

UNIVERSITE DE NICE  
FACULTE DE MEDECINE

L A P A T H O L O G I E O . R . L

de la

P L O N G E E S O U S - M A R I N E

( contribution à la prévention des accidents )

T H E S E

Présentée et publiquement soutenue  
devant la faculté de Médecine de NICE

le 22 JUIN 1984

Par Monsieur Patrick DELONCA

Interne des Hopitaux  
Né le 10 octobre 1953  
à ST RAPHAËL

Pour obtenir le grade de DOCTEUR en MEDECINE  
(diplôme d'Etat)

-----

EXAMINATEURS de la THESE

Monsieur le Professeur	François DEMARD	Président
Monsieur le Professeur	Jean-Louis ARDISSON	Assesseur
Monsieur le Professeur	André BOURGEON	Assesseur
Monsieur le Professeur	Philippe RENON	Assesseur
Monsieur le Docteur	Pierre ROUVIER	Assesseur

T A B L E   D E S   M A T I E R E S

	PAGES
INTRODUCTION.....	1
PLAN.....	4
LE SYSTEME OREILLE-TROMPE D'EUSTACHE.....	5
- Les accidents mécaniques.....	5
- Loi de MARIOTTE .....	5
- Anatomie de l'oreille du plongeur.....	6
- Anatomie de la trompe d'EUSTACHE du plongeur.....	17
- Physiologie de la trompe d'EUSTACHE du plongeur....	21
- Exploration de la trompe d'EUSTACHE du plongeur....	34
- Les manoeuvres tubaires.....	27
- Les barotraumatismes .....	48
d'oreille moyenne.....	48
d'oreille interne .....	52
- Le vertige alternobarique .....	60
- Les paralysies faciales alternobariques.....	61
- Les atteintes O.R.L de la maladie de décompression...	62
- Les otites externes et exostoses.....	67
- L'oreille interne et plongée profonde .....	74
- L'aspect médico-légal .....	77
- Prévention des accidents auditifs et vestibulaires...	78
LE SYSTEME NEZ-SINUS DU PLONGEUR.....	84
- Anatomie .....	84
- Les barotraumatismes sinusiens.....	87
- La prévention .....	91
LES ATTEINTES DENTAIRES .....	93
- Anatomie.....	93
- Mécanismes .....	96
- Prévention .....	98
LE LARYNX DU PLONGEUR .....	100
- La laryngocèle .....	100
GUIDE PRATIQUE DE L'EXAMEN O.R.L D'APTITUDE à la PLONGEE	104
CONCLUSION .....	109
 BIBLIOGRAPHIE .....	 I-XXI

I N T R O D U C T I O N

La médecine de la plongée représente une spécialité bien à part qui ne fait pas partie des études de médecine de base =

- Décider de l'aptitude médicale d'un sujet ou traiter les accidents de ce sport sont des actes d'une lourde responsabilité :

- \* Qui peut faire quoi ?
- \* A quoi s'expose t-il ?
- \* Comment éviter les accidents ?

Telles sont les questions auxquelles nous essayons de répondre, afin d'informer les médecins des problèmes spécifiques de la plongée et de protéger le plongeur contre lui-même dans son excès d'enthousiasme et d'insouciance qui peut mettre en danger son avenir social et professionnel.

Place de la médecine de plongée :

Hier la plongée à l'air comprimé se limitait à quelques dizaines de mètres. Aujourd'hui grâce aux mélanges gazeux artificiels on approche moins 800 mètres !

Cette extraordinaire essor de la plongée sous-marine, tant en engouement chez les sportifs, qu'en profondeur chez les professionnels pour la recherche pétrolière, justifie un encadrement spécialisé : médecins et biophysiciens.

Cet encadrement est actuellement assuré par quelques équipes en FRANCE et dans le MONDE :

- Commissions médicales des fédérations sportives
- Sociétés européennes de médecine subaquatique
- Confédération mondiale des activités subaquatiques

ainsi que les chercheurs de grandes entreprises privées comme la COMEX (FRANCE).

Mais malgré les efforts d'un trop petit nombre de médecins de plongée, ne pouvant contrôler une démographie galopante de plongeurs "tous azimuts", les accidents arrivent nous le déplorons et nous nous efforçons de les traiter.

Aussi ce travail et le film qu'il a inspiré, ont pour but de contribuer à une meilleure connaissance d'une partie de la pathologie hyperbare : celle de la sphère O.R.L

### LA SPHÈRE O.R.L :

Il se trouve qu'en plongée sportive 80 % de la pathologie observée, toutes gravités confondues, concernent la sphère O.R.L.

Ce sont les barotraumatismes des oreilles et des sinus qui dominent ainsi que les otites externes, très loin devant les atteintes dentaires et laryngées.

A côté de cette écrasante majorité d'accidents de nature mécanique, nous évoquerons les localisations O.R.L de la maladie de décompression et le retentissement neuro-sensoriel de la plongée profonde à saturation.

Mais nous insisterons sur le fait que si les accidents O.R.L sont les plus fréquents, leur prévention est possible grâce à la coopération plongeur-médecin : elle repose sur :

- \* l'information
- \* la sélection médicale
- \* et l'entraînement du plongeur...

.... Et l'information consiste avant tout en un minimum de connaissances d'anatomie et de physiopathologie des organes électivement touchés par les lois physiques de base de ce sport.

-----

LA PATHOLOGIE O.R.L.

de la

PLONGÉE SOUS-MARINE

( contribution à la prévention des  
accidents.)

## 1) - LE SYSTEME OREILLE-TROMPE D'EUSTACHE DU PLONGEUR

" Il n'y a pas d'oreille moyenne sans trompe d'EUSTACHE "  
(FELDMAN 1980)

Ceci est encore plus vrai pour l'oreille interne chez le plongeur !

### 1)1-1 LES ACCIDENTS MECANIQUES

#### 1)1-1 CAUSE : la loi de BOYLE - MARIOTTE

L'eau est un fluide 800 fois plus dense que l'air.  
Cette énorme différence va entraîner un bouleversement des problèmes de forces exercées sur les parois des cavités de la face.

Dans l'eau la pression subie par un corps immergé dépend de la profondeur à laquelle il se trouve :  
c'est la pression hydrostatique :

10 M d'eau  $\approx$  1 bar .

Tandis que les fluides sont considérés comme incompressibles, les gaz subissent les effets de la pression en changeant de volume suivant la relation :

$P \times \text{Volume} = \text{Cte}$ , à température Cte .

C'est la loi de BOYLE -MARIOTTE .

CONSEQUENCES : entre 0 et 10 M la variation de pression est de 100% (passe de 1 à 2 bars): C'est entre la surface et 10 M que les variations des volumes aériens sont les plus grandes, et donc, que se produisent le plus souvent les accidents barotraumatiques des cavités aériennes de la face.

## 1)1-2 L'OREILLE DU PLONGEUR :

Sous l'eau l'oreille du plongeur peut se schématiser par 3 compartiments rigides, séparés par 3 membranes fragiles :

- Deux compartiments sont liquidiens :

L'oreille externe et l'oreille interne.

- Le troisième est aérien : l'oreille moyenne.

### 1)1-2-1 L'oreille externe

Elle amène la pression hydrostatique vers l'oreille moyenne dont elle est séparée par une membrane : le tympan.

Elle comprend :

- a) le pavillon : de structure chondrocutanée, il ne présente pas de pathologie particulière en plongée.

- b) le conduit auditif externe :

Il est important par :

- sa configuration
- sa structure

-sa configuration :

Dans l'air il transmet les sons à l'oreille moyenne.  
 Dans l'eau il transmet la pression hydrostatique à condition qu'il soit libre de tout obstacle.

\* *Forme :*

tourmentée par des courbures et un rétrécissement à la jonction des parties cartilagineuse et osseuse.

\* *Dimension :*

variable de 22 à 27 mm de long

\* *Diamètre :*

- 10 mm à l'entrée de la partie cartilagineuse
- 8 mm à l'extrémité de la partie osseuse près du tympan et seulement
- 5 mm à la jonction, qui est aplatie d'avant en arrière, expliquant la possibilité d'enclavement de corps étrangers, ou naturels, comme les bouchons de cérumen.

\* *Axe :*

grossièrement transversal; en fait oblique de 10° vers l'avant.

-structure :

• *une partie fibro-cartilagineuse :*

elle constitue le 1/3 externe du conduit et comprend : - une lame cartilagineuse en gouttière ouverte en haut.

- une lame fibreuse fermant la gouttière, occupant la partie postérieure et supérieure.

L'ensemble est recouvert par la peau.

Le caractère de cette peau du conduit auditif externe est important à connaître :

Elle est épaisse dans la portion cartilagineuse et fine dans la portion osseuse.

La peau du tiers externe comprend :

- des poils, des glandes sudoripares, des glandes sébacées à l'origine des furoncles du conduit, et des glandes cérumineuses débouchant par un entonnoir dans l'appareil pilo-sébacé.

Le cérumen est un mélange des produits des glandes cerumineuses, sébacées et des squames épidermiques

En plongée, par sa propriété hydrophile, un bouchon de cérumen peut obstruer hermétiquement un conduit et être à l'origine d'un barotraumatisme de l'oreille moyenne.

- une partie osseuse :  
située dans la région temporale, elle est formée par l'assemblage de l'os tympanal à l'os squameux.

Cette portion est plus ou moins aplatie d'avant en arrière et sa convexité antérieure peut être gênante pour l'examen du tympan.

L'orifice interne du conduit osseux est fermé par la membrane tympanique qui s'insère dans un sillon osseux : le sulcus tympani.

La peau du conduit osseux est fine et adhérente à l'os. Elle ne contient pas de glandes cérumi-neuses.

La pathologie de cette partie osseuse est essentiellement constituée par les exostoses que nous envisagerons plus loin.

#### 1)1-2-2 L'oreille interne

C'est le 2ème compartiment liquidien.

Elle est constituée par les liquides labyrinthiques contenus dans les cavités osseuses complexes de la partie pétreuse de l'os temporal.

Elle comprend 2 parties communicantes mais de fonctions différentes :

- labyrinthe antérieur ou cochlée, organe de l'audition
- labyrinthe postérieur ou vestibule, organe de l'équilibre.

Les cellules neuro-sensorielles de l'audition et de l'équilibre baignent dans les liquides endolympatiques contenus dans le labyrinthe membraneux: ils sont riches en  $K^+$ , pauvres en  $Na^+$  et protéines.

Le labyrinthe membraneux est lui-même entouré par les liquides périlympatiques riches en  $Na^+$  et protéines mais pauvres en  $K^+$ .

Les particularités anatomiques de l'oreille interne qui nous intéressent en pathologie de la plongée sont au nombre de trois essentiellement:

#### 1)1-2-2-1 Des membranes fragiles :

Les liquides de l'oreille interne sont séparés de l'oreille moyenne par 2 fenêtres:

##### - la fenêtre ovale :

3 mm<sup>2</sup> de surface, obturée par la platine de l'étrier et son ligament annulaire.

Elle donne accès à la rampe vestibulaire en regard du saccule, et se situe à 1,4 mm de la base de la cochlée, siège des cellules sensorielles différenciant les sons aigus.

L'os qui la constitue est très spécial : C'est du cartilage foetal plus ou moins calcifié. Ceci explique l'absence d'ossification cicatricielle après une fracture et donc les fistules lymphatiques post-traumatiques.

- la fenêtre ronde :

3 mm<sup>2</sup> de surface également, obturée par une membrane appelée tympan secondaire.

Elle vibre en opposition de phase avec lui.

Elle donne accès à la rampe tympanique remplie de liquide périlymphatique. A la paroi postérieure de cette rampe s'ouvre l'orifice de l'aqueduc cochléaire.

1)1-2-2-2 L'aqueduc cochléaire

C'est une formation embryonnaire allant de la rampe tympanique à la fosse cérébrale postérieure.

Il met théoriquement en communication les liquides périlymphatiques avec les espaces sous-arachnoïdiens. Il mesure 10 à 13 mm de long, avec une partie rétrécie, isthmique de 0,1 mm de diamètre.

Il est rempli de tissu conjonctif en continuité avec les enveloppes méningées. Son rôle est très discuté car sa perméabilité est éminemment variable chez l'homme. En cas de canal cochléaire perméable, on peut concevoir que des variations de pression intra-craniennes soit transmises à la périlymphe.

1)1-2-2-3 Une vascularisation terminale - Des cellules sensorielles fragiles.

a) La vascularisation cochléo-vestibulaire :

Elle dépend essentiellement du système vertébro basilaire, le plus souvent par une artère auditive interne parfois deux, naissant de l'artère cérébelleuse antéro-inférieure.

L'artère auditive se divise en 2 :

artère cochléaire et artère vestibulaire irriguant de façon terminale (c'est à dire sans anastomose de suppléance) la cochlée et le vestibule avec une zone d'hypo-vascularisation :

le quart basal de la cochlée (fréquences aiguës).

- dans la cochlée, l'artère cochléaire se divise en 4 réseaux capillaires qui paraissent là encore indépendants les uns des autres avec des territoires fonctionnels différents:

- \* territoire du ligament spiral producteur de périlymphe,
- \* territoire de la strie vasculaire, producteur d'endolymphe,
- \* territoire du bourrelet spiral ayant un rôle de réabsorption.

- dans le vestibule :

L'artère vestibulaire se divise en artérioles destinées aux macules utriculaires et sacculaires et aux canaux semi-circulaires en un réseau très fin et très lâche.

Le retour veineux des organes de l'oreille interne se collecte essentiellement en une veine de l'aqueduc cochléaire. Ce vaisseau se jette dans le sinus pétreux inférieur.

b) Des cellules neurosensorielles sensibles à l'hypoxie

Les cellules auditives sont les cellules de l'organe de CORTI. Comme toutes les cellules à différenciation nerveuse, elles ont de grands besoins énergétiques en glucose et en oxygène et toute carence entraîne rapidement une destruction cellulaire.

Cette carence peut être due :

- au niveau des gros troncs artériels à des thromboses, spasmes ou embolies.
- au niveau des réseaux artériolaires : aux effets privatifs de l'œdème avec retentissement sur les fonctions de production-résorption des liquides labyrinthiques.
- au niveau des veines labyrinthiques, au phénomène de sludge avec stase d'amont.

Tous ces mécanismes aboutissent à l'hypoxie et à la destruction cellulaire rapide. Les cellules des fréquences aiguës sont les plus fragiles car les moins bien vascularisées.

### 1)1-2-3 L'oreille moyenne :

Sous l'eau, les deux compartiments liquidiens, oreille interne et oreille externe, encadrent un troisième volume qui est aérien : l'oreille moyenne.

Ce volume comprenant la caisse du tympan et les cellules mastoïdiennes, est très variable d'un sujet à l'autre et même d'un côté à l'autre chez un même sujet:

Il a été évalué entre 0 et 25 cc (SILVER-FLISBERG-ZSIGMOND - 1965).

En plongée deux de ses parois sont particulièrement sollicitées :

- la paroi interne avec ses 2 points de faiblesse déjà vus : fenêtre ovale et fenêtre ronde qui subissent les effets de la pression hydrostatique.

Elle présente de plus, deux reliefs particuliers :

- \* le canal de FALLOPE dans sa 2ème portion où passe le nerf facial (VII) qui peut être déhiscent de façon congénitale ou iatrogène.

- \* le canal semi-circulaire externe, sensible indirectement à la pression et au froid.

■ la paroi externe : le tympan

C'est une membrane elliptique, tendue par le bourrelet annulaire de GERLACH, inséré dans le sulcus tympani.

Sa surface est d'environ 70 mm<sup>2</sup>.

Sa forme est celle d'un cône dont le centre correspond à l'extrémité distale du manche du marteau. C'est cette forme d'entonnoir qui, sur un tympan normal, à l'examen, donne par reflet, le triangle lumineux.

Cet artéfact ne correspond à aucune unité anatomique.

Sa structure comprend 3 couches :

- \* sur la face externe : une couche mince épidermique.
- \* sur la face interne : une couche muqueuse, qui recouvre d'ailleurs toute la cavité de l'oreille moyenne.
- \* entre les deux : une charpente fibreuse comprenant les fibres radiaires et circulaires .

C'est cette fibreuse qui permet l'élasticité du tympan et qui se distend chez le "vieux plongeur" expliquant la laxité tympanique.

La pression de rupture d'un tympan normal (non cicatriciel) varie entre 400 et 700 g/cm<sup>2</sup> : en moyenne 450 g/cm<sup>2</sup>.

Or si l'on se rappelle que la surface des fenêtres ovale et ronde est de 3 mm<sup>2</sup> chacune, le rapport des surfaces entre tympan et fenêtres est de plus de 20 à 1.

Par l'intermédiaire de la chaîne ossiculaire, les fenêtres vont donc subir des pressions près de 20 fois supérieures à celles du tympan et les transmettre aux liquides labyrinthiques :

Là est la génése des barotraumatismes de l'oreille interne.

1) 1-3 LA TROMPE D'EUSTACHE DU PLONGEUR :

Entre ces 3 compartiments de l'oreille du plongeur doit exister une condition fonctionnelle capitale : l'équipression; Elle est assurée par la trompe d'EUSTACHE (T.E).

En fait la T.E a 3 fonctions :

- aération
- drainage
- et protection sonore de l'oreille moyenne.

C'est la première qui intéresse les plongeurs :

Il n'y a pas de plongée possible sans T.E perméable!

1)1-3-1 Anatomie

La T.E est un canal ostéo-musculo-cartilagineux, reliant la caisse du tympan à la paroi latérale du cavum.

Nous retiendrons qu'elle est formée par 2 troncs de cône, un osseux, l'autre cartilagineux, opposés par leur sommet formant l'isthme.

- Le cône osseux : c'est le prolongement de la caisse ou protympanum : il constitue le tiers postérieur de la trompe.
- le cône cartilagineux : c'est la véritable trompe active et correspond aux 2/3 antérieurs de la trompe.

Il comprend deux éléments mobiles solidement attachés au protympanum :

\* le cartilage tubaire

Il est formé de 3 parties articulées qui donnent les parois postéro-interne et supérieure de la trompe.

Au niveau de l'orifice pharyngien il constitue le bourrelet tubaire.

\* la fibreuse tubaire

Elle transforme la gouttière cartilagineuse en un canal en constituant la paroi antéro-externe et le plancher de la trompe.

Le plancher ne s'individualise que lors de la contraction du périthaphylin interne

- l'isthme : c'est la partie rétrécie de la trompe, siège le plus fréquent des obstructions.

On peut le comparer à un "bec de canard" : la partie cartilagineuse s'emboitant plus ou moins profondément dans le protympanum.

- l'axe de la T.E

de lui dépend la perméabilité tubaire :  
3 types sont décrits (RIU-FLOTTE-LE DEN :  
rapport O.R.L 1966)

- \* type I : T.E quasi rectiligne, rétrécissement minime : bonne perméabilité : 48% des sujets.
- \* type II : un peu sinueux, rétrécissement marqué, perméabilité médiocre : 30 % des sujets.
- \* type III : T.E contre coudée, mauvaise perméabilité : 22 % des sujets. Dans 5 % des cas même, il y a une imperméabilité totale, donc impossibilité de plonger !

Il y a là une sélection naturelle entre les sujets qui ouvriront plus ou moins facilement leurs trompes d'EUSTACHE.

- la lumière tubaire:

Au repos elle est virtuelle au niveau de la trompe active.

Elle est tapissée par une muqueuse très développée, de type naso-pharyngé, épaisse dans sa portion fibro-cartilagineuse, plus fine (comme dans l'oreille moyenne) dans sa portion osseuse.

Les cellules sécrétoires produisent un liquide tensio-actif, sorte de surfactant tubaire modulant la tension superficielle des parois tubaires. Une pathologie de ce surfactant serait à l'origine du dysfonctionnement tubaire (LIN 1974).

- L'ostium pharyngien :

C'est un orifice dilatable par la musculature vélo-pharyngée, ouvert sur la paroi latérale du cavum au niveau du bourrelet: le pavillon tubaire.

Celui-ci présente 3 lèvres saillant sous la muqueuse rhinopharyngée :

\* lèvre antérieure : prolongée en bas vers le voile du palais par le pli salpingo-palatin de TORTUAL.

\* lèvre postérieure : plus importante que la lèvre antérieure, elle est soulevée par le cartilage tubaire.

- \* lèvre inférieure : soulevée par le muscle péristaphylin interne.

Il faut noter surtout que cet orifice se situe :

- ° à 7 mm de la queue du cornet inférieur et même moins si celle-ci est polypoïde.
- ° à 15 mm de la paroi postérieure du cavum avec ses formations adénoïdiennes, dont elle n'est séparée que par la fossette de ROSENMÜLLER.

Ces rapports expliquent les retentissements inflammatoires et infectieux de la T.E et de l'oreille moyenne, lors des épisodes inflammatoires et infectieux des fosses nasales.

### 1) 1-3-2 La perméabilité tubaire :

#### 1)1-3-2-1 La musculature tubaire :

Au repos la lumière tubaire est virtuelle. A l'inverse, dans certaines circonstances pathologiques (post-partum, amaigrissement important), la lumière tubaire peut rester ouverte en permanence ne jouant plus son rôle de protection sonore de l'oreille moyenne. C'est ce que NEVEU a décrit dans les syndromes de la béance tubaire permanente :

Ces sujets, qui décrivent des acouphènes et une autophonie, feraient en fait d'excellents plongeurs !

- chez le sujet normal la T.E ne s'ouvre que lors des mouvements de baillement ou de déglutition : 2 fois toutes les 3 minutes à l'état de veille et une fois toutes les 5 minutes à l'état de sommeil. Cette fréquence est nettement insuffisante chez le plongeur surtout si celui-ci veut descendre rapidement.

Cette ouverture tubaire est sous la dépendance d'une boutonnière musculaire dans laquelle s'engage la T.E.

- le péristaphylin externe ou tensor véli :

- un faisceau s'insère sur la partie postéro-externe de la trompe cartilagineuse et sur la partie adjacente de sa paroi fibreuse.

- l'autre faisceau s'insère plus haut, sur l'apophyse ptérygoïde et sur l'épine du sphénoïde.

Ces 2 faisceaux se réunissent en un tendon autour du crochet de la ptérygoïde et s'incurvent à angle droit en dedans pour s'épanouir dans le voile du palais.

Ce muscle est le principal dilatateur de la trompe en mettant le voile du palais en tension. La section du péristaphylin externe chez l'animal provoque une dépression dans l'oreille moyenne et un épanchement séreux. (CAUTEKIN 1977)

- le péricéphalin interne ou levator-véli :

- un faisceau s'insère sur le bord inférieur du cartilage et sur la partie extensible du plancher fibreux de la trompe.
- un faisceau s'insère à la base du crâne au niveau du protympanum.

Ce muscle ouvre l'orifice pharyngien de la portion antéro-interne de la trompe en soulevant le voile du palais. Il met la trompe en position d'ouverture et dilate la lumière de l'isthme. Par contre sa section seule, n'engendre pas de troubles pressionnels dans l'oreille moyenne.

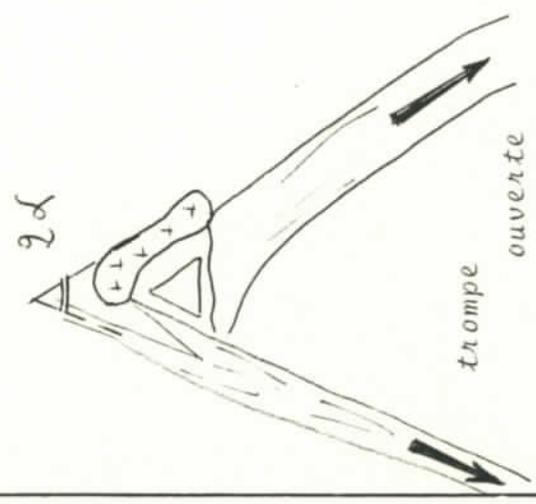
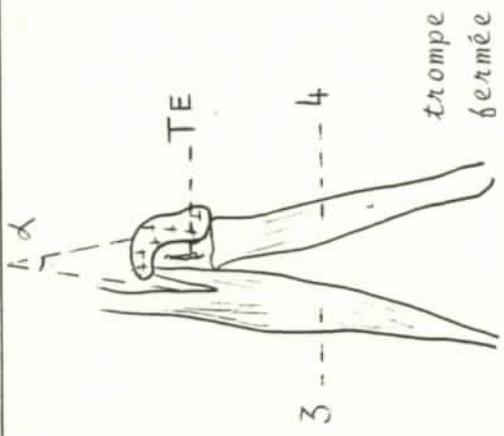
- les autres muscles :

- le salpingo pharyngien et le muscle du marteau favorisent l'action des péricéphalins.

1) 1-3-2-2 Mode d'action

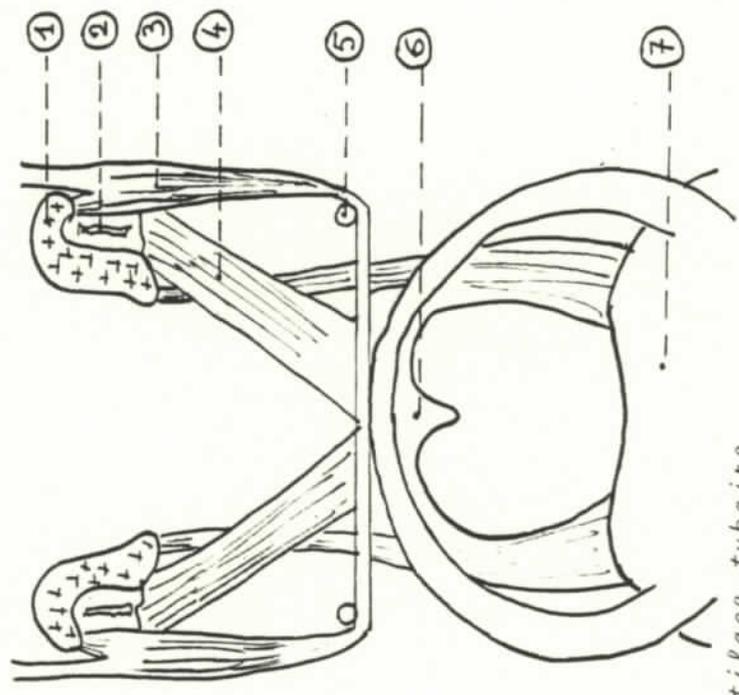
L'ouverture tubaire doit être considérée comme le résultat d'une contraction synergique des muscles actifs avec deux phases combinées :

- une phase de mise en position d'ouverture du pavillon tubaire (péricéphalin interne).
- puis une phase de mise en tension maximale de la musculature velo-pharyngo salpingienne (péricéphalin interne et externe)



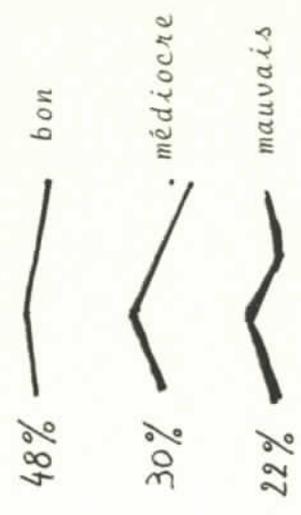
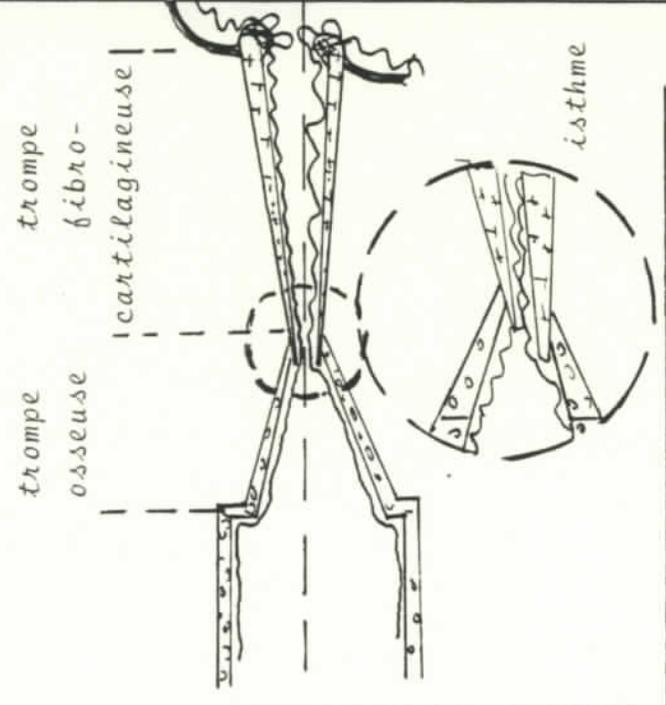
Action des Peristaphylins

MUSCLES  
de la  
TROMPE



- 1-cartilage tubaire
- 2-lumière tubaire
- 3-peristaphylin externe
- 4-peristaphylin interne
- 5-pterygoïde
- 6-voile

TROMPE D'EUSTACHE



MORPHOLOGIE

- la fermeture s'effectue passivement de l'isthme vers le pavillon par simple relâchement musculaire (comme "une fermeture éclair").

#### 1)1-3-2-3 innervation motrice

Elle dépend du nerf du ptérygoidien pour le péricardaphylin externe et le muscle du marteau issu du V, et du nerf du sphéno-palatin (V) et du plexus pharyngien (IX) pour le péricardaphylin interne.

Les centres de l'ouverture tubaire se situent probablement dans la partie caudale du IV<sup>ème</sup> ventricule à proximité des centres respiratoires, sans commande corticale.

Or avec l'entraînement, le plongeur peut arriver à commander volontairement l'ouverture tubaire, par mise en tension de sa musculature vélo-pharyngée, faisant admettre une commande corticale acquise.

#### 1)1-3-2-4 les autres facteurs de la perméabilité tubaire :

- le facteur muqueux : il entrave la perméabilité tubaire lors des états congestifs du rhinopharynx ou lors de l'inflammation de la musculature tubaire maltraitée.
- nous avons cité les altérations de la tension superficielle du surfactant qui favorisent l'atélectasie des parois tubaires.

- la cloison et les cornets: c'est le Nose-Ear-Distress syndrome de Mac NICOLL :

Toute anomalie des fosses nasales et tout particulièrement une déviatiion septale ou de grosses queues du cornet peuvent être responsables de dysperméabilité tubaire. Leur correction chirurgicale améliorerait l'équilibration tubaire dans 94 % des cas (Mac NICOLL 1982)

### 1) 1-3-3 Résultats de cette étude : les passages de l'air

#### 1)1-3-3-1 Dans le sens cavum-oreille moyenne

- à l'état normal, l'oreille moyenne est une cavité close et l'air contenu dans cette cavité est continuellement résorbé par la muqueuse créant une dépression endotympanique .

C'est l'ouverture tubaire lors de la déglutition, qui permet le rétablissement périodique de cette dépression.

- En plongée, à la descente, c'est la pression hydrostatique qui crée une dépression relative dans l'oreille moyenne.

On sait de plus qu'il suffit d'une différence de pression de - 40 cm d'eau (à 3 m de profondeur !) pour obtenir un "blocage tubaire" qu'une simple déglutition ne peut suffire à ouvrir.

Il faudra donc faire appel à d'autres manoeuvres actives d'ouverture tubaire pour rétablir le régime pressionnel et réaliser celles-ci dès le début de l'immersion.

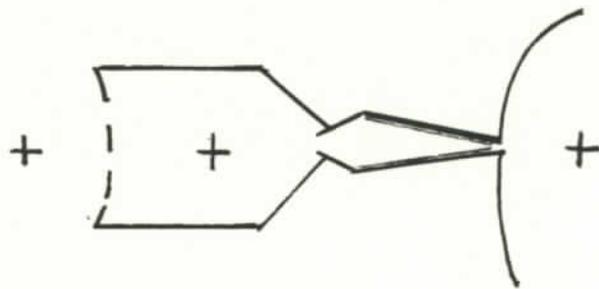
- \* pour une trompe de type I, une surpression de 0 à 2 cm d'eau dans le cavum (pression développée lors de la déglutition) suffit à faire passer l'air du cavum dans l'oreille moyenne.
- \* pour une trompe de type II, il faut une surpression de 15 à 30 cm d'eau pour franchir l'isthme.
- \* pour une trompe de type III, il faut des pressions supérieures à 30 cm d'eau : or à + 40 cm d'eau il y a un blocage tubaire ! on comprend donc les difficultés d'équilibration des sujets ayant une trompe de type III.

1) 1-3-3-2 Dans le sens oreille moyenne-cavum

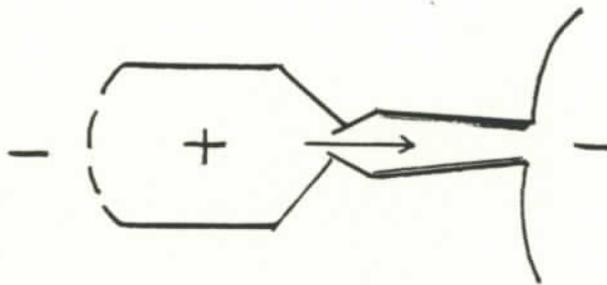
- à l'état normal, le passage de l'air est un phénomène passif, la T.E fonctionnant comme une "soupape de sécurité": Quand la surpression dans l'oreille moyenne atteint 10 à 15 cm d'eau l'air s'échappe passivement vers le cavum.

La T.E se comporte comme une valve qui fonctionne dans un seul sens (FENZEL).

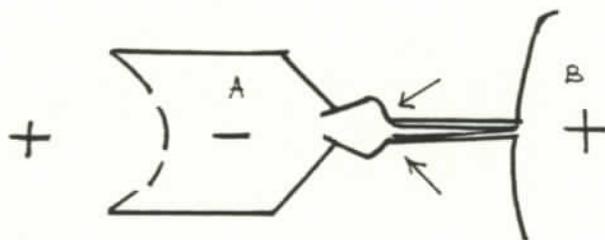
- En plongée, à la remontée, l'expansion volumétrique des gaz de l'oreille moyenne réalise cette condition.



équi pression



remontée



descente: blocage tubaire

$$PB - PA \geq 40 \text{ cm } H_2O$$

Mais si la trompe a été maltraitée à la descente, un oedème peut s'installer pendant le séjour au fond et l'évacuation passive à la remontée sera difficile, s'effectuant à des pressions bien supérieures à 15 cm d'eau, parfois de façon asymétrique entre les 2 côtés, pouvant engendrer une pathologie : barotraumatismes, vertiges ou paralysies faciales alternobariques.

#### 1)1-3-4 Les manoeuvres d'ouverture tubaire chez le plongeur.

Si la dyskinésie tubaire est souvent à l'origine de la pathologie inflammatoire de l'oreille moyenne, chez le plongeur elle est toujours à la base de la pathologie barotraumatique de l'oreille moyenne et bien souvent aussi de l'oreille interne.

C'est pourquoi chez ces sportifs, l'entraînement à l'ouverture tubaire est un point capital de la prévention des accidents.

#### 1)1-3-4-1 la manoeuvre de VALSALVA:

C'est la plus connue, décrite en 1707 par A. VALSALVA dans son traité "tractus de aure humana" comme un procédé consistant à augmenter la pression intrathoracique par expiration forcée, nez et bouche fermés, afin d'obliger l'air à passer dans l'oreille moyenne par la T.E.

Il préconisait cette technique pour chasser le pus d'une otite moyenne aigüe à travers un tympan perforé.

- Etude Biomécanique de cette manoeuvre :

Elle comprend 2 temps :

- \* 1er temps : le voile du palais se lève et se tend, ce qui met l'orifice pharyngé de la trompe en position d'ouverture et déplisse le plancher tubaire.
- \* 2ème temps : en soufflant, nez et bouche fermés, l'hyperpression des voies aériennes supérieures provoque un passage d'air dans la lumière tubaire vers l'oreille moyenne.

- Avantages :

- réalisation simple
- utilisable pendant la tympanométrie
- permet de forcer des trompes type II ou congestives
- doit être réalisée :  
dès le début de la descente, par petites pressions répétées, sans jamais forcer.

- Inconvénients :

L'utilisation de cette manoeuvre sous l'eau, c'est à dire en pression, par des sujets aux tympans non perforés, n'est plus du tout celle préconisée par VALSALVA :

La liste des observations relatant des accidents parfois graves, imputables à cette méthode chez le plongeur, s'allonge tous les jours.

Ces accidents sont dus à la surpression brutale développée pour forcer la lumière tubaire.

Cette surpression est d'autant plus élevée que les trompes sont plus dysperméables.

- retentissement de l'hyperpression sur le système cardio-vasculaire:

Bien étudié par LEE et COL en 1954, le Valsalva entraîne une baisse de tension artérielle humérale périphérique avec risques de réflexes syncopaux ou épileptogènes ( MORAND et COL 1972)

- retentissement sur la T.E

La répétition des forçages tubaires, chez les sujets faisant de nombreux aller-retours à la surface, (chasseurs sous marins, moniteurs de plongée) engendre à la longue une inflammation avec risque de blocage de l'isthme.

On voit souvent ce phénomène, même chez les plongeurs chevronnés, en début de saison quand la musculature tubaire s'est reposée tout l'hiver.

Conséquences :

- \* à la descente : difficultés accrues pour équilibrer, nécessitant des surpressions rhinopharyngées de plus en plus élevées, avec risque de barotraumatismes de l'oreille moyenne.
  
- \* à la remontée :
  - ° la dysperméabilité tubaire, qui a pu se développer pendant la descente et le séjour au fond, peut se manifester à la remontée avec risque de barotraumatismes de l'oreille moyenne ou vertige alternobarique.
  
  - ° il faut proscrire absolument le VALSALVA à la remontée, qui ajouterait aux perturbations générales sur le système cardio-pulmonaire, une surpression dans les cavités de l'oreille moyenne déjà en pleine expansion volumétrique.
  
  - ° il faut plutôt préconiser une manoeuvre de TOYNBEE :  
 c'est l'inverse du VALSALVA : le sujet déglutit au lieu de souffler : la dépression provoquée "vide" l'oreille moyenne de sa surpression.

- retentissement sur l'oreille interne :

le VALSALVA est un "coup de piston" dans le circuit hydraulique labyrinthique déjà soumis à la pression hydrostatique. Si l'on se rappelle les rapports de surface entre tympan et fenêtres ovale et ronde (20 X1), on peut concevoir des lésions de l'oreille interne lors de cette manoeuvre, effectuée trop brutalement. (cf barotraumatismes de l'oreille interne).

1)1-3-4-2 La manoeuvre de FRENZEL

Les inconvénients du VALSALVA, déjà remarqués par les Allemands pendant la 2<sup>ème</sup> guerre mondiale chez leurs pilotes d'avions de chasse, ont conduit H. FRENZEL en 1938 à décrire une manoeuvre d'insufflation de la T.E. sans avoir recours au "soufflet" pulmonaire.

- principe : glotte bloquée, l'air du nasopharynx est refoulé par la base de langue, ce qui provoque une surpression dans le cavum et les trompes.
- réalisation : prendre une légère inspiration et bloquer la glotte | comme pour soulever un poids. nez pincé, émettre le son "Ké" en refoulant au maximum la base de langue en haut et en arrière contre le voile du palais, ce qui comprime l'air dans le rhinopharynx.

\* avantages : pas d'hyperpression thoracique

\* inconvénients : la même brutalité sur la T.E que le VALSALVA.

° ne doit pas être utilisé à la remontée à cause du blocage glottique (risque de surpression pulmonaire).

### 1)1-3-4-3 La Béance tubaire Volontaire: ( B . T . V )

Devant les inconvénients des manoeuvres classiques G. DELONCA s'est attaché en 1970 à décrire une manoeuvre d'ouverture tubaire ne faisant appel à aucune surpression. pour cela il s'est inspiré de 2 séries de travaux:

- tout d'abord la connaissance de l'anatomie de la T.E (48 % de type I avec bonne perméabilité)
- d'autre part la publication de NEVEU sur le syndrome de la trompe béante.

Reliant les deux, et grâce à sa grande pratique de la plongée, lui permettant de descendre "sans se pincer le nez", il en conclut qu'il réalisait une béance tubaire volontaire grâce à des trompes de type I et une musculature velopharyngée entraînée.

Il l'a ainsi décrite :

- principe : ouvrir la lumière tubaire par simple contraction volontaire de la musculature velopharyngée. Cette contraction doit être suffisamment puissante pour vaincre l'élasticité de la trompe cartilagineuse, sans manoeuvre d'insufflation : c'est en fait le 1er temps seulement du VALSALVA.

- réalisation : pour s'y entraîner on peut :
  - partir d'une manoeuvre de VALSALVA nez et bouche fermés.
  - quand les T.E sont ouvertes, il faut essayer de prendre conscience de la position du voile du palais qui est tendu et levé.
  - par la suite, progressivement relâcher le nez en maintenant la position du voile, et s'entraîner à la reproduire sans se pincer le nez.
  - le critère de réussite est double :
    - ° sensation d'autophonie
    - ° perception du murmure respiratoire,

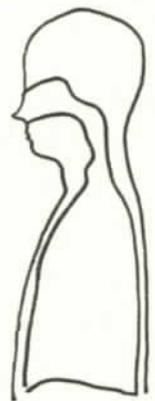
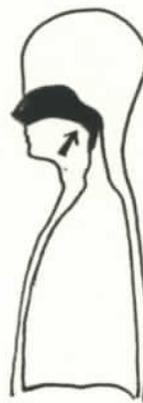
L'oreille moyenne étant en communication directe avec le cavum, tout bruit rhinopharyngé (voix, respiration) sera perçu par le sujet. Ce sont ces mêmes phénomènes qui deviennent des doléances dans les béances permanentes.

\* avantages : sécurité totale

- pas de surpression thoracique
- pas de brutalité sur la T.E ni sur l'oreille interne
- manoeuvre réalisable en continu dès le début de la descente.

\* inconvénients : difficulté de conception et d'enseignement .

D'où l'intérêt de l'entraînement individuel.



	VALSALVA	FRENZEL	TOYNBEE (°)	B. T. V.
NEZ	Pincé	Pincé	Pincé	Libre
BOUCHE	Fermée	Libre	Fermée	Libre
GLOTTE	Ouverte	Fermée	Fermée	Libre
ACTION	Souffler dans le nez	Coup de piston lingual	Déglutir	Posture d'ouverture
RESULTAT	Surpression d'origine pulmonaire	Surpression d'origine rhino-pharyngée	Dépression	Equipression
EXECUTION	Facile	Assez difficile	Facile	Difficile
SECURITE	Moyenne	Bonne	Bonne	Parfaite

(°). Manoeuvre surtout utile à la remontée ou aux sorties de caisson pour "vider" une oreille moyenne en surpression.

111-3-5 Les méthodes d'exploration de la fonction tubaire chez le plongeur.

111-3-5-1 les procédés classiques sont souvent suffisants pour le dépistage :

- appréciation de la mobilité du tympan au spéculum pneumatique de SIEGLE.
- objectivation de la perméabilité tubaire en recherchant un bombement du tympan lors d'une manoeuvre de VALSALVA pendant l'otoscopie.
- l'épreuve au caisson :  
C'est le test pratique lorsque les autres méthodes sont impossibles ou ininterprétables.

111-3-5-2 L'impédancemétrie

C'est l'examen moderne de la fonction tubaire. G. DELONCA et P. SERRES l'utilisent systématiquement dans l'examen d'aptitude du plongeur.

a) principe :

L'impédance représente la réaction du système acoustique tympano-ossiculaire à la stimulation qui l'atteint. Cette réaction varie de l'absorption (quand le système est souple) à la réflexion (quand le système est rigide).

$$Z = \sqrt{R^2 + \left( 2 \pi F \cdot M - \frac{S}{2 \pi F} \right)^2}$$

Z = impédance  
 R = frottements  
 M = masse  
 S = rigidité  
 F = fréquence

C'est la rigidité qui est la plus intéressante à étudier, ou son inverse, la compliance qui est "l'aptitude à se laisser distendre"

L'oreille est faite de telle façon que le système tympano ossiculaire transmet à l'oreille interne la plus grande partie de l'énergie sonore parvenant par le conduit auditif externe. Mais elle rejette aussi une certaine fraction de cette énergie qui est réfléchie sur le tympan.

b) l'appareil :

Le plus utilisé comporte une sonde qui mesure le "reliquat sonore" réfléchi. Celui-ci est d'autant plus important que le système tympano-ossiculaire est plus rigide.

Cette sonde comporte 3 canaux et s'adapte de façon étanche dans le conduit auditif externe - un canal est émetteur d'un son de fréquence fixe, 220 Hz en général (il existe des appareils à fréquence variable)

- un canal est récepteur , récupérant l'onde réfléchie
- le 3ème canal est relié à une pompe variant la pression dans le conduit auditif externe de + 200 à - 300 mm d'eau.

Sur l'autre oreille s'adapte un écouteur audiométrique avec fréquences et intensités variables

### c) utilisation pratique

Pour le plongeur cet examen permet :

- l'étude de la tympanométrie où l'on étudie la compliance tymano-ossiculaire.
- l'objectivation d'une manoeuvre d'équilibration tubaire.
- l'étude du réflexe stapédien.
- de suivre l'évolution des barotraumatismes de l'oreille moyenne et de connaître le moment de la guérison.

#### \* la tympanométrie

deux conditions sont nécessaires :

- existence d'un tympan entier et mobile
- présence d'air dans la caisse.

La courbe obtenue est le tympanogramme relatif avec ses paramètres :

- ° présence d'un pic
- ° pression du pic
- ° amplitude du pic

- chez le sujet normal :

la courbe possède un pic, centré sur la pression zéro, d'amplitude : 5 unités relatives :  
c'est 92 % des sujets .

- courbes pathologiques : 3 types de courbes :

- pic décalé à gauche, vers les pressions négatives, amplitude diminuée : le tympan est rétracté, mauvaise perméabilité tubaire mais il y a de l'air dans l'oreille moyenne.
- pic très décalé à gauche, amplitude diminuée parfois courbe en dôme : mauvaise perméabilité tubaire, dépression importante dans l'oreille moyenne, présence de sérosité dans la caisse.
- pas de pic du tout, courbe plate, rectiligne, sans amplitude : dysperméabilité majeure, tympan immobile et rétracté, pas d'air dans la caisse.

- chez le plongeur : on peut observer :

- courbe en "TOUR EFFEIL" avec pic très haut, centré sur le zéro des pressions. Ceci traduit une hyperlaxité tympano ossiculaire par distension de la membrane tympanique et des ligaments ossiculaires.

- courbe de tympano-sclérose : aspect inverse: petit pic, centré sur le zéro traduisant une rigidification de la chaîne.
- pic décalé vers les pressions positives : ceci traduit une pression résiduelle dans la caisse, une vidange incomplète de l'air après la remontée.

Une asymétrie de vidange serait à l'origine des phénomènes alternobariques.

\* objectivation d'une manoeuvre d'équilibration tubaire :

- méthode courante :

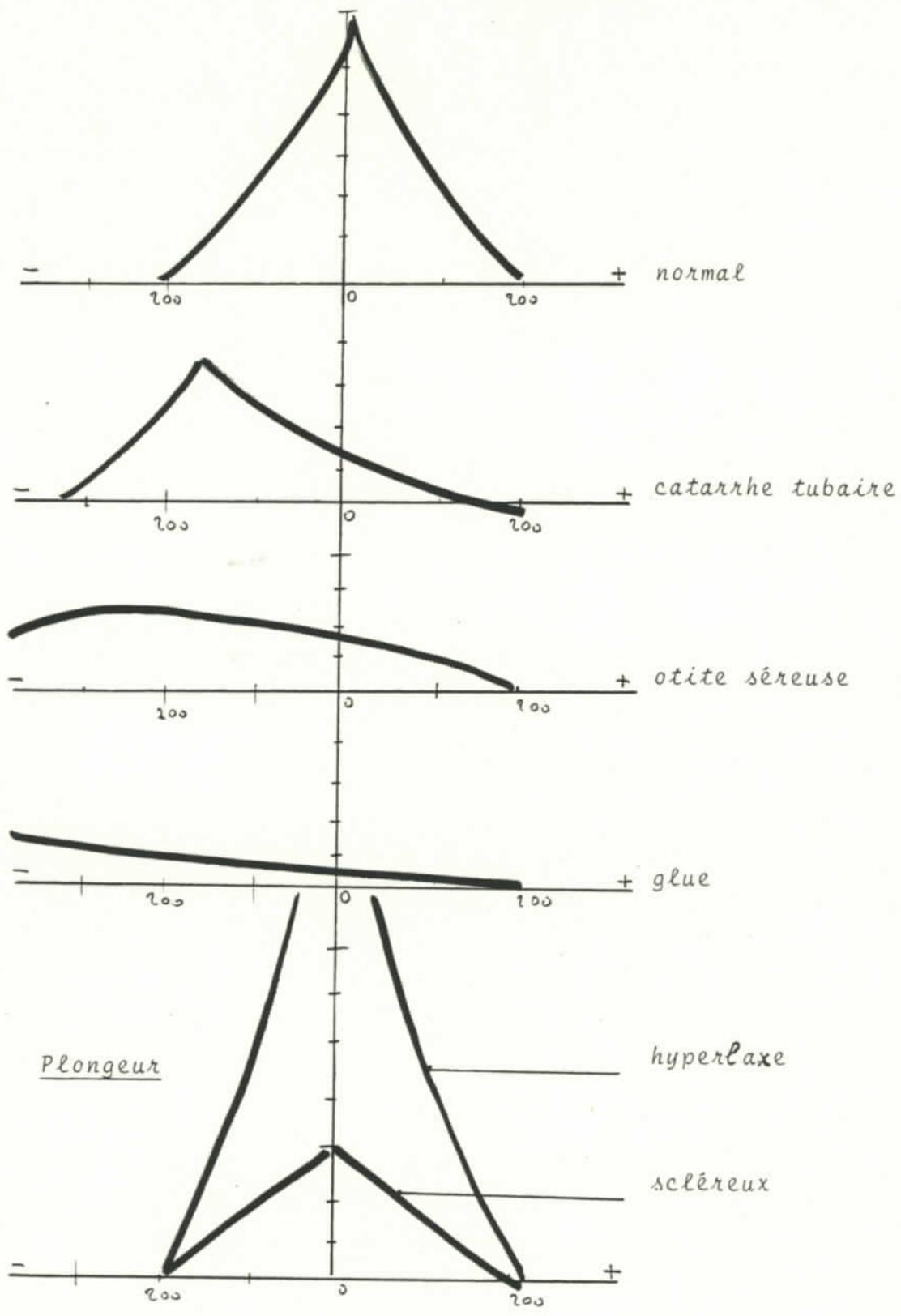
On demande au sujet de réaliser une manoeuvre d'équipression de son choix (VALSALVA-FRENZEL)

On observe l'aiguille de compliance qui doit dévier franchement si la trompe s'est ouverte.

On dit que l'ouverture tubaire est objectivée.

Cette méthode permet de plus :

- d'objectiver les béances tubaires volontaires.
- de mesurer la pression résiduelle après insufflation, suivie de déglutition.



Plongeur

TYMPANOGRAMMES

\* chez le sujet normal :

Le VALSALVA provoque une surpression de 100 mbar ; il n'y a pas de pression résiduelle finale.

\* si l'ouverture tubaire n'est pas objectivée :

Cela ne veut pas dire qu'il y ait dysperméabilité tubaire. Cela signifie simplement que le sujet n'a pas réalisé correctement la technique d'ouverture tubaire.

Il est alors important que le médecin de plongée informe le sujet et lui demande de se soumettre soit à une épreuve au caisson, soit à une plongée test à 3m.

Alors seulement l'inaptitude sera envisagée provisoirement et l'entraînement tubaire prend toute sa valeur.

- autres méthodes :

- GERSDORFF et VOGELEER (1973) s'aident d'une surpression rhino pharyngée progressive, avec déglutition à chaque palier de pression, et ce jusqu'à objectivation de l'ouverture tubaire. Ils décrivent 6 groupes de sujets :

- ° sujets normaux
- ° sujets à béance tubaire permanente (impédance variant avec la respiration)
- ° sujets à dysperméabilité tubaire avec pressions augmentées (2 catégories)

- sujets avec pathologie de l'ostium pharyngé; pression de VALSALVA 120 mbar et pression résiduelle 15 mbar.

- sujets avec pathologie de l'ostium tympanique ; les pressions de VALSALVA et d'ouverture sont normales mais il existe une pression résiduelle.

- WILLIAMS (1975) et BLUESTONE (1981) s'aident d'une surpression de + 400 mm d'eau dans le conduit et font réaliser plusieurs déglutitions et enregistrent le tympanogramme.

Puis même manipulation avec pressions négatives: les déviations du pic tympanométrique sont proportionnelles à la qualité de la fonction tubaire.

\* recherche du réflexe stapédien :

la stimulation sonore d'une oreille à partir d'une certaine intensité, entraîne un réflexe de contraction du muscle de l'étrier visant à protéger l'oreille interne des traumatismes sonores.

Ce réflexe acoustico-facial est bilatéral. Il rigidifie le système tympano-ossiculaire.

Sa présence traduit l'existence d'une oreille moyenne normale, donc d'une T.E perméable.

\* Suivre l'évolution des barotraumatismes

Les barotraumatismes d'oreille moyenne sont dus à des dyskinésies tubaires qui le plus souvent sont transitoires. La normalisation de l'impédancemétrie dans les suites d'un barotraumatisme d'oreille moyenne traduit la guérison de l'oreille moyenne (cf chapitre barotraumatismes)

1)1-3-4-3 L'endoscopie

Elle est indispensable à l'étude précise de toute pathologie rhino-sinuso-pharyngo-tubaire.

a) principe :

C'est l'exploration moderne au moyen de tiges optiques éclairantes, de tout l'appareil rhino-sinusien ainsi que des orifices tubaires statiques et dynamiques.

De plus cet examen permet d'établir une iconographie photographique ou cinématographique (film 16 mm : pathologie O.R.L de la plongée sous marine-1984)

Les optiques utilisés sont rigides avec angle de vision variable (30° - 70° - 120°) ou souple (fibroscope).

L'examen se pratique sous simple anesthésie locale avec vaso-constricteurs.

b) résultats :

- o morphologiques : l'orifice de la trompe est repéré, ses bourrelets l'encadrent se détachant des fossettes pré et rétro-tubaires.
  - appréciation locale de l'état de la muqueuse des mucosités rhinopharyngées, des obstacles possibles : polypes, végétations, balaffres du cavum post-adénoïdectomie, tumeurs...
  - appréciation régionale anatomique : proximité et taille des queues des cornets inférieurs (courtes, longues, hypertrophiques, polypoides)
  - appréciation régionale physiologique : état de l'ensemble de l'appareil rhinopharyngé, de la cloison, du cavum et des reliquats adénoïdiens.

La pathologie inflammatoire aigue et sub-aigue de la T.E est directement liée à l'état du rhino-pharynx.

o dynamiques :

sous anesthésie locale on peut demander au sujet :

- de déglutir
- de pratiquer les manoeuvres d'ouverture tubaire.

on observe :

- la mise en tension du voile
- le déplacement et la mise en position d'ouverture du bourrelet tubaire
- l'arrondissement de l'orifice pharyngien
- l'entonnoir de la lumière tubaire.

#### 1)1-3-4-4 La sonomanométrie :

Méthode complexe qui analyse de façon très précise la fonction tubaire. elle reste réservée aux centres spécialisés.

Elle combine 2 procédés : la conduction sonore et la tympanométrie. Elle présente l'avantage de pouvoir s'utiliser aussi bien sur des tympans intacts que perforés.

##### Principe :

- un son émis dans le rhino pharynx est transmis à l'oreille moyenne lors de l'ouverture tubaire, et peut être enregistré au niveau du conduit auditif externe.
- l'ouverture tubaire peut être :
  - ° passive, par surpression pharyngée artificielle
  - ° active, par déglutition, VALSALVA, TOYNBEE, B.T.V.

##### L'examen :

Il comporte 3 temps :

- ° exploration sonique
- ° exploration sonomanométrique
- ° les manoeuvres d'ouverture tubaire

##### \* exploration sonique

le sujet déglutit pendant l'émission sonore. Si la T.E s'ouvre, le son est enregistré dans le conduit auditif externe pendant la durée de l'ouverture : la T.E est perméable, l'examen s'arrête là.

\* exploration manométrique

Si la T.E ne s'ouvre pas, on provoque progressivement une surpression artificielle dans le rhino-pharynx de + 5 , + 20 , + 30 cm d'eau.

On observe à quelle pression se produit l'ouverture tubaire et pendant quelle durée.

Puis on fait pratiquer des déglutitions successives pour évacuer une pression résiduelle éventuelle. Normalement la pression résiduelle est nulle.

\* les manoeuvres d'ouverture tubaire :

Cet examen montre que :

- le VALSALVA provoque une brutale et forte augmentation de pression rhinopharyngée, d'autant plus forte que la trompe est plus dysperméable. Quand la T.E s'ouvre, une brutale surpression s'installe dans la caisse.
- la manoeuvre de TOYNBEE provoque d'abord une surpression rhinopharyngée puis une dépression, l'ouverture tubaire étant synchrone de la dépression.
- la béance tubaire volontaire : il n'y a pas de surpression rhinopharyngée lors de l'ouverture tubaire, pas de surpression dans l'oreille moyenne. La durée de l'ouverture est fonction de la volonté du sujet. Cette manoeuvre reflète un bon synchronisme de la musculature d'une trompe libre de tout obstacle

### 1)1-3-4-5 Methodes radiologiques

Elles sont multiples et rarement utilisées : radiotomographies, scanner et tout dernièrement la résonance magnétique nucléaire.

#### a) la radiotomographie :

permet de préciser la morphologie tubaire mais de façon peu satisfaisante du fait de sa triple obliquité. Seul l'orifice pharyngé est bien identifiable.

#### - la radiographie de contraste :

permet l'étude anatomique et fonctionnelle grâce à un produit de contraste, non irritant et relativement fluide (Hydrast).

son introduction peut se faire :

- ° soit par le cavum par une sonde d'ITARD placé dans l'orifice pharyngien
- ° soit par voie trans-tympanique

Les incidences employées sont multiples : les plus utiles semblent être le HIRTZ, le STENVERS modifié et le WORMS.

#### - résultats :

- les T.E sont obliques en bas en avant en dedans
- l'orifice pharyngé est au niveau de la queue du cornet inférieur
- l'isthme est au niveau du bord inférieur de l'orbite
- sur le HIRTZ, on retrouve l'aspect du sablier très effilé.

- images pathologiques :

- sténose de la trompe fibro-cartilagineuse
- épaissement des bourrelets pharyngiens par un processus infectieux ou tumoral.

- la perméabilité : étudiée en radio-cinéma le produit de contraste est injecté par voie trans-tympanique :

- l'évacuation au bout de 10' signe une perméabilité normale.
- en cas de non opacification alors que le VALSALVA est objectivé, l'obstacle se situe au niveau du protympanum
- en cas d'opacification correcte mais d'insufflation impossible, l'obstacle siège au niveau pharyngé.
- utilisation également des manoeuvres de déglutition ou de TOYNBEE pour apprécier la perméabilité active.

b) le scanner :

Il connaît depuis 1977 un développement très important et tend à remplacer la radiographie traditionnelle par la finesse de ses coupes et l'absence d'irradiation. Malheureusement cet examen est très onéreux.

c) La R.M.N

Cette technique n'emploie pas de rayon X mais repose sur les propriétés magnétiques de la matière.

Ceci permet de différencier non pas les diversités de structures, mais leurs propriétés physiochimiques et donc de déduire les divers états pathologiques :

*inflammatoires, tumoraux etc... c'est une méthode d'avenir.*

- - - - -

*De cette étude, il ressort que tous les sujets n'ont pas la même perméabilité tubaire et ne savent pas toujours utiliser correctement les manoeuvres d'équipression.*

*Ils s'exposent alors aux lésions barotraumatiques des oreilles.*

- - - - -

## 111-4 LES BAROTRAUMATISMES

Il en existe 2 types : barotraumatismes de l'oreille moyenne, barotraumatismes de l'oreille interne.

### 111-4-1 barotraumatismes de l'OREILLE MOYENNE

ce sont : les plus fréquents  
les moins graves  
les mieux connus.

Ils touchent surtout les plongeurs en scaphandre ou en caisson. Ils provoquent une SURDITE de TRANSMISSION.

#### a) clinique :

c'est une douleur :-siégeant au fond du conduit  
auditif externe  
-augmentant avec la pression  
-persistant à la remontée avec  
hypoacousie :  
"impression d'oreille bouchée"  
et acouphènes de fréquence grave

#### b) l'examen O.R.L

- l'épreuve de WEBER latéralise du côté atteint  
- l'otoscopie : les 5 stades de HAINES et HARRIS

° St I : simple injection du manche du marteau et  
du schrapnell

. tympanogramme décalé à gauche : (vers  
les pressions négatives) type catarrhe  
tubaire.

. faible perte auditive de transmission

- ° St II : . myringite généralisée, tympan rétracté
  - . tympanogramme aplati, pic franchement décalé à gauche
  - . RINNE 20 db
  
- ° St III: . tympan rétracté, épanchement séreux dans la caisse
  - . tympanogramme en dôme
  - . RINNE 30 db
  
- ° ST IV : . épanchement sanglant derrière le tympan
  - . tympanogramme plat
  - . RINNE 30 à 40 db
  
- ° ST V : . perforation tympanique
  - . perte auditive 30 à 40 db .

c) mécanismes :

- \* rarement un bouchon de cérumen :

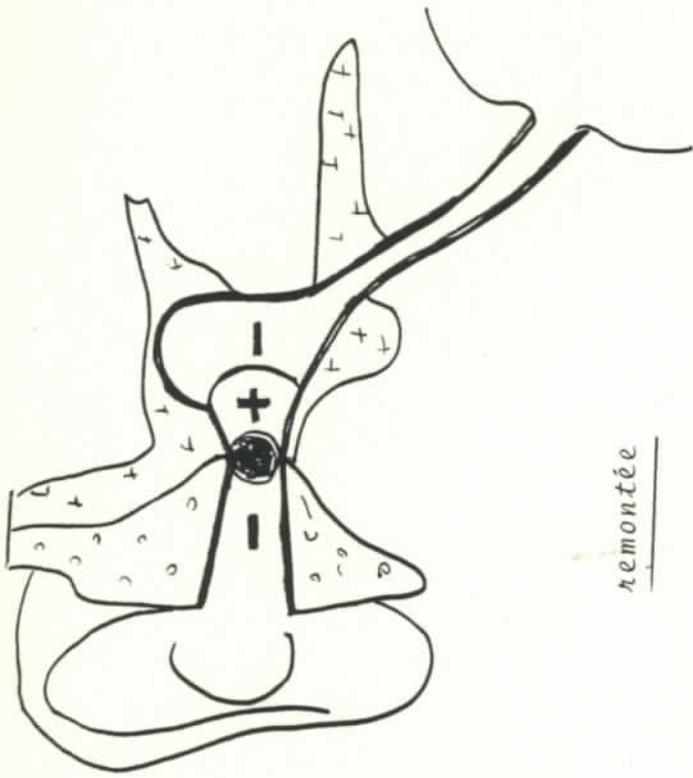
• essentiellement la dysperméabilité tubaire :

\* à la descente :

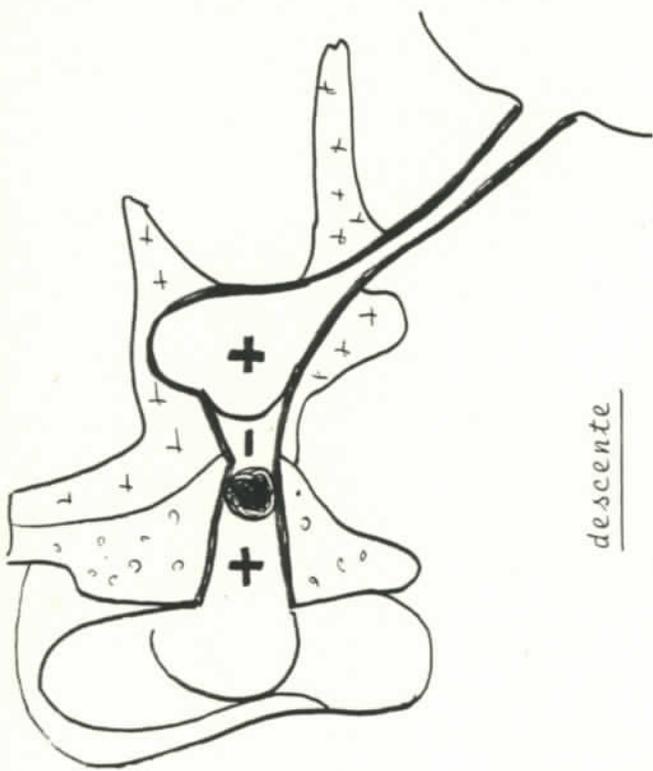
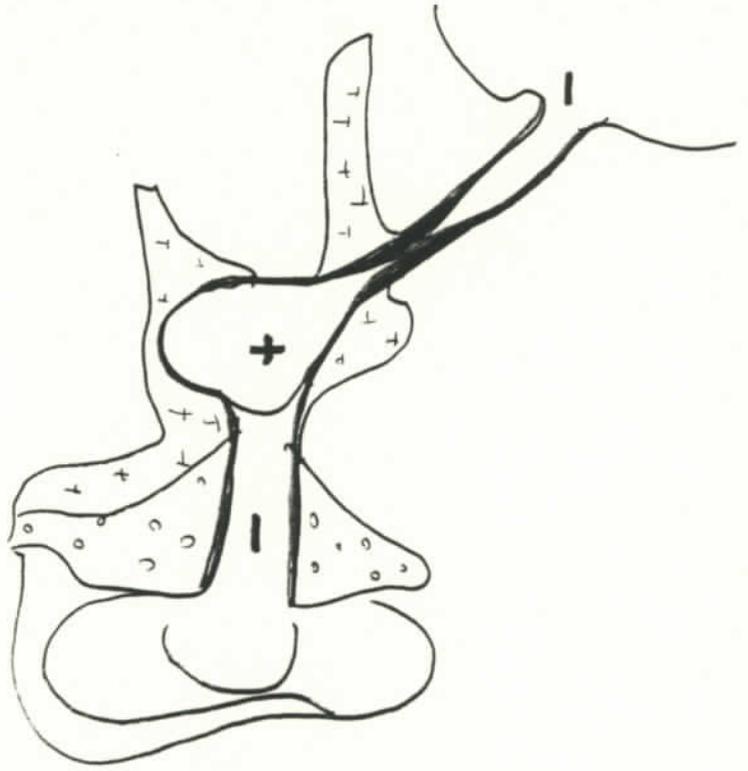
- une trop grande vitesse de mise en pression ne permet pas l'adaptation de l'équipression (chez un sujet ne faisant pas la B.T.V)
- la répétition des "forçages tubaires" congestionne l'isthme et le barotraumatisme se produit au bout d'une demi-heure à une heure de chasse sous marine.

\* à la remontée :

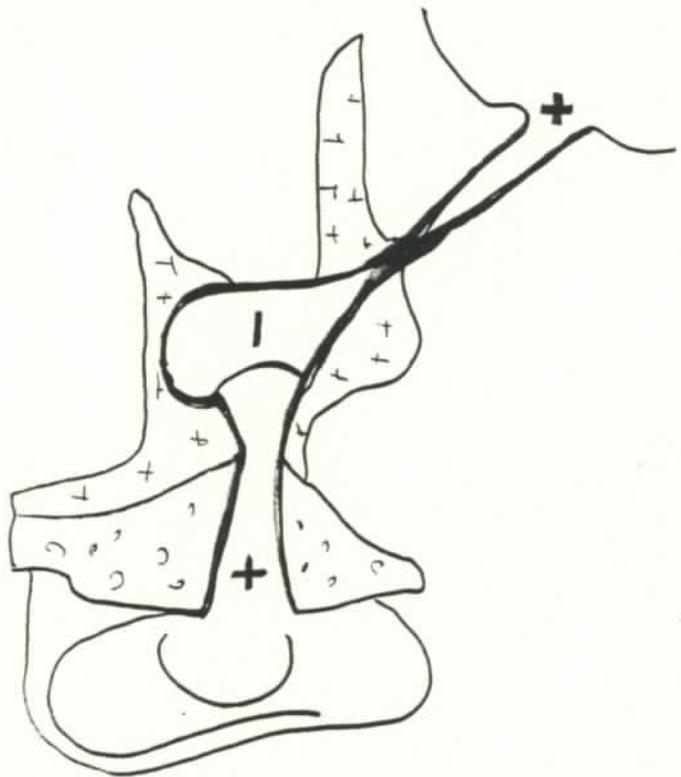
Les barotraumatismes sont plus rares mais signalés. Le VALSALVA peut en être la cause si le sujet n'est pas informé.



remontée



descente



d) traitement○ curatif :

- \* aux stades I, II, III : simple traitement médical : anti-inflammatoires et décongestionnants rhinopharyngés - évolution toujours favorable.
- \* au stade IV : l'hémotympan peut-être long à se résorber et peut se surinfecter. une paracentèse aidera à la guérison.
- \* au stade V : la perforation se complique souvent de surinfection avec otorrhée :  
  - il faut prescrire une antibio-corticothérapie par voie générale pour 8 jours.
  - Si au bout de 3 à 6 mois la perforation ne s'est pas fermée spontanément : tympanoplastie.

Dans tous les cas, par la suite l'autorisation de replonger ne sera accordée qu'après une tympanométrie normalisée.

○ préventif : combattre la dysperméabilité tubaire1/ NE PAS PLONGER EN CAS DE RHINITE + + +2/ action sur la T.E elle-même:

les possibilités médicales sont réduites :

- anti-inflammatoires par voie générale
- il semblerait que la bétathérapie au strontium donne de bons résultats dans les dysperméabilités tubaires chroniques d'origine pharyngée.

3/ les possibilités chirurgicales :

travaux de Mac NICOLL pour le Nose-Ear-Distress-Syndrome :

- septoplastie
- résection des grosses queues de cornets.

4/ L'ENTRAINEMENT TUBAIRE INDIVIDUEL + + +

- pour "muscler" la trompe d'EUSTACHE
- pour adapter la vitesse de descente aux possibilités d'équilibration tubaire
- savoir interrompre sa descente quelques instants et remonter de quelques mètres pour "passer" une oreille.
- savoir renoncer à la plongée plutôt que forcer une trompe congestive bloquée .

1)1-4-2 Atteintes de l'OREILLE INTERNE

Elles sont plus rares mais plus graves que les atteintes de l'oreille moyenne.

Ce sont surtout des lésions cochléaires .

Elles touchent toutes les catégories de plongeurs et surtout les plongeurs non débutants et en apnée.

1/ les atteintes aiguës :a) clinique :

typiquement il s'agit d'un chasseur sous marin ou d'un moniteur de plongée, faisant de nombreux aller-retours avec la surface (phénomène de LUDION)

brutalement au fond et souvent après avoir forcé ses trompes d'EUSTACHE le sujet ressent :

- un sifflement aigu unilatéral
- parfois un violent vertige rotatoire avec risque de noyade (apnéiste)
- à la sortie: hypoacousie

b) l'examen O.R.L

- tympan : le plus souvent : normaux
- audiogramme : surdité de PERCEPTION ENDOCOCHLÉ-AIRE avec recrutement touchant les fréquences aiguës 4000 - 6000 Hz et parfois toutes les fréquences.
- on peut aussi retrouver une surdité de transmission surajoutée : il s'agit d'une SURDITE MIXTE  
D'où l'importance de l'audiogramme systématique:

" Un barotraumatisme peut en cacher un autre "

- épreuves vestibulaires : lorsqu'il y a eu vertige l'E.N.G peut retrouver une destruction vestibulaire homolatérale à la surdité.

c) hypothèses étiopathogéniques :

Plusieurs théories sont évoquées et bien souvent intriquées :

\* théories mécaniques :

Elles font intervenir la brutalité de variation de pression et la fragilité du labyrinthe.

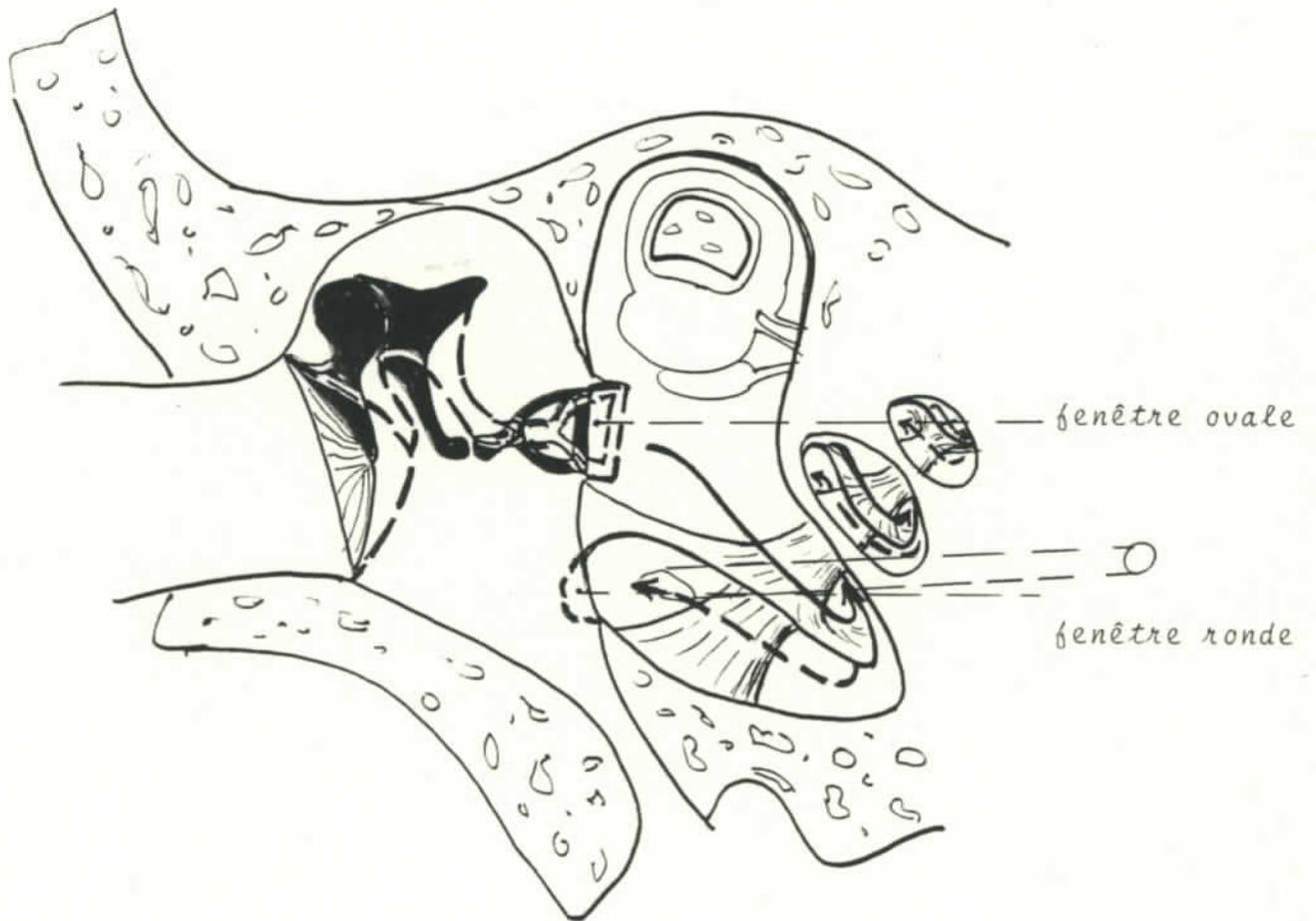
1- "L'explosive route" (GOODHILL 1972)

la force pressionnelle mise en cause vient de l'oreille moyenne. La pression s'exerçant sur le tympan et la chaîne ossiculaire provoque un enfoncement de la platine de l'étrier dans la fenêtre ovale, faisant bomber la fenêtre ronde.

De même un violent VALSALVA, dans ces conditions peut provoquer la destruction d'une structure labyrinthique.

Les lésions :

- soit rupture de la membrane de REISNER avec mélanges des liquides labyrinthiques endo et périlymphatiques
- soit rupture des vaisseaux de la strie vasculaire avec hémorragie labyrinthique
- soit rupture de la fenêtre ronde avec fistule labyrinthique s'écoulant dans l'oreille moyenne



Le jeu des fenêtres

2- "L'implosive route" (GOODHILL)

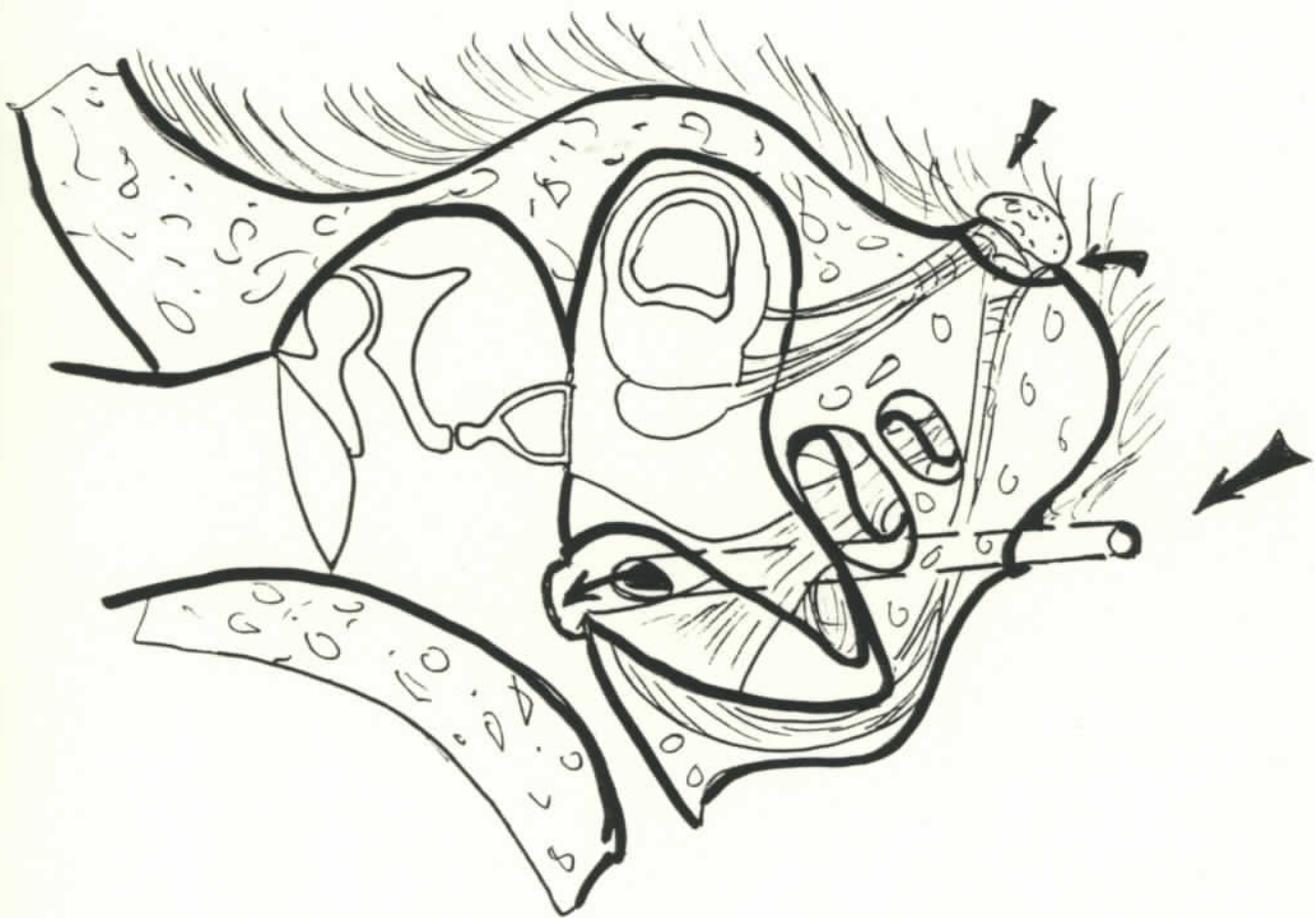
Nous avons vu que l'hyperpression pulmonaire du VALSALVA peut provoquer une gêne au retour veineux céphalique et donc engendrer une hyperpression intra-cranienne fugace.

En cas de canal cochléaire congénital perméable (cf anatomie) l'hyperpression du L.C.R peut se transmettre aux liquides labyrinthiques et rompre la fenêtre ronde.

3- "L'entorse" du ligament de l'étrier

Les contraintes répétées de l'appareil tympano-ossiculaire, provoquent au niveau de l'articulation stapédo-vestibulaire des élongations du ligament annulaire, avec réaction inflammatoire et oedémateuse. Cette inflammation diffuse de proche en proche dans la cochlée avec hypertension des liquides labyrinthiques.

Le tableau clinique est différent, la surdité est d'apparition retardée par rapport à la plongée, s'aggrave en quelques jours, puis récupère quand l'inflammation disparaît : Bon pronostic.



canal cochléaire et hyperpression endocranienne

4- Autres théories : les perturbations micro-circulatoires .

- le spasme
- le froid sur la circulation de type terminal de l'oreille interne
- l'allergie...

d) traitement

Quelquesoit le mécanisme évoqué, c'est une :  
URGENCE MEDICALE, traitée comme une surdité brusque :

- Hospitalisation

- repos au lit
- perfusions de vasodilatateurs  
de corticoïdes
- carbogène au masque à raison d'1/4 heure toutes les heures.

\* certains proposent :

- une héparinothérapie
- une hémodilution .

\* d'autres y associent l'oxygénothérapie hyperbare (à 2,8 ata, 40 minutes, 2 fois par jour) si la tympanométrie le permet.

- En cas de suspicion de fistule de la fenêtre ronde :

° clinique :

- surdité fluctuante : + ou - 10 db d'un audiogramme à l'autre
- vertiges aux changements de position de la tête
- signe de la fistule à l'examen E.N.G couplé

à la tympanométrie, c'est l'indication d'une tympanotomie exploratrice d'urgence.

- Par la suite, traitement au long cours de soutien cochléo vestibulaire per os.

e) évolution-séquelles :

Dépendent de la précocité de la mise en traitement; les entorses stapédiennes sont de meilleur pronostic que les ruptures membraneuses :

- séquelles auditives :

- ° atteinte unilatérale sur les fréquences aiguës
- ° atteinte horizontale sur toutes les fréquences avec effondrement sur les aiguës.
- ° atteinte mixte
- ° cophose

- séquelles vestibulaires :

- ° hyporeflexie unilatérale compensée
- ° aréflexie plus ou moins compensée

Interêt de la rééducation vestibulaire (3 mois)

De telles séquelles contre-indiquent définitivement la plongée sous marine.

## 2/ Les atteintes chroniques :

Touchent les "vieux plongeurs" ayant plus de 15 ans de pratique.

### a) clinique :

- surdité bilatérale progressive, ne survenant pas au décours d'une plongée
- parfois antécédents d'accidents de décompression
- surtout notion de dysperméabilité tubaire: ce sont des plongeurs, qui malgré l'entraînement sont incapables de réaliser la B.T.V et ont même souvent des difficultés au VALSALVA !

### b) l'examen O.R.L

#### - le tympan :

- parfois hyperlaxe
- le plus souvent scléreux, rétracté
- exostoses fréquentes dans les conduits auditifs externes.

#### - tympanométrie :

- soit tympan flacide avec compliance en "Tour EIFFEL"
- soit aspect inverse, petit pic, souvent avec une dysperméabilité discrète et surtout objectivation difficile d'une manoeuvre d'équipression.

- l'audiométrie :

- soit scotome bilatéral sur les fréquences aiguës (comme les atteintes des traumatismes sonores)
- soit courbes de perception horizontale
- soit surdité mixte, traduisant la rigidité du système ossiculaire.

- examen vestibulaire :

souvent hyporéflexie bilatérale.

c) mécanisme :

Ce sont les micro-traumatismes chroniques des structures labyrinthiques qui sont en cause, chez ces sujets ayant des équilibrations d'oreille difficiles (T.E type II)

Il y a une destruction cochléo-vestibulaire, lente, irréversible, sans "n'avoir jamais eu mal aux oreilles".

d) traitement :

- curatif : aucun
- préventif : essentiellement
  - l'entraînement tubaire
  - déconseiller la plongée aux sujets ayant de grosses difficultés d'équilibration tubaire

## 111-5 LE PHENOMENE ALTERNOBARIQUE

Ce terme a été défini en 1965 par l'école suédoise (LUNDGREN) et bien étudié également par TJENSTROM (1973).

### 111-5-1 Le vertige alternobarique

C'est un vertige rotatoire dû à une asymétrie de pression régnant dans les oreilles moyennes du sujet

#### a) clinique

Il survient le plus souvent à la remontée, près de la surface.

D'une durée brève, inférieure à 1 minute, il disparaît sans laisser de séquelle.

#### b) mécanisme

A la remontée, la pression barométrique diminuant la caisse du tympan présente une surpression relative, l'air s'échappe passivement par la valve tubaire.

Mais supposons une asymétrie de perméabilité tubaire (nous avons vu que la pression d'ouverture passive varie de + 5 à 15 cm d'eau).

La vidange "aérienne" se faisant inégalement dans chaque oreille, il régnera une pression différente dans chaque caisse.

C'est ce phénomène, dit "alternobarique", qui provoque le vertige avec nystagmus. Le mécanisme exact sur l'oreille interne est discuté. Le phénomène cesse lorsque les pressions s'égalisent c'est un vertige bénin sans support lésionnel.

1)1-5-2 Les paralysies faciales alternobariques

Ce sont des accidents bénins également, rares (BARNEZY 1972, MOLVAER 1979, RENON 1983) mais qui peuvent récidiver.

Les quelques observations publiées ont en commun :

- une paralysie faciale de type périphérique
- survenant après le retour en surface
- une atteinte auditive homolatérale sur les fréquences aiguës
- une dysperméabilité tubaire manifeste à la remontée
- une régression sans séquelle en quelques minutes ou quelques semaines.

Hypothèses étiopathogéniques :

- anomalie du canal de FALLOPE : déhiscence dans sa 2<sup>ème</sup> portion (G.DELONCA)
- déhiscence du nerf et action du froid (F.DEMARD)
- déhiscence du nerf et ischémie des vaso-vasorum maltraités par les variations de pression (MOLVAER)
- autres mécanismes (RENON)

## 1)2 ATTEINTES O.R.L DE LA MALADIE DE DECOMPRESSION

Les barotraumatismes de l'oreille interne, doivent être différenciés des atteintes de l'oreille interne dues à la maladie de décompression (m.d.d)

- le mécanisme est différent ,
- le pronostic général est différent :

C'est un accident neurologique de décompression

### 1)2-1 Le mécanisme

- a) c'est une application des lois physiques de DALTON et HENRI aux tissus vivants :  
loi de HALDANNE.

En pression, les tissus perfusés par le sang, absorbent une certaine quantité de gaz inerte dissous (azote pour la plongée à l'air comprimé).

Cette quantité ne peut dépasser un certain taux : il y a SATURATION d'un tissu donné pour une pression donnée.

A la remontée, quand la pression diminue, le gaz inerte , a tendance à quitter les tissus, toujours sous forme dissoute, pour regagner le sang et de là l'échangeur pulmonaire par lequel il est éliminé.

Mais si la pression baisse trop brutalement, le gaz change de forme, de dissous il redevient gazeux : le tissu se désature sous forme de microbulles : il y a SURSATURATION.

L'état précaire entre saturation et sursaturation, est la saturation critique. Chaque tissu désature à des vitesses différentes (fonction de nombreux facteurs). On définit pour chacun d'eux un coefficient de sursaturation critique :  $S_c$ .

Par exemple, les graisses et tissus tendineux ont un temps de désaturation long (1 à 4H) : ce sont les "tissus longs". Alors que le sang et les liquides labyrinthiques ont un temps de désaturation de quelques minutes : ce sont les "tissus courts".

b) les circonstances :

- la m.d.d. touche les plongeurs respirant des gaz sous pression (scaphandre-caisson), mais pas les apnéistes (sauf circonstances extrêmes : accidents du TARAVANA).
- Il y a notion de plongée à risques :
  - \* néophyte
  - \* stress, froid
  - \* effort au fond
  - \* remontée rapide
  - \* paliers trop courts sans respect des tables de décompression.
- Pas de notion de dysperméabilité tubaire

1) 2-2 Clinique- A la sortie de l'eau

Le sujet manifeste des vertiges avec nausées parfois vomissements (à ne pas confondre avec le mal de mer). Plus rarement une surdité.

L'état général est atteint : fatigue, pâleur : ces symptômes s'aggravent dans les heures suivantes : choc, marbrure des extrémités ...

Il faut alors évacuer d'urgence l'accidenté vers un centre de recompression en débutant le traitement :  
HYDRATATION - O<sub>2</sub> au masque - 0,5 g d'ASPIRINE.

- A l'Hopital

- examen O.R.L - ° tympan normaux
- ° le syndrome vestibulaire peut être périphérique mais aussi central laissant craindre une aggravation des lésions neurologiques.
- examen Doppler : recherche des bulles circulantes pronostic de gravité suivant le débit enregistré.
- examen humoraux : hémococoncentration

1) 2-3 Pathogenie :

L'accident de décompression, localisé à l'appareil cochléo-vestibulaire peut s'expliquer :

- soit par des micro-embols gazeux intra-vasculaires dans une artère cochléaire ou vestibulaire (syndrome périphérique) ou dans un vaisseau du tronc (syndrome central).
- soit par micro-bulles intra tissulaires : le dégazage des liquides labyrinthiques, tissus courts, nous l'avons dit, s'est effectué dans les tissus vestibulo-cochléaires eux mêmes.
- soit par un phénomène de SLUDGE au niveau des veines labyrinthiques traduisant que la mdd n'est pas une atteinte isolée d'un organe, mais une maladie humorale générale.
- Certains auteurs (LANDOLT) évoquent, lors de plongées profondes simulées à l'héliox, la formation de précipités protéiniques et de néo-formations fibro-osseuses au niveau de l'oreille interne.

1) 2-4 Traitement

C'est une URGENCE MEDICALE

- hospitalisation immédiate en centre spécialisé
- perfusions d'antisludges (macrodex)  
vasodilatateurs  
corticoïdes

- oxygénothérapie hyperbare en caisson multiplace, utilisant les tables 18 ou 30 si l'on craint une aggravation de l'atteinte neurologique.
  
- pour certains : héparinothérapie.

Notons ici l'intérêt des P.E.A (potentiels évoqués auditifs) pour la surveillance des accidents de décompression.

- . dans les accidents cochléaires : ils permettent la surveillance des seuils auditifs.
  
- . dans les accidents avec coma et oedème cérébral : ils aident au diagnostic topographique lésionnel.

1)3 OTITES EXTERNES OU EXOSTOSES

A côté des accidents graves mais rares que nous venons de voir, existe une pathologie bénigne, la plus courante en fait, mais qui handicape souvent les plongeurs.

1)3-1 L'otite externe

C'est l'affection la plus fréquente, souvent très douloureuse, que tout plongeur sous-marin subit inévitablement une ou plusieurs fois dans sa vie sportive.

C'est une inflammation aigue de l'épithélium cutané du conduit et de la face externe du tympan.

1) 3-1-1 étiologie

a) le facteur principal est certainement l'eau stagnant dans les conduits.

b) facteurs favorisants : ils sont nombreux :

- la durée et la fréquence des séjours dans l'eau :

\* 100% des plongeurs soumis à des plongées expérimentales de longue durée sont atteints.

\* 16 % seulement s'ils ne séjournent que 3 à 4 heures dans l'eau (WRIGHT - ALEXANDER 1974).

- la qualité de la peau du conduit : les eczémas du conduit, la diminution quantitative de la sécrétion de cêrumen, les traumatismes comme le grattage, le coton-tige, favorisent la macération de l'épithélium.

- l'étroitesse et la présence d'exostoses dans le conduit, provoquant un récessus ou stagne l'eau sont également en cause.

## c) bactériologie :

cette macération épithéliale transforme l'équilibre de la flore saprophyte de la peau : (modification du film lipidique cutané de surface, élévation du PH du conduit) Ainsi se développent rapidement des germes pathogènes gram négatif et surtout le *Pseudomonas Aëruginosa* et certains Anaérobies.

Les signes cliniques apparaissent lorsque se produit l'inversion du rapport des germes gram positif et gram négatif.

1) 3-1-2 Clinique

- otalgie vive, lancinante, souvent accompagnée de prurit exacerbant l'otalgie.
- la pression sur le tragus ou la traction du pavillon de l'oreille augmentent la douleur.
- l'examen au spéculum est très délicat :  
le contact de l'instrument est douloureux :  
après nettoyage doux, aspiration des produits de desquamation, on constate un aspect congestif, tuméfié, rétréci, parfois totalement sténosé de la lumière du conduit. Le tympan est parfois impossible à voir dans ces conditions.

1) 3-1-3 Traitementa) curatif

C'est avant tout un traitement local

- nettoyage soigneux
- instillations répétées, plusieurs fois par jour, d'une solution d'antiseptique à PH

acide (alcool boriqué à saturation) ou d'antibiocorticoides et fongicides.

Parfois pour faciliter leur pénétration il faut recourir à une petite mèche de gaze ou à un pop oto wick, introduit dans la sténose et changé tous les jours.

- le traitement général :

Il n'est indiqué qu'en cas de formes graves, vues tardivement, faisant craindre la périchondrite du pavillon :

corticoides et antibiotiques dirigés contre le pyocyanique et le staphylocoque doré.

b) préventif :

C'est le plus important.

- nettoyage des conduits auditifs externes en début de saison par lavage hydrique.
- éviter la stagnation de l'eau, les traumatismes et les coton-tiges.
- certains auteurs proposent des instillations locales préventives de produits siliconés, ou de badigeonnages d'acide acétique à 2 % dans une solution de propylène-glycol.
- ablation des exostoses trop sténosantes.

#### 1) 3-1-4 Evolution

L'otite externe guérit généralement rapidement sous traitement en 2 à 3 jours à condition :

- d'éviter les bains de mer pendant ces quelques jours.
- de traiter dès les premiers symptômes.

#### 1) 3-2 Les exostoses

Ce sont des tumeurs bénignes, acquises, développées à la partie distale du conduit auditif externe. Elles sont dues à une prolifération hyperplasique d'os compact lamellaire avasculaire, reposant sur une base large et recouvertes de peau saine.

##### 1) 3-2-1 pathogénie

Les exostoses sont à distinguer des ostéomes et néoformations osseuses formées d'os hautement vascularisé

Leur gênèse est discutée mais provient de la stimulation locale de l'ostéof ormation.

- Pour VAN GILSE, il s'agit de la nage en eau froide
- FOWLER et OSMUM reproduisent ces lésions en irriguant les conduits auditifs de cobayes.

- HARRISON en ANGLETERRE, retrouve 5 % de la population présentant des exostoses : tous des nageurs ou surfers.
- FILIPO et FABIANI font une étude chez des athlètes de compétition dans tous les sports aquatiques : ils retrouvent une prédominance chez les pratiquants de la voile, de la plongée sous marine.

Il ressort de ces études que l'exostose est favorisée :

- par un stimulus irritant : l'eau, surtout l'eau froide sous pression

La race noire paraît être moins touchée par cette pathologie.

- BREMOND et BERTONI la retrouve par contre chez les aviateurs qui portent un casque serré autour des oreilles. Ces auteurs émettent l'hypothèse qu'un trouble de la circulation sanguine du conduit serait à l'origine des exostoses.

### 1) 3-2-2 Clinique

Chez les plongeurs, les exostoses sont le plus souvent asymptomatiques. Elles sont de découverte fortuite lors d'un examen O.R.L ou surtout lors d'une otite externe.

L'atteinte est le plus souvent bilatérale et multiple, aboutissant au stade ultime à une sténose entraînant une hypoacousie de transmission (20 db)

Parfois l'exostose est à l'origine d'acouphènes quand elle touche la membrane tympanique.

### 1) 3-2-3 Traitement

#### a) curatif :

Il ne se pose qu'en cas de complications :

- otites externes récidivantes
- acouphènes
- hypoacousie de transmission

L'intervention chirurgicale se fait sous anesthésie générale.

Après décollement prudent de la peau du conduit et protection du tympan par une feuille de silastic l'exostose est enlevée, soit à la gouge frappée, si elle est bien pédiculée, soit à la fraise si elle est sessile.

#### b) préventif :

Chez les nageurs, la prévention serait possible en isolant les conduits du contact de l'eau grâce à des bouchons en plastique souple, mais chez les plongeurs ce procédé est malheureusement impossible

## 1) 4 LA PLONGEE PROFONDE à SATURATION

Depuis moins de 20 ans, grace aux mélanges respiratoires artificiels, on est entré dans l'ère de la plongée profonde à saturation : l'HELIUM a remplacé l'azote de l'air.

Ce nouveau domaine, moins bien connu, est la propriété de quelques équipes hyperspécialisées comme la COMEX à MARSEILLE et le GISMER à TOULON-Naval.

1) 4-1 Les premières expériences permirent de décrire le Syndrome nerveux des hautes pressions (FRUCTUS et COL COMEX 1968).

C'est un syndrome moteur caractérisé par :

- à 21 ata : un tremblement statique des extrémités : l'hélium tremor de BENNETT
- après 33 ata : des troubles cinétiques (gestes saccadés, dysmétrie...) une baisse de la vigilance des baillements.
- au delà de 36 ata : somnolence majeure, et baisse de l'efficacité intellectuelle et motrice...

Ce syndrome est en partie contrôlé actuellement jusqu'à 250 m en ralentissant la vitesse de compression.

Son explication est encore très obscure :

Deux stimuli antagonistes agiraient sur la cellule nerveuse : la pression elle-même, plutôt excitomotrice, et le gaz sous pression, plutôt narcogène.

Le dysfonctionnement nerveux étant engendré par le dysbarisme osmotique cellulaire.

Actuellement de grands espoirs voient le jour avec l'utilisation du gaz le plus léger de tous : l'HYDROGENE (Hydra IV COMEX 1983).

#### 1) 4-2 La cochlée en plongée profonde

A. APPAIX et F. DEMARD en 1971 rapportent dans leur étude lors de plongées profondes fictives à l'héliox, une élévation des seuils liminaires, en audiométrie automatique, de 15 à 20 db, mais aucune atteinte de la conduction osseuse. Cette hypoacousie de transmission est attribuée à une modification de l'impédance du système tympano-ossiculaire liée à la viscosité du mélange gazeux sous pression.

MORISSON en 1976 a étudié les potentiels évoqués auditifs chez 2 plongeurs à 1500 pieds et retrouve une baisse moyenne des réponses liées à la pression.

Mais dans tous les cas, l'hypoacousie est réversible à la remontée.

#### 1) 4-3 Le vestibule en plongée profonde :

Déjà étudiés par F. DEMARD et surtout par RENON en 1980 lors des expériences Entex V et VIII, et tout récemment avec Entex IX à -610 m (1983) les E.N.G avec stimulation calorique semblent montrer :

- pendant la plongée aucun nystagmus spontané, mais tendance à l'hyporéflexie vestibulaire.
- à la sortie retour à la normale des réactions vestibulaires provoquées.

Au total, l'action directe des très hautes pressions n'entraîne, sur l'appareil cochléo-vestibulaire, que des perturbations minimales et réversibles.

Cependant F. DEMARD et COLL (1977) ont recueilli une série de 5 accidents graves :

5 plongeurs professionnels, plongeant à l'héliox, ont accusé pendant la remontée des troubles importants :

- hypoacousie de perception encodochléaire, acouphènes, vertiges avec hypo ou aréflexie vestibulaire.

Malgré la recompression thérapeutique, ces lésions persistent plusieurs années après l'accident et peuvent être comparées aux lésions séquellaires de la maladie de décompression.

I) 5 L'ASPECT MEDICO-LEGAL des ATTEINTES COCHLEO-VESTIBULAIRES  
en PLONGEE

Un siècle s'est écoulé entre la première fois où a été reconnue la possibilité de troubles labyrinthiques, lors de l'exposition hyperbare, et le droit à réparation de ces lésions en tant que maladie professionnelle.

Aujourd'hui c'est chose faite : ces lésions font partie du tableau N° 29 des maladies professionnelles: ce sont :

- les syndromes vertigineux, confirmés par épreuves labyrinthiques : délai de prise en charge : 3 mois
- les otites moyennes subaigues ou chroniques : délai de prise en charge 3 mois.
- hypoacousie par lésion cochléaire irréversible s'accompagnant ou non de troubles labyrinthiques et ne s'aggravant pas après arrêt d'exposition aux risques : délai de prise en charge : 1 an.

Elles donnent droit à une invalidité permanente et à une indemnisation s'appuyant sur le barème officiel.

Mais mieux que réparer les séquelles sensorielles, il est préférable de prévenir les accidents.

I) 6 PREVENTION DES ACCIDENTS AUDITIFS ET VESTIBULAIRES

Elle repose sur l'examen médical de sélection et sur la discipline du plongeur.

I) 6-1 L'examen médical de sélection :

Audiogramme et impédancemétrie devraient être obligatoires dans le bilan d'aptitude à la plongée.

a) l'interrogatoire recherche :

- des antécédents otitiques :  
otites dans l'enfance , otorrhée, hypoacousie, vertiges, acouphènes, allergie, spasmophilie.
- les difficultés d'équilibration tubaire :
  - \* en montagne, en avion, en plongée
  - \* manoeuvre d'équipression utilisée

b) examen clinique

- du tympan : il faut voir le tympan et son triangle lumineux, avant d'affirmer son intégrité
  - .détailler une anomalie au microscope
- de la fonction tubaire :
  - .apprecier la mobilité tympanique au spéculum de SIEGLE
  - .objectiver le VALSALVA

- des fosses nasales (cf nez-sinus)

#### Les contre-indications à la plongée

- bouchons de cérumen (à enlever)
- otite externe
- otite chronique
- perforation tympanique

#### c) examen audiométrique :

Il objective le seuil auditif, dépiste les affections otologiques au début (otospongiose par exemple) et les contre-indications :

- surdité unilatérale
- hypoacousie bilatérale  
surtout avec chute sur les fréquences aiguës,  
traduisant une fragilité cochléaire.

Cet examen représente un document initial de base irremplaçable en cas d'accident, aussi bien pour le thérapeute que pour le médecin conseil auprès des assurances.

#### d) examen impédancemétrique :

C'est l'examen capital chez le plongeur (cf méthode d'exploration de la fonction tubaire).

#### Les contre-indications à la plongée :

- pics décalés à gauche (catarrhe tubaire)
- courbes en dôme (otite séreuse)
- courbes plates (glue)

La perméabilité tubaire :

l'objectivation de celle-ci est de très bon pronostic pour le plongeur.

Mais nous avons vu que l'inverse ne constitue pas une inaptitude aux sports sous marins.

Le sujet doit se soumettre à l'entraînement tubaire et aux épreuves de plongée - test ou de caisson.

e) examen vestibulaire :

Chez le plongeur il est important de dépister les risques de vertiges dus à l'eau froide (les couches d'eau de température différente sont fréquentes en plongée).

\* chez le plongeur sportif :

Pour ne pas trop alourdir le "bilan d'aptitude" nous utilisons un test de dépistage rapide des asymétries vestibulaires.

Le test labyrinthique bilatéral calibré à l'eau froide

° principe:chez le sujet normal

la stimulation simultanée des deux labyrinthes avec la même quantité d'eau froide, provoque chez chacun d'eux une réponse de même intensité mais de sens opposé.

La résultante des deux réponses est donc nulle :

l'épreuve bilatérale ne doit donner lieu à aucune réaction nystagmique.

° l'appareil comprend:

- . un réservoir d'eau froide à 15°
- . une double tubulure alimentant par simple gravité
- . des canules calibrées soudées dans deux spéculums d'oreille montés sur un support

° technique :

- . le sujet est allongé, la tête inclinée à 30° par rapport à l'horizontale de façon à verticaliser le canal semi-circulaire externe (HAULPIKE)
- . le casque porte spéculums est placé sur la tête et chaque spéculum est orienté sous contrôle de la vue vers la paroi antéro-supérieure des conduits auditifs externes, assurant une symétrie parfaite du stimulus.
- . la recherche du nystagmus s'effectue derrière des lunettes-loupes : recherche préalable d'un nystagmus spontané.
- . on délivre simultanément pendant 30 secondes, 125 cc d'eau à 15° dans chaque oreille.
- . On compte les secousses nystagmiques entre la 60° et 90° secondes après le début de la stimulation.

° résultats :

- . aucun nystagmus ni vertige ne doit apparaître si les vestibules sont symétriques.

La limite de la normalité est fixée à 10 secousses pendant le temps d'examen (FREYSS)

Seuls quelques sujets hyperréflexiques ou neurotoniques présentent un nystagmus vertical supérieur.

° avantages : épreuve rapide (90 secondes), simple, recréant les conditions d'un plongeur traversant des couches d'eau de température différente.

- . réalisable par un médecin généraliste sans appareillage sophistiqué : toute anomalie constatée impose la suspension des plongées et l'avis d'un : spécialiste O.R.L

\* Chez le plongeur professionnel :

L'examen d'aptitude comporte obligatoirement un bilan cochléo vestibulaire complet avec électro-nystagmogramme :

Loi du 4.10.1974 ( B.O Ministère du Travail ).

f) le problème des opérés :

- otospongiose :

la fonction tubaire est généralement bonne mais l'oreille est fragilisée.

- les tympanoplasties :

tout dépend : de l'état auditif de chaque oreille, de la fonction tubaire.

D'une façon générale il faut bien expliquer à ces sujets que la plongée met en jeu leur potentiel auditif et vestibulaire.

## 2) - LE SYSTEME NEZ-SINUS DU PLONGEUR

La fréquence de la pathologie sinusienne chez le plongeur se situe immédiatement après celle de l'oreille.

Sous l'eau, l'intégrité de ces cavités aériennes de la face dépend d'une fonction principale :

La VENTILATION OSTIALE.

### 2)1 RAPPEL ANATOMIQUE

Le système se compose :

- d'un couloir central, séparé en deux fosses nasales par la cloison.
- tout autour se disposent les cavités sinusiennes communiquant avec les fosses nasales par d'étroits orifices : les OSTIA.
- l'ensemble est tapissé par une seule et même muqueuse l'épithélium cilié de type respiratoire.

#### 2)1-1 Les groupes sinusiens

##### a) les sinus frontaux :

Il sont 3 fois plus souvent atteints par les barotraumatismes que les autres sinus. Cela s'explique par la longueur du canal naso-frontal :

Embryologiquement les sinus frontaux proviennent d'une cellule ethmoïdale antérieure qui s'est développée entre les 2 tables de l'os frontal. Ils communiquent

avec les fosses nasales par le canal naso-frontal défilé long et tortueux, comprimé entre les cellules ethmoidales antérieures, de 15 à 20 mm de long pour 2 mm de large, de perméabilité plus précaire que l'ostium des autres sinus.

b) les sinus maxillaires :

Ils viennent en second dans la fréquence des barotraumatismes sinusiens.

Ils ont comme particularités :

- d'être les plus grands des sinus (7 à 10 cc)
- ventilés par un canal de 6 à 8 mm de long, pour 1 à 3 mm de large.

Ils sont en rapport avec les apex des dents supérieures ce qui explique :

- qu'un barotraumatisme sinusien peut avoir une symptomatologie dentaire.
- qu'une sinusite maxillaire peut avoir une étiologie dentaire.

c) les sinus ethmoïdaux :

2 à 3 cc de capacité : s'ils sont les plus petits des sinus, ce sont eux qui sont au carrefour de la pathologie sinusienne.

Ils sont presque toujours les premiers à être touchés par la pathologie inflammatoire et sont à l'origine de l'entretien des processus chroniques.

d) les sinus sphénoïdaux :

ils sont en règle générale épargnés par les barotraumatismes, car largement drainés par leurs ostia.

2)1-3 la muqueuse pituitaire :

2 éléments la caractérise :

- les cellules ciliées
- le chorion

a) les cellules ciliées :

Elles assurent la fonction primordiale du drainage des sécrétions naso-sinusiennes.

Elles constituent un véritable "tapis-brosse" animé conduisant les sécrétions sinusiennes vers leur ostium, respectif et les sécrétions nasales vers le rhino pharynx.

L'intégrité de la fonction ciliaire dépend d'une bonne ventilation sinusienne :

l'hypoventilation sinusienne amène une hypoxie responsable peu à peu de l'immobilité ciliaire.

Cette ventilation dépend de la perméabilité ostiale qui dépend de l'épaisseur du chorion.

b) le chorion :

il comporte :

- une trame conjonctivale, baignée par un liquide extra cellulaire support des échanges métaboliques

En cas d'inflammation, les extravasations liquidiennes augmentent les liquides extra cellulaires : ceci crée l'oedème et obstrue les ostia .

- un réseau capillaire.

celui-ci est particulier dans les fosses nasales au niveau des cornets où siègent des réseaux veineux caverneux . L'engorgement de ces lacs veineux est responsable de l'obstruction nasale et ostiale.

On comprend ainsi qu'en plongée, l'équipression dans le nez et les sinus, dépend d'une muqueuse normotrophique :

Tout phénomène congestif, inflammatoire ou allergique obstrue les ostia :

On ne doit PAS PLONGER ENRHUME !

sous peine de s'exposer aux barotraumatismes sinusiens.

## 2)2 LES BAROTRAUMATISMES SINUSIENS

### 2)2-1 mécanisme :

Dans certaines conditions pathologiques, les ostia ne sont plus fonctionnels.

#### a) à la descente :

L'air ne peut entrer dans le sinus mal ventilé : la différence de pression qui s'installe entre

le nez et le sinus engendre une douleur progressive qui empêche le sujet de dépasser 4 à 5 m de profondeur.

b) à la remontée :

Si l'ostium a été perméable à la descente mais s'obstrue à la remontée (phénomène de clapet), la violente douleur due à l'expansion de l'air prisonnier empêche le sujet de regagner la surface.

Parfois ses coéquipiers seront obligés de le pousser hors de l'eau : la douleur peut être syncopale.

Ainsi se constituent les barotraumatismes sinusiens.

2)2-2 signes cliniques :

- la douleur dépend du sinus touché :

- au niveau du sinus frontal, douleur isolée, sus orbitaire, avec irradiation à la tempe, accentuée lorsque la tête est penchée en avant.
- au niveau du sinus maxillaire, la douleur est en coup de pioche, sous orbitaire, parfois à irradiation dentaire simulant une pulpite aiguë.

- signes associés :

- ST I : pour une dépression de 100 à 150 mm de Hg, oedème et épanchement sinusien avec mouchage muqueux dans le masque.
- ST II : pour une dépression de 260 à 300 mm de Hg, suffusions hémorragiques, déchirure de la muqueuse, hémorosinus avec mouchage sanglant dans le masque.
- à la radiographie : opacité du sinus atteint.

2) 2-3 traitement

2) 2-3-1 traitement curatif :

Il doit ~~traiter la~~ congestion naso-sinusienne  
- reperméabiliser l'ostium.

a) traiter la congestion :

- \* anti-inflammatoires par voie générale (stéroïdiens le plus souvent)
- \* antibiotiques
- \* vaso constricteurs locaux

b) reperméabiliser l'ostium

- \* ablation des polypes obstructifs

- \* correction d'un septum dévié
- \* Ponction-drainage d'un épanchement sinusien rebelle au traitement médical
- \* méatotomies

### 2)2-3-2 traitement préventif

Il n'y en a pas : tout au plus , utilisation de vasoconstricteurs,  $\frac{1}{2}$  heure avant la plongée:

le mieux étant de s'abstenir de plonger quand on est enrhumé.

### 2)3 PREVENTION DES BAROTRAUMATISMES SINUSIENS

Contrairement à la trompe d'EUSTACHE, pour les sinus, l'entraînement individuel ne peut rien ; ce sont des cavités osseuses à parois rigides.

Or tout sinus douloureux en plongée révèle un sinus malade.

La prévention repose là encore sur l'examen médical de sélection.

#### a) l'interrogatoire :

- recherche des antécédents de sinusite, d'allergie nasale.
- de barotraumatismes
- " Mouchez vous du sang après une plongée ?"

b) l'examen de base :

- la rhinoscopie antérieure et postérieure  
recherche les contre-indications :
  - ° polypes au méat moyen
  - ° déviation septale entretenant une congestion nasale
  - ° jetage purulent issu d'un méat
  - ° même un simple rhume doit faire différer la plongée
  
- examen de l'état dentaire ; nous y reviendrons.

c) la radiographie :

Elle est fondamentale ( sera peut-être remplacée par l'échographie sinusienne)

- en incidence de BLONDEAU
- ou 3 coupes tomographiques.

Elle permet de dépister une pathologie latente telle que :

- kyste sinusien
- mucocèle (PLANTE-LONGCHAMP - FAUCHEUX 1984)

qui peut être à l'origine d'un barotraumatisme

d) la rhinosinusoscopie :

Nous avons vu son intérêt pour l'étude de la dynamique tubaire. C'est l'exploration moderne des fosses nasales et des sinus sous simple anesthésie locale.

Elle permet dans certaines indications :

- la visualisation complète de chaque fosse nasale, de chaque méat, des sinus maxillaires
- d'apprécier l'état de la muqueuse, de voir les ostia.
- des tests dynamiques ;
  - de la fonction ciliaire par la colorimétrie au bleu de méthylène
  - de la perméabilité ostiale par sinusomanométrie calibrée.

Un ostium non fonctionnel est une contre-indication à la plongée.

e) le problème des opérés des sinus :

Les examens cliniques et radiographiques sont souvent insuffisants pour juger des perméabilités ostiales de sinus opérés, cicatriciels pouvant comporter des synéchies, des cloisonnements.

Une plongée-test sera la meilleure épreuve pratique à conseiller.

3) L'ETAT DENTAIRE

Chez le plongeur son importance est triple :

- une denture absente ou mobile , ne pourra maintenir un embout correctement.
- des dents cariées, mal obturées peuvent être le siège d'odontalgies dysbariques.
- certaines dents supérieures peuvent être à l'origine de sinusite dentaire.

3)1 Rappel anatomique :

L'organe dentaire comprend 2 parties :

- la dent
- les tissus de soutien

3)1-1 la dent ou odonte :

- elle comprend 3 parties :
  - la racine
  - la couronne
  - le collet
- elle est creusée d'une cavité centrale : la cavité pulpaire s'ouvrant au sommet de la racine par un orifice : le foramen apical
- la pulpe dentaire est un tissu conjonctif très richement vascularisé et innervé.

- elle est constituée d'un tissu dur et jaunâtre : la dentine, minéralisée à 70 % , et au niveau de la couronne, la dentine est recouverte d'un tissu encore plus dur : l'émail, minéralisé à 95 % qui n'est lui, ni vascularisé, ni innervé.

### 3) 1-2 le parodonte

C'est un tissu de soutien de l'odonte :

il comprend :

- le tissu osseux des arcades dentaires
- le desmodonte ou ligament alvéodentaire qui unit la dent à l'os alvéolaire
- la gencive qui est la muqueuse entourant les collets et recouvrant les crêtes alvéolaires.

### 3) 1-3 vascularisation :

Les artères dentaires ont un caractère terminal. La dent ne possède pas de circulation collatérale ni de relation anastomotique.

La circulation veineuse de retour est conditionnée par le faible diamètre des foramini apicaux :

Ceci peut expliquer certains troubles circulatoires et gazeux se produisant au niveau de la dent à la remontée.

### 3) 2 Les odontalgies dysbariques :

Elles sont bien plus rares que les barotraumatismes auriculaires ou sinusiens, mais tout aussi douloureux et donc tout aussi dangereux pour la sécurité du plongeur.

#### 3)2-1 clinique

C'est une douleur survenant à la descente, le plus souvent à la remontée, brusque ou progressive suivant la vitesse de variation de pression, située au niveau de la dent causale et irradiant au maxillaire.

#### 3)2-2 étiologie

F. MOISANT retrouve sur 60 cas :

- caries simples : 26
- caries sous obturation: 10
- dent en traitement : 3
- kyste apical : 5
- abcès apical : 6
- causes indéterminées : 10

### 3)2-3 Mécanismes (CHENEVEE)

#### a) action directe sur la pulpe :

C'est le cas des caries récentes non traitées : le FROID et la PRESSION agissent directement sur la pulpe à la descente, obligeant souvent le sujet à interrompre sa plongée.

A la remontée, la douleur est encore plus violente, due à l'expansion d'une bulle d'air captive dans la cavité carieuse.

Ces douleurs sont exacerbées chez les sujets souffrant d'hypersensibilité dentinaire due au déchaussement cémentaire.

La pulpite barotraumatique favorise l'infection surtout en eau de mer.

En eau polluée il suffit de 2 plongées pour doubler une lésion carieuse !

#### b) dents traitées par un amalgame :

##### \* action du froid :

les amalgames d'argent et d'or utilisés en dentisterie, ont un fort pouvoir de conduction thermique. Ils transmettent à la pulpe le froid de l'eau ou de l'air qui se détend à la sortie des bouteilles de plongée.

\* action de la pression :

Les obturations ne sont jamais parfaitement étanches même si l'amalgame est réalisé avec le plus grand soin.

Cela est dû à la rétraction de prise du matériau.

À la descente, de l'air pénètre sous pression sous l'amalgame, en d'autant plus grande quantité que la cavité carieuse est vaste et moins bien comblée.

À la remontée, si la fissure de pénétration se bouche (débris alimentaires par exemple), l'expansion gazeuse provoque de violentes douleurs pulpaires pulsatiles avec au maximum :

- soit expulsion de l'amalgame
- soit fracture de la dent .

3)3 les fausses odontalgies

Nous avons dit que les dents supérieures sont en relation avec les sinus maxillaires : ce sont les prémolaires et les molaires.

Ceci explique deux phénomènes :

- un barotraumatisme sinusien se manifestant sous forme d'algies dentaires.
- une sinusite maxillaire peut être due à un abcès dentaire .

La lésion débute par une pulpite qui se complique d'abcès périapical.

Si le plancher sinusien est déhiscent l'abcès se développe dans le sinus.

Ailleurs, la lésion causale est latente et seule une radiographie avec film intrabuccal rattachera cette sinusite à un kyste radiculo dentaire ou un simple granulome.

D'où l'importance de la collaboration O.R.L - et dentiste.

### 3)4 TRAITEMENT

#### 3)4-1 traitement curatif :

- C'est le traitement d'une carie
- la réfection d'un amalgame imparfait

#### 3)4-2 traitement préventif :

- si possible utiliser des amalgames non conducteur thermique et traités par ultra-sons afin d'obtenir une meilleure étanchéité.
- le problème des prothèses dentaires
  - \* les prothèses dentaires fixes sont moins dangereuses que les prothèses mobiles.
  - \* ces dernières, avec l'embout, peuvent tomber dans les voies aériennes supérieures avec risque d'asphyxie :

La protection civile interdit la plongée aux sujets porteurs de prothèses mobiles.

*Au total, l'examen médical systématique de la denture doit faire partie intégrale du bilan d'aptitude à la plongée.*

4) LE LARYNX DU PLONGEUR

Habituellement exempt de toute atteinte organique en plongée sous marine, le larynx n'avait jusqu'à présent fait l'objet d'aucune attention particulière.

En 1981, G. PLANTE-LONGCHAMP, rapporte deux cas d'une pathologie laryngée rarissime mais pouvant être mortelle : LA LARYNGOCELE.

4) 1 Rappel anatomique

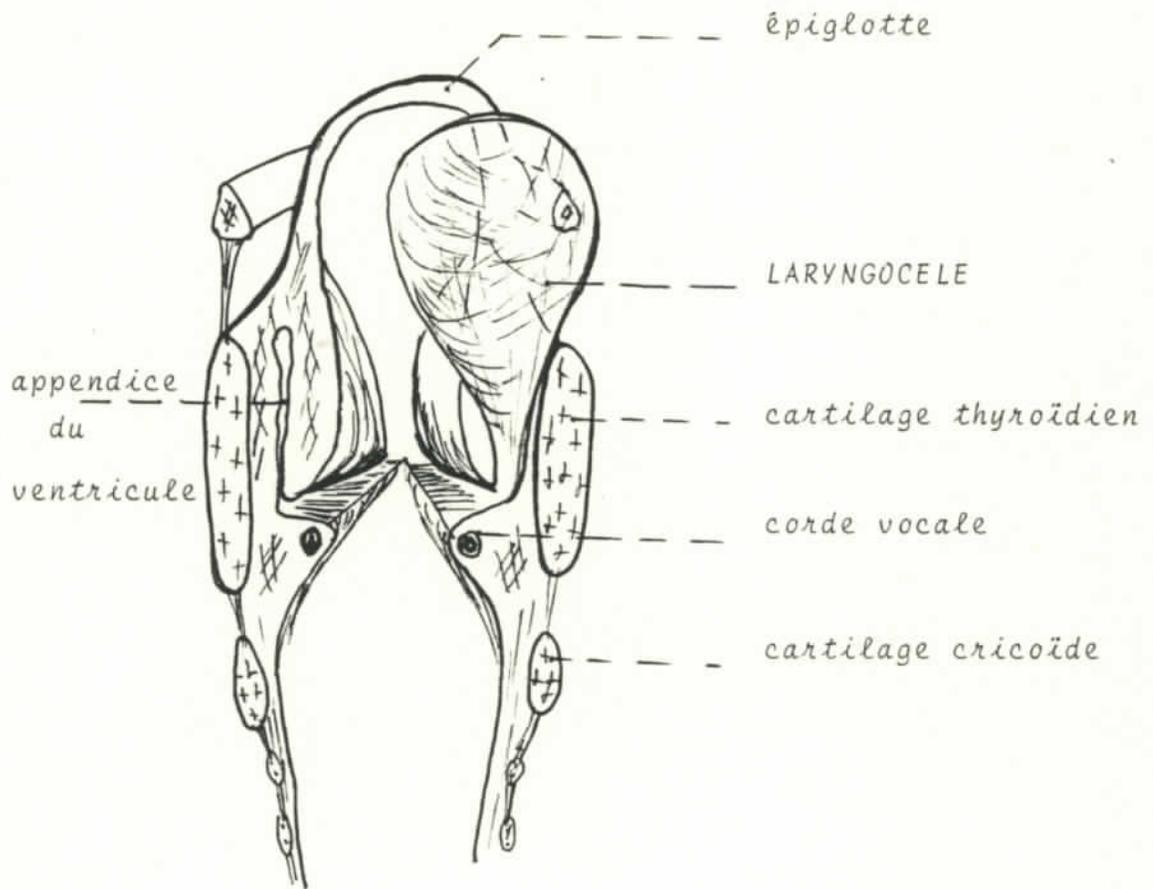
Les cordes vocales divisent la cavité laryngée en 3 étages :

- étage sus glottique, formé par les bandes ventriculaires
- plan glottique, compris entre le bord libre des cordes vocales
- étage sous glottique, s'étendant jusqu'au bord inférieur du cricoïde.

Entre les bandes ventriculaires et le plan cordal, s'ouvre sur toute la longueur, une fente ovale :

## \* le VENTRICULE de MORGANI

- ° son plancher est formé par la face supérieure de la corde vocale



LA LARYNGOCELE

- ° sa paroi externe est formée par le muscle thyroarythénoïdien externe, doublé en dedans par la membrane élastique, mince à ce niveau.
- ° à son tiers antérieur existe un diverticule supérieur en cul de sac :

\* L'APPENDICE DU VENTRICULE

Cette formation embryonnaire est de longueur variable suivant le degré de régression morphologique qu'elle subit et suivant les pressions régnant dans l'organe laryngé.

Il s'élève verticalement dans l'épaisseur du repli ary-épiglottique sur 1cm environ. (ce qui est considéré comme sa taille maximum)

Au delà , on parle de LARYNGOCELE.

- laryngocèle externe :

le pédicule de la hernie perfore la membrane thyro-hyôïdienne et le sac s'étend dans le cou, au dessous de la région sous-maxillaire.

- laryngocèle interne :

La hernie se développe dans la bande ventriculaire ou dans le repli aryépiglottique.

les laryngocèles contiennent de l'air légèrement sous pression et du mucus.

#### 4)2 Etiologie

- Chez l'enfant l'appendice est relativement grand, et peut se surinfecter: laryngopyocèle.

La cause la plus fréquente est une affection tussigène comme la coqueluche.

- Chez l'adulte : la hernie ventriculaire acquise a deux origines possibles :

- avant tout une cause locale tumorale : cancer du ventricule

- ailleurs c'est l'hyperpression dans l'axe aérien qui est évoqué :

- \* joueurs de trompette
- \* souffleurs de verre
- \* travailleurs de force

- Chez le plongeur :

- cette affection est-elle en rapport avec l'hyperbarie, ou la manoeuvre de VALSALVA ?

C'est possible car cette manoeuvre met en pression tout l'appareil respiratoire et peut donc favoriser.

la distension de l'appendice ventriculaire.

- Toujours est-il qu'en plongée une laryngocèle peut être redoutable :

A la remontée, cette poche remplie d'air en expansion peut faire clapet au niveau du larynx et entraîner une asphyxie aiguë du plongeur.

#### 4) 3 Symptomatologie :

Elle est fruste, parfois infraclinique: il faut la rechercher systématiquement chez le plongeur :

- toux, chatouillements laryngés à l'effort
- sensation de picotements, d'étouffements, rarement de suffocation dans les plongées précédentes.
- dans sa forme cervicale, rechercher une voussure paralaryngée lors d'efforts de toux ou du VALSALVA.

En fait, c'est la radiotomographie du larynx en VALSALVA qui fait le diagnostic.

#### 4) 4 Traitement

Il est chirurgical :

cervicotomie et résection de la poche.

GUIDE PRATIQUE DE L'EXAMEN O.R.L D'APTITUDE A LA PLONGEE

GUIDE PRATIQUE DE L'EXAMEN O.R.L D'APTITUDE A LA PLONGEE

De toute l'étude qui précède doit se dégager une conception de la pathologie O.R.L de la plongée, différente de celle jusqu'alors communément admise :

"La plongée ne doit pas faire mal aux oreilles ou aux sinus, ne doit plus rendre sourd ou vertigineux".

Ceci est possible grâce :

- à l'information et l'entraînement du plongeur.
- à l'examen d'aptitude, pour lequel nous proposons une conduite pratique pour tout médecin de plongée.

○ L'INFORMATION :

Ce sont les indispensables notions sans lesquelles le plongeur sous marin ne saurait se lancer :

- \* "ne pas plonger enrhumé
- \* ne pas forcer ses trompes d'EUSTACHE "

○ L'ENTRAINEMENT :

Il est primordial pour les muscles tubaires :  
Comme tous les muscles de l'organisme, leurs performances sont proportionnelles à la qualité de leur entraînement.

Nous préconisons la béance tubaire volontaire, qui, si elle n'est pas d'enseignement aisé, est par contre la garantie d'une totale sécurité.

○ L'examen O.R.L d'APTITUDE du plongeur :

Il devrait être demandé par le plongeur lui-même, et réalisé par un médecin de plongée de façon préventive et périodique.

Il comporte :

- 1) l'interrogatoire qui oriente les investigations
- 2) l'examen clinique de base qui recherche les contre-indications.
- 3) les examens complémentaires qui seront demandés au spécialiste O.R.L

1) l'interrogatoire

2 catégories de sujets :

- sujets n'ayant jamais plongé
- sujets ayant déjà plongé.

a) sujets n'ayant jamais plongé :

Recherche systématique des antécédents O.R.L :

- \* otites ,
- \* sinusites,
- \* dysperméabilité tubaire en montagne ou en avion,
- \* interventions chirurgicales sur les oreilles ou les sinus,
- \* surdité-vertige-acouphènes,
- \* allergie-spasmophilie .

b) sujets ayant déjà plongé :

Recherche des accidents déjà rencontrés en plongée :

- \* barotraumatismes des oreilles : douleur, surdité, vertiges à la descente ou à la remontée.
- \* barotraumatismes sinusiens , pus ou sang dans le masque à la remontée.
- \* type et facilité d'exécution des manoeuvres d' quilibr tion tubaire .
- \* algies dentaires .

## OREILLE- TROMPE D'EUSTACHE

EXAMENS	DROIT	GAUCHE	CONTRE-INDICATIONS
<u>TYMPANS</u>			<ul style="list-style-type: none"> <li>. cérumen</li> <li>. otite externe</li> <li>. perforation tympanique</li> <li>. otite chronique</li> </ul>
Fonction <u>TUBAIRE</u> .épreuve de SIEGLE .VALSALVA objectif			<ul style="list-style-type: none"> <li>. mobilité diminuée ou nulle</li> </ul>
Fonction <u>COCHLEAIRE</u> . voix chuchotée à 1 mètre . test de WEBER . test de RINNE			<ul style="list-style-type: none"> <li>. acouphènes</li> <li>. hypoacousie</li> <li>. cophose unilatérale</li> </ul>
Fonction <u>VESTIBULAIRE</u> . nystagmus . ROMBERG . Déviation des index . test bilatéral calibré			<ul style="list-style-type: none"> <li>. signes vestibulaires spontanés:               <ul style="list-style-type: none"> <li>-nystagmus</li> <li>-instabilité</li> <li>-latéro-déviaton</li> </ul> </li> <li>. nystagmus provoqué</li> </ul>
<u>NEZ-SINUS-DENTS</u>			
<u>RHINOSCOPIE</u>			<ul style="list-style-type: none"> <li>. rhinite</li> <li>. polypes</li> <li>. rhinosinusite</li> <li>. grosse déviation septale obstructive</li> </ul>
<u>RADIOGRAPHIE</u> en incidence de BLONDEAU			<ul style="list-style-type: none"> <li>. sinusite</li> <li>. kyste</li> <li>. mucocèle</li> </ul>
<u>DENTURE</u>			<ul style="list-style-type: none"> <li>. carie</li> <li>. dents mobiles</li> <li>. prothèses mobiles</li> </ul>
Signes de <u>LARYNGOCELE</u>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>. Chatouillements laryngés à l'effort</li> <li>. Voussure cervicale à la toux et au VALSALVA</li> </ul>			

### 3 - LES EXAMENS COMPLEMENTAIRES

*Demandés au spécialiste O.R.L*

#### 3)1 L'Impédancemétrie

- tympanométrie
- objectivation d'une manoeuvre d'équipression
- réflexe stapédien

#### 3)2 L'Audiogramme tonal

- dépiste les affections au début
- élément de référence dans le dossier médical
- devrait faire parti du bilan systématique

#### 3)3 L'E.N.G

*Obligatoire chez le professionnel.*

#### 3)4 La rhino sinusoscopie

*En cas de pathologie clinique et/ou radiologique*

### AU TOTAL

*L'examen O.R.L du plongeur peut être simple, mais aussi semé d'embûches. Le médecin de plongée ne devra donc pas hésiter à recourir au spécialiste devant toute anomalie de l'examen de base.*

C O N C L U S I O N

Cette étude essaie de faire le point actuel sur les différentes atteintes de la sphère O.R.L., rencontrées en pathologie hyperbare.

Nous en avons extrait un film 16 mm d'une durée de 25 minutes, explicitant les mécanismes physiopathologiques, par le dessin animé et le cinéma endoscopique.

Pour l'oreille :

- \* oreille moyenne : les barotraumatismes et phénomènes alternobariques sont dus à la dysperméabilité tubaire
- \* oreille interne : les lésions peuvent être consécutives à des forçages tubaires d'une part ou à la maladie de décompression d'autre part.

Les trompes d'EUSTACHE :

Elles sont la clé de l'aptitude à la plongée .  
Leur perméabilité est conditionné par :

- \* leur bonne configuration congénitale (type I)
- \* l'absence de tout phénomène inflammatoire rhinopharyngé
- \* l'entraînement de leur musculature intrinsèque, par les manoeuvres d'équipression appropriées.

les sinus :

Les barotraumatismes découlent d'une dysperméabilité ostiale due à un obstacle mécanique ou inflammatoire.

L'entraînement ne peut-être d'aucun secours sur ces cavités rigides.

la pathologie dentaire est souvent le fait d'une carie mal traitée!

la pathologie laryngée, rarissime peut être due à une laryngocèle.

*La meilleure connaissance, bien qu'incomplète, de ces atteintes O.R.L, doit déboucher sur une attitude préventive pratique :*

*Nous proposons pour cela un guide simple de l'examen O.R.L d'aptitude à l'usage de chaque médecin de plongée.*

*Ce dernier ne doit pas hésiter à faire appel au spécialiste O.R.L, notamment pour établir un audiogramme de base.*

*Ainsi grâce à une plus ample information des plongeurs, un meilleur entraînement tubaire, et un examen médical préventif et périodique, les conditions de sécurité de ce sport, ne devraient laisser à l'accident, que la fréquence inhérente à toute entreprise humaine murement préparée.*

*" Plongeons avec notre tête, plus qu'avec nos jambes "*

*Lu et approuvé  
le Président du Jury  
F. DEMARD*

*Vu, NICE le  
Le Doyen  
N. AYRAUD*

B I B L I O G R A P H I E

---

APPAIX.A - PICARD.D - NOURRIT.P

*les barotraumatismes cochléaires*

*Ann.Oto.Laryng. PARIS - 1961-78-pp232-245*

APPAIX.A - DEMARD.F - BONNAUD - JACQUIN

*L'O.R.L devant la plongée sous marine et la médecine Hyperbare*

*J.Fr.O.R.L LYON - 1973-22-pp559-593*

APPAIX.A - DEMARD.F

*Etudes audiométriques et E.N.G chez l'homme normal en plongée très profonde*

*Acta.Oto-laryng. (STOCK) 1972-73*

APPAIX.A - DEMARD.F

*Les barotraumatismes cochléaires-*

*Essai d'interprétation pathogénique et le traitement par oxygène hyperbare*

*CR XII Conv.Société Latina 1968*

APPAIX.A - DEMARD.F

*Examen d'aptitude à la plongée sous marine*

*J.Fr.O.R.L 1970 pp 391-394*

AUBRY.M - PIALOUX.P

*Maladie de l'oreille interne et otoneurologie*

*1957 - Ed Masson (PARIS)*

BAUDIN.V.I

*Intracardial gas bubbles and decompression*

*sickness while flying at 9000 within 12-24 h*

*of diving. Aviat.Space environ Med.1978-48*

BERRY.C.A - SMITH.M.R

*Recent U.S.A expérience with inflight dysbarism.*

*Aerospace Med 1962-33 pp 995-1000*

BARRS.D.M - SHAGETS.F.W

Surgical treatment of recurrent frontal sinus  
barotrauma: a case report  
aviat space environ Med 1982 Jan.53 pp 69-71

BECKER.G.D - PARELL. G.J

O.R.L aspects of scuba diving  
ORL Head-Neck Surg 1979 sept-oct 87

BERTONI.R

Les atteintes cochléo-vestibulaires des plongeurs  
Med.Sub.Hyp 1975- 12 pp 79-81

BROUSSOLLE.B - HYACINTHE.R

Plaquettes sanguines et accidents de décompression  
chez le rat  
Swed J.Def.Med. 1973-9-3 pp 514-519

BERT.Paul

La pression barométrique  
Ed. Masson 1978

BRAUER.R.W - FRUCTUS.X

Syndrome neurologique et électrographie des  
hautes pressions.  
Rev.Neurol.1969-121 pp 264-265

BELAICH.E

Approche thérapeutique des accidents de plongée  
en scaphandre autonome.  
Thèse MARSEILLE 1975

BERTARION.G - BARTHELEMY.L

Neurotoxicité et oxygène hyperbare  
Marine Nationale 1964

BOUCHE.J - HANNEQUIN.M - SIARDET.J

A propos de 2 cas de surdit e cochléaire à  
l'occasion de plongée sous marine

Ann.O.R.L PARIS 1961-78

BROUSSOLE.B - LABORIT.M

Le médecin praticien et la plongée sportive

Rev.Prat. 1957 - 27

BUTLER.R.A

Reponses of the cochl ar potentials to  
change in hydrostatic pressive

J.Acoust.Soc an 1963 - 35

BENNEL and ELLIOTT

otologic and paranasal sinus problèmes  
in diving

Bailliere Tundall 1982

BREMOND.G - WAYOFF.M

Pathologie de l'oreille externe

E.M.C 20070 A 10 1980

CARUSO-WINCKELMAN -CORREIA

Otologie and otoneurologie injuries in divers  
clinical studies on nine commercial and two  
sport divers

Laryngoscope 1977-87 pp 508-21

CONTASSOT.J.C

Pathologie professionnelle liée à l'air comprimé

C.M 1982, 7,29 pp 1835-1838

CABARROU.P

Le praticien devant un accident de la décompression

Press.Med. 1966-72

CHOSSEGROS.H - ROCHE.L

Les atteintes vestibulaires graves dans la  
maladie des caissons  
Arch. Mal.Prof. 1953 - 14

CHRYSSANTHON.C.P

Pathogénésis and treatment of décompression  
sickness  
N.Y. St J. Med 1974- 74

COCKETT.A.T.D. - NAKAMURA.R.M

Recent findings in the pathogénésis of  
decompression sickness  
Surgery 1965-58

CORRIOL.J.H

Physiologie et physiopathologie de la plongée  
en apnée  
Ed;Masson PARIS 1967

CAUSSE.J - et J.B - BEL.J

Tympanometry and fistula test  
Audiology.22 - 1983

DELONCA.G

Considération sur les manoeuvres dites d'  
équilibration de l'oreille chez le plongeur  
Bull.Soc.Fr. Sub.Hyp. 1970 3-10

DELONCA.G

Interêt de l'indépancémétrie dans l'examen  
des plongeurs  
Compte rendu du 3ème stage International de  
Méd. de plongée (SIMP -CARGESE) 1971 9-1075

DELONCA.G

L'oreille du plongeur: un progrès capital :  
L'impédancemétrie  
Cinèbiologie N°60 Juin 1976

DELONCA.G- DELONCA.P - SERRES.P

Tympanométrie systématique chez les plongeurs  
Med.du sport n° 5 sept 1977

DELONCA.G - DELONCA.P

Le dépistage rapide des troubles labyrinthiques  
du plongeur: le test labyrinthique frigorique  
bilatéral calibré  
Med.Sub Hyp Tomme XX N°78 1981

DEBRUGE.J.M - FRANCK.R.M - PFISTER

Aérodontalgies sur les avions supersoniques  
et conventionnels : science et recherche  
odontostomatologiques N°3 Mars 1971

DESAULTY.A - DEGUINE.C - LEJEUNE-E

O.R.L accidents as a result of underwater diving  
clinical and preventive aspects  
ARC.Med.1982 - Jul-Aug. 2 (7) pp 570-574

DEMARD.F

Hyperbarie et OHB en ORL  
thèse MARSEILLE 1968

DEMARD.F - FREDENUCCI - APPAIX.A

Traitements OHB des surdités brusques et surdités  
de l'oreille interne par barotraumatismes  
Med.Sub Hyp I- 1969

DEMARD.F

Les accidents labyrinthiques aigus au cours  
de la plongée sous marine

Swed.J. Def Med. 1973 - 9-3, pp 416-422

DEMARD.F - NEVEU.M

Oreilles et plongée sous marine

RHSM 1977 - 1 -

DEMARD.F - OLIVIER - PAOLINO

Evolution et séquelles tardives des accidents  
cochléo-vestibulaires de la plongée profonde

Med.Sub.Hyp 1977 - 66 pp 398-393

DEMARD.F

Variations de pression et oreille interne  
en plongée

Med.Sub.Hyp 1980-19 pp 89-94

DEMONS.M

Labyrinthotraumatisme chez un ouvrier du caisson  
129-1952

DASPIT.C.P - CHURCHILL.D - LINTHICUM. F.H

Diagnosis of périlymph fistula using E.N.G  
and impédance-

Laryngoscope ST LOUIS 90 (1980)

EDMONDS.C

vertigo in diving

Underwater med 1971

EDMONDS.C - BLACKWOOD

Investigation of otological desords in diving

Underwater Med 1971

EDMONDS.C

Round window rupture in diving  
 Forvars medicin 93 -1973

ELNER - INGELSTE.D.T - IUARSSON

A method for studies of the middle ear mechanics  
 Acta.Oto.Laryng. Stock 72 PP 1971

EICHEL.B.S - LANDES.B.S

Sensoneurinal hearing loss caused by  
 skin diving  
 Arch.of ORL 1970 - pp 182-187

FREYSS.G

Vertiges (données récentes)  
 les revues bibliographiques IPSEN 1983

FREYSS.G- De Saint MACARY.M

L'expression graphique des épreuves caloriques  
 AN.ORL (PARIS) 1975 pp 745-761

FREYSS.G - TOUPET.M

Epreuve calorique dans le Ménière  
 Rev Med 1976 17 pp1449-1459

FREYSS.G

Test calibré bilatéral  
 EMC physio vestibulaire 1979 - 20040 A 10

FOMBEUR.J.P - SEGUIN.D

Deux cas de mucocèle du sinus maxillaire  
 Ann.ORL 1977 - 94 N°6 pp 324-326

FRENZEL.H

Nasen rachedruckversuch zur sprengung des  
 tubenverschlusses  
 Luftfahmed Abh 1938 .2. 203

FAUCHEUX.R - PLANTE-LONGCHAMP.G - WOLKIEWIEZ.J

Une rare et redoutable contre-indication latente  
à la plongée : les mucocèles sinusiens  
Med Sub Hyp N) 1984

FLOTTES.L - RILL.R

L'oreille et la marine  
Revue corps santé des armées 1960-1

FLOTTES.L - GUILLER.M - BADRE

La pathogénie des barotraumatismes de l'oreille  
An.ORL 1954 - 71

FRUCTUS.X - SCIARLI.R

La plongée : santé-sécurité  
Ed maritimes et d'outre-mer 0980

FRUCTUS.X - NAQUET.R - BRAUER.R.W

Le syndrome nerveux des hautes pressions  
Marseille Médical N°6 1969

FRUCTUS.X - BRAUER.R.W - NAQUET.R

Physiological effects observed in the cause of  
simulated deep chamber dives to a maximum of  
36,5 atun in hélium oxygénation  
Underwater physiology. Lambersteen N.Y and LONDON  
Academy pres 1971

FRUCTUS.X

Les accidents de la plongée à l'air  
Etudes et sports sous marins mai 1963

FRUCTUS.X - CONTI.V

Le syndrome nerveux de hautes pressions  
Gaz.Med FRANCE 1971 - 78 pp4109 - 4122

FRUCTUS.X - RICCI.J.C

Réflexions sur 2 cas de maladie de décompression  
Med. Sub Hyp N° 4.1970

FARMER.J.C - THOMAS W.G - PRESCAR.M.J

Human auditory thresholds during deep  
saturation helium oxygen dives

FARMER.J.C

Diving injury to the inner ear  
An. ORL 1977 à 86 . 1-20

FARMER.J.C

Vestibular fonction during the high pressure  
nervous syndrome  
Undersea Biomed. Res 1974 - I-A - II

FREDRIC.W

Pullen : round window rupture a cause of sudden  
deagress  
Ac. of ORL LAS VEGAS 1971 - 20-24

FEE.G.A

Traumatic perilymphatic fistulae  
Arch ORL 1968 - 88

FREEMAN.P - EDMONDS.C

Rupture of the round window membrane  
Arch ORL 99-1974

FREEMAN.P - EDMONDS.C

Barotraumatismes of the inner ear  
Arch ORL 1972 - 95

FRASER - LANDOIT - MONEY

Decompression induced semi-circular canal  
fractures in squirrels monkeys  
Defense and civil institute of enviromental  
medecine  
P.O - BOX 2000 DONWSUIEW ONTARIO-CANADA

FABRE - FABRE

Les conséquences h mo-cardio-circulatoires de  
l'épreuve de VALSALVA  
Arch.Med.Coeur Valsse 56 - 171-1963

FILIPPO.R - FABIANI.M - BARBARA.M

External ear canal exostosis : a physiopathological  
lesion in aquatic sports  
sports Med 22 - 1982

GOODHILL.V

Sudden deafness and round window rupture  
Laryngoscope 1971-81

GOODHILL.V

Inner ear barotraumatisme  
Arch ORL 1972-95

GUILLERM.R - MASUREL.G

Detection ultra-sonore par effet Doppler de bulles  
circulantes chez l'homme et l'animal en altitude  
Med Aéro-spatiale 1977 - 62

GUILLERM.R - MASUREL.G

Détection par effet Doppler des bulles intra-vasculaires  
chez le mini porc apres exposition hyperbare  
role filtrant du poumon  
Med Sub Hyp 1973 - 10 pp 50 - 53

GRINDA.M - CANAVESE.R

Nouvelle observation de barotraumatisme de l'oreille  
interne  
Jr.Fr. O.R.L 1962

GUERRIER.B

La platine de l'étrier  
Colloque O.R.L FOCH 1981

GERSDORFF.M

An exploration method of the Eustachian tube for  
intact and perforated drums : tubal impedance-manometry  
Arch. ORL 1977 - 217

GUERRIER.Y - DEJEAN.Y

Mucocèle de l'ethmoïde  
Jr.Fr. ORL 1969 18 N°2

HARRIS.D

Hearing loss in decompression  
U.S. NAVY submarine Med 1969

HENNE BERT.D

Anatomophysiologie des troubles de l'oreille interne  
An. ORL BELGICA 1966 - 20

HARKER.L - NORANTE.J

Experimental rupture of the round window membrane  
Trans. An. Acad. Oph ORL 1974 - 78

HAUPIKE C.S

L'épreuve calorique, brève mise au point de ses principes  
et de sa pratique  
Acta ORL Belgica 1965 - 19-N°2

HENNIN.J.M

L'épreuve vestibulaire calorique calibrée : étude  
comparative des résultats de l'épreuve bilatérale  
bithermale avec ceux de l'épreuve unilatérale  
Thèse PARIS 1974

HOWARD.M.C

Complète round window fistula ear nose throat  
J. 1976 - 55

INGELSTEDT.S - IVARSSON

Vertigo due to relative over pressure in middle ear  
Act. ORL 78 - 1974

JUNIERE

Accidents de la plongée sous marine en autonome  
Med Prat N°4 Juin 1979

KOVALSKI.J.L

Oreille interne et plongée sous marine  
Thèse BORDEAUX 1982

KEAYS.F.L

Compressed air illness cornell viriv  
Med Coll 1909 - 2

LANG.J - ROZSAHEGY

Resultats cochléo vestibulaires chez les travailleurs  
des caissons  
Monast OHR and ORL 1970

LEMINEUR

Etude sur 6 cas de barotraumatismes cochléaires  
au cours de la plongée sous marine  
These PARIS 1969

LONG.F.X

Etude expérimentale des barotraumatismes de l'oreille  
interne  
Thèse MARSEILLE 1976

LONG.F.X - DEMARD.F-APPAIX.A

Les barotraumatismes de l'oreille interne  
etude chez le cobaye  
Med SubHyp 1977-64

LEMOUEL.C - RENON.P

L'OHB dans le traitement des accidents  
cochléo-vestibulaires de la plongée  
Med Sub Hyp 1977 - 64

LEMOUEL.C - RENON.P

Les problèmes ORL en plongée sous marine  
Journées de Med de plongée  
TOULON sept 1982

LEMOUEL.C - DEBRIE - RENON.P

les barotraumatismes de l'oreille interne chez  
les plongeurs  
Comm. au XII Cong. Inter.Audio PARIS 1974

LYONS - DODSON - CASEY

Round window rupture secondary to acoustic trauma  
South Med. J : 1978

LUNDGREN.C.E.G

Alternobaric vertigo a diving hazard ?  
Brit.Med.J. N° 5460 - 1965

LUNDGREN - TJERNSTROM

Alternobaric vertigo and hearing disturbance in  
connection with diving epidemiologic study  
U.B.S n° 3 - 1974

LALLEMANT.Y

*Les mucocèles sinusiennes*  
*Problèmes actuels d'oto-rhinolaryngologie*  
ED Maloine PARIS 1973

LEMOYNE.J

*Traitement chirurgical des sinusites frontales*  
*chroniques*  
Cahiers ORL PARIS 1974 -91

LEE.G - MATTHEWS J.M.B

*The effect of the VALSALVA manoeuvre on the*  
*systemic and pulmonary arterial*  
*Brit.Heart.J. 1954 - 61*

LANDOLT - MONEY - TOPLIFF

*Induced vestibular dysfunction in squirrel*  
*monkeys during rapid decompression*  
*Acta ORL 90 - 1980 pp 125 -129*

LIEUHART.H

*Otopathies dysbariques*  
E.M.C 20199 A 10

LAPOUSSIERE J.M

*Thérapeutique des accidents de plongée*  
These MARSEILLE 1977

MASPETIOL.P - RODDIER.R - GUITTERES.V

*Barotraumatismes affectant les fonctions*  
*cochléo-vestibulaires chez les travailleurs*  
*dans l'air comprimé*

MEUNIER.J

Les accidents auriculaires barotraumatiques chez les plongeurs sous marins.

Revue PORTMANN 1972 - 93

MAVRIS-IMBERT

La trompe d'EUSTACHE, sa fonction, son incidence au cours du traitement de l'otite chronique

Thèse MARSEILLE 1983

MOLVAER.O.I

Alternobaric facial paralysis

Med.Sub Hyp 18 - 1979

MOLVAER.O.I

Long term effects of diving on the labyrinth.

Norwegian Underw Inst. 1980 16-80

MASUREL.G - GUILLERM.R - CAVENEL.P

Détection Doppler des bulles circulantes chez l'homme lors de 98 plongées à l'air.

Med.Sub.Hyp. 1976 - 15

Mac CORNICK.J.G

Diving induced sensorineural deafness, prophylactic use of heparin and preliminary histopathology results

Laryngoscope 1973 - 83

MAESTRACCI.P - RIGAL - AMZALLAG - PLANTE-LONGCHAMP

Les accidents de plongée et leur traitement actuel

Maroc Médical 30 juin 1970

MAESTRACCI.P - PLANTE-LONGCHAMP.G

Les accidents de décompression à symptomatologie  
nerveuse centrale : à propos de 3 observations  
Med.Sub.Hyp. N° 4 1970

MORAND.PH - LAFRANCHI.J - RAFFOUX.PH

Manoeuvre de VALSALVA: test global de la fonction  
cardiaque  
Arch.Mal Coeur 1972 - N°12

Mac NICOLL

Remediable Eustachian tube disfonction indiving  
recruits: assessment investigation and management  
U.B.R Vol 9 N°1 March 1982

MOISANT.Françoise

Contribution à l'étude des algies au niveau de l'  
oreille , des sinus et des dents en plongée hyperbare  
Thèse chir.Dentaire NICE 1979

NOURRIT.P

Barotraumatismes de l'oreille interne. Etudes cliniques  
et expérimentales  
Thèse MARSEILLE 1979

NATALI.R - POUYAT - SUSBIELLE

Rupture de la fenêtre ronde d'origine traumatique au  
décours d'une plongée en apnée  
An.Oto.Laryng. 1980 97 N°10-11

NEVEU.M

La béance permanente de la trompe d'EUSTACHE.  
Un trouble physiologique peu connu.  
An.O.R.L 1959 - 76

OLIVIER.J.C - DEMARD.F

Effets sur l'audition d'un séjour en atmosphère comprimée d'hélium

Med.Sub Hyp 1969 - I-5

PIALOUX.P

Otitis barotraumatiques

Revue du Prat. 22 - 1972

PIALOUX.P - AUBRY.M

Maladie de l'oreille interne et otoneurologie

Ed.Masson (PARIS) 1975

PLANTE-LONGCHAMP.G - COURTY.D - WOLKIEWIEZ.J

Etude analytique et approche pathogénique des barotraumatismes de l'oreille interne

Med.Sub Hyp 1980 - I9-95

PLANTE-LONGCHAMP.G

Rôle de l'hyperpression alvéolaire dans le déclenchement des accidents de décompression

Méd.inter de plongée MARTINIQUE 1975

PLANTE-LONGCHAMP.G

Une redoutable contre-indication à la plongée

La laryngocèle

Med.Sub.Hyp TOMME XX N°77 - 1981

PERLANNE.H.B

The Eustachian tube, anormal patency and physiologic state

Arch.O.R.L 1943 - 30

PERRIN.C - BODELET.B

Mucocèles - étude critique- Essai d'interprétation pathogénique

Cahiers ORL 1973 N°4

PALVA.T - DAMMERT.K

Human cochlear aqueduct  
Acta ORL (STOCK) 1969

PAGANO.A

Les barotraumatismes de l'oreille et des sinus  
MARSEILLE Med.1961 - 98

PORTMANN.M et C.

Les troubles auriculaires à la décompression brutale  
Arch.des maladies prof. 13 -1952

PULLEN.F.W

Round window membrane rupture : a cause of  
sudden deafness  
Transaction Americ Acad. OPH et ORL 76 - 1972

POULET.G - BARICOU.R

Connaissance et technique de la plongée  
Ed.DENOEL PARIS 1962

POULET.G - BARINCOUR.R

La plongée  
Ed DENOEL PARIS 1977

RENON.P - LEMOUEL.C

L'appareil vestibulaire des plongeurs : étude  
préliminaire E.N.G d'un cours de plongeurs démineurs  
Med Sub.Hyp T XX N°77 1981

RENON.P - VINCEY.P

Les paralysies faciales dites alternobariques  
Med.Sun.Hyp 1983 - Vol 2 N° 1 11-16

RENON.P

Etude E.N.G Rapport de synthèse finale des  
exp Entrex V et VIII (à paraître)

RENON.P - KOVALSKI.J.L - LEMOUEL.C

*L'oreille interne et la plongée sous marine*  
*Revue de laryngologie Vol 104 N°2 1983*

RENON.P - LEMOUEL.C - SUC.B - ASPERGE.A

*Traitement OHB des accidents de l'oreille interne*  
*liés à la plongée*

RENON.P - ANGOT.A - SUC.B

*conceptions et pratiques des accidents de l'oreille*  
*interne chez les plongeurs*  
*Med.Sub Hyp 1980 19*

RENON.P - GIRY.P - VINCEY

*Stimulation vestibulaire calorique et hyperbarie*  
*Trav.Scient. Chercheurs Serv.Armées 1982*

RENON.P - LEMOUEL.C

*L'E.N.G des plongeurs professionnels*  
*Med et Armées 1981 - 9*

RIV.R - FLOTTES.L - BOUCHE.J - LE DEN

*La physiologie de la trompe d'Eustache : ses applicati-*  
*ons cliniques et thérapeutiques.*  
*Ed Arnette PARIS 1966*

RIV.R - FLOTTES.L

*Pathologie du monde du silence*  
*Film Lab CHIBRET 1966*

STEYVERS J.P

*Het barotrauma von het binnemoor*  
*Tijdschnif+ voor Geneesk 10-30 1974*

SHILLING.C.W - HAINES.H.L - HARRIS.J.D

*Aerotitis media, a brief representation of its  
symptomatology prevention and treatment*  
J. Aviat.Med 18 pp 48 - 55 1947

STEYVERS.J.P

*Faut-il proscrire définitivement la manoeuvre d'équilibration  
du VALSALVA dans l'enseignement de la plongée ?*  
3<sup>e</sup> st CMAS MARTINIQUE 1975

SCIARLI.R.J

*Médecine de la plongée*  
Oceans - 39 B 1976

SCIARLI.R

*Aspects médicaux de la plongée sous marine*  
Revue Méd. de l'ass.Maladie N° 2 1972

SCIARLI.R - FRUCTUS.X

*La plongée - Santé-Sécurité*  
Ed maritimes et outre-mer 1980

SCIARLI.R

*Le rendez-vous syncopal des 7 m en plongée libre*  
Med Sun.Hyp I - 1968

SCIARLI R

*Un test simple de contrôle de l'hyperventilation  
pour le plongeur en apnée*

SUSBIELLE.G - JACQUIN.M

*Pathologie dysbarique au long cours*  
Journées médit des acc du trafic NICE JUIN 1978

TJENSTROM.O

Further studies on alternobaric vertigo  
Act. ORL. 1974 78

TOUPET.M

Epreuve vestibulaire calorique bilatérale  
Thèse PARIS 1975

VALENZA.J.J

Impédancemétrie; les nouvelles applications  
Monographie Wagram NO I 1981

WAYOFF

Les laryngocèles:  
Thèse NANCY 1953

WORKMANN.R.D

Calculation of decompression scheduls for  
nitrogen oxygen and hélium dives  
Proj N° SF 0605 TASK N° II514

WOLKIEWIEZ.J - PLANTE-LONGCHAMP.G - LAPOUSSIERE.J.M - PRIM.CH

Bilan de 6 ans d'évacuation sous réanimation médicale  
d'accidents de plongée  
Med.Sub.Hyp. TOME XVII N° 66 - 1978

WOLKIEWIEZ.J

Interets des thérapeutiques médicales précoces dans la  
prévention des paraplégies des accidents de décompression  
3eme st Inter CMAS - MARTINIQUE 1975

WILLIAM.D Mac NICOLL

Tympanic membrane mobility on octoscopy as an  
indication of eustachian function