MEMOIRE DE CAPACITE DE GERIATRIE

UNIVERSITE DE MEDECINE DE MONTPELLIER

SOUTENANCE DU 9 OCTOBRE 2008

LE GENERALISTE ET L'EXAMEN DE NON CONTRE INDICATION A LA PLONGEE BOUTEILLE DU SUJET DE PLUS DE 65 ANS

REMERCIEMENTS

A ma mère sans qui….

A mon père qui n'a pas eu la patience de profiter de la médecine gérontologique

A mon épouse soutien amour et indéfectibilité ont été inventés pour elle

A mes filles parce qu'elles sont là

A ma sœur toujours présente quand il le faut

Au Professeur JEANDEL, pour m'avoir accepté dans cette capacité, pour avoir accepté ce sujet, et pour tout le savoir qu'il nous transmet

A Béatrice CELTON, pour ses conseils et son amitié fidèle

A Bruno GRANDJEAN pour sa disponibilité, sa patience et son expertise sans égal dans le domaine de la médecine de plongée

A tous ces plongeurs «seniors» qui ont accepté de répondre à mes questions, et qui doivent parfois se demander ce que cache cette soudaine sollicitude : rien, simplement vous êtes notre avenir

A tous mes amis plongeurs du Club Sub Aquatic de Solenzara

Au Dr Eric ROUSSEL qui sans me connaître m'a transmis ses travaux sans hésitation, un bel exemple de confraternité et de solidarité entre plongeurs

Au Dr Bérengère BEAUPLET pour son excellente présentation sur la plongée après 60 ans à Cochin en 2007

PREAMBULE

AGE ET PLONGEE POURQUOI CE SUJET ?

La raison principale : je suis plongeur
Ce n'est pas seulement une activité ou un sport, c'est un état d'esprit dominé par le sentiment de faire partie de ces privilégiés qui ont accès à un milieu interdit au plus grand nombre, et qui pourtant domine la planète.
Empêché de plonger, l'homo aquaticus s'étiole, et nombreux sont ceux qui ne s'en remettent jamais.
La deuxième raison, c'est que je vieilli, vous me direz comme tout le monde, sauf qu'en plus du processus habituel de pertes diverses, de maladies et de difficultés en tous genres, cela me fais courir le risque de ne plus pouvoir plonger.
La troisième raison est médicale : je suis généraliste, je soigne des personnes âgées, de plus en plus âgées, et des plongeurs. Je ne voulais pas faire le énième mémoire sur les pathologies dont ces malades sont atteints, ou sur les handicaps dont il faut les soulager.
Ca c'est mon quotidien,je le fais de mon mieux, mais seuls mes confrères savent à quel point on est souvent loin des recommandations, et proches du système D, nous qu'un président de la république, récemment décédé appelait la piétaille.
Enfin la dernière raison tient à la philosophie même du mémoire, du moins ce que j'en ai perçu : il doit apporter quelque chose à son rédacteur et à ceux qui le lisent.
J'ai donc essayé de faire en sorte que les médecins de plongée qui ne soignent pas de personnes âgées, et les gériatres qui ne soignent pas de plongeurs, puissent comprendre où je souhaitais en venir et que tous en retirent quelque chose d'utile.

LE GENERALISTE LE PLONGEUR SENIOR ET L'EXAMEN DE NON CONTRE INDICATION

INTRODUCTION
Problématiques, justifications
La question posée : l'examen de non contrindication a la plongée loisirs, comporte –t-il des particularités liées à l'age, et cela doit-il être connu des généralistes ?
Existe-t-il un référentiel ?
Quelle est la place réelle des généralistes dans cette problématique ?

COMMENT REPONDRE A CETTE QUESTION?

SITUER LE PROBLEME
LA POPULATION CONCERNEE
L'IMPLICATION DES GENERALISTES
LE GENERALISTE ET L'EXAMEN DE NON CONTRINDICATION A LA PLONGEE BOUTEILLE

- environ 60% des médecins fédéraux sont des généralistes
- - les généralistes non fédéraux sont autorisés à délivrer ce certificat en cas de première licence et pour l'exploration et la pratique

L'EXAMEN DE NON CONTRINDICATION

- Justifications (l'arrêté du 28 avril 2000 sur les disciplines sportives nécessitant un examen médical approfondi)
- - article L 231.2 du code de la santé publique

Philosophie
Déroulement

LES DONNEES CONNUES
QUI LES PLONGEURS DE PLUS DE 65 ANS CONSULTENT-ILS ?
L'ENQUETE
Objectif principal: à partir d'une population de plongeurs de plus de 66 ans à un moment donné, caractérisée par leur cursus médical et subaquatique, voire à quel médecin et dans quelles conditions ils ont fait réaliser leur examen de NCI à la plongée bouteille.
Donc qui voit ces patients/ plongeurs et dans quelles conditions.

QUELQUES RAPPELS
LA PLONGEE BOUTEILLE : HISTORIQUE

LES ENJEUS TOURISTIQUES

LE VIEILLISSEMENT: données générales
RAPPELS PHYSIOLOGIQUES SUR LES EFFETS DE LA PLONGEE BOUTEILLE

LES CONSEQUENCES ET LES RECOMMANDATIONS POUR L'EXAMEN DE NCI

CARDIOVASCULAIRES
RESPIRATOIRES
RENALES
ORL
OPHTALMIQUES
LE FROID
LES TROUBLES COGNITIFS

SYNTHESE DES RECOMMANDATIONS

LE FUTUR
Le possible et l'idéal
Prise en compte de la dimension «gériatrique» par les clubs
Le Nitrox
CONCLUSION
GLOSSAIRE
BIBLIOGRAPHIE
DOCUMENTS ANNEXES

INTRODUCTION

En plus de 20 ans d'exercice de la médecine générale, j'ai vécu, comme tous mes confrères, en direct, le vieillissement de la population.
Mais à la différence de nos amis hospitaliers, nous côtoyons, en ville, nombre de personnes âgées pour lesquelles le seul vrai problème de la vieillesse c'est la mort, dont l'inéluctabilité est chaque jour plus évidente.
Ce sont des gens qui ne sont pas malades, parfois même pas fragiles. Bien sûr, la plupart sont prudents et s'ils continuent leurs activités le plus possible, ils les aménagent à la hauteur de leurs capacités. Néanmoins ce qui les gêne surtout, ça n'est pas tant mourir que de ne plus faire ce qu'ils ont l'habitude de faire, que le monde continue sans eux.
Parmi ces acharnés (qui représentent quand même 25 % des personnes âgées, les représentants du vieillissement «réussi»), il y a de plus en plus de pratiquants de sports ou d'activités dites à risque, auparavant réservées à leurs cadets.
Les plongeurs en sont l'exemple, répartis en 2 catégories.
Ceux que nous appelons entre nous les vieux plongeurs, concept qui a même donné son nom à un des plus célèbre magasin de plongée de France. Un qualificatif qui contient une bonne dose de respect et d'espoir. Beaucoup d'entre eux ont participé aux prémices voire à la naissance de la plongée loisir en tant que telle; Le commandant TALLIEZ par exemple a plongé jusqu'à l'age de 96 ans, un an avant son décès en 2001. Albert FALCO n'a que 80 ans et plonge encore. Ces deux compagnons du commandant Cousteau sont pour nous des références.
L'autre catégorie, regroupe ces retraités actifs, en bonne santé curieux de tout, avides de profiter au maximum de leur temps libre chèrement acquis et du formidable essor de l'industrie du tourisme de masse dans les pays dits développés. Un tourisme qui a pour eux les yeux de Chimène. La **plongée en scaphandre**[1] est une activité comme une autre, le ski, l'ULM ou que sais je, dont le principal attrait est celui de la nouveauté.
Pourtant, pour attirante et promue qu'elle soit dans les médias et les revues spécialisées, la plongée bouteille comporte des risques.
Le maniement du matériel est relativement complexe, et exige malgré tout des capacités cognitives intactes. L'organisme doit pouvoir lui assumer les conséquences de la saturation et de la pression. L'eau est pour l'homme un milieu hostile (c'est pourtant là qu'est née la vie).
Les instances nationales sportives ont en France l'obligation de garantir la sécurité maximale des pratiquants. Pour y parvenir, la **FFESSM**[2] a choisi d'imposer un examen de non contrindication, ainsi que le prévoit la loi française et dont la responsabilité incombe souvent aux généralistes. Et indépendamment d'une liste de contrindications, en fait de pathologies qui interdisent ou limitent la pratique, un élément nouveau se fait jour: la prise en compte de l'age supérieur à 65 ans. L'examen type n'existe pas, il n'y a pas de référentiel officiel et la question à laquelle nous voulons apporter des ébauches de réponses est: **que doit faire le**

[1] nous parlerons indifféremment de plongée scaphandre, plongée bouteille, plongée loisir et plongée autonome, par opposition à l'apnée et à la plongée professionnelle qu'on ne saurait conseiller à ,partir d'un certain age en raison de leurs contraintes particulières

[2] Fédération française d'études et de sports sous marin

médecin généraliste devant une demande de certificat pour un senior, quelles précautions minimales doit-il prendre, y a-t-il des arguments même théoriques qui imposent la réalisation d'examen complémentaires spécifiques?

Après quelques décennies d'autisme intellectuel et politique, une évidence s'est imposée : l'espèce humaine et les civilisations actuelles, seront jugées sur leur capacité à relever le défi du vieillissement.
Cela ne se limitera pas à la gestion des conséquences financières de dépenses de santé, d'hébergement ou de prise en charge de handicaps.
A la condition que notre niveau social se maintienne, que l'Europe arrive à imposer son modèle politique démocratique comme la norme, nous aurons à faire face à la demande légitime de la population, d'un gain en qualité de vie, plus encore que d'accroissement de sa durée.
La progression de celle-ci semble d'ailleurs stagner, et malgré le progrès technologique, on est loin de venir à bout des menaces complexes qui pèsent sur l'humanité, creusement vertigineux des inégalités sociales planétaires, émergence ou maintien de dictatures qui font peu de cas du bien commun, radicalisations religieuses à des fins essentiellement politiques et pour finir une pollution dont les conséquences ne sont probablement qu'à leur début.
Dans ce contexte, il sera sans doute plus que prévu ou envisagé, difficile de garantir à tous l'accès aux conditions d'un vieillissement réussi.
Mais il y a déjà une population conséquente et croissante de ces vieillards actifs, et heureux. Et ils peuvent bénéficier de progrès qui retarderont le plus tard possible la perte fonctionnelle, mourir oui, peut être un peu plus vieux encore, mais surtout en bonne santé !
Ces seniors d'un nouveau genre, semblent avoir d'abord intéressé les économistes et les professionnels de la consommation, avant même la communauté médicale. Il faut dire que leur pouvoir d'achat leur autorise des dépenses et des loisirs. Le monde de la plongée se trouve depuis une décennie lui aussi concerné par cette évolution.

COMMENT REPONDRE A CETTE QUESTION?

Nous ne disposons pas de données précises sur l'attitude des plongeurs séniors face à l'examen de non contrindication, ni du comportement des médecins qui les voient.
Les uns et les autres considèrent ils qu'après 65 ans on reste un plongeur comme un autre ?
Qui sont exactement ces plongeurs âgés ?
Comment se déroule habituellement un examen de contrindication ?
Comment la plongée s'est elle développée au point de devenir un loisir presque comme les autres ?
Le tourisme du 3 éme âge s'est-il vraiment accru au point de devenir une entité à part entière ?
Que sait-on de l'impact de la plongée scaphandre sur les organismes vieillissants ?
Qui voit ces sportifs d'un genre spécial ?

LA POPULATION

En 2005 les licenciés de plus de 60 ans affiliés à la fédération française représentaient 2, 8 % du total des licenciés, contre 1,7 % en 1998 (chiffres FFESSM, Dr ROUSSEL).
L'age moyen, toujours selon les données fédérales est passé de 35 ans à 40 ans en une décennie. (Dr ROUSSEL)
Les tranches d'age qui subissent la plus forte progression en dehors des plus de 60 ans sont celles de 40 à 50 ans et de 50 à 60ans, ce qui laisse augurer que le phénomène de vieillissement va se poursuivre. En effet depuis dix ans il y a une stagnation relative du nombre total de licenciés (voir historique) qui semble s'inscrire dans la durée sauf événement inattendu, mais la proportion de plongeurs âgés croît avec l'évolution générale du vieillissement de la population, les deux phénomènes semblant inéluctables. A tel point que de nombreux observateurs (Dr ROUSSEL) pensent que les plus de 60 ans pourraient constituer l'avenir de cette activité, en attendant de trouver d'autres moyens de motiver les plus jeunes à revenir ou à venir à la pratique. Ces nouveaux retraités ont un pouvoir d'achat et une bonne santé persistante qui en font une cible privilégiée des décideurs du tourisme de masse.
Chez les plongeurs, ils se répartissent schématiquement en 2 catégories :

- les néo seniors plongeurs, venus sur le tard à la plongée, attirés par la notion de loisir, et les eaux chaudes : pour un tiers
- les anciens ou vieux plongeurs, qui ont vieilli dans leurs clubs, qui sont souvent encadrants ou en tous les cas aguerris, et qui n'envisagent pas d'arrêter une activité qui est aussi pour eux une passion. : pour deux tiers

Il convient néanmoins d'être prudent avec ces données, la population de néo seniors comprend des plongeurs qui ne sont pas forcément affiliés à la fédération française, en raison de leur préférence pour les zones tropicales ou assimilées.
Mais dans la population des personnes âgées qui sont ces homo aquaticus vetus?
Ce sont les représentants du vieillissement réussi, encore robustes, aux capacités intactes ou très peu altérées. Ils ne sont pas comme beaucoup de leur presque semblables, dans le déni du vieillissement, ils sont dans le concept du vieillissement à haut niveau de fonction, dont certains voudraient qu'il soit la norme. Ils pratiquent une activité physique, s'investissent dans leurs loisirs ou dans leurs clubs. Ils visent avant tout la qualité de vie.

Ce sont les bénéficiaires des systèmes de retraite, dont le droit est reconnu depuis 1945 et dont l'age est actuellement objet de débats, pour l'instant toujours fixé à 60 ans (1982).Ils ne subissent pas encore les effets prévisibles de la faillite du système par répartition (liée à la baisse du nombre des actifs, à l'allongement de la vie et donc de la durée des retraites). Ils ont en général soldé leurs crédits et n'ont plus de charges familiales. Nombre d'entre eux ont donc un pouvoir d'achat qui leur permet d'envisager des loisirs.
Qu'attendent ils de la plongée ? La réponse dans le chapitre sur la population des plongeurs

LE GENERALISTE ET L'EXAMEN DE NON CONTRINDICATION A LA PLONGEE BOUTEILLE

GENERALITES

- Environ 60% des médecins fédéraux sont des généralistes
- Les généralistes non fédéraux sont autorisés à délivrer ce certificat en cas de première licence et pour l'exploration et la pratique
- L'arrêté du 28 avril 2000 sur les disciplines sportives nécessitant un examen médical approfondi
- -L'article L 231.2 du code de la santé publique demande aux fédérations sportives de prendre les mesures nécessaires pour garantir au mieux la santé des licenciés: la FFESSM a décidé que le moyen le plus approprié était l'examen médical annuel obligatoire. Cette disposition ne concerne pas les autres organismes de plongée +++

LE CERTIFICAT:POUR QUOI FAIRE ?

- Dépister les anomalies pouvant causer un accident lors de la pratique
- Dépister celles qui pourraient être aggravées du fait de la plongée
- Juger de la capacité du sujet, hors pathologie, à s'adapter aux contraintes liées à la plongée
-

QUI PEUT FAIRE QUOI?

- Tout médecin pour la première licence, le passage du niveau I et le renouvellement pour l'exploration
- Un médecin fédéral et/ ou un médecin «spécialisé» (au sens fédéral) pour les autres situations

Passage niveau II et au-delà
Reprise de la plongée après un accident (avec
Accord du président de la CMR (1)
Pratique de la compétition
Enfants de 8 à 14 ans
Plongeurs handicapés dès le baptême
Le médecin du sport est habilité à délivrer tout certificat sauf pour les enfants de 8 à 14 ans, les handicapés, les pathologies à évaluer et la reprise après un accident

Donc le médecin généraliste est en première ligne, et notamment lors de l'entrée dans l'activité, à un moment clé où la mise en évidence de contre indications pourraient non seulement éviter des accidents (même si on ne dispose pas de preuves formelles ni de données chiffrées sur le nombre d'accidents évités) mais aussi des situations conflictuelles et des déceptions difficiles à gérer pour des plongeurs que l'on contre indiquera soudainement après plusieurs années de pratique, alors même que leur état de santé n'avait pas changé.
On remarquera qu'à cette étape sensible, aucune mesure n'existe pour garantir les compétences du médecin examinateur en matière de médecine de plongée.

(1) CMR: commission médicale régionale

L'EXAMEN DE NON CONTRE INDICATION

LA PHILOSOPHIE (d'après Dr Bruno GRANDJEAN)

- L'examen de NCI est encadré par la loi du 28 avril 2000 sur les disciplines sportives. Il est le moyen choisi par la FFESSM et seulement elle, pour assurer à ses plongeurs une sécurité maximale dans leur activité. Il a un double objectif:
  - De prévention

Ne pas aggraver une pathologie préexistante
Ne pas risquer un accident ou un incident du fait d'une pathologie

- D'aptitude

S'assurer de la capacité du sujet à s'adapter aux contraintes liées à la plongée. Dans le cadre de la plongée loisir, mais on ne délivrera que des certificats de non contre indication, l'aptitude étant réservée au milieu professionnel

- Sa réalisation comporte trois dimensions
  - Les données médicales

Le problème médical crée-t-il un danger pour la plongée?
La plongée est-elle dangereuse face au problème médical constaté?

□ Idéalement, il faudrait pouvoir se baser sur des éléments validés [(type EBM(1)] c'est-à-dire la médecine fondée sur les preuves.

Si celles-ci existent, le risque est quantifié
Si ce risque est réel, la dangerosité est établie et la prévention qui établi une contre indication, est formelle et inattaquable.

□ Malheureusement, en médecine de plongée, il n'existe aucune base référentielle fondée sur les preuves scientifiques, ni d'études d'évaluation du service rendu en terme de prévention. Combien d'accidents évités par le dépistage et la contrindication des asthmatiques par exemple. Par contre l'étude R.CALI. CORLEO (6 éme conférence de consensus de l'ECHM, Genève 2003) a bien montré que les personnes suivies médicalement ont 2,5 fois moins de risque d'avoir un ADD (2) que celles qui n'ont aucun suivi.)

S'il n'y a pas de travaux, évaluer le risque est impossible
Le risque est potentiel: la dangerosité est une hypothèse
Alors quelle prévention? Bienvenus dans la vraie vie!

□ Les difficultés
…. Différencier les risques étayés des fantasmes
La question est alors : existe-t-il des retour d'expérience sur lesquels appuyer l'hypothèse d'une dangerosité ?

☺ Si oui, le risque potentiel est étayé, mais en l'absence de fondement scientifique, le risque réel impose une obligation de recherche. On est dans le **principe de précaution** dont on peut avoir deux lectures :

(1) EBM : évidence based médecine
(2) ADD : accident de décompression

Dans le doute abstiens toi = contre indication

Dans le doute, met tout en œuvre pour que l'activité se déroule au mieux, ait recours aux spécialistes si nécessaire, soit rigoureux dans les procédures et dans l'information donnée au candidat

☹Si non, le risque est potentiel et reste théorique, et même s'il est plausible, il relève finalement du fantasme !

On ne peut pas contre indiquer

On ne peut qu'informer, on est même obligé de le faire ainsi que de la recherche

Dans ce cas, l'évaluation du risque est impossible

Le risque est potentiel, la dangerosité est une hypothèse

Dans la prévention, l'incertitude est, en partie, compensée par la rigueur de l'information et des procédures

En médecine de plongée, l'évidence based médecine (EBM), est constituée par la liste des contre indications établie par la commission médicale nationale et révisée régulièrement (voir document annexe). Celle-ci n'est fondée que sur des opinions et ne peut constituer une recommandation opposable (elles serviront néanmoins de base de travail en cas de litige). Elles ne peuvent être appliquées que modulées par la situation individuelle, l'expérience et les connaissances du médecin, avec parfois l'aide d'examens complémentaires.

- Les préférences du sujet

Elles reposent sur ses connaissances, sa pratique et sur l'information médicale qui lui est donnée et par qui ou qu'il se procure. Une enquête de 2007 (Grisoni, Grandjean Miramond décembre 2007 réunion annuelle de Cochin) a montré que cette information se transmettait préférentiellement lors des passages de niveau, donc par l'équipe pédagogique et pas par des médecins compétents sur le sujet.

- Les conditions d'exercice du médecin

Il s'agit là en fait principalement de son isolement, ses possibilités pour obtenir des examens ou avis spécialisés. ses connaissances dans le domaine. Il y a aussi son attitude face aux contraintes fédérales. Il y a enfin son aptitude à faire accepter une décision négative : comment annoncer une mauvaise nouvelle! (Sans perdre la confiance du patient)

Il est clair que dans le domaine médical de la plongée du sujet âgé, nous sommes dans l'hypothèse de dangerosité, l'age ayant souvent été cité comme facteur de risque d'accident ou de sur accident. Cette situation nécessite donc rigueur de la procédure, information, recherche mais là encore plus qu'à l'habitude, une évaluation au cas par cas sans dogmatisme.

LE DEROULEMENT

Il ne fait l'objet d'aucun consensus.

Il est classique et commun à tout examen clinique de dépistage avant la pratique d'un sport ou l'exercice d'une profession, mais comporte des particularités.

● Les difficultés

Elles sont inhérentes à ce contexte

□ La personne examinée n'est pas malade

□ Elle a besoin d'un certificat en vue d'une activité, souvent dans le cadre d'un séjour touristique, d'un passage de niveau ou tout simplement pour assouvir une passion: la relation médecin patient a toutes les chances d'être parasitée.

□ Le plongeur ne voit pas toujours la nécessité de cette obligation

Débutant, il aura parfois pratiqué d'autres sports dans lesquels ce certificat est souvent une formalité signée sans examen particulier par son médecin habituel.

Voyageur, il aura parfois débuté la plongée à l'étranger ou aucun examen ne lui a été demandé : tout au plus a t-il rempli un questionnaire médical par lequel il implique sa propre responsabilité dans la décision de non contre indication.

Confirmé, il aura la crainte de se voir interdire la pratique, soit en raison d'une pathologie nouvelle, ou tout simplement à cause de son age !

□ Quelle que soit la méticulosité de sa réalisation, cet examen ne garantit pas l'absence de risque à 100% loin de là.

□ Le recours au spécialiste est parfois indispensable, et il ne fait que compliquer les choses en alourdissant la facture, et en introduisant une contrainte de temps supplémentaire

□ Conformément à la législation, cet examen n'est pas remboursable et son prix est libre.

● L'interrogatoire

□ Il est classique, état civil, antécédents concernant la plongée et les appareils les plus impliqués :

- Respiratoire
- Cardio vasculaire
- ORL
- Neurologique
- Métabolique
- Gastro entérologique
- Ophtalmologique
- Maladies infectieuses
- Etat dentaire
- Contraception
- Service militaire : pourquoi n'a-t-il pas été fait ?

□ Il est souvent conclut par la signature du candidat, avec une mention le mettant en garde contre les risques d'une fausse déclaration. Cette mesure, si elle n'a pas de valeur légale établie, en droit français, parait être une précaution minimale en ces temps de judiciarisation effrénée.

- L'examen clinique

□ Général

Classique, tenant compte de la morphologie et/ou des handicaps immédiatement visibles qui Pourraient empêcher techniquement la plongée.

□ Des différents appareils, les mêmes que ceux listés par l'interrogatoire. Dans chaque compartiment, il est le plus poussé possible avec notamment:

Débit mètre de pointe (alias peak flow), Piko 6 ($\frac{VEMS}{CV}$) et tests de réversibilité sous bêta 2 mimétiques.

Ruffié Dickson ou Step Test

On insiste sur la flexibilité des tympans lors de la manoeuvre de Valsalva et la recherche de troubles de l'équilibre.

A l'issue, une décision est le plus souvent possible, mais il arrive que des examens complémentaires soient nécessaires.

Dans la question qui nous occupe sur l'age, il est probable que certains d'entre eux devront être demandés systématiquement tels que :

ECG de repos et d'effort, échographie transoesophagienne (de plus en plus remplacé par le doppler transcranien, de réalisation plus aisée)
EFR
Radiographies sinus, poumons
Un bilan sanguin avec lipides, glycémie et crase sanguine
Tympanogramme
EEG
Dépistage du décollement de rétine

La liste n'est pas exhaustive et nous essaierons de la préciser tout au long de ce travail.

HISTORIQUE DE LA PLONGEE

La préoccupation du médecin de plongée ayant en charge les seniors pourrait résulter d'une équation simple :

- la population vieillit
- la plongée bouteille se développe

Donc le nombre de vieux plongeurs s'accroît et avec eux les questions médicales posées.

LA PLONGEE BOUTEILLE

Activité de passionnés mais de moins en moins réservée à une élite, la plongée bouteille loisir s'est réellement développée depuis les Années 60 (1960 !). Comme beaucoup d'aventures humaines, elle résulte d'une quête continue de dépassement des limites.

Les balbutiements : du rêve à la science

Avant même de savoir naviguer, l'homme a pénétré dans la mer. Ce milieu qui lui est par essence hostile et irrespirable, l'a toujours attiré et effrayé. Un retour aux origines de la vie, les nécessités alimentaires ou la simple curiosité, les raisons ne manquent pas.

Au départ seule l'apnée permet ces incursions, mais très vite des intrépides ont cherché des moyens d'en dépasser les limites et les contraintes. On trouve des références de pêcheurs de coquillages chez Homère, donc des apnéistes, mais on suppose que la première plongée avec appareil pourrait dater du 3 éme siècle avant JC, au moyen d'une cloche destinée à emprisonner l'air.

Les premiers appareils individuels sont décrits dès le 5 éme siècle après JC, et subissent une sophistication croissante au fil du temps. On sait avec certitude que certains fonctionnaient réellement dès le 15 éme. D'ailleurs l'usage de la cloche à plongeurs se généralise au 17 éme, notamment dans le milieu militaire, aux fins de récupération d'épaves et de leur contenu. En 1662 BOYLE en Angleterre, puis un peu plus tard MARIOTTE en France explicitent les effets de la pression sur les gaz. Au siècle suivant est inventé le premier scaphandre pied lourd, tandis que les cloches se « miniaturisent » en tonneaux, les deux techniques visant à accroître l'autonomie et l'efficacité des intervenants.

E n 1779 LAVOISIER établit la composition de l'air, en oxygène et azote puis met en évidence le gaz carbonique.

Le principe de la respiration en équipression est utilisé dès la fin du 18 éme siècle.

Avec le vrai pied lourd, alimenté depuis la surface et dont l'usage se généralise, on s'approche de l'autonomie.

Mais dépendre de la surface…

C'est William James qui élabore le premier réservoir d'air comprimé, mais le sien et ceux qui suivront, seront surtout destinés aux atmosphères terrestres viciées, et on ira très loin dans le concept puisque dès 1850 un recycleur à l'oxygène fonctionne déjà alors même que la dangerosité de l'hyperbarie est à peine connu (TRIGER 1841).

A partir de 1860 tout s'accélère. C'est l'ère industrielle. Goodyear développe la vulcanisation du caoutchouc. Rouquayrol met au point le régulateur de pression à membrane qui s'adapte à

la pression environnante, et enfin Paul Bert décrit et explicite les effets délétères de la saturation en azote sur l'organisme, surtout le mécanisme des accidents par désaturation mal maîtrisée. Ce physiologiste génial démontrera la nécessité d'une remontée lente ainsi que la nocivité des fortes pressions partielles d'oxygène (hyperoxie). Bien sûr tout ceci concerne aussi bien les tubistes ou tunneliers, que les plongeurs scaphandriers.

En 1908 HALDANE édite les premières tables de décompression, et définit les notions de compartiments et de sursaturation critique. Lui aussi sera un remarquable précurseur en élaborant les premiers mélanges appauvris en oxygène pour les plongées profondes. La guerre et ses conséquences ralentiront un peu cette dynamique, mais tout est prêt pour qu'en 1926, le commandant Le Prieur teste le 1 er appareil à bouteille dorsale. Déjà cette invention intéresse le monde du loisir.

La plongée autonome de loisir

C'est l'après guerre, une période que certains appelleront les années folles, et de fait le monde technologique et industriel porté par le développement de l'automobile est en ébullition. Rien n'est impossible au génie humain. C'est justement les constructeurs de voitures qui amélioreront la bouteille d'air comprimé. Le premier détendeur vraiment autonome, le mistral ainsi que les premières palmes réellement opérationnelles pour la natation (Louis de Corlieu), ajoutés aux congés payés ; le plongeur loisir est né et en 1936 il a déjà un club (Saint Raphaël 1935).

La guerre mettra un coup de frein à ce développement prometteur, mais dès 1948 les 8 premiers clubs français créent leur fédération, celle là même qui deviendra le 12 juin 1955, la FFESSM. C'est le début de l'épopée COUSTEAU, et en 1956 Louis MALLE obtient la palme d'or du festival de Cannes pour le monde du silence. La même année, le Dr Xavier Fructus devient le premier médecin fédéral. La confédération mondiale des activités subaquatiques, qui regroupe actuellement la plupart des structures de plongeurs de par le monde, est créée en 1959. Citons enfin PADI qui voit le jour en 1966. La plongée se mondialise, se démocratise, se développe et devient un élément important du tourisme de masse.

Les figures légendaires laissent peu à peu la place à Monsieur Toulemonde et le champ d'activité ainsi que le nombre de pratiquants augmentent considérablement. En France le film le grand bleu pourtant dédié à un apnéiste (Jacques MAYOL †) provoque un électrochoc et permet à la FFESSM de franchir rapidement la barre des 100000 licenciés et d'atteindre son niveau actuel de 150000. Si les chiffres stagnent un peu sur notre territoire, l'essor continue dans le reste du monde et la plongée est devenue un marché dans lequel les plus de 65 ans ont fait leur apparition, encore timide mais croissante.

LE TOURISME DU 3 EME AGE L'OUVERTURE SUR LA PLONGEE

Dans son ouvrage « Le Tourisme», Pierre PY souligne qu'entre 1969 et 2004 le pourcentage de personnes âgées de 50 à 69 étant parties en vacances était passé de 31 à 65%, et que sur la même période celui des plus de 70 ans , de 22 à 42%.
D'après le réseau seniors stratégic (« conquérir le marché des seniors» Frédérick Serriére), le tourisme est l'un des premiers secteurs concernés par le vieillissement de la population. Dans ce domaine, les impacts seraient beaucoup plus importants que ce que pensent les professionnels. Mais d'autres , à l'instar de ce que beaucoup supposent pour la plongée, suggèrent que 3 éme et 4 éme age seront l'avenir de l'industrie du tourisme et constituent une opportunité unique en terme de croissance: le futur c'est les vieux ! Quelle revanche ! Même si certains estiment que le marché des Seniors dans le domaine du tourisme n'est qu'une invention, l'arrivée des baby-boomers à la retraite est un fait. Ils ont plus de pouvoir d'achat (beaucoup ont fini de rembourser leurs emprunts), du temps libre et n'ont généralement plus d'enfants à charge.
Il est vrai qu'en France et dans d'autres pays équivalents , des incertitudes planent sur le futur des retraites et qu'un des effets pervers de l'existence même d'un nombre croissant de retraités, implique l'érosion de leur pouvoir d'achat. Il reste néanmoins prometteur pour beaucoup. Quand au vieillissement global de la population, de type réussi, nous ne reviendrons pas sur son caractère inéluctable, et enfin compris et accepté par les pouvoirs publics (on peut juste se demander si les moyens de leur prise ne charge suivront et l'évolution actuelle de la planète ne freinera pas cette dynamique d'allongement de l'espérance de vie : en vrac le creusement des inégalités sociales, l'émergence de dictatures très éloignées des principes de bien commun, la radicalisation des religions à des fins politiques, et avec des conséquences mortifères et enfin la pollution dont nous n'avons sûrement pas encore mesuré l'impact négatif, effet de serre, pesticides et autres).
En 2005, le ministère délégué au tourisme a commencé une réflexion d'ensemble, devant mener au final, à l'amélioration des conditions d'accès des plus anciens au tourisme de masse, mais aussi aux modes de prolongation des « saisons », pour une population qui n'a plus de contraintes scolaires, ni professionnelles, et qui peut ne théorie, partir toute l'année.

La cible Seniors des professionnels du tourisme n'est pas homogène, elle comprend les Jeunes Seniors encore en activité, les jeunes retraités et les personnes plus âgées. Le rapport qu'entretiennent ces catégories de Seniors avec les vacances et le tourisme varie selon l'âge et les effets du vieillissement, certes, mais il est aussi « culturel ». Pour beaucoup de Seniors, en particulier les plus âgés, les loisirs sont une invention récente.
L'étude « Les Seniors et le tourisme » montre que les plus de 65 ans ont été moins habitués à partir en vacances (mais ces Seniors pensent de plus en plus à eux-mêmes et à leurs loisirs). Les Jeunes Seniors, par contre, ont un rapport aux vacances et au tourisme qui se rapproche de celui des jeunes.

« D'une manière générale, les Seniors recherchent des vacances qui ont du sens », explique Didier Bertrand, directeur du marketing et de la communication, responsable de la stratégie de Vacances Bleues. L'étude « Les Seniors et le tourisme » confirme qu'ils privilégient la **découverte, la culture, les contacts** avec les habitants.

Les baby-boomers demandent à la fois une grande flexibilité et un minimum d'aide à l'organisation de leurs voyages. Ils apprécient l'indépendance, mais sont lucides quant à leur

avenir : plus de 73 % d'entre eux refusent actuellement les voyages entre Seniors exclusivement, tout en sachant que l'âge venant, ils en accepteront plus facilement le principe. Les Seniors les plus âgés ont besoin d'une plus grande prise en charge et voyagent volontiers en groupes.
Les attentes sont, globalement différentes de celles des plus jeunes, et sont aussi très hétérogènes. L'étude « Les grandes tendances Seniors – Tourisme » donne plusieurs pistes intéressantes. On peut penser que leurs exigences quant au contenu des vacances – **découverte, santé et forme, nature** vont se renforcer dans les années qui viennent.
Les séjours « intergénérationnels » sont aussi promis à un bel avenir. Il s'agit par exemple de permettre aux grands-parents de partir en vacances avec leurs petits-enfants.
Autre attente : des « vacances intelligentes et ouvertes sur le monde ». Il peut s'agir de voyages associant sport, découverte et culture. Dans ce contexte, la plongée trouve sa place, Sa dimension sportive est réduite et ne fait pas appel à la performance. La pratique du sport s'entend en parallèle, comme un moyen et non comme un but, comme un entretien physique permettant de continuer à plonger le plus vieux possible. Elle est alors axée sur l'endurance, la discipline reine étant bien sûr la natation.
Par ailleurs le milieu aquatique offre l'attrait de la découverte d'un espace nouveau, relativement préservé, silencieux, serein et la poussée d'Archimède procure une sensation d'impesanteur relative presque grisante. S'y ajoute ce léger frisson de prise de risque minimal et maîtrisé, d'exploration et de nature brute. Le voyage qui intègre la plongée prend une dimension exceptionnelle.
Dans son mémoire de 2006, (BEES 3, enquête auprès des licenciés FFESSM de plus de 60 ans), le Dr ROUSSEL a bien montré quelle est la priorité de ses plongeurs: loisir, détente et en gros ne pas «bronzer» idiots.
Pour autant, l'aménagement des structures d'accueil est une nécessité qui semble encore sous-estimée. Le vieillissement de la population des baby-boomers sera assez brutal. Dans une quinzaine d'années, ils auront des besoins particuliers, notamment dans le domaine de l'hôtellerie. En matière de plongée, le principal écueil est la manutention du matériel parfois pénible pour les rachis vieillissants ou déjà abîmés. La mise à l'eau, l'équipement sont autant de freins dont les plus âgés se plaignent, et qui ne font pas l'objet de prise de conscience pour l'instant dans les clubs. D e même l'accès aux mélanges suroxygénés (Nitrox°) qui réduisent la quantité d'azote dissous, et donc le risque d'accident et la fatigue, n'est pas particulièrement facilité.

LES DONNEES CONNUES

L'altération progressive des fonctions du corps n'épargne personne, mais une partie de nos concitoyens refuse avec obstination l'inévitable. Ils continuent à s'adonner à toutes sortes d'activités, ou continuent à les pratiquer, comme si les années n'avaient pas de prise sur eux. Peut-être une stratégie destinée à éloigner le spectre de la déchéance?
Pourtant tout ceci n'est pas forcement sans risques.

En France, la seule limite officielle d'age pour la plongée loisir est celle des enfants. On ne peut pas pratiquer avant 8 ans. Il n'existe aucune limite supérieure. **PADI,** principal organisme «concurrent» de la FFESSM, ne mentionne, dans sa déclaration médicale, aucune restriction liée spécifiquement à l'age.
Tout au plus, et conformément aux habitudes anglo saxonnes, en la matière, une série de questions supplémentaires, après 45 ans, portant sur le tabac, le cholestérol, le diabète et les antécédents familiaux cardiovasculaires. Il y est quand même précisé que le plongeur doit disposer des capacités mentales et physiques suffisantes pour faire face aux situations périlleuses et être capable de résister à un certain degré de froid, ainsi que de maîtriser les effets optiques dans l'eau (sic).Cependant, indirectement, en suggérant que le moindre doute d'ischémie myocardique doit conduire à une épreuve d'effort, et que celle-ci doit permettre d'atteindre un résultat de 13 METS, c'est-à-dire un effort assez conséquent, PADI fixe quand même une limite très contraignante! (Mais sans le dire, car cela serait commercialement désavantageux).
Le médecin et le plongeur français sont eux soumis à des réglementations très strictes dictées par la loi, mais pour les seniors…
Le commandant Cousteau participait activement aux plongées de son équipe même après 70 ans. Parmi ses anciens compagnons, Albert Falco, à 80 ans plonge encore régulièrement.

Cela a déjà été dit, mais rappelons que pour le médecin de plongée, l'examen de non contre indication, s'il obéit à une obligation légale, ne fait l'objet d'aucun consensus dans son déroulement, ni son contenu. Ce dernier n'est pas standardisé.
Face à des situations médicales diverses, le praticien ne peut qu'exercer son expertise clinique, d'autant qu'il ne lui est pas toujours possible d'obtenir les examens spécialisés dont il pourrait avoir besoin.
L'arrivée dans nos cabinets de plus de 65 ans désirant plonger, sera sauf bouleversement (toujours possible), une réalité des années à venir.
Mais pour le moment, le plongeur âgé reste un plongeur comme les autres.
Je n'ai retrouvé que 4 travaux exploitables qui abordent le sujet. Ca n'est pas un hasard si la commission médicale nationale a inscrit cette question dans son programme de recherche. (sous la direction du **Dr BEAUPLET**).et a tout récemment émis quelques recommandations (juin 2008). Nous manquons d'éléments !

En matière de plongée subaquatique, en particulier, Le **DAN** (dive alert network) dans un rapport de 2000, a relevé que si les plongeurs de 60 à 69 ans représentaient 5 % de ses membres, ils comptaient pour 15 % des accidents déclarés

Dans son mémoire de BEES 3 (donc destiné au monde de la plongée et pas aux médecins), le **Dr ROUSSEL** confirme le phénomène de vieillissement des plongeurs, parallèlement à celui

de la population générale et à l'allongement de l'espérance de vie, et il pense même qu'il constitue une des voies d'avenir de cette activité : il en est déjà à se demander comment amener plus nombreux encore, les plus de 60 ans à la plongée bouteille !
En raison de la plus grande prévalence des poly pathologies, ce confrère sépare les plus de 80 ans de ceux âgés de 65 à 79 ans.
Lui aussi a recherché les données de la littérature sur les risques spécifiques liés à l'age.
La seule restriction officielle concerne la plongée professionnelle dans laquelle on ne peut pas s'engager passé 40 ans.

Les autres éléments sont des remarques ou avis d'experts

- la plongée subaquatique de loisir nécessite seulement un bon fonctionnement physiologique, du même ordre que celui qui permet d mener une vie normale et autonome.
- Le plongeur âgé recherchera surtout le confort pour son équipement et sa mise à l'eau
- La commission médicale nationale n'a pas établi de limite d'age dans sa liste de contre indications, et conseille des décisions au cas par cas tenant compte des niveaux techniques.
- La société de médecine subaquatique et hyperbare (**MEDSUBHYP**) a émis des recommandations lors de sa réunion d'octobre 2003 à Genève, d'où il ressort que :
    - L'age biologique est sans importance
    - Les décisions sont guidées par l'appréciation des performances cardiovasculaires, respiratoires et de capacité aérobie.
    - Pas de limitations de profondeurs, mais des conseils pour préférer les eaux chaudes, et limiter efforts et stress

Dans sa communication de décembre 2006 à Cochin, (également paru dans Medsubhyp) le **Dr B.BEAUPLET** aborde le sujet des accidents après 60 ans dans une étude rétrospective menée de 1996 à 2005. Une première statistique tirée du travail du Dr ROUSSEL, fait état d'une prévalence de 5,6 % des accidents de décompression chez les plus de 60 ans, mais ce résultat manque de fiabilité en raison de nombreux biais.
La question que s'est posée le Dr BEAUPLET est « l'age est-il un facteur de risque?» Sa conclusion est qu'il n'y a pas plus d'accidents recensés après 60 ans qu'avant. Les accidentés sont très majoritairement des hommes plutôt confirmés, et les accidents surviennent plus en exploration qu'en formations.
Le type d'accident est dominé par les atteintes cochléo vestibulaires et médullaires, ce qui reste classique.
Par contre le taux de séquelles est 3 fois supérieur à la moyenne nationale.
Elle relève par contre qu'il n'y a pratiquement pas d'accidents sans fautes alors que le pourcentage habituel oscille entre 60 et 70 % ce qui laisse supposer la grande part des facteurs favorisants, dont l'age.
Au total, notre consoeur conclut que le risque théorique de sur accident n'est pas confirmé par la réalité. Le facteur médical est-il compensé par l'expérience, ou la sagesse, voire la prudence? Il n'y a pour l'instant pas de réponse.

Et pourtant, l'age a toujours été considéré comme un facteur de risque de survenue de l'accident et non de sa gravité, comme le rappelle le **Dr BARTHELEMY** (Medsubhyp) 2005 15 (1) 1-10). Cet auteur reprenant les caractéristiques du vieillissement des principaux appareils et le confrontant au mécanisme de formation de bulles responsables des accidents

de décompression, conclut que l'age ne peut que constituer un risque à part entière, et propose un certain nombre de recommandations. **Bernard GARDETTE** avait d'ailleurs montré après 1996 (congrès EUBS) que la production de bulles augmentait après 40 ans.

Muni de ces éléments comment le généraliste, en première ligne dans l'examen de non contre indication, peut-il prendre une décision qui tienne compte au mieux du facteur vieillissement ?
Dans la vraie vie, qui voit ces plongeurs seniors et les autorise à pratiquer ?
J'ai voulu le savoir, par une nouvelle enquête menée auprès des licenciés de la FFESSM.

L' ENQUETE

OBJECTIFS

Cette population étant nouvelle et mal connue, nous ne disposons d'aucune donnée sur la façon dont se déroule ni dont est appréhendé, pour eux l'examen de non contre indication à la plongée bouteille.
L'objectif principal de cette enquête est donc de connaître la qualification des médecins rédigeant les certificats
Les objectifs secondaires sont d'une part de savoir si des examens complémentaires, ou des consultations spécialisées sont prescrits à l'issue, combien, et pourquoi.
Accessoirement il m'a paru intéressant de connaître l'opinion des sujets sur la place qu'ils attribuaient à l'age dans le risque lié à la plongée.

MATERIELS METHODE

Il s'agit d'une enquête rétrospective déclarative et d'opinion se déroulant du 01 juillet au 31 août 2007.
230 questionnaires ont été envoyés à des licenciés de la FFESSM âgé de 66 ans au moins. Ils ont été choisis dans le fichier fédéral, en fonction de leur prénom supposé appartenir à cette tranche d'age. Aucune sélection directe par l'année de naissance n'est possible dans le fichier fédéral. Les listings des licenciés n'étant pas mis à jour en continu, la personne interrogée devait être à jour de sa cotisation pour la licence 2007.

RESULTATS

172 réponses soit 74 %
Non exploitables: 13: non plongeur (licencié pour une autre raison que la plongée bouteille, questionnaire incomplet)
Parmi les questionnaires complets 30 hommes et 2 femmes déclaraient ne plus plonger cette année. Ont donc été retenus :
HOMMES : 108 age moyen 71 ans et demi
FEMMES : 18 ages moyens 71,6 ans

DEBUT ACTIVITE

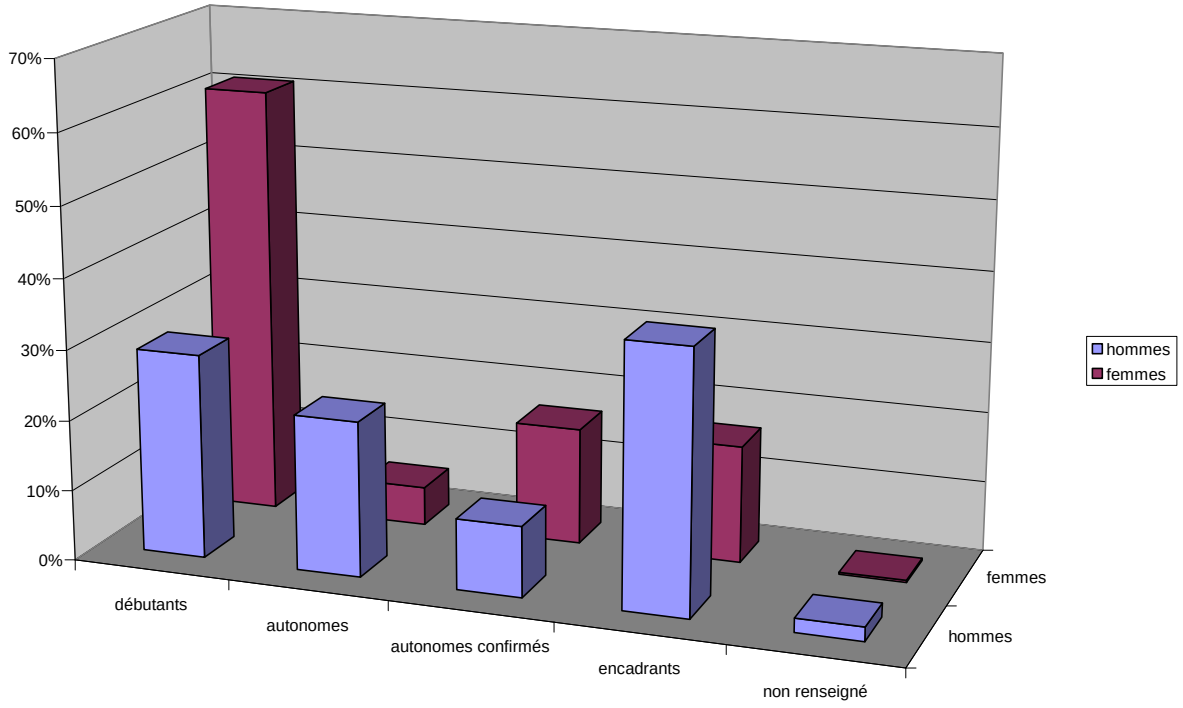
Chez les hommes
On distingue les **vétérans et les anciens**, ayant débuté avant 1983 et qui sont **68 %** et les **néo vieux plongeurs**, ayant débuté après 1987, et qui sont eux **29 %.** A noter que 3% n'ont pas renseigné cet item, mais ont été maintenus dans l'enquête, car ont répondu à tous les autres.
Ces pourcentages sont quais superposables chez les femmes **63 et 37 %.**
Cela correspond aux chiffres connus dans le domaine. (Dr Roussel)

LES NIVEAUX :

HOMMES
Débutants I 11 et II : 29 **%**
Autonomes: III : **22 %**
Autonomes confirmés : IV **10 %**
Encadrants : E1 : 19
E2 : 8
E3 et plus : 22
Soit au total 37 %

Non renseigné : 3 (2 %)
Qualifié Nitrox : 4
Commentaires : un petit tiers de débutants, un gros tiers d'encadrants, 1 plongeur sur 5 est au moins moniteur fédéral

FEMMES
Débutantes : I et II soit **61 %**
Autonome : 5,5 %
Autonomes confirmées 16,6 %
Encadrants : E1 : 16,6 %
Nitrox : 1
Non renseigné : 1



Plus de débutantes et moins d'encadrants chez les femmes, même si la petite taille du sous échantillon ne permet pas de conclure formellement. Néanmoins, c'est la tendance générale, au plan national et quelque soit l'age.

PROFESSIONS classification INSEE

Dominées par les professions libérales et les cadres supérieurs dans les deux sexes, notamment chez les femmes, 65 % mais aussi chez les hommes : 27 %. Chez ces derniers, 22 % d'ouvriers qu'on ne retrouve pas chez les femmes.

ANTECEDENTS MEDICAUX

HOMMES
AUCUNS ; 29 soit 22 % (à comparer aux 25 de vieillissements dits réussis)
Pour le reste on retrouve surtout des pathologies cardiovasculaires au premier rang desquelles l'hypertension artérielle (25 du total) et des dyslipidémies .16, 3 %.

FEMMES
AUCUNS: 35 %
Chez les femmes on retrouve les dyslipidémies (25 %) mais aussi 16,6 % de cancers du sein!

TRAITEMENTS SUIVIS

HOMMES
Aucuns : **44 %**
Pour ceux qui prennent un traitement régulier, on a surtout des antihypertenseurs (20,3%) et des hypocholestérolémiants (21,2%) majoritairement des statines.
Notons 3‘ plongeurs sous AVK
FEMMES
Aucuns: 33**%**
Pour le reste, le sous échantillon est trop petit pour en tirer des données statistiques fiables, en regard de variété des traitements suivis

PRATIQUE EN COURS

HOMMES
OUI : 108 soit 80 %
NON : 30 soit 20 %
MOTIFS :
Médicaux
33 %

Non médicaux
- **désintérêt, autres loisirs : 7 soit 26 %**

FEMMES
OUI: 20
NON: 2
MOTIFS
Non médicaux : veuvage 1
Non précisé : 1

AUTRES SPORTS PRATIQUES
HOMMES
AUCUNS : **15 %**
1 plongeur sur 6 ne pratique aucun autre sport
Dominé par la natation (**40%**) et la marche (**24 %**)
Assez peu de sports fédéraux hors plongée scaphandre
FEMMES
AUCUNS : 10 %
Dominé par la natation (45%) et la gymnastique (35%)

DATE DU DERNIER EXAMEN MEDICAL POUR LA PLONGEE
HOMMES
2007 (année du questionnaire) : 82 %
FEMMES

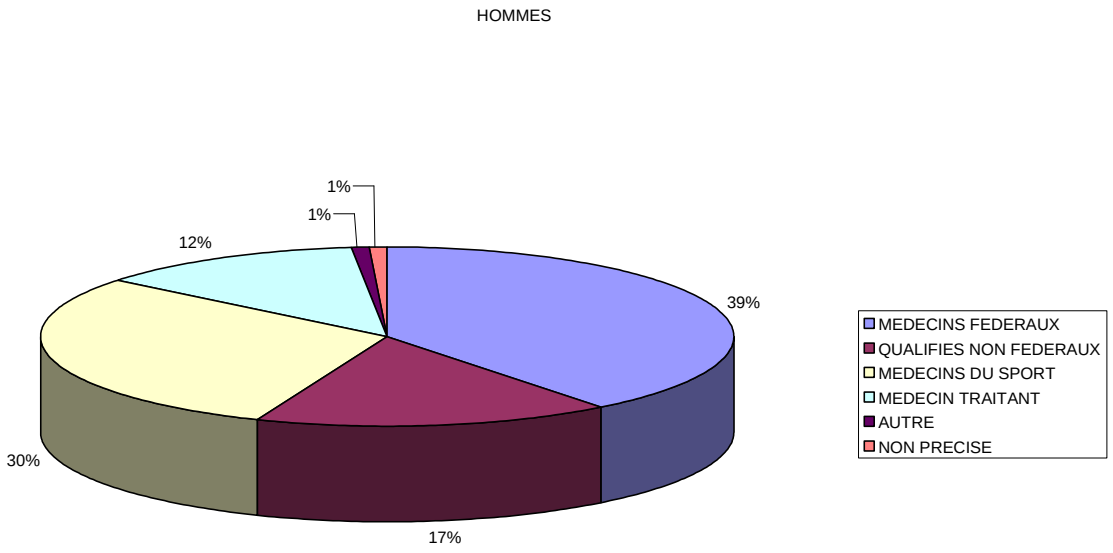
2007 : 85 %

QUALIFICATION PLONGEE DU MEDECIN CONSULTE

HOMMES
C'est un **généraliste dans 99 % des cas**

- **médecin traitant** sans qualification : 14 soit 12 %
- **médecin fédéral** 28
- **médecin du sport** 31
- **médecin hyperbare** 14
- **médecin fédéral /médecin du sport** 9
- **médecin fédéral /médecin hyperbare** 5
- **médecin traitant/ médecin du sport** 3
- **médecin fédéral /médecin hyperbare / médecin du sport** 3
- **médecin hyperbare/médecin du sport** 4
- **médecin traitant/ médecin hyperbare** 1
- **non précisé** 1
- **autre (cardiologue)** 1

Soit médecin du sport : 30 %
Médecins qualifiés
Médecins fédéraux : 42 %
Qualifiés non fédéraux : 4 %
Médecins non qualifiés
Médecin traitant : 12 %
Autre : 0,8 %
NP : 0, 8 %



Commentaires
Le médecin consulté est fédéral dans 39 % des cas, mais n'a pas de qualifications vérifiables en matière de plongée avec le même pourcentage. La FFESSM ne s'est pas résolue à

demander ou à imposer que l'examen médical de non contre indication soit réalisé systématiquement par un médecin formé à la médecine de plongée. Les médecins du sport n'ont que très peu d'heures consacrées à la plongée dans leur cursus.

FEMMES
- **médecin traitant** sans qualification : 3
- **médecin fédéral** 4
- **médecin du sport** 6
- **médecin hyperbare/médecin fédéral** 3
- **médecin hyperbare** 2
- **non précisé** 2

PRESCRIPTIONS

EXAMEN SANGUINS
HOMMES
OUI : 43,3 %
NON : 56,7 %
FEMMES
OUI : 50 %
NON : 45 %
NP : 5 %
En moyenne un candidat sur deux quelque soit son sexe ne s'est vu proposer aucun bilan sanguin
CONSULTATION SPECIALISEE
HOMMES
OUI : 54, 6 % dont CARDIO : 76 % 40 % d'épreuves d'effort
: NON : 46 %

FEMMES
OUI : 45 % CARDIO: 25 % dont 5 % épreuve d'effort
NON : 55 %
Environ une fois sur deux une consultation spécialisée est demandée, quelque soit le sexe, surtout cardiologique avec notamment une épreuve d'effort.

EN RAISON DE L'AGE?
HOMMES
OUI : 40 %
NON : 60 %

FEMMES
OUI : 60 %
NON : 40 %
Schématiquement, lorsqu'une consultation spécialisée est sollicitée, l'age en est la raison une fois sur deux

SELON VOUS L'AGE EST UN FACTEUR DE RISQUE D'ACCIDENTS DE PLONGEE ?

HOMMES
OUI : 14 %

NON : 84 %
NSP : 2 %

FEMMES
OUI : 15 %
NON : 80 %
NSP : 5 %

Commentaires sur cette question : globalement 4 plongeurs sur 5 âgés de plus de 66 ans, ne considèrent pas l'age comme un facteur de risque en soi mais beaucoup ont rajouté des remarques
Celles-ci sont résumées ci dessous…

- attention au poids du matériel
- attention à l'accessibilité du bateau et du matériel
- tenir compte de la force musculaire, éviter les efforts au maximum : planifier le plus possible, pas de plongée sportive (courant, efforts au fond etc.)
- maintenir sa condition physique par un entraînement régulier
- connaître ses limites : 30 mètres, courbe de sécurité ? Yoyos,
- se forger un mental
- LE NITROX pourrait compenser ce risque

CONCLUSIONS SUR L'ENQUETE

L'échantillon est certes de taille modeste et les résultats devront peut-être être confirmés sur une population plus grande mais il semble quand même que :

- le médecin consulté est un généraliste, mais sa compétence en matière de médecine de plongée, n'est assurée qu'une fois sur deux, ce qui peut être gênant à cet age particulier
- Le recours à des examens sanguins et ou spécialisés n'est pas systématique. La cardiologie domine ce chapitre, et notamment aucun test de type respiratoire n'est jamais retrouvé
- Les pratiquants ne considèrent pas leur age comme un facteur de risque à part entière, mais sont surtout attentifs à leurs capacités physiques à assumer la manutention du matériel et à leur confort.
- Les généralistes, spécialisés ou pas devront donc être les premiers informés des contraintes liées à l'age
- La place des examens complémentaires devra être précisée
- Les plongeurs doivent être informés des risques
- La recherche doit continuer

LES CONSEQUENCES ET LES RECOMMANDATIONS POUR L'EXAMEN DE NCI

En l'absence d'études, nous ne pouvons que confronter les effets connus du vieillissement et de la plongée bouteille sur les différents appareils dont le bon fonctionnement est nécessaire pour pratiquer sans (trop de) risques.
Rappelons que quel que soit le type de plongeur et le respect de toutes les règles, 70% des accidents surviennent sans faute de procédure, et que dans un certain nombre de cas, nos moyens d'exploration ne nous permettent pas de retrouver de cause identifiable.

RAPPELS SUR LE VIEILLISSEMENT

Le vieillissement n'est pas une maladie, c'est un processus naturel.
Un processus qui dépend du temps qui passe, de facteurs génétiques et environnementaux, même s'il s'accompagne de modifications cellulaires et structurelles qui vont plutôt vers l'altération. Hors pathologie, on s'aperçoit que les capacités fonctionnelles de la plupart des organes restent longtemps préservées ou peu endommagées.
Nous parlons ici du vieillissement sans incapacités, avec maintien des réserves fonctionnelles et des possibilités d'adaptation.
Ce qu'on appelle parfois le vieillissement réussi.
Ces effets sont inéluctables, mais permettent à l'individu de conserver ses activités, ou d'en envisager de nouvelles, dont la plongée bouteille.
Schématiquement

- diminution de la masse maigre viscérale surtout et augmentation de la masse grasse
- diminution des neurones corticaux, des neurotransmetteurs et des temps de réaction, ainsi que de la sensibilité aux agressions (dont la soif). Les diminutions de conduction participent entre autre de l'instabilité posturale.
- Perte de performance des organes des sens, presbyaccousie, presbytie, presbyvestibulie
- Moindre adaptabilité à l'effort du système cardiovasculaire
- Altération de l'appareil ventilatoire, baisse du VEMS et la Pa O2
- Dégradation de l'appareil locomoteur au détriment de la force musculaire et de la résistance mécanique de tout le système ostéoarticulaire
- Le rein voit son débit de filtration glomérulaire s'amoindrir
- Prostatisme et incontinences sont sources d'inconfort, puis de complications urinaires et parfois rénales
- Enfin vieillissement de la peau, une de nos barrière naturelle, à la fois programmé et induit par les expositions aux UV notamment

RAPPELS PHYSIOLOGIQUES LES EFFETS DE LA PRESSION

Les accidents et la maladie de décompression sont connus depuis longtemps sous le nom de maladie des caissons, décrite par Triger en 1841. Les scaphandriers et les ouvriers travaillant à la construction d'ouvrages d'art dans une atmosphère d'air comprimé avaient remarqué que c'est au retour à la pression barométrique normale que les symptômes apparaissaient (Pol et Watelle 1854). A l'époque il s'agissait principalement d'accidents osseux, voire vertébraux, douloureux, obligeant les ouvriers à se tenir courbés, d'où le terme anglo saxon de bend, qui désignera par la suite et par extension, l'ensemble des incidents ostéoarticulaires. Mais la mort n'était pas rare. On avait observé très tôt que le meilleur traitement était le retour à l'atmosphère hyperbare initiale.

En 1862, Bucquoy avait émis l'hypothèse d'une dissolution des gaz atmosphériques dans l'organisme sous l'effet de l'élévation de leur pression et la possibilité de leur dégagement sous forme de bulles, si la vitesse de décompression est trop élevée. Paul Bert en 1878, a le premier donné les règles prophylactiques en édictant les modalités de décompression et les règles thérapeutiques (respiration d'oxygène pur, recompression) pour les scaphandriers et les ouvriers travaillant en caisson hyperbare.

Comme nous l'avons vu dans l'historique, c'est Haldane qui le premier établira des tables permettant d'éviter cette conséquence qui disons le, gâche un peu le plaisir.

L'ACCIDENT DE DECOMPRESSION

L'ennemi du plongeur c'est la **bulle**

La production

Les gaz diluants, en l'occurrence l'azote se dissolvent dans le sang et les différents tissus dans des proportions qui dépendent de la pression (de la profondeur) et de la durée d'exposition (temps de plongée) ainsi que du type de tissus : c'est la loi de Henry.
En fin de plongée, lorsque le plongeur remonte, que la pression diminue, l'azote retourne à l'état gazeux et est éliminé sous forme de bulles véhiculées par le réseau veineux. Certaines peuvent profiter de shunts artérioveineux intra pulmonaires ou anatomiques (comme le foramen ovale persistant) pour passer également dans la circulation artérielle.
Produites en trop grande quantité, non ou mal éliminées par le filtre pulmonaire du fait de leur nombre et/ou de leur taille ou le shuntant, elles embolisent tel ou tel territoire et créent des situations d'hypoxie locales.

La formation

Les mécanismes évoqués sont théoriques
La cavitation
Les bulles se formeraient dans les zones de basse pression de l'organisme, dans lesquelles se détendent les gaz. Les cavités peuvent grossir en fonction des coefficients de solubilité et de diffusion des gaz environnants. Le CO2 a un rôle facilitateur, ainsi que les turbulences, des flux sanguins par exemple. Le cœur est une localisation privilégiée. Ces cavitations peuvent

perdurer,ce qui est dangereux, ou être entraînée dans des zones de pressions plus fortes, où elles disparaîtront.

La tribonucléation
Elle résulte des forces de frottements, fluides contre parois, et produit, en fonction de la vitesse des micro bulles. Celles-ci peuvent apparaître dans des tissus plus denses, dans lesquels la cavitation a peu de risque de se produire. Par exemple : les muscles, les tendons, les articulations et les tissus connectifs péri articulaires.

L'élimination

Toutes les plongées génèrent des bulles et la plupart se terminent bien !
Elles sont éliminées par le filtre pulmonaire, par diffusion. Mais si elles sont trop volumineuses et/ ou trop nombreuses, elles vont obstruer le filtre, et créer une hypertension artérielle pulmonaire avec ischémie.
Pour éviter que cette pullulation n'engorge le système d'évacuation, il faut limiter le nombre et la taille des bulles. Pour se faire, **la vitesse de remontée** doit être contrôlée, et ne pas dépasser un certain seuil pour éviter les trop fortes variations de gradian de pression (en France la FFESSM préconise un maximum de 17 mètres / minute.
Par ailleurs il faut s'arrêter à certaines profondeurs, **paliers**, pour laisser l'organisme éliminer les bulles déjà formées.
Il faut s'assurer que le **filtre alvéolocapillaire** fonctionne bien, en particulier au moment de l'examen de non contre indication, et s'aider si nécessaire, de tests complémentaires spécialisés.
On peut aussi apporter de l'**O2** à fort débit, dont la pression partielle va aider la **dénitrogénation** des bulles.
Se souvenir que la désaturation totale n'est effective qu'au bout de 24 à 48 heures, et que des manifestations peuvent survenir, même si c'est rare, jusqu'à 24 heures après l'émersion. On évitera notamment de prendre un avion dans les 24 heures qui suivent une plongée.
Enfin, apprendre et marteler auprès des plongeurs que tout symptômes inhabituel survenant à la sortie de l'eau, ou en fin d'immersion, doit être considéré comme une accident de plongée, jusqu'à preuve du contraire, ceci afin d'éviter un retard d'évacuation.

Les symptômes

L'issue de ces corps étrangers dans l'organisme se manifeste par une symptomatologie qui dépend du secteur où ils se trouvent.
Les conséquences peuvent être directes, par dilacération des tissus, obstruction ou compression des vaisseaux sanguins et lymphatiques, à l'origine de douleurs et d'hypoxies.
Les accidents les moins graves sont ostéoarticulaires, les **bends**, extrêmement douloureux, mais souvent entièrement régressifs sous traitement. Ils peuvent néanmoins annoncer plus grave, car une des caractéristiques des ADD est leur évolutivité et la labilité des symptômes dans le temps ;
Les plus craints sont bien sûr les **accidents médullaires**, avec leur cortége de séquelles possibles et parfois lourdes, ainsi que les **accidents vestibulaires**, rarement vitaux, mais souvent invalidants.

Un dégazage explosif peut même se solder par une atteinte cérébrale, souvent plus bruyante, mais qui récupère en général mieux.
Les conséquences peuvent être indirectes, si le traitement est retardé
Les bulles se comportent dans le sang comme des corps étrangers et l'accident initial de décompression, va être le point de départ de désordres sanguins et tissulaires qui vont évoluer par la suite pour leur propre compte : c'est **la maladie de décompression:**

- la présence des bulles entraîne une hyper adhésivité plaquettaire
- Il y a libération de substances vasoactives
- Extravasation capillaire
- Activation de la coagulation avec risque de CIVD
- Pour finir, cette situation hautement ischèmiante, va libérer de l'acide lactique

Comment réduire les conséquences bullaires?

Le moyen le plus radical est bien sûr de ne pas plonger.
Plus sérieusement trois angles d'attaque :

- éviter de mettre dans l'eau des sujets à qui leur était de santé ferait courir un trop grand risque : c'est l'objectif de l'examen de non contre indication
- limiter la production de bulles en plongeant moins longtemps, moins profond, rester dans ce qu'on appelle la courbe de sécurité, c'est-à-dire des plongées qui en fonction de leur profondeur et de leur durée, ne nécessitent aucun paliers imposés. Eviter de produire des efforts, notamment de palmage, qui accentue le débit cardiaque.
- Respecter les consignes de sécurité : remonter lentement, afin que la pression diminue le plus doucement possible, respecter les paliers nécessaires.
- Empêcher les augmentations de pression intra thoracique afin que les bulles suivent le trajet d'élimination normale. D'autant que l'examen de base ne peut dépister les shunts anatomiques ou pulmonaires droits gauches qui faciliteraient un mauvais «dégazage».

Les facteurs favorisants

Pour éviter un accident, des règles strictes sont donc à appliquer, mais cela ne suffit pas toujours. Les enquêtes annuelles collectées par le Dr Bruno GRANDJEAN montrent une proportion croissante d'accident sans faute de procédure, près de 70% en 2007. C'est d'autant plus alarmant, que les plongeurs ignorent souvent cette réalité.
On les appelait auparavant accidents immérités, terme à oublier car en fait s'ils n'ont pas causes techniques, ces accidents ont presque toujours une explication. Cela nous amène à parler des facteurs favorisants.
Le plus simple est de les lister, c'est d'ailleurs sous cette forme qu'ils sont inscrits dans les passeports des plongeurs (passeports plongée!).

- un effort musculaire juste avant, pendant ou juste après la plongée, on parle là d'efforts intenses même si pas forcément longs
- Des plongées qui se succèdent sans journée de «repos» avec une accumulation d'azote qu'aucune table ni ordinateur de peut évaluer réellement

- Des remontées, et donc des descentes nombreuses et répétées, comme dans les cursus de formation, plongées dites yoyo ou ludion
- La fatigue, souvent méconnue, manque de sommeil, hypoglycémie
- Le manque de condition physique
- Le stress, notion subjective, là aussi souvent négligé, et dont l'impact n'est souvent reconnu qu'à posteriori
- Le **froid**
- L'obésité, l'hypercholestérolémie et les repas trop riches en graisse et/ ou en alcool
- La **déshydratation**
- Et enfin les ages extrêmes, dont les **plus de 60 ans**

Tous ces facteurs doivent faire l'objet d'une prévention active, car ils sont pour la plupart évitables. Ce sont eux qui imposent cette vigilance devant des symptômes plus ou moins évocateurs, et parfois tus ou non pris en compte, au prétexte qu'aucune erreur de procédure n'a pu être retrouvée.

<u>L'influence de l'age</u>

En théorie, on voit nettement qu'à plus de 65 ans, le risque de formation de bulles « surnuméraires » est majoré.

- le vieillissement musculaire, articulaire et tendineux, et le moindre rendement du système musculosquelettique, et les frictions dans les cavités articulaires.
- Les valves rigidifiées, moins étanches entraînant des phénomènes de régurgitation qui augmentent le risque de cavitation, ainsi que la perte d'élasticité des parois artérielles et les plaques d'athérome
- La production plus forte de CO2 directement actif, et qui également produit de la chaleur locale
- L'accroissement relatif de la masse grasse qui permet un stockage plus important de gaz diluants, et un risque d'emboles lipidiques.
- La diminution de la quantité totale d'eau corporelle aggrave la déshydratation elle même « bullogéne » »
- Le filtre pulmonaire-la diffusion alvéolocapillaire
  Le nombre d'alvéoles diminuent, ainsi que la surface d'échange alvéolocapillaire, ce qui couplé à la baisse relative du débit cardiaque, limitera les possibilités d'éliminations.
  La « re circulation bullaire » par les shunts droits gauche, par réouverture d'un foramen ovale perméable du fait du stock de bulles en attente, est un risque supplémentaire du vieillissement. A ceci s'ajoute l'hypertension artérielle pulmonaire, l'hypoxie et le re-largage de substances vasoconstrictrices.
- Au stade de maladie de décompression, les altérations cumulées de l'age ne favoriseront pas un retour rapide ni facile à la normale

LES BAROTRAUMATISMES

Aborder l'accidentologie de la plongée même succinctement, ne peut faire l'impasse sur les barotraumatismes. Ceux-ci sont en rapport avec la loi de MARIOTTE sur l'influence la pression sur les gaz : plus la pression augmente, plus le volume du gaz diminue, et inversement. C'est cet inversement qui pose problème.
Lorsque les gaz ne peuvent ni occuper les cavités naturelles à la descente, ni s'en échapper à la remontée, celles ci sont exposées à des dégâts;
Le plus grave est sans conteste le barotraumatisme pulmonaire (anciennement appelé surpression pulmonaire): si pour une raison ou une autre (blocage volontaire ou non de l'expiration, obstacle anatomique etc.) l'air ne peut s'échapper des alvéoles et que son volume augmente, celles-ci explosent littéralement, et selon l'étendue des destructions, on aboutit à des troubles respiratoires plus ou moins sévères, des troubles hémodynamiques (ça saigne) et des risques emboliques (d'air cette fois et non d'azote). Le coma voire le décès, ne sont pas rares.
La prévention est fondée sur la maîtrise de l'expiration à la remontée,ne jamais la bloquer, et sur le dépistage des situations anatomiques ou pathologiques à, risque (laryngocéle, asthme etc.) encore une des nécessités majeures d'un examen de non contre indication rigoureux.

LES DIFFERENTS APPAREILS ET FONCTIONS

L' ADAPTATION A L' EFFORT

La réalisation d'une plongée doit en principe être conçue pour éviter au maximum les efforts.
On annule la plongée si les conditions météorologiques font craindre un courant important contre lequel on aura à lutter ou on pratique une plongée dérivante (c'est le bateau qui suit les plongeurs après la mise à l'eau, et les récupère lorsqu'ils ont fini, portés par le courant).
On ne prévoit pas de travail sous l'eau, la plongée étant une activité essentiellement contemplative.
Enfin on devrait favoriser l'équipement et la mise à l'eau du plongeur avec le moins possible de manutention.
Cependant :
Toutes ces conditions ne sont pas forcément réunies.
En France persiste encore dans certains clubs ou chez quelques encadrants, un esprit «commando».
Mais surtout, il y a des situations imprévues où un effort est nécessaire, un courant qui n'existait pas en surface, une ancre à déplacer, un sortie par erreur en pleine eau obligeant à palmer pour rejoindre le bateau etc.…
On a là un des principaux facteurs de risque d'accident, lié à la capacité qu'aura, ou pas, l'organisme à s'adapter à l'effort et à gérer la production de bulles supplémentaires qu'il va engendrer.
Dans ce contexte l'hypercapnie peut entraîner un essoufflement, et aggraver la sursaturation.
Finalement, tout l'intérêt de l'examen respiratoire et vasculaire, est de déterminer si l'individu sera apte physiquement à assumer les situations classiques et habituelles mais aussi, du mieux possible les événements exceptionnels.

Que se passe-t-il en plongée?
En hyperbarie la ventilation maximale diminue alors que le travail ventilatoire augmente.
Celui-ci sollicite beaucoup plus qu'en surface, les muscles respiratoires accessoires (para sternaux, scalènes, intercostaux…) avec pour conséquence une surconsommation d'O2 et une augmentation de la VO2. Cette « sur utilisation » d'autres muscles que le diaphragme expose à un risque de dyspnée limitant les possibilités d'exercice maximal.
Chez l'adulte, la VO2 max, capacité optimale du corps à consommer de l'oxygène est classiquement comprise entre **20 et 90 ml.kg.minute**, et on sait depuis ASTRAND qu'elle baisse à partir de 25 ans, d'environ 0,8 % par an ou pour d'autres auteurs de 10% à 20 % par décades.
Par ailleurs, Gardette et Carturan ont déterminé que le seuil significatif de VO2 max au dessous duquel la production de bulles était anormale, est de **40 ml.kg.minute.**
On voit bien que même avec un niveau de départ élevé (pour une moyenne de 60), on atteint ce seuil vers l'age de 60 à 65 ans.
En réalité, on sait par les mesures réelles, que la VO2 max est en moyenne de 40 ml.kg.minute dès l'age de 30 ans.

Pourquoi cette baisse avec l'age? (in Aptitude Physique Santé et Vieillissement)
Tout tient dans la capacité à transporter l'oxygène
Avec l'age la fonction respiratoire subit une altération des amplitudes, de la ventilation maximale et des échanges gazeux.

Il y a des modifications hémodynamiques, avec baisse du volume éjectionnel systolique maximum et de la fréquence cardiaque maximale, donc du débit cardiaque.
Les modifications de la composition corporelle, augmentation de la masse grasse au détriment de la masse musculaire, diminuent les possibilité de captation de l'oxygène, d'autant plus avec la baisse d'activité des enzymes oxydatives, des mitochondries et l'altération du réseau capillaire musculaire.

Comment limiter les «dégâts»?

Le vieillissement est donc à lui seul un facteur de sur risque bullaire.
Que faire pour retarder l'inévitable?
Seul l'entraînement régulier permet de freiner cette baisse, la limitant à 6% par décade.
Toutes les études le confirment, de même qu'on a démontré que le maximum de gain sur le niveau initial de VO2 max s'obtient jusqu'à 18 ans. Cette valeur est donc non modifiable pour le plongeur.
L'entraînement régulier d'une durée de 30 minutes au moins par séances, atteignant au moins 80 % de la VO2 max sur une période d'au moins 8 à 15 semaines, permet de ralentir significativement le déclin, puis de stabiliser les valeurs au-delà.
Il améliore le métabolisme du glucose, réduit la masse grasse abdominale ce qui réduit l'insulinorésistance. Il normalise le LDL cholestérol. On constate également un effet bénéfique sur l'hypertension et une meilleure redistribution du débit cardiaque vers les muscles qui travaillent.

Mais le cœur et les poumons ne sont pas les seuls concernés. La plongée est une activité ou la manutention du matériel est particulièrement sollicitée. Une bouteille de plongée pèse en moyenne 15 kg auxquels s'ajoute le lestage, entre 1 et 10 selon la corpulence et l'aisance du plongeur. Si une fois immergé, le poids apparent de tout ceci est minime (voir les lois d'Archimède), en surface, ça pèse !
Or la force musculaire diminue avec l'age, parallèlement au vieillissement ostéo articulaire.
Nous pouvons admettre que la population dont nous parlons est relativement active, mais elle n'est pas pour autant à l'abri de la décroissance (programmée dès 35 ans) de la masse osseuse.

La diminution de la force musculaire
Une étude ancienne (Sundstead AM J clin Nutr.1967) estimait que 70 % des femmes et 25% des hommes de plus de 70 ans étaient incapables de soulever un poids de plus de 4 kg. Il est certain que parallèlement à la diminution de la masse des muscles, leur contractilité et leur vitesse de contraction s'altèrent de manière encore plus nette. Cette dégradation touche préférentiellement les muscles des membres inférieurs. Elle est liée à plusieurs facteurs, dénervation des unités motrices, diminution de la production hormonale somatotrope et de l'effet anabolisant de l'insuline, de la synthèse protéique et des apports, sécrétion inappropriée de cytokines inflammatoires et enfin sédentarité.

Les altérations ostéoarticulaires
L'ostéoporose qui affecte la résistance mécanique de l'os, trabéculaire pour les vertèbres, cortical pour le col fémoral augmente le risque de fracture pour des traumatismes minimes.
Le vieillissement articulaire et tendineux source de douleurs et de ruptures participe aussi à la fragilisation du système.
Si un traitement préventif existe pour la première, le second ne peut être freiné et seules ses conséquences douloureuses peuvent être soulagées.

Les recommandations

Le médecin

Il doit pouvoir évaluer les capacités d'effort du sujet. Les mesures réelles de la VO2 max sont inaccessibles pour le simple généraliste et ne peuvent être réalisées aisément partout. Les tests simplifiés comme le Ruffié Dickson sont très imparfaits. Il sera quand même proposé en médecine de plongée, plusieurs études ayant démontré que ses valeurs étaient corrélée au niveau de « bullage » de l'individu. Sa variante, dite de Dickson, serait plus intéressante excluant le rythme cardiaque parfois artificiellement majoré par le stress de l'examen.

Le step test sensé approcher les valeurs de VO2 max n'est pas non plus très précis et parfois de réalisation difficile. Il peut être l'occasion d'évaluer indirectement les capacités d'équilibre du sujet.

Mon sentiment est qu'à partir de 65 ans on peut légitimement demander **une épreuve d'effort** chez un cardiologue, tous les deux ans sauf anomalie, et que l'absence d'ischémie clinique ou élecrocardiogarphique ainsi que la fréquence maximale atteinte, peuvent donner des renseignements suffisants comme reflet indirect mais quantifié des capacités à l'effort. On se méfiera de la formule 220 – l'age pour déterminer la fréquence cardiaque maximale, et on se fiera plus à la quantité de METS produite.

L'interrogatoire puis l'examen doit rechercher les signes d'atteinte ostéoarticulaires, les antécédents rachidiens, les syndromes douloureux et les facteurs de risque d'ostéoporose notamment chez les femmes.

L'examen doit pouvoir évaluer au mieux la faisabilité de l'activité, mais il ne peut la garantir à 100 %.

Le candidat plongeur

Finalement, le type de recommandations sera toujours le même, centré sur l'activité physique et/ sportive régulière. Les mesures plus spécifiques sont détaillées dans les chapitres consacrés aux systèmes cardiovasculaire et respiratoire.

Les conseils nutritionnels ne seront pas à négliger. Rien de très spécifique concernant la plongée, une alimentation riche en protéines et sucres lents tout en luttant contre un surpoids trop agressif pour le système articulaire.

Appliquer comme pour toute activité physique, quelques règles de bon sens :

- exclure les efforts explosifs et en condition extrême
- varier les activités en alternant endurance et travail sur l'équilibre
- La marche en sera la base, aussi bien dans un cadre sportif que dans la vie de tous les jours
- Si le sujet peut y avoir accès, la pratique de la natation est en tous points logique
- Il faut s'adapter aux goûts et aux aspirations : golf, tai chi ou danse, tout est bon
- Un exemple concret : 30 minutes de marche soutenue 5 fois par semaine et deux séances d'assouplissement avec travail de l'équilibre

LE CŒUR LE VIEILLISSEMENT ET LE PLONGEUR

LES MODIFICATIONS LIEES A L AGE

Sur une radiographie thoracique standart, on pourrait penser que l'age n'influe pas ou peu sur le cœur, car, hors pathologie, l'index systolique ne varie pas.
En fait, **c'est l'architecture** qui change.
Le nombre de myocytes diminue, et ceux –ci augmentent de taille. Parallèlement la fibrose s'étend par le phénomène de la glycation.
Cela affecte la compliance myocardique et donc le remplissage ventriculaire, mais aussi l'impédance de l'aorte dont la rigidité va gêner indirectement le ventricule gauche.
De plus la réactivité aux stimulations des catécholamines baisse par diminution des récepteurs ß, et atteinte des deux branches du système nerveux autonome.
L'endothélium subit également des perturbations. Celui des vaisseaux, avec la diminution de production du NO (monoxyde d'Azote) aux propriétés vasodilatatrices, mais également celui du myocarde, ce qui réduit la contractilité cardiaque.
Ces modifications peuvent être résumées sur le tableau suivant qui rend compte du mécanisme qui aboutit à la surcharge quasi permanente du ventricule gauche du sujet âgé.

GROS VAISSEAUX
Glycation fibrose altération fonction endothéliale

↑ RIGIDITE EPAISSEUR ↑ CALIBRE DES VAISSEAUX
IMPEDANCE AUGMENTEE
↙ ↘
SURCHARGE GAUCHE ISCHEMIE par altération coronaire et dysfonction épithéliale
↘ ↙
HYPERTROPHIE MYOCARDIQUE
Pertes cellulaires – Fibrose
↙ ↓ ↘
Hypertrophie ventriculaire Gauche ↓ Dysfonction diastolique
Dont la fréquence ↑ avec l'age **ISCHEMIE D'EFFORT**

A L'EFFORT

Les cardiologues du sport ont coutume de dire qu'à l'effort, le cœur du senior, se comporte comme un coeur de jeune sous ß bloquants.
Le débit cardiaque reste stable pour un effort équivalent, mais c'est plus grâce à la loi de Starling qui permet l'augmentation du volume d'éjection, qu'à la fréquence cardiaque maximale qui est limitée.
Mais cette compensation ne fonctionne que jusqu'à un certain point. Le remplissage, n'est pas parfait, surtout si on considère les modifications des valves, qui soit se resserrent, soit perdent leur étanchéité, soit les deux. De plus si la contractilité reste assez longtemps préservée, la période réfractaire, elle, est vite majorée. Enfin le contournement de cette gène au remplissage

par la compensation auriculaire, trouve ses limites dans les dysfonctionnements que cette surpression va provoquer dans l'oreillette, dont la fibrillation auriculaire.
Et dans le meilleur des cas le tableau précédent montre bien que même sans pathologie coronarienne, les altérations myocardiques et vasculaires liées à l'age, aboutissent à une ischémie.
Même en s'en tenant à des sujets exempts de pathologie, on ne peut négliger certains effets indirects de l'age qui vont aggraver ce risque d'inadaptation à l'effort.
L'age favorise l'expression tardive de gênes à pénétrance faible, notamment pour l'athérome.
Certains facteurs de risque sont malheureusement liés au vieillissement, dans nos sociétés dites de progrès, dont l'isolement, la sédentarité et la pauvreté, source entre autre de malnutrition.
D'autres sont communs à toute la population, mais la durée d'exposition s'allonge quand on vieillit, comme les dyslipidémies, l'hypertension artérielle, mais aussi hors pathologies, le tabac actif et passif, et la pollution.

COMMENT FAIRE MIEUX ?

En toute logique, en réduisant la fréquence de repos, l'entraînement régulier augmente la réserve de fréquence maximale, et donc de débit cardiaque. Elle améliore également le retour veineux et donc le remplissage. Enfin il stimule le transit du calcium au sein du myocarde.
Cet effet a été démontré cliniquement à l'age de 70 ans dès 13 semaines de prise en charge, ce qui est très rapide (voir aussi adaptation à l'effort).
Il concerne bien sûr des sports doux, plutôt la marche ou la randonnée.

POUR CONCLURE AVEC L'AGE ET LE CŒUR

Au repos, et sauf pathologie associée, la fonction cardiaque reste longtemps adéquate.
A l'effort, l'inadéquation s'exprime de façon lente et progressive, mais peut être ralentie par un entraînement régulier et la prévention des facteurs de risque.

LES EFFETS DE LA PLONGEE SUBAQUATIQUE SUR LE CŒUR

L'IMMERSION ET LE SEJOUR AU FOND

On sait depuis Archimède, que le poids d'un homme plongé dans l'eau est à peu près nul (poids apparent), mais la pression hydrostatique (exercée par l'eau) est transmise à 85 % aux parois vasculaires. Il en résulte une hyper volémie relative (restriction de la distensibilité vasculaire à volume sanguin constant) aggravée par le passage d'eau interstitielle vers le plasma (avec en plus une hémodilution).

Le **Bloodshift**

Le transfert du gardian de pression dans le thorax entraîne une redistribution du sang périphérique vers le cœur et les gros vaisseaux, à raison de 600 à 800 ml, ce qui crée une surpression et un risque d'extravasation pulmonaire (voire le chapitre sur la respiration).
On peut noter que c'est la capacité à résister à ce phénomène qui rend compte en grande partie des performances des apnéistes «no limit».

La pression

Elle augmente le travail ventilatoire, quelle que soit la qualité du détendeur. A l'effort, lorsque la fréquence respiratoire et le volume courant augmentent, les alvéoles sont soumises en retour à de véritables coups de piston.
L'ensemble de ces phénomènes favorise l'oédème pulmonaire d'immersion (voire chapitre respiration age et plongée).

Les conséquences hémodynamiques

La pression veineuse centrale augmente de 10 mm de Hg en moyenne, et le débit cardiaque de 24 % environ.
La fréquence cardiaque varie beaucoup moins nettement qu'en surface, à l'effort. Les compensations se font par une augmentation des volumes, notamment auriculaires et de la compliance artérielle.
Globalement, les besoins métaboliques sont bien couverts, d'autant que la perfusion tissulaire est majorée.

A LA REMONTEE

Les contraintes mécaniques de la pression rediminuent, mais le « dégazage » de l'azote vient embouteiller le filtre pulmonaire, via la circulation veineuse. La pression artérielle pulmonaire augmente. Donc en plus du risque d'embolie gazeuse, ce phénomène peut altérer le remplissage ventriculaire gauche.

DIURESE ET BILAN HYDRIQUE

Difficile dans ce système de plomberie hautement spécialisé, soumis à des conditions extrêmes, de séparer la pompe du filtre.
La distension auriculaire inhibe l'hormone antidiurétique et stimule les peptides natriurétiques A et B. La **polyurie natriurétique** qui en découle (de source !), déjà majorée par l'augmentation du débit cardiaque, soulage l'hyper volémie et l'hémodilution initiale mais cela entraîne une **déshydratation intracellulaire** relative, qui va être d'autant plus importante que la plongée aura duré longtemps. Le froid sera (comme toujours !) un facteur aggravant, ainsi que l'effort (les deux fléaux du plongeur !).

APRES L'IMMERSION

Les pertes hydriques et l'arrêt brutal de la contention hydrostatique, font passer l'organisme d'une situation d'hyper volémie à une **hypo volémie** secondaire.
Celle-ci iso osmotique, engendre **peu de soif et est souvent négligée par le plongeur**. On a constaté par ailleurs que l'élévation des peptides NA et NB persistait longtemps après la sortie de l'eau (environ 4 heures), ce qui accentue cette déshydratation et peut créer, sur un terrain favorable, une ischémie secondaire, et du coup expliquer les **accidents de décompression de survenue retardée**. Surtout si une deuxième plongée (**consécutive ou successive**) suit la première (comme c'est souvent le cas dans les centres tropicaux ou pour les encadrants).

L'HYPERTENSION ARTERIELLE

Nous sommes censés parler de sujets en bonne santé, mais eu égard à la grande fréquence de cette pathologie et de l'efficacité des thérapeutiques ainsi que leur meilleure tolérance, nombreux sont nos aînés hypertendus qui mènent une vie normale, oubliant parfois qu'ils ont une pathologie.
La FFESSM a émis des recommandations en la matière.
Il y aurait 5 millions d'hypertendus de plus de 65 ans en France, et au niveau européen, 30 à 40 % des sujets de 65 à 74 ans seraient atteints, et 40 à 50 % au delà de 75 ans. Par ailleurs, la récente étude HYVET montre qu'un traitement est justifié quel que soit l'age.
En plongée, la tension artérielle augmente, et l'autorisation est soumise à certaines règles quelque soit l'age. Lorsqu'un traitement est institué, et dès lors que la tension au repos et à l'effort sont normalisées, il n'y a pas de contre indications formelles. On insistera une nouvelle fois sur un entraînement régulier de type endurance et l'évitement du froid.

LES ß BLOQUANTS

Jusqu' à présent, leur utilisation, quelle qu'en soit la raison, était une contre indication, en raison du risque majoré de bradycardie avec malaise et de celui majoré d'une mauvaise adaptabilité à l'effort (blocage de la fréquence cardiaque).
Cette année (2008), la fédération a encadré cette problématique (voir arbre décisionnel).
Schématiquement :

- si la pathologie pour laquelle le ß – est prescrit ne contre indique pas la plongée
- s'il ne provoque pas de troubles respiratoires
- si un test d'effort pratiqué avec le traitement, ne montre pas d'anomalie
- si un autre traitement serai beaucoup moins efficace

Alors et sous réserve d'un suivi régulier avec ECG annuel, on peut autistique l'activité.

LES PACE MAKERS

Il peut paraître un peu surréaliste d'envisager cette, situation, mais il existe des recommandations pour les troubles conductifs (BAV II et III sont contre indiqués) sans autre précisions, et pouvant laisser penser que les porteurs de PM peuvent plonger sans restrictions.
Les étasuniens sont encore plus sibyllins, puisqu ils conditionnent l'accord aux données fournies par le fabriquant sur la fiabilité de son appareil en pression. Aucun d'entre eux ne fournit cette information, mais il y a quand même des critères d'exclusion :

- exclus : les défibrillateurs implantés
- s'assurer que le boîtier ne soit pas déformable et ait été testé en pression
- que la pathologie ne cause et l'appareil permettent un effort d'au moins 80 % de la maximale théorique

En France nous devons les données au Dr **Vincent LAFAY**. Avant lui, le Dr DOUARD (1998) avait montré que la pression n'affectait pas le fonctionnement des appareils. Ce qui maintenant démontré c'est que :

- tous les boîtiers sont étanches à 60 mètres
- il y a une bonne tolérance fonctionnelle en dehors de quelques accélérations transitoires modérées
- à cette profondeur, la moitié des appareils est déformé, aucun à 30 mètres.
- Il faut préférer les boîtiers pleins en résine

- S’assurer de la tolérance à l’effort et réfuter ceux qui ne peuvent atteindre les valeurs normales de l’épreuve d’effort
- Limiter la profondeur à 30 mètres
- Exclure les patients qui ne peuvent pas se passer de l’appareil et/ou qui ont un troubles du rythme associé

Je n’ai pas retrouvé de données chiffrées sur le nombre de patients de plus de 65 ans concernés par ce«problème».

LE FOP (FORAMEN OVALE PERMEABLE)

Impossible de ne pas évoquer ce problème même s’il n’a rien de spécifiquement gériatrique. Le foramen ovale est un orifice inter auriculaire qui pendant la vie foetale permet l’apport de sang oxygéné d’origine maternelle. Il se ferme le plus souvent après la naissance lorsque le gradient de pression inter auriculaire s’inverse. Chez environ 30% des individus, le foramen ovale reste perméable pendant toute la vie.
Certaines études avaient évoqué un lien entre cette anomalie (mais vu sa fréquence peut on appeler cela, comme ça ?) et le risque d’accident vasculaire cérébral et l’incidence de la migraine. A un moment donné il avait même été question de faire prendre en charge sa chirurgie, à titre préventif. L’HAS n’a pas retenu cette disposition. Il semble qu’en fait, cet orifice de 3 à 6 millimètres, ne comporte aucun danger particulier, à la pression atmosphérique. La pression qui règne dans les cavités gauches, très supérieure à celle des cavités droites, le rend en fait virtuel.
En plongée, l’arrivée des bulles peut inverser cet équilibre pressionnel, et provoquer son ouverture, avec passage artériel.
L’implication du foramen ovale dans les accidents de décompression avait été évoquée par Paul Bert au XIXe siècle. C’est en 1969 que la première description d’un accident de décompression chez un aviateur impliquait un FOP. Le premier cas chez le plongeur fut décrit en 1986 par Wilmshurst (1986, BMJ) lors d’un accident de décompression mixte (cérébro-médullaire) après une plongée à 38 m pendant 15 minutes. Par la suite publieurs études ont retrouvé des corrélations entre ADD et FOP.
On s’est mis de plus en plus à rechercher des FOP chez les plongeurs victimes d’accidents cérébraux, vestibulo-cochléaires et médullaires hauts pour finalement retrouver une corrélation entre FOP et accidents de décompression centraux mais aussi entre ADD inexpliqués et shunt.

La recherche d’un FOP par échographie transthoracique est devenue systématique chez les plongeurs professionnels avant tout accident de décompression. En cas de découverte d’un FOP mis en évidence sans manœuvre de sensibilisation (au repos), avec une mobilité de la membrane de la fosse ovale et un diamètre important, il a été préconisé d’arrêter de plongée ou d’évoquer une éventuelle fermeture par méthode transcutanée (cathétérisme avec mise en place d’un système d’amplatzer) chez l’accidenté mais aussi lors de la découverte fortuite.

On utilise de plus en plus le doppler transcrânien dans la détection des shunts droit gauche. cette méthode, bien que très opérateur dépendant, est devenue celle de référence, car plus simple que l’échographie trans oesophagienne.

La présence d'un FOP favoriserait-elle des lésions cérébrales ischémiques asymptomatiques ?

. Une étude, celle de Schzermann (2001, Ann In Med), retrouve une corrélation sur une population de plongeurs âgés et fumeurs. Elle est la seule.

Germonpré (2005, Am J Cardiol). a repris 7 ans après (soit 286 plongées en moyenne par plongeur) des plongeurs qui avaient servi de population contrôle dans une étude précédente et a réalisé de nouveau une ETO ; ils retrouvent une augmentation de la prévalence et une majoration de la perméabilité de 22,5 %. On sait par ailleurs que le diamètre grandi naturellement avec l'age.

Alors la question est: contrairement à la population globale de plongeurs, doit on rechercher systématiquement un FOP ou un autre shunt droit gauche, chez tout candidat de plus de 65ans? Il n'y a pour l'instant pas de réponse à cette question.

LES RECOMMANDATIONS

Surcharge ventriculaire et auriculaire, ischémie, gène à l'effort, déshydratation sans soif etc. On voit que plongée et vieillissement ont beaucoup de points communs délétères.

Les médecins

Ils reçoivent en principe des plongeurs exempts de cardiopathies contrindiquantes, sauf que certains peuvent en être affectés sans le savoir, parce qu'asymptomatiques.
Il ne donc pas hésiter :

- à pratiquer un examen cardiovasculaire complet comprenant la recherche «policière» des facteurs de risque
- un ECG annuel systématique après 65 ans ne ma parait pas disproportionné
- l'échographie cardiaque doit être demandée au moins lors de la première visite pour ne pas passer à coté d'une anomalie infra clinique: la limite tolérée pour la fraction d'éjection, hors symptômes, est de 50 %
- De même une épreuve d'effort systématique pour le premier examen, ou au moindre doute ou encore en cas d'hypertension même équilibrée, de traitement par ß -, en cas de tabagisme, ou de deux facteurs de risque ou plus , de reprise après une longue interruption ou un accident de décompression.

On admet qu'entre 60 et 69 ans on doit atteindre plus de 8 mets, et plus de 7 après 70 ans. Pour les femmes, ces critères seraient ramenés à 6. Ces chiffres sont ceux de la SUHMS, et nous avons vu que PADI exige 13. La limite raisonnable n'a pas été fixée en France : 10 ?

Les plongeurs

On leur conseillera surtout d'agir préventivement sur les facteurs de risque:

- éviter de fumer et notamment après une plongée (risque ischémique+++)
- on se répète mais le message le mérite, d'avoir une activité physique régulière de type endurance (à fréquence cardiaque constante entre 60 et 80 % de la maximale théorique), d'autant que il a été démontré que produire un effort de ce type, sous maximal, de 40 minutes environ, de 20 minutes à 24 heures avant de plongée, avait un effet protecteur sur les accidents de décompression (BLATTEAU, GEMPP, PONTIER, CASTAGNA,

BOUSSUGUES et aussi GALLAND BOURDON rencontres de Cochin Décembre 2OO7).

- Boire suffisamment avant et après, même si on n'a pas soif, entre 0,5 à 1 litre. Ne pas s'inquiéter des réactions de sa vessie et de sa prostate. Si se soulager dans sa combinaison doit rester exceptionnel, il n'est pas interdit de la faire dans l'eau, et puis on peut choisir des clubs qui disposent de toilettes accessibles, y compris sur le bateau.
- Eviter les efforts avant, au fond et après la plongée: si les clubs commencent à comprendre l'intérêt médical et commercial de veiller au confort de leurs clients, certains encadrants ont plus de 65 ans, et ne prennent pas toutes les précautions.
- Eviter le froid, surtout si on est hypertendu
- Se protéger de tous les facteurs de risques évitables, c'est-à-dire tous si on excepte la pollution (mais pour cette dernière, on peut profiter de sa retraite pour s'engager dans le combat pour la préservation de la planète)
- De signaler tous les signes fonctionnels d'alerte, douleur thoracique, malaise, dyspnée inhabituelle, récupération anormalement difficile, gène au démarrage qui s'atténue après.

LA RESPIRATION

L'eau est devenue hostile pour l'homo sapiens depuis que ses très lointains ancêtres dans l'évolution, ont quitté l'océan pour faire leurs premiers pas sur la terre ferme.
C'est par définition un lieu irrespirable.
La technologie permet de dépasser ce handicap. De l'air, comprimé dans une bouteille, et détendu à la demande pour être respiré à pression ambiante (grâce au bien nommé détendeur).
Cette invention géniale a transformé l'exploration sous marine, mais tout tient à la façon dont le système ventilatoire va s'y adapter.

LA PRESSION ET SES EFFETS

LES CONSEQUENCES : POUR LA RESPIRATION

● La **pression ambiante** transmet au gaz une masse volumique qui entraîne des pertes de charges.
● Le **collapsus bronchique expiratoire,** phénomène naturel mais limité, augmente fortement, obligeant à une expiration active et prolongée, pour obtenir une vidange complète.
● Trachée et grosses bronches seront-elles plutôt gênées à l'inspiration
● Si l'hyperbarie ne modifie pas la compliance thoraco pulmonaire, attention aux combinaisons de néoprène trop serrées.

En fait tout concourt à augmenter le travail ventilatoire, d'autant plus si un effort est nécessaire.
La ventilation alvéolaire, entravée, va baisser fortement, et VEMS et Tiffeneau chutent d'environ 25 %.

LA DIFFUSION ALVEOLO CAPILLAIRE

D'elle dépend le risque d'hypoxémie et d'hypercapnie or…
● Elle est amputée par l'espace mort
● Elle dépend du cœfficient de diffusion du gaz ainsi que de sa nature
● L'augmentation de la masse volumique gène la ventilation alvéolaire et fait augmenter les espaces mort physiologiques
● Heureusement les différences de pression partielles varient peu malgré l'hyperbarie, ce qui limite la portée du phénomène

LE TRANSPORT DES GAZ

Pour l' **O2**
La pression augmente l'affinité de l'O2 pour l'hémoglobine, propriété qui est utilisée en thérapeutique hyperbare
Pour le **CO2**
L'hyperbarie augmente la fixation de l'anhydrase carbonique sur le globule rouge. L'équilibre CO2 ↔ HCO3 est déplacé vers le CO2 ce qui a pour effet d'augmenter le CO2 dissous et de contribuer à la formation de bulles.

LE CONTROLE VENTILATOIRE

En temps normal la fréquence respiratoire est principalement dépendante du travail du diaphragme, lui-même commandé par le tronc cérébral qui lui imprime une fréquence de base basse.
Les afférences comme les modifications de pression partielle en O2 et CO2 et le PH, peuvent agir sur cette fréquence par le biais du nerf vague (X).
Et donc, la bonne adaptation de la ventilation dépend :

- Du tronc cérébral
- De l'efficacité des afférences
- De la bonne musculature capable de mobiliser les volumes
- De la valeur de la pression d'occlusion buccale

En hyperbarie ce système est peu perturbé, même si l'on note :

- Une hypo sensibilité au stimulus hypercapnique avec moindre efficacité de la réponse mécaniques et une diminution des débits
- Pour une efficience équivalente le travail diaphragmatique s'accroît et les résistances augmentent.

LES ECHANGES THERMIQUES

Négligeables en surface, les pertes thermiques par voie respiratoire sont conséquentes en hyperbarie en raison du différentiel thermique entre l'air inspiré détendu, froid et sec et l'air expiré chaud et humide. Cet ait froid et lourd est de plus un excellent facteur de bronchospasme.

L'EXERCICE MUSCULAIRE

L'inspiration est limitée par l'augmentation de la masse volumique (ρ). Celle-ci augmente de plus la proportion de la ventilation dans les, sommets pulmonaires et donc l'espace mort.
Le débit expiratoire est réduit par la compression des bronches.
Tout se ligue donc pour que la réponse ventilatoire soit difficile et le risque d'hypercapnie assez grand.

TABLEAU RECAPITULATIF

Propriétés thermiques des gaz diluants
Bronchospasme - hypersécrétion
↓
↑ Pression hydrostatique → ↑ ρ → ↑ RP
↓ ↓
Anomalies ventilation/perfusion fatigue des muscles respiratoires
↓ ↓
Altération des échanges respiratoires
Hypoxémie/ hypercapnie

Tous ces phénomènes ont une intensité et un impact modéré chez le sujet jeune en bonne santé, tant qu'on ne dépasse pas 5 à 6 ATA (40 à 50 mètres).

L'AGE
Mais quand l'age vient modifier les paramètres physiologiques de la ventilation…
Passons sur le problème anecdotique de l'occlusion buccale, qui peut parfois être déficiente faute de dents. Les embouts de détendeurs s'adaptent à toutes les bouches, et il en existe même qui sont thermo formables, pour une étanchéité parfaite.
Une seule étude en français traite des modifications ventilatoires chez les plongeurs seniors, encore que le terme est compris dans son sens romain, d'aguerris et qu'elle concerne des sujets de plus de 40 ans. La nécessité de respirer sous contrainte augmente plutôt les volumes pulmonaires et en particulier la capacité vitale fonctionnelle, en corrélation avec le nombre d'années de pratique.
On constate aussi que le volume expiratoire diminue sans qu'on puisse le relier à un degré particulier d'obstruction bronchique.

LES CONSEQUENCES DU VIEILLISSEMENT BRONCHOPULMONAIRE

On considère que la pression partielle d'O2 qui règne dans les poumons et qui est la plus forte de l'organisme, induirait un stress oxydatif réellement délétère pour l'appareil respiratoire, à long terme.
Sauf qu'on ne vit pas plus vieux dans les Andes !

● Les bronches

On sait que leur diamètre diminue avec l'age et que les stimuli de la broncho-dilatation sont émoussés alors que ceux de la broncho constriction persistent quasiment à l'identique.
Ceci définit le syndrome de spasticité bronchique du sujet âgé et c'est la modification la plus significative du système respiratoire vieillissant.
Si l'on exclu les facteurs de risque extérieurs qui vont l'aggraver, en supposant que notre sujet n'a jamais fumé, n'a ni BPCO ni emphysème, ni asthme, ni subit d'exposition à une pollution majeure, il reste de nombreuses circonstances susceptibles d'amplifier ce syndrome, qui semble rarement diagnostiqué, et insuffisamment traité.
La pratique de la plongée, à l'instar d'un reflux gastro oesophagien, d'une affection virale, ou d'une sinusite chronique, peuvent entraîner sa décompensation. En pratique ce syndrome est surtout sévère chez le grand vieillard.

● Les données fonctionnelles

Avant d'atteindre ces ages avancés on constate

- une baisse du VEMS de 30 ml par an dès 30 ans
- une baisse de la CVF
- Une élasticité thoraco pulmonaire qui s'altère, avec comme conséquence une perte de débit et une augmentation du travail thoracique et diaphragmatique.
- Parallèlement, la distensibilité pulmonaire augmente et il en résulte :
  - Une augmentation du volume de relaxation thoracopulmonaire et la capacité résiduelle fonctionnelle au repos
  - Une diminution du diamètre des petites bronches (diminution des forces de rétraction élastiques) avec augmentation du volume résiduel, de la capacité et du volume de fermeture

● Les muscles respiratoires

Ils perdent de leur force, ce que l'entraînement peut quand même ralentir.

● **La structure du poumon**

Elle se modifie, avec diminution du nombre de sacs alvéolaires, de la densité des capillaires et épaississement du parenchyme et des parois des bronches…

●…d'où une perturbation des **échanges gazeux** notamment de la PaO2 qui baisse jusqu'à 70 ans, puis devient indépendante de l'age, mais surtout l'hétérogénicité ventilation/perfusion qui augmente et génère l'hypoxémie.

● **La réactivité aux stimuli**

A l'hypoxie : elle est émoussée au niveau neuromusculaire et du VEMS

A l'hypercapnie : elle entraîne plus une augmentation de la fréquence respiratoire, que du volume courant, surtout si une hypoxie y est associée. Le risque d'**hypercapnie** est donc grand.

● **Et à l'effort…**

Ce qui précède est valable au repos mais à l'effort :

La consommation d'oxygène baisse, surtout du fait du vieillissement cardiaque (voir ce chapitre) : la pression d'éjection et la fréquence cardiaque maximale diminuent.

L'OEDEME PULMONAIRE EN PLONGEE

Chez la femme, on a constaté que la ménopause, du fait de la baisse du taux de progestérone, était une période favorisant l'oedéme du poumon en plongée. Mais en dehors de cette situation spécifique, qu'en est-il de cet œdème?

Depuis sa première description somme toute récente (Wilmshurts et coll. 1989), cette pathologie commune à la nage et à la plongée autonome, particulièrement en eaux froides, semble de plus en plus fréquente.

Elle est favorisée par le phénomène du Bloodshift, c'est-à-dire la redistribution du volume sanguin dans le thorax au détriment des zones périphériques, d'autant plus s'il fait froid, et qu'un exercice intense est réalisé.

En plongée les symptômes se voient à la remontée.

Dans la seule étude française disponible, en remarque que les femmes sont plus nombreuses que les hommes à y être exposées. Les japonaises peuvent même en être victime lors d'un simple stress émotionnel (qui du coup n'est plus si simple; c'est le takotsubo ou syndrome du cœur brisé).

Comment ça marche?

L'immersion provoque la redistribution de 600 à 800 ml de sang vers les vaisseaux intra thoraciques: dès cette phase initiale, des oedèmes peuvent survenir sur terrain prédisposé d'insuffisance cardiaque. Nous supposons que notre plongeur est exempt de pathologie.

Lors de la descente, la pression veineuse centrale peut augmenter de 10 mm de Hg. **L'effort** va lui, majorer la pression capillaire pulmonaire. **L'exercice physique** crée une hyperpnée qui engendre des contraintes mécaniques sur le parenchyme pulmonaire, mais aussi des tractions sur la paroi cardiaque, avec libération exagérée de BNP et pro BNP (peptides natriurétiques) qui augmentent la perméabilité capillaire, et donc facilitent l'œdème pulmonaire ; Lors de la remontée, l'effet de contention de la pression persiste, alors que la pression alvéolaire chute, entraînant la transsudation du plasma des capillaires vers les alvéoles.

Le froid augmente l'effet de l'immersion et la thermo neutralité est rare en plongée (en fait il n'y en a jamais).

L'hyperoxie, donc la profondeur, provoque aussi une vasoconstriction périphérique ainsi qu'une baisse le la fréquence cardiaque et de la contractilité du ventricule gauche. Néanmoins, son effet facilitateur sur l'œdème reste à démontrer avec certitude.

L'air froid et lourd respiré par le plongeur aggrave les pertes thermiques et augmente les résistances ventilatoires par broncho constriction et hypersécrétion.
La désaturation provoque la formation de bulles circulantes silencieuses mais qui vont « encombrer » le système alvéolocapillaire et l'enflammer. Elles seront d'autant plus nombreuses que la plongée aura été longue et profonde.
Les facteurs hormonaux : Il y a une nette prévalence de femmes ménopausées (65%) dans l'étude en question, et cela pourrait impliquer un rôle hormonal.

LES RECOMMANDATIONS

Pour le médecin
Interrogatoire et auscultation bien sûr, mais aussi **débit mètre de pointe** (alias peak flow) et le PIKO 6 pour l'évaluation du VEMS et au moins à une occasion une **radiographie** pulmonaire CV
afin de disposer d'un cliché de référence.
Le test de Flack peut compléter ce bilan
Une **EFR** me parait une précaution légitime à proposer systématiquement après 65 ans puis selon un rythme qui dépendra des résultats, et ce afin de dépister les troubles bronchiques asymptomatiques, ou en cas d'antécédents connus d'asthme ou de BPCO.

Pour les plongeurs

Eviter voire proscrire les plongées en **eau froide**: à ce titre 18°C parait une bonne limite. (pour l'enfant les recommandations prescrivent de ne pas aller au dessous de 12 degrés Celsius, ce qui parait déjà extrêmement froid!Il n'y a pas de limites recommandées pour les sujets âgés)
Eviter voire proscrire les plongées à plus de **5 ATA** c'est-à-dire au delà des 40 mètres.
Eviter de se mettre en situation de produire des **efforts importants**, en préférant les plongées dérivantes aux luttes stériles contre le courant, se déhaler le long du bout pour la descente plutôt que palmer et surtout savoir renoncer si les conditions ne sont pas favorables.
Attention aux manutentions.
Les femmes ne peuvent pas éviter la ménopause. Le **traitement hormonal substitutif** parait utile mais doit être discuté au cas par cas, en tenant compte des données récentes de sur risque de cancer du sein, notamment.
Enfin veiller au confort de la **combinaison** qui doit protéger efficacement du froid, sans comprimer le plongeur.

LE FROID

Le froid est l'un des ennemis du plongeur, un de ces facteurs qui vont contribuer à augmenter le risque accidentel, même sans faute de procédure. Le plus classique est l'accident vestibulaire, qui, s'il met rarement en jeu le pronostic vital, peut être à l'origine de séquelles extrêmement handicapante sur l'équilibre.
Dans l'eau les pertes thermiques sont 25 fois plus importantes que dans l'air. L'homéostasie, c'est-à-dire la température extérieure à laquelle celle du corps sera maintenue à 37° C sans effort ni protection particulière, est à 33° dans l'eau contre 25° à l'air.
En fait et malgré le réchauffement de la planète, ce type de conditions aquatiques n'existe pas même sous les cieux les plus cléments. Et pour les plongeurs nationaux le froid est souvent au rendez vous.
En zone atlantique, on va de 7°C l'hiver à maximum 18 à 20°C l'été. C'est un peu mieux en méditerranée où on atteint parfois les 27° l'été, mais 12 à 13°C ne sont pas rares l'hiver.
On le voit, impossible de ne pas faire appel aux moyens de lutte contre le froid.

Rappel sur les pertes thermiques
Elles se font schématiquement par 4 mécanismes presque toujours associés.
La conduction: transmission directe en fonction du gradian de température. C'est elle qui est 25 fois plus importante dans l'eau que dans l'air.
La convexion: l'échange d'énergie se fait par contact direct entre le corps et le fluide ambiant, d'autant plus si celui-ci est en mouvement.
Ce mécanisme et le précédent sont prédominants en plongée.
La radiation: c'est l'émission ou la réception d'ondes infrarouges, que l'on voit plus chez l'enfant, puisque dépendant de la surface corporelle et de son rapport avec le volume, environ 2,7 fois plus élevé que chez l'adulte.
L'évaporation: c'est la consommation d'énergie nécessaire pour faire passer un liquide (la sueur par exemple) à l'état gazeux (pour obtenir le refroidissement du corps après un effort).
En plongée ce phénomène concerne principalement l'évaporation qui sert à saturer le mélange gazeux respiré en vapeur d'eau. Celui-ci, issu de la bouteille, est en effet sec et froid.
Mais elle se manifestera aussi à la sortie de l'eau, au contact de la combinaison mouillée qu'on garde sur soi, ce qu'il faut éviter de faire.

Comment lutter?
Limiter les pertes
Par les moyens exogènes, la combinaison de plongée, mais aussi le choix de destinations aux eaux plus chaudes.
Générer de la chaleur
Celle produite par les organes centraux « nobles », au moyen d'une alimentation riche en glucides et protides
Celle produite par l'activité musculaire : le muscle aura lui aussi besoin d'énergie pour transformer l'ATP en ADP et en chaleur, selon la formule :

$$ATP \rightarrow ADP + phosphore + chaleur$$

Mais il aura également besoin de créatine phosphate pour la réaction inverse.

En condition anaérobie, il peut aussi fabriquer de l'ATP à partir de glucose, mais au prix de l production d'acide lactique.

Bien sûr, l'idéal est que l'oxygène ne fasse pas défaut
Glucose (ou protides voire même lipides) + O_2 + ADP + P → ATP + CO_2 + H_2O
Le CO_2 est éliminé par la respiration et l'eau par la circulation.

Symptômes et Effets de la lutte contre le froid
Ceux-ci doivent être connus du plongeur et l'alerter sur la nécessité d'interrompre son immersion.
La chair de poule
Le redressement des poils emprisonne une couche d'air ce qui limite la convection et produit aussi un peu de chaleur. La vasoconstriction artériolaire va limiter la conductibilité de la peau.
Les frissons
Ce sont en fait des contractions musculaires de 3 à 10 cycles / seconde de fréquence. Ils débutent par les masséters, faisant ainsi claquer des dents. Ils représentent la principale source de chaleur produite par thermogenèse mais ils seront vite dépassés et incontrôlables. Ils s'accompagnent d'une augmentation du rythme cardiaque et ventilatoire et à un moindre degré de risque mais source d'inconfort, de l'augmentation de l'envie d'uriner.
L'idéal est de ne pas les attendre
En effet le froid a un réel impact délétère sur la plongée bouteille

Le froid : les conséquences possibles
Perturbation de la coordination bouche nez, induisant un stress à l'origine d'un blocage expiratoire, de remontée panique et au final de surpression pulmonaire.
Perturbation de la décompression et augmentation du risque accidentel. Il y a hyperventilation, tachycardie, risque d'essoufflement avec hyper accumulation d'azote et de CO_2.
La lutte musculaire consomme du glycogène en mode anaérobie, libérant de l'acide lactique, source de crampes.
Tremblements et refroidissement des extrémités compliquent le maniement du matériel et la gestion des instruments .
On le voit, avoir trop froid en plongée peut très mal se terminer.

La prévention
Elle est d'autant plus nécessaire chez la personne âgée et un peu ignorée des plongeurs qui sont très vigilants pour les enfants (il existe même des recommandations fédérales officielles à ce sujet même si encore une fois elles paraissent un peu spartiates) mais beaucoup moins pour leurs aînés.
Chez les plus « vieux » l'ensemble des mécanismes de défense et d'adaptation sera altéré et ralenti, même si ce n'est que modérément.
Même chez le sujet entraîné, la masse musculaire finit par baisser ce qui retentit sur les possibilités de thermogenèse.
La tachycardie et les troubles ventilatoires induits sont plus difficiles à supporter.

Les recommandations et conseils

Le médecin examinateur
Son rôle de conseil le, place en première ligne de la prévention, tant il est vrai qu'il peu de risque de voir arriver dans son cabinet une personne réellement sarcopénique désirant quand

même se lancer dans la plongée bouteille ; En l'occurrence le problème sera surtout celui des vieux plongeurs, mais les conseils seront les mêmes pour tout le monde.

Les conseils au plongeur

Maintenir une activité physique régulière pour conserver le plus longtemps possible sa masse musculaire.

Préférer les eaux chaudes et même dans ce cas ne pas hésiter à se couvrir, notamment pour les plongées longues.

Les combinaisons de plongée « humides doivent être ajustées au plus près, pour limiter les mouvements d'eau entre elle et la peau et les pertes par convection. L'épaisseur doit en être suffisante en rapport avec la température, les ouvertures (ou fermetures éclairs ou autres) les moins nombreuses possibles, et de préférence limitées aux bras, jambes et torse.

Je n'aborderai pas l'usage des combinaisons étanches, sèches, qui nécessite un apprentissage technique et ne sauraient, à mon avis être proposées à tous sans discernement.

Les encadrants ne doivent pas hésiter à rechercher les signes de froid, et à interrompre la plongée dès leur apparition chez leurs élèves.

Il vaut lieux se déséquiper et se sécher (sans frictionner !) le plus vite possible dès la sortie de l'eau.

Des conseils de mode de vie, bien dormir, bien s'alimenter, sucres lents et protéines notamment, et éviter l'alcool.

On le voit des recommandations qui ne sont ni spécifiques du froid, ni de l'age, mais valables pour tous plongeurs.

L'OREILLE ET L' EQUILIBRE

Même dans le monde du silence, l'oreille reste un organe indispensable au plongeur et exposé par les conditions d'hyperbarie en cas notamment de manœuvres brutales sur les tympans.
Le bruit n'apporte que peu d'information en plongée, la conduction du son se faisant principalement par voie osseuse ce qui élimine la «stéréophonie» et rend quasi impossible la localisation de la source sonore : si par exemple on entend un bruit de moteur dans l'eau il est illusoire de déterminer d'où il vient, ce qui rend le plongeur vulnérable, et impose aux plaisanciers de respecter scrupuleusement la signalisation du bateau (drapeau, pavillon alpha).

Les effets de la plongée sur l'oreille et l'équilibre

Ce sont surtout les conséquences d'incidents sur l'oreille qu'il faut éviter. Sauf erreur de procédure la plongée ne rend pas sourd, mais une mauvaise maîtrise de la compensation peut créer des lésions.
La pression qui s'exerce sur les tympans doit être constamment équilibrée entre le milieu extérieur et l'oreille moyenne, de part et d'autre de la membrane, sinon… Pour ce faire le plongeur dispose des plusieurs manœuvres dont la plus usitée est celle dites de Valsalva, nez bouché par les doigts, et expiration forcée à glotte fermée (voire les accidents de plongée) , à faire régulièrement au cours de la descente avant de ressentir la moindre douleur.
Ce risque impose des restrictions pour ceux qui ont déjà par ailleurs une atteinte de leur audition. C'est le cas de la presbyaccousie, même si les traumatismes pressionnels ne sont pas cités dans les facteurs d'aggravation (ce sont plutôt la iatrogénie et les traumatismes sonores aigus, voire en annexe l'équation d'Hawkins): un barotraumatisme ne fera qu'aggraver les effets du simple vieillissement.
De même si les sourds peuvent parfaitement plonger à condition que leurs tympans soient compliants, une atteinte de l'audition peut gêner la compréhension des consignes données avant plongée, concernant le site, les conditions de mise à l'eau etc. avec un impact sur la sécurité bien sûr, mais aussi sur l'agrément. Idem après la sortie de l'eau.
L'équilibre est par contre fondamental dans un milieu où les références visuelles sont perturbées (voir age œil vue et plongée). Si la pression a peu d'influence sur les vestibules, le froid peut les irriter et favoriser un dégazage pathologique. De même, si en principe les effets sont symétriques et s'annulent plus ou moins, la présence d'une lésion tympanique, ou d'un banal bouchon de cérumen peut tout compliquer. Enfin les vestibules sont sensibles aux mouvements d'extension du cou, parfois brusques, que le plongeur peut être amené à faire, en fin d'immersion pour surveiller la surface. Ceux-ci se font entre 0 et 10 mètres, et là c'est la variation de la pression qui peut perturber cet organe.

Le vieillissement du système cochléovestibulaire

Nous avons déjà parlé de la presbyaccousie, qui est un élément à prendre en compte pour l'acuité auditive.
C'est surtout l'impact de l'age sur les vestibules et l'équilibre en général qui va ici nous intéresser.
Le système postural peut être perturbé par la baisse des afférences visuelles, et de l'efficience proprioceptives des articulations, de la peau, des tendons et des muscles.
Mais il existe aussi une presbyvestibulie du fait de la réduction du nombre de cellules ciliées et de fibres myélinisées vestibulaires. S'y ajoute un degré plus ou moins marqué d'artériosclérose de l'artère auditive et une déminéralisation des otolithes.

Tout ceci rend les vestibules encore plus sensibles aux accélérations brusques par rotation ou extension de la tête.

Les recommandations

L'objectif de l'examen est de traquer les troubles préexistants de l'équilibre et de l'audition, non ressenti (la plupart du temps, en général les candidats tiennent debout et pensent entendre suffisamment).

Le médecin

Il doit connaître les principales contrindications, qui ne sont pas spécifiques de la personne âgée mais qui seront peut être plus fréquentes chez elle.

- la surdité unilatérale ou une perte d'audition pondérée supérieure à 40 décibels sur les fréquences de 500 à 4000 hertz. Encore faudra-t-il différencier le vieux plongeur dont le déficit est ancien et la pratique prudente et expérimentée, du néo vieux qui voudrait débuter alors qu'il est déjà presque sourd. On conseillera le premier sans le contrindiquer, alors qu'on dissuadera plus volontiers le second.
- La surdité bilatérale, mais si le fonctionnement des tympans et de l'équilibre le permettent, et que les conditions d'encadrement et de compréhension sont réunies, les sourds peuvent plonger. Il s s'adresseront plutôt à Handisport qu'à la FFESSM pour obtenir le sésame mais le simple généraliste pourra être consulté pour des renouvellement. Pour avoir déjà plongé avec des sourds profonds je peux attester de leur excellent comportement dans l'eau: pour eux le risque auditif est nul !
- Otospongiose opérée
- Evidement pétro mastoïdien
- Ossiculoplastie

Il doit dépister les contrindications temporaires qui peuvent gêner ou empêcher la compensation tympanique et qui doivent être traitées et interroger sur les antécédents d'exposition aux bruits, professionnels ou non.

- Episode infectieux transitoire
- Polypose nasosinusienne en poussée
- Obstruction tubaire transitoire
- Syndrome vertigineux actif
- Perforation tympanique temporaire et susceptible d'être réparée puis testée

Il doit dépister les anomalies de l'équilibre

- Les atteintes graves et persistantes de l'équilibre, comme dans les séquelles d'accidents vestibulaires ou certaines maladies type Méniéres : ne pas oublier d'interroger sur les médicaments pris, notamment ceux à visée anti vertigineuse
- Rechercher un nystagmus, faire un test de Romberg classique et sensibilisé, une marche aveugle, voire une épreuve de Fukuda me paraissent le minimum
- L'ORL sera consulté au moindre doute avec notamment les potentiels évoqués vestibulaires dans les cas litigieux de séquelles de l'équilibre quelles qu'en soit la cause.

Le candidat

On pourra lui conseiller d'éviter les cotons tiges mais plus sérieusement de signaler toute sensation de vertige ou de perte d'équilibre passées ou présentes liées ou pas à la plongée. Comme à out autre plongeur on le mettra en garde contre les rhino-pharyngites et autres épisodes infectieux à venir.

L'ŒIL ET LA VUE

A l'évidence en plongée bouteille le spectacle est avant tout visuel; Certes la fédération handisport fait plonger des aveugles et ceux-ci apprécient d'évoluer dans ce milieu en impesanteur; Mais bon l'essentiel du plaisir est dans la contemplation des merveilles que recèle encore (pour combien de temps c'est une autre question!) le monde sous marin; Et la sécurité en plongée dépend beaucoup de notre faculté à lire les instruments, montre, ordinateur, sans lesquels le risque est grand de faire un accident.
Or l'ouie et la vue sont naturellement perturbés en plongée, par la pression et la réfraction particulière de l'eau. Parallèlement le vieillissement oculaire inéluctable, vient ajouter un handicap supplémentaire pour les pratiquants.

Vue et plongée

Les performances visuelles baissent dès l'immersion:

- l'indice de réfraction de l'eau voisin de celui de la cornée annule son pouvoir de convergence et nous transforme en hypermétropes sévères.
- La quantité de lumière reçue diminue avec la profondeur, et à 40 mètres, 1,5 % des rayons incidents parviennent à la rétine. De ce fait le plongeur est en mydriase quasi permanente ce qui a pour effet de mettre au repos les cônes rétiniens au profit des bâtonnets utilisés pour la vision nocturne. Le plongeur est dans le noir et la baisse de la discrimination fine gêne sa vision des couleurs et des détails de près.
- Le spectre chromatique se réduit à mesure que l'on descend, pour finir monochromatique, bleu puis noir.
- Si l'interface du masque corrige la convergence, elle réduit le champ visuel de 170 à 110 degrés.
- L'oeil lui-même soumis aux variations de pression, notamment lors des manœuvres d'équilibrations tympaniques, peut s'altérer. Les myopes sévères, par exemple risque le décollement de rétine, un glaucome peut s'aggraver.

Age et vision

En dehors des pathologies, dont il faut tenir compte, puisque leur fréquence va augmenter, mais dont l'appréciation sera la même quel que soit l'age, le vieillissement même normal de l'œil l'expose à des complications :

- Décollement postérieur du vitré
- Aggravation ou expression d'un glaucome, jusque là méconnu ou minime car peu ou pas symptomatique à la surface
- Comme la plongée, l'age diminue le seuil et le champ visuels, et altère la vision des couleurs
- A partir de 70 ans l'opacification du cristallin touche 6O % des individus

Les recommandations

Au total, age et plongée se combinent pour réduire les capacités visuelles, et cela doit inciter à la prudence, lors des visites de non contrindications, avec notamment un dépistage systématique du glaucome et la cataracte après 65 ans, mais d'une manière générale de toutes les situations exposant au décollement de rétine. A noter qu'avec les nouvelles méthodes laser (lasik°) de chirurgie réfractive, la contre indication n'est que temporaire et d'un mois

seulement. . Pour le reste les recommandations restent, en matière de myopie forte, ou d'acuité (qui doit être supérieure à 6/10 quelque soit l'age. On se reportera à la liste proposée par la FFESSM.
Les candidats doivent être informés que la plongée, non seulement nécessite une vue correcte, mais aussi peut avoir des répercussions délétères sur les performances visuelles.

LES PROBLEMES COGNITIFS

Il n'existe pas d'études de l'impact des troubles cognitifs sur le risque en plongée bouteille. Dans ce domaine nous ne pouvons que confronter les effets respectifs de l'age et de la plongée autonome, pour en tirer des recommandations, qui n'auront pour l'instant que valeur de conseils.
On peut noter à ce propos, que cette problématique du risque théorique est la même quelque soit l'appareil considéré.

Il ne s'agit pas de se prononcer sur l'autorisation à donner aux déments de type Alzheimer et assimilés, mais bien de nous pencher sur le vieillissement cognitif, lié à l'age, dans son aspect normal et physiologique.

AGE ET TROUBLES COGNITIFS

Selon une estimation récente, 50 % des sujets de plus de 65 ans, qui consultent leur généraliste, se plaignent de troubles de la mémoire. Dans la grande majorité des cas on ne retrouve aucun trouble objectif, mais lorsqu'il y en a, et que l'autonomie est préservée, on parle de MCI (Mild Cognitive Impairment) (1). La plupart du temps, les symptômes sont liés à un manque de stimulation, et les troubles s'amendent avec un réapprentissage. Ils sont longtemps compensés par la réserve cognitive, concept individuel qui dépend entre autre, du niveau scolaire.
Parmi les composants qui subissent le plus rapidement les effets de l'age, **la mémoire de travail et les stratégies mnésiques** sont les plus impliquées chez le plongeur.
A l'inverse, certains facteurs bénéfiques jouent en faveur à la fois du plongeur et de son vieillissement, à savoir **l'expérience** et le maintien d'une bonne condition physique.
La plongée est une activité technique, et la bonne compréhension de l'environnement et le bon maniement d'un matériel en état de marche (ce que le plongeur doit être en mesure de contrôler), garantissent le bon déroulement de l'immersion (même si cela n'est pas à 100%). La sécurité du plongeur et des membres de sa palanquée en dépend.
Les vieux plongeurs ont acquis des automatismes et une expérience qui les protégerons de certains comportements «déviants». Le Dr **BEAUPLET** évoque d'ailleurs cette explication dans son étude sur le risque après 60 ans : il semble qu'à cet même si on est plus exposé physiologiquement, on a pas plus d'accidents.

LA NARCOSE A L' AZOTE

Par contre, certaines situations de plongée sont de nature à perturber les performances intellectuelles du plongeur.
C'est le cas de la **narcose à l'azote**. Ce phénomène connu depuis 1835 (JUNOD) n'a trouvé son explication physiologique qu'en 1935 (BEHNKE et Al.) : la pression partielle élevée d'azote a des effets narcotiques, et ce dès 4 ATA soit trente mètres.
Ceci provoque des troubles de l'idéation (détérioration des facultés d'attention, de

(1) cette entité n'est pas reconnue par tout le monde et en particulier la revue prescrire considère qu'elle sert surtout à faire vendre les médicaments peu efficaces, voire pas du tout, qui ont cette indication: la revue l'appelle **M**ieux **C**acher notre **I**gnorance!

concentration et d'anticipation) et une désorientation temporo spatiale. On peut voir également des troubles de la mémoire immédiate, et parfois des hallucinations visuelles et auditives.
Les troubles psychomoteurs se traduisent par une altération de la dextérité manuelle.
Les troubles de l'humeur où l'euphorie souvent citée, avec surestimation de soi, peut conduire à des comportements aberrants et dangereux. Dans mon expérience, les plongeurs ressentent plutôt de l'anxiété, du stress et un une impression de mort imminente.
Cette narcose est favorisée par une vitesse de descente élevée avec manque de points de repères dans une eau turbide: la classique descente dans le « bleu » mais plus souvent dans le gris voire le noir, mais aussi par la prise d'alcool, d'hypnotiques, de cannabis et la mauvaise condition physique et l'instabilité émotionnelle du sujet.
Les causes réelles font l'objet de plusieurs hypothèses qui s'affrontent. La plus couramment admise est celle de MEYER et sa théorie lipidique de concentration du gaz dans les constituants des membranes cellulaires, les rendant hyperexcitables. D'autres auteurs évoquent le rôle des neurotransmetteurs.

Les recommandations

Pour le médecin

Vigilance surtout chez les néo vieux plongeurs, et ceux de passage, qu'on ne connaît pas.
Dans ce domaine les tests d'évaluation me paraissent difficiles à généraliser. Mieux vaut selon moi, si on en a la possibilité, s'appuyer sur une consultation mémoire si on a le moindre doute.
Les vieux plongeurs, par leur expérience et leur connaissance de l'examen médical donneront plus facilement le change et requièrent d'autant plus d'attention.
Interroger sur les habitudes de vie, l'alcool et la prise de psychotropes.

Les plongeurs

Ils devront se méfier des mauvaises conditions de visibilité, des descentes rapides même si elles sont grisantes, et être d'autant plus attentifs aux facteurs de risques habituels. Citons le stress, les nuits blanches, et le manque d'envie: mieux vaut alors renoncer. Mais ce n'est pas toujours facile, le plongeur étant un animal spécial au comportement volontiers «panurgique».

SYNTHESE DES RECOMMANDATIONS

POUR LE PLONGEUR
L'objectif global est finalement de tenir compte de ce que la physiologie normale du vieillissement nous informe en terme de risque supérieur potentiel d'accident de décompression, et de proposer des stratégies visant:

- à contre indiquer ceux qui doivent l'être
- à limiter au maximum la production de bulles pour les autres

Finalement, à bien y réfléchir, quels que soient les appareils considérés, respiratoires, cardiaques ou autres, les recommandations se recoupent le plus souvent.
Elles ressemblent beaucoup à celles qui s'appliquent dans d'autres situations de sur risque comme le FOP par exemple, qui pourraient tenir lieu de synthèse:
Réduire la production de bulles circulantes:

- éviter les plongées à paliers imposés (on reste dans la courbe de sécurité)
- pas de plongée successive, et encore moins consécutive, c'est une seule plongée par jour
- éviter de dépasser les 30 mètres
- limiter les efforts, en plongée et dans les heures qui suivent l'émersion
- pas de yo-yo
- remonter lentement, c'est à 10 mètres minutes et non pas 17 mètres minute comme préconisé actuellement pour les plongeurs tout venant, par la FFESSM

Limiter les facteurs de risque

- le stress, la fatigue
- le froid
- le manque ou l'absence d'entraînement physique
- l'obésité
-

A quoi on peut ajouter

- S'assurer que le club dispose du matériel de secours sur le bateau, et éviter' activité hors structure.
- Se sensibiliser aux techniques de manutention et portage de l'équipement de plongée, mais surtout s'arranger pour les réduire le plus possible, là encore en choisissant son club en conséquence
- S'hydrater avec de l'eau avant et après la plongée, (éviter la consommation d'alcool dans les 4heures qui précèdent et qui suivent une plongée saturante).
- S'intéresser au NITROX +++
- Et au risque de donner l'impression de prêcher pour ma paroisse, se souvenir que selon le règlement intérieur de la CMPN, les plongeurs doivent savoir que le recours à un médecin fédéral ou à un médecin spécialisé est conseillé toutes les fois que cela leur semble utile.

POUR LE MEDECIN
Orienter plus particulièrement l'examen cliniquesur:
1/La compatibilité des traitements avec la pratique de la plongée

2/L'évaluation cardiovasculaire
3/L'examen pulmonaire à la recherche d'un déficit ventilatoire.
4/L'évaluation de l'audition et informer du risque d'aggravation d'un déficit par barotraumatisme ou accident de désaturation
5/L'examen ostéoarticulaire et l'évaluation du risque ostéoporotique (prescription éventuelle d'une densitométrie osseuse*) du fait du port de charges lourdes.
6/ L'acuité visuelle chez les niveaux 3, 4 et encadrants.

Recommandations sur les examens complémentaires (au minimum):
1/ECG de repos
Pour tous à la visite initiale ou si n'a jamais été fait.
2/Epreuve d'effort recommandée

a /En cas de symptômes

Et/ou b/En cas de présence d'**un** facteur de risque cardiovasculaire (en plus de l'âge) parmi : tabac, troubles métaboliques (hyperlipidémie, diabète, surpoids), HTA, sédentarité, antécédents familiaux.

Et/ou c/Reprise d'une activité physique, de la compétition ou passage de brevet avec Épreuve physique (initiateur, N4, MF1, MF2)

d/ aux fins d'évaluation des capacités d'adaptation du sujet à l'effort

3/ EFR
Bien sûr en cas de symptômes, de performances insuffisantes à l'examen clinique, mais je dirais au moins une fois pour dépister le syndrome spastique asymptomatique. Le rythme sera à définir en fonction de l'évolution

LE FUTUR

Comment envisager le futur d'une population vieillissante appeler à s'accroître?
On peut souhaiter que les recherches puissent se poursuivre et aboutir à des recommandations plus précises, avec peut-être un «grade», et non de simples avis d'experts. Mais cela est vrai pour la médecine de plongée dans sa globalité.
On peut recommander de généraliser l'information et l'inclure dans les formations : comme toujours, être objectif sur les risques, sans effrayer plus que de raison. Les plongeurs âgés vivent parfois nos mises en garde comme une ségrégation.
On peut espérer que le terrain, les clubs, constaterons à leur tour que d'une certaine manière et peut être faute de mieux pour l'instant, les vieux sont l'avenir. Ils devront en tirer les conséquences en matière d'accessibilité, d'équipement et de confort afin de faciliter au plus grand nombre la poursuite de cette activité le plus longtemps possible.
On peut prévoir, qu'à l'instar de se qui est préconisé dans les autres situations de sur risque, le NITROX soit retenu et développé comme un très bon moyen de limiter la production de bulles d'azote. Il présentera d'autres inconvénients dont il faudra tenir compte.
Il est possible que tous ces plongeurs âgés dont j'ai bien l'intention de faire partie permettent par l'exemple donné, de sécuriser encore plus ce sport. Alors LA ROCHEFOUCAULT aurait finalement raison, mais pas au sens où il le pensait :
«Les vieillards aiment à donner de bons préceptes pour se consoler de n'être plus en état de donner de mauvais exemples»
Les précautions que nous prendrons pour les seniors pourraient devenir la norme.

CONCLUSION

Que ce travail soit accessible aux médecins gériatres qui ne connaissent rien à la plongée, ainsi qu'aux médecins de plongée qui ignorent tout de la gériatrie, enfin à tout généraliste confronté à cet examen si particulier chez un sujet qui ne l'est pas moins du fait de son age, c'était mon objectif au départ.
Difficile de dire s'il est atteint.
Difficile de savoir si le lecteur sera convaincu qu'un réel phénomène commence dans le petit monde de la plongée.
Difficile d'évaluer l'impact des recommandations, sur l'examen de cette population particulière ni dans la prévention qui en découlera.
Le nombre croissant de plongeurs âgés permettra peut être à terme d'obtenir les preuves scientifiques du risque encouru, et de dépasser le stade des suppositions fussent elles étayées par la confrontation des mécanismes physiologiques mis en jeu dans la plongée et le vieillissement.
Ce travail n'est qu'un début, une synthèse des quelques et rares écrits déjà connus, mais je l'espère une pierre supplémentaire au futur édifice: comment mener au mieux des connaissances et de l'intérêt du patient l'examen de non contre indication à la plongée bouteille des plus de 65 ans.

GLOSSAIRE

- PALANQUEE: groupe de plongeurs effectuant ensemble une plongée présentant les mêmes caractéristiques de durée de profondeur et de trajet (article 3 de l'arrêté du 22 juin 1998 modifié)
- NITROX: mélange respiratoire enrichi en oxygène, afin de réduire la quantité d'azote inhalé et donc dissous, et le risque bullaire, ainsi que la profondeur et la durée des paliers. La forte PpO2 permet de plus une dénitrogénation indirecte, et permet de gagner sur la fatigue physique. Elle rend compte aussi des limites du NITROX, car elle ne doit pas dépasser 1,6 bars, ce qui impose de ne pas dépasser certaines profondeurs, selon le % du mélange. Le Nitrox est défini par son % d'O2. .On peut dire que l'air est un NITROX 21%;
- ADD: accident de décompression
- MDD: maladie de décompression
- BT: barotraumatisme
- DAN ou dive alert network: association au départ américaine, née en 1977 réunissant plongeurs et spécialistes de la plongée, médecins ou scientifiques, et dont le but est la sécurisation de cette activité. Elle fonctionne comme un réseau, collecte les données sur les accidents partout dans le monde, en analyse les causes, dispense des formations, des conseils et émet des recommandations. Elle a même créé son système assuranciel et met à disposition de ses adhérents un numéro d'urgence disponible 24/24. Bien qu'il existe une branche Europe, son influence est surtout nette aux USA et pays d'obédience étasunienne.
- Loi de BOYLE MARIOTTE: à température constante, PV= constante, où P est la pression et V le volume ; Donc quand le plongeur remonte et que la pression diminue, le volume augmente. C'est la genèse des barotraumatismes.
- Sursaturation critique (v. loi de HENRY) : si la pression chute trop rapidement, le seuil d'équilibre entre gaz dissous et gaz « gazeux » est rompu, et une partie du gaz dissous retourne à l'état gazeux dans les tissus et les liquides en trop grande quantité pour les possibilités d'élimination.
- SLUDGE: terme hérité de l'industrie pétrolière, désignant la boue, et rendant compte de l'aspect du sang subissant la MDD, avec les troubles de la crase sanguine, l'hyper adhésion des plaquettes et hématies principalement
- METS ou Métabolic Equivalent, unité de valeur du niveau métabolique. Un met correspond au niveau au repos, soit environ 3,5 ml d'O2/ kg/mn
  2Mets correspond à 2 fois le niveau de repos, c'est-à-dire la consommation d'O2 lors d'une marche à plat de 2 miles /heure (soit 3,2 km/h).
- : PADI: Professionnel Association of Dive Instructors, structure américaine, créée en 1966 (Ralph D. Erickson, John Cronin, Chicago). Son orientation est plus franchement commerciale, que les structures fédérales à la française.
- Loi de Starling : plus un muscle est étiré, plus la contraction en retour sera puissante (jusqu'à un certain point). L'énergie de la contraction dépend de la longueur du muscle au repos.
- Loi de Henry : état d'équilibre dans la dissolution des gaz après un temps infiniment long, concernant un gaz soumis à une pression au contact d'un liquide, le nombre de

molécules entrant dans le liquide étant égal au nombre des molécules sortantes. On écrit C= S. P où S est le cœfficient de solubilité du gaz dans ce liquide

- Seuil lactique : intensité d'exercice au dessus de laquelle le taux d'acide lactique s'élève rapidement alors qu'à l'inverse le taux de bicarbonate (tampon) baisse. La plupart des auteurs le situe entre 3,5 et 4,5 mmoles / l
- Seuils ventilatoires: seuil maximal d'endurance aérobie, qui se situe à 55% de la VO2 max chez le sportif endurant.
- Mémoire de travail: mémoire à capacité limitée qui sert à très court treme, à stocker et manipuler des informations immédiatement utiles: retenir un numéro de téléphone le temps de le composer par exemple. Elle intervient dans la coordination des taches menées simultanément, et est forcément dépendante des capacités d'attention du sujet.
- Stratégies mnésiques: ce sont celles qui permettent de retrouver une information moins profondément codée et caractérisée qu'il n'aurait fallu, grâce notamment à l'indiçage et au réapprentissage
- Pression hydrostatique ou pression relative. C'est la pression exercée par le poids de l'eau. On considère pour simplifier que 10 mètres d'eau sont équivalents à une atmosphère.
- La pression absolue: c'est la pression réelle subie, addition de la pression atmosphérique et de la pression hydrostatique. Elle s'exprime en ATA (atmosphère absolue). Par exemple une profondeur de 30 mètres correspond à 4 ATA.
- Compliance: La compliance pulmonaire est la capacité du poumon à s'expandre en réponse à une augmentation de pression. Elle est généralement exprimée en ml/cmH2O. Elle est l'inverse de l'élastance. Elle caractérise la distensibilité : en effet, la compliance est d'autant plus haute que la pression nécessaire pour amener le poumon à un volume donné est modérée, selon la formule:

$$C = \frac{\Delta V}{\Delta P}$$

La compliance pulmonaire n'est pas constante mais varie selon une courbe à double point d'inflection. en effet, elle est faible lorsque le poumon est peu «gonflé» (atélectasie), grande lorsque le poumon est «normalement» gonflé. et de nouveau faible lorsque le poumon est surdistendu.

- Impédance aortique: Impédance artérielle à l'éjection

Autre définition de la post-charge VG

Par définition, impédance Ao:

- Z = PAo / QAo
- Varie donc à tout moment de l'éjection

L'impédance (et la post-charge) augmentent lorsque:

- PAo augmente (HTA, baisse de la compliance Ao)
- QAo diminue (RAC, CMH)

-
- ATP: Adénosine Triphosphate, molécule énergétique utilisable pour la contraction musculaire, l'énergie étant libérée par son hydrolyse (+ ADP)
- Principe d'Archimède : tout corps plongé dans un liquide (ou un gaz), reçoit une poussée de bas en haut égale au poids du volume déplacé. On peut écrire aussi que le poids apparent des objets plongés dans l'eau est égal à leur poids réel moins le poids de l'eau déplacée.

- Pavillon alpha: Depuis 1969, le pavillon Alpha du Code International de Signalisation, utilisé seul sur un navire, indique la présence de scaphandriers en cours d'exécution et que le navire a une capacité de manœuvre restreinte en raison des activités de plongée. Ce drapeau impose aux autres navires une vitesse réduite et de ne pas approcher à moins de 100 mètres. Une boule noire doit aussi se trouver en haut du mât si le bateau est au mouillage. Ce pavillon est reconnu par la CMAS.
- Le pavillon Alpha avec ses couleurs blanche et bleue peut s'avérer difficile à repèrer en mer. Certains lui adjoignent aussi un pavillon rouge avec une diagonale blanche, plus visible. Dans ce cas le pavillon doit se trouver sur une drisse séparée

BIBLIOGRAPHIE

- Vieillissement et accident de décompression L.**BARTHELEMY** Bull. ,MEDSUBHYP 2005, 15 (1) 01-10
- PLONGEE SOUS MARINE DE LOISIR EN SCAPHANDRE APRES 60 ANS. Enjeu socio-économique: à quels risques?
  Dr Bérengère **BEAUPLET** Cochin décembre 2007
- L'âge supérieur à 60 ans est-il un facteur de risque d'accident de plongée en scaphandre autonome ? Etude nationale rétrospective des accidents survenus de 1996 à 2005 Dr B. **BEAUPLET** 2006
- Capacité de gérontologie francilienne 1 ère année Mars 2002 support visuel Pr **BELMIN**
- Gérontologie pour le praticien Edition MASSON J. **BELMIN** C CHASSAGNE R GONTHIER C JEANDEL P PFITZENMEYER 2005
- Exercice musculaire deux heures avant une exposition hyperbare : une méthode de prévention contre l'accident de décompression ?
  BLATTEAU GEMP PONTIER CASTAGNA BOUSSUGES
  MEDSUBHYP Bull 17.1 2007 p 1-12
- PHYSIOLOGIE et MEDECINE de la PLONGEE **BROUSSOLE** MELIET COULLANGE Ellipse 2 éme édition 2006
- Les troubles cognitifs bénins et légers, mise au point, quotidien du médecin n° 8352 14 04 08 Dr Inge **CANTEGREIL** KALLEN, Dr Anne Sophie RIGAUD
- Le Tourisme senior Emilie **CARRERE** Mémoire 16.06.2005
- Vitesse de remontée, age, VO2 max, obésité et production de bulles circulantes après la plongée 1999 D.**CARTURAN**, A.BOUSSUGES, P.VANUXEM ; A. BAR-HEN, H BURNE et B. GARDETTE
- Le genou de Lucie Yves **COPPENS**, poche Odile Jacob mars 2000 in les prés humains page 21
- Œdème pulmonaire en plongée sous marine Facteurs de risque individuels et contraintes environnementales M.**COULLANGE** A. BOUSSUGES A. BARTHELEMY J REGNARD L D'ANDREA E GEMPP Y JAMMES Bull MEDSUBHYP 2007 17 (2) : 73-80
- Le vieillissement pulmonaire revisité J. **DALL'AVA SANTUCCI**, TV N guyen rev des maladies respiratoires 10.10.2006
- Plongée plaisir, initiateur, Alain **FORET**, éditions GAP 2006
- Une histoire de la plongée et des sports subaquatiques, hors série subaqua n°4 Alain **FORET**, Pierre MARTIN RAZI Mai 2007
- Stress oxydatif en plongée B. **GARDETTE** MEDSUBHYP 2001 TOME II supplément pages 95 et 96
- Cinétique du NT pro BNP au cours et décours d'une plongée subaquatique chez l'homme Bull MEDSUBHYP 2004 14 (2) 53-60 **GEMPP** BLATTEAU LOUGE DROUILLARD
- Exercice physique pendant et après la plongée et risque d'accident de décompression, revue de littérature et mise au point
  E **GEMPP** J.E BLATTEAU
  MEDSUBHYP 17..1 2007 p 33-40
- Le grand âge de la vie PUF 2005 Maurice **GODELIER** François Jullien, Joseph Maila

- Détermination des contre indications à la plongée subaquatique de loisir : philosophie Congrès Omn'iles 2007 Martinique Dr Bruno **GRANDJEAN** chef du service de médecine hyperbare, CH Ajaccio
- Enquêtes annuelles sur les accidents de plongée à partir de déclarations des clubs FFESSM de 1987 à 2007 Dr Bruno **GRANDJEAN** Président de la commission médicale nationale
- Accidents de plongée : éléments pour la prise en charge des accidentés Dr **GRANDJEAN**, Dr GRISONI congrès OMN'ILES avril 2007
- Le généraliste et l'examen de non contre indication à la plongée bouteille A **GRISONI** B. GRANDJEAN Congrès Omn'iles avril 2007
- Evaluation des connaissances d'un groupe de plongeurs sur la réalité des accidents de décompression sans faute de procédure
  FFESSM réunion de Cochin 08/12/2007
  A.**GRISONI** A. MIRAMOND B. GRANDJEAN
- Aspects physiologiques du vieillissement respiratoire H. **GUENARD** S. ROUATBI rev. Mal. Respir, 2002, 19, 230-240 (in revue de pneumologie de la PA Vincent Ninane)
- Introduction au tourisme senior Réseau Sénior Stratégic 2007
- Physiologie respiratoire et plongée Y. **JAMMES**, P.GUY, R.HYACINTHE in Physiologie et médecine de la plongée 07/2006 JL BROUSSOLLE/JL MELIET
- Vieillir au XXI éme siècle. Le tour du sujet. Claude **JEANDEL** et col. 2004
- Modifications de l'appareil ostéoarticulaire au cous de l'avancée en age P. PRAS in aptitude physique, santé et vieillissement **JEANDEL**, BERNARD, JEYMES
- Dr **LAFAY** 9 éme congrès de cardiologie du sport « les pace maker peuvent-ils plonger ? » 19/10/2007
- Aptitude cardiovasculaire à la plongée V. **LAFAY** A BOUSSUGES in cardiologie du sport Masson année 2000 AMORETTI, BRION et Coll. p 200 à 204
- Modifications ventilatoires chez les plongeurs seniors mateurs études transversales **LEMAITRE** J.JUGE ML.LEMOUTON 2005 CETAPS Université de Rouen CHU de Rouen
- V.**PONCIN** Quelle sécurité pour la plongée de loisir en présence d'une restriction d'aptitude liée aux déficits visuels Bulletin MEDSUBHYP 2004 14 (suppl.) 137 142
- Rôle protecteur d'un exercice physique 2 heures avant une plongée sous marine sur le risque d'accident de désaturation
  PONTIER GALLAND BLATTEAU CASTAGNE BOUTDON
  MEDSUBHYP 17.1 2007 p 23-32
- Le tourisme Pierre **PY** La documentation française 2007 p 43
- Troubles de l'audition et de l'équilibre chez le sujet âgé chapitre 73 p 478 à 482 in La gériatrie du Praticien
- Mémoire de BEES 3 Dr **ROUSSEL** 2006 Enquête sur la pratique des sports subaquatiques auprès des licenciés FFESSM de 60 ans et plus 2006
- Le cœur des seniors Dr **SWYNGHEDANW** 9 éme congrès de cardiologie du sport 19/01/2007
- La plongée chez les seniors ARESUB DR Elyane **SZALAY** BONNANS Table ronde de médecine de plongée de l'Océan indien Ile Maurice 10 et 11 Octobre 2001
- Docteur pourquoi je perds l'équilibre Dr Michel **TOUPET** Laboratoires Beaufour Ipsen (non daté)

- Corpus de gériatrie Chapitre 1 Le vieillissement humain page 9 à 18 année 2000
- Corpus de gériatrie, Tome 2, Chapitre 8, « modifications physiologiques et pathologiques des sens » 2000 page 81et 94.
- Corpus de gériatrie tome 2 modifications physiologiques et pathologiques des sens
- Déclaration médicale PADI éditée par l'indersea et hyperbarie médical society non daté
- Etude nationale rétrospective des accidents après 60 ans de 1996 à 2005
- Presbyaccousie La Revue du Praticien Médecine générale Tome 22 n° 797 du 11/03/2008 p 241 à 246
- Presbyaccousie DGS/GTNDO 13 05 04