

LE VERTIGE ALTERNO BARIQUE

Texte et photo de Fred DI MEGLIO



Vertige alterno barique : les deux tiers des cas se produisent à la remontée

Ce vertige alterno-barique, cher à l'école scandinave, a été décrit par LUNDGREN en 1965 pour la première fois. Il est pourtant encore **mal connu des plongeurs** et des médecins, même ORL, alors qu'il est **très fréquent** en interrogatoire de médecine du sport spécialisée en plongée. Dans notre pratique nous l'avons retrouvé de façon occasionnelle sur 10 ans **chez plus de 10% des plongeurs** (26% dans l'enquête de LUNDGREN en 1965, 5% dans celle de MERVILLE et DUVALLET en 1985). Il représente une entité médicale, celle d'**un syndrome vestibulaire périphérique de type irritatif**. Il survient plus **souvent à la remontée**, aussi bien en apnée qu'en scaphandre. Il est en relation avec une **asymétrie pressionnelle** brutale entre les deux oreilles moyennes, en rapport avec une dysperméabilité tubaire. Ce vertige est un incident, mais il représente une menace réelle pour le plongeur en cas de panique avec risque de noyade.

1 - Mécanisme

Nous avons mis en évidence précédemment la particulière importance de notre système vestibulaire en immersion, en raison des perturbations de nos diverses références sensorielles visuelles et proprioceptives.

La trompe d'Eustache joue un rôle de soupape à la remontée, en permettant physiologiquement de vider la caisse de l'oreille moyenne de façon passive vers le rhinopharynx. Il a été mesuré la pression moyenne d'ouverture passive dans le sens oreille/rhinopharynx (pression d'environ 15cm d'eau), et il a été mesuré que la pression de forçage de la trompe pouvait atteindre plus de 60cm d'eau. Il a été démontré que si une telle élévation de pression se produit d'un seul côté, **cette asymétrie d'information pressionnelle peut stimuler les vestibules** de façon différente et engendrer un vertige avec nystagmus identifiable.

Si le sujet a le nez vers le haut, la stimulation labyrinthique sera maximale, car il se retrouve en position n°1 de BRUNING, tête inclinée à 60° en arrière par rapport à la verticale. C'est la position que nous utilisons pour nos patients dans les explorations fonctionnelles ORL lors de l'examen calorique vestibulaire de l'ENG ou VNG (électro ou vidéo-nystagmographie). Et ceci est la position d'un chasseur ou d'un plongeur qui remonte vers la surface!... Ceci explique l'intensité et la brièveté du vertige alterno-barique.

Des manoeuvres de Valsalva répétées au cours d'allers-retours, des forçages suite à des Valsalva violents, un encombrement nasal fréquent après un certain de plongée (en particulier en apnée-pêche sous-marine) sont divers éléments qui vont favoriser une congestion de l'orifice tubaire et de la trompe d'Eustache. Ceci conduit à une dysfonction tubaire créant une

surpression dans la caisse d'oreille moyenne d'un seul côté. Cette asymétrie de la pression d'ouverture d'une trompe par rapport à l'autre crée une stimulation asymétrique des labyrinthes siégeant à proximité, et va se traduire par un syndrome irritatif vestibulaire.

2 - Description clinique

Dans l'eau, il va apparaître **un vertige vrai, isolé, transitoire et régressif**, avec une désorientation spatiale totale. Il existe une perte de la notion de verticalité, c'est à dire de la notion du haut et du bas. Le risque majeur étant une prise de panique avec un danger de noyade ou de suraccident.

La durée de ce vertige peut aller de quelques secondes à de nombreuses minutes. Avec une conduite simple que nous verrons plus loin, cet incident qui **peut se répéter au cours de diverses plongées**, ne devient pas accident mais une simple anecdote.

Ce vertige isolé survient **le plus souvent lors de la remontée (2/3 cas)** chez un plongeur en scaphandre ou chez un apnéiste. Il peut survenir aussi lors de la descente ou au fond suite à un Valsalva qui insuffle asymétriquement les oreilles, parfois lors d'une manoeuvre de retournement.

Il se produit **le plus fréquemment à faible profondeur** (pour des raisons évidentes d'importance de variations pression-volume).

Dans l'entité décrite ici, tout est régressif en totalité et rapidement, car **il s'agit d'un simple syndrome irritatif vestibulaire**, comme on le crée au cours d'une stimulation labyrinthique lors des explorations fonctionnelles.

L'exploration de la perméabilité tubaire est fondamentale. Elle se réalise par l'examen classique et très répandu de **l'impédancemétrie**, cet examen mesure la souplesse de l'ensemble du système tympano-ossiculaire (*tympanogramme*), élasticité qui dépend de l'équipression. Elle nous renseigne donc indirectement sur cette perméabilité.

Cette exploration peut montrer dans ce cadre du vertige alerno-barique, au décours, lors d'une manoeuvre de Valsalva un retour à la pression de repos lent et difficile, voire impossible en l'absence d'un mouvement de déglutition.

Un examen ORL du nez et des fosses nasales permet souvent de retrouver à ce niveau un facteur congestif. En effet il nous semble exister une recrudescence de ce type de vertiges, à relier à des facteurs de rhinite vaso-motrice (hypertrophie congestive de la muqueuse des cornets du nez, en rapport avec les pollutions atmosphériques, et abus éventuel de vasoconstricteurs locaux) qui sont responsables de difficultés tubaires.

3 - Diagnostic différentiel

A notre avis, pour être classé dans le cadre d'un simple vertige alerno-barique qui représente une entité précise, le tableau doit être celui d'un vertige isolé et transitoire, et totalement régressif à la sortie de l'eau. Au décours de l'incident, aucun signe de souffrance vestibulaire ne doit persister, et aucun signe d'atteinte auditive ne doit exister. Si cela était le cas, il s'agit alors non plus d'un incident mais d'un **accident d'oreille interne (barotraumatisme ou accident de décompression)**, dont le mécanisme et le pronostic sont très différents!

Il est consternant de constater dans la littérature qu'il existe souvent un mélange des genres qui engendre des confusions malheureuses...

4 - Prise en charge et Prévention

- S'il se produit à la remontée:

Au moment de l'incident dans l'eau, il faut stopper la remontée, qui ne ferait qu'aggraver le problème. Il faut pratiquer des déglutitions ou éventuellement **la manoeuvre de Toynbee** (inspiration nasale, nez pincé, avec déglutition), et surtout pas de Valsalva ce qui aggraverait la situation. Le plongeur peut être amené à redescendre d'un mètre ou deux pour réduire la différence pressionnelle dont nous parlions dans le mécanisme.

- S'il se produit à la descente:

Si le vertige alerno-barique se produit à la descente, ne pas oublier que plus on force la trompe d'Eustache, plus elle devient récalcitrante. Les manoeuvres dites passives, précédées d'un mouchage du nez en surface peuvent aider à reprendre la progression. En tout cas, c'est pas le moment de faire des exercices, et surtout pas des ascenseurs.

Cela permet de comprendre que la prévention passe avant tout par une prise de conscience des facteurs de dysperméabilité tubaire chronique ou temporaire, et donc une sensibilisation accrue des plongeurs en libre ou en bouteille sur la physiologie tubaire.

On n'insistera jamais assez sur **l'enseignement des techniques d'équipression dites passives**, voire sur **la gymnastique tubaire** à laquelle devrait être sensibilisée tout moniteur...

L'EQUILIBRE ET LA PLONGEE

Fred DI MEGLIO

1 - L'équilibre du corps dans l'espace

La fonction d'équilibration est celle qui vise à assurer la posture et les mouvements dans les meilleures conditions d'efficacité. Fonction préétablie qui se développe par l'apprentissage, qui s'entretient et qui se perfectionne. L'équilibre du corps est géré par **un système plurimodal de stabilisation statique et dynamique**. Ce système dispose :

- de **trois informateurs-récepteurs périphériques** étroitement intriqués et interdépendants : **le vestibule, la vision, et la proprioception**.

- d'un centre situé au niveau du système nerveux central, analysant, comparant et intégrant les informations sensorielles. **Le cervelet** est un coordinateur et un organisateur.

- et de **deux systèmes effecteurs**, **l'oculomotricité** et **la motricité posturale**, permettant une réponse réflexe quasi-instantanée des yeux et du corps.

1-1-Le système vestibulaire, au coeur des problèmes de vertiges, révèle son extraordinaire complexité. Les labyrinthes assurent deux fonctions distinctes en renseignant les structures

centrales nerveuses:

- * d'une part sur les déplacements de la tête dans l'espace (et sur la vitesse de ce déplacement)
- *et d'autre part sur la position de la tête par rapport à l'axe de gravité.

Le système vestibulaire, en informant ainsi en permanence les centres sur la position exacte de la tête dans l'espace et sur son déplacement participe en priorité aux réactions d'adaptation qui maintiennent l'équilibre du corps.

Cet appareil vestibulaire est composé au niveau de chaque labyrinthe de 3 canaux semi-circulaires, du saccule et de l'utricule. Il forme à droite et à gauche un organe de mécanorécepteurs spécialisés:

- **les 3 canaux semi-circulaires** (supérieur, postérieur, externe) sont au niveau de chaque oreille interne disposés à angle droit l'un par rapport à l'autre (frontal, saggital et horizontal couvrant les 3 plans de l'espace). Ils possèdent chacun à leur extrémité une zone renflée contenant **la crête ampullaire**. Elle est formée de cellules sensorielles ciliées et à son sommet se trouve une masse gélatineuse dénommée la cupule.

Les crêtes ampullaires des canaux semi-circulaires

Au niveau des deux labyrinthes, elles vont renseigner sur les divers mouvements angulaires dans les trois plans de l'espace et sur l'accélération de la tête dans l'espace.

Les crêtes ampullaires renseignent ainsi sur les mouvements et sur l'accélération de la tête dans l'espace. On parle de stimulation angulaire.

- **les macules otolithiques** de chaque **utricule** et **saccule** sont aussi composés d'une multitude de cellules sensorielles ciliées. Ces cellules sont recouvertes d'une substance gélatineuse dans laquelle sont disposés de nombreux cristaux de carbonate de calcium, qui se dénomment les otoconies ou otolithes (chez les poissons cette zone est constituée d'un seul et volumineux otolithe permettant de préciser l'âge du poisson et son type, par ex. chez le corb chacun des 2 otolithes a un volume de 1/2cm³). Les macules, sensibles à l'action de la gravité, renseignent sur la position absolue de la tête dans l'espace. On parle de stimulation linéaire. En position verticale, un individu sain est capable de déterminer la position de sa tête au demi-degré près.

Otolithes :

Les otoconies sont des cristaux de carbonate de calcium qui sont enchâssés dans une substance gélatineuse inerte pour former les otolithes.

Ces cristaux vont connaître un turn over pendant toute la vie avec libération et réincorporation à la surface des macules otolithiques du sacule et de l'utricule de chaque labyrinthe. La gravité de ces cristaux est près de trois fois supérieure à celle du liquide endolymphatique.

Les macules otolithiques :

Sensibles à l'action de la gravité au repos, vont renseigner sur la position de la tête par rapport à la verticale et sur les mouvements linéaires.

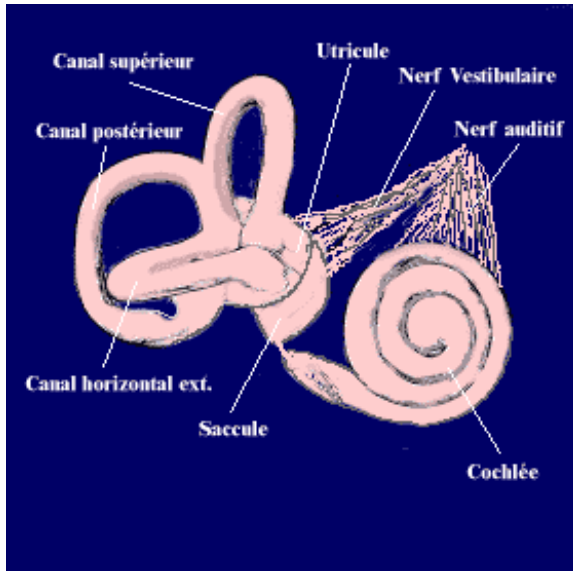


Schéma d'un labyrinthe membraneux avec l'appareil cochléo-vestibulaire d'une oreille interne

Sur le plan vestibulaire :
Chaque labyrinthe comprend deux types de structures : trois canaux semi-circulaires et deux organes otolithiques

A chaque structure vestibulaire une spécificité fonctionnelle...

1-2-Le système visuel joue aussi un rôle primordial d'information. Il peut engendrer une confusion en cas de trouble d'adaptation ou au contraire pallier les déficiences du système vestibulaire en informant les centres sur la situation réelle du corps dans l'espace.

Grâce à la **vision périphérique** qui permet de se situer dans l'environnement, grâce à la **vision centrale** qui permet la reconnaissance, et grâce à l'existence de nos 2 yeux qui permettent d'obtenir une **vision binoculaire** du relief, il nous est possible d'évaluer les distances et de nous situer dans l'espace par rapport au monde qui nous entoure. Ainsi par exemple, on peut noter que la fixation visuelle d'une part abolit le nystagmus, et d'autre part est un moyen efficace pour limiter la survenue d'une sensation vertigineuse.

Il existe d'étroites relations entre le système vestibulaire et le système visuel. Il importe de souligner que le regard est sous la dépendance des labyrinthes. En effet grâce à cette fonctionnalité, la fixation visuelle demeure possible même lorsque la tête subit un mouvement.

1-3-Le système postural proprioceptif est la troisième source d'information pour les centres. Il permet de savoir comment notre corps prend contact avec le sol par la voûte plantaire en particulier, et de savoir si nous sommes en mesure de conserver notre équilibre grâce au jeu musculaire et articulaire.

La sensibilité profonde ou proprioception dépend des multiples **mécanorécepteurs musculaires, tendineux, ligamentaires et articulaires**. Au niveau des centres, ce système permet d'apporter en permanence une représentation du corps dans l'espace. Il existe une complémentarité étroite qui unit les fonctions visuelles aux fonctions proprioceptives.

1-4-L'intégration centrale commence en particulier **au niveau du tronc cérébral et des noyaux vestibulaires** qui s'y trouvent. Leur rôle est majeur en **centralisant, comparant et synthétisant toutes les informations sensorielles** intervenant dans la fonction d'équilibration. Ces noyaux vont en effet faire l'analyse des données de la vision, des 2 labyrinthes, et du système proprioceptif. Ces informations vont être comparées aux situations vécues et apprises

(expérience du sujet = **référence corticale**) pour entraîner la mise en action de programmes de réponses.

C'est en quelque sorte la clef de voûte des systèmes d'informations, véritable appareil régulateur et gare de triage de la masse des informations sensorielles.

Le cervelet joue un rôle de modulateur de l'équilibre. C'est un coordinateur entre les informations qui rentrent et les effectons qui sortent. "Il est en quelque sorte le contre-maître qui surveille la bonne exécution des ordres du patron-cerveau pour les ouvriers muscles"! Mais pour agir, il a besoin d'être renseigné en permanence par des services d'informations du tronc cérébral. Les inter-relations sont anatomiques et fonctionnelles. Les relations vestibulo-cerebelleuses sont par ailleurs compliquées par l'importance du contrôle qu'exerce le cervelet sur la motricité, en particulier l'oculomotricité, que celle-ci soit volontaire ou réflexe. Enfin, le cervelet joue en outre un rôle important dans la mise en jeu de la compensation vestibulaire centrale (suite à une lésion d'un des systèmes vestibulaires périphériques).

2 - L' équilibre en plongée

Notre stratégie posturale s'adapte aux contraintes de l'environnement. Toute modification d'information sensorielle peut modifier la justesse du choix d'une stratégie particulière. Le milieu physique dans lequel évolue le plongeur va apporter des informations sensorielles qui ne se complètent plus, voire peuvent s'opposer. Certains individus s'adaptent plus ou moins bien et plus ou moins vite à ces nouvelles situations.

2-1- Situations nouvelles : Le mal de mer (qui peut se proroger aussi sous la surface) dénommé aussi cinétose est une des situations nouvelles des plus classiques. Les troubles de coordination qu'ont un certain nombre de débutants plongeurs dans cette nouvelle dimension en immersion, les modifications induites par le masque et par le port d'une combinaison, les besoins d'adaptation progressive dans "le bleu", les particularités du vertige alerno-barique sont bien des réalités quotidiennes auxquelles nous sommes soumis en plongée.

Des auteurs ont proposé l'existence de 2 systèmes coexistants qui président au contrôle des sous-ensembles sensori-moteurs régissant l'équilibration: un système *conservatif*, résistant aux changements de l'environnement et responsable de l'adaptation à plus ou moins long terme, et un système *opératif* de recalibration opérationnelle permettant l'adaptation à court terme. Ainsi notre pratique sportive nécessite une adaptation pour notre fonction d'équilibration pour faire "le bon choix" au sein des entrées sensorielles modifiées que nous recevons.

2-2- Modifications induites par la plongée :

Approchons plus en détail les modifications induites par la plongée au niveau de nos 3 agences d'informations citées précédemment:

- les références visuelles :

Les modifications de la vision dans l'eau sont bien connues. Les propriétés physiques et la qualité de l'eau sont le premier facteur d'altération de l'information visuelle. La vision directe dans l'eau étant extrêmement réduite, il est nécessaire d'interposer une vitre entre les yeux et

l'eau. Cette interface air-liquide, avec déformation des images du fait de la différence d'indice de réfraction entre les milieux, constitue le second facteur de dégradation de l'image.

La vision directe sans masque:

L'oeil est conçu pour fonctionner en milieu aérien. L'eau annule l'effet optique de la courbure de la cornée. L'image résultante n'est plus focalisée et donc apparaît trouble. L'acuité est très mauvaise, mais une perception des tailles et des distances est en partie possible, malgré cette grande dégradation.

La vision avec masque:

Pour retrouver une meilleure image, il est nécessaire de restituer l'interface aérienne avec la cornée. D'où l'utilisation d'une vitre dans un masque. Nous connaissons bien les inconvénients du système. En les résumant, nous avons une réduction du champ visuel lié au masque, nous avons des avatars liés à la création de cette nouvelle interface air/eau à laquelle l'oeil humain n'est pas accoutumé. L'image de l'objet paraît agrandie, (facteur d'agrandissement sera d'environ 1,33), la perception des distances est faussée (l'image virtuelle apparaît à une distance égale à environ 3/4 de celle de l'objet réel), les images sont déformées sur les parties périphériques (aberration géométrique par la réfraction). L'erreur sur l'appréciation des distances en plongée provoque une détérioration de la coordination entre les informations visuelles et la main.

A cela, il faut ajouter les **modifications de la lumière sous l'eau** (réfraction, absorption et diffusion de la lumière) qui nous font passer d'une vision de jour à une vision presque nocturne si nous descendons profond ou si les conditions de turbidité de l'eau sont marquées. Enfin les modifications de la vision des couleurs sous l'eau, fonction de leur longueur d'onde, sont un dernier élément qui trompe notre choix informatif.

Les références visuelles si elles peuvent être perturbées par la turbidité de l'eau, peuvent aussi l'être par *l'absence de repères* comme dans le bleu. Cette perte de la perception du détail et cette perte de la perception du relief ont des conséquences importantes dans notre pratique. Cette diminution de notre "béquille visuelle" nous donne des difficultés pour appréhender notre verticale subjective. D'où l'importance de l'apprentissage progressif des descentes dans le bleu dans le cursus de plongeur, afin de développer les autres systèmes informatifs.

- les références proprioceptives :

Ces références sont réduites en plongée de par **le port de la combinaison** qui modifie notre sensibilité superficielle et profonde, qui limite les mouvements de notre appareil musculo-squelettique, et qui modifie les informations proprioceptives de certains groupes musculaires comme ceux de la nuque.

Notre position tête en hyperextension quand nous remontons vers la surface peut créer certaines tensions cervicales. Le froid limite nos perceptions proprioceptives et nous connaissons la sensibilité au froid dans notre pratique de plongeur.

L'absence du référentiel stable connu (l'axe gravitaire) par l'intermédiaire de **notre sole plantaire** est un manque important, voire majeur, pour notre régulation posturale. Tout notre système gravi-récepteurs ne reçoit plus les informations habituelles.

Enfin par le biais de la pression hydrostatique, notre corps est soumis à des actions mécaniques de l'eau (poussée d'Archimède, plaquage des habits, résistances aux déplacements) qui modifient notre perception environnementale.

- les références vestibulaires :

C'est surtout la **fonction otolithique** du système vestibulaire qui est perturbée et limitée car la poussée d'Archimède s'oppose à la force de gravité.

Nous avons vu que les récepteurs otolithiques utriculaires et sacculaires offrent respectivement une sensibilité préférentielles aux mouvements linéaires horizontaux et verticaux. La **verticale subjective** d'un sujet est la résultante des forces liées aux accélérations dans le plan du système otolithique (à savoir le vecteur gravité et le vecteur d'accélération linéaire).

Certains auteurs ont modélisés ce système otolithique, comme étant une masse pouvant se déplacer sur un rail et retenue à l'une de ses extrémités par un ressort.

La modification de l'action gravitaire habituelle est une tromperie pour cette partie du système vestibulaire :

Le plongeur a donc **l'impression d'être en impesanteur relative**.

Ainsi en immersion, nos centres nerveux perdent en grande partie leurs béquilles visuelles et proprioceptives, et ont leur béquille otolithique vestibulaire diminuée.

LA TROMPE D'EUSTACHE DU PLONGEUR

La Trompe d'Eustache (T.E) est une des principales clefs de la plongée. Ce fin canal en grande partie fibro-cartilagineux et au faible diamètre (de 1mm à 3mm) relie l'oreille moyenne et le rhino-pharynx. Il conditionne l'aération et la ventilation de cette oreille. L'équipression du tympan avec le milieu ambiant est permise grâce au jeu de cette T.E. Compenser consiste pour le plongeur à équilibrer la pression qui régnait à l'intérieur de cette oreille moyenne et celle régnant à l'extérieur. 80% des accidents de plongée loisir sont relatifs à l'oreille, et c'est la trompe d'Eustache qui est au centre de ces conflits !...

1 - Les facteurs de perméabilité de cette trompe

Ils sont bien connus et importants à connaître.

- Tout d'abord **la rectitude de son axe**, seulement 30% des personnes ont une trompe rectiligne et non sinueuse. L'étroitesse de *son isthme* qui représente la jonction entre portion fibro-cartilagineuse et lit osseux de cette trompe, en est le point délicat.

- Plus important, **la qualité de son appareil musculaire**, *les péristaphyllins* s'insèrent sur le voile du palais, et leur mouvement synergique va permettre ainsi l'ouverture de la trompe. Le *Tenseur du voile* (péristaphyllin externe) ouvre la trompe, et l'*Élévateur du voile* (péristaphyllin interne) dilate l'orifice de la trompe (la met en

position d'ouverture).

Sur le plan développement et maturation, il existe une rotation de la T.E sur son axe longitudinal vers l'âge de 6 ans, ce qui ramène le bord inférieur de la trompe en contact avec cet Elévateur du voile qui pourra alors participer à l'ouverture tubaire. Ceci explique en grande partie les difficultés tubaires de l'enfant avant 7 ans !!!.

- Encore plus important, **sa muqueuse de type respiratoire** au caractère sécrétoire et dont l'inflammation et la congestion favorisent la production de mucus.

- enfin la position de l'**orifice tubaire pharyngien** latéralement en arrière des fosses nasales au niveau du cavum (rhino-pharynx), rend la T.E très sensible à tout ce qui se passe dans le nez ! Ceci est à l'origine de l'insufflation par la manoeuvre classique de Valsalva, mais explique la sensibilité de l'oreille aux rhumes, et les éventuels problèmes en cas de trouble ventilatoire du nez (tels une déviation de cloison nasale ou une hypertrophie des cornets inférieurs de la muqueuse nasale).

On retiendra que 33% des individus seulement ont une fonction tubaire strictement normale, à chaque déglutition se produit une entrée d'air compensatrice.

38% ont une perméabilité moyenne, et 29% une perméabilité médiocre... ces derniers groupes sont des groupes à risque qui ont besoin de bien maîtriser les manoeuvres d'équipression en plongée.

2 - L'exploration de la perméabilité tubaire

Trois examens pour comprendre la trompe d'Eustache

Examen otoscopique , l'impédancemétrie, la fibroscopie nasale



Examen otoscopique



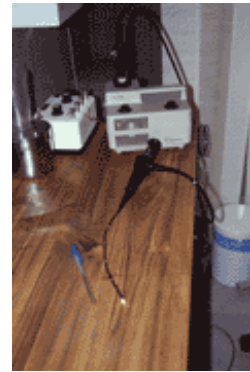
Impédancemétrie

- En dehors de l'examen du tympan, éventuellement au microscope, de sa mobilisation au spéculum de Siegle, et de la réalisation d'une manoeuvre de Valsalva, l'examen fondamental chez le plongeur demeure sans conteste *l'impédancemétrie*. Cet examen pratiqué en consultation ORL courante apprécie l'élasticité du système tympano-ossiculaire, directement dépendante de l'équipression tubaire. Depuis plus de 20 ans, il est utilisé couramment chez les plongeurs.

Pendant cet examen, on peut mesurer *l'impact d'un Valsalva*, mais surtout obtenir un *tympanogramme*. Cette courbe est le résultat des variations d'impédance de l'oreille moyenne lors des variations de pression appliquées dans le conduit auditif externe. Elle donne un reflet indirect de la fonction tubaire, mais n'a pas une exhaustivité totale.

Cet examen est obligatoire chez l'enfant, dans certaines fédérations de plongée, dont la FFESSM, dans le cadre de la première visite de non contre-indication de plongée, afin de dépister certains dysfonctionnements tubaires classiques à cet âge.

- Enfin l'exploration des fosses nasales et des ostiums tubaires au niveau du cavum a grandement bénéficié de la fibroscopie nasale à l'endoscope souple, devenue de pratique courante et banale en consultation ORL.



**Fibroscope
nasal**

3 - La fonction équipressive de la trompe

Au repos

Cette fonction équipressive de la T.E agit à pression atmosphérique. *L'absorption continue* par la muqueuse de l'air contenu dans l'oreille moyenne, crée une dépression de 0,3mm d'Hg par minute. Aussi il se produit toutes les 2 à 3 minutes environ un *mouvement de déglutition* qui contribue à rétablir l'équipression. Cette déglutition spontanée permet l'ouverture physiologique de la trompe, par mise en jeu des muscles péristaphyllins insérés sur le voile du palais, ce qui permet une réégalisation rapide des pressions. Nous savons que jusqu'à 7 ans, la contraction synergique de ces muscles demeure peu efficace, ce qui participe aux difficultés médicales ORL de nombreux jeunes enfants.

• En plongée, à la descente

La compression entraîne une diminution du volume aérien. Il faut avoir recours à des procédés plus ou moins actifs d'ouverture de la trompe pour compenser en insufflant de l'air du rhinopharynx vers l'oreille. Si la descente est trop rapide, ou s'il y a un retard dans les manoeuvres, l'ouverture active de la trompe peut devenir impossible!!! (c'est le cas si le gradient de pression atteint 100mm d'Hg). La trompe tend à se collaber avec un blocage tubaire... mieux vaut remonter d'un mètre que forcer sur une manoeuvre.

Se souvenir qu'une trompe forcée est une trompe qui se vengera en devenant moins perméable.

Nous verrons plus loin les diverses manoeuvres actives et passives à notre disposition pour réaliser l'équipression (Valsalva, Frenzel, variante du Valsalva, Béance Tubaire Volontaire et diverses manoeuvres passives, et gymnastique tubaire).

• En plongée, à la remontée:

Avec la diminution de la pression extérieure, on assiste à l'augmentation du volume des gaz qui sont contenus dans la cavité de l'oreille moyenne. La trompe (avec son protympanum en entonnoir) va s'ouvrir passivement vu sa conformation anatomique, elle fonctionne comme une soupape à la remontée pour évacuer l'air en excès de l'oreille moyenne vers le rhinopharynx. Et ceci dès que la surpression dépasse 10 à 20 mm d'Hg. Mais si à la descente ou

suite à divers allers-retours, la trompe a été forcée, elle aura secrétée du mucus. L'ouverture spontanée peut ne pas se produire et entraîner un barotraumatisme ou un vertige alerno-barique. Il faut alors s'aider de déglutitions pour permettre la béance, ou de la manoeuvre de Toynbee que nous verrons plus loin.

4 - Prise en charge des problèmes tubaires pour la plongée

- Les traitements médicaux

Certains facteurs congestifs chroniques ORL peuvent être améliorés par des traitements à base de soufre (Solacy* per os, Actisoufre* en lavage nasal). L'apparition récente d'*aérosols manosoniques automatiques* (A.M.S.A) permettant l'insufflation des trompes d'Eustache avec divers produits (corticoïdes locaux, mucolytiques, eau soufrée) est une utilisation très intéressante en cas de facteur de dysperméabilité transitoire.

Enfin l'usage d'un vaso-constricteur nasal peut s'envisager de façon ponctuelle juste avant la plongée en cas de problème, à condition que le sujet connaisse bien le danger de l'auto-médication avec ce type de produit.

- La chirurgie

Le fonctionnement normal de la T.E est intimement lié à celui des organes de voisinage, en particulier les fosses nasales. Le retentissement d'une déviation de la cloison nasale sur l'oreille a été démontrée, 70% des sujets porteurs d'une déviation ont une trompe hypotonique, avec dépression endo-tympanique du côté de l'obstruction nasale. En effet de ce côté au niveau du rhino-pharynx, il se produit un régime de turbulences de l'air ventilé (régression du flux laminaire) engendrant une dysfonction tubaire du même côté.

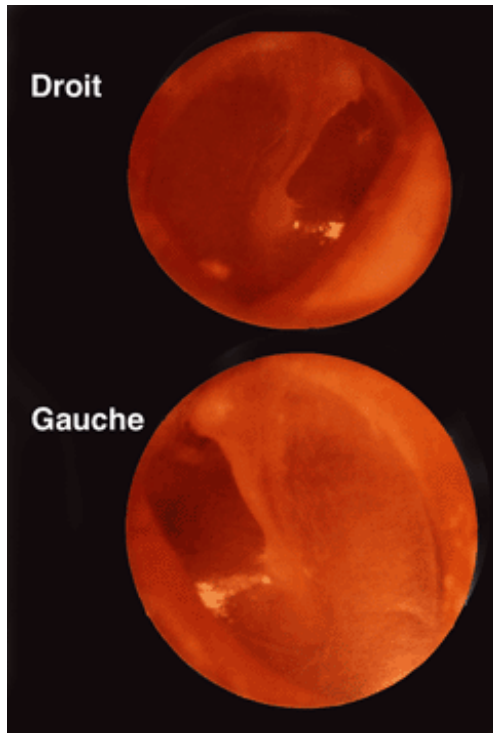
La prise en charge par la chirurgie de ces *déviation septales de la cloison*, de même que la prise en charge plus récente des *hypertrophies des cornets inférieurs* du nez par turbinectomie chirurgicale ou par laser permettent d'améliorer un certain nombre de problèmes tubaires. Mais cela ne résout pas tout, car le problème de la muqueuse tubaire "débilitee" en particulier par l'impact des pollutions environnementales n'est pas résolue à coup de bistouri!

- La gymnastique tubaire (voir exercices de rééducation plus loin).

C'est une véritable kinésithérapie tubaire qui nécessite un certain entraînement et qui sera plus facile chez les sujets dont la morphologie et la fonction de la T.E sont favorables (1/3 de la population) et qui pour eux leur permettra souvent une B.T.V.

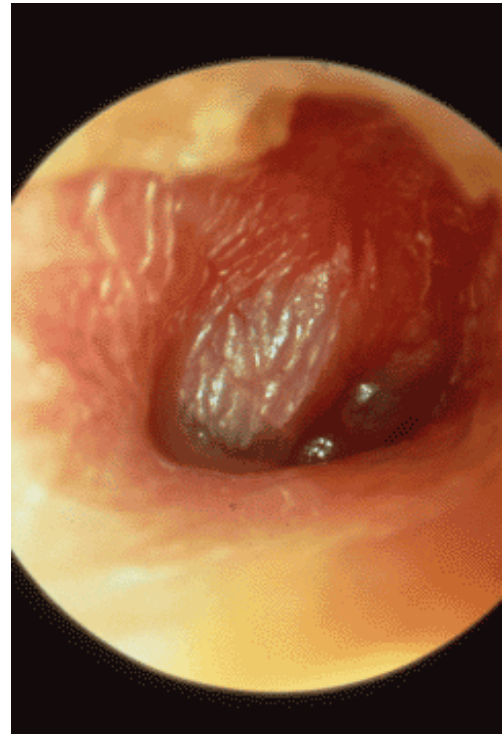
Mais c'est chez les autres qu'elle sera particulièrement utile, surtout s'ils sont apnéistes, moniteurs, plongeurs confirmés plongeant dans des conditions difficiles. Ces exercices leur permettront de développer une *prise de conscience de toute la musculature vélo-pharyngée*. Cette rééducation personnelle à base d'exercices de protraction linguale, de diduction mandibulaire, et surtout de mobilisation vélaire permettra ainsi d'améliorer l'ouverture physiologique tubaire.

EDUCATION DE LA TROMPE D'EUSTACHE



Tympanaux normaux

**Pour
préserver
vos
tympanaux**



**Tympan avec barotraumatisme
sévère
et épanchement rétrotympanique**

1 - Manoeuvres Tubaires actives et passives

Nous aborderons tout d'abord les manoeuvres plus ou moins actives, c'est à dire qui insufflent en pression la trompe, puis celles passives, utilisées à la descente.



- La manoeuvre de Valsalva, est la plus connue, facile à enseigner en première intention, elle n'est pas dénuée d'inconvénients pour l'oreille moyenne et interne, voire de risques d'hyperpression thoracique si elle est réalisée à la remontée (pouvant faciliter l'ouverture d'un shunt type F.O perméable), ce qui est non seulement illogique mais totalement aberrant !!! Nous ne reviendrons pas sur sa technique très vulgarisée, si ce n'est pour répéter qu'un Valsalva bien fait est un "non violent" !!! Des Valsalva répétés favorisent une turgescence et congestion des tissus naso-pharyngés, ce qui induit la nécessité d'une pression de plus en plus grande pour ouvrir la trompe au fur et à mesure de la répétition des manoeuvres.

L'existence d'un shunt type F.O est à notre avis une interdiction à des

Les dangers du Valsalva un valsalva bien fait est un non violent

manoeuvres forcées tubaires, en particulier en deuxième partie de plongée.

- [La manoeuvre de Frenzel](#), connue en aéronautique, est délicate à réaliser en plongée avec un détendeur ou un tuba en bouche; elle consiste à produire une hyperpression dans le rhino-pharynx, par rétro-pulsion de la base de langue, à glotte fermée et à nez pincé.

- [Une variante du Valsalva](#), moins traumatisante, consiste à effectuer un Valsalva avec un nez non pincé. L'expiration nasale d'un coup sec vient alors non pas buter sur le vestibule narinaire mais au niveau de la chambre du masque de plongée qui recouvre le nez. Elle n'apporte pas les dangers du Valsalva et est facile à renouveler de nombreuses fois de façon itérative et douce.

Cette technique a l'avantage de ne pas nécessiter la pince des doigts, ce qui est utile quand les mains sont occupées (comme pour les moniteurs, les photographes, certains scaphandriers), et cette manoeuvre n'entraîne pas d'hyperpression thoracique, et réduit notablement les risques d'hyperpression tubo-tympanique.

Nous enseignons cette méthode depuis 20 ans avec de bons résultats (c'est en raison de problèmes personnels otitiques de l'enfance que nous avons été sensibilisé à ce dossier et que nous avons adopté cette solution).

- [Les méthodes dite passives d'équipression](#) suppriment toute surpression active et dangereuse. La finalité idéale (possible seulement pour 1/3 de la population !) étant d'avoir une trompe ouverte sans hyperpression (et donc une béance quasi constante confirmée par la sensation d'autophonie si particulière).

De la déglutition simple, aux contractions isolées du voile, de la protraction de la mandibule au baillement, cette prise de conscience de la musculature vélo-pharyngée conduit à [la Béance Tubaire Volontaire](#) initiée par DELONCA. De nombreux plongeurs n'arrivent pas à la pratiquer, et un certain nombre la réalise de façon intuitive.

Ceci explique le grand intérêt de [la gymnastique tubaire](#) qui va faciliter grandement les manoeuvres actives, en leur permettant d'être plus douces (car elles mettent la trompe en position favorable d'ouverture). Elle va permettre par ailleurs à un plus grand nombre de plongeurs de pratiquer des manoeuvres passives. Ces techniques de rééducation ne sont presque pas connues dans le milieu plongée. Depuis 10 ans nous utilisons ces techniques de rééducation dans notre pratique médicale ORL et l'enseignons, et nous avons commencé depuis quelques années à les diffuser...

- [La manoeuvre de Toynbee, pour la remontée](#). Elle consiste en une déglutition et une inspiration nasale, nez pincé. Elle crée une dépression au niveau du rhino-pharynx qui favorise l'aspiration de l'air en excès contenu dans l'oreille moyenne. C'est en quelque sorte l'inverse du Valsalva. Cette technique est utile dans certaines situations lors de la remontée ou pour quelques rares plongeurs.

2 - Exercices de Gymnastique tubaire

Le but de ces exercices est donc une meilleure prise de conscience des manoeuvres passives d'ouverture tubaire qui en tonifiant les muscles de la trompe d'Eustache vont en faciliter l'ouverture. Et par ailleurs, cela va permettre une meilleure perception proprioceptive de la musculature vélo-pharyngée. Ces exercices sont préconisés chez de nombreux plongeurs aussi bien en libre qu'en bouteille.

Ces exercices se font devant une glace au début, tête un peu relevée, les doigts placés en pince sur la gorge, environ 1 cm au dessus de la pomme d'Adam, au niveau de la *zone de l'os hyoïde*. Ce dernier se mobilise à la déglutition.

1 - Exercices de langue:

il s'agit de mobiliser la base de langue. Exercices bouche ouverte puis bouche fermée.

- "Alternativement tirer la langue le plus en avant possible, comme pour toucher le menton, puis la rentrer et la pousser le plus possible en arrière et en bas, en laissant la pointe de la langue sur le plancher de la bouche"

- "Balayer le palais et le voile du palais: pour cela, placer la pointe de la langue derrière les incisives supérieures et racler d'avant en arrière le palais comme pour l'essuyer, en essayant de toucher la luette".

2 - Exercices du voile du palais:

il s'agit de "relever la luette". C'est le plus important des exercices+++ Les exercices se font d'abord bouche ouverte, puis bouche fermée.

On a recours à un mouvement de déglutition incomplet et s'arrêtant au stade de contraction du voile du palais, sans déglutition de salive. Commencer par des exercices exagérément lents pour bien sentir les sensations avant de réaliser des contractions du voile rapides et successives qui sont les plus efficaces pour ouvrir la trompe d'Eustache..

- Donc "ébaucher un mouvement de déglutition sans avaler en essayant de creuser le voile et de relever la luette".

Le contrôle de l'efficacité se fait en contrôlant le déplacement de l'os hyoïde.

3 - Exercices de la Mâchoire inférieure:

Ceci bouche ouverte et puis fermée.

- "Avancer et reculer le plus possible la mandibule".

- "Mettre celle-ci alternativement à droite et à gauche".

4 - Exercices Langue + Voile du palais:

D'abord bouche ouverte puis bouche fermée.

- "La pointe de la langue appliquée contre les incisives inférieures, l'arrière de la langue est poussé en bas et en arrière. Puis pratiquer un mouvement de déglutition incomplet s'arrêtant au stade de contraction du voile."

contrôle d'efficacité de cet exercice: l'os hyoïde abaissé par la poussée de la base de langue doit être encore plus abaissé par le mouvement de déglutition incomplet.

5 - Exercices Mâchoire inf. + Langue + Voile du palais:

- "La pointe de la langue prend appui contre les incisives inférieure, la mâchoire inférieure est projetée en avant, la langue est sortie au maximum hors de la bouche (la pointe toujours appliquée contre les dents!). Contracter alors le voile du palais en faisant un mouvement de déglutition incomplet."

- @ la 1ère semaine, faire chaque jour bouche ouverte puis fermée:
5 fois minimum les exercices 1 et 3 et 10 fois minimum les exercices 2.
- @ la 2ème semaine, faire chaque jour 10 fois min. les exercices 4.
- @ la 3ème semaine, faire chaque jour 10 fois min. les exercices 5.
- @ la 4ème semaine, faire chaque jour 10 fois les exercices 2, 4, et 5.

DIX COMMANDEMENTS pour L'OREILLE du plongeur...

Pour ménager ses oreilles, dix conseils en résumé...

- 1** - Tu ne plongeras jamais enrhumé, ceci demeurera une règle.
- 2** - Tu commenceras à compenser dès le canard, et ensuite de façon régulière. Et tu apprendras à pratiquer la variante du Vasalva.
- 3** - Tu ne forceras jamais en faisant tes manœuvres d'équipression. Un Vasalva bien fait est un "non violent".
- 4** - Tu remonteras d'un mètre plutôt que forcer sur un Vasalva. Une trompe forcée est une trompe qui se venge en devenant moins perméable.
- 5** - Tu ne toléreras pas la moindre gêne ou douleur. Apprends à déglutir avant chaque insufflation. Apprends à souffler régulièrement par le nez dans ton masque en descendant.
- 6** - Si besoin, tu descendras tête en haut plutôt que tête en bas. Ceci te permettra de limiter la congestion de ta face et donc d'améliorer la perméabilité de ta région tubaire.
- 7** - Les gants pourront être ton ennemi, en gênant une pince précise du nez pour tes manœuvres.
- 8** - Tu ne feras de Vasalva qu'à la descente. A la remontée, un arrêt et de simples déglutitions t'aideront en cas de problèmes tubaires.
- 9** - Tu penseras à éduquer ta trompe d'Eustache. C'est la clef de la réussite. Encore faut-il s'entraîner.
- 10** - Information et entraînement sont les meilleurs garants pour toi afin de pratiquer la plongée en toute quiétude pour tes oreilles.