ufr SMP Sciences médicales & pharmaceutiques
UNIVERSITÉ DE FRANCHE-COMTÉ UFC

ANNEE 2013

TITRE DU MEMOIRE

LA PLONGEE EN APNEE
DE L'INFORMATION A LA PREVENTION DES RISQUES

Diplôme Inter Universitaire de Médecine Subaquatique et Hyperbare

par Florent BONNET
Né le 6 septembre 1975 à Dijon

● UFR SMP 19 rue Ambroise Paré CS 71806 F-25030 Besançon cedex ● Tél. +33 (0)3 63 08 22 00 ● Fax +33 (0)3 81 66 56 83
● http://medecine-pharmacie.univ-fcomte.fr

Remerciements

Tout particulièrement à

Olivia FRICKER et Michel LYOEN

Anne HENCKES et Philippe BURTY

A toutes personnes qui ont aussi donné de leur temps, au cours d'échanges constructifs sur les données physiopathologiques, de sécurité ou de réglementation.

Arnaud PONCHE et Mathieu GRENIER
Pierre LOUGE, Emmanuel GEMPP et Sebastien DEMESTRE
Elsa GAURE et Pascal HURON
Marie Pierre BOIVIN et Richard LIEGE
Jean Pierre RIFFLER
Dany LEVEQUE
Guillaume MBOW
Fabrice BAILLEUL
Florian GERAULT

A toutes les personnes qui ont pris le temps de répondre au questionnaire.

A tous les enseignants du DIU de médecine subaquatique et hyperbare.

Au club de Dijon Plongée et à toute sa section d'apnée.

A Gerard GERRIET, mon coach et entraineur en apnée statique.

A Marine qui m'a soutenu tout au long de cette démarche.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION **1**

PARTIE 1 : L'APNÉE EN MILIEU PROTEGE, LES DISCIPLINES ET LA REGLEMENTATION **2**

I : Généralités et données statistiques sur la pratique de l'apnée en club **3**

II : Quelles sont les différences entre un milieu protégé et un milieu naturel ? **4**

III : Les différentes disciplines de la plongée en apnée en milieu protégé **7**

III 1 : Apnée statique 7

III 2 : Apnée dynamique 8

III 3 : Apnée verticale 8

IV: Réglementation **9**

IV 1 : Les différents modes de pratique de l'apnée 9

IV 2 : Protocoles de sécurité 10

PARTIE 2 : PHYSIOPATHOLOGIE ET RISQUES LIES A LA PRATIQUE DE L'APNÉE EN MILIEU PROTEGE **14**

I : Les syncopes **15**

I 1 : La syncope hypoxique 15

I 1 1 : Définitions et rappels 15

I 1 2 : Symptômes et circonstances de survenue de la syncope hypoxique en apnée .. 15

I 1 3 : Mécanismes et facteurs de risques de la syncope hypoxique 16

I 1 4 : Prise en charge et prévention 18

I 2 : Les autres syncopes 19

II 2 1 : La syncope sino-carotidienne 19

II 2 2 : La syncope liée à l'hypercapnie 20

II 2 3 : La syncope vagale 20

II 2 4 : Autres causes de perte de connaissance 21

II : La pathologie ORL **22**

II 1: Otopathies dysbariques 22

II 1 1 : Barotraumatismes de l'oreille moyenne 22

II 1 2 : Barotraumatismes de l'oreille interne 23

II 2: Pathologie non barotraumatique de l'oreille 25

II 3: Autres barotraumatismes : sinusiens et le plaquage de masque 26
II 3 1 : Barotraumatismes sinusiens 26
II 3 2 : Le placage de masque..... 26
III : La pathologie cardio- pulmonaire 28
III 1: Barotraumatismes pulmonaires en apnée..... 28
III 1 1 : La surpression pulmonaire 28
III 1 2: Lésions pulmonaires liées à la pratique des manœuvres de contractions diaphragmatiques volontaires..... 29
III 1 3: Lésions pulmonaires liées à la pratique des manœuvres glosso pharyngées. .. 29
III 2: L'œdème pulmonaire d'immersion..... 32
III 2 1 : Physiopathologie 33
III 2 2 : Facteurs de risque..... 34
III 2 3 : Accidents et prise en charge..... 35
III 3: Pathologie cardiovasculaire 35
III 3 1 : Troubles du rythme et de la conduction cardiaque 35
III 3 2 : Hypertension artérielle 36
III 4: Problématique de la gestion du crachat sanglant après le retour en surface 37
PARTIE 3 : ENQUETE SUR LES PRATIQUES AU SEIN DES CLUBS DE PLONGÉE.....39
I : Matériel et méthodes 40
I 1 : Moyens de contact avec les clubs 40
I 2 : Questionnaire 40
II : Résultats et discussion 41
II 1 : Résultats du questionnaire 41
II 2 : Connaissance et application des protocoles de surveillance 41
II 3 : La pratique de l'apnée sans surveillance adpatée..... 44
PARTIE 4 : A PROPOS DE LA PREVENTION DES RISQUES 46
I : Les différents acteurs de la prévention des risques en apnée..... 47
I 1 : Le rôle des encadrants..... 47
I 2 : La place du médecin 49
I 3 : Les commissions de la FFESSM et la compétence RIFAA 51
I 3 1 : La Commission Médicale et de Prévention Nationale..... 51
I 3 2 : La Commission Nationale d'Apnée..... 51

I 3 3 : Réaction d'Intervention Face à un Accident d'Apnée : RIFAA..... 54
I 4 : Autres acteurs de la prévention..... 59
I 4 1 : Le DAN (Divers Alert Network)..... 59
I 4 2 : L'AIDA (Association Internationale pour le Développement de l'Apnée)..... 60
I 4 3 : Le rôle des médias 60
II : Prévention de risques de la plongée en apnée 63
II 1 : Information des clubs et des plongeurs 63
II 2 : Exemple de prévention dans le cadre du perfectionnement chez l'apneiste 66
II 3 : Exemple d'information et prévention à plus grande échelle..... 68
II 4 : Apnée et prévention des risques chez l'enfant 69
CONCLUSION.....71

ABREVIATIONS

AIDA : Association Internationale pour le Développement de l'Apnée

ANTEOR : Animer les Techniques d'Enseignement de l'Oxygénothérapie

CODEP : Comité Départemental

CMAS : Confédération Mondiale des Activités Subaquatiques

CNA : Commission Nationale d'Apnée

CO2 : Dioxyde de carbone

FFESSM : Fédération Française d'Etude et de Sports Sous-Marins

IE1 : Initiateur Entraîneur du 1er Degré

IE2 : Initiateur Entraîneur du 2ème Degré

MEF1 : Moniteur Entraîneur Fédéral du 1er Degré

MEF2 : Moniteur Entraîneur Fédéral du 2ème Degré

O2 : Oxygène

PCM : Perte de contrôle moteur

PaO2 : Pression artérielle en oxygène

PAO2 : Pression alvéolaire en oxygène

PO2 : Pression partielle en oxygène

PaCO2 : Pression artérielle en dioxyde de carbone

PACO2 : Pression alvéolaire en dioxyde de carbone

PCO2 : Pression partielle en dioxyde de carbone

INTRODUCTION

La pratique de la plongée en apnée et son image se sont considérablement modifiées depuis la fin années 1970, époque du début de la course aux records entre Jacques Mayol et Enzo Maiorca, et de la médiatisation ultérieure par Luc Besson dans son film Le Grand Bleu. La création en 2004 de la Commission Nationale d'Apnée (CNA), sous l'égide de la Fédération Française d'Etude et de Sports Sous-Marins (FFESSM), et de l'Association Internationale pour le Développement de l'Apnée (AIDA) en 1992, témoignent de l'engouement croissant pour cette discipline, et de la nécessité d'une réglementation.

Devant la médiatisation des records et l'ouverture des clubs au grand public, ce ne sont plus simplement les nageurs et plongeurs déjà licenciés, mais une population beaucoup plus large et hétéroclyte qui s'intéresse à l'apnée.

En tant que médecin fédéral pratiquant l'apnée en loisir et compétition, je me suis intéressé à la prévention des risques dans cette discipline.

Après un rappel sur la pratique de l'apnée en piscine ou en fosse de plongée, et une mise au point physiopathologique sur les risques inhérents à cette activité, je dresserai un état des lieux des pratiques, à partir d'une enquête au sein des clubs de plongée.

La connaissance des risques et des pratiques actuelles amènera à proposer des pistes en termes d'information et de prévention, dans le cadre de l'apnée loisir en milieu protégé.

PARTIE 1 : L'APNEE EN MILIEU PROTEGE, LES DISCIPLINES ET LA REGLEMENTATION

Dans cette première partie, j'exposerai brièvement quelques prérequis nécessaires à la compréhension du reste de ce travail.

La pratique de l'apnée, dénommée « plongée libre » ne se limite plus maintenant à la mer. De nombreux nageurs ou plongeurs s'intéressent à cette discipline en piscine, en fosse de plongée ou même en lac, pour des raisons de commodité géographique, permettant une pratique plus régulière toute l'année. Cela introduit les notions de milieu protégé ou de milieu naturel. Il existe des risques communs à ces deux milieux, mais aussi des risques plus spécifiques pour la pratique en milieu naturel. Ce mémoire traitera des risques et de leur prévention, lors de la pratique de l'apnée en milieu protégé. Les contraintes physiologiques extrèmes rencontrées lors de l'apnée verticale (poids variable, no limit) en milieu naturel font actuellement l'objet d'études spécifiques, en particulier par des groupes de travail de la Commission Nationale d'Apnée (CNA) et la Commission Médicale et de Prévention Nationale (CMPN).

I : Généralités et données statistiques sur la pratique de l'apnée en club

La Commission Nationale d'Apnée a recensé plus de 200 clubs en France dans lesquels se pratique l'apnée, ou plongée libre, avec un total qui dépasserait 5500 apnéistes licenciés[1]. Elle estime que le nombre de pratiquants de l'apnée à la FFESSM dépasserait les 15000 car certains ont une activité mixte (apnée et plongée scaphandre) mais sont comptabilisés en tant que plongeur scaphandre.

On peut tout d'abord constater qu'il s'agit d'une activité pratiquée surtout dans un objectif loisir : les compétiteurs (382 hommes et 82 femmes en 2012) [2] représentent à peine 15 % du nombre total des pratiquants.

Les 750 encadrants moniteurs d'apnée (MEF1 ou MEF2) représentent environ 10 % du nombre total d'apnéistes, nous verons que la formation de nouveaux encadrants sera nécessaire dans l'avenir, compte tenu du nombre croissant d'apnéistes loisir.

Les juges fédéraux (25 juges fédéraux du 2ème degré et 174 juges fédéraux du 1er degré), représentent avec les 327 juges stagiaires titularisés depuis 2010, un nombre qui peut paraître élevé par rapport aux compétiteurs, néanmoins nous verrons que la surveillance d'un seul compétiteur nécessite l'intervention de plusieurs juges. Leur présence est indispensable au bon déroulement des compétitions, mais aussi à l'information et à la prévention des accidents d'apnée.

[1] Source : http://apnee.ffessm.fr

[2] Source : Grenier M, Fricker O. Commission Nationale d'Apnée

II : Quelles sont les différences entre un milieu protégé et un milieu naturel ?

Un milieu protégé, ou espace aquatique restreint, (Rédaction en respect du code du sport et du libellé des normes) est une piscine ayant une profondeur adaptée à l'activité, ou un plan d'eau (milieu naturel) présentant des conditions similaires pour ce qui concerne la visibilité, la profondeur, l'état de la mer et l'accès..., dont la profondeur maximale ne peut excéder 6 mètres[3].

Un milieu naturel ou espace aquatique ouvert (Rédaction en respect du code du sport et du libellé des normes) est un plan d'eau d'une superficie significativement supérieure à celle d'une piscine, présentant les conditions caractéristiques d'un plan d'eau naturel rencontré dans la région[4].

Selon le code du sport (Article A322-98 Code du sport version 6 avril 2012)

Extrait : « La plongée dans une piscine ou fosse de plongée dont la profondeur excède six mètres est souvent mise aux dispositions relatives à la plongée en milieu naturel.»

Néanmoins, une fosse de plongée ne remplit pas les conditions du milieu naturel, la profondeur n'étant pas l'unique condition à reproduire. Le bassin devrait en effet au moins reproduire des conditions similaires de profondeur, de courant, de température, de flottabilité, mais aussi posséder une superficie suffisante, pour permettre l'apprentissage de l'orientation et de l'autonomie[5].

Si nous nous intéressons aux définitions des espaces d'évolution de la Fédération Française d'Etudes et de Sports Sous-Marin (FFESSM) donnée par la CNA[6], nous constatons l'introduction de la notion de milieu artificiel. L'apnée en milieu artificiel concerne la pratique en bassin artificiel (piscines, fosses de plongée, ...). L'apnée en milieu naturel concerne la pratique sur un ou plusieurs sites précis et fixes dans un environnement naturel (lacs, rivières, mers, océans...).

---

[3] Source :http://www.snepl.org/biblio/Applicabilite_Normes_CEN_ISO.pdf

[4] Source :http://www.snepl.org/biblio/Applicabilite_Normes_CEN_ISO.pdf

[5] Source :http://www.snepl.org/biblio/Applicabilite_Normes_CEN_ISO.pdf

[6] Commission Nationale d'Apnée. Préconisations FFESSM d'organisation de la pratique de l'apnée en milieu artificiel ou naturel. Manuel de formation Mars 2012

La CNA reprend néanmoins la limite des 6 mètres de profondeur dans les préconisations d'encadrement : « En milieu artificiel ou naturel ayant une profondeur inférieure à 6 mètres, il est souhaitable que le Directeur soit au minimum Initiateur-Entraîneur Apnée de Niveau 1 (IE1). En milieu artificiel ou naturel ayant une profondeur supérieure à 6 mètres, il est souhaitable que le Directeur soit au minimum Moniteur-Entraîneur Fédéral du Premier degré (MEF1). »

Je parlerai dans ce mémoire de la pratique de l'apnée en milieu protégé et non en milieu artificiel pour des raisons didactiques. En effet, restreindre la pratique de l'apnée au simple milieu artificiel m'obligerait à passer sous silence un facteur extrinsèque très important dans la physiopathologie de l'immersion, qui est le froid, et cela indépendamment de la profondeur. Je n'aborderai pas en détail la pathologie spécifique à la grande profondeur, bien que cette dernière puisse déjà être mise en évidence dès 20 mètres dans une fosse qui est un milieu protégé et artificiel, entraînant parfois une notion de fausse sécurité.

D'une manière générale il faut entendre par milieu protégé, un milieu qui ne serait pas soumis directement aux variations que l'on pourrait rencontrer en milieu naturel : courant, vagues, houle, visibilité…

Donc nous pouvons identifier des milieux protégés en milieu naturel, comme les lagons, les piscines naturelles, les piscines artificielles alimentées par un cours d'eau naturel ou par un bras de mer. C'est le cas dans certains sites en Gironde où en 1943 les allemands avaient construit des piscines en béton, alimentées par l'océan.

En ce qui concerne les fosses de plus de 6 m, elles sont considérées comme un milieu artificiel protégé, car les variations du milieu sont minimes, mais du fait de la profondeur, la réglementation du milieu naturel s'applique, dans un soucis de « principe de précaution ».

La multiplicité des définitions pourrait entraîner une certaine confusion dans l'esprit d'un plongeur apnéiste novice et, n'ayant pas pas encore eu d'informations précises sur la réglementation. Ces définitions doivent bien evidement être connues par les encadrants, car il s'agit de la réglementation, mais il faut garder à l'esprit la notion de bon sens pour faire passer un message de prévention efficace auprès des apneistes débutants : Benoit Aimé (BEES1 et MF1 de Plongée) précise : « Pour résumer, je dirais qu'un milieu protégé est un milieu où la pratique de l'apnée se déroule dans des conditions optimales, en terme de sécurité. Si je prends l'exemple de la piscine, qui est un milieu protégé par excellence, je dirais que l'optimal est d'avoir une zone bien délimitée, réservée aux apnéistes (pas de mixité

des activités subaquatiques dans un même espace d'évolution en surface ou en immersion...) ».

En terme de réglementation, il faut aussi savoir que l' Arrêté du 5 janvier 2012 modifiant les dispositions réglementaires (Arrêtés) du code du sport, introduit la pratique de l'apnée et de la randonnée subaquatique, non pas en termes de prérogatives, d'aptitudes, de niveaux de pratiquants et d'enseignants, ni en termes d'organisation de palanquées, mais uniquement en termes de sécurisation de la pratique. En clair, il s'agit de l'obligation réglementaire de présence d'un plan de secours, d'un moyen de communication, du matériel d'oxygénothérapie, d'eau douce, d'une couverture isothermique, et de fiches d'évacuation. Toutefois, pour une activité ne dépassant pas 6 mètres de profondeur, l'obligation disparait.

III : Les différentes disciplines de la plongée en apnée en milieu protégé

III 1 : Apnée statique

L'apnée statique, le plus souvent pratiquée en surface, permet de travailler le relâchement, les sensations et la concentration. L'apnéiste en décubitus ventral, tête immergée, tente de rester le plus longtemps possible en apnée.

Trois phases sont identifiables lors d'une apnée statique.

La première phase, dite phase de préparation, consiste à obtenir un état de relaxation, tout en pratiquant une ventilation diaphragmatique complète, qui prédispose à l'apnée. La dernière inspiration avant l'immersion doit être ample. La notion d'inspiration maximale, suivie ou non de manœuvres glosso-pharyngées, reste encore controversée par les apnéistes et dans tous les cas, contre-indiquée chez les débutants.

La seconde phase, identifiée comme phase de relaxation, débute avec l'immersion de la face : l'apnéiste relâche progressivement l'ensemble de ses muscles, par des méthodes de type sophrologie, afin d'atteindre un état de relaxation complète proche de l'hypnose et de diminuer la production de CO2. L'expérience montre que les zones les plus difficiles à relâcher sont la charnière cervico-dorsale, les épaules, les machoires et tout particulièrement la langue qui devrait au final glisser spontanément entre les incisives, témoin d'un relâchement complet des muscles masticateurs. L'absence de ventilation crée progressivement une hypercapnie, avec apparition possible de spasmes diaphragmatiques.

Il s'en suit alors une troisième phase appelée phase de lutte, que l'apnéiste ne peut prolonger que par un entraînement régulier, créant une tolérance à l'hypercapnie. La pratique de l'apnée statique contribuerait donc à l'amélioration de l'apnée, dans toutes les disciplines subaquatiques. Le record du monde AIDA est actuellement détenu chez l'homme par Stéphane Mifsud, avec un temps d'apnée statique de 11 minutes et 35 secondes (performance réalisée hors compétition) [7] (et chez la femme par Natalia Molchanova avec 9 minutes et 2 secondes[8]. Le record du monde CMAS est actuellement détenu chez l'homme par Branko Petrovic, avec un temps d'apnée statique de 10 minutes et 18 secondes[9] et chez la femme par Veronica Dittes avec 7 minutes et 30 secondes[10].

[7] Record du monde AIDA du 8 juin 2009
[8] Record du monde AIDA du 29 juin 2013
[9] Record du monde CMAS du 9 aout 2013
[10] Record du monde CMAS du 1er octobre 2012

III 2 : Apnée dynamique

L'Apnée dynamique en déplacement horizontal, avec ou sans palme(s), est également pratiquée en bassin à faible profondeur. Elle repose sur le travail de la technique de palmage (mono ou bipalmes) ou de brasse en immersion, l'hydrodynamisme, la gestion de l'effort, de la vitesse et du temps. Le record du monde AIDA d'apnée dynamique avec palme est actuellement détenu chez l'homme par Goran Colak avec 281 m[11] et chez la femme par Natalia Molchanova avec 234 m[12]. Le record du monde CMAS d'apnée dynamique avec palme est actuellement détenu chez l'homme par Alexander Kostyshen avec 265,22 m[13] et chez la femme par Iliara Bonin avec 237,80 m[14].

Le record du monde AIDA d'apnée dynamique sans palmes est actuellement en attente de validation pour Goran Colak [15] et détenu chez la femme par Natalia Molchanova avec 182 m[16]. Le record du monde CMAS d'apnée dynamique sans palmes est actuellement détenu chez l'homme par Arthur Guerin-Boeri avec 200 m[17] et chez la femme par Ilaria Bonin avec 166,70 m[18].

Le sprint endurance (ou 16 X 50 m) est une épreuve qui consiste à parcourir à la palme (monopalme ou bi palmes) 16 X 50 m en bassin, le plus rapidement possible. Elle est officielle depuis octobre 2011 en France. La meilleure performance mondiale a été réalisée par Brice Lequette en 11minutes et 10 secondes[19].

III 3 : Apnée verticale

L'apnée verticale, bien avant de devenir une discipline sportive chez l'homme, a été pratiquée à l'origine par différentes civilisations au cours de périodes remontant jusqu'à 10000 ans avant J.-C. La course aux records de profondeur à commencé en 1949 avec la performance de Raimondo Bucher à 30 mètres de fond. A cette époque la communauté médicale, s'appuyant sur la loi de Boyle-Mariotte (volume d'un gaz inversement proportionnel à la pression ambiante), émettait déjà des doutes sur les limites physiologiques

[11] Reccord du monde AIDA du 28 juin 2013
[12] Reccord du monde AIDA du 28 juin 2013
[13] Reccord du monde CMAS du 6 août 2013
[14] Reccord du monde CMAS du 6 août 2013
[15] Reccord du monde AIDA du 21 novembre 2013
[16] Reccord du monde AIDA du 27 juin 2013
[17] Reccord du monde CMAS du 9 août 2013
[18] Reccord du monde CMAS du 9 août 2013
[19] Reccord du monde du 12 février 2012

aux contraintes exercées par la pression sur le corps humain. Ce n’est qu’avec la progression des records, qu’ont été décrits les différents mécanismes d’adaptation comme le blood shift. Parallèlement, la Confédération Mondiale des Activités Subaquatiques (CMAS) créée par Jacques Cousteau en 1959, s’appuyant sur les décisions de sa commission médicale, refuse d’homologuer une bonne partie des records de plongée en apnée verticale. Cette décision ne suffira pas à freiner les différentes tentatives de record et la naissance des différentes spécialités de l’apnée verticale. Ces disciplines se pratiquent le plus souvent en milieu naturel en raison de la profondeur nécessaire, néanmoins, la plupart d’entre elles (sauf le No limits) peuvent tout à fait être pratiquées en fosse de plongée jusqu’à des profondeurs de 20 m dans un but de loisir mais aussi d’entraînement.

L’apnée en poids constant consiste à descendre à force des bras et des jambes, avec ou sans palmes (monopalme ou bi palmes).

L’apnée en poids variable consiste à descendre avec un dispositif de lestage de 30 kg maximum et à remonter uniquement à l’aide des bras et des jambes, sans aucun autre artifice.

Le Jump Blue est une épreuve qui consiste à parcourir la plus longue distance, autour d'un carré de 15 m de côté, à 10 m de profondeur.

L’apnée en immersion libre consiste à descendre et à remonter sans palmes en se tractant sur un filin guide.

Le No Limit consiste à descendre avec un lestage dont le poids n’est pas limité (geuze largable) et à remonter à l’aide d’un ballon gonflable.

La pratique de ces disciplines implique donc des notions physiopathologiques liées à la profondeur, que je développerai ultérieurement dans un objectif de prévention des risques. Je rappelle que la physiopathologie et les risques de la grande profondeur ne seront pas l’objet de ce mémoire.

IV: Réglementation

IV 1 : Les différents modes de pratique de l’apnée

La CNA définit 3 types de pratique de l’apnée :

L'apnée encadrée sous toutes ses formes avec un encadrant d’apnée qualifié, dans le respect du milieu d'évolution.

L'apnée en autonomie relative sous toutes ses formes entre apnéistes de même niveau, dans le respect du milieu d'évolution. L'autonomie relative est définie par la présence d'un encadrant sur le site mais pas obligatoirement avec les pratiquants.

L'apnée en autonomie complète sous toutes ses formes entre apnéistes de même niveau, dans le respect du milieu d'évolution. L'autonomie complète est définie par l'absence de tout encadrant sur le lieu de pratique.

Le diagramme de l'Annexe 1 résume les différents niveaux, cursus et prérogatives d'encadrement de la FFESSM pour la pratique de l'apnée.

IV 2 : Protocoles de sécurité

Les protocoles de sécurité lors de la pratique de l'apnée ont particulièrement été développés dans le cadre de la compétition : un règlement des compétition d'apnée est publié et régulièrement mis à jour par la CNA [20]. Il faut distinguer deux phases différentes : la phase de réalisation de l'apnée en immersion et la phase de sortie à la fin de l'apnée. Ces deux phases nécessitent une vigilance particulière des juges et des apnéistes de sécurité.

Il existe un protocole de surveillance spécifique en apnée statique. Un code de communication entre l'apnéiste et les juges est pré-établi. Il permettra aux juges et à l'apnéiste de sécurité de contrôler l'état de conscience de l'apnéiste compétiteur.

Art. 9.9 : « Un apnéiste de sécurité est présent dans l'eau à côté de l'athlète pendant la réalisation de la performance. Il est chargé de vérifier l'état de conscience de l'athlète durant la réalisation de la performance et n'a aucune prérogative d'un entraîneur/coach. Pour ce faire, il doit, préalablement à la réalisation de la performance, convenir avec l'athlète d'un geste de communication, validé par le juge de poste. Au cours de la réalisation de la performance, il doit toucher l'athlète de façon non équivoque. De son côté, l'athlète doit répondre convenablement par le geste convenu à l'avance avec l'apnéiste de sécurité. Cette procédure doit être mise en œuvre avant la fin de la performance annoncée (PA), au minimum à PA-1mn, PA-30s et à PA. Après le temps de la performance annoncée (PA), cette procédure doit être réitérée toutes les 15 secondes. »

Art. 9.11 : « Si l'apnéiste de sécurité chargé de la surveillance d'un compétiteur estime que le geste proposé par ce dernier n'est pas de nature à permettre la vérification de l'état de

[20] Règlement des compétitions d'apnée. http://apnee.ffessm.fr/attachments/article/443/ApneeRèglement2014.pdf

conscience, il doit en faire part au juge responsable de la zone. Dans ce cas le juge impose alors au compétiteur un geste à sa convenance. »

Pour l'apnée dynamique (avec ou sans palme), la surveillance est effectuée dans l'eau en surface, par au moins un apnéiste de sécurité, mais compte tenu des performances actuelles et de la longueur des bassins, il s'agit souvent de 2 apnéistes de sécurité. L'apnéiste de sécurité suit le compétiteur depuis la surface, il est muni de bipalmes et d'une planche flottante qui servira de point d'appui au compétiteur lors de sa sortie. Parallèlement, le juge effectue aussi une sécurité au bord du bassin.
Art : 11.11 : « Chaque compétiteur sera sous la surveillance immédiate d'au minimum un apnéiste de sécurité chargé de le suivre durant son évolution ».

Pour toutes les disciplines (statique, dynamique avec ou sans palme), le compétiteur doit réaliser un protocole de sortie bien défini en regardant les juges.
Art 11.13 : « Sans aucune incitation de qui que ce soit, dès l'émersion des voies aériennes et jusqu'à la fin de l'épreuve spécifiée par les juges par un signe de fin d'épreuve, l'athlète doit, dans un délai maximum de 15 secondes, effectuer le protocole de sortie dans l'ordre suivant : enlever tous ses équipements faciaux, faire le signe « OK », puis signaler au jury qu'il va bien en prononçant distinctement sans répétition la phrase « tout va bien ou OK tout va bien ». Aucune autre phrase ne sera acceptée ».
« Si l'apnéiste ne porte aucun masque, ni lunettes, ni pince-nez, dans un délai maximum de 15 secondes suivant la fin de sa performance, sans aucune incitation de qui que ce soit, dès l'émersion des voies aériennes et jusqu'à la fin de l'épreuve spécifiée par les juges par un signe de fin d'épreuve, l'athlète devra effectuer le protocole de sortie dans l'ordre suivant : désigner le bout de son nez de son index, faire le signe « OK », puis signaler au jury qu'il va bien en prononçant distinctement sans répétition la phrase « tout va bien ou OK tout va bien ». Aucune autre phrase ne sera acceptée.
Le compétiteur est ensuite surveillé pendant 30 à 60 secondes avant que la performance soit validée. Nous verrons en effet qu'une perte de connaissance peut survenir dans ce délai.
Le non respesct strict du protocole de sortie entraîne la nullité de la performance.

Le tableau en Annexe 2 résume le règlement des compétitions d'apnée. J'insisterai sur les points suivants :

Le non respect strict du protocole de sortie est une faute de règlement et entraîne la nullité de la performance. Il s'agit d'une mesure efficace en terme de prévention, obligeant l'apnéiste à ne pas se surestimer dans la rélisation de la performance, et à être parfaitement conscient de ses faits et gestes lors de l'émersion.
La perte de contrôle moteur (PCM survenant jusqu'aux 60 secondes suivant la fin de l'apnée et ayant entraîné l'intervention de l'équipe de sécurité du fait de la mise en danger de l'athlète) et la syncope sont considérées comme des fautes graves qui entraînent une disqualification du compétiteur et l'interdiction de participer aux autres épreuves de la compétition. La PCM entraîne une interdiction de compétition dans 2 mois en cas de première récidive et de 6 mois en cas de deuxième récidive. Par ailleurs , la syncope entraîne d'emblée une interdiction de compétition dans le mois suivant, une interdiction de 3 mois en cas de première récidive, et de 6 mois en cas de deuxième récidive.

Le règlement des compétitions d'apnée impose aussi au compétiteur d'être en possession d'un certificat médical de non contre-indication à la pratique de l'apnée en compétition, établi depuis moins de 1 an et délivré par un médecin fédéral ou titulaire du C.E.S de médecine du sport (capacité ou DU), ou médecin hyperbare ou médecin de la plongée.

La surveillance médicale des compétitions est placée sous la responsabilité du comité d'organisation. Suite à la décision du Comité Directeur National de la FFESSM, la présence d'un médecin sur le site de la compétition n'est plus obligatoire [21] : « Suite à la décision du CDN N° 441 page 14, sur l'ensemble des compétitions sportives, il n'est plus besoin d'avoir un médecin fédéral présent (sauf apnée à poids constant en expérimentation), la chaîne habituelle des secours mise en place par chaque commission étant suffisante. La présence de ce médecin n'est donc pas obligatoire. Si l'organisateur veut l'aide d'un médecin pour l'élaboration d'un plan de secours, il aura la possibilité de consulter les médecins sur place ».
Néanmoins, l'expérience montre que depuis cette disposition, on note souvent la présence d'un médecin (médecin du club organisateur ou médecin fédéral) sur le site de la compétition.
Le règlement des compétitions d'apnée précise que : « Le matériel de réanimation sur les lieux de la compétition est au minimum composé de trois bouteilles d'oxygénothérapie pleines (200b) équipées d'un BAVU » et que « la présence d'apnéistes de sécurité dans l'eau

[21] http://medical.ffessm.fr/?p=933

est obligatoire à l’exception des épreuves sprint- endurance. Chaque athlète dans la zone de compétition est surveillé par au moins un apnéiste de sécurité présent dans l’eau ».

PARTIE 2 :
PHYSIOPATHOLOGIE ET RISQUES LIES A LA PRATIQUE DE L'APNEE EN MILIEU PROTEGE

Dans cette deuxième partie, j'ai choisi de ne pas faire de rappel exhaustif de toutes les pathologies liées à la pratique de l'apnée, sachant que certaines sont communes avec la plongée en scaphandre autonome. Par contre, j'exposerai quelques prérequis physiopathologiques nécessaires à la compréhension des principaux types d'accidents, pouvant mettre en jeu la sécurité et la santé du plongeur apnéiste, lors de sa pratique en milieu protégé, que ce soit en piscine, en fosse de plongée, ou dans un milieu naturel protégé : les syncopes, les barotraumatismes de la sphère ORL et des poumons, la pathologie cardio vasculaire. La connaissance de certaines spécificités physiopathologiques de l'apnée est nécessaire afin d'adopter des mesures efficaces d'information et de prévention.

I : Les syncopes

I 1 : La syncope hypoxique

I 1 1 : Définitions et rappels

L'hypoxie est caractérisée par la diminution de l'apport d'oxygène dans les tissus, le plus souvent secondaire à une hypoxémie qui est la diminution de la pression partielle en oxygène (Pa02) dans le sang. L'hypoxie tissulaire cérébrale peut entraîner une perte de connaissance ou syncope, et à un moindre degré une perte de contrôle moteur (PCM) appelée encore parfois Samba par les apnéistes en raison des tremblements localisés ou généralisés qui peuvent être constatés à la fin de l'apnée lors de l'émersion.

Selon le règlement des compétions d'apnée de la CNA, Art. 12.6.3.1. Définition : « Est considérée comme perte de contrôle moteur, tout comportement entraînant l'intervention volontaire de l'apnéiste de sécurité ou d'un juge afin de garantir la sécurité de l'athlète ». « Est considérée comme syncope, toute perte de connaissance ».

I 1 2 : Symptômes et circonstances de survenue de la syncope hypoxique en apnée

Les manifestations pathologiques de l'hypoxie peuvent apparaître dès que la Pa02 devient inférieure à 60 mmHg, avec des troubles psychiques. Lorsque la Pa02 devient inférieure à 40 mmHg, on note une altération des capacités intellectuelles mais avec une conservation des mouvements automatiques, ce qui explique que l'apnéiste puisse continuer à nager alors qu'il est en train de perdre connaissance. Quand la Pa02 devient inférieure à 30 mmHg, c'est le stade des convulsions puis de la perte de connaisance avec le risque de noyade si l'apnéiste n'est pas secouru.

Le plus souvent, il n'existe aucun signe annonciateur de la syncope hypoxique, néanmoins on peut observer, lorsque l'apnéiste sort de l'eau, et avant même qu'il ait repris sa ventilation, des troubles de la conscience ou des mouvements cloniques de la tête et des membres. Ces symptômes pouvant être qualifiés « d'état pré-syncopal » sont le plus souvent régressifs en quelques secondes, mais peuvent aussi précéder la perte de connaissance.

Même si la syncope est classiquement décrite sans signes annonciateurs, il existe des petits signes observés, qui doivent alerter les apnéistes de sécurité et les juges en compétition, mais

aussi le binôme de sécurité en apnée loisir. Ces signes ont été mis en évidence et résumés depuis de nombreuses années[22]. Il faut distinguer les signes observés par l'apnéiste de sécurité des signes ressentis par le plongeur apnéiste (Annexe 3).

En immersion l'apnéiste ralentit soudainement et lâche des bulles d'air par la bouche puis va soit s'immobiliser sur le ventre, soit tenter une émersion qui sera de courte durée en raison de la perte de connaissance. Parfois la syncope peut aussi être précédée d'une phase d'accélération de la nage avec perte de la trajectoire et hyper extension de la nuque.

En apnée statique, on observe le plus souvent des tremblements ou clonies au niveau des membres supérieurs, du tronc ou de la tête, un lâcher de bulles, et une absence de réponse au protocole de surveillance préétabli. Cela amène alors les apnéistes de sécurité à sortir immédiatement le plongeur de l'eau.

Il est capital de savoir, et d'informer tous les pratiquants qu'une PCM ou une syncope peuvent survenir plusieurs dizaines de secondes après l'émersion de l'apnéiste, même si ce dernier semble parfaitement conscient, et même s'il a exécuté son protocole de sortie correctement. L'hypoxie persiste en effet plusieurs dizaines de secondes après la reprise ventilatoire, le temps que le sang oxygéné parvienne au cerveau, délai au cours duquel la PaO2 continue de diminuer et l'hypoxie cérébrale de s'aggraver[23]. Ces syncopes retardées sont souvent favorisées par le réflexe des apnéistes d'expiration forcée à l'émersion qui abaisse brutalement la PpO2 et conduit à l'anoxie cérébrale. Le binôme de sécurité doit donc rester au moins une minute après l'émersion, à coté de l'apnéiste, afin de prévenir une noyade ou un traumatisme crânien en cas de syncope.

I 1 3 : Mécanismes et facteurs de risques de la syncope hypoxique

On a classiquement décrit depuis de nombreuses années les syncopes hypoxiques liées à la seule apnée (breathhold black-out) [24], des syncopes liées à la remontée en raison de la

[22] Oliveras G. Les signes pré-syncopaux. Bull. Medsubhyp, 1996, 6 (Suppl.), 133.

[23] Lindholm P. Loss of motor control and/or loss of consciousness during breath-hold competitions. Int J Sports Med. 2007 Apr;28(4):295-9.

[24] Craig AB Causes of loss of consciousness during underwater swimming. J Appl Physiol. 1961 Jul;16:583-6.

chute brutale de la Pa02, d'autant plus que l'on s'approche de la surface (ascent black-out). Ces dernières on même été qualifiées de « rendez-vous syncopal des 7 mètres » par Sciarli[25], ayant aboutit à des controverses par plusieurs auteurs dont Corriol [26]. La réalité est en effet moins simpliste.

L'amnésie de l'épisode syncopal est par contre la règle, ce qui entraîne souvent une négation de la perte de connaissance de la part de l'apnéiste. Le visionage de la vidéo, qui est systématique en compétition, permet souvent au sujet de se rendre compte de ce qui s'est réellement passé.

Les facteurs favorisants de la syncope hypoxique sont tout d'abord la durée prolongée de l'apnée (en particulier pour l'apnée statique), et l'accentuation de l'effort en fin d'apnée dynamique ou lors de la remontée d'une apnée profonde.

Il existe aussi des facteurs favorisants individuels comme l'asthénie, le stress, la mauvaise connaissance de ses sensations en apnée, mais aussi des facteurs environnementaux comme le froid.

Néanmoins, l'hyperventilation préalable à l'apnée reste le principal facteur de risque de la survenue d'une syncope. Pratiquée par les apnéistes depuis de nombreuses années, elle visait à retarder le point de rupture d'apnée, par la baisse de la PaCO2, afin d'améliorer les performances. Cette accélération volontaire du rythme et de l'amplitude respiratoires, en forçant l'expiration, provoque ainsi une baisse de la PaCO2 sans modification de la PaO2. Cette hypocapnie va retarder le seuil de déclenchement des chémorécepteurs qui incitent à la reprise respiratoire, parrallèlement, la diminution de la PaO2 sera insuffisante pour rompre l'apnée et provoquera une anoxie cérébrale à l'origine de la syncope (Annexes 4 et 5). Il s'agit donc d'une manœuvre dangereuse qui ne devrait plus se voir en pratique.

Arnaud Ponche, Maître de conférences à l' Université de Haute-Alsace, responsable technique, et co-entraineur de l'équipe de France d'apnée FFESSM, a constaté que la déshydratation et une alimentation inadaptée pouvaient être des facteurs favorisant de syncope. Cette constatation intéressante a été faite sur la base d'un interrogatoire de compétiteurs, ayant eu une seule expérience de syncope en particulier en apnée statique, et mériterait une étude complémentaire.

---

[25] Sciarli R. Le rendez-vous syncopal des 7 mètres au cours de la plongée libre. Rev. Méd., 1968, 9, 1207 1208.

[26] Corriol J.H. La plongée en apnée, physiologie et médecine, 4ème édition, Masson, Paris, 2006, 207 p

Dematteo A. (médecin et MEF1 apnée) a effectué, dans le cadre d'une thèse de médecine, une étude des syncopes en apnée, en s'intéressant plus particulièrement au contexte dans lequel elles sont survenues, et aussi à la personnalité du plongeur apnéiste qui en a été victime. Cette étude conclue qu'en dépit des facteurs favorisants pré-cités, la syncope hypoxique se produit avant tout lorsque la performance et l'objectif à atteindre sont devenus les plus importants, au détriment du plaisir et des sensations. L'apnéiste occultera les signaux d'alarme lui commandant de respirer, poussant alors son apnée jusqu à une éventuelle syncope.

Les résultats de son questionnaire permettent, en cas de syncope, de définir deux profils d'apnéistes : celui qui a réalisé le plus souvent une syncope isolée sans notion de récidive, car il en a tiré les leçons ; et celui qui les multiplie en raison d'une volonté accrue de performance. Dematteo A. évoque aussi, pour expliquer la récidive des syncopes, l'hypothèse de conduites à risque pouvant s'interpréter comme une recherche de limites ou de sensations, et se rapprochant alors des modèles de l'addiction, et propose une étude spécifique à ce sujet [27].

I 1 4 : Prise en charge et prévention

La prise en charge immédiate d'une perte de connaissance chez l'apnéiste a bien été détaillée par la CMPN [28]. Rappelons que maintenant le terme « samba » a été remplacé par l'intitulé : PCM (Perte de contôle moteur).

« En cas de samba le masque est retiré et la victime sera éloignée des bords du bassin pour éviter un traumatisme surajouté. Il n'y a pas eu de perte de connaissance ni d'inhalation, ce qui limite l'intervention du médecin qui s'assurera que la victime a récupéré et s'est réhydratée… »

« En cas de syncope, la situation est plus extrême et nécessite, dans un premier temps, l'intervention rapide des équipes de sécurité pour éviter à la victime inconsciente de couler et d'inonder ses voies aériennes : le masque est retiré. Plusieurs insufflations bouche à nez (un trismus est souvent observé) sont délivrées alors que la victime est encore dans l'eau, puis elle

[27] Dematteo A. La syncope hypoxique en apnée sportive : description, facteurs favorisants. Thèse de Doctorat en Médecine. 22 juin 2006

[28] Compétition d'apnée et prise de risque. Conduite à tenir devant un accident. Rapport de la CMPN 14 avril 2010. http://medical.ffessm.fr/?page_id=61.

est évacuée du bassin. »

« Selon l'état du syncopé, le médecin adaptera son traitement : le plus souvent après ces premiers gestes, l'apnéiste totalement amnésique a repris connaissance et n'a pas inhalé ; son examen clinique est strictement normal et une mise sous O2 au masque est préconisée (15 l/min) pendant 10 minutes. Si le délai d'intervention en surface est plus long, l'apnéiste qui recoule inconscient a pu inhaler et présente une toux persistante et/ou une tachypnée, éventuellement accompagnées de signes généraux (asthénie, pâleur, tachycardie, vomissements…). Le risque d'atteinte pulmonaire retardée (Syndrome de Détresse Respiratoire Aigue, pneumopathie.) est alors élevé et justifie une hospitalisation pour surveillance et contrôle radiologique et gazométrique. Enfin, dans les cas les plus extrêmes, qui ne devraient pas survenir en compétition, la victime, échappant à toute surveillance, coule et après avoir fortement inhalé est récupérée en état de mort apparente (stade 4 du grand anoxique de la classification de Bordeaux). La réanimation cardio-respiratoire s'impose dès que la victime est extraite de l'eau dans l'attente de l'intervention d'une équipe de réanimation (SAMU / pompiers). On ne cherche pas nécessairement à réchauffer la victime, une légère hypothermie étant à l'heure actuelle considérée comme améliorant le pronostic après réussite de la RCP ».

I 2 : Les autres syncopes

L'hypoxie n'est pas la saule cause de perte de connaissance chez un apnéiste. Bien que moins fréquents, d'autres mécanismes peuvent contribuer à une perte de connaissance, et méritent d'être soulignés car certains d'entre eux peuvent faire l'objet de mesures de prévention très simples.

II 2 1 : La syncope sino-carotidienne

Son mécanisme est une hypersensibilité à l'étirement du sinus carotidien, entraînant une hypotension artérielle et une bradycardie puis, à l'extrème, une perte de connaissance. Ce mécanisme est bien connu en pratique, lorsque l'apnéiste regarde le mur de la piscine ou bien la surface, lors de la remontée d'une apnée verticale : l'hyperextension brutale de la tête entraînerait une stimulation du sinus carotidien dont les effets se rajoutent à ceux de l'hypoxie en fin d'apnée. La prévention passe par une information précise sur la position de la tête, qui

doit toujours être en rectitude lors d'une plongée en apnée et pas que pour des raisons d'hydrodynamisme.

II 2 2 : La syncope liée à l'hypercapnie

La suspension volontaire de la ventilation provoque inéluctablement une rétention de CO2 donc une augmentation de la PaCO2. L'hypercapnie à des effets sur le comportement décrits sous le nom de carbonarcose qui peut aller jsuqu'à la perte de connaisance.
Plusieurs auteurs ont étudié les manifestations cliniques de la carbonarcose[29 30].
Les signes vont de l'hypersécrétion salivaire et bronchique, en passant par les crampes, les nausées, les vomissements et les céphalées, mais aussi l'hyperventilation, provoquant un essoufflement. On peut noter aussi des signes comportementaux plus subjectifs comme l'angoisse, l'anxiété, une sensation de malaise, ou bien des troubles de la vigilance avec altération du jugement. Enfin, l'érythrose faciale et l'hypersudation peuvent complèter le tableau clinique.
Lors de la descente en apnée la PaCO2 peut atteindre des valeurs proches de 70 mmHg où le risque de perte de connaissance est important. Si on rajoute le facteur effort qui majore l'hypoxie, l'association hypoxie – hypercapnie correspond à une asphyxie, qui peut alors entraîner une perte de connaissance en profondeur. Si cette dernière ne survient pas au fond, elle risque néanmoins d'apparaître à la remontée avec la chute brutale de la Pa02.
Enfin, lors d'une plongée profonde en apnée, on peut aussi observer une hypocapnie en cas de remontée rapide (> 1 m/s). Dans ce cas l'association hypoxie-hyporcapnie risque d'entraîner une perte de connaissance car l'hypocapnie provoque une vasoconstriction cérébrale.
Toutes ces constatations font comprendre qu'il est difficile d'expliquer exactement le mécanisme d'une syncope en apnée.

II 2 3 : La syncope vagale

La syncope vagale est liée à une hyperactivité parasympathique, responsable d'une bradycardie, et une inhibition du tonus sympathique, responsable d'une hypotension artérielle.

[29] Sayers JA, Smith RE, Holland RL, Keatinge WR. Effects of carbon dioxide on mental performance. J Appl Physiol (1985). 1987 Jul;63(1):25-30.

[30] Lanphier E.H. Respiration and exertion. In Bennet P and Elliot D. The physiologie and medicine of diving, 1995, chap.5, p 77-121.

A la différence de la syncope hypoxique, il existe souvent des prodromes à type de vertiges, acouphènes, nausées, troubles de la vision, ou sensation de jambes lourdes.
On peut citer différentes causes comme les stimuli nociceptifs intenses (barotraumatismes sinusiens ou tympaniques) mais aussi toutes les causes d'augmentation brutale de la pression intra thoracique, par exemple lors d'une manœuvre de Valsalva un peu brutale (Ictus laryngé). A ce sujet, il faut souligner que la manœuvre de la carpe, qui consiste à augmenter le volume pulmonaire après une inspiration forcée, peut provoquer une telle augmentation de la pression thoracique, qu'elle peut engendrer une syncope vagale lors de l'immersion (voire même avant l'immersion), c'est à dire au tout début de l'apnée. Il convient donc de rester très vigilant à ce sujet lors de la surveillance en binôme. Nous verrons ulterieurement que cette manœuvre est aussi déconseillée en raison du risque de barotraumatisme alvéolaire.

II 2 4 : Autres causes de perte de connaissance

Il existe d'autres causes de perte de connaissance comme l'hyperexcitabilité neuro musculaire favorisée par l'hyperventilation, l'hypoglycémie, l'épilepsie et les séquelles d'accident vasculaire cérébral, en particulier chez les sujets hypertendus. Les vertiges de l'entorse stapédo-vestibulaire et les troubles du rythme cardiaque peuvent aussi provoquer une perte de connaissance.

II : La pathologie ORL

L'oreille est un organe particulièrement exposé chez le plongeur apnéiste. Le risque est surtout barotraumatique. L'apnéiste doit savoir que le barotraumatisme de l'oreille (en particulier de l'oreille moyenne) n'est pas un problème lié qu'à la grande profondeur, et peut très bien survenir lors d'une séance d'entraînement en piscine à 2 m de profondeur.

II 1: Otopathies dysbariques

La caisse du tympan contient de l'air qui suit les contraintes de la loi de Boyle-Mariotte. Les accidents barotraumatiques de l'oreille en apnée surviennent à la descente : dès 3 à 4 mètres de profondeur, la diminution du volume d'air dans la caisse du tympan provoque une déformation de la membrane tympanique. La trompe d'Eustache est le seul moyen d'équilibration des pressions de part et d'autre du tympan. Elle est composée d'une portion osseuse et d'une portion cartilagineuse. Si le gradient de pression au niveau l'isthme tubaire est inférieur à 20 mm Hg, l'ouverture de la trompe est passive. Entre 20 mm Hg et 80 mmHg, l'ouverture de la trompe ne peut se faire que de manière active. Au delà de 80 mm Hg de gradient, il existe un risque de barotraumatisme. L'accident barotraumatique surviendra donc, soit en l'absence de manœuvre de compensation, soit lors d'une manœuvre de compensation brutale et trop tardive. Le plongeur apnéiste est beaucoup plus exposé que le plongeur scaphandre car les descentes à répétition finissent par entraîner un « forçage tubaire » avec congestion de l'isthme tubaire.

II 1 1 : Barotraumatismes de l'oreille moyenne

Le barotraumatisme de l'oreille moyenne est un accident classique en plongée scaphandre mais encore plus caractéristique en apnée. La rupture tympanique est possible à partir de 5 m soit 400 mmHg de gradient de pression. Le principal signe clinique est l'otalgie qui doit faire stopper immédiatement la descente. Toute tentative pour continuer la descente risque d'entraîner une perforation tympanique aux conséquences immédiates potentiellement graves : l'entrée d'eau froide dans la caisse du tympan peut provoquer un vertige et une panique de l'apnéiste. La douleur intense peut aussi entraîner une syncope et donc un risque de noyade. L'otite moyenne aigue barotraumatique peut avoir différents degrés de sévérité, qui sont résumés en 5 stades dans la classification de Haines et Harris. Une consultation ORL

est nécessaire afin de rechercher une dysperméabilité tubaire et prendre les mesures adaptées (aérosols manosoniques, kinésithérapie tubaire, insufflation tubaire…).

La prévention passe par l'apprentissage des manœuvres d'équilibration dès le premier jour de la pratique de l'apnée. Il faut privilégier la béance tubaire volontaire (BTV) décrite par Delonca, par rapport à la manœuvre de Valsalva qui est trop traumatisante, et oblige l'apnéiste à venir pincer regulièrement son nez, ce qui le déséquilibre et le freine à la descente. Certains apnéistes utilisent un pince-nez pour résoudre ce problème. La BTV est beaucoup plus douce, mais n'est pas spontanément accessible à tout le monde et nécessite donc un apprentissage. Quoiqu'il en soit le message à faire passer aux apnésites novices, est de toujours compenser par anticipation, et de ne pas faire d'apnée en cas d'épisode infectieux rhino-pharyngé.
Il faut insister sur l'importance des descentes « tête en haut » lors des premières apnées en fosse de plongée, surtout pour les apnéistes qui ne sont pas encore familiarisés avec les manœuvres d'équilibration.

Il faut enfin souligner l'existence de micro baro traumatismes de l'oreille moyenne à répétition: les séances d'apnée sollicitent le tympan de manière intensive. Ces barotraumatismes ne concernent pas exclusivement l'apnée profonde, faite par des apnéistes qui connaissent bien les différentes manoeuvres de compensation, mais aussi l'apnéiste qui s'entraîne en piscine, soumis à des variations incessantes de la pression hydrostatique sur les tympans. Le risque est l'évolution vers une maladie barotraumatique chronique de l'oreille moyenne et son éventuelle « labyrinthisation », provoquant une surdité bilatérale de perception sans jamais avoir réellement eu mal aux oreilles: « A force de ne pas nous écouter, ils finiront par ne plus nous entendre » [31].

II 1 2 : Barotraumatismes de l'oreille interne

Les barotraumatismes de l'oreille interne ont été décrits classiquement lors de la plongée scaphandre mais c'est surtout lors de la plongée en apnée qu'il sont le plus à craindre en raison des allers-retours multiples depuis la surface. Ils sont liés à une augmentation brutale de pression dans les liquides du labyrinthe.

[31] Badet J.M. ORL et plongée . Journée d'enseignement de Besancon 3 février 2013. DIU de Médecine Subaquatique et Hyperbare

Le barotraumatisme peut tout d'abord être mixte, c'est le cas lors de la transmission d'un baroraumatisme de l'oreille moyenne à l'oreille interne par l'intermédiaire de la platine de l'étrier. La symptomatologie associe alors des signes d'atteinte de l'oreille moyenne vus précédement et des signes d'atteinte de l'oreille interne (syndrome vestibulaire ou syndrome cochléaire).

Le barotraumatisme de l'oreille interne peut néanmoins apparaître sans atteinte de l'oreille moyenne. Le mécanisme le plus classique en apnée est le « coup de piston de l'étrier » dans la fenêtre ovale lors de la descente, lié à une manoeuvre de compensation (Valsalva en particulier) trop brutale, réalisant une entorse stapétovestibulaire[32]. Ce coup de piston décrit par Flottes et Riu peut provoquer une fistule labyrinthique par rupture de la fenêtre ronde ou de la fenêtre ovale[33]. Chez l'apnéiste, le barotraumatisme de l'oreille interne est le plus souvent cochléaire, avec une hypoacousie et des acouphènes à type de sifflement, souvents masqués par une otalgie, témoin d'un barotraumatisme de l'oreille moyenne concommitant. Le barotraumatisme vestibulaire est beaucoup plus rare.

Le diagnostic différentiel principal en cas de symptomatologie vertigineuse, est le vertige alternobarique décrit pat Lundgren en 1965, lié à un dysperméabilité unilatérale de la trompe d'Eustache, créant une asymétrie de pression dans les caisses tympaniques. Il survient donc le plus souvent à la remontée, en zone de faible profondeur, car les gradients de pression y sont les plus importants. La symptomatologie est un syndrome vetibulaire périphérique qui se traduit chez l'apnéiste par un vertige rotatoire, parfois intense, mais rapidement régressif. Le pronostic est très bon, mais il ne faut pas oublier que ce vertige peut engendrer une panique et une noyade chez l'apnéiste, qui ne sait plus où se trouve la surface en raison de la désorientation spatiale liée au vertige.

Le traitement du barotraumatisme de l'oreille interne est une affaire d'école, car les protocoles varient selon les services. Il faut retenir deux choses essentielles : il s'agit d'une urgence médicale et un avis ORL est indispensable. L'indication de l'oxygénothérapie hyperbare (OHB) reste discutée selon les équipes, de même que son délai après l'apparition des symptômes. Quoiqu'il en soit, la plupart des équipes restent d'accord sur la nécessité de

---

[32] Plante-Lonchamp G, Courty D, Wolkiewiez J. Étude analytique et approche pathogénique des barotraumatismes de l'oreille interne. Med Aero Spat., Bull Medsubhyp 1977 ;16 :382-4

[33] Riu R., Flottes L., Bouche J. Le Den R., Guillerm R. La physiologie de la trompe d'Eustache : ses applications cliniques et thérapeutiques. Paris : Arnette, 1966.

rechercher préalablement une fistule labyrintique qui serait aggravée par l'OHB, d'où l'importance de l'avis ORL.

En terme de prévention l'apnéiste doit retenir que le barotraumatisme n'est pas lié qu'à la grande profondeur, qu'il convient d'être particulièrement vigilant lors des débuts de la pratique de l'apnée en fosse, et qu'il faut effectuer des descentes progressives afin de « s'acclimater ». Toute douleur lors de la compensation doit immédiatement faire arrêter la descente.

II 2: Pathologie non barotraumatique de l'oreille

La pathologie non barotraumatique de l'oreille mérite d'être soulignée, car elle est trop souvent ignorée des plongeurs apnéistes, qui sont plus sensibilisés sur les problèmes de compensation de l'oreille moyenne. Ces pathologies sont sous estimées et certaines sont pourtant accessibles à des mesures de prévention efficaces.

L'otite externe aigue n'est pas si rare, surtout chez les apnéistes qui restent longtemps dans l'eau: la prévention passe tout d'abord par l'interdiction de l'utilisation du coton tige qui est trop traumatisant, la peau du conduit auditif externe étant très sensible aux traumatismes mécaniques. Le lavage simple à l'eau douce propre est conseillé, de même que l'application préventive d' huile d'amande douce dans le conduit avant la plongée.

Les obstructions du conduit auditif externe peuvent avoir des conséquences sur le tympan car elles peuvent perturber le mécanisme d'équipression de part et d'autre de ce dernier. Elles peuvent aussi être responsables de vertiges par stimulation thermique asymétrique.
Parmi les causes d'obstruction, on retrouve les bouchons de cérumen, les bouchons épidermiques, mais aussi les exostoses du conduit auditif externe. Le mécanisme serait une agression chronique, mécanique et surtout thermique de l'eau froide sur le périoste, provoquant l'apparition de voussures sous la peau du conduit auditif externe. L'obstruction est rarement complète, mais peut favoriser les processus infectieux locaux.
Le traitement préventif de ces obstructions, en tout cas de leurs complications, consiste à faire aspirer les bouchons de cérumen, et à limiter le contact chronique avec l'eau froide en portant une cagoule.

L'otite moyenne aigue est favorisée par le mouchage tubaire lors d'épisodes infectieux rhino-pharyngés, mais aussi en cas de dysfonctionnement de la trompe d'eustache qui peut donner des otites séreuses. La prévention principale est de ne pas faire de plongée en apnée en cas d'épisode infectieux rhino pharyngé.

II 3: Autres barotraumatismes : sinusiens et le plaquage de masque

Certains types de barotraumatismes décrits initialement en plongée scaphandre, peuvent aussi se rencontrer en apnée. Je ne détaillerai pas les barotraumatismes dentaires et digestifs, plutôt rares, classiquement décrits en plongée scaphandre mais qui sont encore plus rares lors de la pratique de l'apnée. Les barotraumatismes sinusiens et le placage de masque, beaucoup plus fréquents, ont certaines spécificités en apnée.

II 3 1 : Barotraumatismes sinusiens

Les cavités sinusiennes, comme la caisse du tympan contiennent de l'air qui suit les contraintes de la loi de Boyle Mariotte. Les sinus commniquent tous avec les fosses nasales par un petit canal, dont l'obstruction va compromettre l'équilibration des pressions avec le milieu ambiant. Les causes sont multiples, mais la plus classique reste l'inflammation locale liée à une rhinite ou une sinusite. La symptomatologie est une douleur qui peut apparaître en général à la descente, et qui est de localisation plutôt frontale. Une épistaxis, inconstante, peut survenir au retour en surface, et confortera le diagnostic. En cas de douleur maxillaire supérieure, il conviendra par principe d'éliminer une origine dentaire. En effet, une atteinte d'une prémolaire a souvent une douleur projetée, en regard du sinus maxillaire.

Le traitement consistera tout d'abord à stopper la pratique de l'apnée et à prendre un avis spécialisé, avec prescription d'une corticothérapie locale ou générale, associée ou non à une antibiothérapie et des vasoconstricteur nasaux.

La prévention est simple : ne pas plonger en apnée cas d'otite, rhinite, pharyngite ou toute autre pathologie inflammatoire de la sphère oro pharyngée.

II 3 2 : Le placage de masque

Commun à la plongée en scaphandre autonome et à l'apnée, le placage de masque est lié à l'effet d'aspiration crée par la diminution du volume d'air dans le masque, qui suit la loi

de Boyle-Mariotte. La conséquence est l'apparition après la plongée de signes d'hémorragie sous conjonctivale ou d'une ecchymose péri orbitaire, parfois même d'une épistaxis. Cet accident, le plus souvent bénin, doit néanmoins amener à consulter un spécialiste, en cas de baisse de l'acuité visuelle.

La mesure de prévention est théoriquement très simple et consiste à souffler par le nez dans le masque, lors de la descente. Cependant, cette manœuvre d'équilibration n'est pas toujours facile à mettre en pratique en apnée, car il faut utilser une toute petite partie de l'air accumulé dans l'oropharynx lors de la dernière inspiration, sachant que cette petite réserve doit aussi servir aux manœuvres de compensation tympaniques. La spécificité du placage de masque en apnée réside dans la variation brutale et répétitive des pressions sur le masque, surtout lors de la pratique en fosse de plongée. Il est donc conseillé de choisir un masque de petit volume, afin de pouvoir compenser plus facilement. L'utilisation des masques à verre teintés est déconseillée, car il est important de pouvoir contôler le regard du plongeur. Les masques ou lunettes à verre teintés sont d'ailleurs interdits, par le règlement des compétitions.

III : La pathologie cardio- pulmonaire

III 1: Barotraumatismes pulmonaires en apnée

III 1 1 : La surpression pulmonaire

La surpression pulmonaire est un accident barotraumatique potentiellement très grave lié le plus souvent à une remontée rapide à glotte fermée chez un plongeur scaphandre, entraînant parfois des lésions alvéolaires irréversibles. La symptomatologie peut être très variable avec tous les degrés de sévérité. Les principaux symptômes, associés ou isolés sont respiratoires (détresse respiratoire et pneumothorax), et neurologiques (aéroembolisme cérébral aux conséquences neurologiques potentiellement graves). On peut aussi noter un emphysème sous cutané cervical et un pneumomédiastin.

Cette situation est exceptionnelle chez l'apnéiste et pourrait se produire uniquement dans le cas d'un apnéiste venant respirer en immersion sur une source d'air puis remontant à la surface sans expirer. Il faut attirer l'attention sur le fait qu'une bouffée en inspiration forcée à quelques mètres de profondeur peut suffire à mettre les poumons en surpression lors de la remontée à glotte fermée[34]. Le traitement doit faire administrer immédiatement de l'oxygène (Fi02 100 %) au masque à haute concentration et évacucer en urgence l'apnéiste en milieu spécialisé.

La prévention passe par l'interdiction au plongeur apnéiste de venir respirer sur le bloc d'un plongeur scaphandre autonome (même si cette pratique était courante lors d'exercices à une certaine époque) et de ne pas pratiquer les deux activités sur le même site (en particulier en fosse de plongée). La formation des plongeurs en scaphandre autonome est aussi capitale à ce sujet. En cas de pratique des deux activités sur le même site, comme en piscine, la prévention passe par délimitation stricte des deux zones d'activité.

[34] Plongée sous-marine sportive et milieu subaquatique: accidents, aspects médicaux J.-P. Bonnin Éd. Masson, 2003 338 p ISBN 229401166X, 9782294011665 , p 56.

III 1 2: Lésions pulmonaires liées à la pratique des manœuvres de contractions diaphragmatiques volontaires.

Contrairement à la surpression pulmonaire, très rare chez le plongeur apnéiste, il existe d'autres situations pouvant provoquer un barotraumatisme pulmonaire, avec éventuel aéroembolisme .

Tout d'abord les manœuvres de contractions diaphragmatiques volontaires, d'autant plus si elles sont réalisées en immersion. Les manœuvres de grande inspiration forcée peuvent aussi contribuer à un barotraumatisme pulmonaire.

III 1 3: Lésions pulmonaires liées à la pratique des manœuvres glosso pharyngées.

De plus en plus pratiquées, les manœuvres glosso pharyngées restent particulièrement à risque. Selon U. Pelizzari, cette technique est a priori née en France, initialement dans le but de compenser le placage de masque lors de la descente. Cette technique de ventilation est plus connue sous le nom de « technique de la carpe ». Elle a été au debut utilisée par des apnéistes de très haut niveau, afin d'augmenter leur volume pulmonaire. Elle consiste, en fin d'inspiration maximale, à effectuer des contractions répétitives des joues et de la bouche, afin d'aspirer et de comprimer de l'air dans les poumons déjà distendus. Les anglo saxons nomment cette manœuvre le « buccal pumping » ou « frog breathing ». Des auteurs ont mesuré des augmentations de volume pouvant aller à plus de 2,5 litres, soit jusqu'à 40 % de la capacité vitale pulmonaire [35] [36] [37].

L'apnéiste Stéphane Mifsud, détenteur actuellement du reccord du monde AIDA d'apnée statique, a une capacité pulmonaire qui peut dépasser 11 litres d'air, avec la pratique de la technique de la carpe, cela au prix d'un entraînement intensif de longue durée, et d'une surveillance médicale très sérieuse.

Il s'agit probablement d'une manœuvre risquée, car l'augmentation brutale du volume pulmonaire entraîne, selon plusieurs auteurs, une augmentation de la pression intra

---

[35] Andersson, J., E. Schagatay, P. Gustafsson, and H. Örnhagen. (1998) Cardiovascular effects of "buccal pumping" in breath-hold divers. In: Gennser, M. (ed.) XXIV Annual Scientific Meeting of the European Underwater and Baromedical Society. National Defence Research Establishment, Stockholm, Sweden. FOA Report: FOA-B--98-00342--721--SE: 103-106.

[36] Chaduteau P, Friemel F, Larger C. Etude d'une manoeuvre pour améliorer la performance en apnée profonde. Bull Medsubhyp 1996; 6(suppl): 75-80

[37] Örnhagen, H., E. Schagatay, J. Andersson, E. Bergsten, P. Gustafsson, and S. Sandström. (1998) Mechanisms of "buccal pumping" ("lung packing") and its pulmonary effects. In: Gennser, M. (ed.) XXIV Annual Scientific Meeting of the European Underwater and Baromedical Society. National Defence Research Establishment, Stockholm, Sweden. FOA Report: FOA-B--98-00342--721--SE: 80-83.

alvéolaire, et un risque de barotraumatisme alvéolaire[38], voire d'aéroembolisme par passage d'air sous pression des alvéoles aux capillaires pulmonaires[39]. Des pneumomédiastins ont été constatés lors d'une étude avec tomodensitométrie et mesure de la capacité pulmonaire totale, avant et après manœuvre glossopharyngée chez 6 apnéistes : 5 d'entre eux ont présenté des images de pneumomédiastin[40]. Par ailleurs, l'augmentation du volume pulmonaire par la manœuvre de la carpe peut aussi provoquer des variations hémodynamiques très importantes, avec hypotension artérielle, tachycardie, diminution du volume d'éjection systolique et de la fréquence cardiaque; mais aussi augmentation de la post charge du ventricule droit et défaillance biventriculaire[41]. Ces variations hémodynamiques entraînent un risque important de syncope.

Une étude serait nécessaire afin d'évaluer les conséquences à moyen et à long terme de cette technique sur la fonction alvéolaire : plusieurs auteurs dont Francois Bernier et Fréderic Lemaitre laissent penser qu'il existe probablement des lésions alvéolaires à long terme et mettent donc en garde sur les risques de cette manœuvre[42].

Les apnéistes non confirmés et mal entraînés sont particulièrement exposés. La distension de la cage thoracique, suite à la manœuvre de la carpe, provoque la stimulation de mécanorécepteurs qui entraîne une contraction réflexe du thorax en surpression. Ce réflexe, dit de Herring-Breuer, provoque chez un sujet non entraîné une sensation de malaise et d'inconfort, surtout en apnée statique, alors qu'il disparait rapidement en apnée verticale en raison de l'augmentation de la pression hydrostatique.

Cette manoeuvre est actuellement de plus en plus pratiquée en compétition, par des apnéistes entraînés, avec une bonne compliance thoracique et un suivi médical rapproché. La prévention passe l'information précoce des apnéistes novices sur les risques encourus. Dans une étude très récente de 2013, Schiffer et Lindholm concluent, après plusieurs constatations d'aero-embolisme cérébral après manœuvre de carpe, que cette technique est potentiellement dangereuse lorsqu'elle est utilisée pour augmenter les performances en apnée. Les auteurs

---

[38] Jacobson FL, Loring SH, Ferrigno M. Pneumomediastinum after lung packing. Undersea Hyperb Med. 2006 Sep-Oct; 33(5):313-6.

[39] Linér MH, Andersson JP. Suspected arterial gas embolism after glossopharyngeal insufflation in a breath-hold diver. Aviat Space Environ Med. 2010 Jan;81(1):74-6.

[40] Chung SC, Seccombe LM, Jenkins CR, Frater CJ, Ridley LJ, Peters MJ (2010) Glossopharyngeal insufflation causes lung injury in trained breath-hold divers. Respirology 15:813–817

[41] Novalija J, Lindholm P, Loring SH, Diaz E., Fox JA, Ferrigno, M. Cardiovascular aspects of glossopharyngeal insufflation and exsufflation. Undersea Hyperb Med 2007; 34(6):415-423.

[42] Lemaitre F. L'apnée de la théorie à la pratique. 4e tirage,octobre 2012.

suggèrent que cette manoeuvre ne soit plus utilisée en compétition, à moins de la limiter à un niveau de sécurité suffisant[43].

Il existerait néanmoins, en dehors de la carpe, d'autres d'autres explications physiopathologiques aux barotraumatismes pulmonaires. Henckers A. rapporte différentes hypothèses[44] : l'effet blood shift qui provoquerait une diminution non homogène de compliance pulmonaire ou bien, la présence de zones de séquestration des gaz alvéolaires à la remontée. Enfin, lors de la remontée, le drainage du blood shift serait plus lent que la vitesse d'expansion des gaz, ce qui provoquerait l'apparition de « zones d'air trapping » pouvant être responsables de barotraumatismes.

Certains auteurs[45] [46] ont décrit des cas très particuliers de barotraumatisme pulmonaire chez des apnéistes, sans notion de respiration sur une source d'air en immersion. Les hypothèses physiopathologiques étaient dans un cas, l'antécédant d'asthme chez le plongeur (hyperpressions pulmonaires secondaires à des manœuvres d'hyperventilation dans un contexte de bronchoconstriction) et, dans l'autre cas, les résistances expiratoires brutales dans le tuba afin d'évacuer l'eau dans le conduit. Ces cas rapportés sont très intéressants sur le plan physiopathologique mais restent des cas isolés qui ne doivent pas, actuellement, remettre en question la pratique de l'apnée chez les athmatiques de stade 1 et 2. Le Médecin fédéral Daniel Durero, ancien capitaine de l'équipe de France d'apnée avait beaucoup contribué à l'autorisation de la pratique de l'apnée pour les asthmatiques de stade 1 et 2.

Les mesures de prévention relèvent du bon sens : il ne faut utiliser que des tubas homologués et surtout bien faire attention à la spécificité du tuba chez l'enfant en raison de l'augmentation du volume de l'espace mort.

---

[43] Schiffer TA, Lindholm P. Transient ischemic attacks from arterial gas embolism induced by glossopharyngeal insufflation and a possible method to identify individuals at risk. Eur J Appl Physiol. 2013 Mar;113(3):803-10.

[44] Henckes A. Les traumatismes pulmonaires de l'apnéiste http://www.cibpl.fr/wpFichiers/1/1/Ressources/file/CODEP-22/Technique/Colloques/Colloque-2012-2-Trauma-pulmonaire-apnee-A-HENCKES.pdf

[45] Bergmann E., Barthélémy A., Gerbeaux P., Sainty J. M., « Apnée et suppression pulmonaire », Colloque international de médecine de plongée, Paris 6-7 décembre 1996.

[46] Grandjean B., Wintrebert A., « Un cas inhabituel de barotraumatisme pulmonaire après plongée libre », Colloque international de médecine de plongée, Paris 6-7 décembre 1996.

III 2: L'œdème pulmonaire d'immersion

L'étude de la barrière alvéolo capillaire permet de comprendre facilement que des variations de pression brutales peuvent conduire à sa défaillance. Avec son épaisseur de 0.3µm la barrière alvéolo capillaire est soumise à différentes forces : la pression capillaire transmurale, la tension de surface sur l'épithélium alvéolaire et enfin la tension longitudinale exercée par les mouvements respiratoires, sur la paroi alvéolaire. La pratique de l'apnée, en raison des contraintes liées à l'immersion, et des manœuvres ventilatoires sous pression, provoque des modifications de pression et de tension de surface, dans la barrière alvéolo capillaire. Sa défaillance se manisfeste par les signes cliniques suivants : dyspnée, toux, hémoptysies ou expectorations mousseuses et, dans les cas les plus graves, un tableau de détresse respiratoire aigue. West précise dans ses écrits : " The surprising thing is not that the capillaries fail, but that they do not so more often". Compte tenu des contraintes qui s'exercent sur le poumon , les accidents graves restent rares mais les petits signes cliniques anonciateurs ne doivent pas être sous estimés. L'augmentation de la pratique de l'apnée mettra probablement en évidence de nouvelles observations.

L'œdème pulmonaire d'immersion, considéré comme rare, mais en réalité plutôt méconnu, classiquement décrit chez le plongeur scaphandre, peut aussi concerner le plongeur apnéiste ou le simple nageur[47]. Il s'agit d'un accident connu depuis plusieurs décennies[48]. Le premier cas mortel a été décrit à Brest par Cochard et al. en 2004 [49].

L'étude de Koehle et al, à propos de 60 cas, rapporte 8 cas chez des plongeurs apnéistes avec pour 3 cas la notion de contractions diaphragmatiques volontaires durant l'immersion, et pour 3 autres cas, la notion de prise d'aspirine avant la plongée. La notion de plongées en apnée successives est rapportée dans plusieurs cas. Chez 3 des apnéistes concernés, le lavage broncho alvéolaire retrouvait une hémorragie intra alvéolaire[50]. D'autres publications, le plus souvent des petites séries descriptives, ont confirmé le caractère souvent bénin mais parfois

---

[47] Adir., Shupak A., Gil A., Peled N., Keynan Y., Domachesky L., Weiler-Ravell D. Swimming-induced pulmonary edema: clinical presentation an serial lung function. Chest 2004 ; 126 : 394-399

[48] Wilmshurst PT, Nuri M, Crowther A, Webb-Peploe MM Cold-induced pulmonary oedema in scuba divers and swimmers and subsequent development of hypertension. Lancet. 1989 Jan 14;1(8629):62-5.

[49] Cochard G, Arvieux J, Lacour JM, Madouas G, Mongredien H, Arvieux CC. Pulmonary edema in scuba divers: recurrence and fatal outcome. Undersea Hyperb Med. 2005 Jan-Feb;32(1):39-44.

[50] M. S. Koehle, M. Lepawsky, and D. C. McKenzie, "Pulmonary oedema of immersion," Sports Medicine, vol. 35, no. 3, pp. 183–190, 2005.

récidivant de cette pathologie chez un sujet apparement sain[51] [52]. D'autres publications sont ensuite venues souligner le caractère potentiellement dangereux ce cette pathologie [53].

III 2 1 : Physiopathologie

La physiopathologie de l'œdème pulmonaire d'immersion chez l'apnéiste est complexe, car elle fait intervenir de nombreux facteurs. Les travaux de West ont contributé à la compréhension du mécanisme de l'œdème pulmonaire d'immersion[54]. Cette pathologie étant de plus en plus décrite et constatée à partir d'observations cliniques, plusieurs auteurs ont décrit différents schémas physiopathologiques. Selon Louge les deux principaux mécanismes sont l'augmentation de la pression capillaire pulmonaire au delà de 35 mmHg et les variations brutales des pressions alvéolaires, qui répondent toutes les deux à des facteurs extrinsèques lors de la pratique de l'apnée[55].

L'immersion provoque augmentation de la pression hydrostatique, responsable d'un transfert thoracique du système capacitif par effet bloodshift, et d'une dysfonction ventriculaire droite par augmentation de la pré-charge du ventricule droit. Le schéma en annexe 6, résume bien ce mécanisme de la redistribution sanguine.

Le froid est responsable d'une vasoconstriction artérielle systémique, augmentant la post-charge du ventricule gauche et secondairement la pré-charge du ventricule gauche.

L'hypoxie entraîne une vasoconstriction artérielle pulmonaire, qui protège les alvéoles, néanmoins, il existe une modification des zones de circulation pulmonaire avec augmentation du débit dans les zones non vasoconstrictées. Cette augmentation du débit provoque une

[51] Boussuges, A., Pinet, C., Thomas, P., Bergmann, E., Sainty, J. M., & Vervloet, D. (1999). Haemoptysis after breath-hold diving. European Respiratory Journal, 13, 697–699.

[52] Boussuges A, Succo E, Bergmann E Intra-alveolar hemorrhage. An uncommon accident in a breath holding diver., Sainty JM. Presse Med. 1995 Sep 2-9;24(25):1169-70.

[53] Henckes A, Lion F, Cochard G, Arvieux J, Arvieux CC. Pulmonary oedema in scuba-diving: frequency and seriousness about a series of 19 cases. Ann Fr Anesth Reanim. 2008 Sep;27(9):694-9.

[54] West, J.B. and O. Mathieu-Costello. Stress failure of pulmonary capillaries: role in lung and heart disease. Lancet 340: 762-767, 1992

[55] Louge P. Oedèmes pulmonaires d'immersion. Journée nationale d'enseignement de Lille, 5 avril 2013 DIU de Médecine Subaquatique et Hyperbare

augmentation simultanée de la pression artérielle pulmonaire et de la pression capillaire pulmonaire.

L'anxiété et le stress, par la libération des catécholamines circulantes augmentent surtout la vasoconstriction artérielle systémique mais aussi la vasoconstriction artérielle pulmonaire.
L'exercice physique provoque une augmentation du débit cardiaque et de la pression artérielle.

L'effet « lung squeeze » correspondant à une diminution des volumes gazeux lorsque l'apnéiste descend, ou fait de l'apnée expiratoire par faible profondeur, et les contractions diaphragmatiques liées en particulier à l'hypercapnie en fin d'apnée, provoquent également des variations brutales des pressions alvéolaires[56].

On ne peut que constater la complexité de la physiopathologie de l'œdème pulmonaire d'immersion, dont l'étude des mécanismes n'est encore complètement clarifiée. Pour simplifier, l'œdème pulmonaire d'immersion résulte d'un déséquilibre, lié au blood shift, entre l'augmentation du débit dans le cœur droit et la circulation pulmonaire, et l'augmentation du travail cardiaque gauche.

III 2 2 : Facteurs de risque

Dans une étude récente, Gempp et coll retrouvent 4 principaux facteurs de risque de dysfonction myocardique transitoire en immersion : l'âge supérieur à 50 ans, l'hypertension artérielle, le diabète et l'augmentation du taux sanguin de BNP [57].

Les facteurs favorisants sont essentiellement l'effort physique intense, l'eau froide et le stress, situations que l'on peut retrouver lors de la pratique de l'apnée en milieu protègé comme un petit lac dont l'eau est souvent froide, même avec une profondeur inférieure à 6 mètres.

[56] Lindholm P., Lundgren C. The physiology and pathophysiology of human breath-hold diving. J Appl Physiol 106: 284 –292, 2009

[57] Gempp E, Louge P, Henckes A, Demaistre S, Heno P, Blatteau JE. Reversible myocardial dysfunction and clinical outcome in scuba divers with immersion pulmonary edema. Am J Cardiol. 2013 Jun 1;111(11):1655-9

La prise d'aspirine ou d'anti-inflammatoires reste discutée, et serait responsable selon la plupart des auteurs d'éventuelles lésions de la membrane alvéolo capillaire. Il s'agit d'une pratique assez courante chez les chasseurs sous-marins.

Il n'existe pas réellement de facteurs prédictifs de l'œdème pulmonaire d'immersion, mais plutôt une notion de susceptibilité individuelle. Plusieurs auteurs (Henckes, Louge) soulignent le caractère potentiellement récidivant de cette pathologie, d'où l'importance de rechecher un épisode même frustre dans les antécédents du patient, avant d'établir le certificat de non contre-indication à la pratique de l'apnée.

III 2 3 : Accidents et prise en charge

La prise en charge de l'œdème pulmonaire d'immersion repose sur l'arrêt de tout effort, la mise en position demi-assise et l'oxygénation (FiO2 100 %) au masque à 15 l/min. La priorité reste bien évidemment de sortir le plongeur de l'eau. Il peut néanmoins exister les formes graves avec choc cardiogénique nécessitant le traitement adapté.

III 3: Pathologie cardiovasculaire

III 3 1 : Troubles du rythme et de la conduction cardiaque

Les troubles de la conduction ou du rythme cardiaque sont favorisés par la bradycardie d'immersion et par le froid. Regnard J. décrit très bien ce mécanisme de « coactivation neurovégétative »[58]. L'immersion à neutralité thermique provoque une diminution de l'activité sympathique (diminution du taux sérique de noradrénaline) et une augmentation de l'activité vagale responsable de la bradycardie dite d'immersion. Cependant, le facteur froid va provoquer au contraire une augmentation activité sympathique. Cette coactivation neurovégétative a deux effets : allongement la durée non réfractaire du cycle cardiaque (vagale par activation parasympathique) et augmentation de l'excitabilité cardiaque (par activation sympathique). Cette situation majore donc chez tout plongeur, le risque de trouble du rythme cardiaque. Chez l'apnéiste, le facteur facteur hypoxie majore encore cet effet.

[58] Regnard J. Modifications physiologiques liées à l'immersion et à la plongée. Journée nationale d'enseignement de Lille, 5 avril 2013 DIU de Médecine Subaquatique et Hyperbare

L'examen de l'électrocardiogramme peut montrer un augmentation de l'amplitude de l'onde T symétrique, des ondes P amples en D2, D3 et aVF, avec déviation axiale droite puis progressivement augmentation de l'intervalle PQ (bloc auriculo-ventriculaire du premier degré), puis des extra systoles ventriculaires. D'autres troubles plus graves, à type de bloc de branche, blocs sino-auroculaires, blocs auriculo-ventriculaires de type 2 ou 3, voire des tachycardies ventriculaires, peuvent provoquer des pertes de connaissance[59].

Ces troubles graves peuvant entraîner une mort subite, liée à une dilatation des cavités cardiaques, associée à une hypoxie myocardique qui aggrave le dérèglement neurovégétatif précédement expliqué par Regnard.

Un étude récente de 2013, sur des compétiteurs en apnée en poids constant, n'a pas noté de modifications électrocardiographiques majeures, mais simplement la bradycardie du « diving reflex » et quelques arythmies sans aucune manifestation symptomatique. Les auteurs n'ont pas non plus retrouvé de déviation axiale droite malgré l'importance du blood shift à de telles profondeurs [60]. Il faut nuancer ces résultats et ne pas oublier que les mesures ont été faites chez de jeunes compétiteurs très entraînés à l'apnée profonde, ce qui n'est pas le cas de la majorité des apnéistes.

III 3 2 : Hypertension artérielle

L'apnée, par action du système nerveux sympathique sur les muscle lisses artériolaires et capillaires entraîne une vasoconstriction périphérique qui provoque une augmentation de pression artérielle. Ce phénomère est majoré par le froid et l'hypoxie. Il faut donc rester très prudent chez les sujets présentant une hypertension artérielle non ou mal traitée. En effet les variations tensionnelles en apnée peuvent être très importantes.

Anderson et coll ont étudié les variations de la pression artérielle moyenne chez 8 apnéistes, lors d'apnées dynamiques à l'état stable (100W), visage hors de l'eau ou dans l'eau. Il ont constaté que l'immersion de la face entraînait une augmentation plus importante de la

[59] Broussolle B., Meliet J.-L., Coulange M., 2006. Physiologie et médecine de la plongée, Ed. Ellipses. ISBN 2-7298-2983-4 ; p 662

[60] Lemaitre F., Lafay V. Taylor M., Costalat G., Gardette B. Electrocardiographic aspects of deep dives in elite breath-hold divers. UHM 2013, VOL. 40, NO. 2 – ECG CHANGES IN BREATH-HOLD DIVERS

pression artérielle moyenne en raison de la vasoconstriction secondaire à cette immersion du visage [61].

III 4: Problématique de la gestion du crachat sanglant après le retour en surface

L'hémopstysie, (ou crachat sanglant) après le retour en surface n'est pas exceptionnelle. Cette situation est plus probable lors de la pratique de l'apnée verticale donc en fosse de plongée ou en milieu naturel, mais plusieurs cas ont été décrits sur des faibles profondeurs [62]. Cet événement n'est pas aussi rare qu'on pourrait le penser, car souvent minimisé ou occulté par le plongeur apnéiste.

La cause serait une inversion du gradient de pression de part et d'autre de la membrane alvéolo- capillaire avec la profondeur et l'effet blood shift. Des facteurs favorisants ont été décrits par plusieurs auteurs : la prise d'aspirine avant la plongée et les manoeuvres de contraction diaphragmatiques volontaires [63].

Après avoir éliminé un barotraumatisme sinusien, un interrogatoire recherchant la notion d'inhalation et l'examen clinique permettront d'évaluer la fonction cardio-respiratoire afin de rechercher un œdème pulmonaire d'immersion (crachat spumeux, teinté de sang) ou un barotraumatisme pulmonaire. Au moindre doute, le transfert dans un service spécialisé sera réalisé, après avoir mis en place une oxygénothérapie, en cas de dyspnée ou de toux persistante. S'il s'agit d'un simple crachat strié de sang et isolé, sans modification de la fréquence respiratoire, ni cyanose, une simple surveillance et mise au repos de l'apnéiste seront suffisantes. Il faut rappeler que le règlement fédéral des compétions en poids constant stipule que le crachat sanglant au retour en surface est une cause d'annulation de la performance et d'arrêt de la compétition pour l'athlète concerné.

La pratique de plus en plus fréquente de l'apnée expiratoire ne doit pas faire oublier que les contraintes pulmonaires sont importantes. Lindholm P. a étudié ses conséquences sur 11 apnéistes ayant pratiqué des apnées en expiration forcée à 5 m de profondeur : on note au

---

[61] Andersson JP, Linér MH, Fredsted A, Schagatay EK. Cardiovascular and respiratory responses to apneas with and without face immersion in exercising humans. J Appl Physiol (1985). 2004 Mar;96(3):1005-10. Epub 2003 Oct 24.

[62] Henckes A, Arvieux J, Cochard G, Jézéquel P, Arvieux CC. Hemoptysis and pneumomediastinum after breath-hold diving in shallow water: a case report. Undersea Hyperb Med. 2011 May-Jun;38(3):213-6.

[63] Louge P. Oedèmes pulmonaires d'immersion. Journée nationale d'enseignement de Lille, 5 avril 2013 DIU de Médecine Subaquatique et Hyperbare.

retour en surface une modification de la voix, une irritation et congestion laryngée, des cas d'hémoptysie chez 2 sujets, et des modifications des EFR. Le lung squeeze (réduction du volume pulmonaire) à 5 m de profondeur en expiration forcée est déjà très conséquent [64].

La prévention passe par l'information des apnéistes, en particulier non entraînés sur les risques de l'apnée en expiration. L'apnée expiratoire ne veut pas forcément dire en expiration forcée. Cette pratique n'est actuellement pas enseignée au niveau fédéral, mais commence à devenir le centre d'intérêt de plusieurs entraîneurs et ne doit se concevoir que dans le cadre de protocoles pré-établis (Cf chapitre prévention).

[64] Lindholm P, Ekborn A, Oberg D, Gennser M. Pulmonary edema and hemoptysis after breath-hold diving at residual volume. J Appl Physiol (1985). 2008 Apr;104(4):912-7.

PARTIE 3 :

ENQUETE SUR LES PRATIQUES AU SEIN DES CLUBS DE PLONGEE

I : Matériel et méthodes

I 1 : Moyens de contact avec les clubs

Le questionnaire a tout d'abord été mis en ligne sur le site de la Commision Nationale d'Apnée http://apnee.ffessm.fr

Il a aussi été envoyé par courrier électronique à tous les présidents de CODEP de la FFESSM, afin de le diffuser dans chacun des clubs de leur département, dans le but d'intégrer les clubs ne disposant pas de Commission Apnée.
http://www.annuairedelaplongee.com/adresses-utiles/les-comites-departementaux.html

I 2 : Questionnaire

Le questionnaire a été envoyé par courrier électronique en précisant que les données recueillies seraient rendues anonymes, afin de ne pas influencer les réponses (Annexe 7).
Ces dernières ont été collectées sur une période de 4 mois, soit par courrier électronique, soit par contact téléphonique mais aussi dans certains cas lors d'un entretien direct.

II : Résultats et discussion

Sur l'ensemble des 200 clubs contactés, 125 ont répondu et renvoyé le questionnaire, soit un taux de réponse de 62,5 %.

II 1 : Résultats du questionnaire

1) Avez vous une commission apnée (et ou technique) dans votre club ? OUI **63 %**

2) Y a t'il des encadrants apnée dans le club (IE1 IE2 MEF1 MEF2 Instructeur). Si oui, leur nombre ? IE1 **66 %**
IE2 **49 %**
MEF1 OU MEF2 : **51%**

3) Y a t'il des encadrants apnée dans le club qui sont des plongeurs scaphandre issus d'une formation passerelle ? OUI **48 %**

4) Y a t-il des juges 1er ou 2ème degré apnée dans le club? OUI **39 %**

5) Y a t'il un Médecin Fédéral dans le club ? OUI **55 %**

6) Avez vous un protocole de surveillance des apnéistes dans les bassins ? OUI **84 %**

7) Avez vous constaté une ou plusieurs fois la pratique de l'apnée sans surveillance au sein du club ? OUI **40 %**

II 2 : Connaissance et application des protocoles de surveillance

On constate que 84 % des clubs reconnaissent avoir et appliquer un protocole de surveillance des apnéistes. Néanmoins, la description de ce dernier est assez variable suivant les clubs, mais prend souvent modèle sur les protocoles de compétition.

Les entretiens avec différents encadrants permettent une description générale des protocoles de surveillance. Malgré leur variabilité, on retrouve des points communs, en particulier la surveillance en binôme et le protocole de sortie.

Mathieu Grenier (MEF1 d'apnée) explique : « Là encore, tout dépend de ce que tu appelles protocole de surveillance, moi je comprends la notion de binôme en dynamique, les gestes de contrôle de la conscience pour la statique. En effet, chacun fait à sa manière, en fonction des encadrants et, comment et par qui ils ont été formés.
Je connais des clubs où en dynamique tu travailles en binôme tout le temps, dès l'échauffement, et d'autres, où tu ne le fais que sur un « max », avec de la surveillance visuelle entre temps, ce qui a ses limites ».
Marie Pierre Boivin (MEF1 d'apnée) : « Des recommandations peuvent être utiles. Ce qui est important c'est de déceler un comportement anormal, pouvant être un signe annonciateur de syncope. Le principe de binôme me semble important : en fonction de l'exercice ou de la séance, si la dominante est hypoxique, un apnéiste de sécurité peut être nécessaire.
Si la dominante est hypercapnique, un binôme partant ensemble semble suffisant.
Dans tous les cas, faire le protocole de sortie à son binôme ou à son apnéiste de sécurité, est une règle de sécurité intéressante car toute anomalie doit éveiller l'attention voire provoquer une intervention. Pour les exercices très hypoxiques ou pour un « max » (tentative de performance maximale), un apnéiste de sécurité est indispensable et, un deuxième apnéiste de sécurité avec une personne au bord du bassin peuvent être envisagés, car en cas de problème une sortie efficace de l'eau est importante.
Pour la sécurité des apnéistes, lorsque c'est possible le cours doit être adapté au niveau. Il est donc préférable de faire des groupes de niveau. Si un exercice peut sembler facile à certains sans être hypoxique ; pour un apnéiste d'un niveau inférieur, ce même exercice peut le mettre en hypoxie et donc devenir dangereux, si la sécurité mise en place n'est plus adaptée ».

Pour le protocole de surveillance en apnée statique, les différents entretiens retrouvent le point commun suivant : convenir de l'usage d'un signe de communication clairement exécuté en binôme ou en cercle avec un groupe de personnes encadrées par un ou plusieurs apnéistes responsables.
Fabrice Bailleul (MEF1 d'apnée et Instructeur AIDA) : « Pour les performances, un apnéiste de sécurité en surface et l'autre en apnée. La surveillance est faite via une pression du doigt sur l'épaule. L'apnéiste répond par la tension de l'index de la main du même côté. Plus le temps passe et plus les stimulations sont rapprochées.
Pour les exercices, tous les apnéistes sont dans l'eau en même temps en formant un cercle, se tenant par les petits doigts. La surveillance se fait donc par « click » (légère pression) entre les petits doigts de chacun qui doit revenir à l'initiateur du signal. Je forme des groupes de trois

apnéistes au maximum pour optimiser l'efficacité du protocole ». D'autres encadrants préfèrent organiser la séance d'apnée statique avec tout le groupe dans le même cercle. Florian Gerault (MEF2 d'apnée) précise : « Pour un entraînement d'apnée statique, même si le groupe n'est pas complètement homogène, l'apnéiste qui termine plus tôt son apnée statique sort de la tête de l'eau et continue à transmettre le signal tant que le dernier na pas terminé sa performance. C'est aussi un moyen d'accroitre la surveillance et donc la sécurité. Personnellement, je préconise l'étoile jusqu'à 5 personnes, et à partir de 6 personnes, on dédouble. J'évite les binômes en entraînement d'apnée statique, car en tant qu'encadrant je préfère avoir la main sur la sécurité ».

Pour le protocole de surveillance en apnée dynamique horizontale, on retrouve à nouveau lors des entretiens : la notion de binôme, l'annonce de la performance, l'apnéiste de sécurité suit son collègue avec une planche, qui servira de point d'appui lors de l'émersion, le protocole de sortie, et la surveillance durant au moins 30 secondes après la sortie.
Fabrice Bailleul (MEF1 d'apnée et Instructeur AIDA): « Le protocole est celui des compétitions. La sécu est au dessus, légèrement devant et sur le côté de l'apnéiste. Là encore, dès le baptême, les signes à surveiller sont décrits ».
Guillaume Mbow (MEF2 d'apnée) : « Pour les séances d'entraînement dynamique, tout le monde fait le même exercice, les moniteurs sont répartis sur la largeur du bassin pour conseiller et surveiller. Lorsque les distances d'apnée s'allongent, on passe en surveillance individuelle avec un apnéiste de securité qui accompagne en surface avec des planches, ceux qui ont fini avant accompagnent sur le bord du bassin et sont prêts à intervenir ».

L'harmonisation des protocoles de surveillance reste un sujet débattu en raison de la variabilité du niveau des plongeurs, du nombre d'encadrants et de plongeurs à surveiller, de la taille du bassin et de l'exercice à réaliser.
Mathieu Grenier (MEF1 d'apnée) : « Je pense que c'est difficile d'harmoniser ce point, du moins pour les gens déjà formés. Par contre, ça peut être modifié pour les futurs encadrants. Maintenant, il faut prendre en compte les particularités des clubs : un club qui a un encadrant par élève, et un club qui a un encadrant pour 10 élèves, ne pourront peut être pas appliquer les mêmes méthodes. Je ne pense pas que l'harmonisation soit nécessaire, mais, pour moi, une harmonisation n'entrainerait pas un frein dans le développement de l'apnée, par contre, cela serait très long à mettre en place, il faut changer les habitudes... »

Marie Pierre Boivin (MEF1 d'apnée) : « L'observation et la connaissance des apnéistes sont essentielles. Des recommandations peuvent être intéressantes, mais je ne pense pas que l'on puisse standardiser les protocoles de surveillance, car les exercices d'entraînement en apnée peuvent être très variés ».

La surveillance en fosse de plongée est un cas particulier. Contrairement à la piscine, la notion de profondeur rend plus difficile la surveillance rapprochée, ainsi qu'une intervention de sauvetage si nécessaire.

Fabrice Bailleul (MEF1 d'apnée et Instructeur AIDA) : « Pour la fosse de plongée le problème est plus délicat. C'est un milieu sécurisé car la visibilité est (presque) parfaite, il n'y a pas de courant, pas de bateaux, et un très faible risque d'accrochage au fond. Maintenant, ses qualités sont aussi ses défauts : facilité d'accès, impression de sécurité, prise de confiance et facilité d'accès à la profondeur. Un initiateur profondeur (IE2) peut encadrer en fosse s'il valide la profondeur de cette dernière avec un MEF1, car il doit pouvoir aller au fond rapidement en cas de besoin. Il y a aussi les divers problèmes physiopathologiques liés à la profondeur. Je pense que la fosse est un outil extraordinaire pour évoluer mais que c'est une fausse sécurité ! »

Marie Pierre Boivin (MEF1 d'apnée) : « En fosse de plongée, le protocole de sécurité doit être appliqué systématiquement avec une surveillance en binôme pour les apnéistes autonomes. Pour les non autonomes, il s'agit aussi d'une surveillance en binôme avec un encadrant en plus (IE2 ou MEF). Il faut obligatoirement faire des binômes de même niveau car en cas de problème, il faudra aller chercher la victime en profondeur sans préparation spécifique. Pour les débutants, il faut porter une attention particulière au risque de barotraumatisme tympanique et sinusiens et effectuer au préalable des apnées « test » à faible profondeur ».

II 3 : La pratique de l'apnée sans surveillance adaptée

Comme pour toute enquête ou sondage, la prudence reste de mise quant à leur interprétation. L'apnée n'est actuellement plus une activité réservée au chasseur sous-marin, au recordman ou bien au compétiteur. Elle est devenue une activité de loisir qui peut faire oublier les risques si les règles de base ne sont pas respectées.

Le constat établi d'après des résultats de l'enquête, ne fait que mettre en lumière l'application ou non des protocoles de surveillance, et surtout leur variabilité au sein des

clubs. La prévention passe par l'information et la responsabilisation des pratiquants, surtout en apnée dite loisir, les encadrants et les compétiteurs étant le plus souvent très vigilants sur ce sujet.
Malgré les consignes données par les encadrants, on constate des cas, certes occasionnels, de pratique de l'apnée sans surveillance adaptée, qui restent signalés dans 40 % des clubs interrogés. Nous pouvons nous interroger sur les contextes dans lesquels surviennent ces pratiques.

Les observations rapportées par les encadrants, contactés suite à leur réponse au questionnaire permettent de définir des situations à risque.
La majorité précise qu'il s'agit d'apnéistes débutants, qui sont le plus souvent immédiatement « recadrés ». Dans près de la moitié des cas, ces pratiques ont disparu, après la création de la commission d'apnée dans le club. La majorité des encadrants, confirme que les pratiques d'apnée sans surveillance, après création de la commission d'apnée, concernent surtout des plongeurs non apnéistes ou bien des nageurs qui n'ont donc pas été sensibilisés. Ces constatations ne font que confirmer l'importance de la commission d'apnée au sein d'un club.

Il est intéressant de constater que la proportion de médecins fédéraux ou de juges fédéraux (acteurs importants dans la prévention) est sensiblement la même dans les clubs qui ont constaté des pratiques sans surveillance adaptée, que dans les clubs qui n'en n'ont pas constaté. Le message de prévention doit donc passer à tous les niveaux. Plusieurs clubs ont instauré « un règlement intérieur apnée » ou « une charte de l'apnée » afin de mieux faire circuler l'information.

PARTIE 4 :
A PROPOS DE LA PREVENTION DES RISQUES

La plongée en apnée n'est plus une activité marginale, mais a déjà sa place dans plusieurs disciplines subaquatiques . L'examen du Guide de Palanquée (Ancien Niveau 4) en plongée scaphandre comporte une épreuve d'apnée à 10 mètres qui nécéssite un certain entraînement préalable avant de se présenter à l'examen. De plus en plus de plongeurs scaphandre commencent à s'intéresser à l'apnée. Le hockey subaquatique et le tir sur cible se font en apnée, certes sur de courtes périodes mais de manière répétitive. Les épreuves de nage avec palme peuvent se faire en surface, mais aussi en immersion et les accidents sont exceptionnels. Il apparaît que les pratiques à risque le sont plus par méconnaissance de la spécificité de l'apnée, que par des conduites à risque en toute connaissance de cause, comme cela est parfois mis en lumière par les médias lors de tentatives de records.

Certains précisent que ce n'est pas l'apnée qui présente un risque en soi, mais la façon dont on la pratique [65]: « L apnée n'est pas dangereuse, c'est une adaptation » [66]. « Les accidents sont le fait d'imprudents qui ne respectent pas les règles élémentaires de sécurité, s'aventurent dans des profondeurs qu'ils ne maîtrisent pas, seuls ou avec une assistance précaire. » [67]

La plongée en apnée est actuellement en plein essor, tant sur le plan démographique que des performances réalisées, et nous allons voir que les acteurs de la prévention des risques dans cette discipline sont nombreux.

[65] Chapuis C., Frolla P., Leferme L. L entrainement à la loupe. Apnea Hors série, été 1997.

[66] Afriat P. L apnéiste n est pas un demi-dieu mais un sportif à part entière. Octopus, juin 2000, n° 26.

[67] Grangette F., Laurans B. L'apnée, un art de vie. FMC, RFO, Azur Océan Indien, Prodom. Juin 2004.

I : Les différents acteurs de la prévention des risques en apnée

I 1 : Le rôle des encadrants

Les encadrants, comme le montrent les nombreux échanges au cours de l'enquête, informent aussi les plongeurs apnéistes sur les règles de sécurité. Ils interviennent à tous les niveaux , que ce soit dans la prise en charge des débutants, pour les règles de base de sécurité ou des confirmés, pour des techniques particulières. Certains font même signer en début de saison à l'inscription, une charte des bonnes pratiques, afin de responsabiliser le plongeur encadré. Quoiqu'il en soit, les épreuves de mise en situation sont nécessaires de manière régulière, comme par exemple des simulations de syncope, des manœuvres de sauvetage en immersion, ou des sorties d'eau de plongeur inconscient.

Elsa Gaure, encadrante d'apnée mais aussi finaliste en apnée dynamique et Jump Blue, aux Championnats du Monde CMAS 2011, précise : « L'encadrant d'apnée doit si possible faire un rappel théorique avant la mise en situation pratique de l'apnée. Il serait idéal d'avoir au moins un juge féderal par club afin d'enseigner les protocoles de compétition, en particulier les protocoles de sortie et de surveillance qui on prouvé leur efficacité à partir du moment où ils deviennent comme un réflexe. Cela n'empèche pas la pratique dans un esprit de loisir et de plaisir. Un autre point important et souvent sous estimé, est l'information sur la sur l'alimentation et l'hydratation du plongeur apnéiste. »

Le rôle de l'encadrant est avant tout de responsabiliser le plongeur apnéiste, et ce, dès le début de la pratique et quelque soit l'exercice réalisé.

Fabrice Bailleul (MEF1 d'apnée et Instructeur AIDA) précise : « Pour moi, la sécurité et donc le protocole de surveillance, sont des conditions nécessaires à la pratique. Par contre, la plupart des encadrants d'apnée (IE et MEF) s'accordent à dire qu' il faut mieux responsabiliser l'apnéiste que d'imposer des protocoles trop compliqués. J'explique dès le baptême les raisons des protocoles de surveillance et de sortie, car l'apnée est un sport des plus sécurisé tant que l'on respect les règles. Il est important que l'apnée ne retombe pas dans la connotation de sport casse cou où l'on rigole des syncopes. L'apnée doit être un plaisir pour tous. Nous ne sommes pas, pour la plupart, des professionnels donc il ne faut pas non plus

tomber dans la sur-réglementation. Le risque est de dégoûter les personnes compétentes et donc inciter les non confirmés de faire n'importe quoi avec n'importe qui ».

Guillaume Mbow (MEF2 d'apnée) précise : « Lors de l'inscription en début de saison, nous leur faisons lire et signer les règles du club dont le non respect entraîne la possibilité de sanctions. Je leur montre la bouteille d'oxygène et le DSA, le téléphonne et les issues de secours du club. Dans le kit d'oxygènation, il y a une fiche d'évacuation et une fiche de rappel concernant le RIFAA. Dès les premières séances d'entraînement, nous familliarisons tous les apnéistes au protocole de sortie et à la surveillance de l'autre, même pour des exercices apparement simples ».

Il existe aussi des équivalences de diplôme entre les encadrants de différentes disciplines subaquatiques et l'apnée. Extrait du texte Initiateur apnée: « A partir de l'initiateur E1 tous les cadres de la commission technique sont reconnus par équivalence comme Initiateur-Entraîneur Apnée Niveau 1 (IE1). Ils sont donc également reconnus par équivalence Apnéiste Niveau 2 (A2) de la FFESSM. Une formation conseillée mais optionnelle leur est accessible. Cette formation optionnelle peut donner lieu à la délivrance d'une carte d'Initiateur-Entraîneur Apnée Niveau 1 uniquement pour les cadres de la commission technique. La délivrance de la carte IE1 doit être réalisée, soit directement par le cadre technique, soit par l'organisateur de la formation optionnelle après validation de la totalité des compétences, en envoyant la demande directement au Service Brevets au siège de la FFESSM ». Cette décision de la Commission Technique Nationale du 23/09/06 permet donc à tous les cadres de la commission technique (Initiateurs E1 minimum) d'être directeur de bassin ou de plongée libre dans l'espace proche donc jusqu'à une profondeur de 6 mètres.
La formation optionnelle est souvent appelée « formation passerelle » nécéssite l'obtention du RIFAA donc la validation des compétences 1, 2 et 3 spécifiques à l'apnée (Cf chapitre RIFAA).

I 2 : La place du médecin

Tous les médecins, qu'il soient ou non investis dans la médecine subaquatique, peuvent être confrontés à un accident d'apnée ou à la constatation d'une situation à risque.

Tout médecin est habilité à la rédaction d'un certificat médical médical de non contre-indication à la pratique des activités physiques et sportives.

En tant que sport sous-marin, la plongée en apnée fait partrie de la liste des disciplines sportives qui nécessitent un examen médical approfondi et spécifique. La nature du contrôle médical et les qualifications, que doivent posséder les médecins amenés à réaliser les examens, sont précisés par le règlement préparé par la commission médicale de chaque fédération sportive concernée, adopté par le comité directeur de la fédération et approuvé par le ministre chargé des sports[68].

Les règles fédérales (FFESSM) en relation avec le certificat médical sont les suivantes : le certificat médical est demandé pour la délivrance de la première licence FFESSM. Le certificat médical n'est pas légalement obligatoire, pour le renouvellement de la licence, par contre il est obligatoire pour la pratique de toutes les activités subaquatiques fédérales. Enfin , sa durée de validité est de 1 an.

Plusieurs situations doivent être distinguées pour la rédaction du certificat médical de non contre-indication à la pratique de l'apnée. Pour la pratique hors compétition dans un club de plongée, il peut être établi par tout médecin. Pour la pratique en compétition ou pour la pratique en club en vue d'obtenir une certification à partir du Niveau 1: il doit être délivré par un médecin fédéral ou titulaire du C.E.S de médecine du sport (capacité ou DU), un médecin hyperbare ou médecin diplômé de médecine subaquatique.

Les médecins sont de plus en plus sollicités pour des demandes de certificat médical médical de non contre-indication à la pratique de l'apnée. Ces demandes concernent souvent des passages de niveau fédéral et, comme pour la compétition, doivent faire intervenir un médecin fédéral ou titulaire du C.E.S de médecine du sport (capacité ou DU), un médecin hyperbare ou médecin diplômé de médecine subaquatique. Les médecins fédéraux, auparavant sollicités le plus souvent par des plongeurs scaphandre, doivent donc maintenant prendre en compte la spécificité de l'apnée. Des formations spécifiques à l'apnée sont donc réalisées dans leurs journées de formation. Ces dernières sont en cours d'élaboration. De même l'apnée prend

[68] Le certificat médical: Jean-Marc BRONER - Chargé de missions à la FFESSM Validé par le Dr Michel JACQUIN - Médecin Fédéral National. http://cd79.ffessm.free.fr/pdfadm/certifmedic.pdf

actuellement une place plus importante, dans le cursus de formation du Diplôme Inter Universitaire de Médecine Subaquatique et Hyperbare.

La prévention repose tout d'abord sur la recherche des contre-indications médicales à la pratique de l'apnée lors de la rédaction du certificat médical de non contre-indication. Une liste indicative est proposée par la CMPN[69]. (Annexes 8 et 9)

Le respect par le plongeur de ces contre-indications est indispensable et il faut savoir lui expliquer.

Les résultats de l'enquète montrent que plus de la moitié des clubs interrogés (55 %) disposent de la présence d'un médecin fédéral : son rôle est donc majeur en terme de prévention, qui passe en tout premier lieu par l'information des plongeurs apnéistes et surtout des débutants. L'encadrant d'apnée y participe déjà mais la répétition des mêmes informations, par un autre intervenant, a des vertues pédagogiques certaines.

La visite médicale reste donc un moment idéal pour rappeler les règles de sécurité de base (importance du binôme, point d'appui en surface, dangers de l'hyperventilation…) et pour dépister les sujets à risque lors de la pratique de l'apnée. Une attention particulière doit etre portée sur la personne qui débute la pratique de l'apnée après 50 ans, qu'il ait déjà ou non, une expérience en plongée scaphandre. Un cœur apparement sain en surface ne l'est plus en immersion. Les contraintes cardio-vasculaires sont encore plus importantes en apnée, qu'en plongée scaphandre car il faut rajouter le facteur hypoxie, qui peut faire décompenser une pathologie cardiaque méconnue. Les antécédents d'hypoglycémie, d'épilepsie, d'accident vasculaire cérébral et de perte de connaissance doivent être systématiquement recherchés à l'interrogatoire.

Le rôle du médecin ne s'arrête pas seulement à la rédaction du certificat médical de non contre-indication. Sa connaissance de la physiopathologie lui donne un rôle important dans la formation théorique et pratique au sein des clubs et en particulier pour certains modules du RIFAA.

[69] http://medical.ffessm.fr/wp-content/uploads/RI_medical_annexe3_3.pdf

I 3 : Les commissions de la FFESSM et la compétence RIFAA

I 3 1 : La Commission Médicale et de Prévention Nationale

La CMPN est une commission « spécialisée » de la FFESSM. Elle est composée de médecins fédéraux représentants chacun une région ou inter-région, de médecins, kinésithérapeutes et ostéopathes des différentes disciplines sportives de la FFESSM.

Son président actuel est le Docteur Eric Bergmann, médecin hyperbare et Praticien Attaché du service de Médecine Subaquatique et Hyperbare de l'Hôpital Sainte Marguerite à Marseille.

La CMPN a pour but de veiller à la bonne santé des licenciés. Sa mission comporte deux versants[70] :

- une action préventive toujours actualisée par les contre-indications à la plongée scaphandre et des disciplines sportives, par les préconisations d'hygiène et des conduite à tenir.

- une démarche de conseils et de décisions pour tout dossier ou question médicale émanant d'un adhérent, d'une association ou d'une commission.

La CMPN travaille constamment en relation avec les différentes commissions et bien sûr souvent à la demande du Comité Directeur National.

La CMPN a aussi pour tâche de veiller à la formation continue de ses médecins fédéraux.

Le médecin fédéral est un référent indispensable de la santé des pratiquants dans la pratique des activités fédérales et en particulier de l'apnée. L'importance du médecin a déjà fait l'objet d'un chapitre spécifique (Partie 2 I 2).

I 3 2 : La Commission Nationale d'Apnée

La Commission Nationale Apnée (CNA) est une des sept commissions sportives de la FFESSM. En 1990, sur proposition de Jean-Marc Pujol, Président de la Commission « Pêche sous- marine», cette dernière devient Commission de « Pêche sous-marine et plongée en apnée ». Georges Oliveras propose de développer l'enseignement de l'apnée comme discipline à part entière, en prenant comme exemple celui de la chasse sous-marine. Le projet est accepté et le 15 octobre 1995, avec le brevet de plongée en apnée. En 2004, la Commission Nationale Apnée est créée, à l'initiative de Antoine Maestracci et Jean-Louis Galy. Ce dernier en devient le 1er Président. Antoine Maestracci prendra sa relève de mars 2010 à janvier 2011. La présidente actuelle, depuis 2011, est Olivia Fricker, MEF2 au

[70] http://medical.ffessm.fr/?page_id=61

Touring Plongée Mulhouse, Juge international CMAS, JFA 2 profondeur et capitaine de l'équipe de France depuis 2011. Elle a été réélue présidente pour une durée de 4 ans lors de l'assemblée générale de avril 2013.

Les domaines d'activité de la CNA sont multiples[71] [72]. Parmi toutes ses missions j'ai relevé celles qui me semblent avoir impact direct dans le domaine de la prévention des risques en apnée :

- Formation des plongeurs apnéistes (Niveau A1 à A4) : la Commission Nationale Apnée forme grâce à ses moniteurs, des centaines d'apnéistes chaque année, pratiquant pour la grande majorité « l'apnée loisir ». Le nombre total de certifications concernant l'apnée est en progression constante pour arriver à un total de 3992 certifications délivrées en 2011 (contre 2863 en 2010) (source FFESSM)
- Formation des encadrants (IE1, IE2, MEF1, MEF2).
- Formation des juges et des instructeurs.
  Enseignement du secourisme : Réaction Intervention Face à un Accident en Apnée (RIFAA).
- Compétition : organisation et règlement, équipe de France.
- Faire progresser les techniques : actualiser les recommandations et préconisations.
- Superviser les aspects médicaux, échanger avec la Commission Nationale Médicale.
- Etudier les contraintes médicales et physiologiques des conditions spécifiques à l'apnée.

La CNA à un rôle très important dans l'évaluation et la prévention des pratiques à risque, car elle est directement en relation avec les différents intervenants, instructeurs, encadrants, entraîneurs de l'équipe de France.

Les mesures de prévention des risques engendrés par la pratique des manœuvres glosso-pharyngées (manœuvre de la carpe), sont un excellent exemple. Olivia Fricker, a fait émettre des recommandations très claires au niveau du collège des instructeurs afin ce sujet soit spécifiquement abordé dans la formation des Moniteurs Encadrants Fédéraux.

[71] http://apnee.ffessm.fr

[72] https://www.facebook.com/pages/Apnée-France-Fédération-Française/486604471364541

La CNA a également beaucoup œuvré pour sécuriser la pratique de l'apnée en poids constant, dans le cadre des formations et notamment, depuis 5 ans, pour la mise en place du règlement des compétitions en poids constant. Un groupe de travail, composé en particulier par Benoit Martin, Olivia Fricker, Walter Roque, Gregory Piazzola (ancien Président d'AIDA France), Arnaud Ponche et Christophe Coppens a été mis en place. Il en est de même pour la pratique de l'apnée en gueuse lourde : un groupe de travail a été mis en place par Olivia Fricker, et est actuellement dirigé par Benoit Martin (responsable du collège des juges du 2ème degré profondeur). Le groupe, composé de Moniteurs et Instructeurs Nationaux (Philippe Prieur, Olivier Grenier ...) est entrain d'étudier les spécificités techniques du matériel pour réaliser un cahier de recommandations à destination des usagers[73]. Le premier séminaire de travail a eu lieu les 8 et 9 juin 2013 à Civaux.

Depuis 2010, la CNA à fait créer le le carnet de plongée libre – apnée [74]. Comme le carnet de plongée il est strictement personnel et permet de retracer facilement l'historique du plongeur avec son niveau de progression et d'expérience, ainsi que ses qualifications. Il comporte des pages bien détaillées pour toutes les activités de l'apnée : brevets, participation ou organisation de compétition, sorties en milieu naturel ou en fosses, historique des performances en apnée statique, et en apnée dynamique. Comme le plongeur scaphandre, le plongeur apnéiste devient mobile et pratique son activité sur différents sites, que se soit en milieu artificiel ou en milieu naturel. L'encadrant ou le directeur de plongée a donc facilement accès aux données concernant un apnéiste qu'il ne connaît pas forcément, et peut donc adapter ses instructions en conséquence.

Grâce à ses différents membres, la CNA a une mission d'information pour faire découvrir l'apnée grâce des conférences en milieu universitaire [75].

---

[73] http://apnee.ffessm.fr/index.php?option=com_content&view=article&id=417:groupe-de-travail-apnee-gueuse-lourde&catid=45:cna-la-commission-nationale-apnee&Itemid=57

[74] http://apnee.ffessm.fr/index.php?option=com_content&view=article&id=62:carnet-dapnee&catid=1:latest-news&Itemid=50

[75] Colloque "apnées, approches pluridisciplinaires", 14 et 15 mai 2013, Faculté du Sport de Nancy, Université de Lorraine.

Parallèlement à la création de la Commission Nationale d'Apnée, de nombreux intervenants encadrants, instructeurs régionaux ou médecins ont commencé à s'intéresser à l'apnée dans un objectif de prévention[76] [77].

I 3 3 : Réaction d'Intervention Face à un Accident d'Apnée : RIFAA

Quelques rappels à propos de la compétence ANTEOR (animer l'apprentissage des techniques d'oxygénothérapie – ranimation) sont nécessaires avant de discuter de la compétence RIFA. La formation permettant la délivrance de la compétence ANTEOR a pour objet : « l'acquisition des savoirs, savoir-faire et savoir-être nécessaires à l'enseignement de l'utilisation du BAVU et de l'oxygénothérapie dans l'environnement des activités subaquatiques, pour une victime jusqu'à sa prise en charge par les services de secours spécialisés » [78].

« La compétence ANTEOR est conseillée pour tous les encadrants des activités subaquatiques fédérales. La compétence ANTEOR est exigée pour tous les encadrants des activités subaquatiques fédérales qui souhaitent animer et valider les modules 5 et 6 de la compétence Réactions et Interventions Faces aux Accidents Subaquatiques – Toutes Spécialités (Plongée subaquatique, Apnée, Nage en Eau Vive, Nage avec Palmes, Tir sur Cible ou Hockey Subaquatique) »

En raison de la spécificité de la compétence ANTEOR, il n'existe pas d'équivalence directe avec d'autres niveaux de secouristes.

Néanmoins les intervenants suivants sont d'emblés titulaires de la compétence ANTEOR :

les encadrants des activités subaquatiques fédérales (au moins initiateur), titulaires du PSE1 (Premiers Secours en Equipe niveau 1) ainsi que tout médecin, les infirmiers-anesthésistes et les moniteurs nationaux de premiers secours titulaires du PSE1 à condition qu'ils soient licenciés à la FFESSM. On ne peut donc que les encourager à demander cette équivalence par une démarche très simple de demande écrite auprès du président de la commission régionale concernée. Cela leur permet alors de pouvoir valider les capacités 5 et 6 du RIFAA car tous les moniteurs ne sont pas titulaires d'ANTEOR et ne peuvent donc pas valider ces 2 capacités.

---

[76] Lambinet M. L'Apnée, nouvelles donnes et leur intégration dans nos cursus de formation. Mémoire d'Instructeur Régional. oct. 2007

[77] Dematteo A. La syncope hypoxique en apnée sportive : description, facteurs favorisants. Thèse de Doctorat en Médecine. 22 juin 2006

[78] http://www.ffessm.fr/Secourisme_RIFA_ANTEOR.asp

La compétence RIFAA est une des 6 spécialités du RIFAS (Réaction d'Intervention Face à un Accident Subaquatique). Cette compétence a pour objet l'acquisition des savoirs et savoir-faire nécessaires à la bonne exécution des gestes destinés à préserver l'intégrité physique d'une victime d'accident d'apnée, avant sa prise en charge par les services de secours.

La formation contient 7 capacités résumées dans l'annexe 10.

Les capacités 1, 2, et 3 de la compétence RIFAA concernent toute la prise en charge de l'apnéiste accidenté dans l'eau :

- Capacité 1 : communication entre apnéistes lors d'un accident.
- Capacité 2 : remontée et mise en sécurité de l'accidenté.
- Capacité 3 : récupération des apnéistes de la palanquée.

Ces 3 capacités sont enseignées, attestées et validées par au minimum un moniteur MEF1 d'apnée ou un moniteur de pêche sous-marine licencié à la FFESSM.

La capacité 4 concerne la coordination et le partage des différentes opérations liées à l'accident.

La capacité 5 (prise en compte des malaises de la victime et évaluation des fonctions vitales) et la capacité 6 (mise en œuvre des techniques adaptées à l'état de la victime).
Ces capacités sont enseignées, attestées et validées par l'une des personnes suivantes :

- un enseignant au minimum initiateur de club et titulaire du PSC1 (ou diplôme équivalent) et de la compétence ANTEOR.
- un moniteur national de premiers secours ou moniteur SST licenciés à la FFESSM, titulaires de la compétence ANTEOR.
- un médecin fédéral.

Le volume horaire de formation pour les compétences 4, 5 et 6 doit être de 8 heures minimum.

La capacité 7 concerne les procédures d'appel aux secours et la passation des informations aux urgences. Lors de pratique en milieu naturel, et en particulier en mer, l'utilisation de la VHF est indispensable. L'enseignement des procédures d'appel en milieu maritime devrait si possible être effectuée par un intervenant titulaire du CRR (Certificat Restreint de Radiotéléphonie) ou d'un permis plaisance depuis mars 2011. Il faut particulièrement insister

sur la qualité de l'alerte, ce qui n'est pas toujours si facile, dont dépend bien évidemment la rapidité de la prise en charge et de l'évacuation du plongeur apnéiste. Des exercices de mise en situation pluri annuels sont conseillés pour tous les intervenants, encadrants ou plongeurs.
Les capacités 4 et 7 sont enseignées, attestées et validées indistinctement par l'un ou l'autre des tous les intervenant précités.

Quels sont les points forts du RIFA Apnée ?

Il s'agit d'une compétence spécifiquement dédiée au plongeur apnéiste. L'enseignement est donc directement en rapport avec l'activité, composé des 7 capacités.
Le tronc commun RIFAS (capacités 4,5,6 et 7) permet une transversalité entre les différentes disciplines (plongée scaphandre, apnée, tir sur cible, hockey subaquatique…)
La formation RIFAA permet d'obtenir une compétence de base en secourisme à moindre frais donc facilement accessible. La FFESSM a en effet le privilège de pouvoir délivrer une capacité de secourisme (délégation pour l'enseignement du secourisme).
L'enseignement est fait par des bénévoles licenciés à la FFESSM et il faut savoir que les formations de secourisme hors structure fédérale sont en général couteuses.
L'enseignement du RIFAA implique plusieurs intervenants ayant chacun leur compétence (moniteur, médecin…).
La transversalité de l'enseignement RIFAS permet aussi de partager les compétences et les expériences. Philippe Burty (MEF2 et Instructeur Régional d'apnée) précise à ce sujet : « Depuis au moins 4 années, dans le 94 sont organisées (notamment dans mon club) une formation RIFAA/RIFAP, (public apnéiste/plongeur scphandre) souvent animées par les cadres apnée, où le discours est axé sur la prévention des accidents en apnée et les « bons » comportements du plongeur avant pendant et après une apnée, que ce soit pour une pratique occasionnelle en technique ou spécifique. »

Quelles sont les pistes d'amélioration pour le RIFAA ?

Les multiples entretiens avec les encadrants, présidents de commission médicale, de commission technique ou de commission d'apnée ont permis d'évoquer quelques axes d'amélioration pour le RIFAA.

Le tronc commun RIFAS n'enseigne pas spécifiquement les protocoles de surveillance . Ces derniers le sont surtout lors des formations de juge stagiaire pour obtenir le titre de Juge Fédéral du Premier Degré (JFA1).

Certains intervenants soulèvent la question suivante : « doit on conserver le tronc commun RIFAS ? » L'enseignement théorique et pratique des capacités 4 à 7 est le même pour toutes les spécialités subaquatiques, néanmoins l'origine de l'accident n'est pas la même et le cours doit donc être adapté à la situation rencontrée. Néanmoins certains font remarquer que scinder les formations théoriques et pratique du tronc commun RIFAS pour les adapter à chaque spécialité subaquatique (apnée, plongée scaphandre) risque de ne pas être réalisable dans toutes les structures, le nombre d'intervenants étant limité.

Le recyclage RIFAS est conseillé mais non obligatoire. Les séances de maintien et actualisation des compétences me semblent pourtant être indispensables. Elles sont aussi un excellent moyen de se sensibiliser les pratiquants de différentes spécialités subaquatiques et d'échanger sur leur expérience personnelle. Ces séances peuvent aussi permettre de faire découvrir la compétence RIFAS à ceux qui n'en sont pas encore titulaires.

Le RIFAA est facultatif pour les Niveau A1 et A2. J'ai relevé plusieurs remarques d'encadrants qui peuvent faire réfléchir à l'utilité du RIFAA pour les niveaux A1 et A2 mais aussi pour la plongée scaphandre :

- « Un apnéiste niveau 2 autonome, même avec un Directeur de Plongée sur site, peut se retrouver bien dépourvu s'il fait surface seul, ou un peu loin, avec un partenaire inconscient dans les bras. »
- « Sans vouloir l'inscrire comme obligation au niveau national nous pouvons sensibiliser, former et qualifier nos pratiquants hors des exigences règlementaires liées aux passages des brevets par ailleurs trop souvent traités la veille des échéances. On voit des RIFAP passés pendant le stage N3 ou N4, ce n'est peut être pas très sérieux et pas très confortable pour le candidat. »

Plusieurs clubs ont trouvé une solution alternative :

Philippe Burty (MEF2 d'apnée et Instructeur Régional) explique : « Pour ma part, au regard des niveaux A1 que nous délivrons dans notre club, j'organise depuis 2 années en plus de la formation initiale (A1) une formation RIFAA que j'ai rendu « obligatoire » pour les candidats au passage du A1. Cette formation s'étale sur toute l'année (sensibilisation deux fois par trimestre + journée commune RIFAA / RIFAP). Constat : les piqûres de rappel tout au long de l'année sportive sont nécessaires avec les ateliers pratiques dans l'eau et hors de l'eau.

Elles rendent plus pertinentes la journée de formation spécifique RIFAA/RIFAP. En l'absence de cette démarche anticipatrice, la formule « bachotage examen » avec 8h de formation ne peut être qu'une sensibilisation à la gestion des syncopes et PCM. C'est pourquoi je pense légitime de rendre obligatoire le RIFAA depuis le A1 et d'étaler la formation RIFAA sur une saison justifiée par un carnet de suivi de formation finalisé par une journée de 8h dédiée ».

Plusieurs acteurs du corps médical insistent sur l'intérêt d'une formation et d'une information précoces : « Osons former à l'oxygénothérapie dès le niveau 1 ou le niveau 2, même sans RIFAP complet, ou sans manoeuvre de ranimation cardio-ventilatoire et faisons en sorte que, sur les lieux de plongée, l'oxygène soit accessible, prêt à l'emploi, en quasi libre-service... » [79].

Les séances de recyclage RIFAS, en particulier pour les modules 5 et 6 concernant les techniques de réanimation cardio pulmonaire et d'oxygénothérapie, prouvent qu'il est nécessaire de répéter des gestes ou des conduites à tenir, qui semblent avoir été appris, mais qui sont difficiles à effectuer en situation imprévue. Une bonne technique de massage cardiaque et de ventilation au BAVU n'est pas simple surtout s'il faut la coordonner avec l'utilisation du défrillateur automatique (DA) ou semi automatique (DSA). Ces différentes actions sont souvent bien réalisées séparément, mais c'est leur réalisation coordonnée qui reste plus compliquée. L'expérience de mise en situation montre par exemple qu'on oublie souvent que le massage cardiaque ne doit jamais être arrêté (sauf lors de l'analyse ou du choc électrique du défibrillateur).

Dans le cadre plus spécifique du secourisme chez un apnéiste, l'enseignement du bouche à nez est important pour la prise en charge d'un apnéiste qui tarde à reprendre sa ventilation après une perte de connaissance au retour en surface:
« Constaté à maintes reprise et expérimenté avec succès. Je garderais l'image de ce secouriste de la Sécurité Civile chevronné intervenant sur un apnéiste en compétition, constatant son

[79] Brouant B. Subaqua n°197 nov. – déc. 2004

impossibilité à insuffler par la bouche et surpris par sa réussite immédiate en bouche à nez, suivi de la reprise de conscience instantanée de la victime» [80]

Olivia Fricker, Présidente de la CNA, insiste particulièrement sur la transmission de l'information à ce sujet[81].

La technique du bouche à nez est plus efficace que le bouche à bouche, chez l'apnéiste inconscient au retour en surface, car ce dernier présente souvent un trismus. L'enseignement de cette technique est indispensable et il faut savoir la pratiquer dans l'eau. Pascal Huron (MEF2 d'apnée) insiste sur l'importance de savoir faire cette technique, et de l'avoir effectué en conditions réelles, afin de se rendre compte de son efficacité, et tout particulièrement lorsque l'on joue le rôle du syncopé en arret ventilatoire…

I 4 : Autres acteurs de la prévention

I 4 1 : Le DAN (Divers Alert Network)

Le DAN Europe (Divers Alert Network Europe) est une organisation médicale et de recherche internationale à but non lucratif dédiée à la sécurité et à la santé des plongeurs en scaphandre[82] . Le DAN a aussi publié 15 règles de sécurité de base pour la plongée en apnée [83] (Annexe 11)

L'intérêt que le DAN, (organisation pourtant connue pour la prévention des accidents de plongée scaphandre), porte pour l'apnée, ne fait que confirmer l'importance des mesures de prévention dans cette discipline.

On notera comme particularités, par rapport aux classiques 10 commandements de l'apnée (Annexe 12): les recommandations du DAN sont assez orientées sur la pratique en milieu naturel et dans un objectif de loisir plus que de compétition. Le DAN insiste plus sur les moyens d'alerte et la prévention des otopathies dysbariques. Le DAN porte une attention particulière aux mesures hygiéno diététiques en soulignant l'importance de l'hydratation et de l'alimentation adaptées. Enfin les accidents liés au choc avec un bateau ou son hélice à la remontée doivent inciter à une vigilance extrême en particulier chez les apnéistes qui

[80] Lambinet M. L'Apnée, nouvelles donnes et leur intégration dans nos cursus de formation. Mémoire d'Instructeur Régional. oct. 2007

[81] http://www.dailymotion.com/video/xd0xc0_cna-sauvetage_sportundefined

[82] http://www.daneurope.org

[83] http://wdc.asso.be/Informations/Dan/DAN_2011_2_fr.pdf

pratiquent le plus ouvent en milieu protégé et qui, occasionnellement, font une sortie annuelle en mer avec leur club[84].

I 4 2 : L'AIDA (Association Internationale pour le Développement de l'Apnée)

En 2006 P. Lindholm et coll ont aussi étudié les syncopes et PCM, lors de compétitions d'apnée organisées par l'AIDA. Il apparaît que, sur presque 10 ans de compétitions, aucun décès n'a été répertorié. L'étude plus particulière au sujet des syncopes et samba a montré les résultats suivants : 1% de syncopes et 9% de samba pour l'apnée statique. Le nombre de syncopes augmente bien évidemment lors de la pratique de l'apnée verticale (6% en poids constant) [85].

Joulia et coll ont publié récemment les résultats d'une étude prospective sur les syncopes hypoxiques, en compétition d'apnée AIDA (Blue Etude Blue Research Projet 2012 Annexe 13)[86]. Des mesures de la concentration sanguine d'adénosine à l'état basal puis lors d'apnée en compétition ont été effectuées chez 20 sujet au cours de compétitions. Les auteurs concluent que l'adénosine, par ses propriétés bradycardisantes, pourrait avoir un rôle dans la physiopathologie des syncopes hypoxiques , et que la mesure de la concentration basale pourrait permettre de cibler les plongeurs à risque.

I 4 3 : Le rôle des médias

Pour cette année 2013, le thème de la quinzième édition du salon internationnal de la plongée sous-marine était l'apnée, salon parrainé par deux apnéistes renommés : Pierre Frolla et Sophie Jacquin. L'accent était plus particulièrement porté sur la pratique de l'apnée loisir.

Malheureusement, l'image de l'apnée souffre encore à tort de l'étiquette de « sport extrême », voire de « sport de fou » qu'on lui accole, d'autant plus facilement que cette activité est encore méconnue et mal comprise. Il suffit simplement d'en parler en dehors de son club ou de son cercle d'amis avec qui on pratique, pour s'en rendre compte.

---

[84] http://www.daneurope.org/web/guest/safety-campaigns1

[85] Lindholm P. Loss of motor control and/or loss of consciousness during breath-hold competitions. Int J Sports Med. 2007 Apr;28(4):295-9. Epub 2006 Oct 6.

[86] Joulia F, Coulange M, Lemaitre F, Costalat G, Franceschi F, Gariboldi V, Nee L, Fromonot J, Bruzzese L, Gravier G, Kipson N, Jammes Y, Boussuges A, Brignole M, Deharo JC, Guieu R. Plasma adenosine release is associated with bradycardia and transient loss of consciousness during experimental breath-hold diving. Int J Cardiol. 2013 Aug 27.

Comme certains sports, l'apnée n'a pas échappé aux aux effets pervers de la médiatisation, surtout lorsqu'il s'agit de sa pratique extrême. La course aux records a en effet connu des accidents tragiques comme les décès d'Audrey Mestre, de Loic Leferme, de Patrick Musimu ou le grave accident de Herbert Nitsch en voulant battre son propre record en No limit à 800 pieds (244 mètres). On notera que ces tentatives de record n'ont jamais été faites dans le cadre de la CMAS ou de la FFESSM. Ces accidents concernent le plus souvent la pratique du No limit qui est une discipline complètement à part, car c'est de l'apnée extrême, au même titre que la pratique de l'escalade en solo ou du ski extrême, très loin de la pratique de l'apnée loisir ou de l'apnée dans le cadre de compétitions fédérales. Hélas, ces tristes évènements sont trop souvent les seules informations qui parviennent de manière ponctuelle au grand public au sujet de l'apnée.

Ces accidents d'apnéistes amateurs, plus ou moins influencés par cette médiatisation, ont existés et existeront malheureusement encore. Il s'agit souvent de tentatives de reccord personnel en apnée statique ou en apnée dynamique en piscine en dehors de toute structure fédérale ou bien sans aucune surveillance adaptée[87]. Si la sécurité avait été mise en place, ces types d'accidents n'auraient pas eu lieu, ou aurait eu des conséquences moins graves. Les accidents de chasse sous-marine n'échappent pas à la rubrique des faits divers et sont trop souvent présentés comme un accident d'apnée. L'apnée est une discipline très encadrée, qui s'effectue en binôme, alors beaucoup de pratiquants de la chasse sous-marine continuent à pratiquer seuls[88] [89]. La lecture de tous ces articles parlant de la mort d'un apnéiste permet de voir qu'il s'agissait très souvent d'un chasseur sous-marin évoluant seul.

Certains médias commencent à souligner qu'il s'agit d'une pratique maintenant très sécurisée mais continuent encore à utiliser le principe du « poids des mots » à défaut du « choc des images » [90].

---

[87] http://www.nemo33.com/fr/deces-didier-nemo33

[88] http://corse.france3.fr/2013/08/19/mort-d-un-apneiste-en-corse-du-sud-304045.html

[89] http://tempsreel.nouvelobs.com/faits-divers/20120908.OBS1737/marseille-un-plongeur-apneiste-retrouve-mort.html

[90] http://www.rue89.com/rue89-sport/2012/10/11/apnee-faut-il-aimer-la-mort-pour-rester-sous-leau-sans-respirer-235681

La CNA de la FFESSM, ainsi que l'AIDA, ont beaucoup œuvré depuis de nombreuses années pour une pratique sécurisée et responsable de l'apnée. De plus, certains apnéistes renommés comme Fred Buyle ont décidé de lancer une campagne d'information en 2011, suite à une série d'accidents liés à la pratique de l'apnée seul sans surveillance (Annexe 14) .
L'information était jusqu'alors diffusée dans la presse spécialisée, et donc accessible à une minorité. Le risque réside dans le fait que l'apnée peut se pratiquer simplement sans l'achat de matériel sophistiqué, que ce soit dans « l'apnée loisir » ou dans « l'apnée performance ». C'est aussi aux médias de faire passer l'information, comme quoi la pratique de l'apnée demande un enseignement, et un encadrement spécifique, que ce soit en milieu protégé ou en milieu naturel. Même si parler de sécurité est moins vendeur que de parler de records, le message finira par passer.
La plupart des apnéistes renommés et médiatiques insistent maintenant sur la prévention des risques dans leurs conférences.

Depuis une dizaine d'années, l'idée de créer un gilet de sauvetage pour la plongée en apnée, a été étudiée. A ce jour, le dispositif difficile à concevoir en raison de se technicité, et son probable coût élévé, n'a pas été commercialisé[91]. Certains estiment aussi que malheureusement, le « sponsoring » d'un record ou d'un exploit est plus imporant et plus médiatique, qu'un simple dispositif de sécurité[92].

[91] http://ip.com/patfam/fr/34430656

[92] http://www.jp-petit.org/dangers/gilet.htm

II : Prévention de risques de la plongée en apnée

II 1 : Information des clubs et des plongeurs

La prévention passe tout d'abord par l'information des plongeurs apnéistes et pour cela il faut les informer des pratiques personnelles à risque. La responsabilisation du plongeur apnéiste est essentielle.

Des recommandations accessibles au grand public existent déjà, et peuvent être accessibles sur internet. Les 10 commandements de l'apnée[93] sont fréquemment retrouvés, dans les différents sites d'information des clubs de plongée, et ont le mérite d'aborder la prévention des risques dans leur globalité. Ils insistent plus particulièrement sur les protocoles de sécurité lors d'une séance d'apnée (Annexe 12). Je les citerai brièvement en rajoutant quelques explications physiopathologiques simples qui permettent de comprendre le pourquoi de telle ou telle recommandation. Je rajouterai certaines recommandations qui ne sont pas nouvelles mais parfois oubliées de certains apnéistes.

La pratique de l'apnée seul sans surveillance ne doit plus être concevable : toute perte de connaissance risque d'aboutir à une noyade. L'application des protocoles de surveillance en compétition en bassin est nécessaire. L'expérience montre qu'en compétition, le risque d'accident grave type noyade est exceptionnel.

L'évolution en binôme doit être la règle, en milieu protégé comme en mer.

Le binôme doit être si possible de niveau équivalent : le problème reste à résoudre pour les apnéistes débutants, l'évolution en binôme permet de responsabiliser chacun, à condition d'avoir été formé aux techniques d'assistance et de sauvetage, or le RIFAA est obligatoire à partir du niveau 3 ou pour devenir Initiateur Encadrant, mais facultatif pour les niveaux 1 et 2.

La présence d'un point d'appui à la sortie est importante, mais ne doit pas faussement rassurer le binôme qui effectue la surveillance. La perte de connaissance s'accompagne fréquement de convulsions, avec un risque important de traumatisme de la face sur le bord du bassin. Il faut

[93] http://www.apnealp.fr/spip/spip.php?article39

privilégier la pratique de l'apnée dans une des deux lignes d'eau au bord du bassin : la sortie d'un apnéiste inconscient sera d'autant moins difficile.

L'apnéiste de sécurité doit surveiller son binôme au moins une minute après sa sortie de l'eau, car la perte de connaissance peut très bien survenir plusieurs dizaines de secondes après la sortie. Le risque est d'autant plus important lors des séances que le nombre de pratiquants est élevé, dans une même ligne d'eau ou dans la fosse de plongée donnant une fausse impression de sécurité.

L'hyperventilation par l'hypocapnie qu'elle provoque, retarde le seuil de rupture d'apnée et majore donc le risque de syncope hypoxique. Il faut être très vigilant sur les hyperventilations « incidieuses ».

Le lâcher de bulles chez un apnéiste en immersion : c'est en effet un signe présyncopal. Dans la plupart des cas, il est massif et accompagné d'autres signes qui alertent le binôme de sécurité. Néanmoins, il faut rester plus vigilant chez les apnéistes qui disent « lâcher des bulles ». Il est classiquement admis que « petit lâcher de bulles » isolé ne doit pas faire se précipiter le binôme de sécurité, mais accroitre sa vigilance, raccourcir sa distance de sécurité, de façon à intervenir immédiatement dès l'apparition d'un lâcher de bulles plus important. Néanmoins le discours est en train de changer au sujet de cette problèmatique. La CNA ainsi que plusieurs entraîneurs font maintenant passer un message prévention important : « l'apnéiste doit apprendre à ne pas lâcher de bulles ». La question « Est ce qu'il t'arrive de lâcher des bulles », ne devrait plus se poser lors de la préparation à la surveillance d'un apnéiste.

Les manœuvres glosso pharyngées : la pratique de la carpe est dangereuse surtout chez des apnéistes peu expérimentés, avec les risques évoqués de barotraumatisme pulmonaire ou de syncope vagale. Il faut déjà savoir prendre une bonne inspiration en maîtrisant sa ventilation diaphragmatique, avant de se lancer dans cette technique réservée aux apnéistes très espérimentés, qui pratiquent regulièrement des exercices d'assouplissement de la cage thoracique et qui avec l'entraînement, améliorent leur compliance pulmonaire. Il faut préciser que cette technique ne fait pas partie du cursus de formation fédérale pour la pratique de l'apnée. Les effets à long terme de la manœuvre de la carpe sur la fonction pulmonaire se sont pas bien connus et sont probablement délétères.

Les contractions diaphragmatiques volontaires en immersion sont aussi risquées surtout si elles sont réalisées en apnée expiratoire, avec un risque majoré d'œdème pulmonaire d'immersion.

La pratique de l'apnée statique en immersion surtout en expiration, est potentiellement dangereuse car elle entraîne des contractions diaphragmatiques involontaires, précoces, qui majorent les effet cardiovasculaires de l'immersion et donc le risque d'œdème pulmonaire. Elle nécessite des procoles d'entraînement très spécifiques.

La prévention des barotraumatismes de l'oreille moyenne et de l'oreille interne passe par une bonne maitrise des techniques de compensation, en évitant si possible, les manœuvres de Valvalsa traumatisantes, au profit de la béance tubaire volontaire (BTV). La postion de la tête en rectitude est nécessaire car toute hyperextension cervicale rendra difficile les manœuvres de compensation.

Le surlestage est aussi déconseillé : le lestage doit être facilement largable par l'apnéiste ou par son binôme qui assure la sécurité. Par contre, le largage du lestage décrit classiquement ne doit en aucun cas faire retarder la remontée en urgence.

Les tentatives de record personnel en fin de séance sont aussi des pratiques à risque par le contexte : stress lié à la performance annoncée, fatigue musculaire et déshydratation liées à la fin de séance, surveillance moins efficace. L'annonce de la performance au binôme de sécurité est indispensable de même qu'à l'encadrant qui renforcera la sécurité. L'annonce de ce que l'on va faire (en terme de durée et/ou de profondeur) devrait dans tous les cas être systématique : il faut dire ce que l'on compte faire, et faire ce que l'on vient de dire, jamais plus, car le binôme de sécurité adapte sa surveillance en conséquence.

L'hyperextension de la tête est déconseillée car elle majore de risque de perte de connaissance, surtout en fin d'apnée (cf chapitre « les autres synopes »). On ne regarde pas le bout du bassin à la fin d'une apnée.

Lors de la pratique de l'apnée ou de la randonnée subaquatique en eau froide, il faut porter une combinaison adaptée. Un milieu dit protégé peut très bien être un plan d'eau de

profondeur inférieure à 6 mètres, mais avec une eau très froide. Toute difficulté respiratoire ou toux persistante doit faire immédiatement arreter l'effort et le plongeur doit sortir de l'eau, car il peut s'agir d'un œdème pulmonaire d'immersion.

Une bonne condition mentale et physique est nécessaire à la pratique de l'apnée. Comme en plongée scaphandre, l'humilité reste la règle : en cas de doute il faut s'abstenir.

Une surveillance médicale annuelle est recommandée : la pratique de l'apnée à partir de 50 ans doit, à plus forte raison, faire rechercher des contre-indications d'ordre cardio-vasculaire.

II 2 : Exemple de prévention dans le cadre du perfectionnement chez l'apneiste

Comme en plongée en scaphandre autonome, la pratique de l'apnée expose à des risques, quelque soit le niveau du plongeur. Le perfectionnement du plongeur apnéiste le pousse à la pratique de différentes techniques, auxquelles il n'est pas toujours habitué. Le rôle de l'encadrant est capital, car il permet de prendre en charge l'apnéiste qui souhaite se perfectionner, en lui évitant de s'exposer à des situations à risques qu'il ne connaitrait pas.

L'apnée en expiration est un exemple assez démonstratif dans ce domaine. Philippe Burty, Instructeur Régional d'apnée précise que cette technique est de plus en plus enseignée. « Pourtant, ce n'est pas un acte d'enseignement fédéral à ce jour, pour un passage de niveau ou d'un groupe de compétences. Pour cette raison, il n'y a pas de "guideline" pour orienter cette pratique, qui a du pourtant du sens. Elle permet une bonne préparation ventilatoire hors de l'eau, pour développer la mobilité et l'amplitude diaphragmatique. C'est aussi une pratique éducative et progressive dans l'eau, basée sur l'expérimentation : stages ou séances proposés souvent pour la pratique de l'apnée en immersion verticale. Cependant cette technique est aussi recommandée dans l'apnée statique pour progresser dans la durée de l'apnée avec dans ce dernier cas, une absence de risque lié à la pression ».
Il n'existe actuellement que peu de données bibliographiques, ou d'explications disponibles sur internet. Par contre on trouve des "recettes de cuisine" multiples et variées qui dépendent du formateur, du professionnel-sportif de niveau et/ou de culture différente (AIDA/FFESSM/SSI....), et de pays différents.

« On peut constater que pratique de l'apnée expiratoire n’est pas toujours comprise par l'apprenant voir du "maitre" en raison du niveau d'expérience variable. »

Les échanges avec Philipe Burty permettent d’obtenir quelques pistes de travail, dans lesquelles on pourra constater que l’aspect prévention est omniprésent et adapté à chaque niveau.

« Pour la pratique hors de l'eau, le cours est à relier avec le yoga ou autre courant (type spironess). Il s’agit d’une solution pour s'échauffer avant la pratique dans l'eau.

Pour la pratique dans l'eau avec le débutant, il s’agit d’une phase d'initiation à la profondeur profondeur (0-5 m) avec apnée expiratoire modérée à un niveau d'immersion maximale définie et sécurisée. L’objectif est d’appréhender la première sensation et d’enrichir les sensations suivantes pour construire un référentiel personnel en toute sécurité, et faciliter la progression dans les séances suivantes. Il faut recueillir en surface le ressenti de l'apprenant, aussi souvent que nécessaire pour effectuer des corrections et adapter une sécurisation de la pratique. Il ne faut pas, à ce stade, entrer dans les détails théoriques de la mécanique ventilatoire et de la physiologie respiratoire. Il faut par contre bien informer sur les signes indicateurs d'anomalie, la conduite à tenir et la prévention. La progression se fait ensuite par la construction d'exercices et de séances, en modifiant un curseur (profondeur ou volume expiratoire) pour développer la mémorisation des sensations, puis en "jouant" sur les deux paramètres ».

« Pour la pratique avec une personne maitrisant une profondeur de 5 m à 10 m, on peut reproduire un schéma directeur similaire à celui ci-dessus, en sécurisant la profondeur afin d'éviter les sensations "freinatrices" ou les expériences douloureuses pouvant conduire à l'accident. Les apports théoriques complémentaires sur la mécanique ventilatoire et la physiologie respiratoire, sur les incidents, les accidents, la conduite à tenir et la prévention, prennent alors toute leur importance ».

« Pour la pratique avec une personne maitrisant une profondeur de 10 m à 20 m (profondeur maximale actuelle d’une fosse de plongée en France), la progressivité est impérative au regard de la pression absolue et de l'importance du volume expiratoire mobilisé ».

Quelles sont les limites ou les axes d’amélioration de cette pratique ? « Le problème reste en effet l’évaluation par l’apnéiste du volume expiré, ainsi que sa reproductibilité. L’idéal serait de mettre à disposition des clubs un outil simple de mesure du volume expiré pour s'assurer de la reproductibilité, pour un même individu, des volumes expirés à chaque pratique, au regard

de l'exercice demandé. Certaines méthodes sont déjà utilisées, allant de la simple bouteille de 0,5 litres avec une paille, ou bien parler sans s'arrêter pendant un temps donné. Il existe d'autres méthodes plus sophistiquées qui font appel à un spiromètre portable ou à un spiromètre d'entraînement volumétrique mais qui restent couteux et peu accessibles à une pratique individuelle quotidienne. Il faudrait aussi tenir compte de la gestion de la pré-désinfection de la partie de l'outil mis en bouche au sein d'un binôme ou d'un groupe conformément à la réglementation en vigueur sur les tubas et les détendeurs. (Art. A. 322-81. Du code du sport). »

Enfin, Philippe Burty précise : « A travers l'ensemble des données que je vous expose, je poursuis mes recherches pour proposer un outil fiable de mesure, à moindre budget pour les pratiquants, dans le but de limiter les risques d'accident et de faciliter l'enseignement d'une pratique reproductible et sécurisée de l'apnée expiratoire. »

II 3 : Exemple d'information et prévention à plus grande échelle

Arnaud Ponche, responsable technique de l'équipe de France d'apnée et moniteur d'apnée, a mis en place une matinée de cours d'apnée dans le cadre du recyclage du CAEPMNS (Certificat d'Aptitude à l'Exercice de la Profession de Maître Nageur Sauveteur), pendant lequel les MNS en activité font essentiellement du secourisme[94]. Un tiers des MNS d'Alsace y sont recyclés tous les ans. Des interventions régulières au niveau du CREPS Alsace, sont effectuées par Arnaud Ponche.

Arnaud Ponche précise : « En trois ans nous pouvons donc toucher tous les MNS. Mon intervention se déroule en deux phases, une première en salle où je parle des records, de la FFESSM, des disciplines, des risques (mécanisme de la syncope que pour la plupart ils ne connaissent pas) et de la conduite à tenir. Ensuite je parle entraînement (m'adressant souvent à des nageurs qui sont donc très réceptif sur ce sujet) et je leur montre des vidéos d'apnée dynamique avec ou sans palmes. Avec un tel auditoire c'est certain que lorsqu'on parle du record du monde en DNF de 200 m de Arthur Guerin Boeri, ça les impressionne. La deuxième partie est dans l'eau où j'essaye de montrer les gestes à effectuer lors d'une syncope, comment retourner rapidement un syncopé, et pourquoi ne pas essayer de le relever tout de

[94] http://www.guide-piscine.fr/nage-et-baignade/maitre-nageur/diplome-maitre-nageur-caepmns-certificat-d-aptitude-a-l-excercice-de-la-profession-de-mns-360_A

suite, ainsi que quelques exercices hypercapniques et hypoxiques, ou l'idée est de leur montrer que même sur une apnée courte de type 25m en série, on peut très vite travailler de manière intense.

On peut constater plusieurs publics dans ces stages. Tout d'abord, ceux qui sont farouchement opposés à l'apnée; l'idée est alors de leur demander pourquoi et de les amener à se poser des questions. Je leur dis bien que dans tous les cas, ce sont eux les responsables de bassin, et la décision d'autoriser ou non la pratique de l'apnée leur revient.

Il y a ceux qui ont connu des interventions sur syncope et qui en ont peur. L'idée est alors de dédramatiser la syncope sans la banaliser bien évidement! Enfin , il y a les MNS sportifs qui s'entraînent un peu en apnée, ou qui côtoient des nageurs qui s'entraînent en apnée, et qui sont demandeur de conseils et d'astuces pour s'entraîner. Généralement, ils ne leur faut pas grand chose pour se rapprocher d'un club. »

Cette action au niveau des MNS à l'échelon régional est en train de s'étendre à d'autres régions. Son extension au niveau national serait essentielle selon Olivia Fricker. La formation du MNS à l'apnée et à la sécurité est en effet essentielle, car elle permet de toucher un public beaucoup plus large, sachant que le MNS a globalement une image très positive aux yeux du grand public et des enfants. Cela est capital en terme d'information et de prévention des pratiques à risques. Arnaud Ponche ajoute que ce dialogue avec les MNS a aussi permis d'être vraiment beaucoup mieux accueilli dans les piscines, et donc d'ouvrir des possibilités de créneaux pour la pratique de l'apnée.

II 4 : Apnée et prévention des risques chez l'enfant

La Commission Médicale et de Prévention de la FFESSM précise dans son rapport : "Sur le plan physiologique, il n'existe pas d'arguments selon les données actuelles limitant l'âge de la pratique des activités subaquatiques en apnée. Sur le plan psychomoteur, le bon sens et la prudence doivent prévaloir sur le désir de l'enfant. L'attitude actuelle définissant la profondeur maximum selon la formule arbitraire : Pmax = age / 2 semble démontrer son innocuité et peut-être retenue comme une solution acceptable". La Commission Nationale d'Apnée précise que cette formule s'applique jusqu'à l'âge de 8 ans, au delà les recommandations sont les suivantes : Pour la tranche de 8 ans à 11 ans inclus : limitation à 10 mètres.

- Pour la tranche de 12 ans à 13 ans inclus : limitation à 15 mètres.
- Pour la tranche de 14 ans à 15 ans inclus : limitation à 20 mètres.

- Au-delà de 16 ans : la profondeur reste limitée en fonction des prérogatives de l'encadrant.

Pour les mineurs âgés de 16 à 18 ans, la participation à une compétition nécéssite une autorisation parentale[95].

L'AIDA insiste beaucoup sur l'importance du caractère ludique de l'apnée chez l'enfant et émet des recommandation similaires à la FFESSM concernant la limite de profondeur avant 8 ans, mais rajoute aussi des limites de durée et de distance en apnée : « Ces règles ne reposent pas sur une réalité physiologique mais permettent d'éviter tout excès. Elles ont été suggérées par l'association AIDA : profondeur raisonnable : Age/2, distance raisonnable : 2 x Age, durée raisonnable : 2 x Age. Par exemple un jeune de 8 ans aurait comme limite pédagogique 4 m en profondeur, 16 m en distance et 16 secondes en durée. »

[95] http://apnee.ffessm.fr/attachments/article/142/autorisation_parentale-2.pdf

CONCLUSION

Au terme de ce travail, il apparaît donc que la mise en place des procédures de sécurité, pour la surveillance des plongeurs apnéistes en milieu protégé, existe dans la plupart des clubs. Ces protocoles de surveillance sont néanmoins variables selon les clubs, en fonction du nombre d'encadrants, du nombre d'apnéistes et de leur niveau. Leur harmonisation reste souhaitable mais sera néanmoins difficile à mettre en place. L'application des protocoles de sécurité de compétition reste un modèle fiable, que les clubs peuvent adapter à leur pratique au cas par cas.

Les accidents de la plongée en apnée sont plutôt rares, mais très souvent médiatisés, et concernent surtout la pratique de la chasse sous-marine, les tentatives de record personnel dans des disciplines de l'apnée qui ne sont pas reconnues au niveau fédéral, ainsi que la pratique hors club, sans surveillance adaptée. L'enquête réalisée montre que 40 % des clubs interrogés ont encore constaté des pratiques, certes occasionnelles, d'apnée sans surveillance adaptée. Il s'agit le plus souvent de débutants qui doivent être immédiatement informés par leur encadrant.

Le développement croissant de cette activité de loisir nécessitera une information adaptée pour le grand public, sur les notions de base concernant la sécurité, la prévention des pratiques à risque et l'augmentation du nombre d'encadrants. Depuis de nombreuses années, la plongée scaphandre a su mettre en place des procédures de sécurité et de prévention efficaces pour limiter le nombre d'accidents. Il en est de même pour la pratique de l'apnée en compétition fédérale, qui reste très encadrée, avec aucun accident grave, en raison de protocoles de surveillance très stricts. Les formations de recyclage, concernant la sécurité et la gestion des accidents en apnée, ne sont pas obligatoires mais fortement conseillées. La CNPM de la FFESSM, porte un intérêt croissant à la plongée en apnée, et à sa physiopathologie. Les médecins fédéraux ont un rôle à jouer très important auprès des plongeurs apnéistes de tout niveaux.

ANNEXE 1
TABLEAU DES CURSUS DE FORMATION

Commission Nationale Apnée
Cursus de Formation

Progression de pratique	Niveaux de pratique	Profondeur certification	Prérogatives d'autonomie		Niveaux d'encadrement	Profondeur certification	Prérogatives encadrement	Progression d'enseignement
Randonnée palmée	Attestation de randonneur	> taille de l'élève	selon niveau de l'élève		Guide de randonnée	10m	Rando. proche de la surface	
Formation Généraliste Apnée	Niveau 1 (A1) (Découverte)	-	6m (si majeur et sous la resp. d'un IE1)	Formation (RIFAA et majeur)				
	Niveau 2 (A2) (Perfectionnement)	-	6m (si RIFAA et majeur)		Initiateur Entraineur 1 (IE1) (Bases)	-	6m	Initiation généraliste
Spécialisation "Apnée pure"	Niveau 3 (A3) (Exploration de la profondeur)	15m	20m (si majeur et sous la resp. d'un MEF1)	Formation + Stage Initiateur (RIFAA et majeur)	*INITIATEUR* Initiateur Entraineur 2 (IE2) (Profondeur)	-	15m ou 20m (fosse) Si présence d'un MEF1	
	Niveau 4 (A4) (Expert)	25m	40m	Formation + Stage MEF1	MEF1	25m	25m	Enseignement et expertise
				Formation à effectuer pour accéder aux niveaux d'encadrement	1 an de pratique Formation + Stage MEF2			
					MEF2	30m	pas de limite	Formateur de cadre

Pratique apnée enfants:
< 8 ans : limitation égale à l'âge divisé par 2.
8-11 ans inclus : limitation à 10 m.
12-13 ans inclus : limitation à 15 m.
14 -15 ans inclus : limitation à 20 m.
≥16 ans : profondeur limitée en fonction des prérogatives fédérales

Créée en 1948, la FFESSM est membre fondateur de la confédération mondiale des activités subaquatiques

V3, Janvier 2013

	Règlement des compétitions d'apnée	**Date de création :** 21/11/2008
		Date de révision : 23/06/2012
		Indice de révision:…… 10

II. Tableau récapitulatif synthétisant les Sanctions

	Pénalité	Avertissement	Faute de Règlement	Disqualification	Suspensions
Définition	N'entraîne pas la nullité de l'épreuve. Cependant la performance est minorée en fonction du type d'erreur commise telle par exemple : pénalité de top départ ; de respect des zones de départ, de virage, de non respect de la performance annoncée….	Donné pour faute minime et à titre préventif. En cas de récidive, la sanction peut être augmentée. Cette sanction n'a aucune incidence sur la performance, ni sur la participation de l'athlète aux autres épreuves de la compétition.	Donnée lors d'un non respect de règle spécifique à une épreuve. Cette sanction implique la nullité de la performance pour l'épreuve dans laquelle elle a été donnée... Elle n'interdit pas l'athlète de participer aux autres épreuves.	Donnée pour faute grave. Cette sanction entraine la nullité de l'épreuve dans laquelle elle a été jugée et elle entraine, par surcroit, l'interdiction de participer aux épreuves suivantes de la compétition. Voire une interdiction pour une durée déterminée de tout type de compétition apnée.	
Classification	**Top Départ** Statique : 3 sec par sec de retard Dynamique : 3m par sec de retard	Non respect du passage dans la zone d'échauffement	Non présentation à une épreuve	Non présentation au jury	
	Zone de départ : 3m		Entraînement seul	Inhalation d'O_2	
	Faute de virage : 3m		Présence de l'entraîneur, capitaine ou tout autre personne de 'équipe de l'athlète dans la zone de compétition en dehors des laps de temps autorisés	PCM	0 ; 1 puis 6 mois
	Non respect de la performance annoncée Statique : [(PA – 1 min) – PR] x 3 Si perf Annoncée (PA) est inférieure à la Perf Réalisée (PR) – 1 min Dynamique : [(PA – 25m) – PR] x 3 Si perf Annoncée (PA) est inférieure à la Perf Réalisée (PR) – 25m		Matériel utilisé non validé par le jury	Syncope	1 ; 3 puis 6 mois
			Aide à la propulsion en dehors de l'appui sur le mur au virage		
			Non respect de l'athlète de la zone de compétition (ligne d'eau) sans intervention de l'apnéiste de sécurité	Manifestation d'humeur	
			Nage en surface	Non présentation au contrôle anti-dopage	
			Non respect du protocole de sortie (oubli d'un geste ou de la phrase, délai trop long) sans intervention de l'apnéiste de sécurité		
			Quitter la zone de compétition sans autorisation des juges		
			Sprint endurance Faux départ Zone de départ : absence de contact avec le mur Zone de fin ou début de longueur : absence de contact avec le mur		

MP Gellé

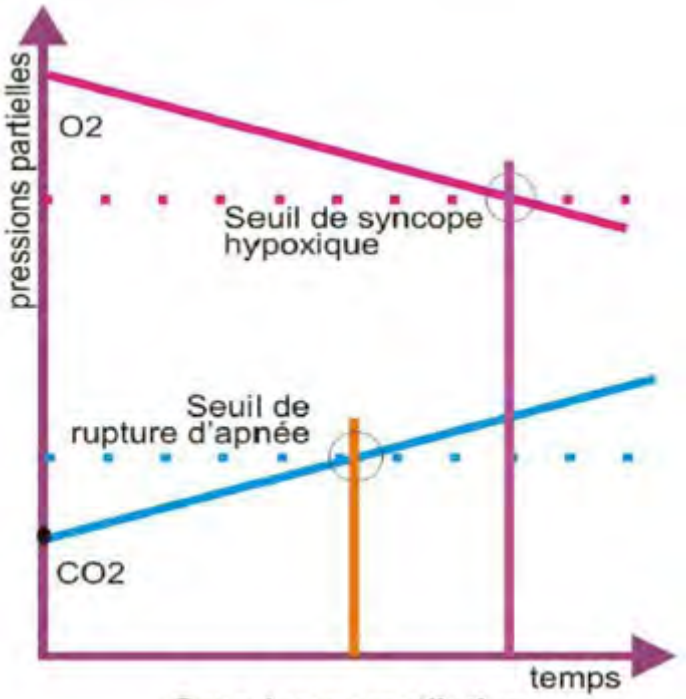
ANNEXE 3

LES SIGNES PRE SYNCOPAUX EN APNÉE (D'APRES OLIVERAS)

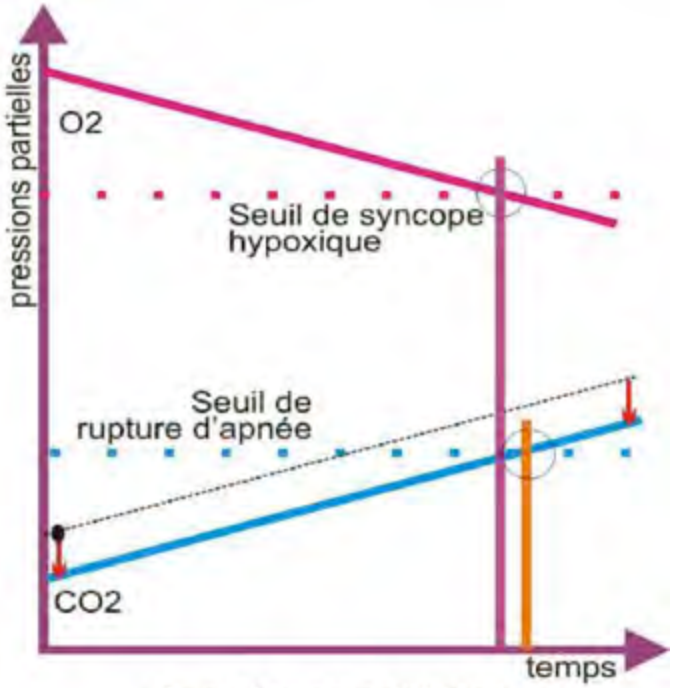
	ressenti personnel	signes extérieurs
avant l'apnée	picotements des extrémités sensations de flottement excitation importante	
au fond	sensation de confort inhabituel disparition de l'envie de respirer ou de remonter sentiment que la remontée va être longue sentiment de panique	durée excessive agitation ou relâchement anormaux
à la remontée	lourdeur ou chaleur dans les muscles des cuisses scotomes ou rétrécissement du champ visuel confort prolongé ou, au contraire, pénibilité anormale	**avant la syncope :** largage de ceinture mouvements rapides et désordonnés, non raisonnés, traduisant l'angoisse de l'apnéiste ; recherche anxieuse d'une aide visuelle (surface, regard d'un apnéiste de sécurité) ; **pendant la syncope :** lâcher de bulles +++ ; mouvements réflexes d'oscillation ; arrêt de palmage, apnéiste immobile, peut couler ou remonter suivant la flottabilité ;
en surface	**après la syncope :** amnésie ; négation de l'épisode ;	**avant la syncope :** pâleur du visage ; cyanose ; hypotonie ou hypertonie ; regard vide, ne captant pas l'extérieur, panique dans le regard ; secousses musculaires, gestes saccadés ; difficulté à saisir le câble ; **pendant la syncope :** ralentissement ou arrêt ventilatoire (reprise respiratoire spontanée ou après stimulation cutanée et/ou bouche à bouche) ; pas d'arrêt cardiovasculaire initial ; troubles du tonus (hypo ou hypertonie) pouvant précéder des mouvements tonico-cloniques brefs.

ANNEXE 4

SYNCOPE ET HYPERVENTILATION (SOURCE A. FORET ILLUSTRA PACK II)



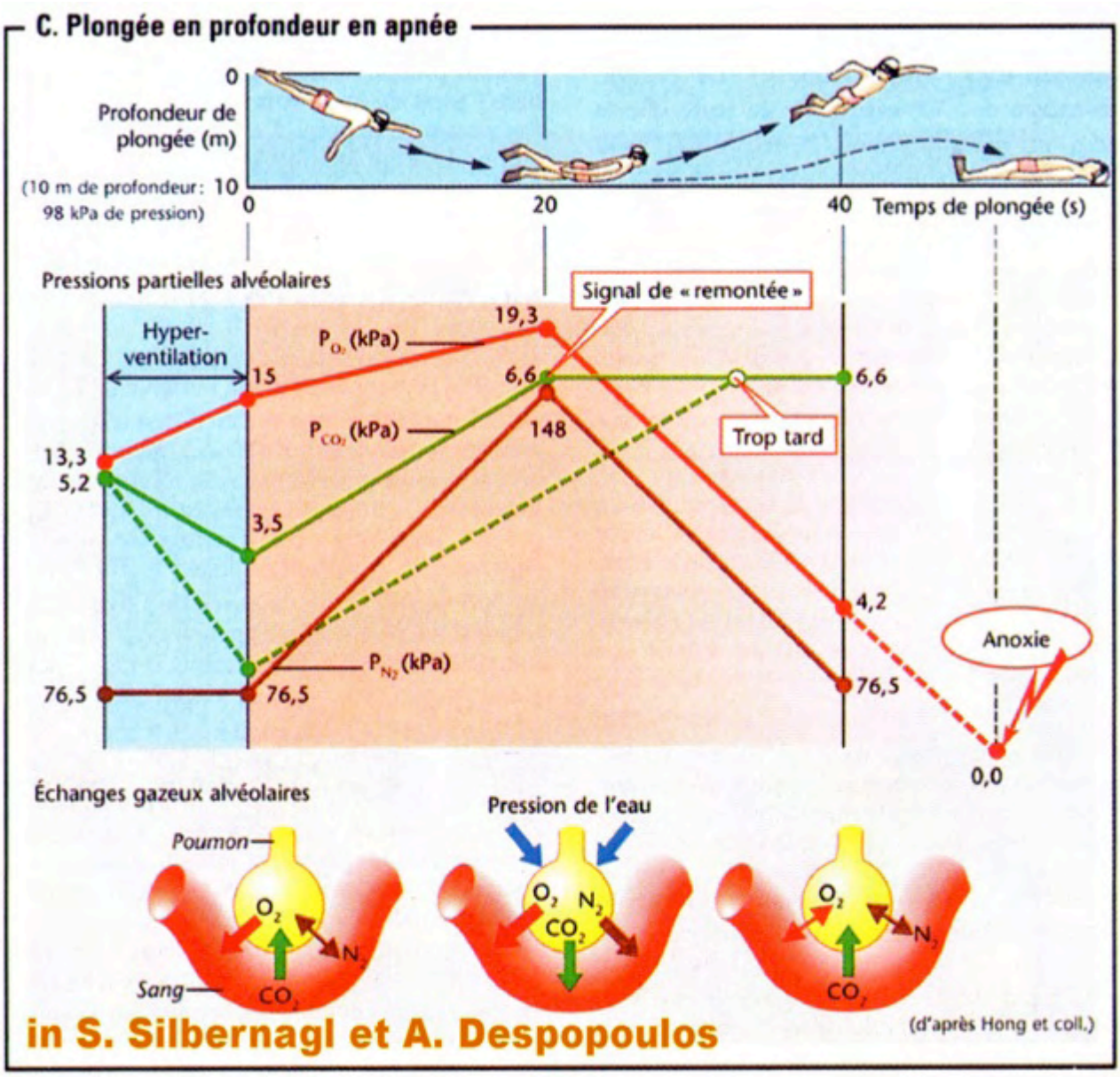
Sans hyperventilation



Avec hyperventilation

ANNEXE 5

PHYSIOPATHOLOGIE DE LA SYNCOPE EN APNEE VERTICALE (D'APRES HONG)



ANNEXE 6

L'EFFET BLOOD SCHIFT (D'APRES MUTH ET RADERMACHER)

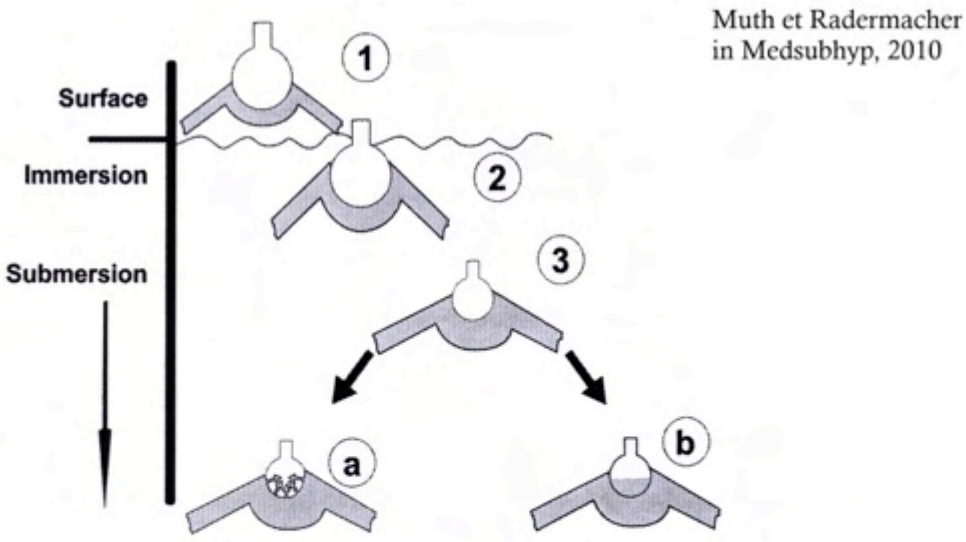


Figure 1: blood shift (modified from Muth et al. 2005)

At surface (1) the alveoli of the lung and the pulmonary blood vessels have their normal diameters. Immersion (2) to the neck creates a negative intrathoracic pressure and thus an increased venous return into the pulmonal vessels. Submersion while breath holding (3) will lead to a compression of alveoli due to Boyle's law and a further redistribution of blood into the thoracic vessels, leading to a engorgement of these vessels. In greater depth this mechanism may lead either to a ruptur of vessels due to overdistension (a), or to an intraalveolar edema (b) due to the very high hydrostatic pressure.

ANNEXE 7

ENQUETE SUR LA PRATIQUE DE L'APNÉE AU SEIN DES CLUBS

1) Avez vous une commission apnée (et ou technique) dans votre club ?

2) Y a t'il des encadrants apnée dans le club (IE1 IE2 MEF1 MEF2 Instructeur). Si oui, leur nombre ?

3) Y a t'il des encadrants apnée dans le club qui sont des plongeurs scaphandre issus d'une formation passerelle ?

4) Y a t-il des juges 1er ou 2ème degré apnée dans le club ? Si oui, quel est leur niveau de pratique ou d'encadrement ?

5) Y a t'il un Médecin Fédéral dans le club ?

6) Avez vous un protocole de surveillance des apnéistes dans les bassins ?

7) Avez vous constaté une ou plusieurs fois la pratique de l'apnée sans surveillance au sein du club ?

Contact :

Docteur Florent BONNET Médecin Fédéral n° 14-21-030

florentbonnet@hotmail.com
dr.florentbonnet@orange.fr

ANNEXE 8

- ***Annexe 3-3 : Liste des contres indications à la pratique de l'apnée et disciplines associées (pêche sous-marine et tir sur cible)***

Apnée :	**Contre-indications définitives** **V = poids constant** **O = piscine**	**Contre-indications temporaires** **V = poids constant** **O = piscine**
CARDIOLOGIQUES	Cardiopathie congénitale, Insuffisance Cardiaque, CMO, pathologie à risque syncopal (valvulopathies type RAO RM), Tachycardie paroxystique, BAV 2 / 3 non appareillé . Accident vasculaire cérébral , HTA non contrôlée après épreuve d'effort .	HTA infarctus récent angor péricardite stent vasculaire
ORL	V/O trachéostome évidemment petro mastoïdien Perforation tympanique résiduelle, déficit vestibulaire non compensé V/ otospongiose opérée ossiculoplastie cophose unilatérale	Syndrome vertigineux perf tympanique obstruction tubaire épisode infectieux
PNEUMOLOGIE	V/O Pneumothorax spontané ou maladie bulleuse V asthme sévère (stade 3) BPCO	Pleurésie, infection, trauma thoracique
OPHTALMO	Kératocône>stade 2 chirurgie oculaire récente 6 mois	V/O Décollement rétinien
NEUROLOGIE	Epilepsie, syndrome déficitaire, pertes de connaissances itératives	Traumatisme crânien récent avec perte de connaissance à évaluer Hernie discale cervicale ou lombaire symptomatique
PSYCHIATRIE	Psychoses sévères IMC	V/Alcoolisation aigue V/ trt antidépresseur et anxiolytique V/Tétanie normo calcique
HEMATOLOGIE	Thrombopénies Hémophilie Thrombopathie congénitales	
GYNECOLOGIE		V/ grossesse
METABOLISMES	Diabète de types 1 et 2 voir annexe	
DERMATOLOGIE		Pathologies infectieuses en cours
GASTRO	V manchon anti reflux	
CANCEROLOGIE		A évaluer cas par cas à la fin du traitement

ANNEXE 9

CERTIFICAT MEDICAL DE NON CONTRE INDICATION A LA PRATIQUE DE L'APNÉE : MODELE FFESSM

fédération française d'études et de sports sous-marins

FONDEE EN 1955 – MEMBRE FONDATEUR DE LA CONFEDERATION MONDIALE DES ACTIVITES SUBAQUATIQUES

Certificat médical de non contre-indication à la pratique des activités subaquatiques

Je soussigné Docteur

☐ Médecin diplômé de médecine subaquatique ☐ Médecin fédéral n°
☐ Médecin du sport(*) ☐ Autre(*)

(*) qui ne peuvent pas signer ce document pour les jeunes de 8 à 14 ans et pour les plongeurs handicapés. Pour les pathologies à évaluer signalées par une étoile (*) sur la liste des contre indications, seul le médecin fédéral a compétence pour signer le certificat.

Certifie

Avoir examiné ce jour
Nom : Prénom
Né(e) le
Demeurant

Ne pas avoir constaté ce jour, sous réserve de l'exactitude de ses déclarations, de contre-indication cliniquement décelable :
O à la pratique de l'ensemble des activités fédérales subaquatiques de loisir
O sauf :
O à l'enseignement et à l'encadrement (préciser les disciplines)
O à la préparation et au passage du brevet suivant :

Ne pas avoir constaté ce jour, sous réserve de l'exactitude de ses déclarations :
O de contre-indication aux compétitions dans la (les) discipline(s) suivante(s) :

Que le jeune sportif de 8 à 14 ans désigné ci-dessus a bénéficié des examens prévus par la réglementation FFESSM et qu'il ne présente pas à ce jour de contre-indication clinique à la pratique :
O de l'ensemble des activités fédérales de loisirs
O sauf
O à la préparation et au passage du brevet P1
O des compétitions dans la (les) discipline(s) suivante(s) :
Pour la surveillance médicale des jeunes sportifs de 8 à 12 ans, je préconise la périodicité suivante :
O 6 mois O 1 an

O Que le jeune sportif désigné ci-dessus ne présente pas de contre-indication au surclassement pour la (les) discipline(s) suivante(s) :

Nombre de case(s) cochée(s) : O (obligatoire)

Remarques et restrictions éventuelles :

Je certifie avoir pris connaissance de la liste des contre indications à la pratique des activités fédérales établie par la Commission Médicale et Prévention de la FFESSM et de la réglementation en matière de la délivrance des certificats médicaux au sein de la FFESSM

Fait à le Signature et cachet

Le présent certificat, valable 1 an sauf maladie intercurrente ou accident de plongée, est remis en mains propres à l'intéressé(e) qui a été informé(e) des risques médicaux encourus notamment en cas de fausse déclaration. La liste des contre-indications aux activités fédérales est disponible sur le site fédéral : http://www.ffessm.fr

ANNEXE 10

LES CAPACITÉS DE LA COMPETENCE RIFA-APNÉE

Source ffessm.fr

	Connaissances, savoir faire et savoir être	Commentaires et limites	Critères de réalisation
1	Communication entre apnéistes lors d'un accident en apnée Application des méthodes de surveillance	Connaissance des signes normalisés de la FFESSM et réponses adaptées aux circonstances de l'accident Connaissance des signes pré syncopaux	Rapidité d'intervention et prise en charge de l'accidenté.
2	Mise en sécurité de l'accidenté	Réaliser une technique de sauvetage, de tractage puis de hissage sûre et adaptée à la situation, pour mettre l'accidenté hors d'eau et le débarrasser de toute entrave aux fonctions vitales	Maîtrise du sauvetage, du tractage, maîtrise du hissage, mise en sûreté de l'accidenté
3	Mise en sécurité de la palanquée	Vérifier la composition de la palanquée, et assurer le regroupement du matériel de celle-ci	Maîtrise de la gestion de la palanquée
4	Coordination et partage des différentes opérations liées à l'accident	Rôle de chacun en fonction des compétences présentes. Assurer la liaison entre les divers intervenants	Maîtriser la gestion de crise
5	Prise en compte des plaintes et malaises de la victime et évaluation des fonctions vitales	Reconnaissance des signes liés aux accidents en apnée et surveillance	L'apnéiste doit rassurer, interroger et recueillir les plaintes et l'état de la victime. Il doit surveiller l'évolution de l'état de la victime (*)
6	Mise en œuvre des techniques adaptées à l'état de la victime	Respect des recommandations de la Commission Médicale et de Prévention Nationale en matière d'accidents, dont: - Ranimation cardio-pulmonaire(RCP) - Inhalation O2 - Insufflation O2 à 100% à 15 litres par minute - conduite a tenir lors des traumatismes	Application des techniques (*).
7	Appel aux secours. Passation des informations aux urgences et suivi	Adaptation des procédures d'appel aux conditions de pratique de l'activité En mer : connaissance des procédures d'appel par moyen maritime (VHF, VHF ASN)	Transmission auprès des organismes de secours adaptés des éléments concernant la victime et la situation de l'accident En mer : CROSS

(*) : les référentiels nationaux de la Direction de la Défense et de la Sécurité Civiles relatifs aux techniques de premiers secours sont disponibles sur le site du ministère de l'intérieur http://www.interieur.gouv.fr/

ANNEXE 11
RECOMMANDATIONS DU DAN
15 REGLES DE SECURITE DE BASE POUR LA PLONGEE EN APNEE

1. Toujours plonger en apnée avec un binôme.
2. Ne jamais s'hyperventiler.
3. Toujours emporter une bouée de signalisation (portant le drapeau approprié).
4. Ne jamais garder le tuba en bouche pendant la plongée.
5. Ne jamais forcer l'équilibrage des oreilles.
6. Observer un temps de repos entre les plongées.
7. Utiliser une ceinture de lest qui ne réduit pas trop la flottabilité (flottabilité positive dans les 10 derniers mètres).
8. Veiller à ne pas se déshydrater, boire régulièrement une petite quantité, même si vous n'en ressentez pas le besoin.
9. Ne pas plonger en apnée le ventre vide ou après un repas lourd.
10. Toujours effectuer quelques plongées d'échauffement, mais pas plus profondes que 5 mètres.
11. Écouter son corps et ses besoins.
12. Suivre un cours de plongée en apnée avec des moniteurs qualifiés.
13. Passer un examen médical au moins une fois par an.
14. Respecter les règles environnementales (restrictions liées aux parcs naturels, etc.).
15. Toujours disposer d'un moyen de communication (téléphone portable, radio VHF, etc.).

Détails concernant les « 15 règles »

L'accident le plus courant et le plus redouté en plongée libre est la perte de connaissance (la syncope). La meilleure façon de l'éviter consiste à être conscient des règles de base de la plongée en apnée, à se connaître et à respecter consciencieusement ses propres limites. Il est possible de remédier à pratiquement toutes les syncopes sans conséquences graves si vous avez près de vous un binôme qui peut vous aider en sortant votre visage de l'eau et vous fournir une assistance en cas de non-reprise de la conscience.

L'hyperventilation désigne le fait d'effectuer une série de respirations régulières afin de réduire la quantité de dioxyde de carbone présente dans le sang. Il est très important pour un plongeur en apnée d'être conscient de ce phénomène car un plongeur doit toujours être à l'écoute des réactions de son organisme aux stimuli respiratoires. Par ailleurs, l'hyperventilation n'augmente pas la quantité d'oxygène dans le sang, et ne présente dès lors aucun avantage en plongée

libre. Seules quelques respirations forcées (6 ou 7) suffisent pour obtenir les effets de l'hyperventilation, qui sont imperceptibles lors d'une respiration normale (impliquant l'utilisation complète du diaphragme et l'observation d'un rythme normal). Si pendant la respiration, vous constatez des fourmillements dans les mains et le visage ou d'autres signes d'hyperventilation, arrêtez votre préparation à la plongée et attendez quelques minutes avant la prochaine plongée en apnée.

3 Bien que cela puisse sembler incroyable, être heurté par un bateau représente le risque le plus probable en plongée libre étant donné que le plongeur en apnée, contrairement aux plongeurs en scaphandre, passe beaucoup de temps en surface à se préparer à sa plongée. Même si elles sont souvent ignorées, les bouées de signalisation constituent le seul moyen d'indiquer votre présence. La présence d'un bateau arborant le drapeau de plongée (qui indique que des plongeurs se trouvent dans l'eau) réduit considérablement le risque de tels accidents.

4 Avoir le tuba en bouche à la fin de la plongée en apnée oblige le plongeur à expirer au moment où il a les poumons vides et où il a justement besoin de refaire le plein d'oxygène. En effet, pour vider son tuba, le plongeur n'a d'autre choix que d'expirer très fort. De récentes études scientifiques impliquant une imagerie par résonance magnétique nucléaire (RMN) cardiaque, réalisées sur des plongeurs en apnée, ont montré l'importance de respecter certaines règles physiologiques de base afin d'éviter cet effort en fin de plongée en apnée. Par ailleurs, en cas de syncope, le tuba favorise la pénétration d'eau dans les voies aériennes.

5 L'équilibrage des oreilles doit pouvoir être effectué sans forcer. Si ce n'est pas le cas, il est probable qu'un problème aigu ou chronique empêche l'ouverture de la trompe d'Eustache, à travers laquelle l'air doit passer pour atteindre l'oreille moyenne. Un effort d'équilibrage excessif peut provoquer un barotraumatisme de l'oreille avec un risque de rupture de la membrane tympanique ou de dommages plus graves, voire irréversibles, à l'oreille interne (problèmes auditifs permanents).

6 Un repos en surface d'une durée deux fois plus longue que celle de la plongée (voire trois fois plus longue pour les plongées plus profondes) permet à l'organisme de récupérer complètement avant la plongée suivante et favorise la prévention de problèmes spécifiques, comme le syndrome de Taravana. La mesure dans laquelle ce temps de repos permet de récupérer une oxygénation correcte ou d'éliminer les substances toxiques et l'azote accumulés dans les tissus en profondeur n'est pas connue, mais un repos d'une durée deux ou trois fois supérieure à celle de la plongée semble efficace.

7 Les derniers mètres avant d'atteindre la surface sont les plus difficiles. En cas de lestage insuffisant, le plongeur retrouvera une flottabilité positive trop facilement dans les derniers mètres, où il doit justement faire le plus attention.

8 L'immersion de l'organisme dans l'eau déclenche la libération par le cœur de l'hormone natriurétique, qui provoque le besoin d'uriner et des problèmes de soif. En particulier lors de longues sessions de chasse sous-marine, il est important de boire même sans en ressentir le besoin, car la déshydratation réduit les capacités et rend plus difficile l'atteinte des profondeurs auquel le plongeur est habitué.

La plongée en apnée consomme une grande quantité d'énergie et de protéines, en particulier lors de longues parties de chasse sous-marine, pour lesquelles il est conseillé de prendre des pauses de quelques minutes afin que l'organisme reprenne des forces. L'ingestion d'un en-cas riche en hydrates de carbone (ou plus spécifiquement un aliment dérivé des céréales et riche en éléments nutritifs) avant une activité de plongée en apnée apportera une bonne dose d'énergie à l'organisme. Si l'activité dure plus de deux heures, plusieurs doses de ce type d'aliments seront nécessaires, en petites quantités. La digestion provoque toutefois un afflux sanguin important vers le tube digestif et réduit la sécurité de la plongée.

Comme pour toute activité sportive, il est important de s'échauffer au préalable afin de préparer l'organisme au mouvement. En plongée libre, un échauffement permet de s'adapter progressivement à la pression. Par exemple, vous pouvez effectuer quelques plongées (tout au plus trois ou quatre) à une profondeur de 5 mètres maximum afin de permettre à vos poumons d'adapter le volume sanguin pendant la plongée en apnée (phénomène de « blood shift »). Ce genre d'exercice est très utile pour réduire les problèmes d'hémoptysie chez les plongeurs en apnée.

Si vous vous sentez fatigué, si vous rencontrez un problème avec votre équipement ou si vous attrapez une crampe, interrompez immédiatement votre session de plongée en apnée ou de pêche sous-marine... Reposez-vous un moment et profitez-en pour prendre un peu le soleil.

Un cours de plongée libre vous permettra d'apprendre les règles de sécurité de base de la plongée en apnée et de rencontrer de nombreux autres plongeurs avec qui partager cette activité.

Le respect des règles environnementales est très important, en particulier pour les adeptes de sports sous-marins.

Un examen médical détaillé vous permettra de vous assurer que vous ne présentez aucun problème cardiaque, respiratoire ou lié à votre métabolisme, qui pourrait mettre en péril votre activité de plongée en apnée. En outre, le médecin procèdera à une vérification de vos oreilles, un organe qui est fortement sollicité en plongée et requiert une santé parfaite afin d'assurer la sécurité de votre plongée.

En cas d'accident, il est important de pouvoir communiquer rapidement avec les services de secours. Prenez garde que les téléphones portables ne disposent pas toujours d'une couverture en mer. La meilleure façon de communiquer est en utilisant une radio VHF. Rappelez-vous de noter les numéros les plus importants liés aux sports aquatiques (par exemple, le garde-côte, la ligne d'assistance de DAN, la fréquence VHF, etc.)

ANNEXE 12

Les 10 commandements de l'apnéiste
L'apnée, seul, jamais tu ne pratiqueras.
En binôme minimum, toujours tu évolueras.
D'un niveau équivalent ton binôme tu préfèreras.
Un point d'appui à chaque sortie de l'eau tu saisiras.
Sur ton binôme mieux que sur toi tu veilleras.
D' hyperventiler tu t'interdiras.
De bulles, jamais tu ne lâcheras.
La carpe, le moins souvent tu utiliseras.
Avant une performance, l'encadrant tu préviendras et ta distance tu lui annonceras.
De tes sensations toujours à l'écoute tu resteras.
L'important n'est pas l'objectif, mais la manière de l'atteindre.
WWW.APNEALP.FR.NF

ANNEXE 13
ENQUETE BLUE RESEARCH PROJECT

Blue Research project

La syncope est caractérisée par une perte de connaissance associée à une chute de la pression artérielle avec bradycardie ou tachycardie. Lorsqu'elle survient dans l'eau elle peut entrainer la noyade. Plusieurs apnéistes témoignent qu'ils ont déjà eu une syncope. Certains précisent qu'à la reprise de conscience aucun souvenir de l'accident n'est présent. Lors de championnats internationaux d'apnées AIDA de 1998 à 2004 Lindholm a pu montrer que le taux de syncope variait entre 1% et 6% en fonction des disciplines (Lindholm et Lundgren 2006). Toutefois, dans ce cadre de compétition où toutes les conditions de sécurité sont optimales, aucun décès n'a été à déplorer chez les 274 sujets étudiés.

Cependant les mécanismes de la syncope sont peu connus. Toutefois, la syncope peut entraîner une augmentation de marqueurs témoins d'une atteinte de l'intégrité du système nerveux (Linér et Andersson 2009). Certains facteurs comme l'hyperventilation, la profondeur ou l'utilisation de la technique de la carpe favorisent la survenue de syncopes. Cette étude a donc comme objectif d'identifier des facteurs déclenchant la survenue de la syncope et de déterminer s'il est possible de mettre en évidence une hypersensibilité de certains sujets à cette perte de connaissance afin de limiter au maximum la prise de risque.

Protocole

Apres quelques apnées d'échauffement, les sujets devront réaliser une apnée statique équivalente à 60% de leur performance maximale supposée (Pour une durée maximale supposée de 6 minutes, l'apnée demandée sera alors d'un peu plus de 3 minutes 30). Entre chaque apnée, une période de récupération suffisante permettra un retour à la normale de la Saturation en Oxygène et de la fréquence cardiaque.
Des électrodes pour un électrocardiogramme et un saturomètre seront mis en place pour l'ensemble des sujets dés le début du protocole et jusqu'à la fin de celui-ci à des fins de contrôle. Une voie veineuse sera placée afin de permettre facilement les prélèvements sanguins qui seront effectués avant et à différents moment pendant l'apnée. La quantité totale de sang prélevée ne dépassera pas 40 ml et représente une quantité négligeable par rapport au volume sanguin total. (Précisions ci-dessous)

Prélèvements

Les prélèvements avant et à la fin de l'apnée seront de 10 ml chacun tandis que les prélèvements effectués pendant l'apnée (toutes les minutes) ne seront que de 2 ml. Les mesures réalisées sur ces prélèvements permettront de déterminer les facteurs déclenchant la survenue de la syncope et la sensibilité éventuelle de certains sujets à cette perte de connaissance. Les résultats des prélèvements (volume total < 40ml) resteront anonymes et les mesures réalisées seront utilisées dans un but purement scientifique.

Références

Dzamonja G, Tank J, Heusser K, Palada I, Valic Z, Bakovic D, Obad A, Ivancev V, Breskovic T, Diedrich A, Luft FC, Dujic Z, Jordan J. Glossopharyngeal insufflation induces cardioinhibitory syncope in apnea divers. Clin Auton Res. 2010; 20(6):381-384.
Lindholm P, Lundgren CE. Alveolar gas composition before and after maximal breath-holds in competitive divers. Undersea Hyperb Med. 2006; 33(6):463-467.
Linér MH, Andersson JP. Hypoxic syncope in a competitive breath-hold diver with elevation of the brain damage marker S100B. Aviat Space Environ Med. 2009; 80(12):1066-1068.

Contact for more information and to send the form filled:

-Frédéric Lemaître ; Associate Professor, PhD-HDR ; CETAPS, EA 3832; Faculty of Sports Sciences; Boulevard Siegfried, 76130 Mont-Saint-Aignan ; France ; frederic.lemaitre@univ-rouen.fr
-Fabrice Joulia; Associate Professor, UMR-MD2, Service de Physiopathologie Respiratoire, Faculté de Médedcine Nord, 13015 Marseille ; joulia@univ-tln.fr

(F. Joulia & F. Lemaître)

ANNEXE 14

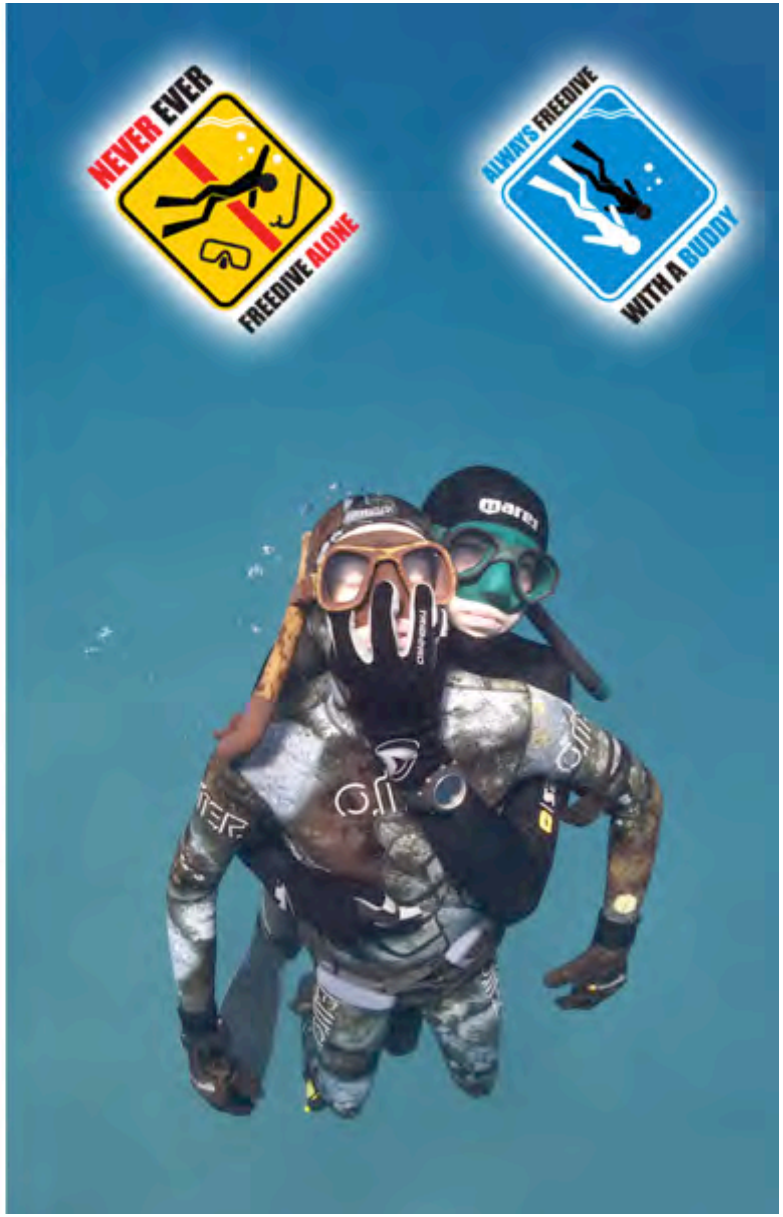
Freedivingsafety

FR - EN - DE - PT - RU

Suite à une série d'accidents tragiques qui ont eu lieu en 2011, nous avons décidé qu'il fallait faire quelque chose au niveau de la prévention des accidents lors de la pratique de la plongée en apnée.
Ces accidents mortels, qui ont touché des tout débutants comme des apnéistes de haut niveau, montrent que personne n'est à l'abri d'un problème.
Une simple perte de connaissance prend des proportions dramatiques si la personne qui en est victime est seule dans l'eau, que ce soit en piscine ou en milieu naturel.

Le fait d'avoir un compagnon de plongée vous sauvera la vie.
Le but de cette initiative n'est pas de donner des cours d'apnée et de secourisme, mais bien d'identifier le risque et de responsabiliser les pratiquants.
Il incombe aux organismes de formation et aux moniteurs d'apnée de tous horizons d'éduquer et de former les apnéistes. C'est pourquoi nous avons voulu les aider en créant ces pictogrammes qui, comme un pavillon de plongée, parlent à tous les apnéistes.

Nous vous encourageons à les utiliser dans vos cours, vos matériels pédagogiques et textiles promotionnels : il faut que le message passe à tous les niveaux, de la personne intéressée par l'apnée – mais qui n'a pas encore franchi le pas – à l'apnéiste confirmé.
Il ne viendrait à l'idée de personne de pratiquer la plongée en scaphandre sans se former au préalable. Beaucoup de gens pensent que, parce qu'elle ne nécessite pas de matériel technique à maîtriser, la plongée en apnée est beaucoup plus accessible et donc sans danger.

Il y a là aussi un devoir d'information.
Ces simples pictogrammes interpellent et induisent une réflexion.
N'hésitez donc pas à faire circuler ce lien et à adhérer au concept. Remplissez simplement le formulaire pour récupérer les pictogrammes et les utiliser. **C'est gratuit ! Et plus ils seront utilisés, plus ils permettront de sauver des vies !...**

Fred Buyle, apnéiste & instructeur apnée AIDA, Apnea Academy, CMAS et SSI.
Pierre Lambreth, apnéiste & designer.