement.

Elle est divisée en deux portions par le pli incudo-malléolaire latéral. Elles sont séparées et disposées les unes au-dessus des autres : l'attique latérale supérieure et inférieure (5,7).

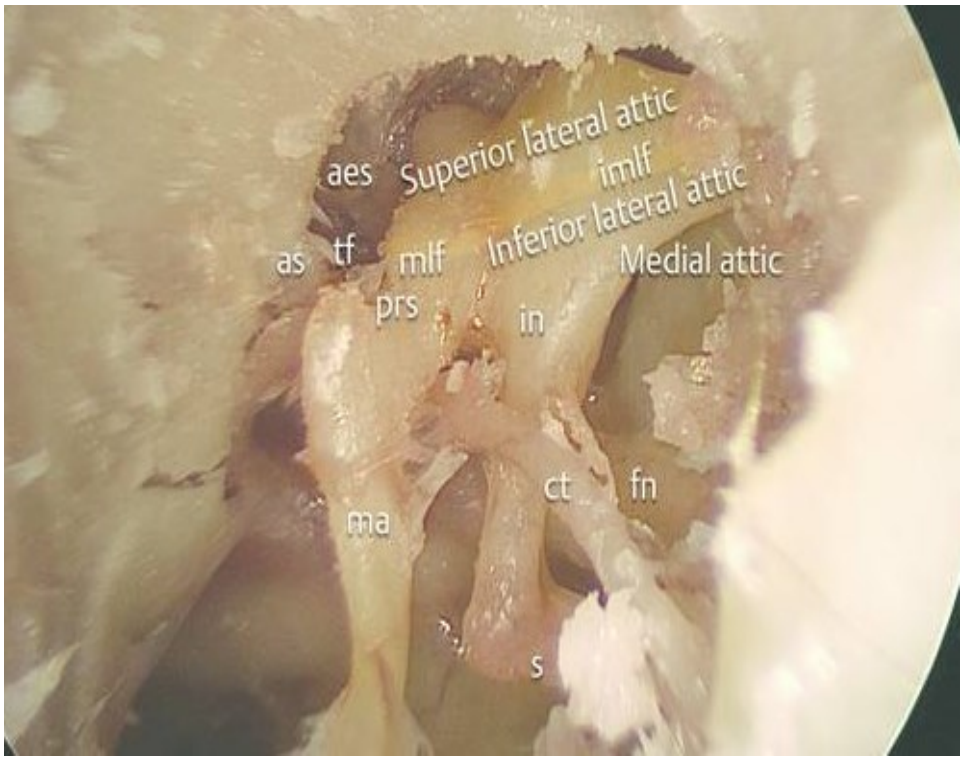

Figure 72 *: Vue endoscopique de l'attique. prs, espace de Prussak ; ma, marteau ; in, enclume ; mlf, pli malléolaire latéral ; imlf, pli incudo-malléolaire latéral ; ct, corde du tympan ; aes, compartiment épitympanique antérieur ; tf, pli du muscle tenseur ; as, épine antérieure ; fn, nerf facial ; s, étrier (7).*

- **Attique latérale supérieure**

Dans une position plus crânienne se trouve l'attique latérale supérieure, dont la limite inférieure est représentée par le pli incudo-malléolaire, la limite supérieure est représentée par le tegmen tympani et la portion intratympanique du nerf facial constitue le plancher de cette espace. Cette zone anatomique constitue avec l'attique médiane ce que on appelle l'attique supérieure. Cette dernière est en communication avec le mésotympan par l'isthme tympanique et s'ouvre postérieurement à l'aditus ad antre (5,7).

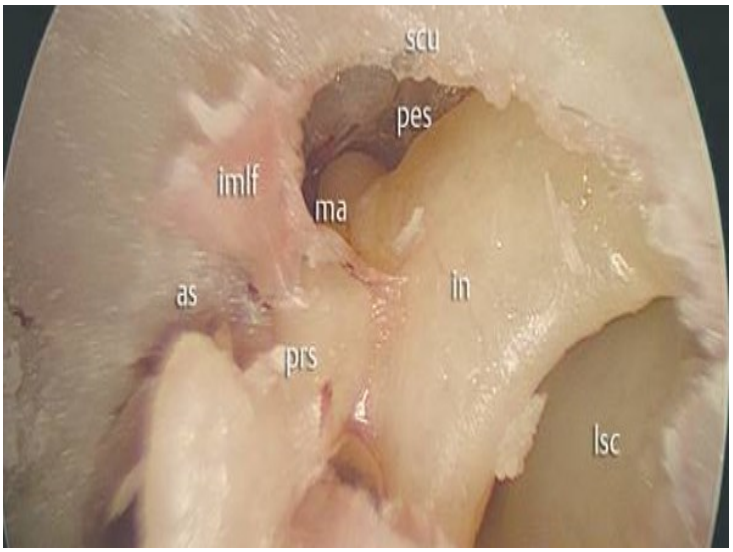

Figure 73 *: Vue endoscopique de l'oreille gauche après l'ablation partielle de l'enclume, le pli incudo-malléolaire latéral a été détaché et transposé antérieurement, découvrant l'attique latérale supérieure. prs, espace Prussak ; ma, marteau ; in, enclume ; imlf, pli incudo-alléal latéral ; ct, corde du tympan ; as, épine antérieure ; scu, scutum ; lsc, canal semi-circulaire latéral ; pes, compartiment épitympanique postérieur (7).*

- **Attique latérale inférieure**

L'attique latérale inférieure est limitée en haut par le ligament incudo-malléolaire latéral, située entre le corps et le processus court de l'enclume médialement et la face médiale du scutum latéralement. Cette zone anatomique est donc en position inférieure au diaphragme épitympanique et est en communication avec le mésotympan en bas. La région mésotympanique garantit la ventilation de l'attique latérale inférieure (5,7).

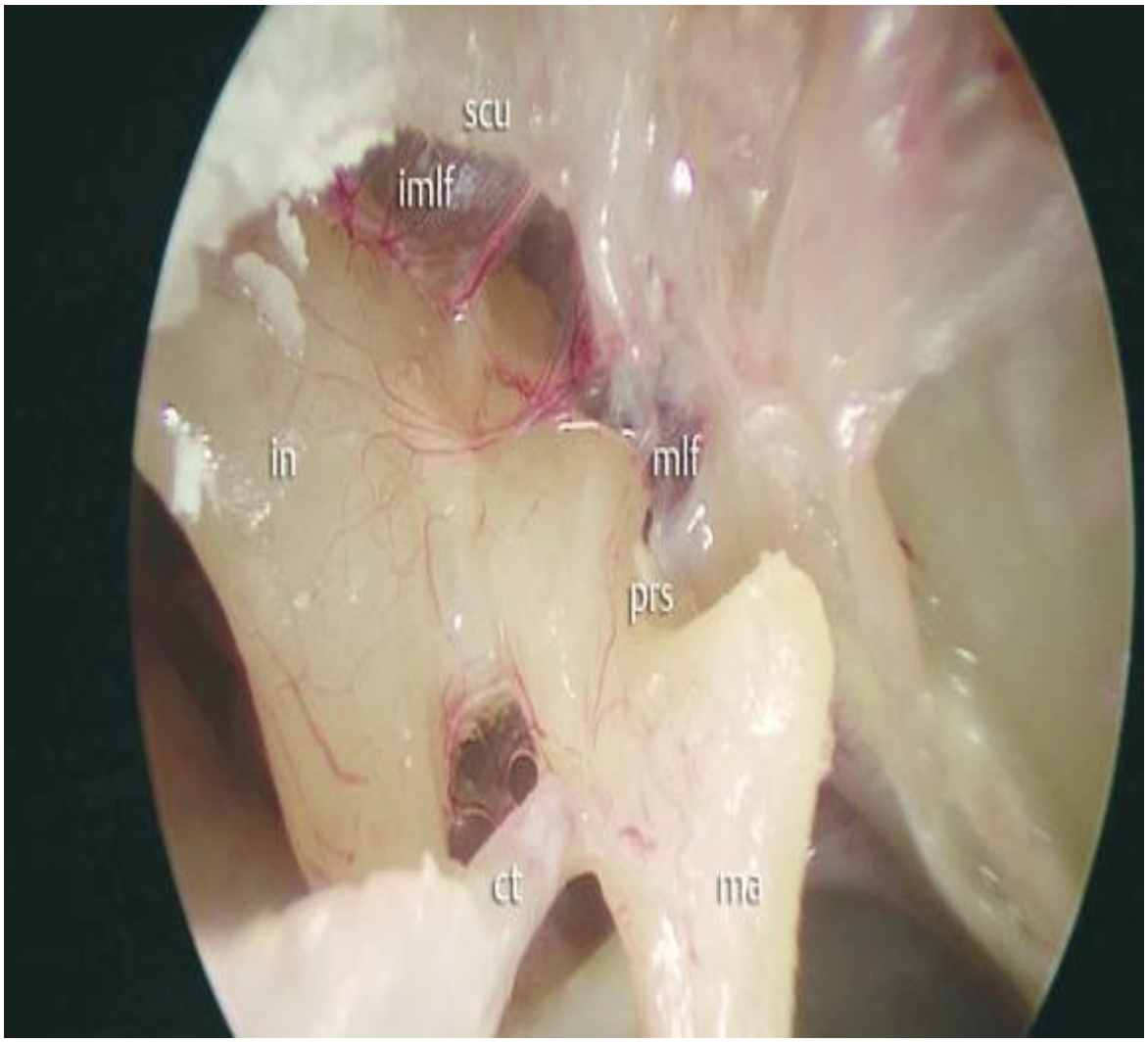

Figure 74 *: Vue endoscopique de l'oreille droite (endoscope 45°) montrant le pli incudomalléolaire latéral et le pli malléolaire latéral. Ces plis séparent l'attique latérale supérieure de l'attique latérale inférieure et de l'espace de Prussak. prs, espace Prussak ; scu, scutum ; ma, maillet ; in, incus ; MLF, pli malléolaire latéral ; IMLF, pli incudo-alléal latéral ; ct, corde du tympan(7).*

3. Epitympan antérieur (AES)

Cette zone anatomique est importante en raison de sa fréquente implication dans la pathologie du cholestéatome. Elle est limitée en avant par la racine zygomatique, en haut par la partie antérieure du tegmen tympani, en arrière par le cog et le processus cochléraiforme, latéralement par le scutum de l'os tympanique et la corde du tympan, médialement par le segment intra tympanique du nerf facial avec une paroi osseuse qui le sépare du ganglion géniculé et le plancher formé par le TTF (5,7,15).

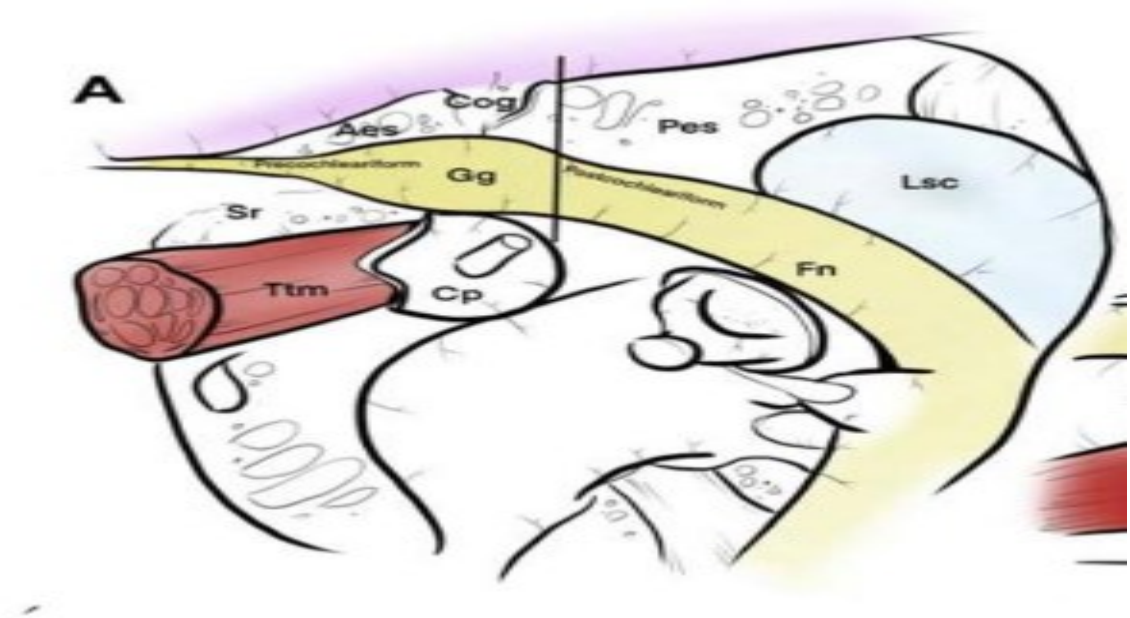

Figure 75 : *Schéma de l'anatomie endoscopique de l'attique et sa relation avec les structures avoisinantes .Aes, espace épitympanique antérieur ; Cp, processus cochléariforme ; Fn, nerf facial ; Gg, ganglion géniculé ; Lsc, canal semi-circulaire latéral ; Pes, espace épitympanique postérieur ; Sr, récession supratubaire ; Ttm, muscle tenseur du tympan(7).*

Le pli tenseur sépare l'épitympan antérieur du récessus supratubaire. Sa structure a une influence directe sur l'aération et de l'épitympan. Quand le pli tenseur est complet l'espace tympanique antérieur et le récessus supra-tubaire forment deux espaces séparés. Lorsque le pli tenseur est incomplet, il y a une communication directe ente l'AES et le récessus supra-tubaire formant une voie accessoire d'aération de l'attique. Par conséquent, les auteurs ont décrit deux types de morphologie différentes (figure 84) :

- **Type I :** le plus courant ; deux cavités séparées par le pli tenseur du tympan, le récessus supratubaire en bas et l'espace malléolaire en haut.
- **Type II** : une seule cavité antérieure à la tête du marteau et en avant du cog communiquant avec la trompe d'eustache (le récessus supratubaire est absent (7,15).

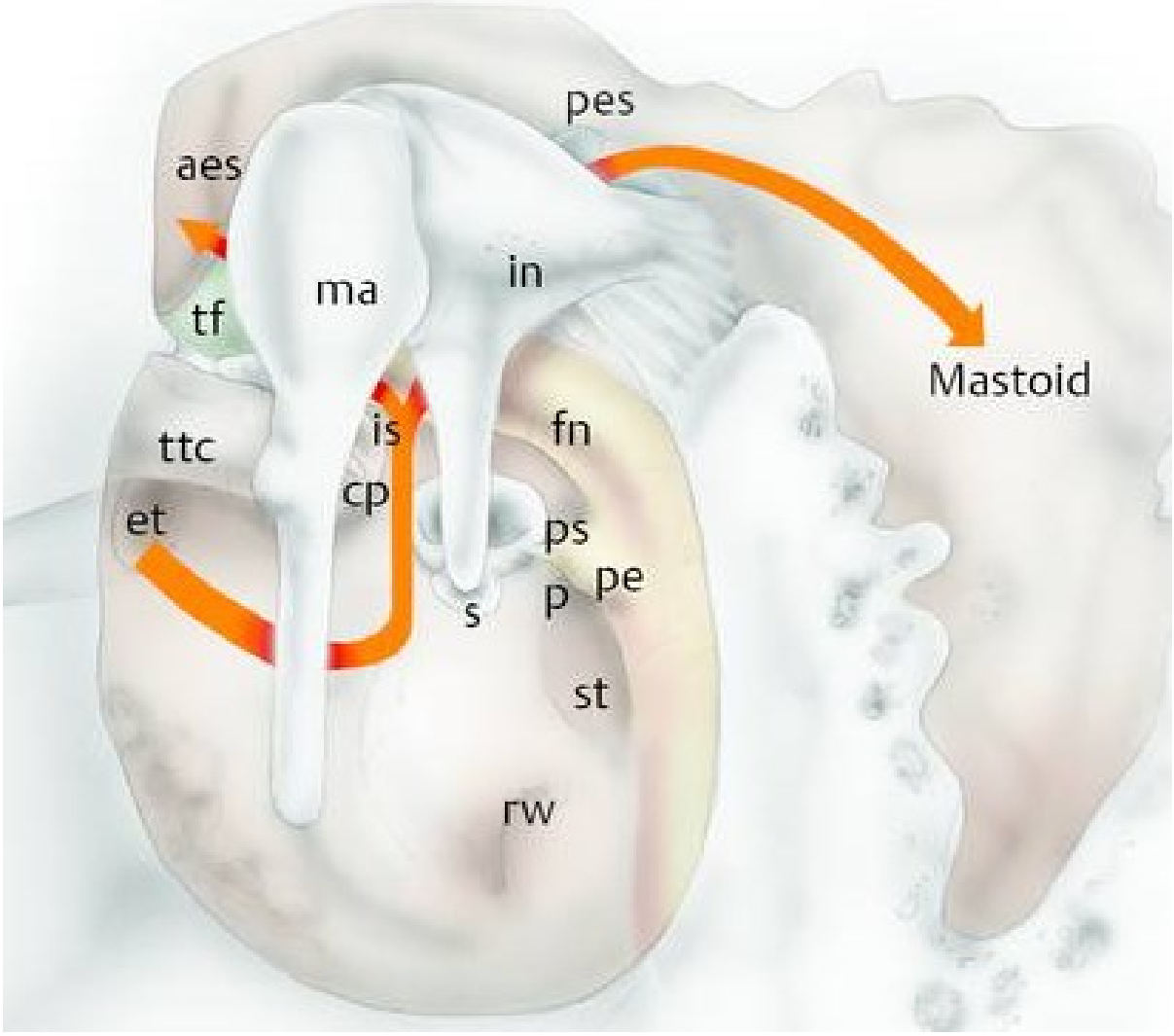

Figure 76 *: Dessin représentant la principale voie d'aération allant de la trompe d'eustache à l'attique jusqu'à l'antre (flèche orange). ma, maillet ; aes, compartiment épitympanique antérieur ; s, étriers ; in, enclume ; fn, nerf facial ; pe, éminence pyramidale ; pes, compartiment épitympanique postérieur ; is, isthme ; ttc, canal tenseur du tympan ; rw, fenêtre ronde ; p, ponticule ; st, sinus tympan ; tf, pli tensoriel ; et, trompe d'eustache ; cp, processus cochléariforme ; ps, sinus postérieur (7).*

C. Unité inférieure ou espace de Prussak

L'unité inférieure est un compartiment réduit situé en bas du diaphragme épitympanique et correspond à l'espace de Prussak. Il représente une unité indépendante et se sépare anatomiquement et physiologiquement de l'unité supérieure de l'attique par le ligament malléolaire latéral. Il présente les parois suivantes :

- La paroi supérieure est constituée par le ligament malléolaire latéral, qui représente également le plancher de l'espace malléolaire latéral. Le pli malléolaire latéral sépare l'espace de Prussak de l'unité supérieure de l'attique. Ce ligament est complet dans la plupart des cas. Lorsqu'il est incomplet, il entraîne une communication entre l'espace de Prussak et l'espace malléolaire latéral et crée une variation dans le diaphragme épitypanique classique.
- La paroi médiale et inférieure de l'espace de Prussak sont formées respectivement par le col et l'apophyse courte du marteau.
- La paroi latérale constitue la membrane de Sharpnell formée par la pars flaccida et le bord inférieur du mur extérieur de l'attique.
- La paroi postérieure est ouverte dans la poche postérieure de von Troltsch. La poche postérieure de von Troltsch s'ouvre au niveau de la partie supérieure du mésotympan et constitue la principale voie de ventilation de l'espace de Prussak. Cette voie de ventilation est rugueuse et étroite, en particulier par rapport à la voie de ventilation à travers l'isthme tympanique, qui aère le compartiment épitympanique supérieur et est plus large.

- La paroi antérieure est délimitée par un pli membraneux qui s'insère latéralement sur la membrane tympanique et médialement sur le col et le long processus du marteau. Dans certains cas, ce pli est absent, ce qui entraîne une trajectoire de ventilation antérieure supplémentaire de l'espace de Prussak (5,7,15).

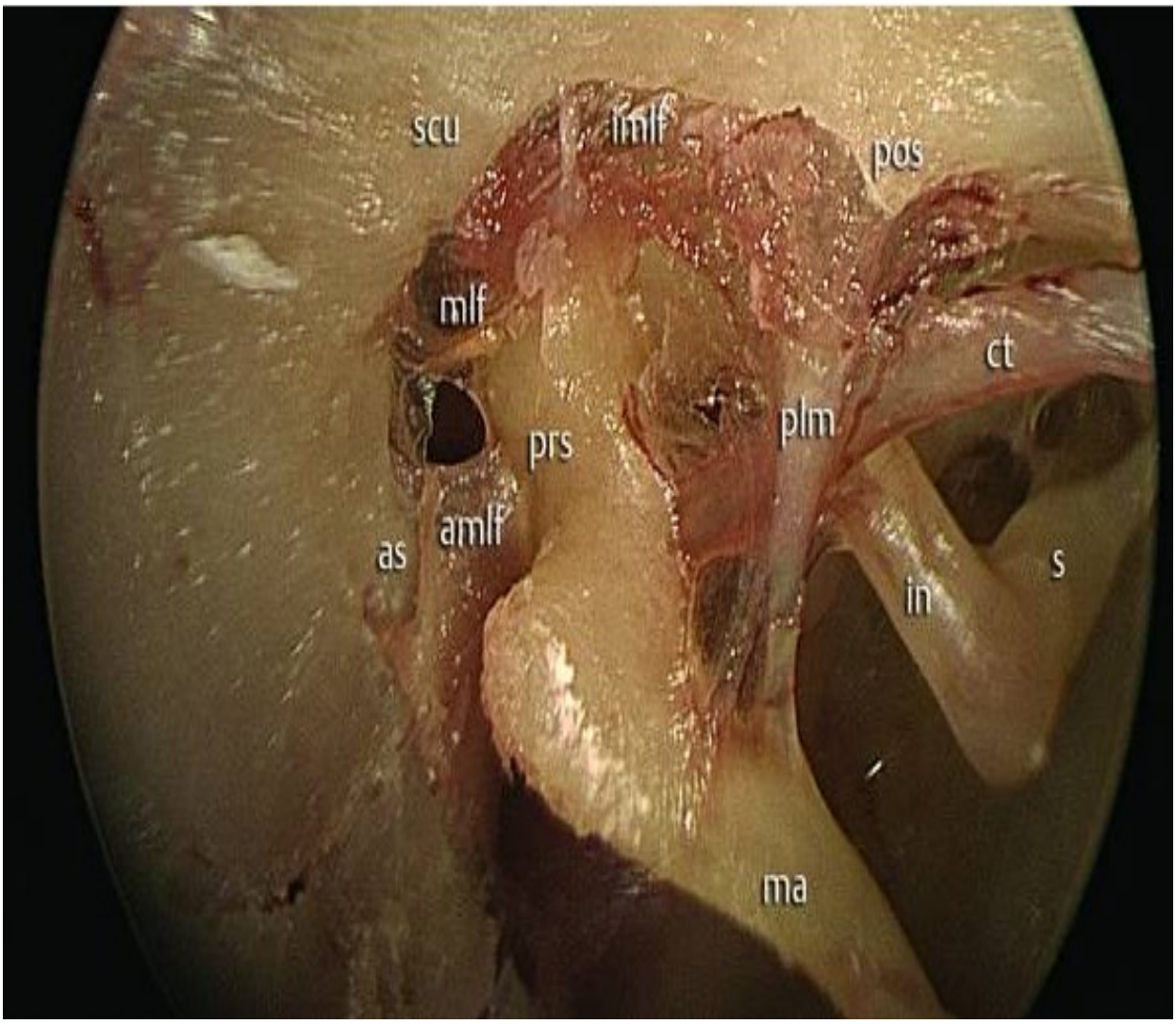

Figure 77 : *Vue endoscopique de l'oreille gauche montrant l'espace de Prussak (endoscope à 45°). ma, marteau; s, étriers ; in, incus ; amlf, pli ligamentaire malléolaire antérieur ; plm, ligament postérieur du marteau; prs, espace prussak ; as, épine antérieure ; mlf, pli malléolaire latéral ; imlf, pli incudo-malléolaire latéral ; scu, scutum ; ct, corde du tympan, pos,épine postérieure (7).*

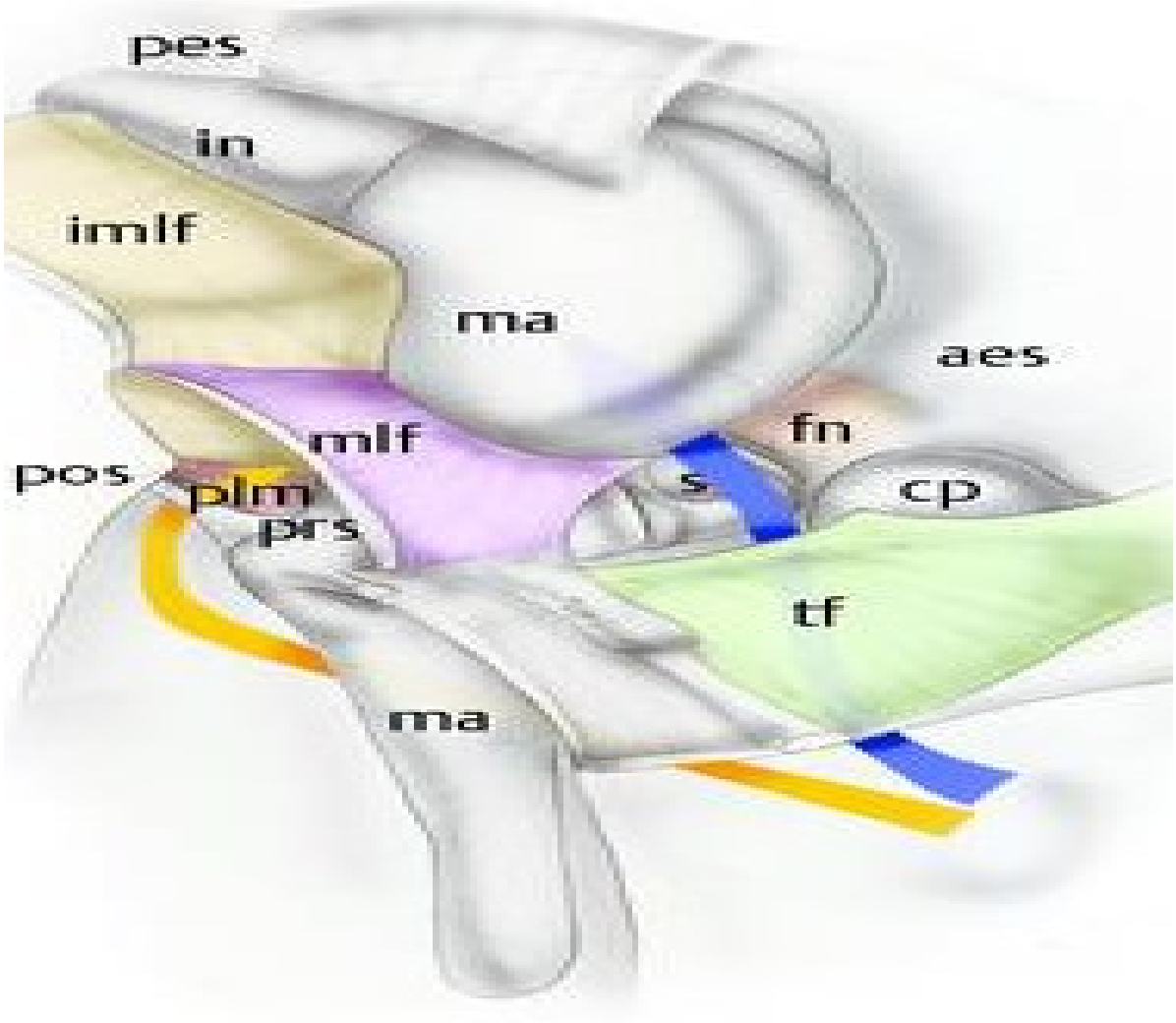

Figure 78: *Dessin de l'espace de prussak et du diaphragme épitympanique ,la flèche orange représente la voie de ventilation de l'espace de Prussak. s, étrier ; fn, nerf facial ; cp, processus cochléaire ; ma, marteau ; in, enclume ; plm, ligament postérieur du marteau ; pos, épine postérieure ; prs, espace de Prussak ; aes, compartiment épitympanique antérieur; pes, compartiment épitympanique postérieur ; tf, pli tenseur ; mlf, pli malleolaire latéral ; imlf, pli incudomalléolaire latéral (7).*

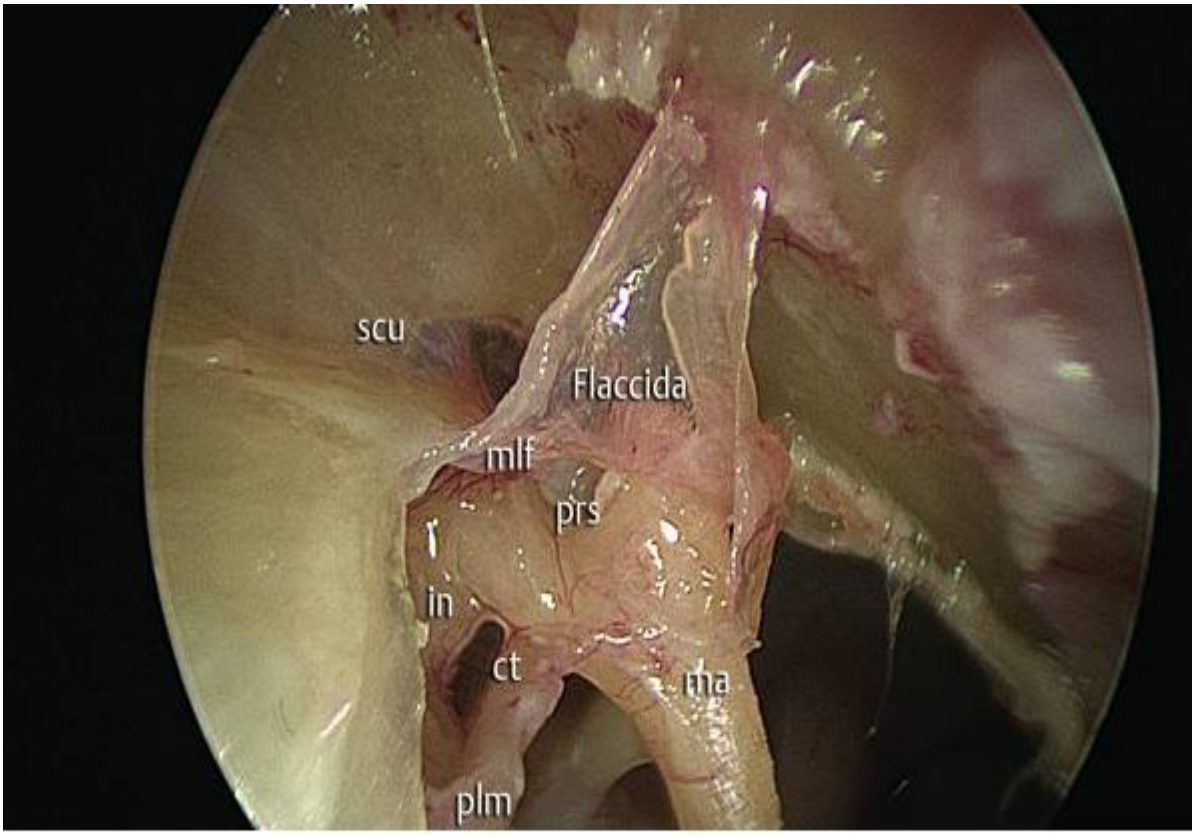

Figure 79 : *Vue endoscopique de l'espace de Prussak et de la pars flaccida (endoscope à 45°). ma, marteau ; in, incus ; plm, ligament postérieur du marteau ; prs, espace prussak ; mlf, pli malléolaire latéral ; scu, scutum ; ct, corde du tympan (7).*

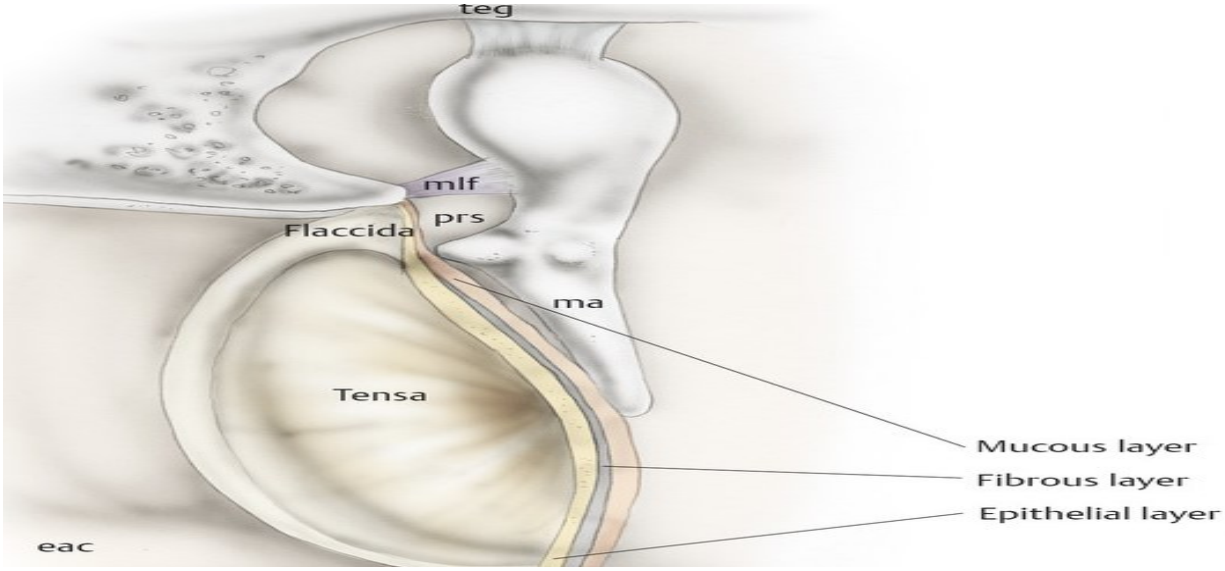

Figure 80 : *Dessin représentant une vue antérieure de l'espace de Prussak et des couches du tympan. ma, maillet ; prs, espace prussak ; teg, tegmen ; mlf, pli malléolaire latéral ; eac, conduit auditif externe (7).*

III. Anatomie endoscopique du protympan

Le protympan est le compartiment de l'oreille moyenne qui se situe en avant d'un plan frontal tracé à travers le bord antérieur de l'anneau tympanique. L'espace est situé en avant du mésotympan, se confond avec l'épitympan en haut et l'hypotympan en bas. Cet espace est largement ouvert en arrière dans le mésotympan et communique avec la trompe d'eustache en avant (5,7,21,24).

A. Limites :

Le protympan présente les limites suivantes (21,24) :

- **Supérieure** : tegmen tympanique et le canal tenseur du tympan,
- **Inférieure** : le protinicule, il peut être absent conduisant à la continuation du protympan avec l'hypotympan,
- **Médiale** : paroi latérale du canal carotidien,
- **Latérale** : lame latérale qui le sépare de la fosse mandibulaire,
- **Antérieure** : conflue avec la partie jonctionnelle puis cartilagineuse de la trompe d'Eustache et
- **Postérieure** : conflue avec le méso tympan.

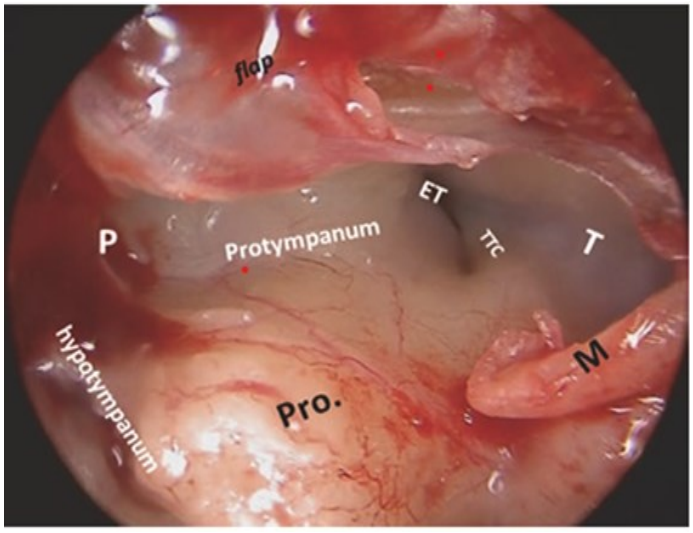

Figure 81 *: Vue endoscopique du protympan qui débute au-dessus du protinucule (P), s'étendant depuis le promontoire (Pro.) sur la paroi médiale jusqu'à la paroi latérale. Le protinucule marque la fin de l'hypotympanum. T tegmen ; TTC, canal du muscle tenseur du tympan ;M, marteau (5).*

B. Parois

1. Paroi supérieure

Elle contient le tegmen tympanique et le canal tenseur du tympan, fusionnant en arrière et incluant le récessus supra tubaire délimité par le pli tenseur.

a. Pli tenseur du tympan (TTF) :

Le TTF forme le toit du protympan. Il empêche la communication entre le récessus supra- tubaire, le mésotympan et la partie sous -jacente de l'épitympan. Il s'étend latéralement du canal tenseur du tympan à la paroi latérale du protympan adhérant postérieurement au processus cochléariforme et s'étend en avant à la racine de l'os zygomatique devenant ainsi le plancher de l'épitympan. Il peut être complet ou incomplet. Son orientation est variable selon le niveau de son insertion antérieure. Le TTF horizontal se traduit par un petit récessus supratubaire (voire un absent) et le TTF plus vertical cède la place à un grand récessus supratubaire(5,7,17,18).

En raison de ses caractéristiques anatomiques, la région du pli tenseur est extrêmement importante dans la physiologie de l'oreille moyenne conduisant à une séparation nette entre la partie antérieure de l'épitympan et le protympan en termes de ventilation.

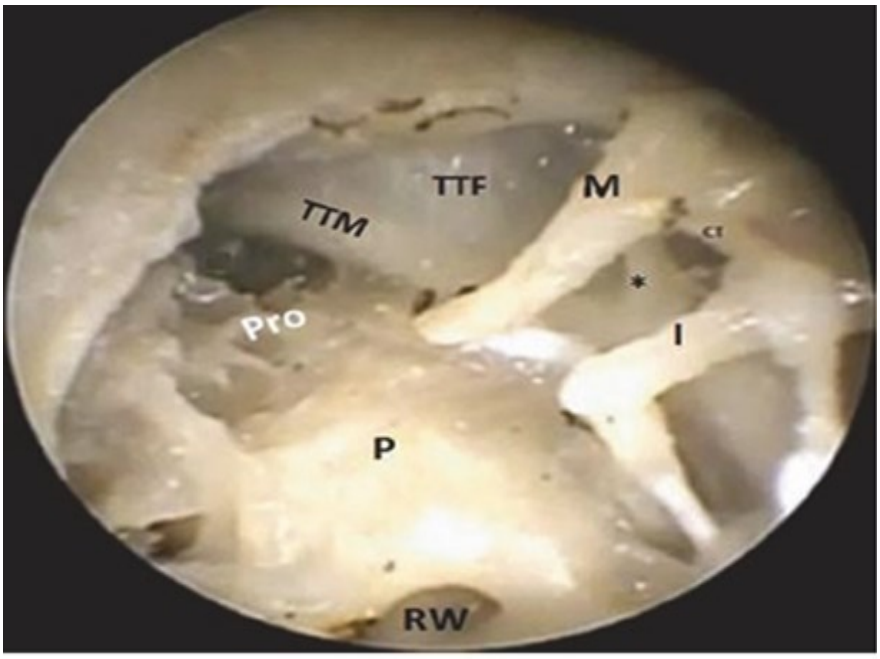

Figure 82 : *Vue endoscopique sur cadavre d'une oreille moyenne gauche montrant le protympan (Pro) limité supérieurement par le canal du muscle tenseur du tympan (TTM) et le pli du muscle tenseur du tympan (complet) (TTF). (*) processus cochléaire ; M, marteau ; I, enclume ;P, promontoire ; RW ,fenêtre ronde ; CT corde du tympan (5).*

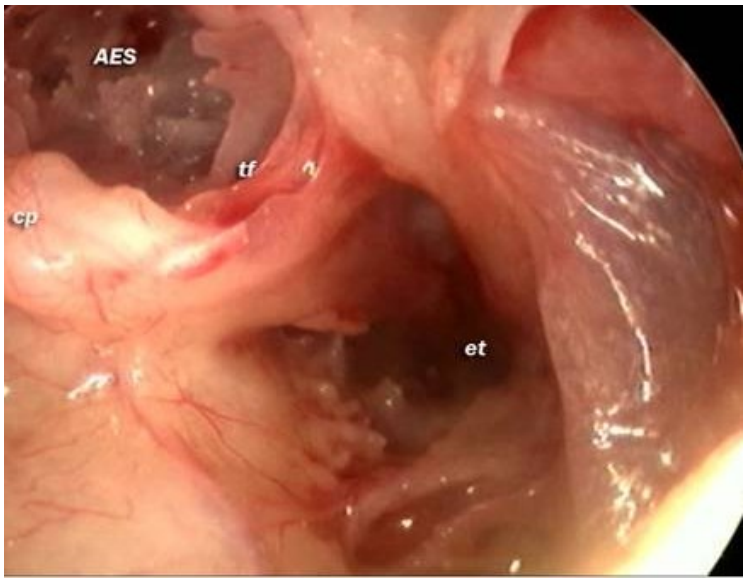

Figure 83 : *Vue endoscopique montrant un pli du muscle tenseur incomplet avec une communication directe de l'espace protympanique avec l'espace épitympanique antérieur. AES, espace épitympanique antérieur ; tf, pli du muscle tenseur ; et, trompe d'eustache ; cp, processus cochléaire* ***(22).***

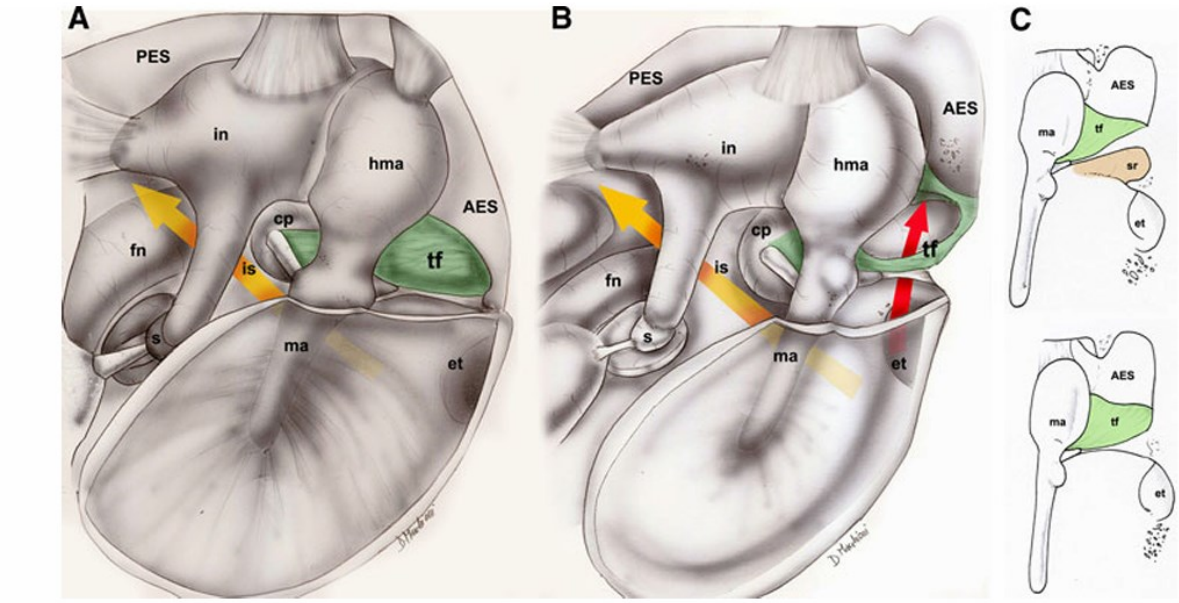

Figure 84 : *Anatomie et variations du pli du muscle tenseur.*

A : pli tenseur du tympan complet sépare l'AES du protympan, le seul passage d'aération vers l'épitympan se fait à travers l'isthme (flèche longue).

B : pli tenseur du tympan incomplet, une voie d'aération supplémentaire à travers le pli du muscle tenseur est présente dans ce cas (flèche courte).

C : pli tenseur avec différentes insertions antérieures .

ma, marteau ; hma, tête du marteau ; in, enclume ; s, étrier ; fn, nerf facial ; PES, espace épitympanique postérieur ; AES, espace épitympanique antérieur ; tf, pli du muscle tenseur ; et, trompe d'Eustache ; cp, processus cochléaire ; is, isthme ; sr, récession supratubaire ***(24).***

b. Récessus supratubaire

Le récessus supratubaire est le prolongement supérieur du protympan. Il correspond à l'espace situé entre le bord supérieur de l'orifice tympanique de la trompe d'Eustache et du pli tenseur du tympani. Il se trouve sous l'épitympan antérieur d'où il est séparé par le pli tenseur du tympan (TTF). La taille du récessus supratubaire dépend de l'anatomie du TTF (18,21).

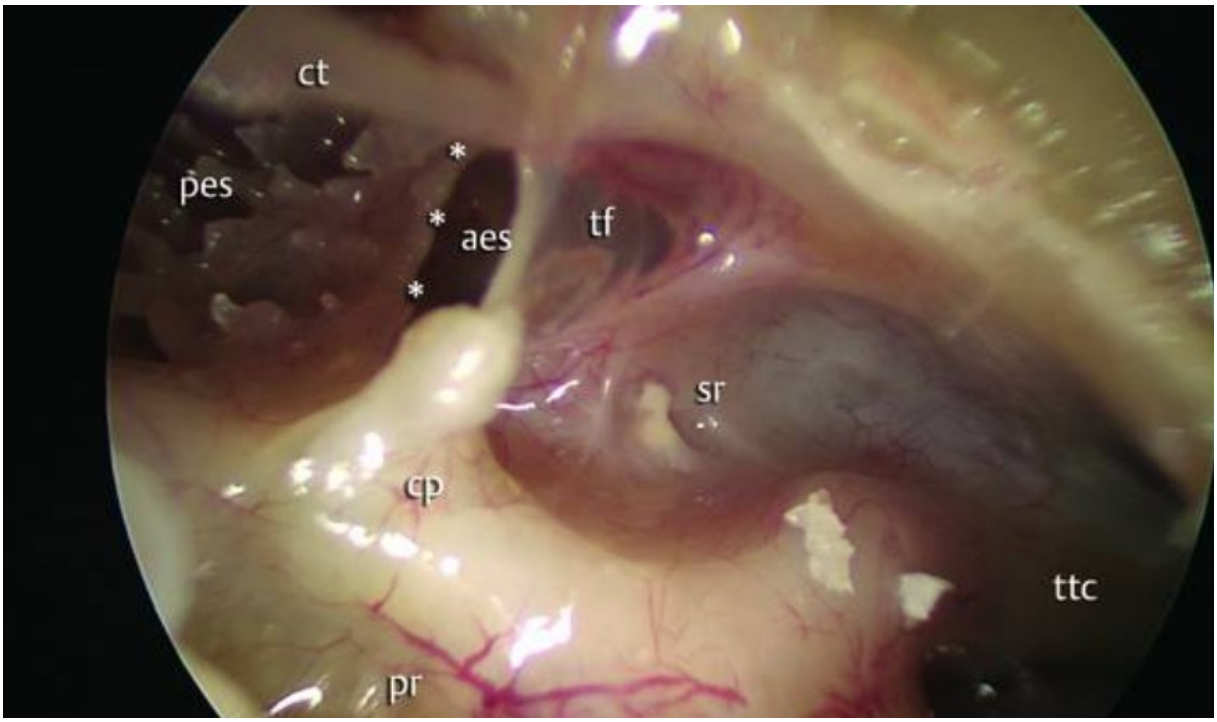

*Figure 85 : Grossissement endoscopique du bord inférieur du pli tenseur. Le pli tenseur a une orientation transversale, séparant l'espace supratubaire de l'espace épitympanique antérieur. cp, processus cochléariforme ; sr, éspace supratubaire ; ttc, canal tenseur du tympan ; tf, pli tensoriel ; *, cog ; cp, processus cochléariforme ; ct, corde du tympan ; aes, épitympan antérieur ; pes, épitympan postérieur ; pr, promontoire* ***(21).***

c. Espace sous tenseur

Lorsqu'une zone de pneumatisation est inférieure au canal tenseur du tympan, on l'appelle l'espace sous-tenseur (SbTR). Il s'agit d'une zone importante compte tenu de sa variabilité et de sa proximité avec l'artère carotide en bas et le muscle tenseur du tympan en haut. Sa forme dépend du canal tenseur du tympan. Il existe trois conformations apparentes possibles en fonction de la profondeur du SbTR lorsqu'il est présent :

- **Type A** : canal tenseur plat, sans SbTR ;
- **Type B** : canal tenseur surélevé, SbTR peu profond et son fond est facilement visible ;
- **Type C** : canal tenseur surélevé, SbTR profond et son fond est difficile à voir.

La démarcation entre un SbTR de type B et un SbTR de type C se fait lorsque le fond du SbTR s'étend au-dessus du point médian du canal tenseur du tympan (21,24).

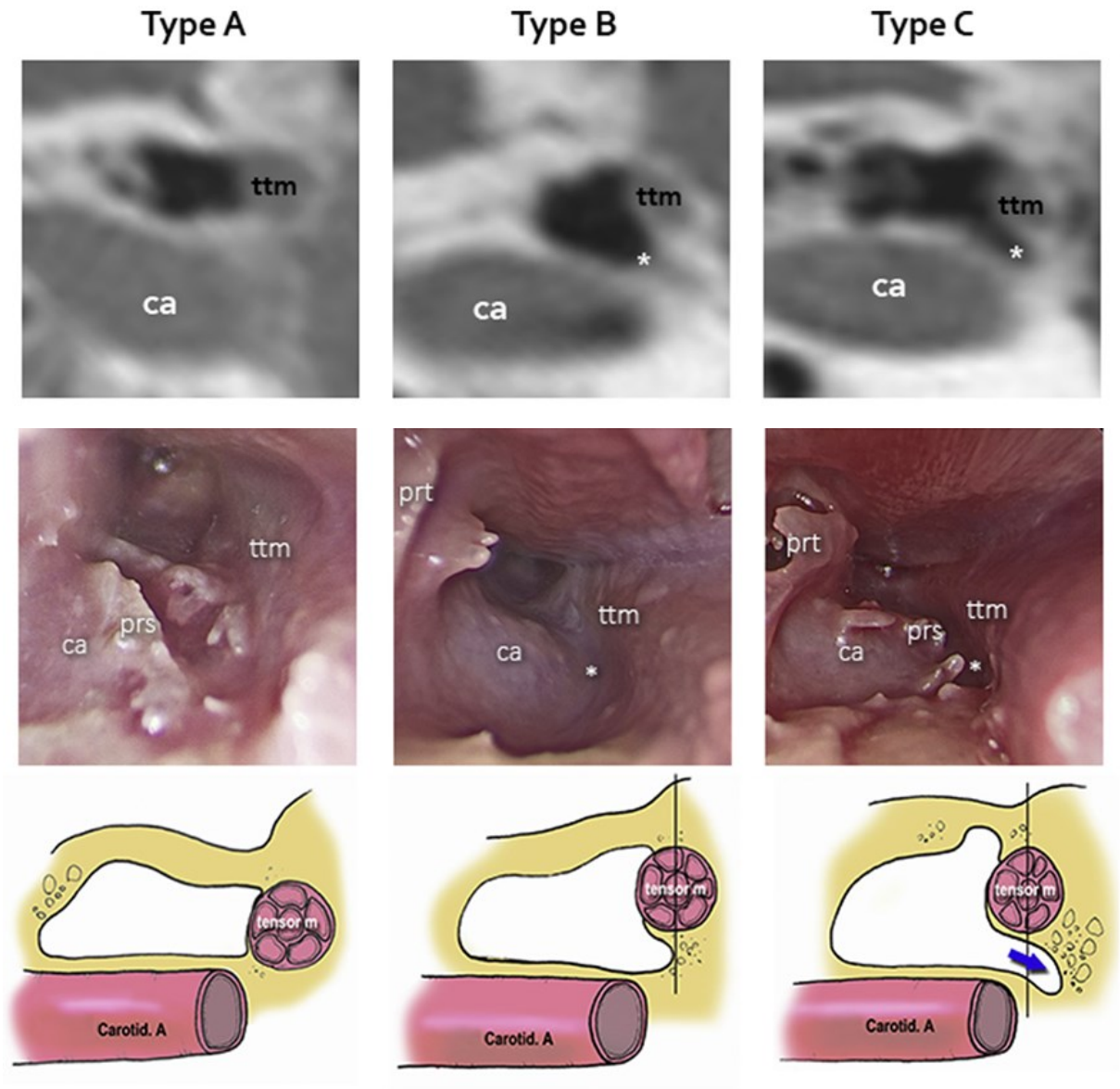

Figure 86 *: Démonstration des configurations possibles de l'espace sous tenseur (*), avec des vues tomodensitométriques (en haut), endoscopiques (au milieu) et schématiques (en bas) des oreilles gauches correspondant aux 3 types : Type A : canal du tenseur plat, SbTR absent ; type B : canal du tenseur élevé, SbTR peu profond, fond visible facilement ; type C : canal du tenseur élevé, SbTR profond, limites du fond difficiles à voir. Ca : carotide, ttm : canal tensur ,prs :épine protympanique, prt : protiniculum* ***(23).***

1. Paroi inferieure

Elle correspond au protinicule et s'étend en avant comportant des cellules aériennes protympaniques (inconstantes).

Le protinicule est une crête osseuse s'étendant du promontoire sur la paroi médiale, traversant la paroi inférieure et se confondant avec la paroi latérale jusqu' au niveau du finucule en arrière de l'orifice de la trompe d'eustache. Sa face médiale marque la fin de la cellule aérienne hypotympanique la plus antérieure et donc le début du protympan.

Le protinicule peut présenter trois conformations :

- **Type A :** crête, sans cellules d'air passant médialement ;
- **Type B :** pont, avec des cellules hypotympaniques s'étendant vers le bas dans le protympan;
- **Type C :** Absent, pas de protinicule perceptible, l'hypotympan fusionnant avec le protympan (5,7,21,24).

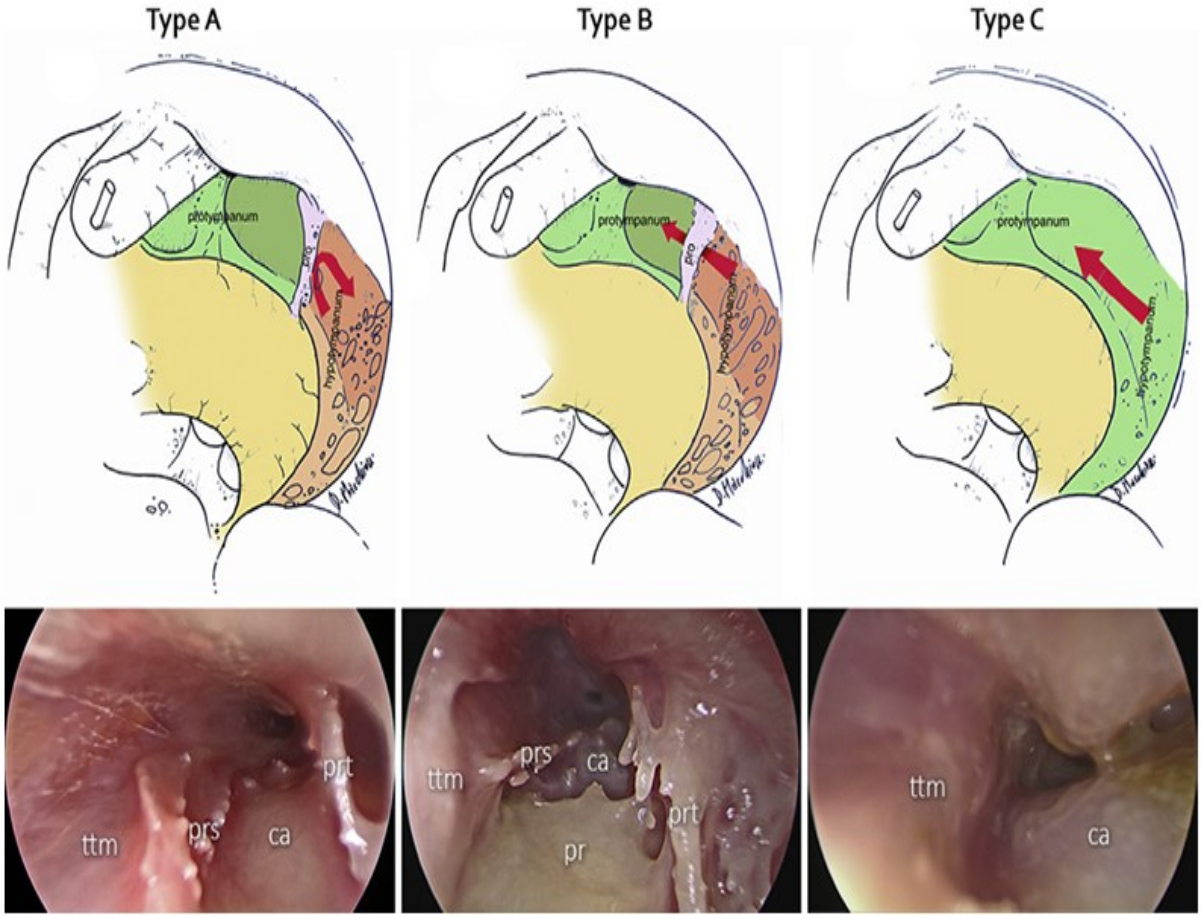

Figure 87 : *Démonstration des configurations possibles du protinicule avec des vues schématiques (en haut) et endoscopiques (en bas) des oreilles droites correspondant aux 3 types. Type A : crête, sans cellules d'air passant médialement ; type B : pont, avec des cellules d'air hypotympaniques s'étendant vers le bas dans le protympanum ; type C : absent, pas de protiniculum discernable, l'hypotympanum fusionnant avec le protympanum. Ca : carotide, ttm : canal tensur ,prs :épine protympanique, prt : protinicule* ***(23).***

2. Paroi antérieure

La partie osseuse de la trompe d'eustache peut être intégrée dans le protympan. La limite antérieure du protympan est un point de transition vers les parties jonctionnelles puis cartilagineuses de la trompe d'Eustache. Elle est retrouvée en suivant la jonction des parois supérieure et latérale de l'épitympan en avant, avec le muscle tenseur du tympan médialement (20,24).

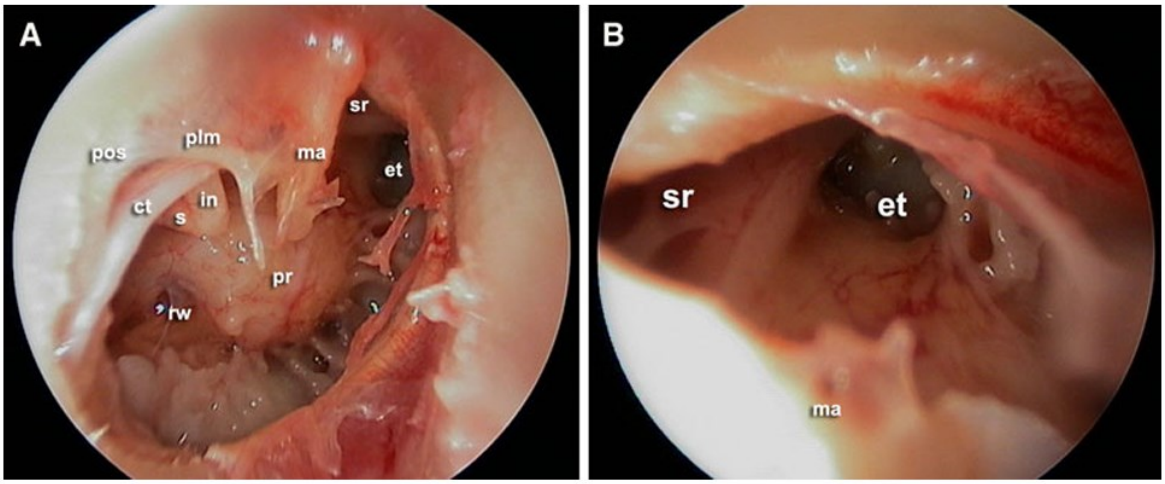

Figure 88 *: A : vue endoscopique du protympan . B : grossissement du protympanum avec une bonne vision de la relation anatomique entre la trompe d'eustache et le récessus supratubaire .ma : marteau ; in : incus ; s : stapès, et : tube de Eustache, sr : récessus supratubaire, ct : corde du tympan, pr : promontoire, plm : plis ligamentaires malleolaires postérieurs* ***(24).***

3. Paroi latérale

Constituée par une lame latérale qui sépare le protympan de la fosse mandibulaire. Cette lame est la seule limite du protympan qui présente une contribution de la portion tympanique de l'os temporal. Elle est généralement convexe mais peut également être concave. Une conformation convexe semble entraîner une vue plus étroite. Dans la face postérieure de la lame latérale, juste à côté du sillon annulaire se trouve un évidement peu profond, relativement court et lisse, appelé récessus prétympanique (21,24).

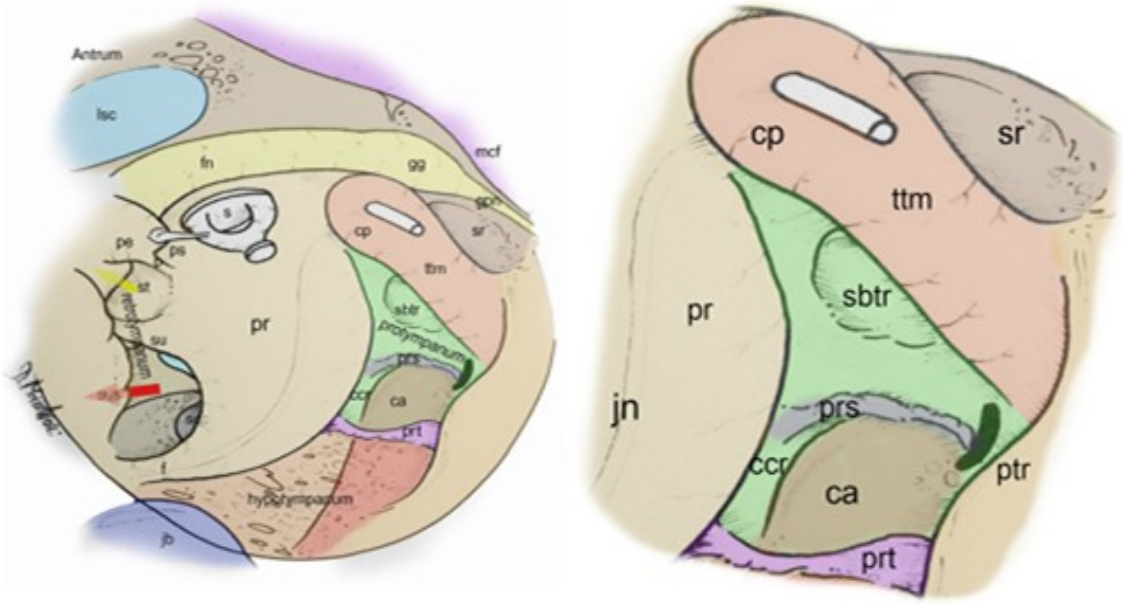

Figure 89 : *Dessins schématiques de l'oreille moyenne comprenant le protympan et l'espace prétympanique. ca , artère carotide ; ccr , récessus carotico-cochléaire ; cp, processus cochléaire ; f, finiculus ; fn, nerf facial ; gg, ganglion géniculé ; gpn, nerf pétreux superficiel ; ht, hypotympanum ; jb, bulbe jugulaire ; jn, nerf de Jacobson ; lsc, canal semi-circulaire latéral ; mcf, fosse crânienne moyenne ; p, ponticulus ; pe, éminence pyramidale ; pr, promontoire ; prs, épine protympanique ; prt, protiniculum ; ps, sinus postérieur ; ptr, récessus prétympien ; s, étrier ; sbtr, récessus sous-tenseur ; sr, récessus supratubal ; st, sinus tympanique ; su, subiculum ; sus, sinus sous-tympanique ; ttm, muscle tenseur du tympan**(24).*

4. Paroi médiale et postérieure

Correspond à la cochlée en arrière et à la paroi latérale du canal carotide en avant. Elles comprennent le récessus caroticocochléaire avec les vaisseaux et les nerfs caroticotympaniques incluant la brache antérieur du nerf de Jacobson(20,24,25) .

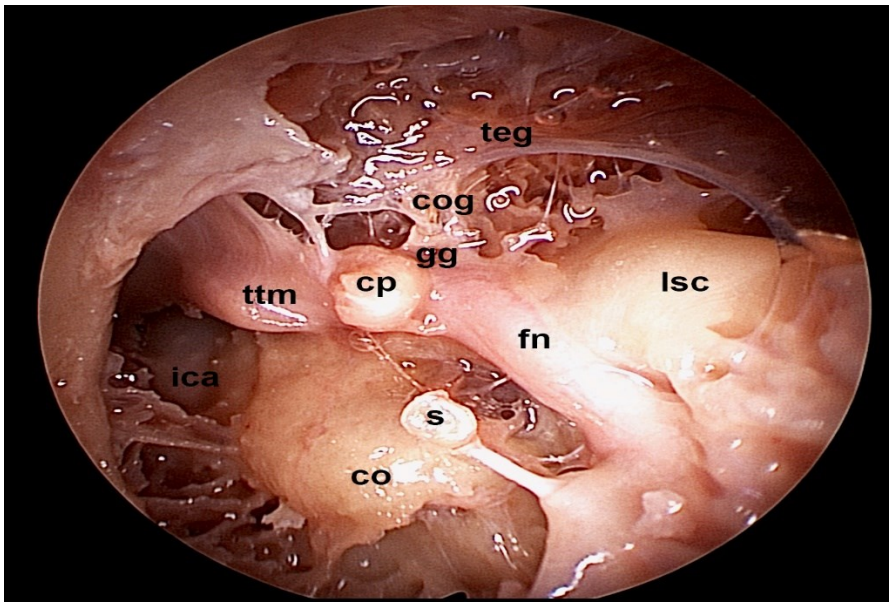

Figure 90 : *Vue endoscopique (endoscope à 0°) de l'oreille gauche, après le retrait de l'enclume et du marteau ainsi que le curetage du scutum, illustrant la paroi antérieure du protympan.teg : tegmen, cog :cog ou crête transversale, gg : ganglion géniculé, cp : processus cochléaire, ttm : muscle tenseur du tympan, lsc : canal semi-circulaire latéral, fn : segment tympanique du nerf facial, s : étrier, co : cochlée, ica : artère carotide interne* ***(25).***

a. Paroi du canal carotidien :

Une déhiscence de la paroi du canal carotidien sur la paroi médiale du protympan peut être observée. Dans une série de 1000 os temporaux, une déhiscence du canal carotidien a été identifiée dans 7,7 % des os temporaux **(26).** Dans une série plus petite de 150 os temporaux, l'épaisseur moyenne de l'os le plus fin recouvrant l'artère carotide était de 1,5 mm (plage de 0 à 3 mm) et la procidence de l'artère carotide dans le protympan était à peine présente chez 31 % **(26).**

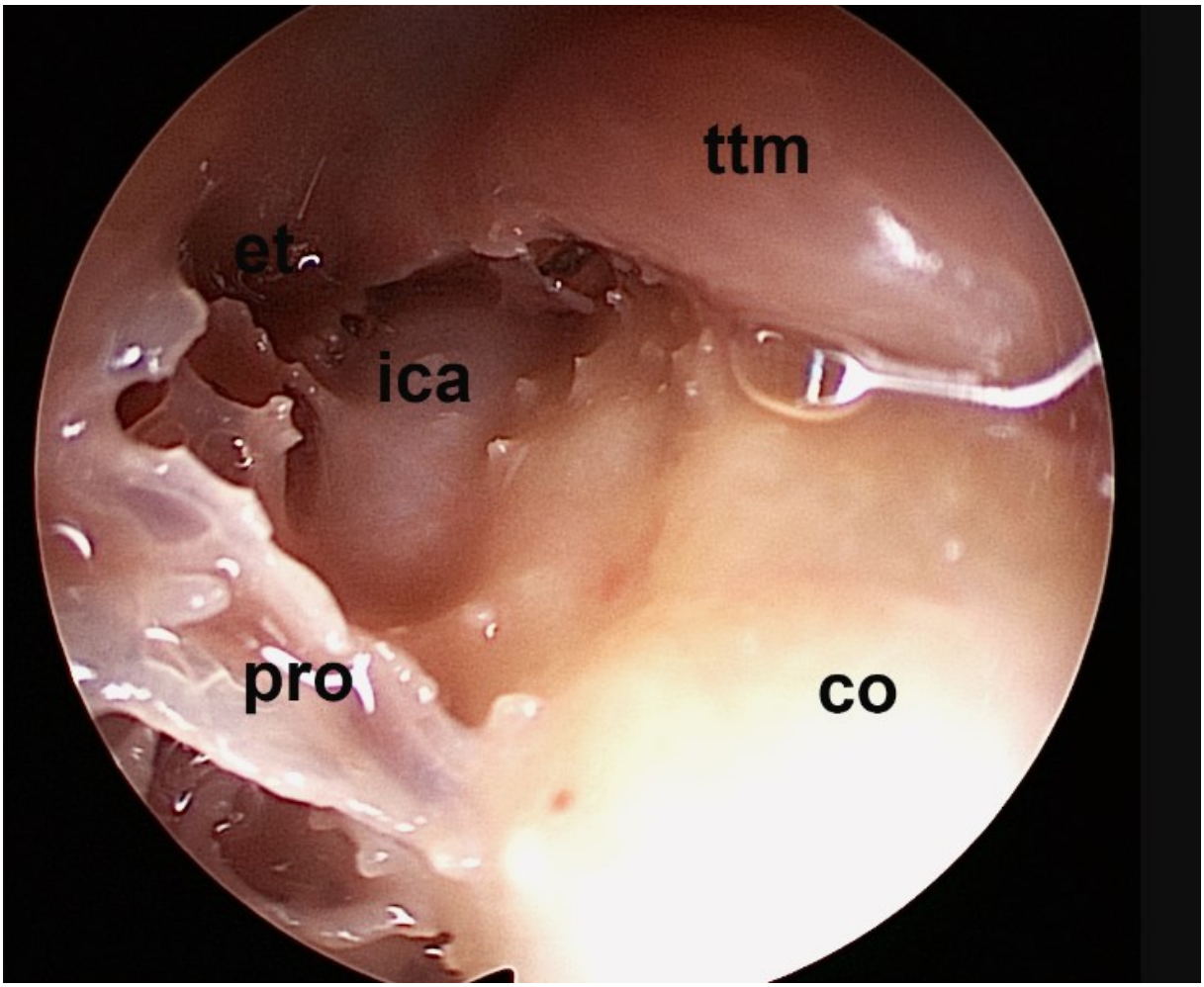

Figure 90 : *vue endoscopique de l'oreille gauche montrant le protympanum(notez l'artère carotide déhiscente). et : trompe d'eustache, ica : artère carotide interne, pro: protinicule, co : cochlée, ttm : muscle tenseur du tympan* ***(25).***

b. Nerf de Jacobson ou branche tympanique

Le nerf de Jacobson ou branche tympanique du nerf glossopharyngé est un faisceau de fibres à prédominance sécrétomotrice et sensorielle. C'est le principal nerf contribuant au plexus tympanique qui se trouve sur le promontoire. Il quitte le ganglion inférieur au-dessus du foramen jugulaire et traverse le canalicule tympanique inférieur pour pénétrer dans l'oreille moyenne soit à travers, soit juste en avant du finiculus. Les premières branches du nerf tympanique ont tendance à se projeter au-dessus de la fenêtre ronde.

Le nerf se dirige antéro-médialement pour former la limite postérieure du protympan.

Le nerf tympanique procure l'innervation sensitive au protympan et la trompe d'eustache et délivre également les fibres parasympathiques qui naissent dans le noyau salivaire inférieur vers la même région. Un apport parasympathique supplémentaire atteint le plexus tympanique via le nerf inter médiaire et le nerf facial au niveau du ganglion géniculé.

Le nerf sort de l'oreille moyenne, en dedans du tendon tenseur du tympan, et devient le nerf petit pétreux superficiel transportant les fibres parasympathiques motrices viscérales du plexus tympanique à la glande parotide par le ganglion otique (20,21,24).

c. Nerfs et artères caroticotympaniques

Les nerfs et artères caroticotympaniques sortent par des canaux dans l'os recouvrant le canal carotide sur la face médiale du protympan. Les nerfs caroticotympaniques transportent les fibres sympathiques vers l'arrière et traversent le récessus caroticocochléaire, entre la face antérieure du promontoire et le canal carotide, pour atteindre le plexus tympanique (20,24).

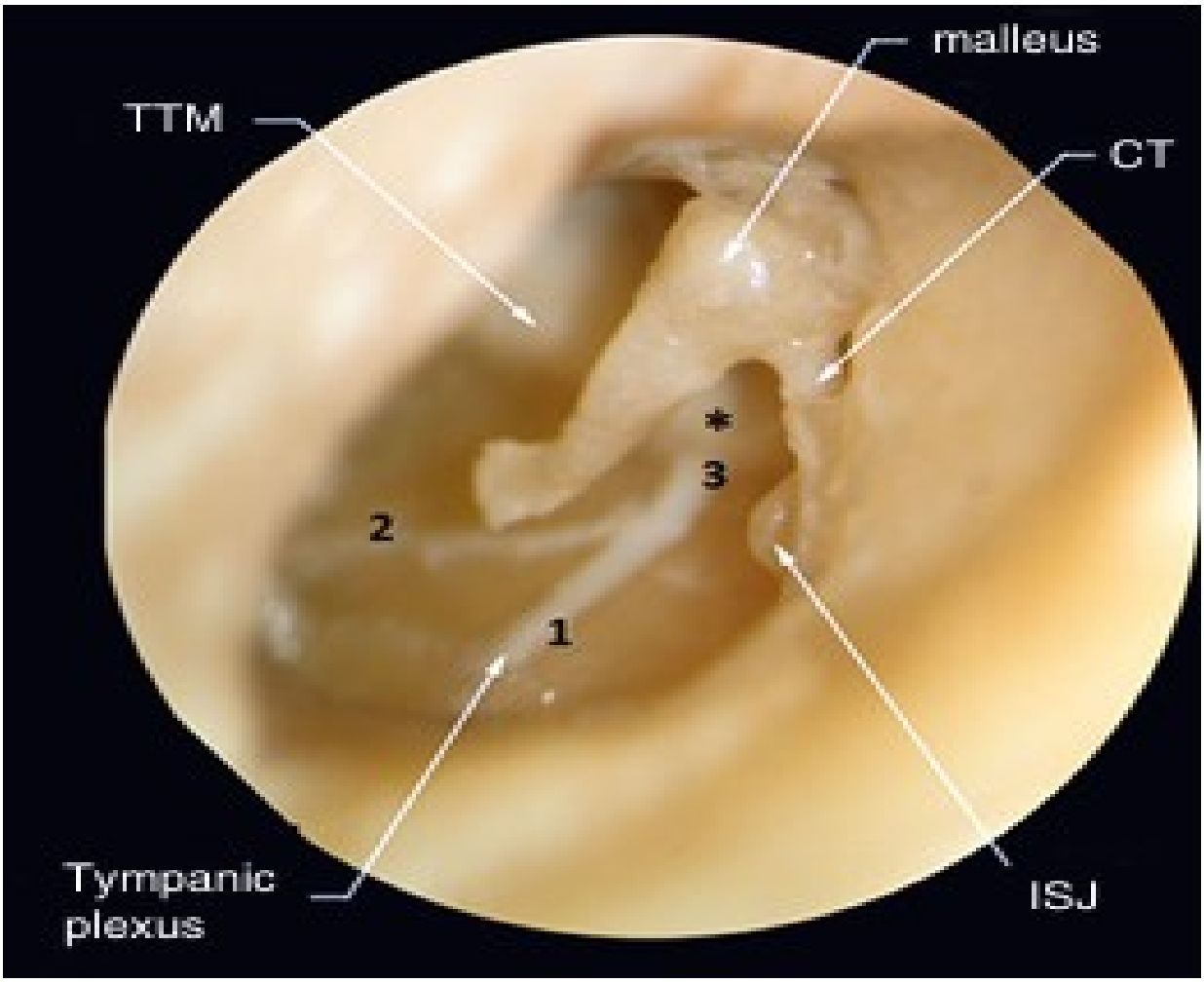

Figure 91 : *Vue endoscopique de l'oreille moyenne gauche montrant le nerf de Jacobson (1), le nerf caroticotympanique (2) et le nerf superficiel pétreux inférieur (3) passant sous le processus cochléiforme (*). ISJ : articulation incudostapédienne, CT : corde du tympan, TTM : muscle tenseur du tympan (5).*

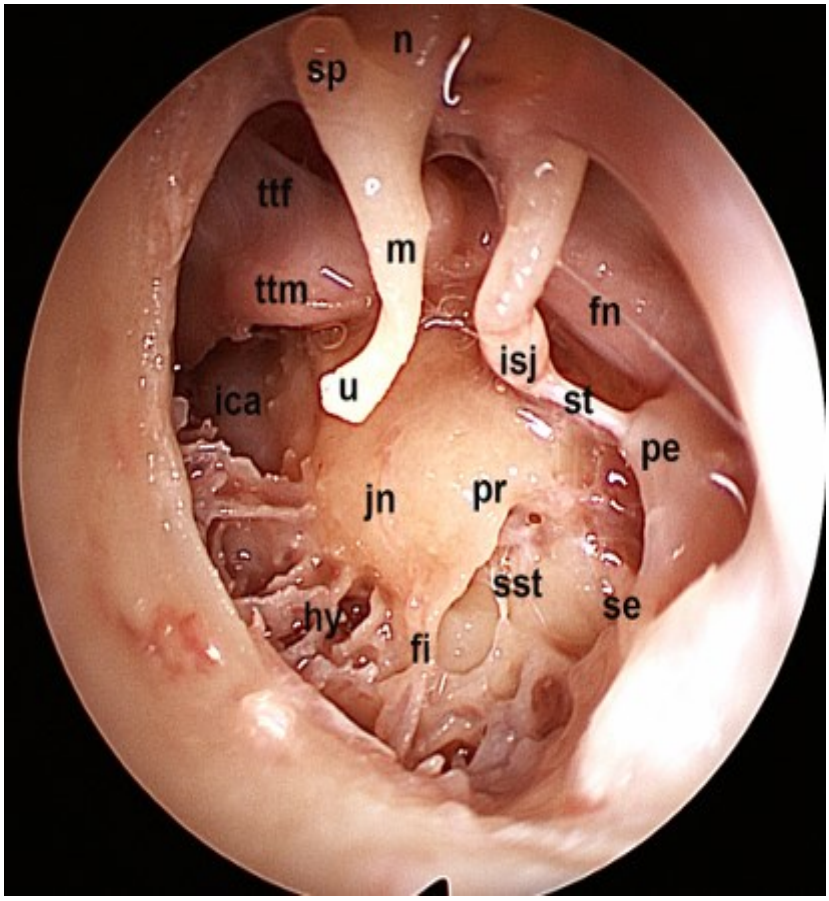

***Figure 92** : Oreille gauche, endoscope à 0° : Vue de la cavité tympanique après élévation du lambeau tympano-métal. pr : promontoire, jn : nerf de Jacobson, hy : hypotympan, fi : funicule, sst : sinus subtympanicus, se : éminence styloïde, pe : éminence pyramidale, st : tendon stapédien, isj : articulation incudo-stapédienne, fn : nerf facial, u : ombilic, m : manche du marteau, sp : processus court, n : col du marteau, ttm : muscle tenseur du tympan, ttf : pli du tenseur du tympan, ica : artère carotide interne(**10**).*

IV. ANATOMIE ENDOSCOPIQUE DE L'HYPOTYMPAN

L'hypotympan fait partie de la cavité tympanique située sous l'anneau tympanique contenant des cellules aériennes et des trabécules, à la jonction des parties tympanique et pétreuse de l'os temporal. Il s'étend du funicule en arrière, au protinicule en bas et à l'orifice de la trompe d'Eustache en avant (27).

A. Parois

L'hypotympan présente les parois suivantes :

- La paroi antérieure est formée par le canal carotidien.
- La paroi postérieure est formée par le funicule (sépare le sinus sous tympanique de l'hypotympan) et la partie inférieure du complexe styloïde.
- La paroi latérale est formée par l'os tympanique.
- La paroi médiale est formée par la partie inférieure du promontoire et une partie de l'os pétreux qui s'étend sous le promontoire. Elle est généralement pneumatisé ; son système de cellules peut s'étendre sous la cochlée pour atteindre l'air de l'apex pétreux.

Le plancher est en forme de dôme et correspond à une fine plaque osseuse séparant l'hypotympan du bulbe jugulaire (5,7,27).

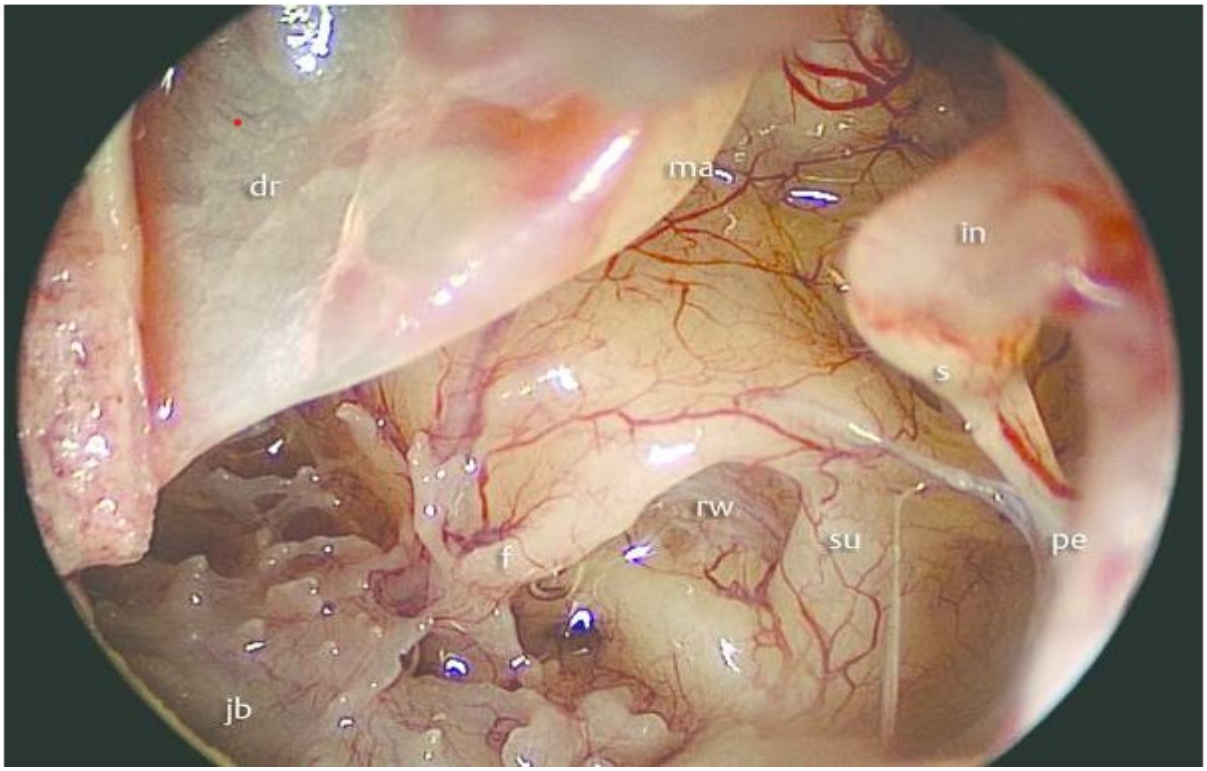

Figure 93 : *Vue endoscopique (endoscope 0°) de l'hypotympan. jb, bulbe jugulaire ; f, finiculus ; ma, marteau; in, incus; s, étrier ; rw, fenêtre ronde ; su, subiculum; dr,tympan pe, éminence pyramidale(7).*

B. Forme

La forme de l'hypotympan est influencée par la saillie du bulbe jugulaire dans la cavité tympanique. Dans certains cas , le bulbe jugulaire fait saillie à des degrés divers dans la cavité tympanique, soulevant son plancher de sorte que la cavité de l'hypotympan est considérablement réduite, voire absente . Normalement, l'hypotympan est occupé par les trabécules de hauteurs variables, généralement d'environ 7 à 9 mm ; la plus longue antérieure est appelée trabeculae longae, alors que la trabécule longue postérieure est appelée trabeculae profundae. Quand les trabécules sont absentes, la paroi jugulaire s'élève jusqu'à la capsule cochléaire (27).

Figure 94 : *vue endoscopique de l'hypotympan .1 trabeculae longa.2 Finiculus 3 trabeculae profunda 4.fustis**(27).***

C. Profondeur

La profondeur inférieure de l'hypotympan varie considérablement en raison de la présence d'un pont osseux sur son plancher.

1. Hypotympan de type A

Normalement, la profondeur de l'hypotympan depuis l'anneau osseux inférieur jusqu'au plancher de l'hypotympan est de 8 à 10 mm. Il contient des cellules aériennes et 8 à 10 trabécules. Le bulbe jugulaire est très bas, associé à un sinus sigmoïde placé en arrière. Le finicule est long et associé à l'espace infra-cochléaire. Si cette zone est bien pneumatisée, on peut presque voir la courbure du tour basal de la cochlée (27).

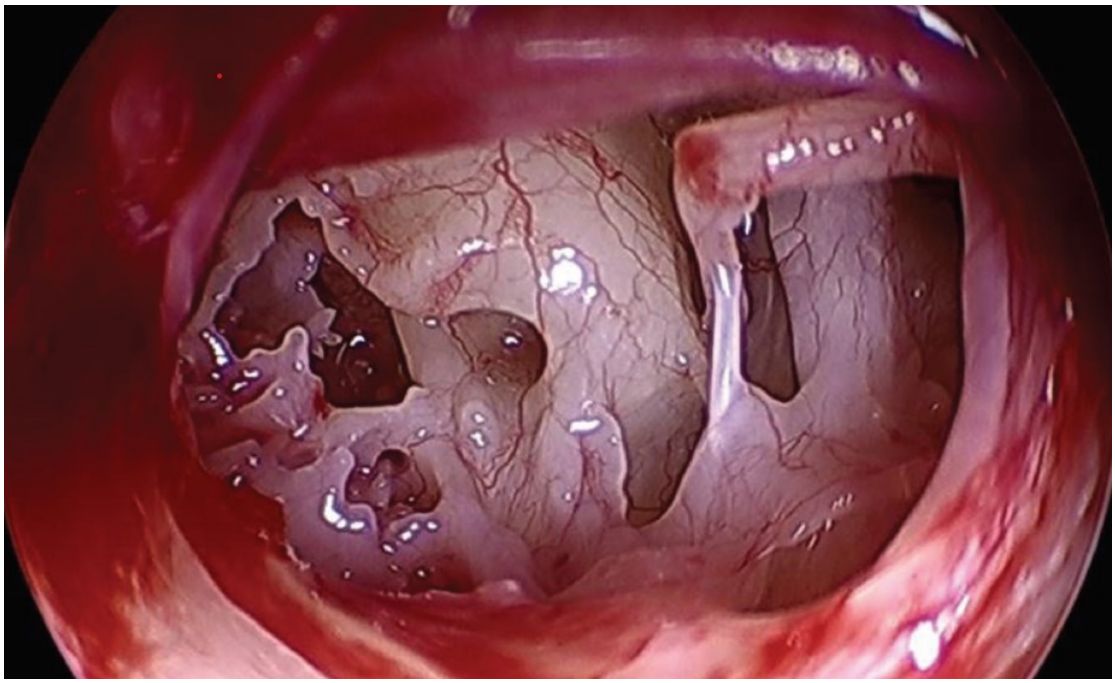

Figure 95: *vue endoscopique de l'hypotympan de type A **(27).***

2. Hypotympan de type B

L'hypotympanum de type B est présent dans 25 % des cas ; sa profondeur est de 4 à 5 mm à partir de la crête osseuse tympanique inférieure. Ce type de sinus est associé à des trabécules clairsemées avec un espace infracochléaire limité. Dans ce cas, le finiculus est court (27).

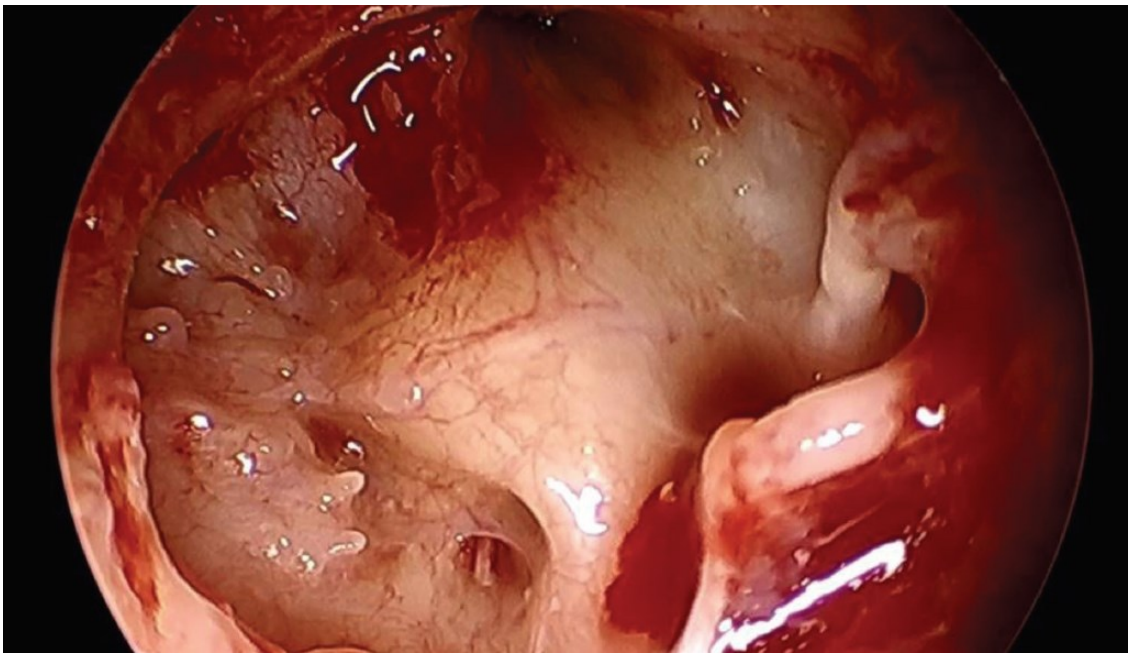

Figure 96 : *Vue endoscopique de l'hypotympan de type B* ***(27).***

3. Hypotympan de type C

Dans l'hypotympan de type C, le bulbe jugulaire est au-dessus du sillon tympan inférieur avec absence de trabécule et de funicule. Dans 10 % de ces cas, le bulbe jugulaire touche la fenêtre ronde. Il n'y a pas d'espace infra-cochléaire et ce type d'hypotympan est associé à des sinus sigmoïdes placés vers l'avant (27).

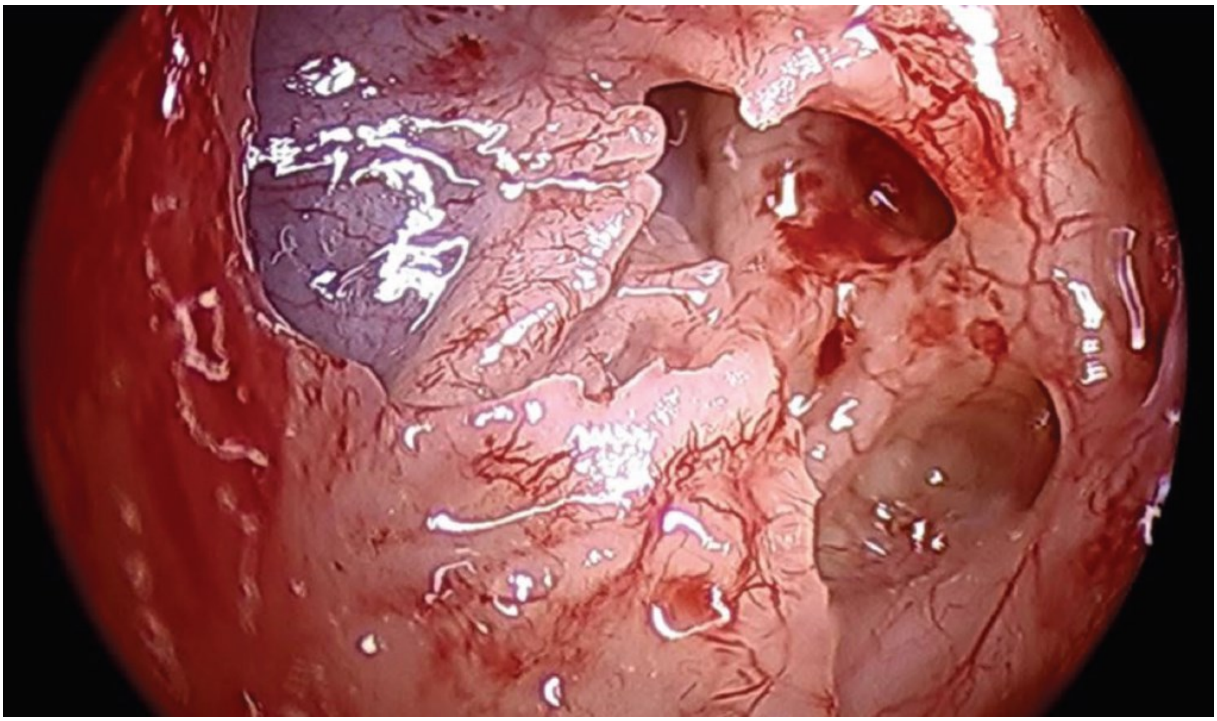

Figure 97 *: Vue endoscopique de l'hypotympan de type C* ***(27).***

D. Cellules hypotympaniques

L'hypotympan comporte deux types de cellules :

- Cellules aériennes hypotympaniques proprement dites, présentes dans les parois médiale et inférieure de l'hypotympan, peuvent s'étendre sous le labyrinthe pour atteindre les cellules de l'apex pétreux.
- Cellules rétrofaciales s'étendent du tractus mastoïdien central médial au nerf facial et *rejoignent l'espace hypotympanique (27).

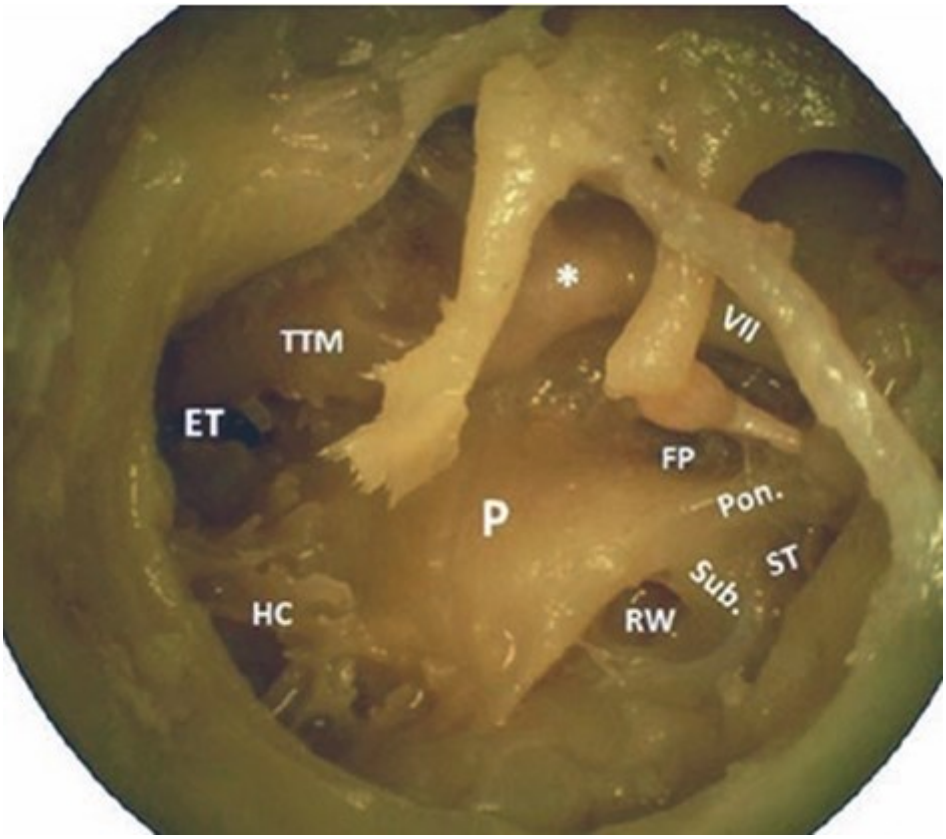

Figure 98 : *Vue endoscopique d'une oreille moyenne gauche montrant les cellules tympaniques. VII, nerf facial tympanique ; *,processus cochléariforme ;TTM, muscle tenseur du tympan ; RW, fenêtre ronde ; ET, trompe d'Eustache ; FP, platine de l'étrier ; P, promontoire, HC cellules hypotympaniques ;ST sinus tympani, Pon ponticulus, Sub subiculum(5).*

V. ANATOMIE ENDOSCOPIQUE DU MESOTYMPAN

Le mésotympan est le compartiment central le plus étroit de la cavité de l'oreille moyenne, sa profondeur n'est que d'environ 2 mm, Il est limité médialement par le promontoire et latéralement par la pars tensa de la membrane tympanique. Il est largement ouvert antérieurement au protympan en bas à l'hypotympan et postérieurement au rétrotympan. Supérieurement, il est séparé de l'attique par le diaphragme tympanique. Il contient le manche et le col du marteau, le long processus de l'enclume, l'étrier, l'articulation incudostapedienne, le segment tympanique du nerf facial et la fenêtre ovale.

Le mésotympan agit comme un canal permettant à l'air provenant de la trompe d'eustache, de passer à travers l'isthme tympanique vers le haut pour assurer l'aération de l'ensemble des compartiments de l'oreille moyenne.

La paroi latérale du mésotympan abrite deux compartiments importants:

- **Poche antérieure de von Tröltsch** : située entre le pli malléolaire antérieur et la pars tensa du tympan ; elle communique avec le renfoncement supratubaire et le protympan.
- **Poche postérieure de von Tröltsch** : située entre le pli mallèolaire postérieur et la pars tensa du tympan. La poche postérieure de von Tröltsch se développe postéro-inférieurement et elle s'ouvre dans la partie la plus crânienne du mésotympan. C'est la principale voie de ventilation de l'espace de Prussak (5,7).

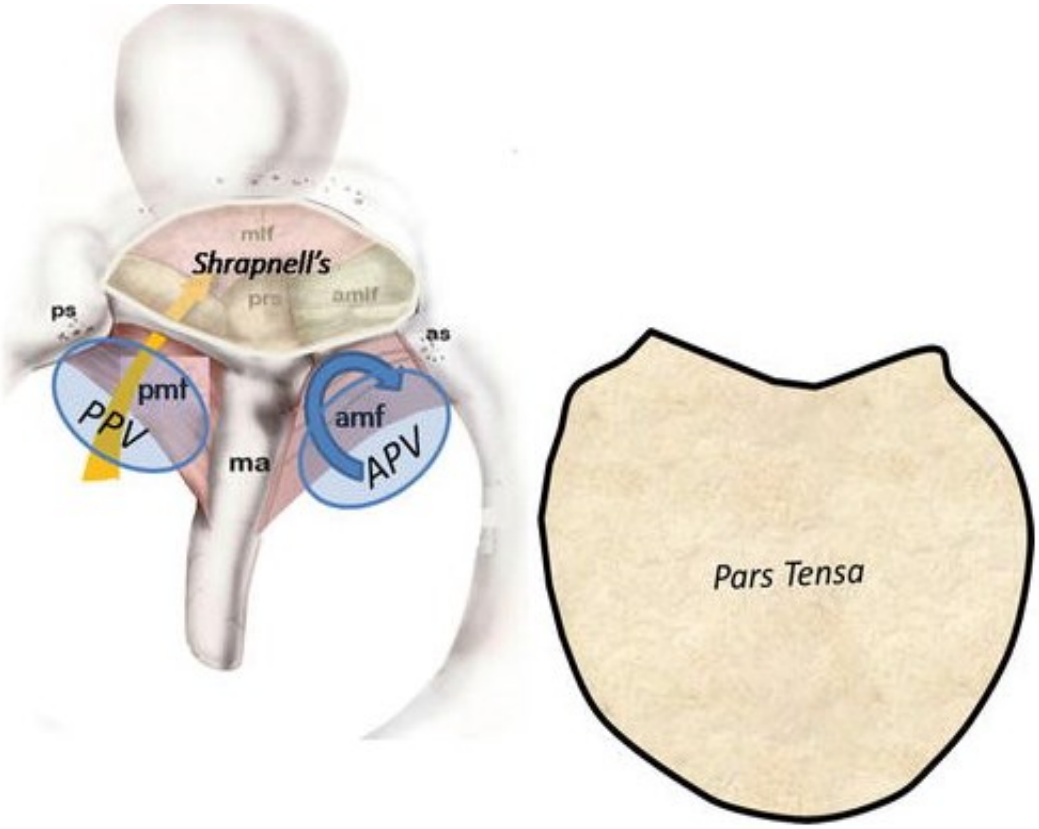

Figure 99 *: Schéma de l'oreille moyenne droite après l'ablation de la pars tensa, montrant la poche antérieure de von Tröltsch (APV) isolée de l'espace de Prussak (flèche bleue) et la poche postérieure de von Tröltsch (PPV) en communication avec l'espace de Prussak (flèche jaune). as, épine tympanique antérieure ; ps,épine tympanique postérieure ;amlf, pli malléolaire antérieur ;pmf, pli malléolaire postérieur ;ma ,manche du marteau ;prs, espace de prussak(5).*

VI. ANATOMIE ENDOSCOPIQUE DU NERF FACIAL

L'approche endoscopique permet de comprendre les caractéristiques anatomiques du segment tympanique du nerf facial, depuis le ganglion géniculé jusqu'au coude du nerf facial, en observant le trajet dans la cavité tympanique par rapport aux espaces épitympaniques et aux structures de l'oreille moyenne. La seule portion du nerf facial qui ne nécessite pas le retrait de la chaîne ossiculaire pour être exposée est la portion la plus postérieure, en relation étroite avec le coude du nerf facial et l'éminence pyramidale.

Le segment tympanique du nerf facial peut être divisé en deux segments nerveux avec des orientations différentes par rapport au processus cochléariforme :

- *Segment précochléariforme* : partie du nerf facial tympanique située au-dessus et en avant de la limite osseuse postérieure de l'apophyse cochléariforme.
- Segment *postcochléariforme* : partie du nerf facial tympanique située en arrière de la limite osseuse postérieure de l'apophyse cochléariforme (7,14,28).

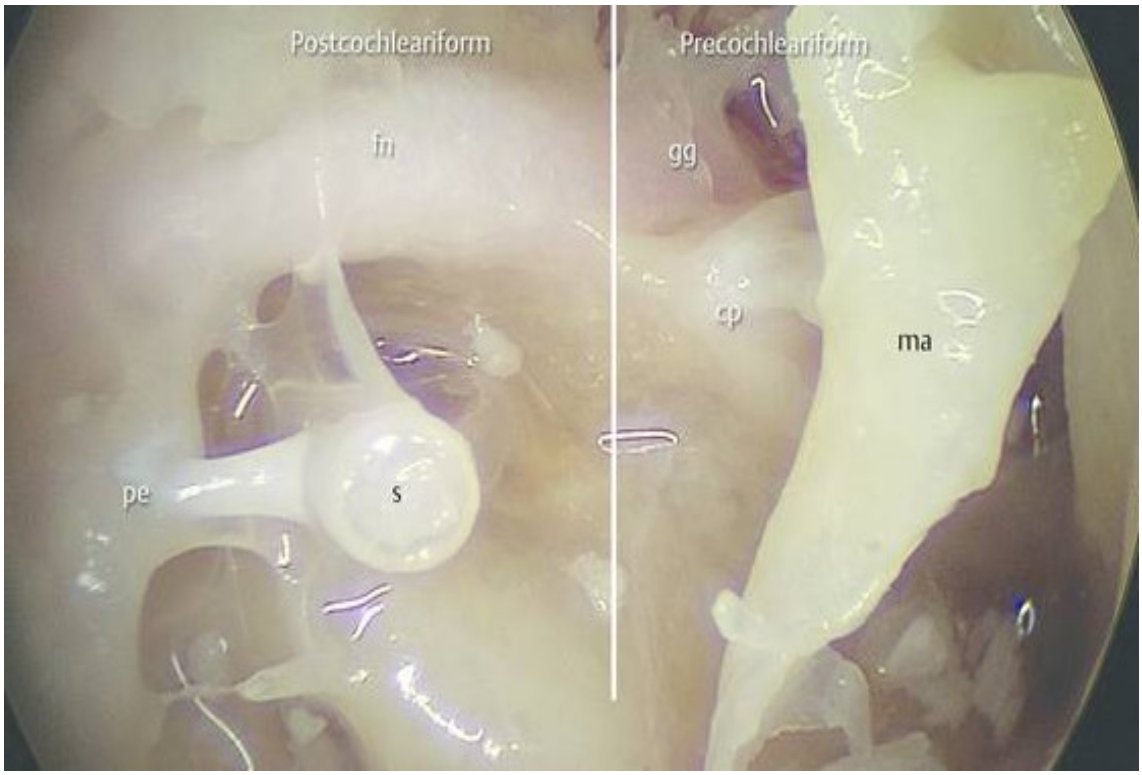

Figure 100 : *Oreille droite. Vue endoscopique montrant les deux parties du segment tympanique du nerf facial par rapport au processus cochléariforme après l'ablation de l'enclume. cp, processus cochléariforme ; fn, nerf facial ; s, étriers ; pe, éminence pyramidale ; gg, ganglion géniculé ; ct, cho ; ma, marteau (7).*

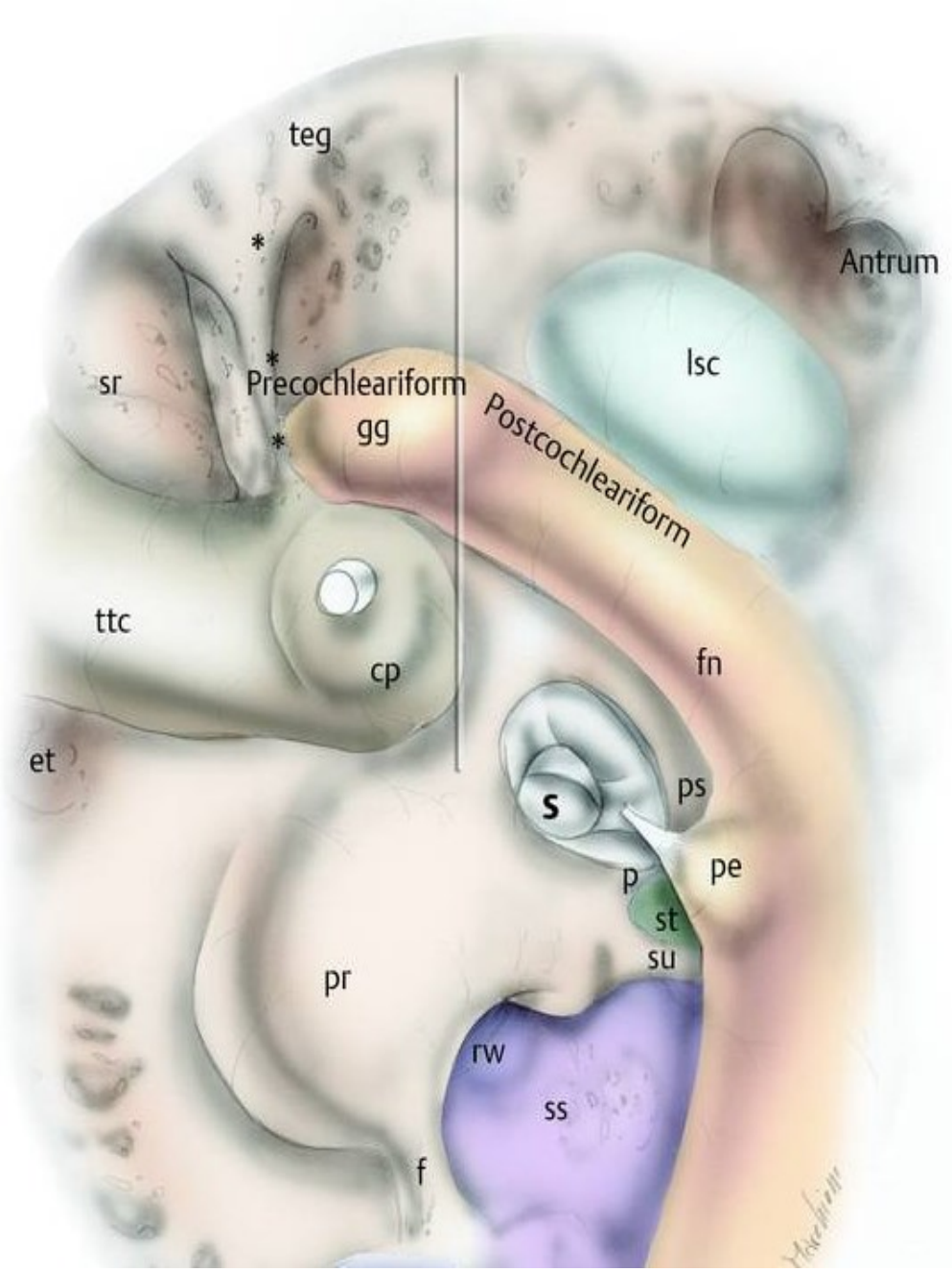

Figure 101 : *Oreille gauche. Schéma des deux parties du segment tympanique du nerf facial par rapport au processus cochléariforme après l'ablation de la chaîne ossiculaire. cp, processus cochléariforme ; fn, nerf facial ; ttc, canal tenseur du tympan ; teg, tegmen ; sr, évidement supratubaire ; * cog; pr, promontoire ; s, étriers ; p, ponticule ; st, sinus tympan ; pe, éminence pyramidale ; su, subiculum ; ss, sinus sous-tympanique ; f, finiculus ; jb, bulbe jugulaire ; et, trompe d'eustache ; gg, ganglion géniculé ; lsc, canal semi-circulaire latéral ; ps, sinus postérieur ; rw, fenêtre ronde(7).*

A. Segment précochléariforme du nerf facial :

C'est la partie du segment tympanique du nerf facial située au- dessus et antérieurement de la limite osseuse postérieure du processus cochléariforme. Il est situé au-dessus du demi-canal du tendon tenseur du marteau et présente une orientation parallèle à ce dernier. Ce segment est composé du ganglion géniculé (GG) et du grand nerf pétreux (NPG). Il est nécessaire d'enlever la tête du marteau pour obtenir une bonne visualisation du segment précochléariforme et de la zone du ganglion géniculé(7,14,28).

a. Ganglion géniculé

Le ganglion géniculé est situé dans le plancher de l'espace épitympanique antérieur juste en avant et au-dessus de l'apophyse cochléariforme, avec une orientation horizontale parallèle au semi-canal du tendon tenseur du marteau. Dans certains cas, il est recouvert par l'os des cellules de l'espace épitympanique antérieur.

L'emplacement du ganglion géniculé est indiqué par deux structures anatomiques. Il se trouve juste au-dessus et en avant au processus cochléariforme, tandis que le cog descend du tegmen comme un doigt indiquant l'emplacement du ganglion. En effet, le cog présente une variabilité de structure ; lorsque le cog est une crête osseuse complète, elle indique postérieurement et en bas le processus cochléariforme, et c'est un point de repère pour le ganglion géniculé. Lorsqu'elle est incomplète ou rudimentaire, elle ne peut pas être considérée comme un véritable point de repère pour le GG, soit parce qu'elle n'indique pas clairement le ganglion, soit parce qu'elle se trouve significativement en avant et latéralement du nerf (7,14,28).

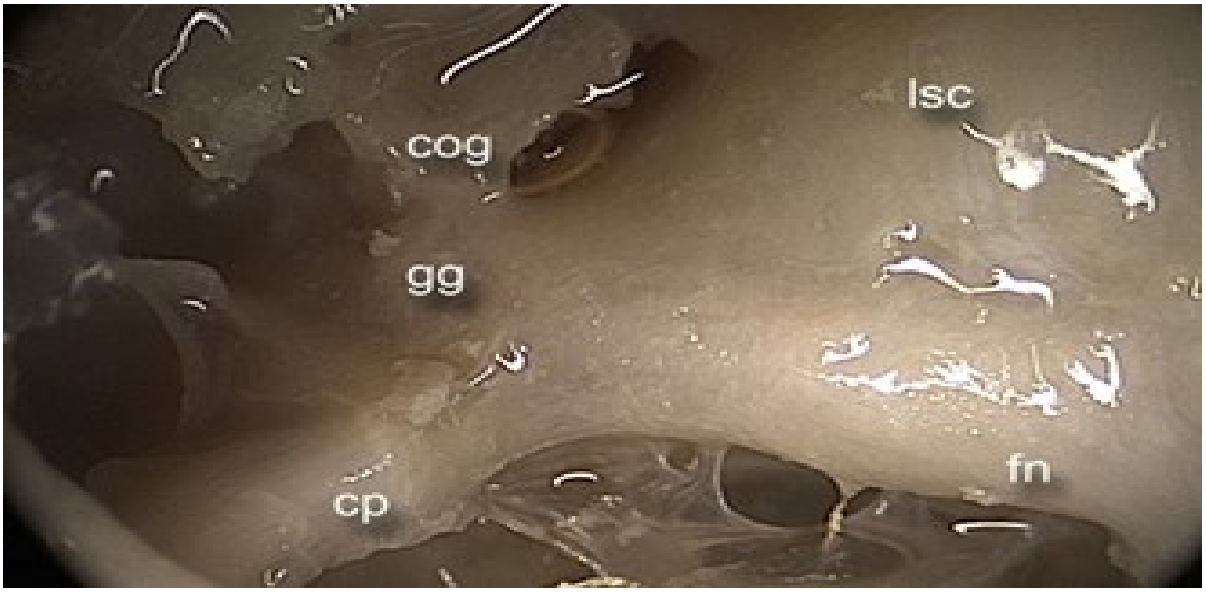

Figure 102*: Vue endoscopique d'une dissection cadavérique objectivant les rapports du ganglion géniculé. Le marteau est retiré et le GG est exposé en enlevant les cellules épitympaniques. cp, processus cochléaire; fn, nerf facial ; gg, ganglion géniculé ; gpn, ; lsc, canal s emi-circulaire latéral* **(28).**

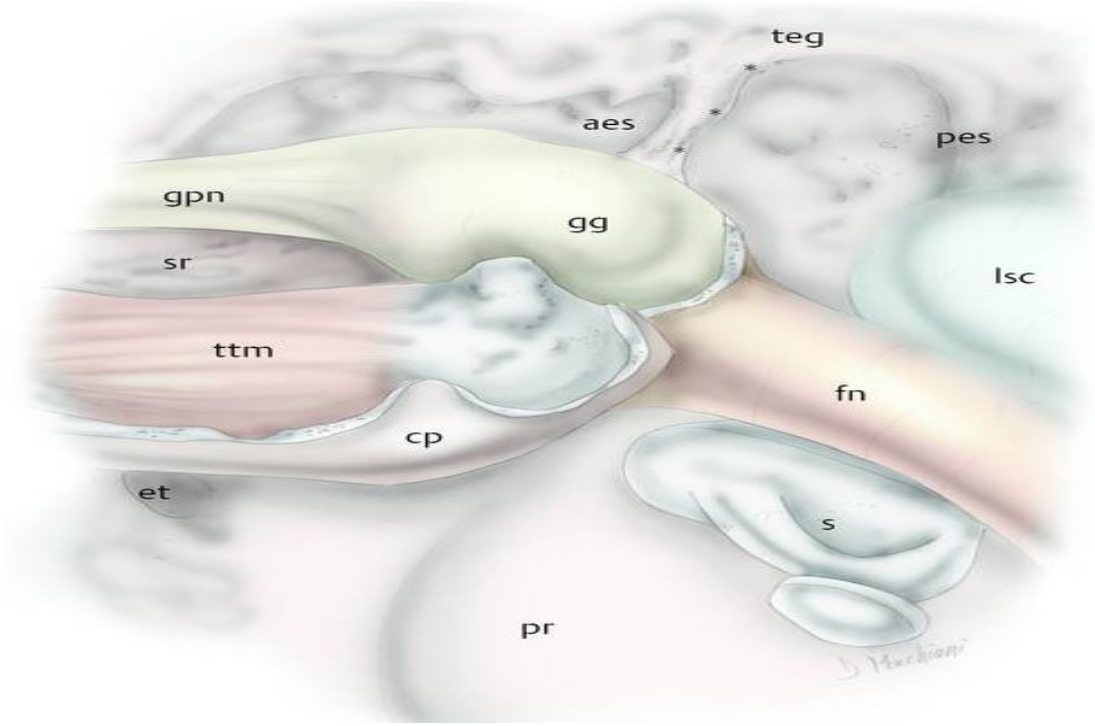

Figure 103 *: Dessin montrant les relations du ganglion géniculé et du nerf grand pétreux avec les structures adjacentes. cp, processus cochléariforme ; fn, nerf facial ; ttm, muscle tenseur du tympan ; s, étriers ; gg, ganglion géniculé ; lsc, canal semi-circulaire latéral ; et, trompe d'eustache ; aes, compartiment épitympanique antérieur ; pes, compartiment épitympanique postérieur ; sr, évidement supratubaire ; teg, tegmen ; pr, promontoire ; gpn, nerf pétreux supérieur (7).*

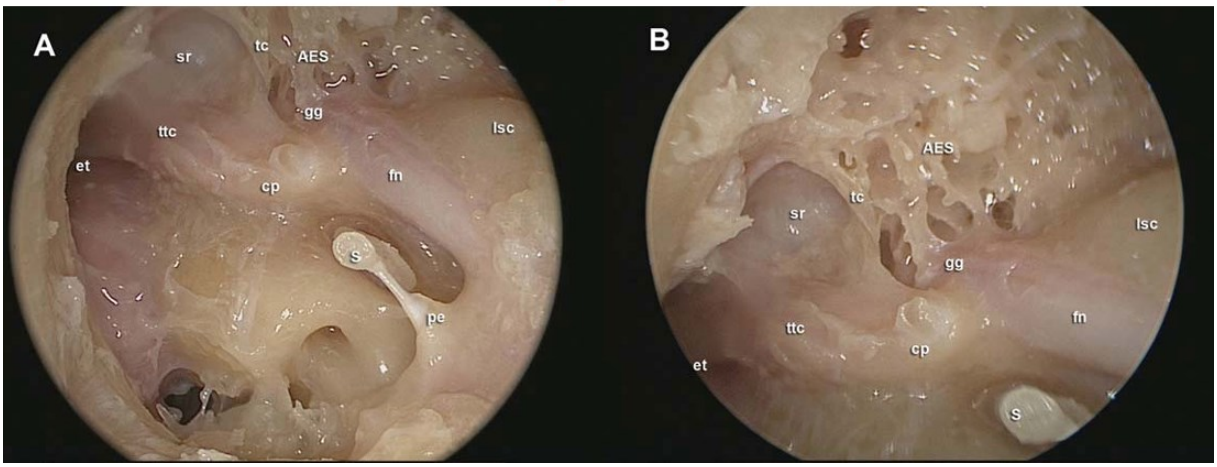

Figure 104 : *Oreille gauche. Dissection endoscopique du nerf facial. On peut noter l'orientation du segment précochléariforme du nerf facial par rapport au canal tenseur du tympan. cp, processus cochléariforme ; fn, nerf facial ; ttc, canal tenseur du tympan ; sr, évidement supratubaire ; s, étriers ; gg, ganglion géniculé ; lsc, canal semi-circulaire latéral ; rw, niche de fenêtre ronde ; aes, compartiment épitympanique antérieur ; ca, artère carotide* ***(28).***

b. Nerf grand pétreux

L'accès endoscopique au nerf grand pétreux (NGP) est obtenu en retirant la tête du marteau. Il est nécessaire de retirer également le cog et le récessus supratubaire (lorsqu'il est présent), antérieurement au GG, afin d'exposer le NGP, suivant l'orientation antérieure du nerf facial .Parfois une déhiscence de la dure-mère de la fosse crânienne moyenne (FCM) est observée au niveau de l'espace épitympanique antérieur et cette dernière est en étroite relation avec le GG et le NGP (7,14,28).

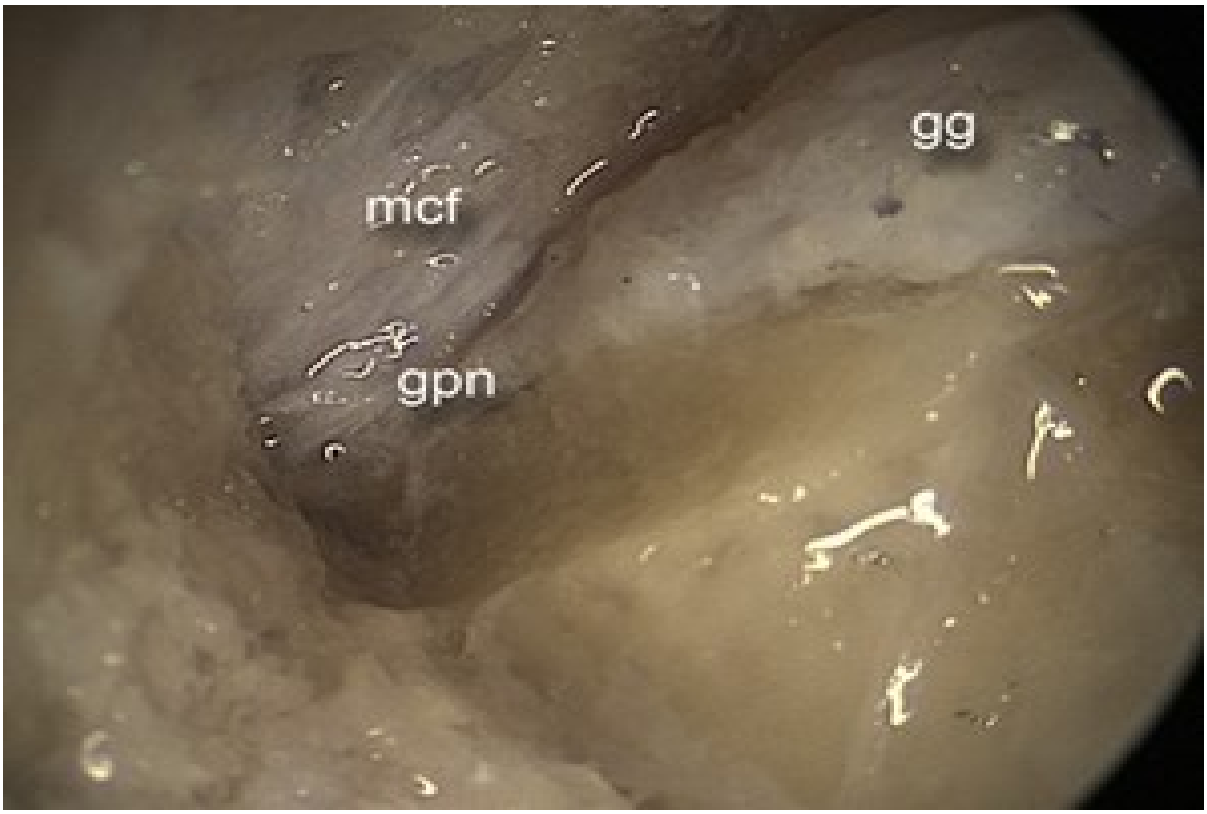

Figure 105 *: Dissection cadavérique de l'oreille gauche explorant endoscopique la relation entre le GG, le NPG et la dure-mère de la FCM. gg, ganglion géniculé ; gpn, nerf grand pétreux ;mcf, fosse crânienne moyenne* ***(28).***

B. Segment post-cochléariforme du nerf facial

Le segment post-cochléaire est la portion du nerf facial tympanique située postérieurement à la limite osseuse postérieure du CP. Il représente le plancher de l'espace épitympanique postérieur. Dans 75 % des cas, le segment post-cochléaire présente une orientation légèrement oblique par rapport au semi-canal du tendon tenseur du marteau, descendant au-dessus de la fenêtre ovale et de l'étrier depuis le CP jusqu'au coude. Dans 25 % des cas, ce segment présente une orientation parallèle au semi-canal du tendon tenseur du marteau. Le segment post-cochléariforme est parallèle au canal semi-circulaire latéral, ce dernier représentant un point de repère important pour atteindre l'aditus ad antrum (7,14,28).

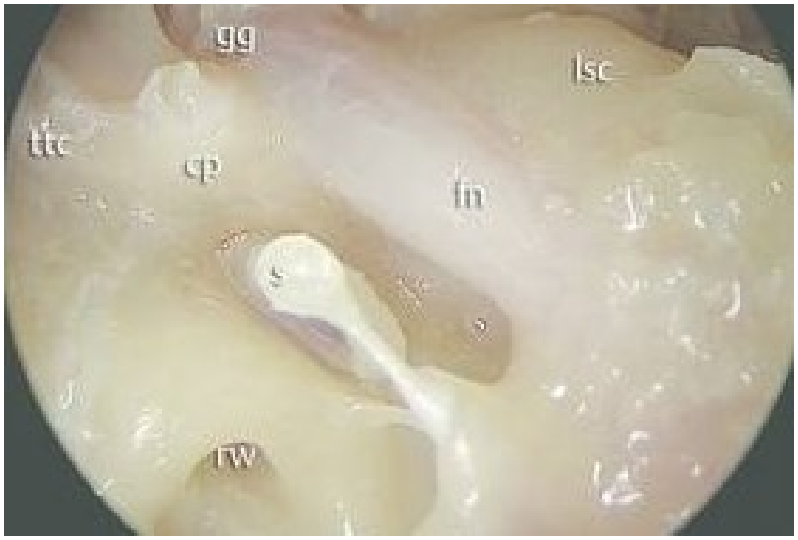

Figure 106 *: Oreille gauche. Dissection endoscopique du nerf facial.On peut noter l'orientation du segment post-cochléariforme du nerf facial tympanique parallèle par rapport au canal tenseur du tympan. cp, processus cochléariforme ; fn, nerf facial ; ttc, canal tenseur du tympan ; sr, évidement supratubaire ; s, étriers ; gg, ganglion géniculé ; lsc, canal semi-circulaire latéral ; rw, niche de fenêtre ronde ; aes, compartiment épitympanique antérieur ; ca, artère carotide (7*).

CONCLUSION

L'anatomie de l'oreille moyenne est riche et complexe. Une bonne connaissance de cette anatomie est fondamentale et indispensable pour tous les chirurgiens ORL. Cette complexité a incité ces derniers à développer une nouvelle technique pour explorer des zones difficiles à visualiser avec le microscope.

La survenue de l'endoscope a permis l'amélioration des connaissances de l'anatomie des espaces profonds et cachés de l'oreille moyenne, en particulier l'espace rétrotympanique .

En plus d'une vision plus large et plus claire de l'anatomie de l'oreille moyenne, l'endoscopie permet de mieux comprendre la physiologie de l'oreille moyenne et ses voies de ventilation. Par conséquent l'endoscope permet non seulement d'effectuer une approche chirurgicale moins invasive, mais aussi une chirurgie plus physiologique de l'oreille moyenne.

Mais Il est important de souligner que l'endoscope n'est pas destiné à remplacer le microscope et qu' à côté de son rôle complémentaire au microscope dans le diagnostic des états pathologiques il pourrait être considéré comme une alternative raisonnable au microscope pour réaliser une chirurgie otologique dans certains cas.

RESUME

Une bonne connaissance de l'anatomie est fondamentale et indispensable pour chaque chirurgien. L'anatomie de l'oreille moyenne est complexe et constitue parfois un défi pour les otologistes.

L'oreille moyenne peut être divisée en sous-espaces sur la base de leurs relations avec le mésotympan qui représente la partie centrale qu'un observateur peut visualiser à travers le conduit auditif externe à l'aide d'un otoscope. En arrière de celui-ci se trouve le rétrotympan,en haut l'épitympan, en avant le protympan et en bas l'hypotympan .

L'objectif de ce travail est de faire le point sur l'anatomie endoscopique de l'oreille moyenne, avec une attention particulière aux espaces épitympaniques et rétrotympaniques.

L'oreille moyenne est reconnue comme étant un espace étroit, presque inaccessible au microscope dans certaines régions. Malgré l'éclairage et le grossissement offerts par le microscope opératoire, celui-ci s'est avéré avoir des limites distinctes. Le chirurgien ne peut visualiser que les structures directement devant lui. Cette vue en ligne droite offerte par le microscope produit des angles morts lors d'une chirurgie de l'oreille moyenne. Cette limite peut être surmontée par l'utilisation de l'endoscope.

En raison de sa position postérieure, le rétrotympan est difficile à explorer avec par le microscope. L'introduction de l'endoscope a considérablement augmenté notre connaissance de cet espace. L'éminence pyramidale est le point d'appui du rétrotympan d'où naissent deux structures osseuses la crête chordale et le ponticulus. Le rétrotympan peut être divisé par la troisième portion du nerf facial et l'éminence pyramidale en cinq espaces ;

trois espaces médians et antérieurs : sinus tympani, sinus postérieur et le sinus sous tympanique et deux espaces latéraux et postérieurs :sinus latéral et le récessus du facial .

L'espace épitympanique est une portion pneumatisée de l'os temporal, supérieur au mésotympan. Cette structure anatomique n'est pas bien visualisée au microscope, car l'accès à cette région est bloqué par plusieurs structures anatomiques comme l'articulation incudo-malléaire et la corde du tympan. Il peut être divisé en deux espaces antérieurs et postérieurs séparés par une crète transversal appelée « cog» .

En plus d'une vision plus large et plus claire de l'anatomie de l'oreille moyenne, l'endoscopie permet de mieux comprendre la physiologie de l'oreille moyenne et les voies de ventilation qui pourraient causer une pathologie en cas d'altération comme le cholestéatome. Par conséquent l'endoscope permet non seulement d'effectuer une approche chirurgicale moins invasive, mais aussi une chirurgie plus physiologique de l'oreille moyenne.

REFERENCES

1-Kozin, E. D., Kiringoda, R., & Lee, D. J. (2016). Incorporating Endoscopic Ear Surgery into Your Clinical Practice. Otolaryngologic Clinics of North America, 49(5), 1237-1251.

2- Emre, I. E., Cingi, C., Muluk, N. B., & Nogueira, J. F.(2019). Endoscopic Ear Surgery. Journal of Otology. doi:10.1016/j.joto.2019.11.

3- Kiringoda, R., Kozin, E. D., & Lee, D. J. (2016). Outcomes in Endoscopic Ear Surgery. Otolaryngologic Clinics of North America, 49(5), 1271-1290.

4-Mohamed Badr-El-Dine, Adrian L. James, Giuseppe Panetti. Instrumentation and Technologies in Endoscopic Ear Surgery. Otolaryngol Clin N Am 46 (2013) 211-225.

5- Mansour, S., Magnan, J., Haidar, H., Nicolas, K., Louryan, S. (2013). Middle Ear Compartments. In: Comprehensive and Clinical Anatomy of the Middle Ear. Springer, Berlin, Heidelberg.

6- Daniele Marchioni, Francesco Mattioli, Domenico Villari, Livio Presutti. Traitement exclusivement endoscopique du cholestéatome rétrotympanique.Entokey

7- Daniele Marchioni, Matteo Alicandri-Ciufelli, Domenico Villari, Livio Presutti Anatomie endoscopique de l'oreille moyenne . Entokey.

8- Marchioni, D., Alicandri-Ciufelli, M., Grammatica, A., Mattioli, F., & Presutti, L. (2010). Pyramidal eminence and subpyramidal space: An endoscopic anatomical study. The Laryngoscope, 120(3), 557-564.

9- Alicandri-Ciufelli, M., Fermi, M., Bonali, M., Presutti, L., Marchioni, D., Todeschini, A., & Anschuetz, L. (2018). Facial sinus endoscopic evaluation, radiologic assessment, and classification. The Laryngoscope.

10- Anschuetz L, Presutti L, Marchioni D, Bonali M, Wimmer W, Villari D, Caversaccio M. Discovering Middle Ear Anatomy by Transcanal Endoscopic Ear Surgery: A Dissection Manual. J Vis Exp. 2018 Jan 11;(131):56390.

11- Marchioni, D., Alicandri-Ciufelli, M., Piccinini, A., Genovese, E., & Presutti, L. (2010). Inferior retrotympanum revisited: An endoscopic anatomic study. The Laryngoscope, 120(9), 1880-1886.

12- Marchioni, D., Alicandri-Ciufelli, M., Pothier, D. D., Rubini, A., & Presutti, L. (2014). The round window region and contiguous areas: endoscopic anatomy and surgical implications. European Archives of Oto-Rhino-Laryngology, 272(5), 1103-1112.

13- Marchioni, D., Soloperto, D., Colleselli, E., Tatti, M. F., Patel, N., & Jufas, N. (2016). Round window chamber and fustis: endoscopic anatomy and surgical implications. Surgical and Radiologic Anatomy, 38(9), 1013-1019.

14-. Marchioni, D., Alicandri-Ciufelli, M., Piccinini, A., Genovese, E., Monzani, D., Tarabichi, M., & Presutti, L. (2011). Surgical anatomy of transcanal endoscopic approach to the tympanic facial nerve. The Laryngoscope, 121(7), 1565-1573.

15- Marchioni D, Molteni G, Presutti L. Endoscopic anatomy of the middle ear. Indian J Otolaryngol Head Neck Surg. 2011 Apr;63(2):101-13.

16- S. Ayache .Endoscopie dans la chirurgie de l'oreille. Elsevier Masson SAS 2022.

17- Tarabichi, M., Marchioni, D., & Kapadia, M. (2016). The Epitympanum Revisited: Endoscopic Anatomy. Indian Journal of Otolaryngology and Head & Neck Surgery, 68(4), 490–495.

18- Li, B., Doan, P., Gruhl, R. R., Rubini, A., Marchioni, D., & Fina, M. (2017). Endoscopic Anatomy of the Tensor Fold and Anterior Attic. Otolaryngology–Head and Neck Surgery, 158(2), 358–363.

19- Tarabichi, M., Ansar, A., Kapadia, M., Marchioni, D. (2023). The Endoscopic Anatomy of Temporal Bone. In: Goycoolea, M.V., Selaimen da Costa, S., de Souza, C., Paparella, M.M

20 - Jufas, N., Marchioni, D., Tarabichi, M., & Patel, N. (2016). Endoscopic Anatomy of the Protympanum. Otolarynglogic Clinics of North America, 49(5), 1107–1119.

21- Marchioni D, Molteni G, Presutti L. Endoscopic anatomy of the middle ear. Indian J Otolaryngol Head Neck Surg. 2011 Apr;63(2):101-13.

22- Chan Y, Goddard JC.eds.K.J.Lee's.Essential Otolaryngology-Head and Neck Surgery, McGraw-Hill Education ;2019.

23- Maniu A, Catana IV, Harabagiu O, Petri M, Cosgarea M. Anatomical variants of tympanic compartments and their aeration pathways involved in the pathogenesis of middle ear inflammatory disease. Clujul Med. 2013;86(4):352-6. Epub 2013 Nov 6.

24- Jufas N, Rubini A, Soloperto D, Alnoury M, Tarabichi M, Marchioni D, Patel N. The protympanum, protiniculum and subtensor recess: an endoscopic morphological anatomy study. J Laryngol Otol 2018;1-4.

25- Anschuetz, L., Presutti, L., Marchioni, D., Bonali, M., Wimmer, W., Villari, D., & Caversaccio, M. (2018). Discovering Middle Ear Anatomy by Transcanal Endoscopic Ear Surgery: A Dissection Manual. Journal of Visualized Experiments, (131).

26- Moreano EH, Paparella MM, Zelterman D, Goycoolea MV. Prevalence of carotid canal dehiscence in the human middle ear: a report of 1000 temporal bones. Laryngoscope. 1994 May;104(5 Pt 1):612-8.

27- Endoscopic Anatomy of Hypotympanum Surgical Implications.Rajesh Boddepalli.Sreerama Murthy Boddepalli.Annals of Otology and Neurotology 2018; 01(02): 058-067.

28- Marchioni, D., Alicandri-Ciufelli, M., Piccinini, A., Genovese, E., Monzani, D., Tarabichi, M., & Presutti, L. (2011). Surgical anatomy of transcanal endoscopic approach to the tympanic facial nerve. The Laryngoscope, 121(7), 1565-1573.