

Faculté de médecine de Lyon

Année universitaire 2014-2015

Les accidents de plongée souterraine

de

2000 à 2014

**Techniques de recompression par immersion en
milieu isolé appliquées à ce type de plongée**

Dr THOMAS Sarah

Mémoire pour l'obtention du Diplôme InterUniversitaire de médecine subaquatique et hyperbare

Médecin enseignant : Docteur Bertrand Delafosse

Table des matières

Remerciements	Page 6
Introduction.....	Page 7

CHAPITRE I : LES ACCIDENTS DE PLONGEE SOUTERRAINE EN FRANCE DE 2000 à 2014	Page 11
---	---------

I. REPARTITION DES ACCIDENTS ET DES INCIDENTS DE PLONGEE SOUTERRAINE PAR REGION	Page 12
II. REPARTITION DES ACCIDENTS ET DES INCIDENTS DE PLONGEE SOUTERRAINE PAR DEPARTEMENT.....	Page 14
III. REPARTITION DES INCIDENTS ET DES ACCIDENTS DE PLONGEE SOUTERRAINE PAR SITE	Page 16
IV. REPARTITION DES INCIDENTS ET DES ACCIDENTS DE PLONGEE SOUTERRAINE PAR MOIS DE L'ANNEE	Page 19
V. ENVIRONNEMENT ET EQUIPEMENT SPECIFIQUE EN CAUSE DANS LES ACCIDENTS DE PLONGEE SOUTERRAINE EN FRANCE DE 2000 à 2014	Page 20
a. Les recycleurs	Page 20
b. Le milieu	Page 21
c. Le fil d'Ariane ou le dérouleur.....	Page 22
d. Les détendeurs	Page 23
e. La combinaison	Page 24
VI. REPARTITION DES ACCIDENTS SELON LE TYPE D'ACCIDENT ET DEVENIR DES VICTIMES	Page 26

CHAPITRE II : RECIT DES ACCIDENTS DE PLONGEE SOUTERRAINE EN FRANCE de 2000 à 2014	Page 30
--	---------

**CHAPITRE III : ACCIDENTS DE PLONGEE SOUTERRAINE PRIS EN CHARGE
AU CENTRE HYPERBARE DE LYON DE 2000 à 2014 Page 50**

I. CAS CLINIQUES Page 51

1. ACCIDENT N° 18 : Le 09/03/2003 : Source bleue de Dortan-Dortan-Ain :
Accident de décompression cochléo-vestibulaire_..... Page 51
..... Page 51
 - a. La plongée Page 51
 - b. Au centre hyperbare Page 51
 - Clinique Page 51
 - Traitement Page 51
 - Evolution Page 52
2. ACCIDENT N° 19 : Le 04/05/2003 : Goul du Pont : Bourg Saint-Andéol-
Ardèche- Accident de décompression de type I : ostéo-arthro-musculaire.
..... Page 53
 - a. La plongéePage 53
 - b. Au centre hyperbare Page 53
3. ACCIDENT N°27 : Le 04/01/2004 : Source de Marnade-Montclus-Gard :
Accident de décompression médullaire..... Page 54
 - a. La plongée Page 54
 - b. Au centre hyperbare..... Page 55
4. ACCIDENT N°43 : Le 27/09/2005 : Source du Castor- Saint Remèze-
Ardèche- Accident de décompression de type cochléaire : Surdité brusque.
..... Page 57
 - a. La plongée Page 57
 - b. Au centre hyperbare Page 58
5. ACCIDENT N° 71 : Le 09/05/2010 : Goul du Pont- Bourg Saint-Andéol-
Ardèche : Accident de décompression ostéo-arthro-musculaire.
..... Page 60
 - a. La plongée Page 60
 - b. Au centre hyperbare Page 60
6. ACCIDENT N° 81 : Le 07/04/2010 : Goul du Pont- Bourg Saint-Andéol-
Ardèche : Accident de décompression ostéo-arthro-musculaire
..... Page 62
 - a. La plongée Page 62
 - b. Au centre hyperbare Page 63

II. ANALYSE Page 64

**CHAPITRE IV : LA RECOMPRESSION THERAPEUTIQUE PAR IMMERSION.
METHODES ET PRATIQUES DES PLONGEURS SOUTERRAINS EN FRANCE DE
2000 A 2014**Page 67

I.	LES METHODES DE RECOMPRESSION THERAPEUTIQUE PAR IMMERSION (RTI)	Page 68
	1. INTRODUCTION	Page 68
	2. PROTOCOLES DE RTI DANS LA LITTERATURE	Page 70
	a. La méthode Australienne	Page 70
	b. La méthode de l'US Navy	Page 71
	c. La méthode Hawaïenne	Page 71
	d. La méthode de RTI de Pyle	Page 72
	3. RESULTATS DES ETUDES DES CAS DE RTI AVANT CLIPPERTON	Page 73
	4. PROTOCOLE DE CLIPPERTON	Page 75
	a. Description et justification de la méthode de RTI	Page 75
	b. Mise en pratique de la méthode de RTI de Clipperton au profit des plongeurs pêcheurs vietnamiens	Page 77
	- La mission	Page 77
	- Les résultats	Page 79
	5. CONCLUSION	Page 80
II.	PRATIQUES DES PLONGEURS SOUTERRAINS EN MATIERE DE REIMMERSION THERAPEUTIQUE EN FRANCE DE 2000 à 2014	Page 81
	a. Les cas de RTI de l'étude	Page 82
	b. Analyse	Page 82

CHAPITRE V : DISCUSSIONPage 86

I.	CONTRAINTES, LIMITES ET RISQUES DE LA REIMMERSION THERAPEUTIQUE	Page 88
	1. Les risques	Page 88
	a. La déshydratation	Page 88
	b. L'hypothermie	Page 88
	c. La surcharge en gaz inertes	Page 88
	d. Hyperoxie	Page 88
	e. La difficulté d'appréciation des risques d'ADD	Page 89

2.	Contraintes et limites de faisabilité de la RTI	Page 89
a.	Les limites en rapport avec le matériel	Page 89
i.	Les réserves en oxygène	Page 89
ii.	Le masque facial	Page 89
iii.	Autres	Page 90
b.	Les limites en rapport avec le milieu	Page 90
c.	Les limites en rapport avec le plongeur	Page 91

II.	DOIT-ON PRATIQUER LA REIMMERSION THERAPEUTIQUE PAR IMMERSION ?	Page 91
-----	---	---------

CHAPITRE VI. BIBLIOGRAPHIE	Page 95
---	----------------

Remerciements

A Thierry, présent à mes côtés, qui m'a fait découvrir le monde souterrain, qui m'a soutenue pendant tout le temps de la rédaction de ce mémoire,

A mes filles Léa et Camille, qui ont eu la patience d'attendre que je sois plus disponible et qui m'ont encouragée,

A mes amis plongeurs souterrains qui ont bien voulu me transmettre leurs expériences, leurs témoignages et qui m'ont fait partager leurs plongées, avec une pensée particulière pour Laurent Bron, toujours de bon conseil pour me faire progresser, pour Baptiste Bénédictini, Claude Benistand, Josée Bron, Olivier Lanet, Sylvain Pellerin, Manuel Roure, Alain Ruet, qui m'ont gentiment acceptée dans l'univers des plongeurs souterrains et pour certains, m'ont accompagnée dans de belles plongées sous terre, en espérant les retrouver bientôt .. à Bange ...

A Philippe Bertocchio, qui s'est penché avec enthousiasme sur mes préoccupations et qui m'a fourni de précieuses informations du monde des spéléo, pour la rédaction de mon mémoire,

A Xavier Méniscus, extra-sous-terrestre, qui a bien voulu me donner son avis éclairé sur la réimmersion thérapeutique et me parler de son expérience personnelle,

A Yann et « Céline », membres de la « communauté de Poséidon », qui nous ont accompagnés dans de belles plongées dans le Lot cet automne,

A Marc Donzel, qui a bien voulu échanger quelques messages pour partager son expérience... malgré tout,

A Jean Pierre Baudu, David Bianzani, Fabrice Couraud et aux autres plongeurs rencontrés par-ci, par-là, qui ont accepté de répondre à mes questions sur le sujet épineux des accidents de plongée et partager leurs histoires,

A Isabelle Perpoli, qui m'a autorisé à illustrer mon mémoire avec quelques-unes de ses photos,

A Thierry Grenier, pour son aide et ses connaissances informatiques,

A Jérémie Faurax et France Rocourt qui m'ont transmis des documents sur le sujet,

A tous les plongeurs souterrains disparus, qui nous rappellent qu'il faut toujours rester vigilant,

Introduction

C'est un premier Mai, il fait beau, après deux heures de route, il faut se garer sur un parking au centre d'un village ardéchois ; Bourg Saint Andéol. Déjà, une impression étrange. Nous sommes venus plonger, et le point de départ se situe en zone urbaine. Sensation particulière que je vais découvrir quelque chose d'inhabituel.

Plonger en mer, en lac ... je connais. Aller sous la terre, dans l'eau ...curieux. Une sorte d'appréhension me gagne un peu tout de même. Les explications le long du trajet ont été claires, et j'ai compris que c'était différent, très différent. Aujourd'hui je découvre la plongée souterraine.

Mon guide m'explique ce que je devine déjà. En plongée souterraine, il n'y a pas de retour à la surface possible avant de regagner la sortie, aucune échappatoire. La plongée ne se finira que lorsque nous aurons fait demi tour et que nous aurons fait le chemin inverse. Bien sur le matériel est redondant (2 blocs de 7,5 l d'air, fermé), deux détendeurs, deux lampes fixées sur le casque... mais tout de même, je sais que je pénètre dans un univers inconnu, et pour le moment assez inquiétant.

Nous nous équipons, et nous nous dirigeons vers une vasque. Encore cette impression bizarre de me trouver dans une situation incongrue en traversant un parc public, un bloc de plongée sur le dos, en me dirigeant vers une vasque dans laquelle je vais m'immerger.

Je suis prête, impatiente. J'enjambe le rebord de la vasque et me laisse glisser dans l'eau. J'ai pied, de l'eau jusqu'aux épaules. Je m'attendais à de l'eau très froide, elle est à treize degrés. Le température restera constante quelque soit la profondeur. Pas si mal, même en combinaison humide. Je place mon masque sur les yeux, règle mon casque, vérifie que mes lampes fonctionnent encore une fois, teste mes détendeurs que je devrais alterner tout au long de la plongée pour conserver un stock d'air semblable dans chaque bouteille en cas de défaillance de matériel sur un bloc ou un détendeur. Un dernier coup d'œil sur mes manomètres et c'est parti. Direction le monde souterrain. [48]

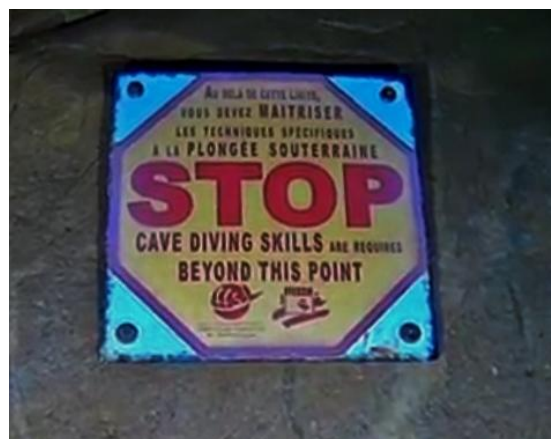


Photo n°1 : Plaque d'avertissement à l'entrée du Goul de la Tannerie

A peine quelques mètres plus loin, j'aperçois une plaque rouge et jaune sur ma gauche, je m'approche et je lis : « Au-delà de cette limite vous devez MAITRISER les techniques spécifiques à la PLONGEE SOUTERRAINE- STOP- CAVE DIVING SKILLS are required BEYOND THIS POINT » [*Photo n°1*]. Je suis maintenant certaine que je suis en train de faire une plongée différente, technique.

Le faisceau des lampes éclaire la roche, Première sensation intense d'être sous terre, presque enfermée, le plafond très bas juste au dessus de la tête. La cavité est large mais il y a juste la place de lever un peu la tête pour voir les bulles se rassembler au plafond pour former des miroirs par dizaines .Tout de suite, je vois le fil ... Ce fameux fil d'Ariane qu'il ne faut pas lâcher des yeux pour ne pas se perdre. Sur le fil, des indications de distance par rapport à l'entrée, 50 m, 100m ...parfois, des fils plus fins sont accrochés au fil principal et partent vers d'autres galeries. Juste après l'étiquette 50 m, mon guide se redresse. Je lève la tête, je l'imites, et je me retrouve à genoux, la tête au sec : une poche d'air au milieu de la galerie inondée ! Là, une question me vient à la tête : L'air est-il respirable ? Je n'enlève pas mon détendeur de la bouche. J'interroge mon guide du regard. Il ne me répond pas, mais je le vois enlever son détendeur. Je l'imites à nouveau et je lui pose la question de vive voix cette fois. Je connaissais déjà la réponse, on ne peut pas savoir la composition de ce que l'on respire dans ce type de cloche (Mélange hypoxique ? hypercapnique ?). On ne respirera que quelques minutes avant de remettre rapidement le détendeur en bouche. Nous quittons la petite cloche et nous poursuivons dans la galerie.

Nous dépassons l'étiquette 100 m. Apparait alors un canyon en contrebas. Je descends doucement. – 12 m s'affichent sur mon ordinateur au fond du canyon. Je marque un temps d'arrêt devant une nouvelle étroiture.

Il faut se coller à plat ventre sur les galets pour la passer, je perçois le bruit des blocs qui raclent la roche sur mon dos. A ce moment là, mon masque se remplit d'eau, mais je ne peux pas relever la tête pour le vider. Je dois rebrousser chemin pour retourner avant l'étroiture pour pouvoir le vider, mais je dois le faire en reculant, car il n'est pas possible de se retourner. Encore une sensation de devoir se plier à ce que le milieu impose. Tranquillement je vide mon masque et je m'engage à nouveau. Aujourd'hui la visibilité est exceptionnelle, personne ne s'est aventuré avant nous, le dépôt de glaise n'a pas été brassé.

Par moment même j'ai l'impression de voler, il n'y a pas de végétation qui rappelle le milieu aquatique dans lequel j'évolue habituellement, pas de faune (un petit niphargus nous avait salué à l'entrée de la galerie, mais depuis, plus rien), de la roche, des galets, et le fil.

Il faut faire demi-tour maintenant, nous sommes arrivés au quart de la quantité d'air de la bouteille. C'est la règle, il faut regagner la sortie. La gestion de la réserve d'air est fondamentale et il ne faut pas y déroger. En plongée souterraine, plus qu'ailleurs, la panne d'air peut être fatale. Il est illusoire de penser que l'on puisse fournir de l'air à un plongeur en panne d'air, comme on peut le faire en plongée sous marine, où l'on peut évoluer côte à côte à chaque instant pour respirer sur le stock d'air de l'autre dans ce genre d'endroit.

Nous suivons le fil dans l'autre sens, la visibilité est moins bonne, forcément. Notre passage à l'aller a soulevé les dépôts de glaise collés à la roche. Le fil revêt alors toute son importance. Il doit permettre un retour dans le noir. Mon guide s'approche alors de mon casque et éteint mes lampes, puis les siennes. Petit exercice de retour dans le noir, pour se rendre compte que l'obscurité est absolue, que le bon fonctionnement de l'éclairage est fondamental aussi pour plonger en toute sécurité. Je progresse sans rien voir, la main un peu crispée sur le fil sans toutefois tirer dessus pour ne pas le décrocher de ses points d'encrage. Vingt ou trente mètres plus loin, j'aperçois une lueur, c'est déjà la sortie. Notre plongée ne nécessite pas de faire de palier de décompression, et nous sortons sans attendre. Je me retrouve au point de départ, dans la vasque, au soleil, avec une certitude. Je viens de rentrer dans un nouveau monde. Je me rappelle alors une phrase lue dans le livre d'Alain Foret et Pierre Martin-Razi : « Une histoire de la plongée et des sports subaquatiques » : La plongée souterraine est un accès au merveilleux [15]. C'est exactement ce que je ressens à cet instant présent....

Maintenant il faut regagner la voiture, remonter une petite échelle, le bloc sur le dos. Le froid qui avait commencé à me tenailler à la fin de la plongée (50 min tout de même dans de l'eau à treize degrés, en combinaison humide) se fait franchement sentir à présent. Un peu tremblante, je traverse le parc pour retrouver la voiture à deux bonnes centaines de mètre de là, et pouvoir enfin poser ce matériel particulièrement lourd.

Une fois changée et un peu réchauffée, je me pose. Débriefing. On se raconte mes premières sensations de novice et je sais déjà que ce ne sera pas la dernière plongée du genre.

Et puis, je réfléchis à nouveau, le merveilleux mis de côté, le côté obscur des choses apparaît. Ma formation de médecin reprend le dessus. Oui, la plongée souterraine est merveilleuse, mais combien plus accidentogène. Les causes d'accidents spécifiques à la plongée souterraine sont évidentes. La panne d'air due à une mauvaise gestion de l'air, l'égarement dans les galeries, par simple erreur d'orientation qui emmène le plongeur vers le fond, alors qu'il croit revenir vers la sortie, ou du fait de la mauvaise visibilité et la perte du fil avec les indications qui deviennent alors difficiles à lire, l'emmêlage dans le fil, la panique dans un milieu qui parfois complique les situations les plus simples en eau libre et qui peut aboutir à la panne d'air par la consommation d'air démultipliée qu'elle engendre, sans possibilité de retour à la surface avant la sortie, la défaillance du matériel, intrinsèque ou par un événement lié au milieu (combinaison déchirée par un pic rocheux ... lampe cassée par un choc important sur le casque..). Par la même, les causes d'accidents de décompression qui peuvent découler de toutes ces situations, ou ceux qui peuvent survenir malgré toutes les précautions que l'ont peu prendre, font que la plongée souterraine est une plongée fondamentalement distincte de celle de la plongée en eau libre. [6]

Il apparaît évident maintenant que la pratique de la plongée souterraine ne s'improvise pas, et que la formation est fondamentale pour prévenir les accidents. Bien sur, tous ne seront pas évitables, mais si le plongeur est formé à la gestion d'air, à la redondance indispensable du matériel, aux techniques de désemmêlage, à l'orientation ...les risques n'en seront que moins grands.

Toutes ces réflexions, sont à l'origine de mon travail. La plongée que je ferais quelques mois plus tard à la grotte de Bange, me fera me poser la question des techniques de recompression par immersion, parce que souvent, ces plongées se font dans des sites éloignés de tout, avec parfois des heures de portage, de longues progressions dans des galeries inondées ou non (siphons successifs) qui rendent les évacuations vers un centre d'oxygénothérapie hyperbare très longues en cas d'accident de décompression.

Mon travail fera donc le point sur les accidents de plongée souterraine en France de 2000 à 2014, et reprendra les dossiers des patients pris en charge dans le service de médecine hyperbare du CHU de Lyon pendant cette période. Il exposera ensuite les techniques de recompression par immersion proposées dans la littérature et cherchera à connaître les pratiques des plongeurs qui ont utilisé ces techniques pendant la période étudiée.

**LES ACCIDENTS DE PLONGEE
SOUTERRAINE EN FRANCE**

de

2000 à 2014

La liste des accidents à partir de laquelle nous avons travaillé, a été complexe à élaborer. Les accidents de plongée que nous étudierons dans ce chapitre sont en effet, un ensemble d'accidents que nous avons pu rassembler à partir de plusieurs sources : les accidents et incidents déclarés par les plongeurs souterrains pour la période 2000 à 2014 et recensés sur le site dédié à la plongée souterraine : www.plongeesout.com/accidents/accidents.htm. [38], les accidents pour lesquels les secours spéléo ont été engagés et donc retrouvés dans les archives du secours spéléo français [39][40], les accidents relatés dans la presse locale [44][45][46][47], non déclarés par les plongeurs (parfois uniquement retrouvés dans la presse grâce à des témoignages, recueillis auprès de témoins d'accident ou de responsables de gîtes qui hébergent des plongeurs, quelquefois même, recueillis au bord d'une vasque avant ou après une plongée, en discutant avec d'autres plongeurs souterrains), et les accidents de plongée souterraine pris en charge au centre hyperbare de l'hôpital de Lyon.

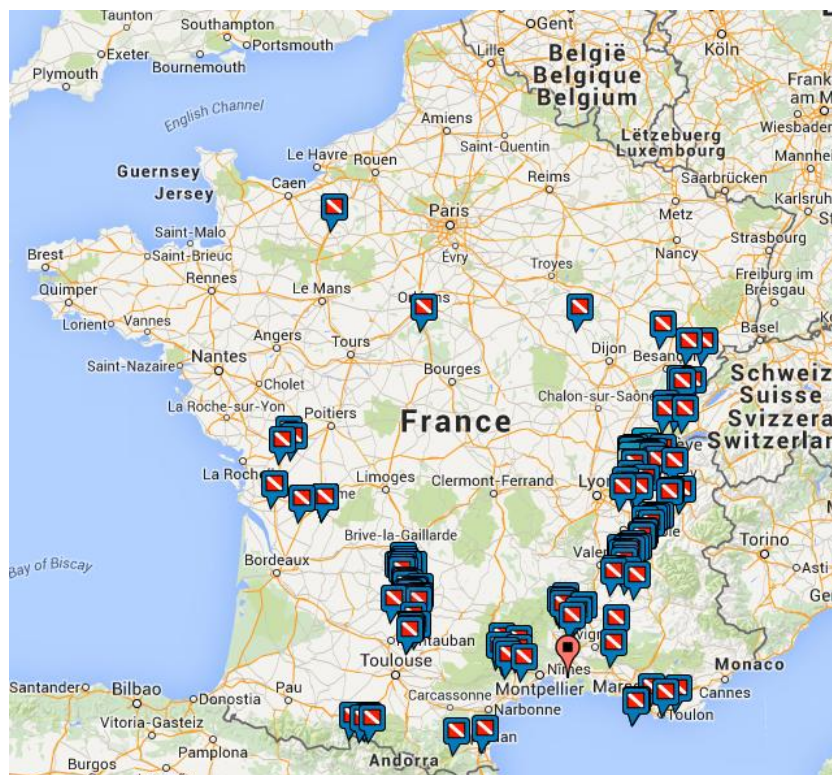
Notre base de travail sera donc une liste d'accidents, sans aucun doute non exhaustive compte tenu d'un nombre non négligeable d'accidents ou incidents non « déclarés » par les plongeurs eux-mêmes, ou non pris en charge dans un centre d'oxygénothérapie hyperbare. La particularité de la plongée souterraine, avec en particulier l'accès aux sites de plongée sans nécessité d'acheminement par des moyens nautiques commerciaux, participe largement au fait que les accidents, les plus « bénins », ne soient pas toujours connus. L'étude a pour but de mettre en évidence la répartition des accidents de plongée souterraine, par zone géographique, par sites, par mois de l'année et par type d'accident. Nous étudierons également leur issue, l'utilisation des techniques de recompression par immersion ou non, et leur prise en charge médicale si elle a eu lieu, par un centre d'oxygénothérapie hyperbare. Bien que très loin d'être complète, la liste des accidents et incidents et l'analyse statistique qui en découle, aura pour mérite de mettre en évidence quelques points clefs en matière d'accidentologie en plongée souterraine et introduira la deuxième partie de ce travail qui concernera la recompression par immersion.

I. REPARTITION DES ACCIDENTS ET INCIDENTS DE PLONGEE SOUTERRAINE PAR REGION

Les accidents et incidents de plongée souterraine de 2000 à 2014 en France sont au nombre de 83. Nous nous pencherons plus particulièrement sur ceux concernant la région Rhône Alpes Bourgogne Auvergne (RABA) puisque ces régions sont « couvertes » par le centre hyperbare du CH de Lyon (nous détaillerons ces accidents pris en charge au centre d'OHB de Lyon dans le chapitre suivant).

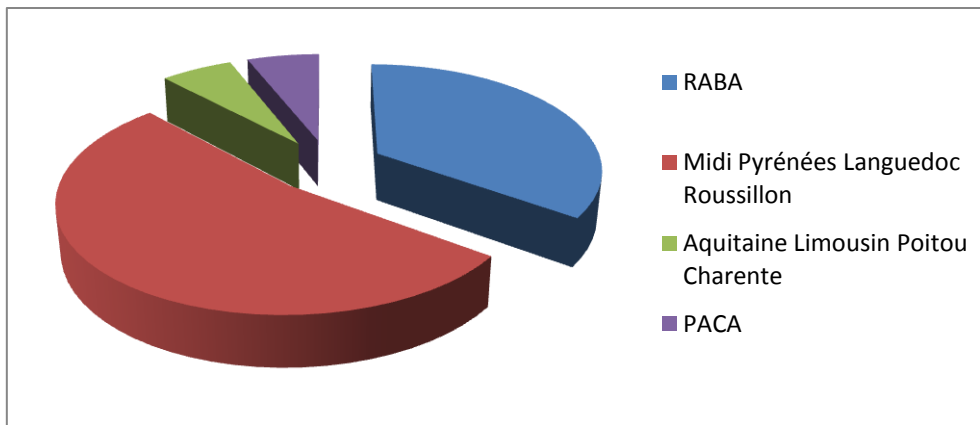


Carte n°1 : carte des régions selon la répartition des commissions régionales de plongée souterraine (2014)



Carte n°2 : Répartition des sites de plongée souterraine sur le territoire national

www.plongeesouterraine.org



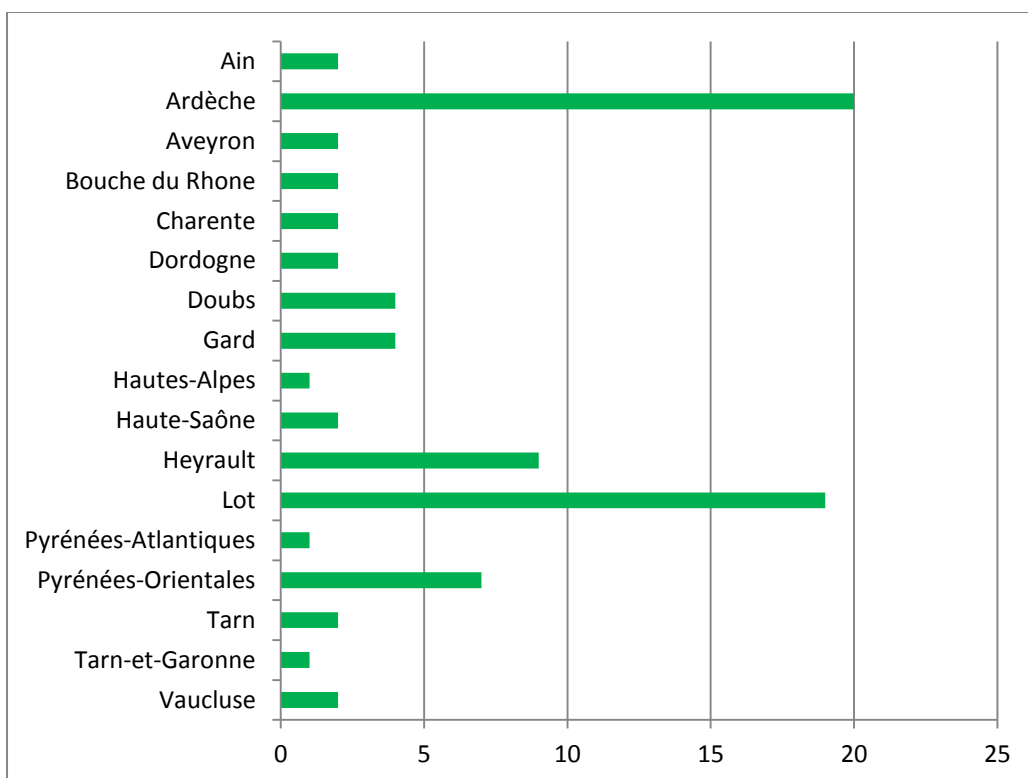
Graphique 1: Répartition par région des accidents et incidents de plongée souterraine de 2000 à 2014 en France

Sur ces 83 accidents et incidents, 44 ont eu lieu en région Midi Pyrénées Languedoc Roussillon (53%), 29 (35%) dans la région RABA, 5 en région PACA (6%), 5 (6%) Aquitaine Limousin Poitou Charente. Il apparaît donc clairement que la grande majorité des accidents et incidents de plongée souterraine touche la région RABA (Rhône Alpes Bourgogne Auvergne) et la région Midi Pyrénées Languedoc Roussillon. En effet ces deux régions regroupent à elles seules 88 % des accidents et incidents déclarés. Aucun accident n'a été comptabilisé dans les autres régions. Ces chiffres sont peu surprenants car les sites de plongée souterraine ont une répartition similaire [Carte n°2]. La majorité des sites de plongée se trouvent dans la région RABA, Midi Pyrénées Languedoc Roussillon et quelques uns à la frontière de la région Aquitaine Limousin Poitou Charente. Les sites du Lot sont particulièrement connus et fréquentés par des plongeurs étrangers venus de tous horizons.

II. REPARTITION DES ACCIDENTS ET INCIDENTS DE PLONGEE SOUTERRAINE PAR DEPARTEMENT

Deux départements se détachent nettement des autres, sans surprise également comme pour la répartition par région, puisque de nombreux sites de plongée sont localisés dans le département du Lot et de L'Ardèche. Le Lot, souvent surnommé la « Mecque de la plongée souterraine », compte plus de 80 sites de plongée et 10000 plongées par an attirant ainsi des plongeurs du monde entier [44][7].

En parlant de la Source du Ressel (site de plongée très « couru » du Lot), Philippe Bertochio (commission plongée souterraine du secours spéléo français), écrit : « La facilité de l'accès, la beauté des galeries et les quatre cents premiers mètres à faible profondeur en font l'un des lieux les plus prestigieux de la spéléo-plongée. Il n'est pas rare de compter plus de vingt cinq plongeurs par jour pour une balade dans cette galerie mythique [Photo n°2]. Avec de nombreuses autres sources accessibles aux spéléo-plongeurs, le Lot est aujourd'hui prisé par de nombreux pratiquants européens. Au bord de la vasque, se succèdent anglais, allemands, suédois, hollandais... Malheureusement, cette importante fréquentation présente un risque fort d'accident » [39]. L'Ardèche compte également près de 140 sites de plongée. Il n'est pas surprenant donc, de constater un nombre important d'accidents et incidents dans ces deux départements.

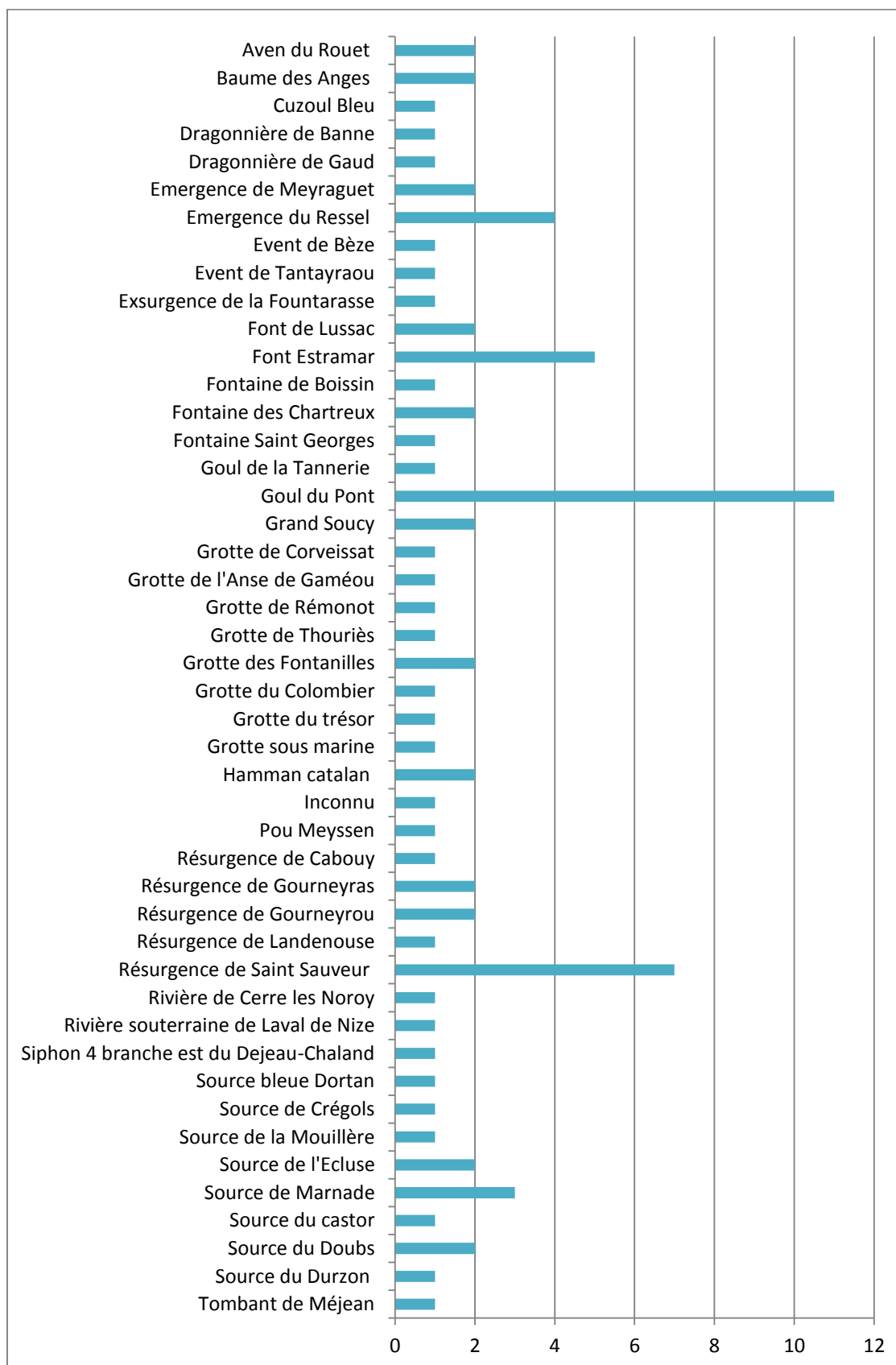


Graphique n°2 : Répartition des incidents et accidents de plongée souterraine de 2000 à 2014 par département



Photo n°2 : Embouteillage sur la route sur le site de plongée du Ressel Lot (46) G.Froment

III. REPARTITION DES INCIDENTS ET ACCIDENTS DE PLONGEE SOUTERRAINE PAR SITE

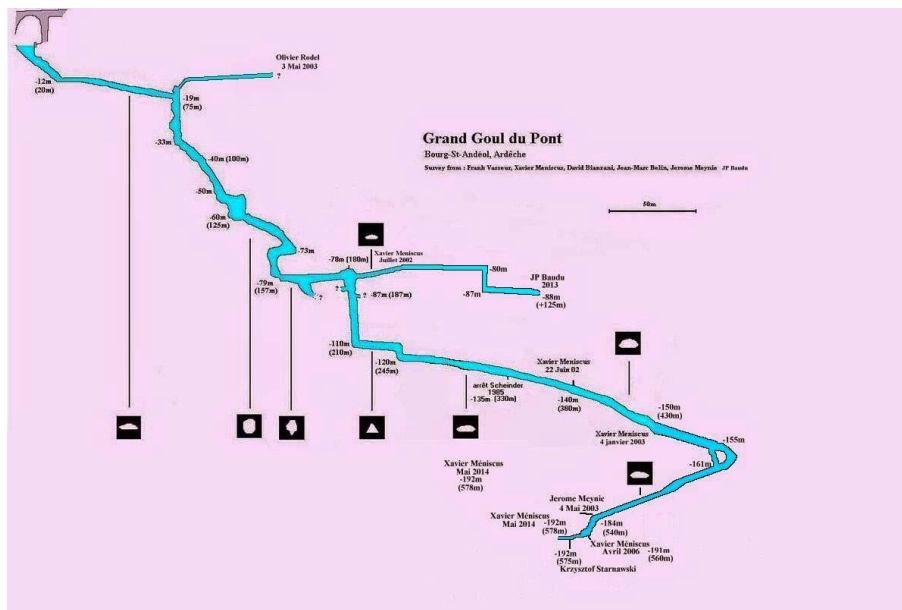


Graphique n°3 : Répartition des accidents et incidents de plongée par sites

Il apparait à l'analyse du graphique n°3, que le site du **Goul du Pont (Ardèche)** est un site de plongée sur lequel un grand nombre d'accident a été recensé : 10 accidents **N°15 ; N°17 ; N°19 ; N°31 ; N°37 ; N°45 ; N°52 ; N°71 ; N°81** (1 incident matériel sans conséquence humaine **N°36**), sur les 83 accidents et incidents recensés depuis 2000 sur ce seul site de plongée (soit 13%). Si l'on ne considère que les accidents ayant une conséquence humaine, notre étude dénombre 63 accidents. Les accidents « humains » sur ce seul site représentent 16 % des accidents répertoriés. Les accidents dans l'ensemble du département de l'Ardèche sont quant à eux au nombre de 14 (soit 22%).

Il est probable que le nombre important d'accidents de plongée sur ce site soit en rapport avec la topographie de cette galerie.

En effet, il apparait clairement sur la topographie ci-dessous, que dès 75 m après l'entrée, la galerie du Goul du Pont, est particulièrement verticale et la configuration des lieux fait que ce site est particulièrement recherché pour des plongées profondes avec, en conséquence, un risque d'accident de décompression plus marqué. Ces plongées profondes sont également un terrain de « jeu » pour les plongeurs utilisant des recycleurs compte tenu des grandes profondeurs atteintes, s'exposant ainsi potentiellement à des accidents en rapport avec ce type d'appareil.



Topographie n°1 : Le Goul du Pont (Ardèche) mise à jour Mai 2014

Dans le département du Lot 18 accidents sont à déplorer sur la période considérée (soit 30% des accidents). Un site de plongée revient souvent dans les récits d'accidents de ce département truffé de cavités à explorer : la résurgence de Saint Sauveur (7 accidents : soit 39% de l'ensemble des accidents du département).

Les départements du Lot et de l'Ardèche cumulent à eux seuls 52% de l'ensemble des accidents « humains » de plongée souterraine en France de 2000 à 2014.



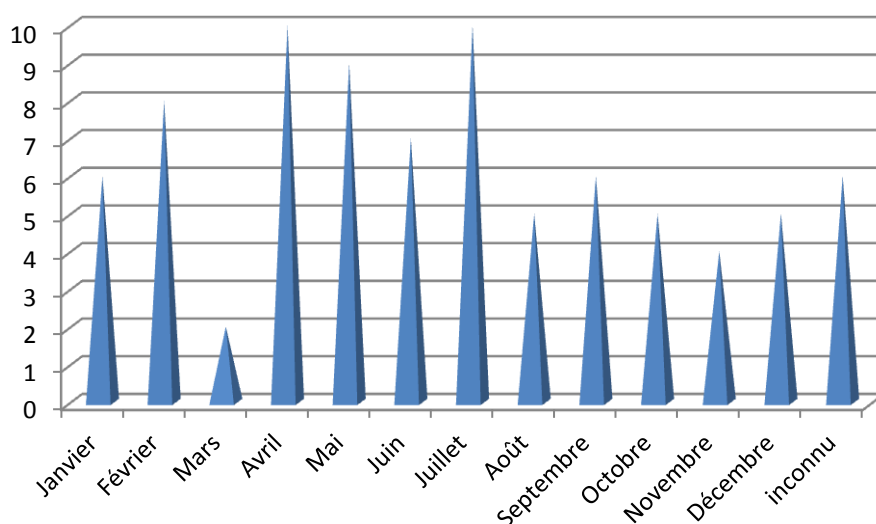
Photo n°3 : Résurgence de Saint Sauveur (Lot)

Par extension, la répartition des centres de médecine hyperbare sur le territoire national, est telle que les centres les plus susceptibles de recevoir les patients victimes d'accidents de plongée souterraine, sont les centres de Lyon, Marseille, Toulon, Bordeaux, Perpignan, Aix en Provence, Nice, Toulouse, Besançon et Avignon [carte n°3]. Les patients pris en charge dans le service de médecine hyperbare de Lyon feront l'objet d'un autre chapitre de ce mémoire.



Carte n°3 : Répartition des centres hyperbares sur le territoire national

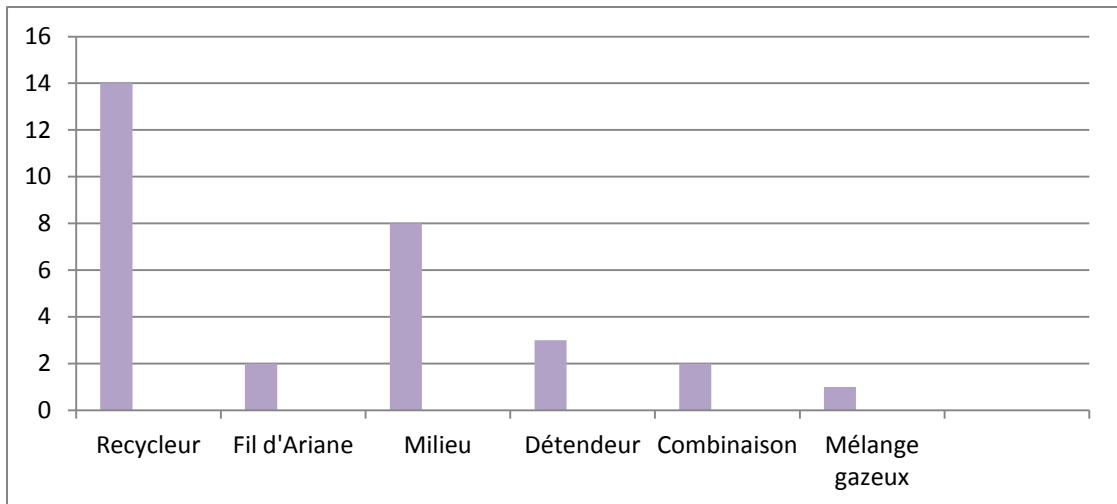
IV. REPARTITION DES ACCIDENTS ET INCIDENTS DE PLONGEE SOUTERRAINE PAR MOIS DE L'ANNEE



Graphique n°4 : Répartition des accidents et incidents de plongée souterraine par mois de l'année.

Ce graphique fait apparaître que les accidents de plongée souterraine ont lieu tout au long de l'année, avec, pour la période étudiée, des mois d'Avril, Mai et Juillet particulièrement « chargés ». Les plongeurs sont présents de manière assez constante sur les sites de plongée. Il est difficile de conclure que le pic d'accident observé au mois d'Avril Mai et Juillet est en rapport avec une hausse de fréquentation (toutefois ce sont des périodes de vacances scolaires ou de pont de Mai), ou que le « creux » de mars est en rapport avec un mois où les conditions d'accès des réseaux souterrains est défavorable pour les plongeurs, pour la simple et bonne raison qu'il n'y a pas ou presque de structure qui comptabilise le passage des plongeurs au bord des vasques comme cela peut être fait en mer lorsque les plongeurs sont acheminés sur les sites de plongée par des clubs de plongée. Les plongeurs souterrains s'organisent en petits groupes, en binômes -parfois même plongent seuls- pour aller plonger ensemble en dehors de toute structure commerciale, puisque les sites sont accessibles « facilement », (parfois de longs préalables à la plongée avec d'éprouvantes marches et heures de portages peuvent rendre les choses plus complexes). En dehors des stages de formation, organisés tout au long de l'année, le nombre de plongeurs n'est pas quantifiable compte tenu de cette particularité d'accès aux sites de plongée. Par ailleurs, l'activité ne dépend pas des conditions de mer, plus défavorables en hiver, ni de la température de l'eau qui reste constante dans les cavités noyées quelque soit la période de l'année et quelque soit la profondeur. Ce n'est donc pas un facteur limitant pour l'accès aux sites de plongée souterraine. L'accès des cavités est toutefois très dépendant des crues des rivières et donc des précipitations et les plongeurs souterrains avertis ne s'immergent pas sans avoir au préalable consulté les informations d'hydrologie permettant de connaître l'état des réseaux souterrains.

V. ENVIRONNEMENT ET EQUIPEMENT SPECIFIQUE EN CAUSE DANS LES ACCIDENTS DE PLONGEE SOUTERRAINE EN FRANCE DE 2000 à 2014

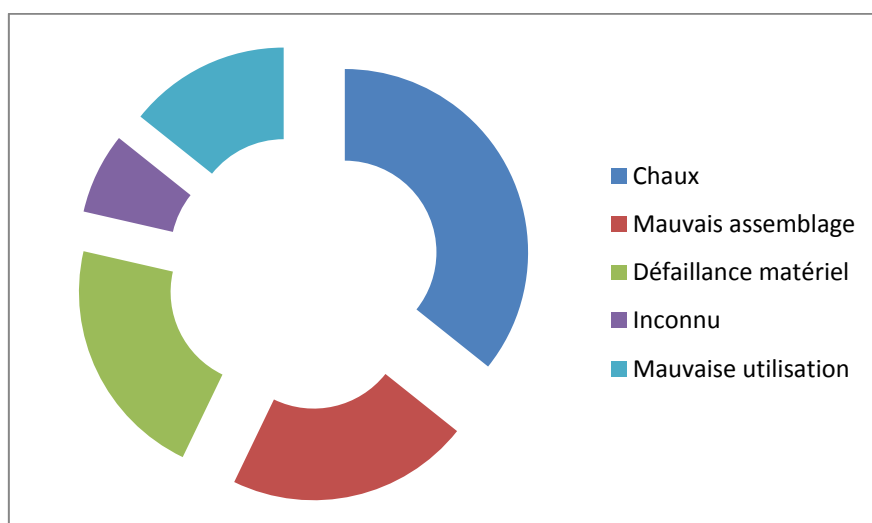


Graphique n°5 Causes d'accidents en rapport avec l'équipement ou l'environnement du plongeur souterrain dans les accidents de plongée de 2000 à 2014

31 accidents (49% des accidents) sont en rapport avec du matériel, un équipement spécifique ou le milieu d'évolution de la plongée souterraine. Il apparaît déjà clairement que l'utilisation des recycleurs, le milieu d'évolution du plongeur souterrain et le fil d'Ariane sont de grands pourvoyeurs d'accidents.

a. Les recycleurs

14 accidents sur 63, soit 22%, sont directement liés à l'utilisation d'un recycleur



Graphique n°6 : Causes d'accidents en rapport avec l'utilisation d'un recycleur pour les accidents de plongée souterraine en France de 2000 à 2014

Pour 3 accidents seulement (N°3 ; N°67 ; N°69), parmi ceux liés à l'utilisation d'un recycleur, une défaillance proprement dite du recycleur est en cause, (fuite sur la bouteille de Trimix, filtration défaillante, désagrégation d'un surfiltre), 3 accidents sont dus à un mauvais assemblage du recycleur (N°23 ; N°37 ; N°39), ou une vérification incomplète de l'appareil (embout (2), trimix non relié (plongeur décédé) vanne ouverte non vérifiée), 5 accidents sont en rapport avec la manipulation de la chaux (stockage bidon ouvert, tassement trop important, erreur gestion de la cartouche de filtration N°33 ; N°34 ; N°43 ; N°44 ; N°68), et 3 accidents sont en rapport avec la mauvaise utilisation du recycleur. Pour simplifier on retrouve tout de même 11 accidents sur les 14 en rapport direct avec l'utilisation d'un recycleur en rapport avec une erreur de manipulation, de préparation ou de vérification de l'appareil respiratoire : soit 78,5 %.

b. Le milieu

L'accès et l'évolution dans le milieu souterrain n'est pas sans danger. Nous l'avons évoqué plus haut, l'accès peut être parfois physiquement rude. De la même manière, le chemin du retour après la plongée peut l'être également, voire souvent plus, car s'ajoute alors la fatigue de la plongée, (ce d'autant plus qu'elle a été longue et profonde, avec de ce fait des paliers de décompression parfois éprouvants dans de l'eau à 12-13 °C en moyenne). Le matériel à porter est particulièrement lourd, majorant sensiblement l'effort fourni pour l'aller-retour vers le site de plongée .13 % des accidents déclarés ces quinze dernières années sont en rapport avec le milieu souterrain, l'accès ou le retour du site de plongée.



Photo n° 4 :Sortie de la vasque à la grotte de Thais.T.Briolle

Huit accidents ont été répertoriés

- Une chute en descendant un ressaut précédent un siphon avec luxation de l'épaule N°22.
- 2 plongeurs sont retrouvés noyés dans une cloche sans détendeurs. L'autopsie révélera que la cause de la mort est l'inhalation d'une poche de gaz hypoxique (9% d'O2 mesurée N°25 ; N°26.
- Un plongeur sera victime d'un accident de décompression sans erreur de procédure décrite avec tétraplégie après avoir porté son bloc en sortant de plongée pendant

200 m. Ce plongeur sera héliporté et pris en charge dans un centre de médecine hyperbare. N°27.

- Un plongeur porte son bloc et ses plombs sur 300 m après une plongée profonde à -100 m et deux heures de paliers de décompression sans erreur de procédure décrite. Il ressent alors une douleur évocatrice d'un bords au genou. Il sera traité avec inhalation d'oxygène normobare et aspirine. N°28.
- Un plongeur passe une étroiture serrée plus difficile à passer au retour qu'à l'aller avec son recycleur sur le dos. Il descend ensuite à -57 m. Le recycleur est alimenté avec un trimix (40% d'Hélium) contenu dans la bouteille de la machine. Il emporte une bouteille de 11 l d'air en cas de panne du recycleur. Au retour il se coince dans l'étréture et s'y reprend à plusieurs reprises. Il doit décapeler son recycleur, respirer sur la bouteille d'air pour passer l'étréture. Déséquilibré, sous l'emprise du stress et de la narcose, il rejoint la base du puits avec la bouteille à la main. Il perd le contrôle de sa flottabilité, puis son unique source de gaz. Son corps sera retrouvé à -25 m dans le puits, coincé sous un surplomb. N°64.



Photo n°5 Passage d'une étroiture en plongée souterraine. I.Perpoli

- Un spéléologue est mort noyé après avoir été aspiré dans un renard. N°77.
- A son retour de plongée, le passage de la galerie est obturé suite au glissement d'un talus sableux. Il ne parviendra pas à franchir le passage et sera retrouvé décédé à 925m de l'entrée à la base d'un puits à 69 m de profondeur. N° 72

c. Le fil d'Ariane ou le dérouleur

2 accidents dont un mortel sont dus à un emmêlage dans le fil.

- Un plongeur souterrain débutant, de retour d'une petite plongée, (300 m de l'entrée, 25 m de profondeur), se noie à une soixantaine de mètres de la sortie.

Il sera retrouvé collé au plafond (-6 m) partiellement emmêlé dans le fil flottant qui s'échappait de son touret (bricolage et trop rempli) et impossible à couper avec son

sécateur (modèle à lames croissantes). Un binôme de plongeurs le retrouve par hasard et l'évacue. Il décède le lendemain malgré une prise en charge rapide à l'hôpital. N°58

- Deux plongeurs étrangers (A et B) s'engagent dans le siphon amont (1.2 km à -20 m) en circuit ouvert à l'air (bi 12 et deux S80 en relais), avec chacun un scooter (autonomie 60-70 minutes). La visibilité est de 5 à 6 m, ils émergent après 50 mn sans paliers, se reposent sur les bords du lac pendant 15 minutes. Puis ils s'en retournent séparément. Après environ 300 m (soit 900 m de la sortie) le plongeur B se pose au sol, soulevant un nuage de « touille » et s'emmêlant dans le fil. Désorienté, (pas de compas), il panique et vide ses deux bouteilles relais, essaye de progresser dans un sens (celui du retour) mais son scooter s'arrête (fin d'autonomie), il l'abandonne aussi. Il repart dans l'autre sens espérant se diriger vers le lac post S1, et émerge sans respecter les 12 minutes de palier, avec seulement 20 bars sur son bi 12. Il s'installe sur la berge en souffrant de douleur à un genou. Le plongeur A rejoint la sortie en 30 mn. Il prévient un plongeur C qui quitte son travail pour passer chez lui prendre du matériel. Il s'immerge seul avec deux scooters, des bouteilles et des vivres, franchit le siphon, retrouve B choqué et toujours sous l'effet de la douleur. Ce dernier ne parle ni l'anglais ni le français. Il récupère un scooter et des bouteilles et file vers la sortie, sans attendre C, qui récupère le matériel abandonné dans le siphon au passage. Il émerge sans respecter les paliers, toujours sous la douleur du genou et fatigue importante. L'histoire ne dit pas si ce plongeur a été pris en charge dans un centre hyperbare ou non. N°63.

d. Les détendeurs

3 accidents sont en rapport avec une défaillance du détendeur

- Un plongeur s'engage pour une plongée profonde (prévue jusqu'à -140 m avec un mélange à 50% d'hélium) dans le S6 d'une galerie, après une nuit blanche et plus de 14 heures de portage de matériel. De retour de -95 m avec ses bouteilles dorsales quasiment vides et seulement 2 bouteilles de 12l de nitrox en décompression (dont une entamée lors de la progression aller), il casse le fil d'Ariane vers -30 m. Un détendeur Nitrox entre en débit continu, il panique et remonte en catastrophe en plafond, où il trouve refuge par hasard dans une cloche d'air inconnue après s'être réimmergé et avoir vidé sa dernière bouteille pour faire passer les symptômes d'accident de décompression. Il sera retrouvé et secouru 70 heures plus tard, en limite d'intoxication au CO2. N°7.
- Un plongeur mer expérimenté pénètre seul dans une grotte sous marine étroite vers -20 m. Pas de fil d'Ariane et phare à la main, il progresse de quelques mètres et décide de faire demi-tour. A ce moment là, son détendeur principal tombe en panne et il n'arrive pas à récupérer son détendeur de secours. Il tente de sortir en apnée et commence à se noyer au niveau de la sortie. Un coéquipier l'aperçoit alors, lui donne de l'air et finit de le sortir de la grotte pour le remonter. La victime retrouve ses esprits et respire de nouveau lors de la remontée. Il sera

évacué par le SAMU et retrouvera son état antérieur après quelques jours d'hospitalisation. N°55.

- Un plongeur déplore un débit constant sur un détendeur. Il parvient jusqu'au premier siphon dans lequel il s'engage. Il se réfugiera dans une petite cloche entre les deux premiers siphons où il sera retrouvé par les sauveteurs en limite d'intoxication au CO₂. N°70.

e. Combinaison

- Un plongeur s'immerge en solitaire pour une plongée de reprise. Il est en bi 10 l avec deux relais de 7.5 l à l'air et en combinaison humide. A l'aller, lors du changement de relais, un dysfonctionnement sur un détendeur révèle un début d'essoufflement. Plutôt que de repasser le point bas, il poursuit vers l'amont et sort le siphon pour se « remettre ». Après un temps de réflexion, à défaut d'identifier la cause de son problème, il franchit à nouveau le siphon et émerge deux heures après son départ. La cause de l'essoufflement est en fait un sous-vêtement en néoprène sous-dimensionné comprimant la cage thoracique. N°59.
- De retour d'une plongée profonde, le plongeur déchire un manchon de poignet de son vêtement étanche et souffrira d'une hypothermie nécessitant son évacuation par son équipe d'assistance. N°6.

Le détail de tous ces accidents met en évidence que la plongée souterraine est une plongée « à part », avec des risques majorés par le milieu particulier dans lequel elle se pratique. En effet, une « avarie » de matériel qui pourrait se terminer sans dommage en mer peut rapidement devenir fatale, simplement par le fait que la plongée se déroule sous plafond, sans accès rapide à l'air libre, dans un milieu où la visibilité peut franchement rapidement être dégradée [6]. Le manque de visibilité est un facteur aggravant, de par la difficulté technique que cela engendre (erreur d'orientation, manipulation hasardeuse des instruments et autres relais) et par la panique que cela peut provoquer, même chez les plus aguerris, lorsqu'un incident technique se produit, le transformant parfois en accident mortel.

Les sites de plongées et leur accès, avec parfois des galeries exondées à parcourir entre les différents siphons, avec des échelles à monter blocs sur le dos, sont aussi une particularité potentiellement génératrice d'accidents traumatiques ou de décompression (portage au retour de plongée notamment)

La plongée en galeries souterraines est donc une plongée « éloignée », accidentogène, pour laquelle la question de la prise en charge va se poser [3][16].

Alors que le plongeur accidenté en eau libre, sera évacué rapidement par bateau ou autre moyen d'évacuation, le plongeur souterrain, victime d'un accident, peut se trouver à plusieurs centaines de mètres de la sortie, parfois en post siphon ou en fond de trou. Cet éloignement a évidemment un retentissement sur le temps de prise en charge médicale et a un impact direct

sur le pronostic de guérison, en particulier lorsqu'il s'agit d'un accident de décompression médullaire, vestibulaire ou cérébral [33][9].

L'étude des Dr Landon, Barthet et Genestal présentée à la réunion des médecins fédéraux à Cochin en 2012, à propos des accidents de plongée souterraine dans le Lot de 2000 à 2012 [7] met en évidence que l'évacuation des victimes est particulièrement longue en plongée souterraine. 34 accidents ont été répertoriés et 21 évacués vers le caisson hyperbare.

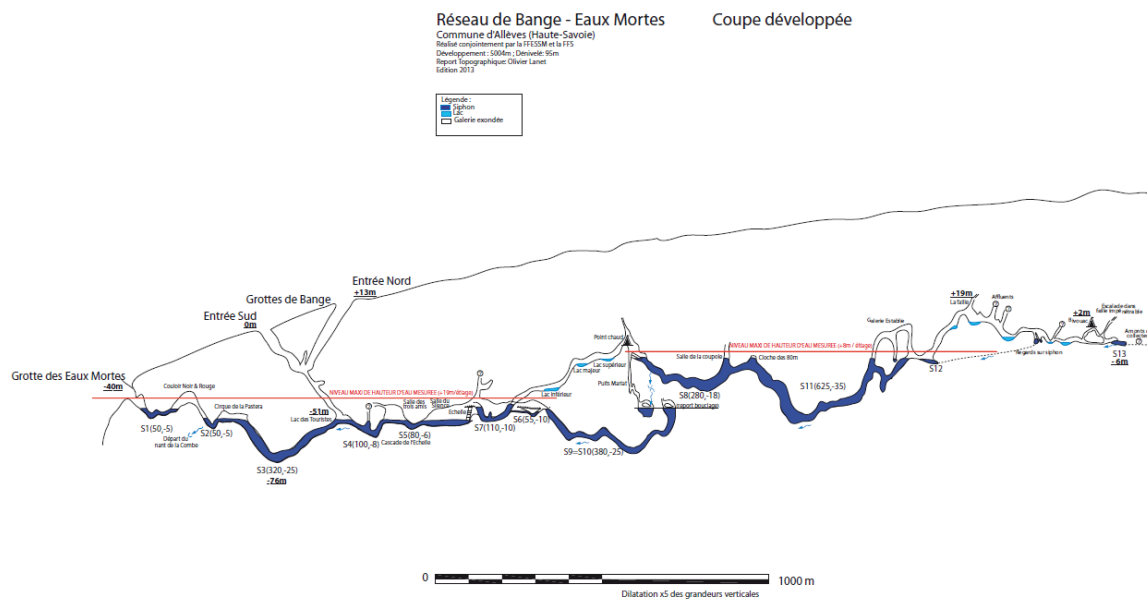
Aucun patient n'est arrivé avant 5h au caisson et 5 ont été pris en charge plus de 24h après l'accident.

	< 5h	5 à 7h	7 à 24h	>24h
Temps de transfert vers le caisson	0	9	7	5

Durée d'évacuation des victimes d'accidents vers le caisson hyperbare. Accidents de plongée souterraine dans le Lot de 2000 à 2012 [7]

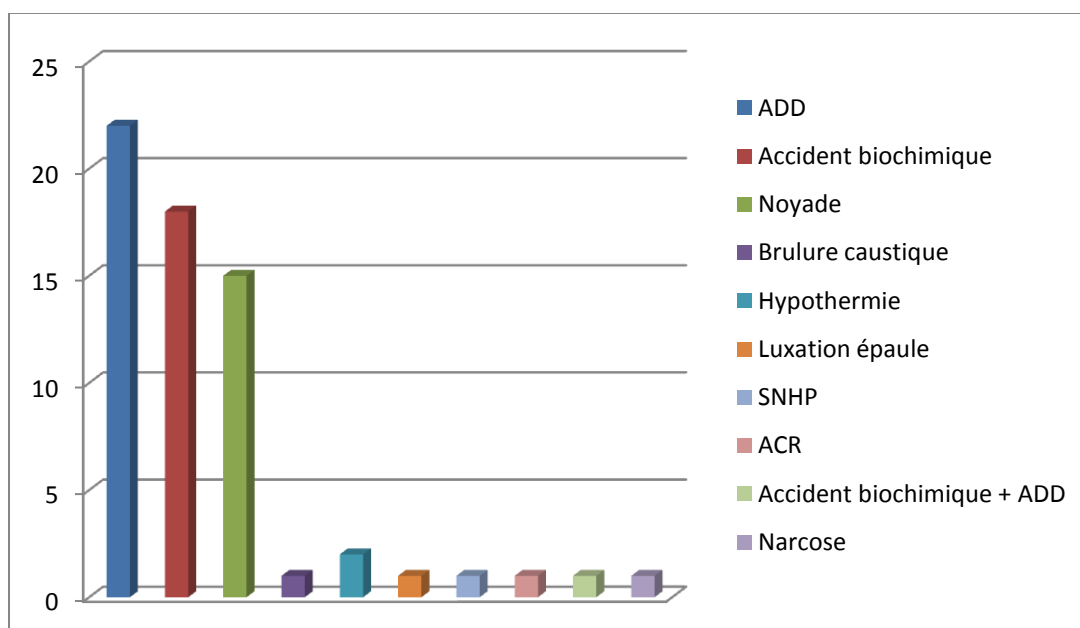
Cette étude met aussi en évidence que dans 70 % des cas les victimes se sont rendus par leurs propres moyens dans un centre médical. La durée de prise en charge ne dépend donc pas seulement du délai d'extraction du milieu. Toutefois, même lorsque les patients sont acheminés par le SAMU, les délais sont toujours supérieurs à 5h.

A nouveau se pose la question de la réimmersion thérapeutique dans ces circonstances d'éloignement et de délais de prise en charge très longs. En effet, ne serait ce pas l'alternative à l'attente « passive » de l'évacuation de l'accidenté dans certains cas particulier, en post siphon ou en fond de trou ? Nous développerons cette alternative plus loin.

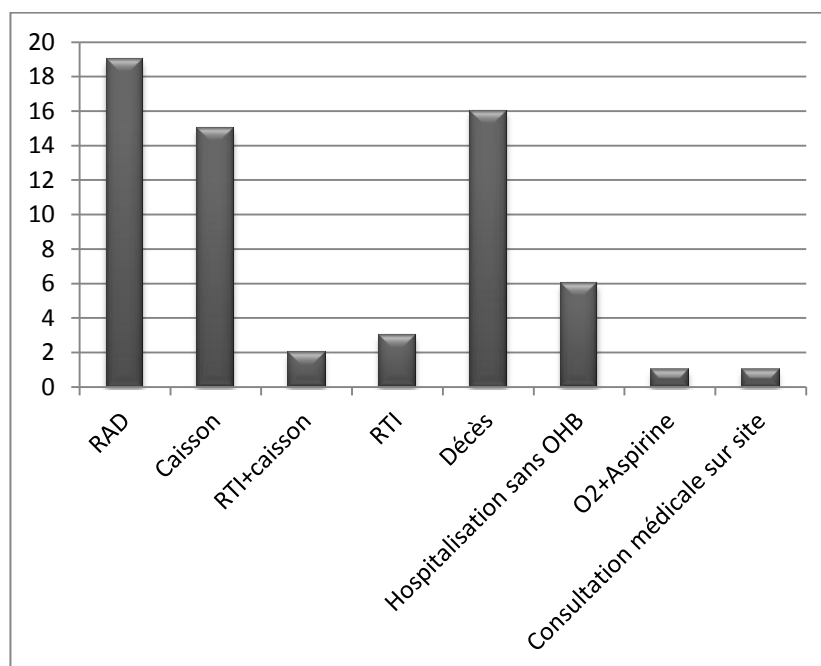


Topographie n°2 : La grotte de Bange. Une plongée multi-siphon

VI. REPARTITION DES ACCIDENTS SELON LE TYPE D'ACCIDENT ET DEVENIR DES VICTIMES.



Graphique n°7 : Répartition des accidents de plongée souterraine déclarés de 2000 à 2014 selon le type d'accident



Graphique n°8 : Devenir des accidentés de plongée souterraine déclarés de 2000 à 2014

Ces deux graphiques mettent en évidence

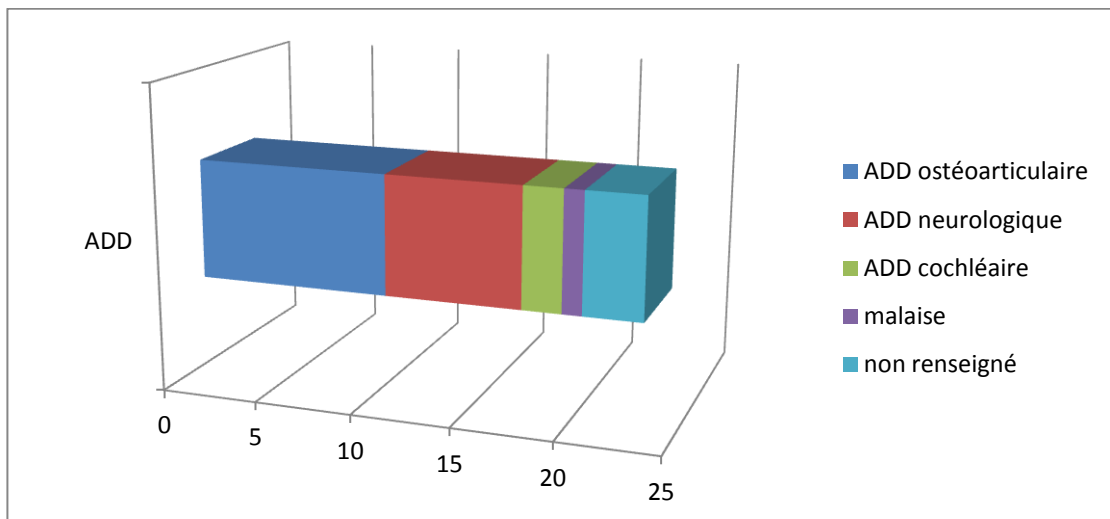
- ✓ que la quasi totalité des accidents : 88 %, sont des accidents de décompression (23 accidents soit 36%), des accidents biochimiques (18 accidents soit 28 %) et des noyades (15 accidents soit 24%). Aucun barotraumatisme n'a été déclaré. Ces chiffres sont comparables à ceux de l'étude des accidents de plongée dans le Lot de 2000 à 2012 [7] qui retrouve 58 % d'accidents de décompression et 30 % d'accidents biochimiques (soit 88 % des accidents) et aucun barotraumatisme. Les accidents biochimiques en plongée souterraine sont donc très largement plus fréquents qu'en plongée en mer où ceux-ci ne sont que très exceptionnels. L'utilisation fréquente des recycleurs en plongée spéléo pour leur très grande autonomie en particulier, les accidents biochimiques par inhalation de poches de gaz hypoxiques ou hypercapniques dans des cloches naturelles [34], sont autant de causes d'accidents que l'on ne retrouve que très rarement en mer. Nous avons classé les essoufflements (3 cas) à l'origine de syncopes hypercapniques ou malaise dans la catégorie des accidents biochimiques pour limiter les catégories.
- ✓ la lourde mortalité des victimes d'accident. En effet, nos données, bien que certainement biaisées par le fait que les accidents les moins graves ne sont pas déclarés, mettent en évidence un taux de mortalité très important puisque 16 décès sont à déplorer sur les 63 accidents déclarés dans notre étude, soit 25 %. L'étude du Lot retrouve quant à elle, 24 % de décès. Le taux de mortalité est donc 10 fois supérieur à celui des accidents en mer 2% (chiffres étude statistique FFESSM B.Grandjean 2000-2004).

Les décès comptabilisés dans notre étude (16 cas) sont pour 4 d'entre eux en rapport avec un accident biochimique (deux par inhalation de gaz hypoxique dans une cloche N°25 et N° 26 , un essoufflement avec syncope hypercapnique N°12, une hyperoxie par absence de connexion de la bouteille de diluant dans un recycleur N°37) et 12 autres sont en rapport avec une noyade (un égarement avec panne d'air N°65, un emmêlage dans le fil d'Ariane N°58, un plongeur mer en mono bouteille est resté bloqué dans une étroiture N°51, une convulsion (origine ? accident mixte en rapport avec une hyperoxie ?) N°60, un décapelage pour passer une étroiture avec la perte de maîtrise de la flottabilité et du bloc de secours N°64, une noyade suite à l'obturation d'une galerie en zone profonde N°72), un plongeur emporté et bloqué dans un renard en rebord de vasque N°77, les 5 autres noyades restent non expliquées, les corps des plongeurs sans vie ont été sortis de l'eau, aucune explication claire n'a pu être identifiée au vu des documents en notre possession N°73, N°74, N°75, N°76, N°78 . La mortalité en plongée souterraine est donc très étroitement liée aux caractéristiques du milieu d'évolution (cloches, étroitures...), aux spécificités de l'évolution sous plafond sans échappatoire possible avec la nécessité absolue de maîtriser parfaitement son autonomie en air (ou mélanges) en particulier, l'orientation dans les galeries, et l'utilisation du fil d'Ariane et de ses pièges [6][113][13]. L'emploi de recycleurs et de mélanges gazeux complexes très répandu en plongée souterraine est aussi à l'origine

d'accidents mortels. Même chez les plongeurs les plus expérimentés, une faute d'inattention, un petit manque de rigueur dans la préparation des appareils respiratoires, l'étiquetage des bouteilles de décompressions ou le respect de la profondeur à laquelle le mélange est respirable peut parfois se terminer par le décès du plongeur étourdi ou sous l'emprise de la narcose. Les 5 derniers cas de noyade demeurent non expliqués: œdème pulmonaire d'immersion ? Trouble du rythme ?

La plus grande majorité des plongeurs regagnent leur domicile après l'accident (RAD : retour à domicile). Ceux qui sont rentrés chez eux sans autre traitement sont des plongeurs victimes de troubles mineurs après accident biochimique, hypothermie, ou début de noyade. 16 plongeurs sont décédés (cf paragraphe précédent) et 15 ont été pris en charge dans un centre hyperbare. 6 patients ont été hospitalisés mais n'ont pas nécessité de traitement hyperbare: une luxation d'épaule N°22, une brûlure caustique N°39, un accident biochimique N°52, un ACR récupéré N°70 et deux noyades N°55 et N° 82.

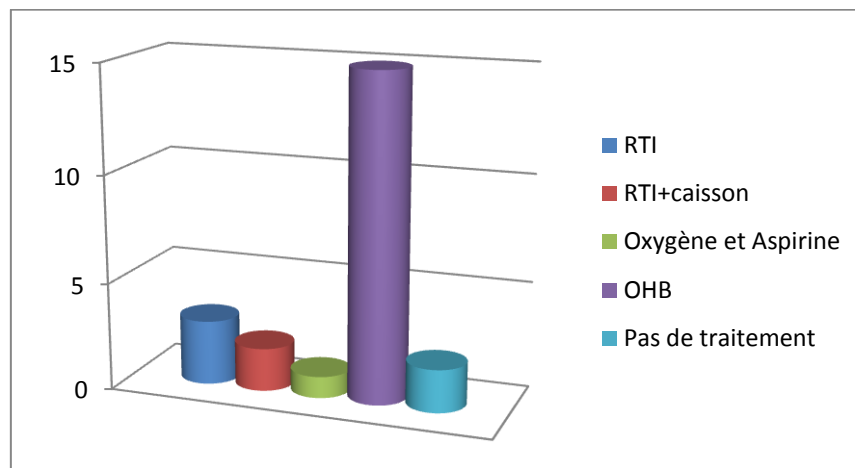
Parmi les plongeurs victimes d'un ADD (23), on compte 8 ADD neurologiques soit 35% (1 cérébral (0,5%), 3 vestibulaires (13%), 4 médullaires (17 %)), 1 ADD cochléaire (0,5%), 10 ADD de type ostéo-articulaire (43 %), 1 malaise (0,5%) et 3 ADD ne sont pas renseignés (13%).



Graphique n°9 : Répartition des accidents de décompression par type

- ✓ Cinq plongeurs ont pratiqué la recompression thérapeutique (soit 22% des victimes d'ADD et 7 % de l'ensemble des accidentés) N°7, N°9, N°10, N°15, N°19, mais deux d'entre eux ont dû compléter leur traitement au centre hyperbare N°7 et N°19. Tous les plongeurs s'étant réimmergés n'ont souffert que d'accident de décompression de type I. Aucun accident de type II ne s'est, ou n'a été réimmergé.

Ce résultat sera largement discuté dans le chapitre dédié à la recompression par immersion, mais c'est un des résultats intéressants de notre étude. Deux plongeurs victimes d'accident de décompression regagneront leur domicile sans traitement N°4 (dysesthésies dans les membres supérieurs et sensation de malaise) et N°57 (myalgies et marbrures cutanées), un plongeur se traitera avec de l'aspirine et de l'oxygène normobare N°28.



Graphique n°10 : Mode de traitement des ADD déclarés chez les plongeurs souterrains de 2000 à 2014

**RECITS DES ACCIDENTS DE PLONGEE
SOUTERRAINE EN FRANCE**

de

2000 à 2014

Nous rappelons que la liste des accidents ci-dessous à partir de laquelle nous avons réalisé notre étude, est un ensemble d'accidents que nous avons pu rassembler à partir :

- de la liste des incidents et accidents déclarés par les plongeurs souterrains sur le site dédié à la plongée souterraine : www.plongeesout.com/accidents/accidents.htm. [38]
- des archives du secours spéléo français lorsque les accidents ont nécessité l'intervention des secours spéléo [39][40].
- des articles de presse [44][45][46][47] (presse locale ou nationale) relatant parfois des accidents non déclarés par les plongeurs (parfois uniquement retrouvés dans la presse grâce à des témoignages, recueillis auprès de témoins d'accident ou de responsables de gîtes qui hébergent des plongeurs, quelquefois même, recueillis au bord d'une vasque avant ou après une plongée, en discutant avec d'autres plongeurs souterrains).
- des dossiers des patients victime d'accidents de plongée souterraine pris en charge au centre hyperbare de l'hôpital de Lyon.

Cette liste descriptive permet de connaître plus en détail les accidents de plongée sur lesquels nous avons travaillé. Elle permet de lire le récit complet d'un accident en particulier, lorsque son numéro est mentionné dans l'étude statistique. Parfois, cela peut permettre de mieux comprendre l'ensemble des causes de l'accident, car assez fréquemment on constate qu'elles sont multiples et imbriquées. En effet, le résultat final d'une cascade d'incidents finit parfois par aboutir à un véritable accident grave voire fatal. Pour exemple on peut citer le cas d'un accident matériel qui pousse le plongeur en difficulté à se réfugier dans une cloche naturelle en attendant les secours et qui fini par être victime d'un accident biochimique par intoxication au CO₂ et souffrir également d'hypothermie. Ces accidents complexes peuvent ne pas paraître clairs à la lecture des graphiques, d'où l'intérêt de ce chapitre descriptif.

Certains accidents ne sont pas détaillés car ils sont issus d'articles de presse, souvent rédigés par des journalistes qui ne maîtrisent pas la spécialité et qui, de ce fait, n'apportent pas de renseignements utiles pour notre étude, voire parfois ont pu nous égarer dans nos réflexions et nos recherches. Ces articles ont toutefois eu le mérite de relater un accident qui n'aurait pas été comptabilisé, sans l'article de presse en question.

N°1 - 06/2000 - Emergence du Ressel (46-Marcilhac sur Célé) : lors d'une plongée d'exploration au recycleur (Cis Lunar MK4) dans le dernier siphon, le plongeur est obligé, à deux reprises, de passer sur circuit ouvert car le recycleur est devenu très dur. Les pores de la membrane hydrophobique du container de CO₂ étaient bouchées par de la poussière générée par une chaux de mauvaise qualité.

N°2 - 18/06/2000 - siphon 4 branche est du Dejeau-Chaland (70) : après une plongée d'exploration, le plongeur amarre son fil d'ariane sur un plomb largable, avec une visibilité nulle. Une fois le plomb lié au fil et le fil coupé du dévidoir, un autre plomb lié au dévidoir refuse de se séparer du premier. Et le tout dans le noir, il faut tenir d'une main le plomb récalcitrant et son élastique, de l'autre le fil conduisant vers la sortie et le sécateur dans la dernière. Le plongeur coupe le bon fil et rejoint la sortie.

N°3 - 2000 – Résurgence de Gourneyrou (34-Saint-Maurice Navacelle) : lors d'une plongée en recycleur, un plongeur se retrouve derrière le point bas de – 85 m avec son unique bouteille de trimix vide (fuite sur le détendeur). Il ne dispose plus que d'air ou de nitrox pour alimenter sa machine. Il stoppe sa progression et repasse le point bas après avoir fait chuter la PPO₂ de son mélange, afin de ne pas trop l'élever à - 85 m. Il en est quitte pour une bonne narcose (équivalent - 95m) et une bonne « chaleur ».

N°4 - 8/08/2000 -Exsurgence de la Fountarasse (05-Saint-Julien en Beauchère) : Au cours d'une plongée de topographie en humide, le plongeur ressent des picotements dans les bras et les mains et une sensation de malaise. Il sort et est pris de violents tremblements qui lui font perdre l'équilibre. Il ne se réchauffera qu'en multipliant les voyages de portage jusqu'à la sortie de la cavité.

N°5 - 2000 - Fontaine des Chartreux (46-Cahors) : après une plongée de préparation à -100 en vue d'une pointe future, un plongeur fait, en surface, un accident de décompression après avoir correctement effectué ses paliers. Cet accident vestibulaire sera immédiatement traité par un médecin de l'équipe avant que le plongeur soit pris en charge par le caisson de recompression de Toulouse.

N°6 - 07/02/2001 - Goul de Tourne (07-Bourg Saint Andéol) : de retour d'une plongée profonde, le plongeur déchire un manchon de poignet de son vêtement étanche et prend l'eau. Souffrant sérieusement du froid, il devra écourter sa décompression et se faire rapatrier par les plongeurs d'assistance sur les 100 derniers mètres du siphon.

N°7 - 03/06/01–Grotte des Fontanilles (34-Puechabon) : une équipe de 4 plongeurs décident d'explorer S.6, qui est inconnu au-delà de -77 m de profondeur. La grotte a un développement de 1852 m, et se compose de galeries exondées nécessitant des escalades et un portage difficile. Après une nuit blanche et 14 heures de portage de matériel le plongeur débute sa plongée. Il est équipé de 4 bouteilles : 2 pour descendre jusqu'à -140 m et 2 de 12l de nitrox pour assurer les paliers de décompression.

Il effectue une exploration jusqu'à -100 m et lors de son retour, en essayant de rabouter le fil cassé, il appuie sur le gonflement automatique de son vêtement, n'arrive pas à attraper la purge et présente une remontée rapide vers le plafond. Il lâche le fil et arrive à trouver une cloche d'air au plafond. Il ressent alors des douleurs articulaires évocatrices d'un ADD. Il décide de replonger vers -10m sur un mélange suroxygéné à 90% jusqu'à disparition des douleurs. Au terme de cette ré-immersion, il parvient à retrouver la cloche d'air. Son volume sera évalué à 50 m³.

Son compagnon de surface, après 1 heure de dépassement du temps prévisionnel de plongée, décide de rejoindre le binôme en attente au S.4. La procédure habituelle de mise en alerte des différents sauveteurs (SSF) est enclenchée. L'alerte a été donnée au SSF à 2h45 le 4 juin.

D'emblée, on se rend compte de l'ampleur des problèmes :

La victime se trouve dans un siphon profond (> à -77m), ce qui implique des plongées aux mélanges sous les 50 m. Peu de plongeurs spéléo maîtrisent cette technique et seules 2 stations de gonflage spécialisées dans les mélanges sont dans la région.

Il faut franchir 5 siphons avant d'atteindre S.6, ce qui réclame une grosse logistique et présente des risques de sur-accidents (seuls 80 plongeurs en France en sont capables).

Le siphon ne comporte pas de cloches d'air connues à ce jour. La turbidité de l'eau rend la visibilité inférieure à 1 m. Avec l'équipement dont il dispose, le plongeur peut avoir franchi le siphon ou se trouver dans une partie inconnue du siphon. Un disparu doit être considéré comme vivant tant que le corps n'a pas été retrouvé.

Stratégie adoptée :

Le SSF34 sollicite le SSF à l'échelon national. Lui seul peut recenser les plongeurs spéléo aptes à remplir cette mission. Activation d'équipes de spéléo pour sécuriser la progression et le portage jusqu'à S.1.

Envoi d'une équipe de plongée dans la zone des 40m (classique sans mélange) du S.6.
Mise en place de plongeurs capable d'effectuer des plongées profondes au mélange.
Activation d'un médecin plongeur pour éventuellement médicalisation au S.6.
Préparation d'une équipe de recherche au-delà des 40 m et d'un autre de recherche en plafond. Mise en place d'un réseau de transmission par le sol et d'un plan de sécurité pour l'évacuation rapide d'un plongeur sauveteur en cas d'ADD. Constitution d'équipes de soutien pour la logistique des équipes de recherche.

Chronologie des événements :

Situation à H+10H00 : Le SSF (coordinateur des opérations souterraines), la commission plongée de la FFS, la FFESSM et les autorités locales après analyse de la situation, prépare une reconnaissance jusqu'à -40 mètres dans le S.6.

Situation à J1+7H00

Lors de la reconnaissance, la victime depuis sa cloche aperçoit des lumières dans l'eau et jette différents éléments. Il prend soin de pratiquer des nœuds précis afin de faire comprendre sa présence et non la perte inopinée de ces objets.

A la côte -30 mètres, le spéléo plongeur sauveteur voit le fil sectionné et attache son fil personnel. A la côte -40 mètres où il découvre une bouteille de décompression en appui sur la pente avec les détendeurs pendants et un masque accroché proprement à un fil de 2 mètres emmêlé lui-même à un fil en vrac

Situation à J1+19H30 : Le SSF après analyse des éléments, met en place une stratégie pour orienter les recherches au plafond. Le disparu, suite à un problème technique, pourrait être remonté pour chercher une cloche d'air.

Préparation importante :

- Recherche, contact des plongeurs compétents, aptes et disponibles.
- Gonflage des bouteilles de mélange (nitrox), qui nécessite 12 heures de stabilisation, temps aussi nécessaire à la décantation de l'eau au S.6.
- Préparation matérielle des campements souterrains pour les plongeurs et pour une médicalisation éventuelle de la victime.
- 12 spéléo-plongeurs sont prévus pour cette recherche.
- 1 médecin spéléo-plongeur présent sur le site est prêt à intervenir.
- 12 spéléos sont prévus pour accompagner les plongeurs jusqu'à S.1.

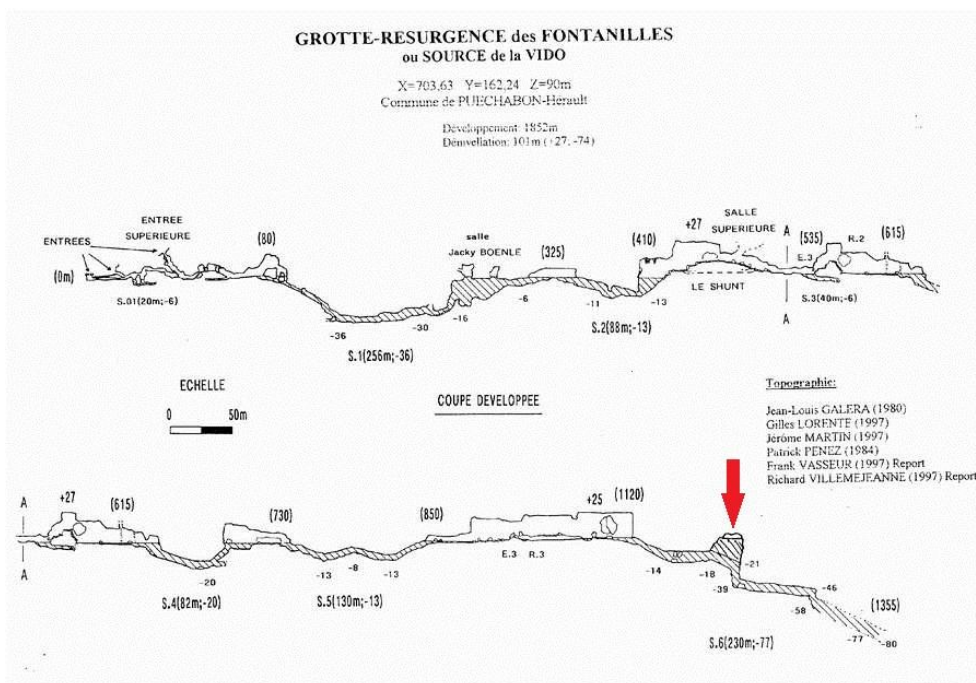
Situation à J2+05H00 : L'équipe de plongeurs spéléo et leurs accompagnateurs entrent dans la grotte Ils s'immergent dans S.1 vers J2+08H30 et ils ont environ 2H de progression pour arriver au bord du S.6. Sont prêt à intervenir :

- Une 2ème équipe de spéléo-plongeurs du SSF.
- Un médecin spéléo plongeur du SSF pour une médicalisation post-siphon.
- Un médecin hyperbare pour tous problèmes de décompression.

Situation à J2+13H30 : La victime est retrouvée vivante dans une poche d'air au plafond. Ci-dessous, la cartographie de la grotte des Fontanilles, avec indiquée par la flèche rouge, la cloche dans laquelle le plongeur a trouvé miraculeusement refuge en attendant les secours. Celle-ci n'était pas cartographiée jusqu'au jour de l'accident

Il est conscient et a du mal à respirer, dans une atmosphère hypoxique et saturée de CO₂.

Par ailleurs, la fermeture de sa combinaison est ouverte et le plongeur se trouve en hypothermie.



Topographie n°3 : de la grotte des Fontanilles

Le médecin spéléo plongeur se rend vers lui pour médicaliser et préparer la sortie. Après ventilation sur une des bouteilles du sauveteur et au vu de la situation critique, l'équipe de plongeurs spéléologues décide, toutes considérations de sécurité et de santé requises, de faire franchir à la victime le S.6. (20m, -20m). Elle est installée dans un point chaud entre S.5. et S.6. pour attendre l'arrivée du médecin.

Situation à J2+23H00 : Le médecin spéléo plongeur du SSF (hyperbariste) arrive au point chaud. La victime ne présente aucun signe de défaillance des fonctions vitales, pas de détresse respiratoire aigue et il n'y pas d'hypothermie (36,5°C) mais des frissons. Il existe une très grande asthénie associée à un état d'excitation psychique. La médicalisation consiste en une oxygénothérapie systématique, une réhydratation par voie orale, un réchauffement qui

nécessitera l'utilisation d'un hamac et du duvet Dolofil ainsi qu'une réalimentation par du Renutril®. Il reçoit du Lexomil® à visée anxiolytique.

Situation à J3+11H00 : Après 12H de médicalisation

et de mise au repos, il est décidé par le médecin, suite à un nouvel examen clinique, que la victime peut effectuer les différentes plongées d'évacuation en autonomie. Elle débute à J3+12H00, accompagné de 3 plongeurs dont le médecin qui reste à ses cotés.

La victime sort équipé d'un bi 9l apporté la veille, jusqu'à l'entrée du S.1. où , là, il changera de matériel.

Situation à J3+19H30 : La victime sort de la grotte

La victime a subi un ADD articulaire et il est sous O₂ pur. Il est transféré par hélicoptère SAMU vers le caisson hyperbare.

Au total :

108 intervenants dont 31 plongeurs spéléologues ont été engagés. C'est à ce jour, l'opération de sauvetage en plongée souterraine la plus complexe qui n'aie été menée.

Sur le plan médical, plusieurs points sont remarquables :

La reconnaissance par la victime des signes d'un ADD, entraînant sa décision de replonger avec un mélange hyperoxique afin d'éviter d'autres complications. Durant son séjour dans la cloche, la victime pensera à se réhydrater en buvant l'eau de la cavité, autre point essentiel du traitement des ADD.

Les qualités morales exceptionnelles de la victime qui a su gérer son attente.

La prise en charge médicale consistera à des prises de décision liées à l'expérience du médecin lui-même plongeur. Outre le reconditionnement classique d'une victime, le point crucial a été de prendre la décision d'autoriser le retour en plongée autonome. Il a été difficile au médecin de gérer « l'excitation » et le stress tant de la victime que des autres secouristes présents et qui auraient souhaité effectuer une sortie immédiate. Il s'agit ici d'un secours, où les difficultés de progression ont compliqué une prise en charge médicale ne nécessitant pas de techniques complexes mais nécessitant une parfaite connaissance des problèmes liés aux plongées de grandes profondeurs.

N°8 - 07/06/2001 - Grotte des Fontanilles (34-Puechabon) : lors de l'opération de secours précédente, un plongeur doit transporter un bi-9l derrière les deux premiers siphons. Cette charge n'est pas équilibrée. Un problème sur la poche dorsale du vêtement étanche le cloue au sol dans la vasque d'entrée du S.2 après avoir lâché le fil d'Ariane. Le plongeur devra abandonner le bi-bouteilles au fond du siphon et faire une recherche de fil pour rejoindre la surface.

N°9 - 07/2001 – Résurgence de Gourneyras (34-Saint-Maurice de Navacelle) : de retour d'une plongée préparatoire avant une exploration, un plongeur ressent des symptômes d'accident de décompression durant ses paliers. Il traite ces symptômes, qui semblent assez sérieux, et sort sans autre problème.

N°10 - 01/07/2001 - Résurgence de Gourneyrou (34-Saint-Maurice de Navacelle) : de retour d'une plongée d'exploration avec un profil en yo-yo (-85 puis -19 puis -92) et trois périodes de paliers de décompression, un plongeur anglais ressent les symptômes d'un bend à l'avant-bras immédiatement après sa sortie de l'eau. Il se ré-immmerge pour 50 min de paliers thérapeutiques suivis de 30 min sous O₂ en surface.

N°11 - 12/12/2001 - Rivière souterraine de Laval de Nize (34-Lunas) : de retour d'une plongée d'exploration avec une longue exposition au nitrox (deux heures à 1,4b de PPO2 maximum) dans un S.3 trouble, sinueux et ponctuellement étroit, en ramenant 4 bouteilles, le plongeur ressent les premiers symptômes d'une hyperoxie. En changeant de mélange respiratoire (retour à l'air), les symptômes disparaissent. Ils réapparaîtront un peu plus tard, en respirant à nouveau du nitrox et seront à nouveau éliminés en respirant de l'air.

N°12 - 28/12/2001 - Source de Saint-Sauveur (46-Calès) : lors d'une plongée de reconnaissance à l'Héliair et au propulseur en configuration lourde (tri-bouteilles-dorsal) avec une faible réserve de gaz pour assurer l'équilibrage de sa bouée dorsale, le plongeur fait demi-tour après une trémie. Sa bouteille de 4l, reliée à sa bouée dorsale est alors vide. Il est déséquilibré et tombe sur le dos après avoir repassé la trémie. Malgré une redondance, l'autre inflateur, il n'arrive toujours pas à s'équilibrer. Il fait un essoufflement et décède d'une syncope hypercapnique, plusieurs bouteilles vides, d'autres encore pleines.

L'un de ses co-équipiers alerte les pompiers lorsqu'il ne le voit pas revenir. La préfecture informe le président du comité départemental de spéléologie de l'opération de sauvetage en cours, en précisant que le PSS (plan de secours spécialisé) ne serait pas déclenché pour le moment et que les pompiers assureraient l'opération. Sur place un plongeur de l'équipe entreprend une reconnaissance jusqu'à la profondeur de -70 m sans résultat. Au soir après une reconnaissance avec 50 m de fil, 4 plongeurs pompiers n'aboutissent pas. La préfecture informe que le PSS sera déclenché le lendemain.

A J1+ 18H, la préfecture déclenche le PSS et à J1+21H une reconnaissance commence dans laquelle sont engagés certains plongeurs du SSF à titre personnel. Le plongeur est retrouvé décédé dans le siphon à J1+24H. L'évacuation sera faite ultérieurement. N'étant plus dans une situation de secours, la direction des opérations est passée de l'autorité du Préfet à l'autorité du Procureur de la République. La mission pour la remontée du corps, a été confiée à la gendarmerie qui sollicite la compétence de plongeurs civils réquisitionnés.

N°13 - 2002 - Grand Soucy (24-Saint-Vincent sur l'Isle) un plongeur anglais utilisant un recycleur à circuit fermé et un ordinateur de décompression multi-gaz paramétré sans conservatisme, descend à -103 m. Il gère sa décompression au nitrox et ressent à -9 m des difficultés respiratoires et "fourmis" dans un pied. Malgré une nuit sous oxygène et une recompression le lendemain à -9 m, il perd durablement la sensibilité à l'un de ses pieds.

N°14 - 15/02/2002 - Source de Marnade (30-Montclus) : de retour d'une plongée de pointe au trimix dans le dernier siphon, le plongeur ressent des douleurs musculaires lors des paliers. Lors du retour, il rencontre des difficultés dans les deux premiers siphons à cause de l'eau troublée. Enfin, lors des derniers paliers avant la sortie, il ressent des symptômes d'hyperoxie.

N°15 - 05/2002 - Goul du Pont (07-Bourg Saint-Andéol) : Un plongeur de pointe, réalise une plongée au trimix, il parcourt presque 300 m entre -120 et -140 m, et explore 50 m de galerie inconnue en palmant dans la zone des -140 m. La décompression se passe tranquillement. Les changements de bouteilles se succèdent normalement suivant les tables de décompression, mais arrivé à -6 m pour passer sous oxygène, il ressent une vive douleur aux genoux. Il reconnaît tout de suite un bends. La douleur passe très vite sous O₂, et il l'oublie complètement pendant les 90mn qui lui reste à faire à ce palier à -6 m. Après 4 heures de palier (alternance 25 min d'O₂/ 5min en air jusqu'à -9m, puis O₂ pur à partir de -6 m), il refait surface ; mais arrivé tout doucement à -4 m, la douleur réapparaît. Il lui faudra 30 min de plus,

pour remonter, en gérant la douleur, redescendant, puis remontant par paliers de 50 cm à chaque fois que la douleur réapparaîtra. Son équipe d'assistance l'alimente en O₂, de la surface, par un narguilé, branché sur une B50. Dès la tête hors de l'eau, on lui donnera de l'aspirine, et on lui proposera de redescendre pour effectuer une petite table thérapeutique ; mais se sentant bien mieux, la douleur ayant presque disparu, il décide de se déséquiper, et de sortir de l'eau. Il n'aura besoin d'aucune aide pour quitter la vasque et marcher, mais par prudence, il continuera à respirer de l'O₂, assis sur des marches d'escalier. 20 min plus tard, le reste de la douleur ayant complètement disparu, il pourra quitter sa combinaison étanche, et commencera à faire partager son exploration. Son équipe d'assistance le dissuadera de ranger son matériel par mesure de précaution, mais ne pouvant rester inactif, il les aidera un petit peu. Dans la soirée, il ne présentera plus de douleur et reprendra ses activités de plongeur professionnel dès le lendemain.

N°16 - 14/06/2002 - Source de la Mouillère (25-Besançon) : lors d'une plongée d'essai de matériel, à une vingtaine de mètres de l'entrée (-11) le plongeur se retrouve dans l'obscurité totale. Il fait demi-tour et se rend compte qu'il saigne du nez. Après un vidage de masque, la visibilité est retrouvée et il sort sans problème.

N°17 - 02/2003 - Goul du Pont (07-Bourg Saint-Andéol) : en remontant d'une plongée à -107, le plongeur passe de son mélange fond (12/28/60) à un Nitrox 28% à -52 m. Il est violemment pris de vertige et frôle la perte de connaissance. En repassant sur une bouteille d'air, les symptômes disparaissent. Outre la composition des mélanges, il semble qu'un gout dans la bouteille soit à impliquer dans cet incident.

N°18 - 03/2003 Souce Bleue de Dorlan (01-Dortan) : Plongée en siphon à 11h45 Profondeur maxi 41.6 46 min de plongée. Trois quart d'heure après la sortie, surdité de l'oreille droite devenant bilatérale avec acouphène droit et petite céphalée occipitale, puis grand vertige rotatoire avec nausées et vomissements. Admission à l'hôpital avec inhalation d'oxygène normobare au masque haute concentration et Aspirine. Transfert dans un centre d'oxygénothérapie hyperbare

N°19 - 04/05/2003 - Goul du Pont (07-Bourg Saint-Andéol) après une plongée à -178m, un plongeur ressent les symptômes d'accidents de décompression entre -9 m et -6 m, puis un peu plus haut, qu'il calme en rallongeant ses paliers. Il devra subir deux séances de recompression les jours suivants.

N°20 - 08/2003 - Grotte de Rémonot (25-Doubs) : Un plongeur franchit un étroiture de 5m située au départ d'un siphon qu'il connaît bien, équipé d'un narghilé et d'un bi 4l. Cette étroiture est en cours de désobstruction avec des moyens appropriés, ce qui a sectionné le fil d'Ariane dans le passage. Mais le narghilé remplit cette fonction et la sortie est toute proche. Après avoir travaillé l'étroiture, le plongeur fait quelques mètres vers l'amont sur le fil en place après l'étroiture, après avoir déposé le détendeur du narghilé dans une zone claire. Au retour, il bute sur le bout du fil coupé, dans un environnement touillé. Après une recherche courte mais "adrénaline", le plongeur en se déplaçant aperçoit finalement le détendeur du narghilé et repasse l'étroiture avec une bonne engueulade personnelle et une leçon de plus.

N°21 - 10/2003 - Grotte de Corveissat (01-Corveissat) bénéficiant d'un étiage très prononcé, un plongeur s'engage pour une exploration dans le S.9. La visibilité est très faible (moins d'un mètre) et il doit rééquiper un fil cassé dans le S.8. En progressant vers le S.9, il découvre une salle exondée très argileuse, puis replonge et retrouve l'extrémité amont du fil.

Dans la « soupe » (moins de 5 cm de visibilité), il raccorde le fil de son dévidoir avec celui en place dans le siphon. Le nœud, mal ajusté, se défait, le plongeur se retrouve sur le fil qui rejoint le S.9, sans lien avec celui qui rallie la sortie. Il émerge devant le S.9, fait le point, puis reprend ses recherches et à la deuxième tentative, retrouve le fil. Suite à cet incident, il préfère reporter sa pointe.

N°22 - 11/11/2003 – Source de Crégols (46-Crégols) Durant un stage, un stagiaire se déboîte l'épaule sur le chemin du retour, en descendant le ressaut précédant le S.1. Il devra être médicalisé 5 heures après être sorti de la cavité par ses propres moyens, avec l'aide de l'encadrement.

N°23 - 10/2003 – Grotte de Thouriès (82-Cazals) : un plongeur, débutant avec un modèle de recycleur semi-fermé, l'utilise connecté sur une bouteille d'air à faible profondeur. Sujet à un début d'hypoxie, il repasse sur son circuit ouvert.

N°24 - 18/11/2003 - Grand Soucy (24-Commune de Saint-Vincent sur l'Isle) : durant une plongée d'exploration jusqu'à -184 m, le plongeur rencontre plusieurs difficultés durant la remontée. A -130, il emmêle son fil dans l'hélice de son scooter et dans une bouteille. Il coupe le fil et poursuit sur l'extrémité qui conduit à la sortie. A -100 m, il se réfugie sous un surplomb et essuie une chute de blocs durant 3 minutes, certainement décrochés par les bulles de son recycleur à la remontée. Après avoir perdu le fil, il le recherche durant 15 minutes et retrouve une ancienne cordelette, installée par une autre équipe plusieurs années plus tôt, à -65 m de profondeur. Vers -18 m, il attache son dévidoir de secours à la corde du puits et s'engage le long des parois. En revenant son fil se coupe. Il retrouve par hasard la corde après 20 minutes de recherche.

N°25 + N°26 - 19/11/2003 – Emergence de Meyraguet (46-Meyraguet) deux plongeurs suisses sont retrouvés décédés dans la cloche entre les deux premiers siphons, à peine 3 mètres de la sortie du S.1. Ils étaient dans 1,5 mètre d'eau, l'un sur l'autre, sans détendeur en bouche. Le CTDS n'a pas été prévenu. L'intervention est faite par les pompiers. Le PGHM d'Oloron Sainte Marie est chargé de l'enquête. Tout laisse à penser qu'ils ont respiré des gaz présents dans la cloche et la mort a été foudroyante. Les analyses de « l'air » de la cloche ont révélé un taux d'O₂ d'environ 9% et l'absence de gaz toxiques.

Prélèvement n°1 : N₂ 86.8 %, O₂ 8.8 %, CO₂ 0.97% H₂O/H₂S/H₂/CO et CH₄ < à 0.0005% pour chacun de ces gaz Prélèvement n°2 : N₂ 87.3 %, O₂ 9.2 %, CO₂ 1.01% H₂O/H₂S/H₂/CO et CH₄ < à 0.0005% pour chacun de ces gaz

Dans l'eau du siphon il n'y a pas de gaz en solution ou de produits organiques particulier. En raison de la méthode de prélèvement, le taux d'O₂ est certainement légèrement inférieur à celui analysé (plus ou moins 1%). Selon l'échelle industrielle des risques un taux d'O₂ entre 8 et 9% entraîne un évanouissement et un taux < 8% entraîne un coma après 40 secondes avec arrêt respiratoire. Ce faible taux d'O₂ explique à lui seul l'accident. Les bouteilles des plongeurs contenaient pour l'un 21 % d'O₂ et 20 % d'O₂ pour l'autre. Ils possédaient un compresseur neuf muni d'un double filtrage et d'une prise d'air déportée. Le gaz contenu dans les bouteilles ne sera pas en principe analysé. L'autopsie a révélé qu'aucune des deux victimes n'avait d'eau dans les poumons. Un proche d'une des victimes pense que leur formation, assurée par des écoles issues de la plongée mer, n'avait pas abordé la partie spéléologique de l'activité et qu'ils n'étaient absolument pas conscients des dangers dont ils ont été victimes.

N°27 - 4/01/2004 – Source de Marnade (30-Montclus) : après une plongée de 45 minutes (point bas : - 30 m), un plongeur effectue les 11 minutes de paliers qu'il indique son ordinateur puis porte immédiatement son « bi » dorsal jusqu'aux véhicules, à environ 200 mètres de là. Il ressent rapidement des troubles annonciateurs d'un accident de décompression (tétraplégie) et doit être héliporté jusqu'à l'hôpital de Marseille où il sera traité en caisson, puis à Lyon pour une seconde recompression. Il ne conservera pas de séquelles et un FOP sera détecté. (Cet accident sera détaillé dans le chapitre consacré aux patients pris en charge au centre d'OHB de Lyon)

N°28 - 04/01/2004 – Baume des Angès (84-Malacène) : Après une plongée jusqu' à - 60 m après le point bas de - 100 m et un retour sans encombres suivi de 2 heures de paliers à l'ordinateur multi-gaz (conservatisme 0%), un plongeur porte immédiatement son bi et ses plombs sur 300m, jusqu'aux véhicules. Il ressent alors un bords au genou, qu'il traite lui-même avec de l'aspirine avec inhalation d'O₂ pur. Les symptômes disparaîtront au bout de 15 min.

N°29 - 07/02/2004 – Dragonnière de Banne (07-Ardèche) : De retour d'une plongée d'exploration dans la zone terminale, les deux plongeurs s'engagent dans le plus long siphon de la cavité (S.8). Le premier récupère le bloc-relais destiné à repasser la première partie du siphon. Cette bouteille, ainsi que le détendeur, lui ont été prêtés du fait du nombre important de blocs nécessaire pour entreprendre cette plongée. A l'aller, le détendeur était en léger débit. Durant toute la durée de l'exploration en pointe, le robinet était mal fermé et le détendeur toujours en surpression. Dans les premières dizaines de mètres du S.8, au retour, le détendeur se met en débit constant. Le bi-dorsal, peu utilisé assure une marge de sécurité confortable. C'est un cas d'école, une bouteille inconnue (robinet un peu dur), un détendeur tout neuf (défaut sur un écrou de réglage du deuxième étage) et la bouteille déjà entamée au départ du S8 (au retour) se vide rapidement. Elle devient trop légère et déséquilibre le plongeur. Il n'y a pas réellement de danger (réserve d'air importante) mais à long terme, le stress et la fatigue aidant, cette situation pouvait devenir préoccupante.

N°30 - 10/04/2004 - Rivière de Cerre les Noroy (70) : Le plongeur franchit 3 courts siphons déjà reconnus précédemment sans palmes (profondeur maxi -3 m , longueur maxi 15-20m), toujours équipé uniquement de ses bottes par fainéantise car l'exondé entre S1 et S2 s'effectue parfois avec de la boue au niveau du genou. Son lestage est identique à la dernière fois, flottabilité légèrement positive, sauf que cette fois-ci il a en plus un simple bidon étanche pour transporter une balise de positionnement. A l'aller cela passe sans problème, la mise à l'eau s'effectuant progressivement en ayant pied, mais au retour le plongeur s'y reprend à 3 reprises pour descendre à -2 m dans la vasque de sortie du S3, où il n'a pas pied à l'aplomb du départ du siphon, faute de lest ou... de palmes. Leçon : le profil « retour » n'est pas forcément identique au profil « aller ».

N°31 - 11/04/2004 – Goul du Pont (07-Bourg Saint-Andéol) : en sortant d'une plongée au recycleur, un plongeur allemand ressent des douleurs articulaires aux bras et se fait traiter en caisson de recompression.

N°32 - 08/2004 – Font de Lussac (16-Lussac) : lors d'une plongée d'équipement à -130, un plongeur ressent une fois en surface, une gêne au niveau de l'épaule droite. Sans aucun autre symptôme durant la décompression. Celle -ci s'estompe très vite, mais par sécurité et avec un caisson sur place, le plongeur fait une recompression thérapeutique (CX 18) bien que la gêne ait disparu à son entrée en caisson.

N°33 -10/2004 – Résurgence de Cabouy (46-Rocamadour) : Deux plongeurs en recycleurs « circuit fermé » de marques différentes, réalisent leur deuxième plongée de la journée. Ils font demi-tour après 20 minutes de plongée car l'un d'eux a froid. En passant le point bas de -30 m, le second ressent des céphalées, et commence à haleter. Il rince sa boucle en expirant par le nez et en laissant l'ADV faire son office, mais les symptômes persistent et s'ajoutent des difficultés de concentration et de vision. En passant sur une bouteille de sécurité (circuit ouvert), le plongeur est victime d'une brève perte de connaissance. Il reprend ses esprits, posé au sol, en respirant sur la bouteille, assisté de son équipier. Il semblerait qu'une intoxication au CO₂ (filtration du recycleur) soit la cause de cet incident. La sortie se fera sans autre problème.

N°34 - 01/2005 – Source du Durzon (12-Nant) : durant une plongée de photographie, celui qui porte les flashes (trois assemblés) doit palmer à reculons contre le courant. Equipé d'un recycleur à circuit fermé, il s'essouffle brutalement (sans signes avant-coureurs) et doit passer sur circuit ouvert pour récupérer. Des céphalées persisteront jusqu'à la soirée. La chaux était neuve et aurait peut-être été trop tassée.

N°35 - 23/01/2005 – Baume des Anges (84-Malaucène) : de retour d'une plongée d'exploration dans le S.3, le plongeur perce son vêtement étanche au niveau du mollet, en transportant son matériel entre le S.3 et le S.2. Il colmate avec les « caouèches » dont il dispose. Cette réparation de fortune s'avère efficace. Durant la même sortie, il brise l'un de ses deux recycleurs et revient sur le second.

N°36 - 06/02/2005 – Goul du Pont (07-Bourg Saint-Andéol) : un plongeur en recycleur à circuit fermé s'immerge en oubliant d'ouvrir la bouteille d'O₂. A -12 m, l'ouverture du bloc (gonflé à 220 bars), génère une inflammation causant la fusion du clapet de la robinetterie, ainsi que des joints et clapet du premier étage du détendeur, sans que le plongeur ne s'en rende compte. Il perçoit un goût de brûlé, constate une hausse de la PpO₂ et une sensation de narcose à la profondeur maximale de la plongée. Une fois sorti, le flexible éclate et il est impossible de fermer le robinet. Il prendra conscience du phénomène lors du démontage du robinet et du détendeur.

N°37 - 04/2005 – Goul du Pont (07-Bourg Saint-Andéol) : un plongeur en recycleur à circuit fermé s'immerge après deux jours de route, qui n'auraient dû durer qu'une journée. Il est habitué aux plongées en eau froide, trouble et en galeries étroites et plonge avec son recycleur depuis plusieurs années en profonde au trimix. Il est retrouvé décédé à -105 m, embout lâché. Son diluant trimix, une bouteille externe au recycleur, n'est pas connecté, il plongeait à l'air.

N°38 - 09/07/05 – Font de Lussac (16-Lussac) : un trinôme s'engage à l'air dans la source pour une plongée profonde. Deux plongeurs s'arrêtent sur autonomie à -60m, le troisième atteint -77 m. Il remonte en respectant les paliers annoncés par son ordinateur. En sortant, il ressent les premiers symptômes d'un ADD, qui s'atténuent après 5 min à respirer de l'oxygène en surface. Les symptômes réapparaissent et s'aggravent durant le trajet retour au domicile. Le plongeur sera finalement hospitalisé le soir même et suivra un traitement en caisson hyperbare durant 10 jours.

N°39 - 03/07/2005 - Font Estramar (66-Salses) : Un plongeur expérimenté en circuit ouvert essaie pour la première fois son recycleur à circuit fermé. Alors qu'il n'est immergé à -4 m que depuis quelques minutes, son recycleur se noie du fait d'un mauvais assemblage. Il surgit brusquement en surface sans embout et en suffocant. Une seule inhalation de "cocktail

caustique" aura suffi à lui bloquer la respiration. Il sera hospitalisé pendant 24h pour brûlure des conduits respiratoires et digestifs (il avait bu et mangé après son retour en surface).

N°40 - 07/2005 – Bourgogne : Un plongeur spéléo s'engage par une chaude journée d'été dans le siphon d'entrée d'une magnifique source à l'eau particulièrement claire. Cela fait deux mois qu'il n'a pas plongé en siphon et il vient de consacrer tout l'après-midi à "initier" un groupe de plongeurs locaux aux recycleurs. Si il ne s'agissait pas d'une 'occasion unique de plonger cette résurgence usuellement interdite à la plongée, il ne plongerait pas, la chaleur, les kilomètres parcourus et le manque de sommeil l'accablant. Equipé de son recycleur semi-fermé il s'est engagé dans la vasque d'accès. Dès les premiers mètres dans le siphon il ressent une gêne respiratoire importante et il comprend que lors des démonstrations, la valve d'élimination a été manipulée par l'un des participants à la journée et qu'elle a été ainsi quasiment fermée. Il évalue un instant l'opportunité de ressortir et de se faire ouvrir la valve, mais il décide de poursuivre la plongée, confiant dans sa capacité à expirer et forcer la valve d'élimination. La plongée dans ce sympathique siphon de bonnes dimensions se poursuit sans encombre quand il décide d'allumer une des lampes de son casque pour compléter son éclairage déporté lequel commence à vaciller, mais la lampe en question est sur la position de sécurité pour le transport en avion et ne veut pas s'allumer. Il l'enlève alors du casque, toujours en soufflant comme un cheval dans son recycleur, l'allume et la replace sur le casque avec difficulté. Ce faisant il s'est déporté dans la galerie et maintenant il ne trouve plus le fil d'Ariane, par ailleurs fort mal installé et sans marques. Il se déplace de quelques mètres en descendant une trémie de gros blocs et balayant du regard la paroi où courait le fil. Il retrouve celui-ci qui a glissé derrière l'un des blocs quelques mètres plus loin. Toujours soufflant comme un effréné dans son recycleur il saisit le fil d'une main mais ne sait plus dans quelle direction aller, la boussole ne lui est d'aucune aide car l'aiguille lui montre une direction inconnue, située entre les azimuts d'aller et de retour et il lui semble que la galerie a déjà changé plusieurs fois de direction! La difficulté respiratoire s'accroissant il décide de passer en circuit ouvert pour reprendre ses esprits et un contrôle des manomètres lui montre que pour l'instant les réserves de gaz sont importantes et qu'il disposera de suffisamment d'air pour rejoindre la sortie. N'en menant pas vraiment large, il opte pour l'une des deux directions possibles et après quelques minutes remarque que manifestement ce n'est pas la direction de la sortie, mais n'ayant plus confiance dans son propre jugement et voulant éviter un sempiternel va-et-vient qui pourrait s'avérer coûteux en gaz il décide de continuer sachant que le siphon émerge dans une des galeries de la grotte touristique peu distante. Ce terminus atteint il émerge de sa confusion mentale et décide de s'en retourner par la même voie vers la sortie, toujours en soufflant.....mais ne lâchant plus le fil, mettant des marques et jurant que l'on n'y reprendrait plus !

N°41 - 09/2005 – résurgence méridionale :Font Estramar (66-Salses): Voulant tester les oxymètres de son système recycleur un plongeur s'immerge pour une brève plongée en oxygène pur dans la vasque de la résurgence. Son recycleur est alimenté par un gaz bloc (clarinette) à entrées multiples équipées de vanne de condamnation. L'oxygène est connecté et ouverte mais la vanne de mélange fond (12 %) reste elle aussi ouverte par erreur et c'est ce mélange qui va remplir puis flusher la boucle. Quand le plongeur regarde ses oxymètres à 6 m de profondeur, peut-être gêné par la configuration de son matériel mais surtout absolument persuadé de respirer de l'oxygène pur il lit 1,9 alors que l'affichage est 0,19 et remonte recalibrer ses cellules. Il est victime d'une syncope tout près de la surface suivie d'un début de noyade mais est sauvé d'extrême justesse par des témoins.

N°42 - 09/2005 – Source du Doubs (25-Mouthe) : deux plongeurs, non formés à la plongée souterraine, s'engagent avec chacun une bouteille de 12 L à robinetterie à étrier et une lampe torche. Une fois dans la source, ils passent la lucarne sans encombre, descendent le puits et s'avancent dans la galerie de -55 m. Là, l'un des plongeurs (un novice) perd une palme suite à la rupture d'une sangle. L'autre plongeur, en voulant attraper la palme pour ne pas la perdre arrache son étrier en tapant sa robinetterie contre le plafond du laminoir...perdant son air il se précipite sur collègue et s'en retourne avec lui en respirant à deux sur la bouteille de ce dernier. Ils arrivent en catastrophe à la lucarne lorsque les lampes vacillent puis s'éteignent. En suivant le fil en place quelques mètres encore, ils aperçoivent la lueur de la sortie, qu'ils atteignent de justesse.

N°43 - 24/09/2005 – Source du Castor (07-Saint-Remèze) : lors d'une plongée de pointe (avec double recycleur) au terminus, l'un des deux plongeurs repart seul vers la sortie. Il subit une sévère hypercapnie, attribuée à une chaux défectueuse (car stockée bidon ouvert), et ne récupère ses esprits qu'une fois pris en charge par son binôme qui l'a rejoint entre-temps. 48 heures après la plongée, il souffre d'une sérieuse baisse de capacité auditive à une oreille liée à un accident de décompression. Après un lourd traitement hyperbare, il retrouve ses capacités.

N°44 - 23/02/2006 – Aven du Rouet (34-Rouet) : de retour d'une plongée d'exploration, (remontée à - 28 m après un point bas à -78 m) en binôme et en recycleur, un plongeur éprouve de sérieuses difficultés inspiratoires. Il préfère quitter la machine et respirer sur les bouteilles de sécurité pour repasser le point bas. Un tassement excessif de la chaux semble être à l'origine de ce problème.

N°45 - 25/02/2006 – Goul du Pont (07-Bourg Saint-Andéol) : de retour d'une plongée d'exploration à -180 m, le plongeur subit une hypothermie due à la panne de son chauffage, causée par le débranchement de son système pipi. Il doit shunter une partie des paliers pour remonter dans sa cloche de décompression et se réchauffer, s'hydrater et se nourrir au mieux, soutenu par son équipe.

N°46 - 04/2006 – Hamman catalan : un plongeur intervertit par mégarde deux de ses bouteilles-relais (modèles similaires mais correctement étiquetées) et respire de ce fait un mélange sous-oxygéné (du 14/55 au lieu de l'air). Il effectue le début et la fin de sa plongée (-35 m) ainsi qu'une partie de sa décompression (paliers de -15 m, -12 m et -9 m) calculée pour une plongée à l'air, avec ce mélange, et ne se rend compte de son erreur qu'après la plongée. Il n'aura aucun symptôme d'accident de décompression.

N°47 - 9/04/2006 – Grotte du Trésor (25-Les Combes) : durant une sortie de ré-équipement de la source, le débit violent et la diminution de la visibilité poussent rapidement l'équipe à renoncer à son objectif. Alors que le niveau monte, un siphon s'amorce (20 m) dans la galerie d'entrée, obligeant les deux plongeurs à le franchir avec un bi-bouteilles pour deux.

N°48 - Avril 2006 – Cuzoul Bleu (81-Penne Canton de Vaour) : durant une plongée récréative, un binôme s'engage dans la cavité dont la première partie est très turbide. Arrivés dans une zone claire, à environ 120 m de l'entrée, ils décident de s'engager dans une galerie latérale non équipée de fil, sans en installer un. Le premier touche une couche d'argile claire qu'il pensait être de la roche et se retrouve très rapidement dans de l'eau troublée, égaré. Il cherche son binôme, amarre un fil sur une aspérité et commence à dérouler. Il retrouve son

binôme, resté sur le fil principal 10m plus loin, grâce aux signaux sonores qu'il émet en frappant sur ses bouteilles.

N°49 - 24/04/2006 – Grotte du Colombier (07-Vallon Pont d'Arc) : Les galeries sont sensiblement gazées. Après avoir franchi le siphon terminal (50m) en exploration, à 1000 m de l'entrée, le plongeur pose ses blocs et explore un méandre sur 10m. Il est subitement pris de vertiges et oppressé. Il rebrousse chemin et ne retrouve un rythme respiratoire qu'après avoir consommé 130 bars sur une de ses 4 litres. Plusieurs essais ultérieurs confirmeront à forte concentration en CO₂ dans la galerie post-siphon. Il aura des nausées pendant 4-5h et le souffle court.

N°50 - 16/12/2006 – Aven du Rouet (34 - Rouet) : lors d'une plongée de pointe en recycleur et en scooter le binôme franchit le point bas (-79 m) et progresse jusqu'à - 63m. Là, le plongeur de tête perd subitement son embout de recycleur, la partie buccale s'étant désolidarisée de la boucle. Après une bonne tasse, son binôme l'assiste pour la remontée en circuit ouvert.

N°51 - 03/02/2007 – Tombant de Méjean (13-Ensues / Carry le Rouet) : un plongeur mer s'engage délibérément en mono-bouteille décapelé dans une grotte située à la base du tombant de Méjean (-38 m). Il se coince dans une étroite fracture et décède ainsi à 10 m de l'entrée. Les sauveteurs ne parviendront pas à extraire le corps.

N°52 - 14/02/2007 – Goul du Pont (07-Bourg Saint-Andéol) Un plongeur souterrain emmène un plongeur mer confirmé (36 ans) pour une découverte de la plongée souterraine. Ils descendent trop profond et le débutant, qui ne devait pas dépasser -40 m, narcose et « glisse » plus profond. Durant la remontée, il fait un malaise et son compagnon le remonte en urgence jusqu'à la surface, où il fait un arrêt cardiaque. Les premiers soins, pratiqués par son binôme, le ramènent à la vie. Il sera pris en charge par les pompiers et rentrera sans séquelles à son domicile le lendemain.

N°53 - 13/05/2007 – Fosse conventionnée (46-Source de Saint Sauveur): Deux plongeurs descendent à l'air à -73 m et effectuent leur décompression également à l'air. A peine arrivés aux véhicules, l'un d'eux est pris de douleurs dorsales, puis de fourmillements au milieu du ventre, pour finalement s'effondrer, victime d'une paraplégie. Il est 10h30. Ils se rendent par leurs propres moyens à l'hôpital le plus proche (Gourdon : 20 min de route) et les symptômes disparaissent pendant le trajet. Un médecin administre une aspirine et décrète que tout va bien. L'après-midi est occupé en promenades lotoises. A 20 heures, les symptômes réapparaissent. Le CHR de Périgueux ne diagnostique pas de cas assez grave pour justifier une évacuation médicalisée, et les plongeurs se rendent par leurs propres moyens au caisson de Bordeaux. Vu l'heure tardive, on leur conseille de prendre une chambre d'hôtel et de revenir le lendemain, malgré la paraplégie du plongeur. En insistant, ils parviennent à faire prendre en charge le plongeur accidenté à 2h30, soit 14 heures après l'accident. Après 22h de caisson il ne reste plus qu'une paresthésie des jambes et des problèmes urinaires. Après 15 jours la paresthésie n'est plus que sur les jambes, des genoux aux pieds.

N°54 - 25/05/2007 – Fosse conventionnée (46) : un plongeur en recycleur (diluant : HélioX 6/94), parti pour une exploration, est pris de tremblements à -165 m. A -170 m, les tremblements, attribués à une manifestation du Syndrome Nerveux des Hautes Profondeurs (SNHP) s'étendent du bras gauche à tout le corps et le contraignent à rejoindre la sortie.

N°55 - 7/07/2007- Grotte sous-marine (64- Hendaye) : un plongeur mer expérimenté (MF2) pénètre seul dans une grotte sous marine étroite vers -20m. Pas de fil d'Ariane et phare à la main, il progresse de quelques mètres et décide de faire demi-tour. A ce moment, son détendeur principal tombe en panne et il n'arrive pas à récupérer son détendeur de secours. Il tente de sortir en apnée et commence à se noyer au niveau de la sortie. Un coéquipier l'aperçoit alors, lui donne de l'air et finit de le sortir de la grotte pour le remonter. La victime retrouve ses esprits et respire de nouveau lors de la remontée. Une fois sur le bateau, il est évacué par le SAMU en stade 3 (niveau de la noyade compris entre 1 et 4), et retrouve tout ses moyens quelques jours plus tard.

N°56 - 20/07/2007 – Source du l'Ecluse (07-Saint-Marcel d'Ardèche) : lors d'une plongée profonde et de longue distance en propulseur, le plongeur, qui évolue dans l'eau troublée déplore des problèmes d'équilibrage dus à la présence d'eau dans sa bouée wing . Un arrêt pour ajuster sa configuration, lui fait perdre le fil, qu'il retrouve après dix minutes de recherche. Il décide alors de stopper la plongée et de rejoindre la surface, mais il repart involontairement vers le fond. Après 50 m de progression, une étiquette fraîchement installée lui fait réaliser son erreur.

N°57 - Eté 2007 – Source du l'Ecluse (07-Saint-Marcel d'Ardèche) : après une plongée d'exploration (>1 heure à - 60 m), le plongeur de pointe souffre de douleurs musculaires profondes et cutanées avec marbrures localisées sur la poitrine les hauts de bras. Rémission en 4 jours.

N°58 - 22/09/2007 – Source du Ressel (46-Marcilhac sur Célé) : un plongeur souterrain débutant (10 plongées sous terre) de 54 ans, de retour d'une plongée récréative à 300 m de l'entrée (- 25 m), se noie à une soixantaine de mètres de la sortie. Il sera retrouvé collé au plafond (- 6 m) partiellement emmêlé dans le fil flottant qui s'échappait de son touret (bricolage et trop rempli) et impossible à couper avec son sécateur (un modèle à lames croissantes). Un binôme de plongeurs le retrouve par hasard et l'évacue. Il décède le lendemain malgré une prise en charge rapide et une hospitalisation.

N°59 - hiver/2008 – Source de Marnade (30-Montclus) : un plongeur s'immerge en solitaire pour une plongée de reprise. Il est en bi 10 l avec deux relais de 7,5 l, à l'air et en combinaison humide. A l'aller, lors du changement de relais, un dysfonctionnement sur un détendeur révèle un début d'essoufflement. Plutôt que de repasser le point bas, il poursuit vers l'amont et sort le siphon pour se « remettre ». Après un temps de réflexion, à défaut d'identifier la cause de son problème, il franchit à nouveau le siphon et émerge deux heures après son départ. La cause de l'essoufflement est en fait un sous-vêtement en néoprène sous-dimensionné comprimant la cage thoracique.

N°60 - 27/05/2008 – Font Estramar (66-Salses) : deux plongeurs tchèques effectuent une plongée récréative en bi 12 + relais. Au retour, l'un d'eux convulse et se noie. Son compagnon tente de le ressortir mais, il doit renoncer à 130 m de la sortie faute de gaz.

N°61 - 12/07/2008 - Event de Tantayraou (12- La Panouse de Séverac) : le premier siphon (570 m) comprend un diverticule à 130 m de l'entrée, qui émerge dans des galeries exondées suivies d'un second siphon (2 bis) en cours d'exploration. Deux équipes s'engagent dans la cavité. La première (3 plongeurs) va poursuivre l'exploration du S.2 bis, la seconde (2 plongeurs) fait des photographies jusqu'à la sortie du S1. Ce siphon a été ré-équipé en raccordant plusieurs dévidoirs de 250 m chacun. Le métrage est donc erroné, puisqu'à 250 m,

il repart de 0, ainsi qu'à 500 m. Un plongeur de la première équipe explore le S.2 bis et recoupe le fil du S.1 à environ 450 m de l'entrée, au niveau d'une étiquette "200 m". Il rejoint ses collègues et les informe que les deux siphons se rejoignent à 200 m de l'entrée du S.1, sans prendre conscience de l'erreur de marquage. Afin d'éviter un portage laborieux entre les deux siphons, deux plongeurs en 2 x 7l décident de rejoindre l'entrée du S.1 par le S.2 bis, pendant que le troisième reviendra par le trajet parcouru à l'aller en sortant leurs deux bouteilles-relais devenues inutiles (du fait de leurs 2 x 7l pleins pour parcourir les 200m présumés qui les séparent de l'entrée du S.1). Pendant ce temps, les photographes trouvent de l'eau moins claire et constatent la jonction (raccord de fils). Ils sortent le S.1 puis entament le chemin du retour. C'est alors qu'ils croisent avec surprise leurs deux collègues et les informent de leur méprise. Chacun retrouve son itinéraire. Lorsque l'équipe de photographie rejoint l'entrée du S.1, ils trouvent le troisième de l'autre équipe inquiet, car il a sorti les deux bouteilles-relais de ses collègues et a réalisé leur erreur. La branche latérale est très troublée et un second fil rompu flotte dans la galerie. Il est rassuré mais l'un des photographes (appelons-le X) retourne tout de même rapporter les deux relais. En chemin il rencontre l'un des deux plongeurs "égarés" et lui donne une bouteille. Ce dernier assure que le second le suit de près. X poursuit ainsi jusqu'au carrefour, y dépose la bouteille-relais du plongeur manquant, et poursuit dans la branche latérale très touillée (visibilité <1 m) jusqu'à une extrémité du fil, rompu au niveau d'un amarrage. Il comprend que le second plongeur a trouvé le fil rompu dans la touille et qu'il a dû ressortir pour attendre à la sortie du siphon. Après quelques vaines recherches, X ressort pour récupérer un dévidoir avec assez de fil pour ré-équiper la fin de la branche latérale si nécessaire et recomposer un scaphandre dorsal avec les bouteilles les moins vides. Il retourne chercher son collègue. Au terminus du fil, dans la touille, il nettoie le vieux fil flottant et tente à deux reprises de raccorder son dévidoir au fil (du kevlar de très petit diamètre) en place, en vain (les nœuds glissent). C'est alors qu'il aperçoit les lumières du plongeur manquant, qui tente de retrouver la sortie. Guidé par le bruit des bulles et les faibles halos des lampes, il rejoint X. Les plongeurs sont gênés par les reliquats de fil lâche mais retrouvent la galerie principale, la bouteille relais et l'eau claire avec soulagement.

N°62 - 05/2008 – Goul de la Tannerie (07-Bourg Saint-Andéol) : un plongeur s'engage avec son recycleur fraîchement fabriqué/fini pour une plongée d'entraînement dans les 200 premiers mètres. La bouteille qui alimente l'ADV est à 60b, mais les essais des jours précédents l'ont conforté dans l'idée que la machine consomme peu. A l'aller, il doit rincer régulièrement le recycleur à faible profondeur et gérer sa flottabilité. Sur le retour, l'ADV ne fonctionne plus. Il quitte le recycleur pour respirer sur le détendeur monté sur la bouteille-source de Nitrox du recycleur qui ne donne rien non plus. Il revient sur le recycleur, retrouve son détendeur – alimenté par un bloc plein - du « bail out » et constate que sa bouteille de diluant est vide, du fait des rinçages et purges dans la galerie d'entrée, à l'aller.

N°63 - 26/08/2008 – Pou Meyssen (46-Rocamadour) : deux plongeurs étrangers (**A** et **B**) s'engagent dans le siphon amont (1.2 km à -20m), en circuit ouvert à l'air (bi 12 et deux S80 en relais), avec chacun un scooter (autonomie 60-70 min). La visibilité est de 5-6m, ils émergent après 50 min sans paliers, se reposent sur les bords du lac pendant 15 minutes. Puis ils s'en retournent séparément. Après environ 300m (soit 900 m de la sortie) le plongeur **B** se pose au sol, soulevant un nuage de touille et s'emmêlant dans le fil. Désorienté, (pas de compas) il panique et vide ses deux bouteilles relais, essaye de progresser dans un sens (celui du retour) mais son scooter s'arrête (fin d'autonomie) il l'abandonne aussi. Il repart dans l'autre sens espérant se diriger vers le Lac post S.1, et émerge sans respecter les 12 min de palier, avec seulement 20 bars sur son bi. Il s'installe sur la berge en souffrant de douleur à un genou.

Le plongeur **A** rejoint la sortie en 30 minutes. Il prévient un plongeur local (**C**) qui quitte son travail pour passer chez lui prendre du matériel. **C** n'arrive pas à joindre un collègue. Il s'immerge seul avec deux scooters, des bouteilles et des vivres, franchit le siphon, retrouve **B** choqué et toujours sous l'effet de la douleur. Ce dernier ne parle ni l'anglais ni le français. Il récupère un scooter et des bouteilles et file vers la sortie, sans attendre **C**, qui récupère le matériel abandonné dans le siphon au passage. **B** émerge sans respecter les paliers, toujours sous la douleur du genou et fatigue importante.

N°64 - 28/09/2008 – Source du Doubs (25-Mouthe) : un plongeur anglais franchit l'étroiture à -52 m (repérée la veille, conscient qu'elle est plus difficile à passer au retour qu'à l'aller) avec son recycleur sur le dos. Il descend ensuite à -57 m. Le CCR est alimenté avec un trimix (40% d'hélium) contenu dans la bouteille de la machine. Il emporte une bouteille de 11l d'air en cas de panne du recycleur. Au retour, il coince dans l'étroiture et s'y reprend à plusieurs reprises. Il doit décapeler la machine, respirer sur la bouteille d'air pour passer l'étroiture. Déséquilibré (le lest est majoritairement sur le recycleur), sous l'emprise du stress et de la narcose, il rejoint la base du puits avec la bouteille à la main. Il perd le contrôle de sa flottabilité, puis son unique source de gaz. Son corps sera retrouvé à -25 m dans le puits, coincé sous un surplomb, la combinaison étanche surgonflée, sa bouteille 1m en-dessous de lui.

N°65 - 28/03/2009 – Source du Ressel (46-Marcilhac sur Célé) : deux plongeurs en recycleur et en propulseur s'engagent pour une plongée récréative dans la cavité. Ils sont autonomes et n'ont pas les mêmes objectifs, ni le même équipement, ni les mêmes gaz. L'un d'entre eux avait acquis son premier recycleur quelques jours auparavant. Il plonge avec de l'air comme diluant, ainsi que dans ses deux bouteilles de sécurité embarquées. Arrivés à 1080 m dans la galerie supérieure, ils font demi-tour. Sur le retour, avant la jonction des 830 m, ils croisent une équipe de plongeurs qui s'engage plus loin dans le siphon. Arrivés au carrefour des galeries inférieure et supérieure (830 m), les deux plongeurs s'engagent par mégarde dans la galerie inférieure au lieu de prendre le chemin de la sortie. Au bout d'environ 200 m, ne reconnaissant pas le fil, ni la morphologie de la galerie, ni sa profondeur (-68 m), le plongeur au trimix réalise l'erreur et l'indique à son collègue. Celui-ci fait alors demi-tour et fonce vers la sortie en palmant énergiquement, sans l'attendre. Sous l'emprise de la narcose de la panique, il se trompe à nouveau au carrefour et repart vers le fond. Il sera retrouvé à près de 1100 m au sol, sur le dos, embout lâché, cagoule et masque arrachés. Tous les blocs sont vides, dont les 2 S80 d'air dont les détendeurs pendent sur le sol. L'autre plongeur trouve le chemin de la sortie, pensant y retrouver son collègue.

N°66 - 24/05/2009 – Grotte de l'Anse de Gaméou (13-La Ciotat) : Une palanquée de trois plongeurs s'engage dans une grotte sous-marine pratiquée par les centres de plongées locaux. Au bout d'une cinquantaine de mètres, deux des trois lampes tombent subitement en panne. Dans la confusion, ils troublent l'eau et perdent de vue la galerie qui rejoint la sortie. Ils émergent alors dans une cloche d'air dont ils savaient préalablement l'existence. Face aux conditions (visibilité dégradée, absence de fil d'Ariane), ils préfèrent attendre les secours dans le noir, afin d'économiser leur unique lampe fonctionnelle. Après deux heures d'attente, ils aperçoivent les lampes des sauveteurs, qui font demi-tour sans trouver la cloche dans laquelle ils se sont réfugiés. Une heure plus tard, ne voyant pas revenir les sauveteurs, ils décident de rejoindre la sortie par leurs propres moyens, en empruntant la direction dans laquelle ils ont vu les lampes des secouristes s'éloigner. Ils y parviennent et sont récupérés par les bateaux de plongée présents sur site.

N°67 - 04/07/2009 – Event de Bez (30-Bez Esparon) : De retour d'une exploration profonde et engagée en distance dans le S.2, le plongeur, équipé d'un recycleur et d'un scooter est victime d'un essoufflement. Il passe en circuit ouvert, puis retrouve ses esprits avant de reprendre le cours de sa plongée. Après réflexion, la désagrégation d'un surfiltre supplémentaire dans le canister pourrait avoir favorisé l'incident.

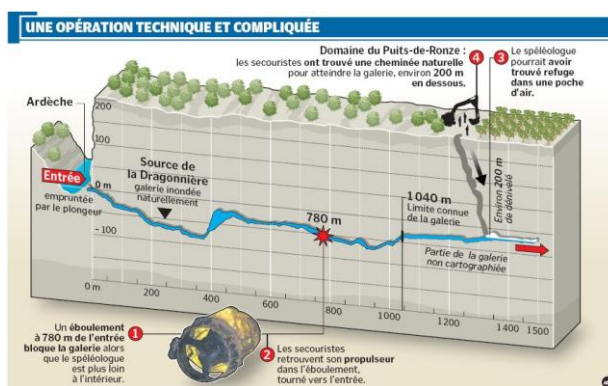
N°68 - 2009 – Hammam catalan (66) : un plongeur en recycleur (eCCR) subit une hypercapnie sévère suite à une erreur de gestion de sa cartouche de chaux. Il est assisté par un équipier en circuit ouvert et regagne la sortie avec plus de peur que de mal.

N°69 - Printemps 2009 – Fosse conventionnée : Saint Sauveur (46-Calès) : un plongeur en recycleur (eCCR) s'immerge malgré plusieurs déficiences avérées sur la machine. Il est victime d'une hypoxie dans la vasque. Un promeneur l'aperçoit, emporté par le courant dans le lit de la rivière et le sort illico de l'eau. Il sera réanimé et repartira après examen par un médecin appelé sur place.

N°70 - 31/10/2009 - Fontaine de Boissin (07-Chassagne) : De retour d'une plongée préparatoire à une exploration future, le plongeur déplore un débit constant sur un détendeur qui vide partiellement un de ses blocs. Il parvient jusqu'au premier siphon dans lequel il s'engage. Rapidement, la dégradation des conditions, combinée à la faiblesse de sa réserve de gaz le contraignent à sagement se replier dans la petite poche située entre les deux premiers siphons, où il sera retrouvé par les sauveteurs.

N°71 - 05/2010 – Goul du Pont (07-Bourg Saint-Andéol) : Un plongeur, récemment intoxiqué par des gaz de tirs dans une cavité, effectue une plongée profonde à l'air, avec un profil en yo-yo. Il souffre d'un ADD de type I, traité en caisson hyperbare.

N°72 - 03/10/2010 – Dragonnière de Gaud (07-Labastide de Virac) : De retour d'une exploration à plus de 1100 m de l'entrée, le plongeur trouve un passage bas (cote 790m) obturé suite au glissement d'un talus sableux. Malgré plusieurs heures de désobstruction en-dessous de -50 m, de recherches dans les plafonds dans une eau opacifiée par les sédiments, il ne parvient pas à franchir le passage et retourne vers l'extrémité amont du siphon. Il sera retrouvé sans vie à 925 m de l'entrée, à - 69 m, à la base d'un puits, après huit jours de recherche mobilisant plusieurs équipes de plongeurs du SSF, de sauveteurs départementaux et des équipes de plongeurs britanniques et suisses.



Topographie n°4 : Dragonnière de Gaud. Les opérations de secours engagées à la recherche du plongeur disparu : Infographie Le Parisien

N°73 - 22/09/2011 Source de Saint-Sauveur (46-Calès) : Découverte du corps d'un spéléologue polonais de 41 ans par 35 m de profondeur. La victime, instructeur, conduisait un groupe de spéléologues polonais. C'est en remontant à la surface que les élèves se sont aperçus que leur instructeur n'avait pas suivi.

N°74 - 08/04/2012 Fontaine Saint-Georges (46-Montvalent) : Découverte du corps d'un homme de 51 ans à 40 m de l'entrée, aurait été victime d'un malaise (TC ?)

N°75 - 24/05/2012 Font Estramar (66-Salses) : Découverte d'un spéléologue reconnu de 53 ans, retrouvé noyé à 6 m de profondeur. Malaise ? Problème de recycleur ?

N°76 - 03/06/2012 Emergence du Ressel (46-Marcilhac sur Célé) : Un trio de plongeur spéléo chevronnés effectue une plongée d'exploration dans l'émergence du Ressel. L'un deux, un homme originaire de la République Tchèque est soudain victime d'un arrêt cardiaque (à - 45 m). Ses compagnons remontent son corps inanimé à la surface et tentent de ramener le plongeur à la vie. Leurs efforts conjugués à ceux des pompiers de Cagar et Cahors, puis d'un médecin ont été vains. Le plongeur est décédé sur place.

N°77 - 28/01/2013 Résurgence de Landenouse (46-Cadrieu) Un spéléologue de 30 ans de nationalité suédoise est décédé noyé après avoir été coincé dans un renard lors de sa mise à l'eau, aspiré par le courant très fort dans la résurgence. Les pompiers ont réussi une première fois à sortir l'homme de l'eau, mais le courant était tellement fort que la victime a été emportée une seconde fois.

N°78 - 14/04/2013 Résurgence de Gourneyras (34-Saint-Maurice-de-Navacelles). Un moniteur de plongée de 36 ans et son élève, se mettent à l'eau à 18h. La plongée devait les conduire à -52 m alors que le gouffre peut descendre jusqu'à -105 m. Au milieu de la plongée, le moniteur aurait présenté des signes de malaise avec difficultés respiratoires et se noie. Après avoir cogné la tête, il aurait fini par couler. L'élève n'aurait pas réussi à le remonter et est remonté rapidement donner l'alerte. Le plongeur sera retrouvé sans vie par les sauveteurs du SSF à -48 m.

N°79 - 12/01/2013 Résurgence de Saint Sauveur (46-Calès) Accident de décompression chez un plongeur de 57 ans. Transporté inconscient à l'hôpital de Toulouse.

N°80 - 09/12/2013 Résurgence de Saint Sauveur (46-Calès) Un plongeur effectue une plongée en solo avec l'objectif d'aller au-delà des 600 m de la résurgence de Saint Sauveur. La plongée s'effectue avec 2 recycleurs + propulseur. Une cloche est installée pour la décompression. Il atteint le point bas à -188 m puis poursuit. Lors de la remontée, il effectue une manœuvre de Valsalva car il présente des difficultés à équilibrer son oreille gauche. A 70 m, il ressent d'importants vertiges. Il comprend rapidement qu'il est victime d'un accident de décompression vestibulaire. Malgré les vomissements et les difficultés pour se déplacer, il parvient à remonter le long du fil jusqu'à la cloche. Il décide de doubler ses paliers dans la cloche et d'attendre les secours. Les plongeurs secouristes effectuent une recherche avant de le retrouver dans la cloche. Des échanges se font par ardoises interposées. Des chaufferettes lui sont apportées. Le plongeur ne peut malheureusement ni boire ni manger, ni prendre de l'aspirine en raison des vomissements. Il est régulièrement surveillé par les sauveteurs. Une fois ses paliers terminés, le plongeur sera évacué au caisson hyperbare le plus proche.

N°81 – 07/04/2014 Goul du Pont (07-Bourg Saint-Andéol) Un plongeur de 47 ans, plonge avec un bi-recycleur SCR + propulseur + chauffage. Plongée jusqu'à -150 m sans anomalie. A -9m sensation de froid malgré un chauffage fonctionnel. Apparition de nausées pendant les paliers. Arrêt à -3 m sans amélioration. Il décide de remonter. A la sortie, sensation d'épuisement brutal avec persistance des nausées. Il se repose au soleil. Avec le repos les nausées cèdent mais il a toujours froid. Il se couche tôt, mais vers 22h, il est réveillé par des nausées et des douleurs au niveau des épaules et du genou droit au niveau duquel il constate une petite tache cutanée bleue. Il contacte le caisson et le SAMU qui vient le chercher par hélicoptère et l'évacue au centre hyperbare de Lyon.

N°82 - 05/01/2014 Fontaine des Chartreux (46-Cahors) Un sapeur pompier professionnel du SDIS 46, âgé de 43 ans, en plongée d'exercice a été emporté par le courant et s'est retrouvé coincé sous une arche de laquelle il n'a pas pu se dégager et se serait noyé. La victime a été dégagée par ses collègues et transporté inconsciente à l'hôpital de Cahors puis un hôpital Toulousain

N°83 -02/08/2014 Font Estramar (46- Salses) Un plongeur espagnol a été victime d'un accident de décompression médullaire alors qu'il remontait à la surface. Il a été acheminé à la clinique Saint Pierre de Perpignan.

**ACCIDENTS DE PLONGEE
SOUTERRAINE PRIS EN CHARGE AU
CENTRE DE MEDECINE HYPERBARE
DE LYON DE 2000 à 2014**

I. CAS CLINIQUES

1. ACCIDENT N°18 : Le 09/03/2003-Source bleue de Dortan – Dortan - Ain Accident de décompression cochléo-vestibulaire

a. La plongée

Le 9 mars 2003, un plongeur âgé de 38 ans, niveau 4, débute sa plongée à 11h45. Profondeur maximum atteinte : 41,2 mètres, durée totale 46 minutes dont un palier de 5 min à 9 m, un palier de 10 min à 6 m et un palier de 25 min à 3 m. Température de l'eau 14 °C. Trois quart d'heure après la plongée (13h15), apparition d'une surdité de l'oreille droite devenant bilatérale avec acouphène droit et petite céphalée occipitale, puis grand vertige rotatoire avec nausées et vomissements. Appel des pompiers. Prise en charge par le SMUR qui le traite par oxygénothérapie normobare à 15l/mn. Admission à l'hôpital d'Oyonnax. Le reste de l'examen neurologique est normal. Le patient reçoit 250 mg d'Aspegic* et reste sous oxygène au masque haute concentration. Le patient est alors transféré au Centre de Médecine Hyperbare   Lyon.

b. Au centre hyperbare

- Clinique

A l'arrivée vers 18h (soit 4h45 après l'apparition des signes cliniques), la surdité est en cours de régression spontanée, il existe un syndrome vestibulaire avec signe de Romberg dévié à droite, une tendance à la chute vers la droite sans déviation des index et des vertiges lors des changements de position. L'otoscopie est normale ainsi que l'audiogramme. Le reste de l'examen clinique est normal. Le scanner cérébral est normal

- Traitement

Le traitement comporte une première séance de recompression selon la table D50 Heliox suroxygénée (durée 8 heures avec incursion à une profondeur relative de 50 m et inhalation d'un mélange oxygène-hélium). Au terme de cette séance, l'équilibre est amélioré avec autonomie pour les déplacements, mais les céphalées et les nausées persistent ainsi qu'une hypoacousie minime ; en revanche il n'y a plus d'acouphènes.

Après trois séances de recompression identiques, un traitement par vasodilatateurs et cortico ides par voie intra veineuse, l'amélioration paraît indiscutable avec cependant persistance d'un déficit dans les 4000 Hz et quelques petits troubles de l'équilibre. Le patient sort à domicile le 12 mars et poursuit son traitement en ambulatoire avec des séances de deux heures à 2.5 atmosphères absolues d'oxygène.

Le 13 mars, une recherche de foramen ovale perméable (FOP) par échographie transoesophagienne est réalisée avec injection de contraste (9.9 ml de sérum physiologique et 0.1 ml d'air en « émulsion »). Une injection est réalisée en ventilation spontanée et trois lors d'un équivalent de manœuvre de Valsalva. Il est noté un passage massif de micro-bulles dans l'oreillette gauche signant un FOP de grade III à IV. Quelques minutes après cet examen, le patient signale un trouble visuel à type d'hémi-anopsie latérale homonyme gauche signant une atteinte occipitale droite. La tension artérielle est dans les valeurs de la normale de même que la fréquence cardiaque.

Bien qu'une faible fraction des 0.1 ml d'air soit passée dans l'oreillette gauche, on évoque une embolie gazeuse. Une séance de recompression selon la table B30 HélioX suroxygénée est immédiatement réalisée (durée 170 mn avec incursion à une profondeur relative de 30 m en mélange oxygène 60 %-Hélium 40 %). Les symptômes oculaires disparaissent définitivement dès la recompression à 30 mètres. En revanche, en fin de traitement, le patient décrit des paresthésies initialement attribuées à l'inconfort de la position dans le caisson, il est décidé de réaliser une séance D50 HélioX le 14/03, et une séance de type Workman et Goodman (durée 4h35 avec incursion à 18 m relatifs et inhalation d'oxygène) les 15 et 16/03.

Malgré ce traitement et outre les paresthésies, l'examen montre un trouble de la sensibilité épicrotique et thermique sans trouble de la sensibilité profonde. Des séances dites de consolidation de 2 heures à 2.5 atmosphères sont effectuées du 17 au 19/03 inclus.

Au terme de ce traitement, le patient décrit depuis la veille 18 mars, une progression des paresthésies jusqu'aux poignets et aux talons avec insensibilité tactile et douleurs des extrémités avec aggravation lors d'épisodes de céphalées résistantes à l'aspirine. Devant l'absence d'amélioration, l'arrêt du traitement par hyperbarie est décidé. Un traitement par vitamines B1 et B6 est instauré en attendant les résultats de l'IRM cérébrale et de la recherche des potentiels évoqués somesthésiques.

Le traitement initial a comporté 3 séances D50 + 1 séance de 2 heures à 2.5 atmosphère, soit 26 heures de compression

Le traitement effectué après le trouble visuel a comporté 1 séance B30 + 1 séance D50 + 2 séances Wet G + 3 séances de 2 heures à 2.5 ATA, soit 27 heures de compression

L'IRM cérébrale réalisée le 26/03 est normale

Les potentiels évoqués somesthésiques retrouvent une discrète asymétrie surtout d'amplitude à droite au niveau des membres supérieurs et inférieurs)

- **Evolution**

Le patient, revu le 27/03 présente quelques dysesthésies au niveau des doigts, des mains et des pieds.

Le 17/11/2004, le patient bénéficiera d'une fermeture de son FOP avec une prothèse d'Amplatz..

6 mois plus tard, le contrôle électrocardiographique, l'enregistrement électrocardiographique sur 24h et l'ETO sont normales. Le patient est autorisé à reprendre la plongée sous marine après l'arrêt de son traitement antiagrégant plaquettaire.

Le patient est revu le 24 novembre 2005, un an après la fermeture de son FOP. L'évolution fonctionnelle thoracique et neurologique est parfaite malgré la reprise de la plongée à bon rythme.

Le patient est également revu le premier avril 2010, 5 ans et demi après son accident. L'évolution thoracique et neuro-vasculaire est parfaite. L'IRM de contrôle à 5 ans montre l'absence de toute lésion récente

2. ACCIDENT N°19 :04/05/2003 -Goul du Pont – Bourg Saint-Andéol – Ardèche **Accident de type I : ostéo – arthro-musculaire**

a. La plongée

Un plongeur expérimenté de 34ans, se met à l'eau à 11h30 avec un recycleur, combinaison étanche, gilet chauffant et scooter. Descente à 8 m/min jusqu'à la profondeur de 110 m, puis 5 m/min jusqu'à -178 m. Remontée jusqu'à -9 m. Entre -9 m et -6 m le plongeur ressent des douleurs au niveau du quadriceps et au niveau du bras gauche. Il redescend à -9 m (mélange Trimix 50O2/25He) pendant 20 min. Passage 5 min en air et remonte doucement à -6 m. Plus de symptômes. Palier de 3 h à -6 m en alternant 25 min d'O2 pur et 5 min à l'air. Remontée à 2 m/min : réapparition des douleurs au niveau des quadriceps et biceps. Redescend à -6 m et refait 3 cycles de 20 mn d'O2 pur/5min à l'air. Disparition des symptômes. Remontée à 2 m/min, palier de 5 min à -3 m. A 1 m de la surface sensation de gêne musculaire au niveau du bras et de la jambe gauche. Devant la persistance des symptômes, 30 min après avoir fait surface, le plongeur prend un comprimé de Voltarène* 100 mg.

Aucun effort notable n'est à noter pendant la plongée et le patient s'est hydraté pendant la plongée. Le patient rentre chez lui et se couche toujours avec la sensation de gêne musculaire mais sans trouble de la sensibilité.

Le lendemain vers 7h, le plongeur est réveillé par la douleur. Il décide alors de prendre un comprimé de Voltarène* 100 mg et un Aspegic* 250.

b. Au centre hyperbare

12h30, le 5 mai (soit 24 heures après les premiers symptômes, 5h30 après l'apparition de la douleur intense), le patient est pris en charge au centre hyperbare pour sa première séance d'oxygénothérapie hyperbare. Pendant la séance (table D50 Heliox suroxygénée pendant 8h), la douleur augmente lors de la mise en pression jusqu'à -50m, puis la douleur du genou gauche disparaît et la douleur du biceps diminue. Après la séance, la douleur du genou et du biceps disparaissent, mais le patient perçoit une sensation d'ankylose au niveau de la main gauche. Vers 0h30, la main gauche reste ankylosée au niveau des 1^{er}, 2^{ème} et 3^{ème} doigts. A 7h du matin, insensibilité de la main sauf au niveau des 4^{ème} et 5^{ème} doigts.

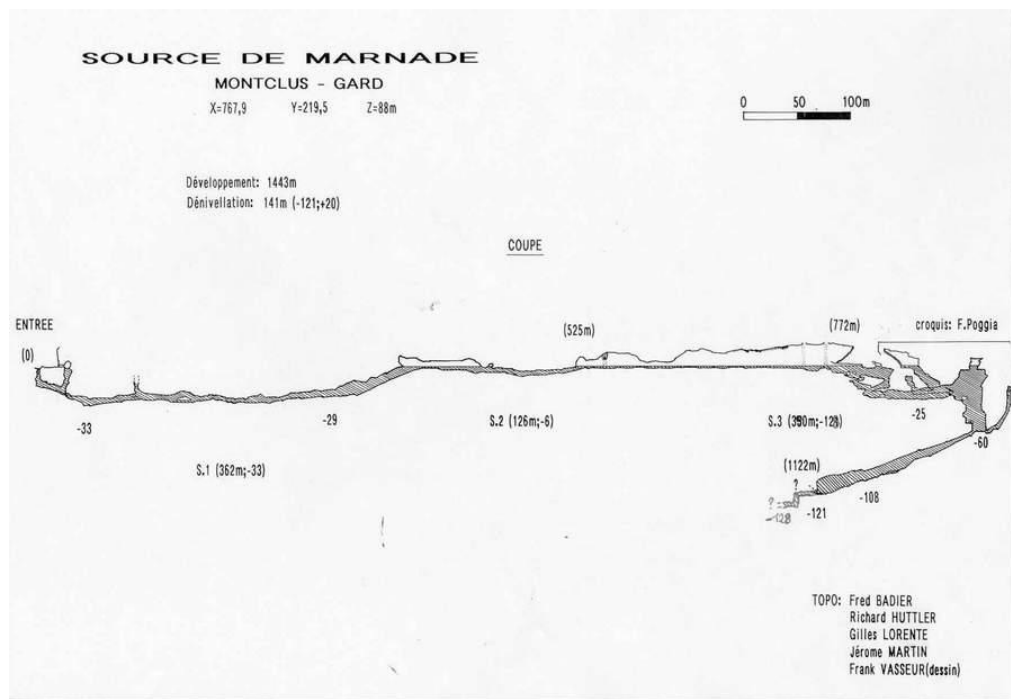
A 12h le 6 mai, douleur de l'avant bras gauche et main ankylosée. On évoque au niveau du genou un ADD de type I et au niveau du bras gauche un accident lié à une compression tronculaire. Le patient bénéficie d'une nouvelle séance d'oxygénothérapie hyperbare D50 Hélioxy suroxygénée.

Le patient aura bénéficié de 2 séances de recompression, soit 16h de traitement

- Le 5 Mai 12h30-20h30 D50 Hélioxy
- Le 6 Mai 12h25-20h30 D50 Hélioxy

Le patient regagne son domicile, les dysesthésies persisteront quelques jours

3. ACCIDENT N°27 : 04/01/2004-Source de Marnade - Montclus - Gard : Accident de décompression médullaire



Topographie n°5 : de la Source de Marnade

a. La plongée

Après 2 plongées en mer les deux jours précédents (Plongée à -25 m à Port Miou le 2 janvier, Plongée à -30 m le 3 janvier à Bestouan), un plongeur âgé de 46 ans, se met à l'eau dans la source de Marnade le 04/01 à 12h15. La profondeur maximale atteinte est de 33 mètres. Durée totale de la plongée 60 min. Palier de 11 min à -3 m. Aucune erreur de procédure n'est à noter. Le patient déclare ne s'être que peu hydraté avant la plongée

A la sortie de l'eau, le patient marche pendant 200 m environ avec la totalité de son équipement (environ 45 kg). Apparition d'une douleur thoracique avec oppression pendant quelques minutes avant de sentir une faiblesse puis paralysie des deux membres inférieurs

l'obligeant à s'allonger, se complétant par une paralysie des deux bras surtout marqué à gauche. Le plongeur respire l'O₂ du bloc de décompression et celui des kits oxygène. Prise de 500 mg d'aspirine et hydratation par voie orale. Le patient est évacué par les pompiers puis hélicoptéré vers l'hôpital de Marseille. A Marseille, transport routier depuis la DZ de la Timone (20 minutes) vers les Urgences de Sainte Marguerite, où le patient patientera deux heures avant d'être transporté en ambulance vers le caisson (à 150 m de là).

b. Au centre hyperbare

L'examen clinique réalisé à l'admission au centre hyperbare de Marseille :

Examen neurologique : conscience normale. Absence de troubles moteurs. Absence de troubles de la sensibilité superficielle ou profonde. de troubles sphinctériens. Segment céphalique normal. Les troubles ont donc disparu sous oxygénothérapie normobare pendant 4 heures.

L'examen cardio-vasculaire est normal mais le patient décrit une douleur thoracique haute

L'ECG est normal ainsi que la radiographie thoracique.

Le bilan biologique est normal

Le patient reçoit 1l de Ringer puis G5% 500cc + Plester. Puis, séance d'oxygénothérapie hyperbare : 2,8 ATA pendant 180 mn (à H+6 de la sortie de l'eau). Le patient sort du caisson à 21h15. L'examen neurologique est normal en sortie de séance.

Evolution clinique à l'hôpital de Marseille

Le 05 janvier, à 8h, avant réalisation de la deuxième séance à 2.5 ATA ; apparition d'une dysesthésie de la face antérieure de la cuisse gauche et diminution de la force motrice du membre inférieur gauche à la marche. Réalisation d'une séance à 2.5 ATA pendant 120 min.

A la sortie récupération motrice complète, persistance simplement d'un trouble sensitif avec sensation de peau cartonnée au niveau de la cuisse gauche. Le reste de l'examen clinique est normal.

Le patient est adressé au centre hyperbare de l'hôpital Edouard Herriot à Lyon où le traitement sera poursuivi. Traitement de sortie : Solupred* 20 mg 3 cp le matin pendant 5 jours, Vastarel* 1 cp 3 fois par jour pendant 1 mois.

Examen clinique à son arrivée au centre hyperbare de Lyon le 05 janvier à 12h (soit J+24h)

Déficit musculaire discret au membre inférieur gauche avec boiterie (topographie crurale gauche). Dysesthésies avec sensation de peau cartonnée.

Le patient bénéficiera d'une oxygénothérapie hyperbare à 18h (J1+4h) : Table D50 HélioX pendant 8h. Fin de séance à 2h40 le 06 janvier. L'examen clinique après la première recompression retrouve une diminution des dysesthésies de la face antéro externe de la jambe gauche. Le patient décrit un membre inférieur gauche « plus léger ».

Le traitement par Vastarel*, Solupred* et Aspegic 250 mg est poursuivi et une nouvelle séance d'oxygénothérapie hyperbare Table D50 HélioX sera réalisée le jour même à 12h20 (J+2). Fin de séance à 20h15.

Le 07 Janvier à 13h40 (J+3) Nouvelle compression Table Workman et Goodman

Le 08 Janvier à 8h (J+4) Nouvelle compression Table Workman et Goodman

Après deux recompressions D50 HélioX et deux Table Workman et Goodman, le patient est examiné : on note l'amélioration clinique progressive au fil des différentes séances. Il n'existe plus de dysesthésies ni de sensation de peau cartonnée. La boiterie a disparu. Le patient ne se plaint plus que d'asthénie.

Le patient aura une dernière séance de 2h à 3.5 ATA de consolidation le 09 janvier 2004

Le patient aura donc bénéficié de 7 séances de recompression depuis sa prise en charge médicale

A Marseille : 2,8 ATA pendant 180 min puis 2.5 ATA pendant 120 min

A Lyon : 27 heures de recompression du 05 au 09 Janvier :

- Le 05/01/2004 18h05-2h10 Table D50 HélioX
- Le 06/01/2004 12h20-20h15 Table D50 HélioX
- Le 07/01/2004 13h30-18h05 Table Workman et Goodman
- Le 08/01/2004 7h55-12h35 Table Workman et Goodman
- Le 09/01/2004 14h10-16h10 2h à 2.5 ATA

Le patient aura donc bénéficié de 32 h de traitement par oxygénothérapie hyperbare

Le 09 janvier 2004 : P.E.S : potentiels évoqués somesthésiques sont normaux

Le 09 janvier 2004 : Echographie transthoracique ETT : Pas d'anomalie du septum interauriculaire décelable en ETT. A l'épreuve de contraste, forte suspicion d'un Foramen ovale perméable avec visualisation d'un minime shunt droit gauche lors des épreuves de Valsalva.

Le 14 janvier 2004 : IRM de l'encéphale et de la moelle épinière : au niveau encéphalique, pas de dilatation ventriculaire ni anomalie parenchymateuse. Il n'y a pas d'hyper-signaux suspects à ce niveau. Au niveau de la moelle épinière cervico-dorsale l'examen ne montre pas de lésion évidente. A noter une petite protrusion discale minime postérieure au niveau C6-C7

Le 29 septembre 2004 : Une échographie doppler de l'artère carotide gauche avec injection intra veineuse périphérique de 5ml de produit de contraste « LEVOVIST * » est réalisée. Le temps entre l'injection périphérique et le passage du produit de contraste détecté sur le doppler au niveau de la carotide gauche est de 12 secondes. Cette latence ne permet pas de conclure quant à l'existence ou non d'un foramen ovale perméable.

Le 11 octobre 2005 : Réalisation d'une nouvelle ETT. Lors de l'injection de microbulles avec épreuve de Valsalva, on ne note pas de passage de microbulles de l'OD vers l'OG. L'examen est complété par une E.T.O. Lors de l'injection de microbulles par voie périphérique, avec un examen correctement réalisé, aucune bulle n'est visualisée dans l'oreillette gauche. L'examen échographique n'est donc pas en faveur d'un foramen ovale perméable.

Le patient cessera de plonger définitivement.

4. ACCIDENT N°43 : 27/09/2005-Source du Castor – Saint Remèze – Ardèche : Accident de décompression de type cochléaire : Surdité brusque.

Admission le 27 septembre d'un plongeur de 41 ans , plongeur depuis 20 ans, niveau MF1 totalisant environ 2000 plongées avec 10 années de pratique de plongée aux mélanges, plongeant en moyenne 30 ou 40 fois par an dont 80 % de plongées souterraines et le reste en eaux chaudes. Profondeur maximum atteinte : 161 m au mélange Trimix. Utilisation du recycleur depuis 5 ans.

a. La plongée

Le 24 septembre, le patient accède au site de plongée en canoë. Descente dans les gorges de l'Ardèche, puis remontée de la rivière en canoë pendant 10 mn (remontée qualifiée de non fatigante) Immersion vers 11 heures. Equipement : 2 recycleurs, combinaison étanche, ordinateur VR3, utilisation de Trimix avec un mélange « fond » de 21/38/41, propulseur.



Photos n° 6 à 9 : Source du Castor sur les bords de l'Ardèche. Accès en canoë et entrée de la galerie

Descente progressive sans problème en 20 min jusqu'à une profondeur de - 69 m avec utilisation de Nitrox 30 puis de Trimix 21/38. Le profil de la cavité entraîne une remontée à - 41m. Apparition d'une gêne indéfinissable au niveau des oreilles obligeant à une redescente de quelques mètres avec manœuvre de Valsalva. Poursuite de la progression jusqu'à une profondeur de -15 m et arrêt : gêne respiratoire, difficulté de déglutition, sensation d'air chaud ; le patient pense à une hypercapnie car la chaux sodée du recycleur n'a pas été changée.

Retour au point bas à -69 m ; confusion, perte du fil d'Ariane, gêne respiratoire. Malgré l'hypothèse d'une hypercapnie, le plongeur est suffisamment confus pour le pas avoir le réflexe de passer sur le deuxième recycleur et passe sur un circuit ouvert avec un mélange Trimix avec 28 % d'oxygène ($PpO_2 = 2.2$ ATA donc hyperoxie). Remontée au propulseur jusqu'à -50 m. A nouveau utilisation du recycleur avec changement de recycleur et utilisation d'un mélange Nitrox. Immédiatement après, amélioration des signes cliniques signant une hypercapnie.

Sortie à 15h sans problème particulier : retour en canoë, un peu de fatigue lors du portage et remontée au parking sur un trajet de 40 min.

Les premiers symptômes surviennent le lundi 26 septembre vers 15h, à type de gêne de l'oreille droite avec acouphènes. Le lendemain, le patient décrit une surdité et un audiogramme est réalisé observant une surdité de perception à -65 dB à droite constatée chez l'ORL. L'examen des tympanes ne montre pas d'anomalie. Prise de 250mg d'Aspirine*.

b. Au centre hyperbare

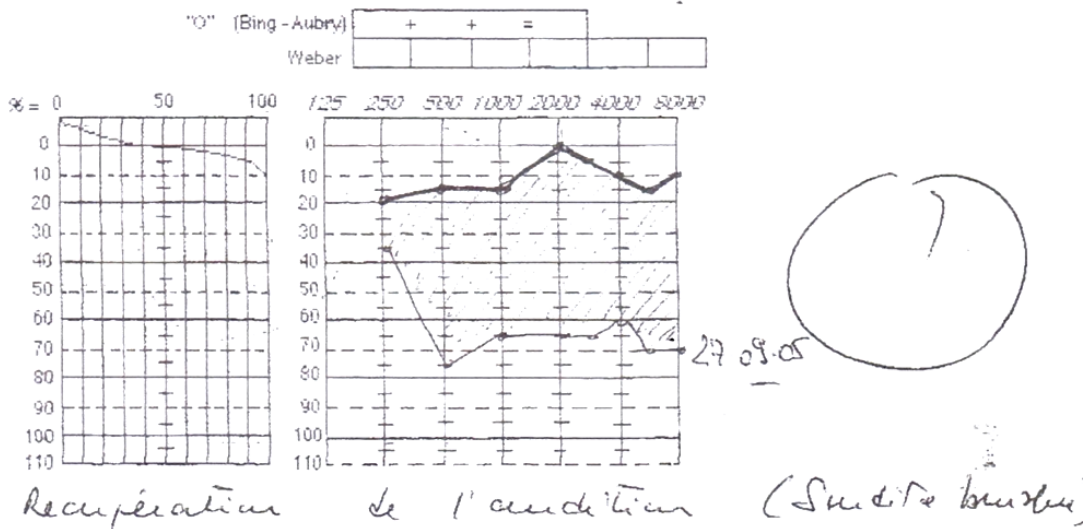
Le patient se rend au centre de médecine hyperbare. Le scanner des cochlées préalable à la première séance n'a pas montré de pneumo-labyrinthe droit. La seule anomalie constatée est la présence d'une hyperplasie des cellules ethmoïdales ainsi que la présence d'un polype du fond du sinus maxillaire droit, pouvant avoir un retentissement sur la filière de la trompe d'Eustache.

La première séance de compression est débutée le 28 septembre à 1h30, soit 32 heures après le début des symptômes Il s'agit d'une table D50 HélioX suroxygénée (durée de 8 h avec incursion à une profondeur de 50 m et inhalation d'un mélange oxygène-Hélium pour une PpO_2 comprise entre 2.4 et 2.8 ATA). Dans les pressions élevées le patient ressent une amélioration de l'audition, puis une nouvelle dégradation lors de la décompression. Une deuxième table de profil identique (mais limitée à une profondeur de 30 m pour des raisons techniques) est effectuée dans la soirée du 28 septembre. Une troisième table identique à la première est effectuée le 29 septembre : à l'issue de ce traitement le patient ressent une amélioration clinique objectivée par la possibilité d'entendre une conversation téléphonique, mais l'acouphène persiste. Un audiogramme réalisé le 30 septembre, confirme l'amélioration.

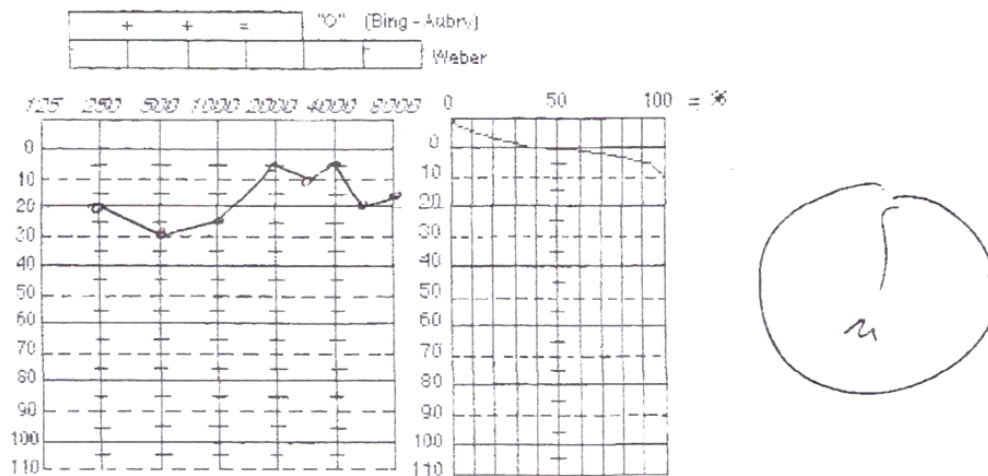
Le reste du traitement comporte 2 séances de type USNavy 6 (durée 5 heures) , puis 2 séances de consolidation à la suite desquelles le patient nous signale avoir totalement récupéré son audition avec disparition de l'acouphène.

AUDIOGRAMME du 03/10/2015 : Comparaison avec celui du 27/09/2005

OD



OG



En conclusion : accident de décompression de type cochléaire probablement favorisé par une hypercapnie sur défaut de chaux sodée, fatigue et profil de plongée nécessitant des manœuvres de Valsalva. Traitement tardif 32 heures après l'apparition des premiers symptômes. Récupération ad integrum.

Au total, le patient aura bénéficié de 7 séances de recompression.

- 3 séances de recompression selon les tables D50 HélioX (la 2^{ème} transformée en D30 du fait d'un problème technique de la chambre de décompression)
- 2 séances de recompression selon les tables Workman et Goodman
- 2 séances de recompression de 2 heures à 2.5 ATA

Le traitement aura donc comporté 30 heures de recompression.

**5. ACCIDENT N°71 : 09/05/2010 – Goul du Pont – Bourg Saint-Andéol - Ardèche :
Accident ostéo-athro-musculaire**

a. La plongée

Un plongeur de 45 ans, plongeur depuis 27 ans, ayant effectué plus de mille plongées, avec une profondeur maximum de 80 mètres à l'air sans accident ou incident se met à l'eau le 8 Mai 2010. Le week-end précédent, le patient effectue des travaux en milieu confiné sans protection et subit une très vraisemblable intoxication par le monoxyde de carbone. En effet les symptômes présentés ont été une sensation de malaise, avec céphalées violentes, nausées, vertiges et asthénie avec difficultés à retourner à son domicile. Les symptômes se sont estompés en un à deux jours.

Le 8 Mai, donc, plongée au Goul du Pont. L'équipement comporte une combinaison étanche qui présente une infiltration d'eau au niveau de l'épaule droite et un équipement (blocs Bi-18l 180 bars gonflé à l'air, éclairage, propulseur, lest) pesant un peu plus d'une centaine de kilogrammes. Mise à l'eau à 11h30 avec profondeur maximum atteinte de 65 mètres. La durée totale de la plongée est de 74 min (palier de 6 min à 6m et de 30 min à 3 m) ; on note un yoyo lors de la remontée entre 30 et 50 mètres (-63 m ; -30 m ; -50 m ; -12 m) et une narcose prononcée dans la zone des 40 mètres décrite par le patient, lors de sa descente (il décidera tout de même de poursuivre jusqu'à -63 m, profondeur à laquelle il restera 15 min). La remontée s'effectue à vitesse rapide, au propulseur, dirigé de la main droite. La sortie de la vasque est effectuée sans effort majeur, en dehors du portage du matériel et sans symptôme immédiat.

Une heure après la sortie, alors que le plongeur regagne son domicile en voiture, il ressent ce qu'il estime être une douleur de l'ensemble du membre supérieur droit, incluant l'épaule, dont l'intensité lui empêche de passer les vitesses. Dans la soirée (à 23h), cette douleur est décrite comme celle d'un membre qu'on arrache et le patient est transféré sous oxygène pur au centre de médecine hyperbare de l'hôpital Edouard Herriot à Lyon.

b. Au centre hyperbare

L'examen initial rapide du fait de l'intensité de la douleur, ne retrouve pas de déficit moteur ou d'autre trouble neurologique. Le diagnostic initial semble être celui d'un accident de type I à type de Bends dans la mesure où on relève le froid occasionné sur l'épaule droite par la fuite de la combinaison étanche et la sollicitation importante de cette articulation pour la conduite du propulseur. Cependant, du fait de la présence simultanée d'un patient présentant une embolie gazeuse dans la chambre hyperbare, la première table thérapeutique est beaucoup plus « lourde » que celles habituellement utilisées pour traiter les bends. Il s'agit d'une table C50 HélioX (d'une durée de 6 heures avec incursion à une profondeur de 50 mètres et inhalation d'un mélange oxygène hélium avec une PpO₂ comprise entre 2.4 et 2.8 ATA) qui est débutée 14 heures après le début des symptômes (le 9 Mai à 3h45). La douleur aurait diminué lors du passage à 50 mètres, puis serait revenue identique en fin de séance. Cependant, cette douleur diminue en partie au cours de la journée du 9 Mai.

Le 10 Mai et pour la même raison que précédemment, le patient bénéficie d'une recompression avec table de type D50 HélioX (d'une durée de 8 heures avec incursion à une profondeur de 50 mètres et inhalation d'un mélange oxygène hélium avec une PpO₂ comprise entre 2.4 et 2.8 ATA). Cette recompression permet de diminuer la douleur au niveau de l'épaule, alors qu'il persiste ce qui est décrit comme une gêne au niveau de l'ensemble du membre supérieur droit.

Cette « résistance » à un tel traitement fait douter de la réalité d'un bords et on évoque la possibilité d'un accident central avec mise en jeu d'un shunt droite-gauche. De fait, un examen neurologique fin retrouve une franche diminution de la force musculaire au niveau de l'ensemble du membre supérieur. Le traitement complet comprend alors 5 séances de recompression totalisant 27 heures.

- Le 9 Mai 3h45 à 9h45 Table C50
- Le 9 Mai 16h25 à 0h25 Table D50 HélioX
- Le 10 Mai 19h à 23h 40 Table Workman et Goodman
- Le 11 Mai 17h10 à 23h15 Table C50
- Le 13 Mai 8h à 10h 2h à 2.5 ATA

Au terme de ce traitement, la symptomatologie initiale a disparu et le patient regagne son domicile le 13 Mai.

Le 21 Mai 2010, une échographie avec injection de contraste bullaire par ETT est réalisée. La visualisation du septum interauriculaire par voie sous xyphoïdienne est mauvaise, mais l'épreuve de contraste au sérum salé est négative couché et debout.

Le 08 Juin 2010, une échographie trans-oesophagienne est réalisée. Le septum interauriculaire est normal sans anévrysme. Il n'y a pas de foramen ovale perméable. Il n'est pas mis en évidence de shunt droite-gauche à l'épreuve de contraste avec Valsalva.

L'IRM cervicale et de l'encéphale réalisée le 17 Mai 2010 n'a pas montré d'anomalies de signal, tant intra médullaire que dans l'encéphale.

Le 18 Mai IRM de l'épaule droite Anomalie de signal hyperintense et hétérogène de l'os spongieux du tiers supérieur de l'humérus (œdème intra-osseux ?) sans anomalie de la sphéricité de la tête humérale.

Il s'agit donc bien d'un accident de type I, ostéo-articulaire (bords) et la diminution de la force musculaire était en fait liée à la douleur.

Cependant une telle anomalie à l'IRM peut avoir deux causes qu'il conviendra de distinguer :

- Soit un aspect œdémateux de l'os car l'examen a été relativement précoce
- Soit une ostéonécrose débutante liée à des accidents de plongée antérieurs et passés relativement inaperçus. Il faudra donc effectuer une nouvelle IRM à 2 mois

6. ACCIDENT N° 81 : 07/04/2010 – Goul du Pount – Bourg Saint-Andéol – Ardèche : Accident ostéo-arthro-musculaire.

a. La plongée

Un plongeur de 47 ans, niveau 3, plongeur professionnel avec plus de 3000 plongées derrière lui depuis 20 ans, habitué aux grandes profondeurs, puisque la profondeur habituelle d'évolution est à -150 m, se met à l'eau à 10h20 au Goul du Pont, pour une plongée « classique » à -150 m de profondeur. Le plongeur déclare avoir eu des nuits peu reposantes depuis quelques temps en rapport avec un stress professionnel important, et avoir effectué une course à pied plus soutenue que d'habitude 4 jours plus tôt. Il présente encore des courbatures en rapport avec cet effort soutenu, avant la plongée.

Le matériel utilisé est un bi recycleur SCR qu'il utilise depuis plusieurs années, un propulseur, un chauffage et un Pénilex*. Les mélanges redondant pour la décompression, avec oxygène, Nitrox 60, Trimix 30/20, Trimix 21/50, Trimix 15/60, Trimix 12/70 sont préparés pour cette plongée.

Gaz utilisés à l'aller

- 0 - 21 m : Nitrox 50
- 21 - 36 m : Nitrox 30
- 36 - 85 m : Trimix 13/50
- 85 – 150 m : Trimix 8/75

Gaz utilisés au retour

- 150 -120 m : Trimix 8/75
- 120 - 85 m : Trimix 10/65
- 85 - 51 m : Trimix 13/50
- 51 - 36 m : Trimix 21/20
- 36 - 21 m : Nitrox 30
- 21 - 6 m : Nitrox 50

De - 6 m à la surface, le plongeur est respire de l'O₂ pur, avec rinçages au Nitrox 50 toutes les 20 minutes

A - 9 m, il signale une anomalie dans son chauffage. Il a froid. La batterie est changée, mais il a toujours froid. A posteriori, il pense que ce sont les premiers signes d'un problème qu'il n'a pas perçu sur le moment. Les paliers terminés, il remonte doucement, mais apparaissent alors des nausées. Il s'arrête à -3m, mais les nausées ne cèdent pas. Il décide de sortir. Durée de plongée 260 minutes, Profondeur maximum atteinte : - 150 m. Température de l'eau 12.5 °C. Durée de plongée au-delà de 100 m :15 min. Fin de plongée 14h40.

A la sortie de l'eau, il ressent une grande asthénie et il se laisse déséquiper de ses 8 bouteilles qu'il porte sur lui. Il s'allonge 30 min au soleil pour se réchauffer, avec toujours cette sensation de malaise et de nausées persistantes. Le plongeur prend 1g d'Aspirine à 16 h.

Retour à domicile à 18 h. Extrêmement fatigué, le plongeur se couche tôt, prise de 500 mg d'aspirine à 21h30, mais à 22 h, réveil subit avec nausées et douleurs au niveau des deux épaules. Il aperçoit une « tache » cutanée au niveau de la face interne du genou droit.

Il contacte le centre hyperbare de Lyon et le SAMU. Evacuation par hélicoptère. Pendant le transport, aggravation de la gonalgie droite.

b. Au centre hyperbare

L'examen clinique retrouve à son arrivée :

- Mouton au niveau de la face interne du genou droit d'aspect purpurique et arthralgies diffuses. Il n'existe pas de déficit moteur segmentaire, ni déficit sensitif.
- Il n'y a pas de céphalée, ni otalgie
- Pas de dyspnée, ni signe de barotraumatisme.

Le patient bénéficiera d'une séance de recompression de type D50 HélioX à 1h20 le 7 Avril, (soit 10h40 après les premiers signes). Sortie de séance à 9h20.

Examen clinique en sortie de séance : Persistance de l'asthénie. Plus de nausées, les myalgies au niveau des deux bras sont toujours présentes. La gonalgie droite à presque disparu, mais l'atteinte cutanée à la face interne du genou persiste. L'examen neurologique reste normal. Le traitement par Aspegic* 250 mg est poursuivi ainsi que la réhydratation.

Le patient sera à nouveau recomprimé le 8 Avril à 2h10 (19h après la fin de la première séance) avec une table C50 pendant 6h (la table D50 HélioX était prévue, mais les urgences en cours de traitement ont imposé une recompression différente.). A la fin de la séance, il persiste quelques myalgies résiduelles aux deux bras, bien calmées par l'Ixprim*. On constate la résorption de l'atteinte cutanée.

Le patient bénéficiera de deux autres séances de recompression : le 8 Avril à 22h55 Table Workman et Goodman pendant 4h30 et le 11 Avril 2h à 2.5 ATA

Le traitement aura donc nécessité 4 séances d'oxygénothérapie hyperbare : 20h30 de recompression

- Le 7/04/2010 1h20-9h20 Table D50 HélioX
- Le 8/04/2010 2h10-8h15 Table C50 HélioX
- Le 08/04/2010 22h55-3h30 Workman et Goodman
- Le 11/04/2010 8h-10h 2h à 2.5ATA

Le patient a regagné son domicile. La plongée a été contre-indiquée pendant 1 mois.

Le 26/05/2010 IRM du genou droit : Pas d'hypersignal ou d'image en flammèche pouvant faire évoquer des séquelles d'infarctus ou d'infarcissement osseux sur embolie gazeuse.

Le patient a repris la plongée 2 mois après l'accident.

II. ANALYSE

- 6 patients, victimes d'accident de plongée souterraine ont été pris en charge au centre hyperbare de Lyon de 2000 à 2014. Tous les patients sont des hommes. La moyenne d'âge est de 42 ans, pour des patients âgés de 34 à 47 ans.
- Les plongeurs ne présentaient pas d'antécédents médicaux particuliers en dehors d'une surcharge pondérale pour les accidents N°18 (et un syndrome d'apnée du sommeil récemment appareillé) et N°71.
- Deux patients ont été pris en charge en 2003, un en 2004, un en 2005, un en 2010 et un en 2014.
- Les accidents ont eu lieu sur 4 sites de plongée différents
 - Source bleue Dortan (Région RABA : Ain) : 1
 - Source de Marnade (Région Midi Pyrénées Languedoc Roussillon) : 1
 - Source du castor (Région RABA : Ardèche) : 1
 - Goul du pont (Région RABA : Ardèche) : 3
- Les délais de prise en charge entre l'accident et la recompression sont trop longs
En effet le délai entre l'accident et l'entrée dans le caisson est en moyenne de 15h. Même dans le cas N°27, où il s'agit d'un accident médullaire avec tétraparésie initiale, le délai de prise en charge est de 6 heures. Le délai le plus court est de 4h45, pour l'accident N°18, accident cochléo-vestibulaire, mais ce délai paraît encore excessivement long. Dans ces deux cas d'accidents graves (de type II), on retient le passage inutile dans un service intermédiaire, avant le centre d'oxygénothérapie hyperbare. Dans les autres cas, on retrouve souvent la notion « d'intervalle libre », intervalle de temps où le plongeur ressent des symptômes qu'il néglige ou met sur le compte de la fatigue de la plongée et qui, brutalement s'aggravent quelques heures plus tard. C'est le cas pour l'accident N°19, N° 71 et N°81. Même l'accident N°43, qui n'a pas présenté de symptômes bien clairs pendant ou juste après la plongée, laissera 32 h s'écouler avant d'être pris en charge pour son accident de type cochléaire, même après avoir constaté la perte de l'audition de l'oreille droite (passage chez l'ORL avant d'être dirigé sur le centre hyperbare).
- Les plongeurs victimes d'accidents pris en charge au centre hyperbare de Lyon, sont tous des plongeurs aguerris. 5 plongeurs sont qualifiés Trimix et totalisent un nombre de plongées souvent au-delà de 1000.
- La profondeur moyenne des plongées est de – 89 m, pour des plongées allant de -33 m à -178 m. 3 plongeurs ont plongé à l'air N°18, N°27 et N°71 (profondeur de -65 m pour cet accident), les 3 autres aux mélanges.
On peut remarquer que les deux accidents de type II, concernent les 2 plongées les moins profondes, et que les plongeurs victimes de ces accidents graves plongeaient à l'air.
- Les accidents se répartissent comme suit :
 - Un accident cochléo-vestibulaire
 - Un accident de décompression médullaire
 - Un accident cochléaire avec surdité brusque
 - Trois accidents ostéo-arthro-musculaire

- Les examens complémentaires ont retrouvé dans les accidents de type II, un seul cas de FOP pour l'accident N°18, et un FOP douteux (à l'ETT) pour l'accident N°27 qui ne sera pas confirmé par la réalisation d'examens ultérieurs (ETO)
- Les durées de traitement :

	N° Accident	D50 HélioX	W&G	D30	C50	B30	2h/ 2.5 ATA	180mn 2,8 ATA	Total Nbe de séances	Total en Heures
Artho-musculaire (3)	N°19	2	-	-	-	-	-	-	2	16
	N°71	1	1	-	2	-	1	-	5	27
	N°81	1	1	-	1	-	1	-	4	20,5
Cochléo-vestibulaire	N°18	3+1	2	-	-	1	1+3	-	4+7=11	53 (26+27)
Cochléaire	N°43	2	2	1	-	-	2	-	7	30
Médullaire	N°2	2	2	-	-	-	1+1	1	7	32

Le nombre de séance et les durées de traitement sont largement plus importantes pour les accidents de décompression (ADD) de type II que pour les ADD de type I. Les ADD de type I totalisent en moyenne 21 heures de recompression. L'accident N°71 a été plus recomprimé que les autres, parce qu'un doute concernant un ADD mixte à fait choisir un protocole d'oxygénothérapie hyperbare plus « lourd ».

Les ADD de type II ont une durée moyenne de recompression de 29 heures. Le patient « N°18 » totalise 53 heures d'oxygénothérapie hyperbare, car il a été traité pour son ADD cochléo-vestibulaire d'une part (26 heures de traitement), et a du malheureusement être traité à nouveau, du fait d'une embolie gazeuse iatrogène lors de la recherche d'un foramen ovale perméable (7 séances (27 heures) supplémentaires) d'autre part.

Tous les patients (Type I et II) ont bénéficié de table de recompression profonde, 5 patients sur les 6 ont également été traité selon les tables Workman et Goodman (W&G) et ont eu entre 1 séance (ADD Type I) et 4 séances (ADD type II) de consolidation à 2.5 ATA.

L'accident N° 27 a été traité dans deux centres hyperbare différents, Marseille (180 min à 2.8 ATA + 2h à 2.5 ATA) puis Lyon pour la poursuite de sa prise en charge (2 tables D50, 2 tables W&G puis une séance de consolidation à 2.5 ATA)

Tous les patients traités ne gardent aucune séquelle physique de leur accident.

- Un seul plongeur (accident N°19) a fait un essai de recompression thérapeutique lors de l'apparition des douleurs à -9 m : « Entre -9 m et -6 m le plongeur ressent des douleurs au niveau du quadriceps et au niveau du bras gauche. Il redescend à -9 m (mélange Trimix 50O2/25He) pendant 20 min. Passage 5 min en air et remonte doucement à -6 m. Plus de symptômes. Palier de 3 h à -6 m en alternant 25 min d'O2 pur et 5 min à l'air. Remontée à 2 m/min : réapparition des douleurs au niveau des

quadriceps et biceps. Redescend à -6 m et refait 3 cycles de 20 min d'O₂ pur/5min à l'air. Disparition des symptômes. Remontée à 2 m/min, palier de 5 min à -3 m. ». La réapparition de la douleur après un intervalle libre de quelques heures, le contraindra à se faire traiter de manière plus « conventionnelle ».

On observera ce type de recompression par ré-immersion à 5 reprises en étudiant l'ensemble des accidents en France pour la période étudiée. Le prochain chapitre fera le point sur ces techniques de ré-immersion.



Photo n°10 : La nouvelle chambre hyperbare de l'hôpital Edouard Herriot : 2015

**LA RECOMPRESSION
THERAPEUTIQUE PAR IMMERSION
METHODES ET PRATIQUES DES
PLONGEURS SOUTERRAINS
EN FRANCE DE 2000 A 2014**

I. LES METHODES DE RECOMPRESSION THERAPEUTIQUE PAR IMMERSION (RTI)

1. INTRODUCTION

Les méthodes de recompression thérapeutiques par immersion ont été développées et utilisées de manière plus ou moins empirique, par les plongeurs pêcheurs de coquillages originaires d'Hawaï ou d'Australie. L'étude de la pratique de la plongée à l'air, chez ces plongeurs a montré que lorsque ceux-ci étaient victimes d'accident de désaturation et n'ayant pas la possibilité d'être évacués vers un centre hyperbare, ils se réimmergeaient immédiatement après l'apparition des premiers signes jusqu'à une profondeur où ces signes disparaissaient. Il semblerait, d'après les rares études consacrées à ces pratiques, qu'elles auraient donné d'excellents résultats.[17]. Ces méthodes s'adressent avant tout aux plongeurs disposant de la capacité de se réimmerger en respirant de l'oxygène pur et sans possibilité de recompression thérapeutique en caisson dans des délais raisonnables.

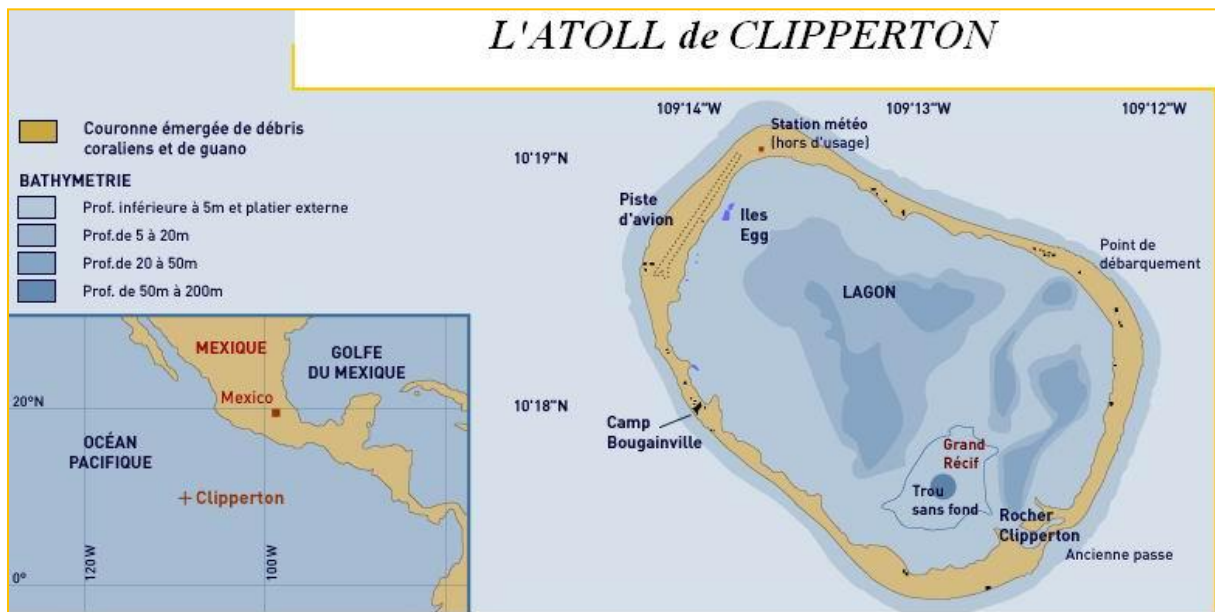
La grande majorité des pêcheurs plongeurs est pauvre et n'a aucune formation aux risques de la plongée. La méconnaissance des techniques de plongée maîtrisées en occident est la cause principale des nombreuses morts et paralysies permanentes. De très nombreux pêcheurs pauvres utilisent, au Vietnam, la plongée pour gagner leur vie et sont obligés d'aller de plus en plus profondément car les produits de la mer se font rares dans les faibles profondeurs [1][11][25][26]. Dans ces villages, un groupe constitué de plusieurs familles est propriétaire d'un bateau. Un capitaine diplômé est désigné, il est aussi le plus souvent, le chef de plongée (en général sans aucune formation en plongée ou en secourisme). Il va organiser une campagne de pêche de quatre semaines, à deux ou trois jours de navigation, pour laquelle il recrute une douzaine de pêcheurs plongeurs de son village. Le fruit de la vente de la pêche est partagé entre propriétaires, capitaine et plongeurs sur des pourcentages fixés au départ. Un pêcheur plongeur qui fait une dizaine de campagnes de pêche par an peut arriver à faire vivre sa famille.

L'Association Française d'Entraide pour les Sciences de la Vie (l'AFEPS) [1] dispose d'un groupe de spécialistes et de chercheurs dans le domaine du secourisme appliqué à la plongée et de la médecine subaquatique et hyperbare. En 1998, l'Institut Pasteur de NHA TRANG sollicite cette association. Les médecins de cet Institut ont constaté qu'il y a un grand nombre de morts et de paralysés en relation avec la pratique de la pêche en plongée sur narghilé. Depuis les années quatre-vingt, les pêcheurs couplent un petit compresseur au moteur de leur embarcation et peuvent ainsi respirer sur un narghilé et plonger à plus de cinquante mètres. Cette pratique est une catastrophe humaine et écologique. Il y a, au minimum, 5 % de mortalité et de morbidité (paralysies diverses).[49][50][51].

Jusqu'en 2002 l'AFEPS a proposé de former les médecins des gens de mer à la médecine de plongée [1], afin qu'ils instruisent les pêcheurs plongeurs des dangers de leur travail et des moyens de remédier aux principaux accidents. Des fiches plastifiées ont été éditées, en vietnamien, proposant des tables de plongée adaptées à la pratique locale.

Les résultats ont été modestes, les médecins formés étant peu intéressés par le sort des pêcheurs-plongeurs. À partir de 2004, trois médecins de l'Institut National de Médecine Maritime de HAÏ PHONG ont été formés à BREST, à l'hôpital de la Cavale Blanche. Cet institut, créé en 2000 devait répondre aux problèmes sanitaires que posaient les pêcheurs plongeurs. Les médecins vietnamiens ont été formés à la plongée par un moniteur de l'association.

En 2005, J-E BLATTEAU passe en revue les différentes méthodes de RTI, les avantages et les indications éventuelles disponibles dans la littérature médicale, dans le cadre de l'expédition du Dr JL ETIENNE, expédition de 4 mois en situation d'isolement sur l'atoll français de Clipperton, dans le Pacifique Nord Est [17]. L'objectif de la mission était de dresser un inventaire exhaustif de l'écosystème de cet îlot désertique de 12km de circonférence habité par des milliers d'oiseaux et des millions de crabes. Un important programme d'exploration sous-marine en mer et dans le lagon entièrement fermé faisait partie des travaux scientifiques prévus.



CLIPPERTON : Un atoll isolé dans l'océan Pacifique à 1300 km au large des côtes mexicaines

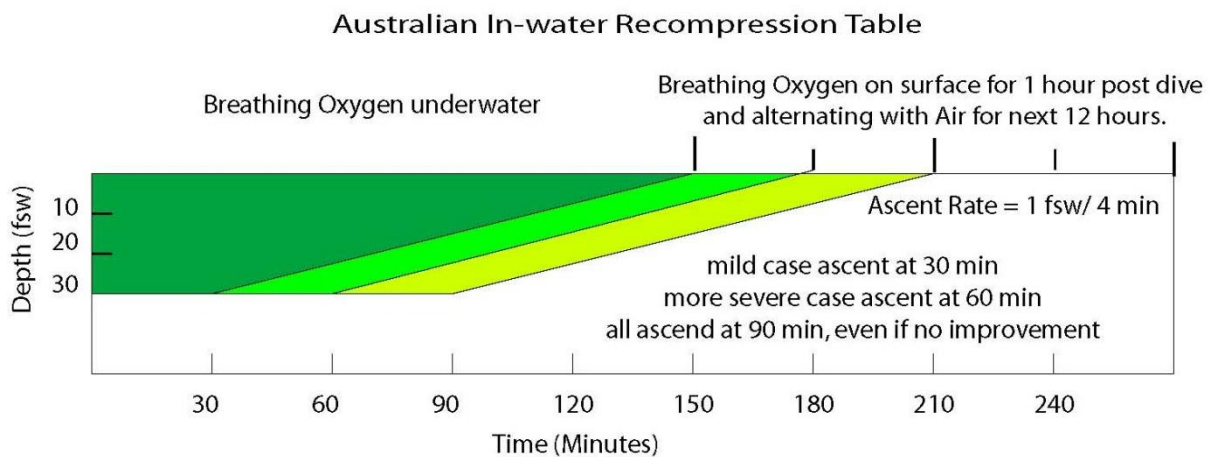
Les conditions d'isolement étaient extrêmes, puisque l'accès à l'atoll n'était possible qu'après une traversée en mer de trois jours, et uniquement lorsque les conditions de marée le permettaient. Les plongées d'exploration ont été organisées jusqu'à une profondeur maximum de 60 m à l'air et également en recycleur à PpO₂ régulée. La recherche d'un centre hyperbare vers le Mexique, l'archipel des Galapagos ou même San Diego et surtout d'un moyen d'évacuation a confirmé la difficulté d'évacuation rapide en cas de nécessité car plus de 24 heures étaient nécessaires pour évacuer une victime d'accident. L'achat ou la location d'un caisson de transport ont été écartés essentiellement en raison du coût.[17]. Le délai de recompression est un facteur pronostique dans la prise en charge des accidents de décompression [33][9], l'échec du traitement s'explique souvent par un délai d'accès au caisson trop long. Nous avons déjà évoqué la question, lors des chapitres précédents, à propos

des accidents de plongée souterraine, et la problématique est encore plus importante dans le cas de l'Atoll de Clipperton.[17].

La recompression thérapeutique par immersion en cas d'accident de décompression a donc été retenue pour cette expédition, compte tenu des conditions locales (température de l'eau), de la disponibilité d'importantes capacités d'oxygène et de la présence d'un lieu abrité dans le lagon. Le paragraphe suivant expose les différentes tables de recompression par réimmersion publiées dans la littérature, avant qu'un protocole spécifique ne soit élaboré pour cette mission scientifique.

2. PROTOCOLES DE RTI DANS LA LITTÉRATURE [3][17][28][29][30][37]

a. La méthode Australienne



1 foot sea water (15°C) = 0.3043214507188 meter sea water

Méthode de recompression thérapeutique par immersion « australienne », à la profondeur maximale de neuf mètres sous oxygène pur (30,60 ou 90 minutes) avec remontée linéaire lente.[Gene Hobbs]

Le plongeur accidenté assisté du plongeur de soutien descend jusqu'à -9 m (30 pieds : 30 fsw) à l'O₂ pur :

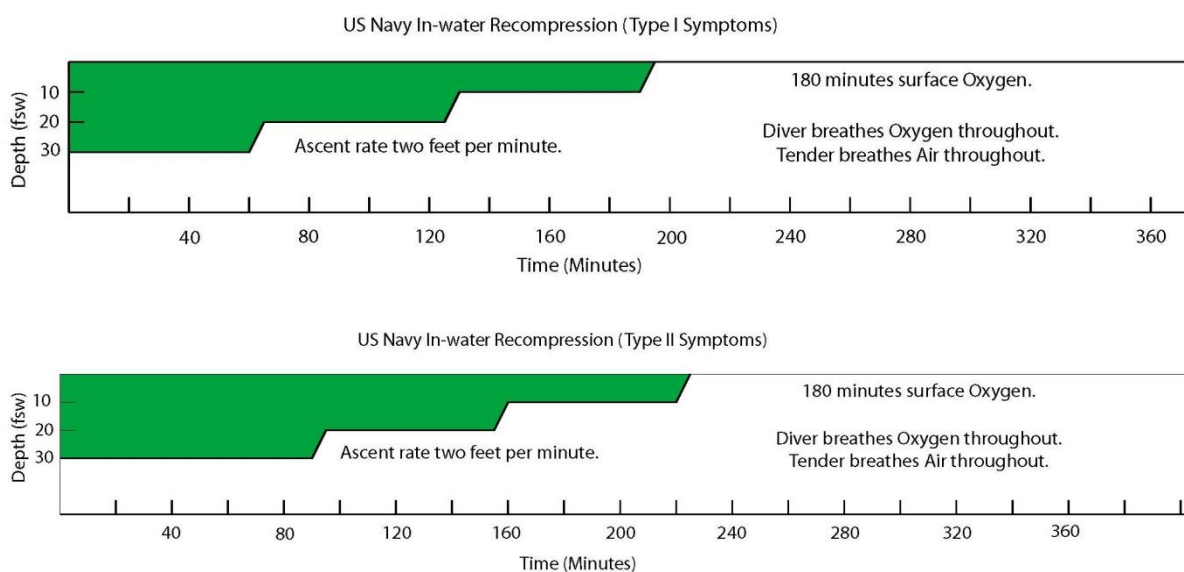
- 30 min dans les accidents de type I
- 60 min dans les accidents de type II

Si les symptômes persistent la durée est augmentée de 30 min. Dans tous les cas au bout de 90 mn, remontée à une vitesse linéaire d'un mètre toutes les 12 min (1fsw/4min). Si les signes apparaissent de nouveau lors de la remontée, palier de 30 min à la profondeur d'apparition.

Durée totale de la procédure : 2h36 à 3h06

En surface, respiration en alternance : une heure O₂ pur, une heure d'air, pendant 12h.

b. La méthode de l'US Navy



Méthode de recompression thérapeutique par immersion de l'US Navy, à la profondeur maximale de neuf mètres (30fsw) sous oxygène pur pour les accidents de type I ou de type II.
[Gene Hobbs US Navy Manual]

Le plongeur accidenté s'immerge à nouveau avec un plongeur de soutien à -9 m à l'O₂ pur

- 60 minutes pour les accidents de type I
- 90 minutes pour les accidents de type II

Remontée (même en cas de persistance des signes) jusqu'à -6 m pour un palier de 60 minutes, puis palier à -3 m pendant 60 minutes.

La durée totale varie de 180 à 210 minutes. En surface, respiration d'O₂ pur pendant 3 heures.

c. La méthode Hawaïenne

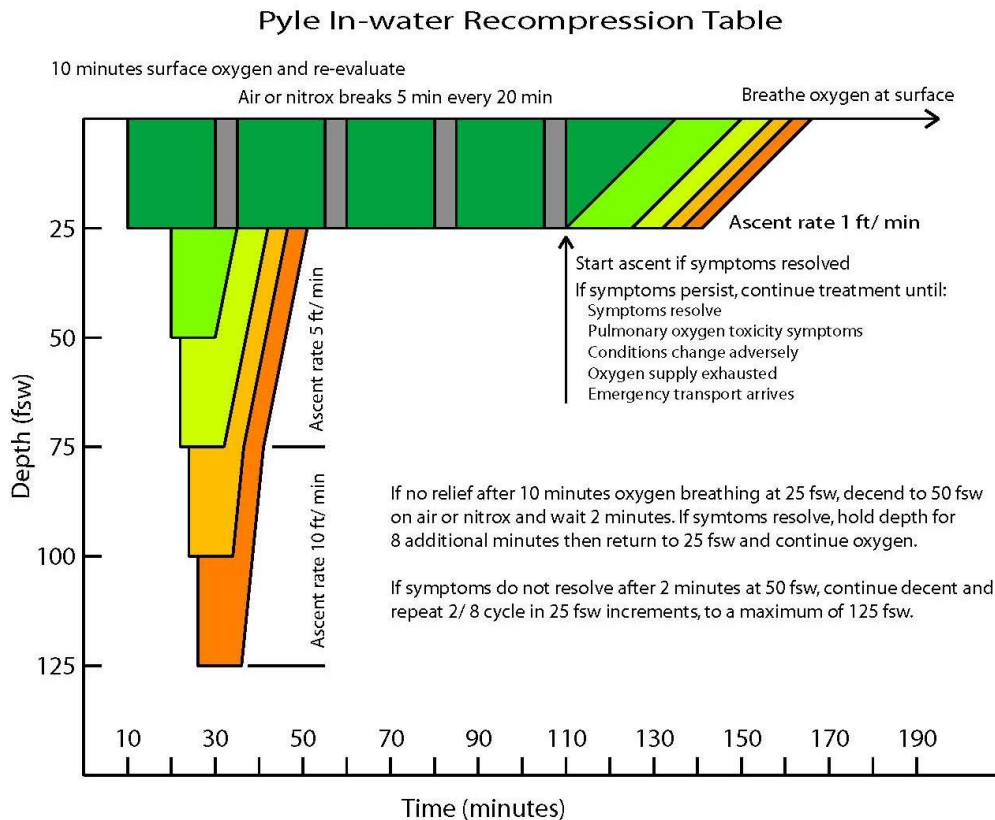
La victime et le plongeur de soutien descendent à l'air, neuf mètres en dessous de la profondeur de laquelle les symptômes ont disparu sans jamais dépasser -50 m. Ils y restent 10 minutes .

La remontée est ensuite pratiquée avec une vitesse décroissante de 9 m à 1.5 m par minute.

Si les signes réapparaissent à la remontée, il faut redescendre de 3 m et y rester cinq minutes puis reprendre la remontée jusqu'à -9 m. Au palier à -9 m, la victime passe sur l'oxygène et y reste au minimum une heure. Si les symptômes persistent, on peut rallonger la durée du palier de 9 m à l'O₂ par tranche de 30 minutes sans dépasser trois heures en totalité : la remontée jusqu'à la surface s'effectue à la vitesse d'un mètre par minute. En surface, il faut poursuivre l'oxygène pur jusqu'à l'arrivée des secours pour l'évacuation vers un centre hyperbare.

minutes au palier précédent. La remontée s'effectue directement à 7,5 m (25 fsw) à la vitesse de 3m/min entre -38 m (125 fsw) et -15 m (50 fsw) et de 1,5 m/min entre -15 m (50 fsw) et -7,5 m (25 fsw). La remontée de -7,5 m (25 fsw) à la surface s'effectue à 0,3 m/min (1ft/min) avec une durée totale du protocole de 125 minutes.

Contrairement aux autres protocoles, l'oxygène pur est donné en mode séquentiel à 7,5 m (25 fsw) en alternant 20 minutes d'O₂ pour cinq minutes d'air. En surface, le plongeur accidenté est placé sous O₂ pendant trois heures.



Méthode de recompression de Pyle [Gene Hobbs]

3. RESULTATS DES ETUDES DE CAS DE RTI AVANT CLIPPERTON

Au moins 535 cas de tentatives de recompression par immersion ont été rapportés dans les publications. Les données sommaires de la majorité de ces tentatives sont décrits dans l'étude de Farm *et al.* (1986) [35], qui présente les résultats de leur enquête sur les pêcheurs plongeurs à Hawaï. Sur les 527 cas de tentative de réimmersion rapportés au cours de l'enquête, 462 (87,7%) ont obtenu la résolution complète des symptômes. Dans 51 cas (9,7%), l'état du plongeur s'était amélioré au point où les symptômes résiduels étaient mineurs et aucun autre traitement n'a été entrepris, pour ces patients, les symptômes ont disparu entièrement dans un délai de un ou deux jours. Dans 14 cas seulement (2,7%) les symptômes ont persistés et un traitement dans un centre de recompression a été nécessaire. Aucun des plongeurs n'a déclaré que les symptômes avaient empiré après la recompression par immersion. Il est aussi intéressant (et quelque peu inquiétant) de noter qu'aucun des plongeurs

inclus dans cette enquête n'était au courant des méthodes publiées de RTI (la recompression a été réalisée de manière empirique, les plongeurs inventant la procédure pour eux-mêmes), et tous ont utilisé seulement de l'air pour la procédure. Dans cette étude rétrospective, avec plusieurs protocoles de RTI, les présentations cliniques étaient variables et sans forme grave.

Un autre article [28], rassemblant 13 cas de RTI, semble confirmer les résultats précédents. Il décrit cependant deux cas de réimmersion qui se sont terminés tragiquement avec la noyade de deux plongeurs : « Douze plongeurs expérimentés ont effectué une plongée de 18 minutes sur une épave à environ 65m de profondeur à Sussex en Angleterre. Ils ont percés la surface au bout de 38 mn en signalant une décompression incomplète. Ces deux plongeurs, se sont réimmergés avec un bloc de secours (air). Ils ne sont jamais revenus au bateau, et leurs corps ont été retrouvés deux semaines plus tard. La raison de leur mort reste un mystère. Il est possible qu'ils souffraient de troubles neurologiques, et se soient noyés à la suite de ces troubles. La tragédie de cette affaire réside dans le fait qu'ils auraient probablement survécu si ils ne s'étaient pas réimmergés. Le bateau était équipé de matériel pour l'inhalation d'oxygène pur, et l'incident est survenu dans une zone où le transport aérien d'urgence pourrait avoir acheminé les plongeurs vers une chambre hyperbare, moins d'une heure après avoir fait surface. La température de l'eau dans ce cas était d'environ 16 -17 °C ».

Ce même article décrit un autre cas, plus inattendu et qui laisse songeur. Il s'agit de "Quatre plongeurs pêcheurs travaillant par paires sur un site d'environ 50-55m de profondeur à Hawaï. Chaque paire de plongeur fait deux plongées sur le site. Les deux plongeurs de la deuxième paire, présentent rapidement des signes et symptômes d'un grave accident de décompression lors du retour en surface après leur deuxième plongée. Le pilote du bateau et l'autre paire de plongeurs décident alors d'évacuer les deux victimes vers la chambre de recompression de l'US Navy et se dirigèrent vers le quai à près de 30 minutes de navigation. La chambre de recompression se trouvait encore à une heure supplémentaire du quai.

Pendant le transport, une victime a refusé d'être évacuée vers la chambre hyperbare et a choisi de subir une recompression thérapeutique par immersion à l'air entre 9 et 12 m de profondeur. L'équipage du bateau est retourné le chercher après 2 heures. Il était asymptomatique et apparemment guéri de la maladie. L'autre plongeur est mort des suites de son accident de décompression dans l'hélicoptère Med-Evac en route vers la chambre de recompression.

Ces deux seuls exemples de cas de RTI avec des évolutions inattendues, mettent déjà en évidence l'extrême difficulté que pose la prise de décision d'entreprendre ou non un protocole de recompression, et ce d'autant plus que l'accès à un centre hyperbare est possible dans des délais raisonnables.

Nous allons terminer cette partie concernant les différentes tables de recompression par immersion, en présentant le protocole de RTI élaboré spécifiquement pour l'expédition scientifique sur l'Atoll de Clipperton, avant de nous pencher sur les limites de ce type de prise en charge thérapeutique des accidents de décompression.

4. PROTOCOLE DE CLIPPERTON [3][17]

a. Description et justification de la méthode de RTI

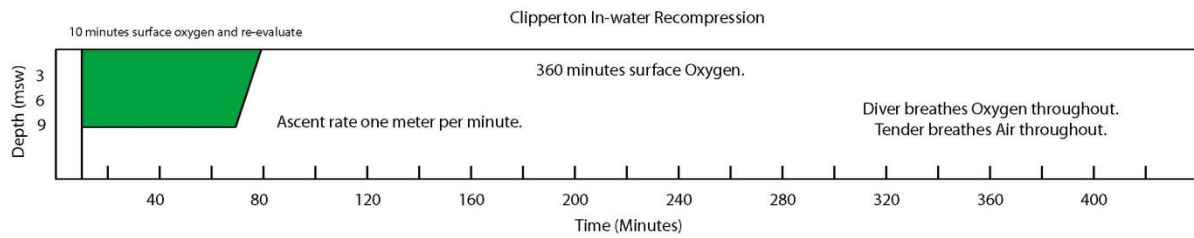


Table de RTI « Clipperton » à l'oxygène pur plongeur(1) [Gene Hobbs]

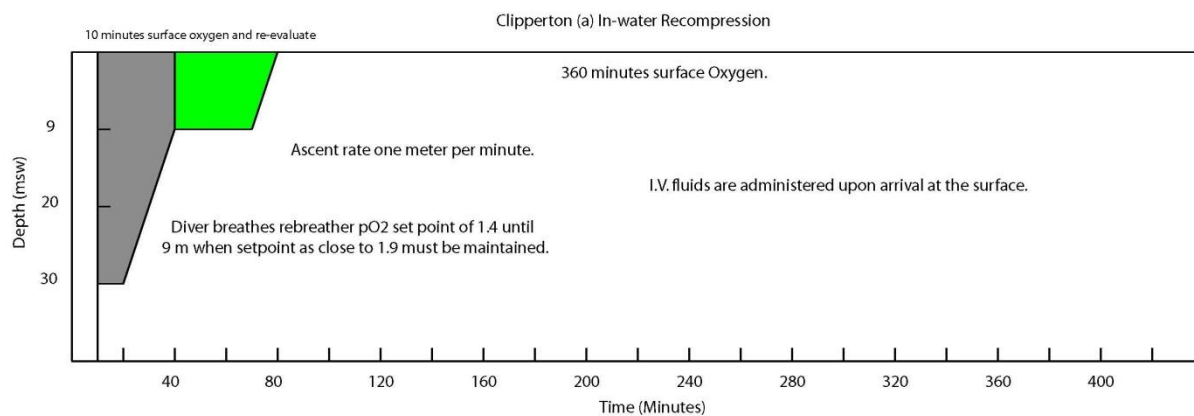


Table de RTI « Clipperton-bis » pour recycleur (2) avec incursion à -30m et palier à -9m [Gene Hobbs]

Ce protocole a été élaboré en étudiant les différentes tables de RTI existantes antérieurement, qui présentent lorsqu'il s'agit de faire un palier à l'oxygène pur à -9 m, un risque non négligeable (surtout lorsque celui-ci se prolonge), de crise hyperoxique (PpO_2 à 1.9 ATA), qui peut provoquer une noyade lors de la réimmersion.

Il prend en compte également le fait que l'oxygénothérapie normobare en surface peut parfois à elle seule faire disparaître les symptômes d'accident de décompression. Les dix minutes d'oxygénothérapie normobare préalables en surface, permettent donc de prendre le temps de poser une vraie indication de recompression par immersion, et ce, dans de meilleures conditions, puisque ce délai est mis à profit lorsque l'indication de RTI est posée, pour organiser convenablement la réimmersion (installation du matériel et choix du lieu de recompression). L'autre point essentiel de ce protocole, concerne l'état de déshydratation dans lequel les plongeurs accidentés peuvent se trouver lorsqu'ils remontent à la surface, et ce, d'autant plus que la plongée est plus longue. Le choix s'est donc porté sur une réimmersion de durée limitée, avec un seul palier à 9 m de profondeur, suivi d'une remontée à la vitesse de 1m/min. L'O₂ pur est délivré pendant toute la durée du traitement. La toxicité pulmonaire que l'on peut redouter pour les tables où les durées d'exposition à l'O₂ pur sont longues, est ainsi

écartée. De la même manière, l'effet délétère sur le cerveau, des tables utilisant l'alternance O₂/Air par fluctuation de la vasoconstriction cérébrale est également éloigné. Les auteurs de ce nouveau protocole n'ont pas choisi les tables avec des incursions profondes, car elles ont été jugées trop dangereuses vis à vis du risque de narcose et de majoration de la charge azotée pendant l'immersion à grande profondeur. Ainsi deux méthodes ont été élaborées : une pour le plongeur bouteille (1) et une seconde pour le plongeur équipé d'un recycleur (2).

Le plongeur (1et2) symptomatique d'un accident de recompression est pris en charge selon la séquence suivante

- oxygénothérapie normobare au MHC (masque haute concentration) à 15 l/min
- administration par voie orale de 250 mg d'Aspirine* ; 400 mg de pentoxyfylline LP, 300 mg de buflomédil et 80 mg de prednisolone.
- hydratation de 250 ml d'eau plate
- en cas de vertiges administration intraveineuse directe de 500 mg d'acétyl-dl-leucine

Le médecin vérifie l'absence de contre-indications à la RTI :

- Absence de troubles de conscience
- Absence d'état convulsif
- Absence de vertiges associés à des vomissements permanents
- Absence de détresse respiratoire et de pneumothorax

Si les symptômes d'accident de décompression subsistent après les 10 minutes d'oxygénothérapie normobare, la décision de recompression par immersion sera prise selon les indications suivantes :

- Accidents de désaturation de type ostéo-articulaire, cochléovestibulaire (si les vertiges ont cédés au traitement médical) et neurologique.
- Les barotraumatismes pulmonaires compliqués d'un aéroembolisme cérébral, en présence de signes neurologiques isolés (sans convulsions ni troubles de conscience) et sans détresse respiratoire ni suspicion de pneumothorax.

Pour le plongeur bouteille (1) : une fois les 10 min d'oxygénothérapie normobare au MCH et le traitement médical délivrés, le plongeur accidenté s'immerge le long d'une corde à palier, marquée tous les mètres, avec un plongeur de soutien. Son détendeur relié à la bouteille d'oxygène pur est équipé de sangle d'embout buccal pour éviter la perte du détendeur en cas de troubles de conscience. Le plongeur est également raccordé à la surface par un harnais de sécurité. La victime reste 60 min à -9 m, puis remonte à la surface à la vitesse de 1m/min.

Pour le plongeur équipé d'un recycleur à PpO₂ constante (2), le protocole prévoit une incursion unique à -30 m pendant 10 min en maintenant une PpO₂ à 1,4 ATA. Le plongeur remonte ensuite à la vitesse de 1m/min jusqu'au palier à -9 m (21min). Il passe alors sur un

circuit ouvert identique à celui du plongeur (1) de manière à disposer d'un PpO₂ à 1,9 ATA. Il reste à -9m pendant 29 min et remonte ensuite à 1m/min jusqu'à la surface.

Dans les deux cas la durée de la RTI est de 69 minutes.

Après la réimmersion, le plongeur (1 ou 2), oxygénothérapie normobare à 10l/min pendant 6 heures, mise en place d'une voie veineuse périphérique pour la réhydratation (500 ml d'hydroxyéthylamidon en 30 min, puis sérum salé isotonique sur plusieurs heures) et administration de vasodilatateurs. En cas de déficit neurologique persistant, ajout de lidocaïne à la perfusion

Le protocole de réimmersion peut être renouvelé deux fois par jour (matin et soir) jusqu'à l'arrivée des secours, si les symptômes persistent.

Le protocole de Clipperton a donc été préparé pour l'expédition de JL Etienne en 2005, dans le cas où un accident de décompression surviendrait lors des différentes plongées d'exploration. Aucun accident n'a été à déplorer pendant l'expédition et la procédure de RTI mise en place n'a pu être « testée » à ce moment là.

b. Mise en pratique de la méthode de RTI de Clipperton

- La mission [1]

C'est en 2008, que l'AFEPS, peut mettre en œuvre un nouveau projet au profit des plongeurs pêcheurs vietnamiens, victimes par dizaines d'accidents de plongée sous-marine trop souvent mortels ou à l'origine de séquelles neurologiques fonctionnelles sévères. Avec l'appui des autorités vietnamiennes et le service des affaires étrangères de la Province de Quang Ngai, l'association a réussi à former plusieurs dizaines de pêcheurs-plongeurs sur l'île de Ly Son, au secourisme et aux gestes élémentaires de survie.

Ce projet permettra à partir de 2009 jusqu'en 2012 (après les enquêtes préliminaires) de mettre en pratique la « procédure de RTI de Clipperton », développée par les docteurs J.E Blatteau et J.M Pontier pour l'expédition sur l'Atoll de Clipperton en 2005. C'est ce protocole de recompression par immersion qui a été choisi pour la prise en charge des pêcheurs plongeurs accidentés. En cas d'indisponibilité de l'oxygène (sur l'île de Ly Son surtout), la réimmersion se fera à la même profondeur, mais avec des durées augmentées. L'isolement, les difficultés d'accès aux soins et l'absence de moyens thérapeutiques hyperbares ont en effet poussé les membres de l'association à enseigner une méthode alternative de traitement des accidents de décompression.

Deux sites sont concernés par ce projet : l'île de LY SON dans la province pauvre de QUANG NGAI et le village de NINH VAN dans la province riche de KHANH HOA, de manière à évaluer la formation des médecins et secouristes, et l'efficacité du protocole de CLIPPERTON sur des populations de pêcheurs-plongeurs ayant des habitudes de travail

totallement différentes. Dans le village de NINH VAN (1 500 habitants) il y a environ 90 pêcheurs plongeurs. En 2008, il y avait eu deux morts et trois paralysés.

Sur l'île de LY SON (17 000 habitants, 1 000 pêcheurs plongeurs) il y avait, en octobre 2011, 90 paralysés des suites d'accidents de plongée. [48]

Deux enquêtes préliminaires ont été réalisées en 2008 et 2009 [1] par les médecins de l'AFEPS de manière à faire un état des lieux : enquête de terrain, observations cliniques, épidémiologie. Ces enquêtes mettent en évidence que les pêcheurs plongeurs (pêche d'holothuries) plongent à de grandes profondeurs (maximum 70 mètres), longtemps (30 à 50 minutes), 3 à 5 fois par jour, et n'utilisent pas de protocoles de décompression validés. L'équipement des pêcheurs est archaïque : en effet, la pêche est pratiquée selon la technique du narguilé : un compresseur délivre de l'air comprimé à 3-4 tuyaux d'alimentation de 60 à 70 m de long. Le tuyau est attaché à la ceinture de plomb et l'air arrive en surpression dans la bouche du plongeur, qui sert de détendeur. Certains plongeurs n'utilisent pas de palmes.



Photo n°11 et 12 : Equipement archaïque des pêcheurs plongeurs vietnamiens :AFEPS [11]

Un autre objectif de l'enquête préliminaire est de connaître les causes d'accidents de plongée :

- Les accidents sont parfois mortels : par rupture accidentelle de durite ou défaillance du compresseur : noyade ou surpression pulmonaire fatale du fait de la remontée rapide du plongeur privé d'air. Le décès peut également survenir à la suite d'une narcose ou d'une intoxication par monoxyde de carbone provenant de l'échappement du moteur.
- Les accidents de décompression : articulaires, neurologiques. L'interrogatoire des plongeurs révèle qu'en cas d'accident, ils pratiquaient avant 2009 une méthode inadaptée de réimmersion à la profondeur maximum ou à mi-profondeur, avec souvent de mauvais résultats.

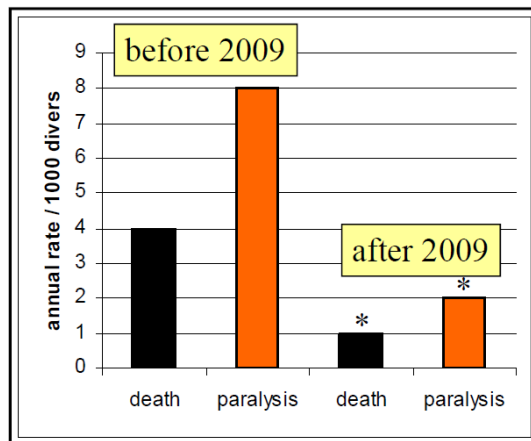


Photo n°13 à 16 : Formation de pêcheurs-plongeurs aux techniques de secourisme et mise en œuvre des techniques de RTI : AFEPS

- Les résultats [1]

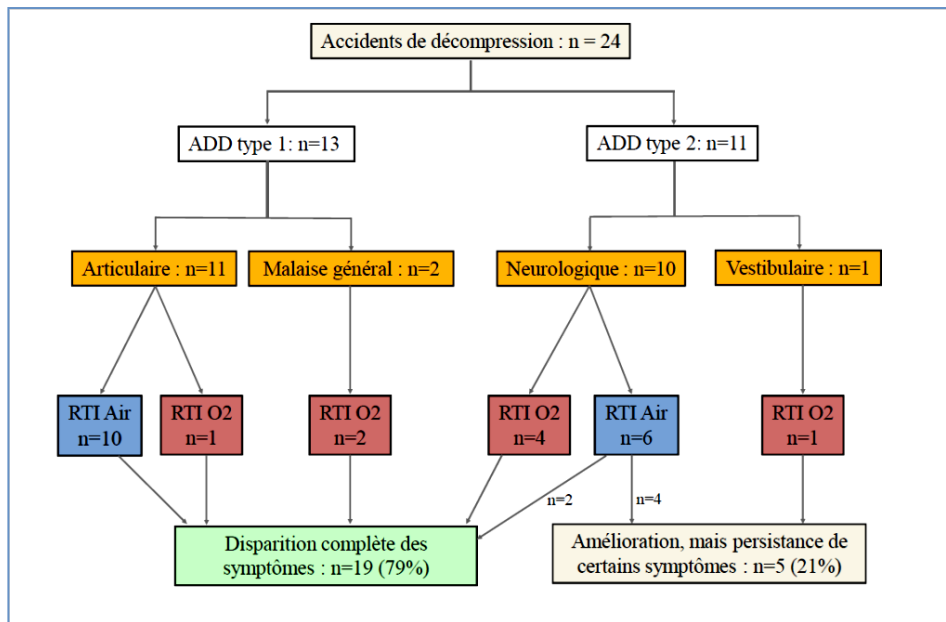
La mortalité annuelle à la suite d'un accident de plongée est passé de 4 cas \pm 1 pour 1000, avant 2009, de la population des plongeurs pêcheurs à 1 cas \pm 1 pour 1000, après 2009.

Les accidents de décompression avec paralysies sont passés de 8 cas annuels \pm 2 pour 1000, avant 2009, de la population des plongeurs pêcheurs à 2 cas \pm 1 pour 1000, après 2009.



Graphique n°11 : Evolution des taux de mortalité et morbidité chez les plongeurs pêcheurs vietnamiens AFEPS

Il faut tout de même noter que la baisse du nombre de cas d'accidents de décompression neurologiques est également liée à la réalisation de plongées moins profondes et moins longues, avec des profils de remontée plus cohérents en rapport avec la formation mise en place auprès des plongeurs.



Bilan des ADD traités par RTI à l'air et à l'O₂ pur de 2009 à 2012 au Vietnam chez les pêcheurs plongeurs [1]

24 prises en charge d'accidents de décompression de 2009 à 2012 par RTI, ont été réalisées à des profondeurs ≤ 10 mètres avec des durées ≤ 90 min pour les RTI à l'O₂, et de 2 à 6 heures pour les RTI à l'air. Aucun effet délétère de la RTI n'a été constaté.

Sur l'ensemble des accidents de décompression, la RTI a permis une résolution immédiate des symptômes dans 79 % des cas. Dix ADD articulaires ont été traités par RTI à l'air avec 100% de disparition des douleurs. Dix ADD neurologiques ont été pris en charge, soit par RTI à l'O₂ (récupération immédiate pour 4 sujets sur 4), soit par RTI à l'air (récupération immédiate pour 2 sujets sur 6).

La RTI à l'air a été efficace pour tous les cas d'atteintes articulaires. Pour les ADD neurologiques déficitaires, les RTI à l'oxygène ont permis une meilleure récupération clinique que les RTI à l'air, dont les durées étaient pourtant majorées.

5. CONCLUSION

Plusieurs méthodes de recompression par immersion sont donc actuellement connues et pratiquées. La méthode de Clipperton vient de faire l'objet d'une étude qui met en évidence une efficacité évidente de la RTI lors de la prise en charge des pêcheurs plongeurs vietnamiens [1]. Bien sur, ces méthodes ne sont pas sans risques et sont décriées par de très

nombreux opposants, issus des hautes instances médicales et fédérales [18][28]. Ces méthodes sont actuellement officiellement réservées pour les cas d'accidents de décompression en milieu extrêmement isolé, sans autre solution de prise en charge.

La seconde partie de ce chapitre va se pencher sur les pratiques de RTI par les plongeurs souterrains accidentés, en France, de 2000 à 2014. Nous engagerons ensuite, dans le dernier chapitre de ce mémoire, une discussion sur les indications de mise en œuvre de ces techniques de recompression : en préambule nous ferons le point sur leurs dangers potentiels, afin de tenter d'en déterminer les limites et de manière à ne pas encourager des pratiques inadaptées et dangereuses. Comme toujours en médecine, la balance bénéfice-risque prendra alors tout son sens dans cette discussion.

II. PRATIQUES DES PLONGEURS SOUTERRAINS EN MATIERE DE REIMERSSSION THERAPEUTIQUE EN FRANCE DE 2000 à 2014

Nous avons pu comptabiliser 5 accidents de plongée souterraine sur les 63 accidents que compte notre étude, pour lesquels des pratiques de recompression thérapeutique par immersion ont été employées, soit 8 % de l'ensemble des accidents de notre étude. Dans 2 cas : N°7 et N°19, une prise en charge secondaire dans un centre hyperbare a complété le traitement. Dans les 3 autres cas : N°9, N°10 et N°15, les plongeurs traitent leurs symptômes, tous en faveur d'un ADD de type I, de type ostéoarticulaire, uniquement grâce à leur réimmersion.

- Les cas de RTI de l'étude

Nous nous sommes ensuite penchés sur les protocoles choisis par les plongeurs pour se traiter

Accident N°9 : La méthode de réimmersion n'est pas précisée. Profondeur de plongée maximum inconnue

Accident N°10 : [22]: Le plongeur s'est réimmergé pour des paliers thérapeutiques à l'oxygène pur, après avoir ressenti des douleurs articulaires au niveau de l'avant bras gauche dès l'émersion. Profondeur maximum de la plongée - 92 m :

- 20 minutes à - 6 m
- 10 minutes à - 4,5 m
- 20 minutes à - 3 m
- puis le plongeur a respiré de l'O₂ pur durant 30 minutes en surface

Accident N°15 : Profondeur maximum de plongée : - 140 m. Arrivé à -6m pour passer sous oxygène, il ressent une vive douleur aux genoux.

La douleur passe très vite sous O₂, et il l'oublie complètement pendant les 90 min qui lui reste à faire à ce palier à -6 m (alternance O₂: 25 min /Air 5 min). Après 4 heures de palier, il refait surface ; mais arrivé tout doucement à -4 m, la douleur réapparaît. Il lui faudra 30mn de plus,

pour remonter, en gérant la douleur redescendant, puis remontant par paliers de 50 cm à chaque fois que la douleur réapparaîtra. Son équipe d'assistance l'alimente en O₂, de la surface, par un narguilé, branché sur une B50.

Dès la tête hors de l'eau, on lui donnera de l'aspirine, et on lui proposera de redescendre pour effectuer une petite table thérapeutique ; mais se sentant bien mieux, la douleur ayant presque disparu, il décide de se déséquiper, et de sortir de l'eau.

Inhalation d'O₂ pur pendant 20 min en surface

Accident N°7 : La méthode de réimmersion reste imprécise, une fois sorti de l'eau, à distance de la RTI et après de nombreuses heures à attendre les secours, le plongeur sera évacué dans un centre hyperbare. Il respirera de l'oxygène pur en attendant de pouvoir être évacué du point chaud mis en place pour son sauvetage. Profondeur maximum de plongée -140 m

Accident N°19 : Profondeur maximum de plongée -178 m. Remontée jusqu'à -9 m. Entre -9 m et -6 m le plongeur ressent des douleurs au niveau du quadriceps et au niveau du bras gauche.

- Réimmersion sans émergence préalable à -9 m (mélange Trimix 50 O₂/25 He) pendant 20 min
- Passage 5 min en air et remonte doucement à -6 m. Plus de symptômes.
- Palier de 3 h à -6 m en alternant 25 min d'O₂ pur et 5 min à l'air.
- Remontée à 2 m / min : réapparition des douleurs au niveau des quadriceps et biceps.
- Redescend à -6m et refait 3 cycles de 20 mn d'O₂ pur/ 5min à l'air. Disparition des symptômes.
- Remontée à 2m/min, palier de 5 min à -3 m. A 1m de la surface sensation de gêne musculaire au niveau du bras et de la jambe gauche.
- Devant la persistance des symptômes, 30 min après avoir fait surface, le plongeur prend un comprimé de Voltarène* 100 mg.

Le lendemain vers 7h, le plongeur est réveillé par la douleur. Il décide alors de prendre un comprimé de Voltarène* 100 mg et un Aspegic* 250 et sera pris en charge dans un centre hyperbare pour le traitement de son ADD ostéoarticulaire

- Analyse

L'examen de ces 5 cas de RTI (2 cas de recompression par immersion sans précision) met en évidence que les plongeurs victimes d'accident de décompression n'utilisent pas de méthode protocolisée, mais des méthodes empiriques propres à chaque plongeur. Souvent guidée par l'évolution de la douleur, la durée et la profondeur de la réimmersion sont très variables. Les gaz utilisés sont tantôt de l'oxygène pur, tantôt du Trimix. Parfois le plongeur utilise une méthode alternant oxygène-air

Aucun des accidentés médullaires de notre étude ne s'est réimmergé.

L'étude retrouve donc trois accidents avec récupération complète après RTI sans traitement complémentaire, deux accidents avec récupération incomplète et secondairement pris en charge dans un centre hyperbare pour la suite du traitement. Aucun des plongeurs ayant pratiqué une RTI n'a déclaré d'aggravation des symptômes pendant la réimmersion.

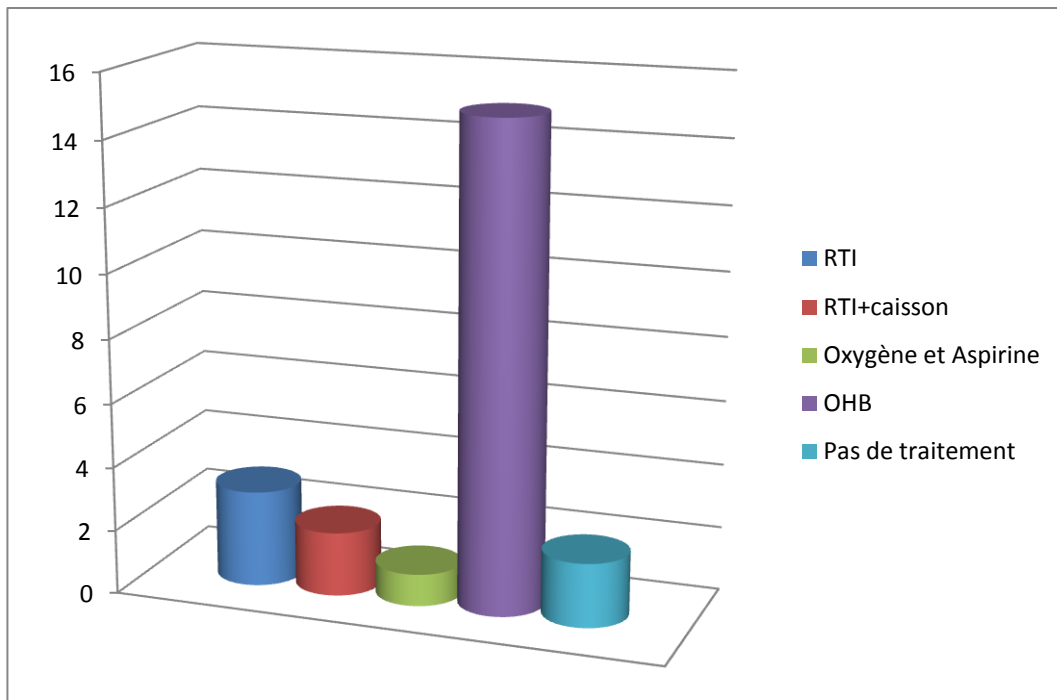
Il est à noter que les profondeurs de plongée sont en moyenne de -137 m (de -92m à -178 m) pour ces accidents de décompression pour lesquels les plongeurs ont envisagé une RTI. Il s'agit de plongeurs de pointe, ayant une grande expérience de la plongée souterraine et ayant de grandes connaissances sur les protocoles de décompression.

Par ce côté technique, ces plongeurs ayant effectué une réimmersion thérapeutique, équipés d'appareils respiratoires et autres moniteurs ultrasophistiqués et redondants, utilisant des mélanges respiratoires complexes adaptés à leur profil de plongée ne sont en rien comparables aux plongeurs pêcheurs vietnamiens pour lesquels les méthodes de RTI ont été utilisées et évaluées. L'étude des récits d'accidents de nos plongeurs « teks » s'étant réimmergés, ne mettent pas en évidence d'anomalie évidente de décompression, en dehors d'un profil de plongée « yoyo », pour l'accident **N°10**.

Bien sur, en dehors des victimes, dont les dossiers ont été réellement étudiés avec analyse des profils des ordinateurs de plongée, il n'y a aucune certitude que le récit corresponde à la réalité de ce qu'il s'est réellement passé. Nous touchons là du doigt la limite de notre étude. Les plongeurs souterrains ne déclarent pas toujours leurs accidents de décompression, en particulier lorsqu'il s'agit d'accident de type I, et il n'y a aucun moyen de les comptabiliser autrement que si le plongeur relate son accident ou si des secours ont été déclenchés pour le prendre en charge. Par ailleurs, dans notre étude, nous abordons deux sujets polémiques, voire tabous que sont les accidents de plongée (en particulier lorsqu'il s'agit de plongeurs de pointe) d'une part, et la recompression thérapeutique par immersion d'autre part, largement critiquée par bon nombre de détracteurs. Nos conclusions, et en particulier, sur la pratique de la RTI des plongeurs souterrains doivent donc tenir compte de ces éléments.

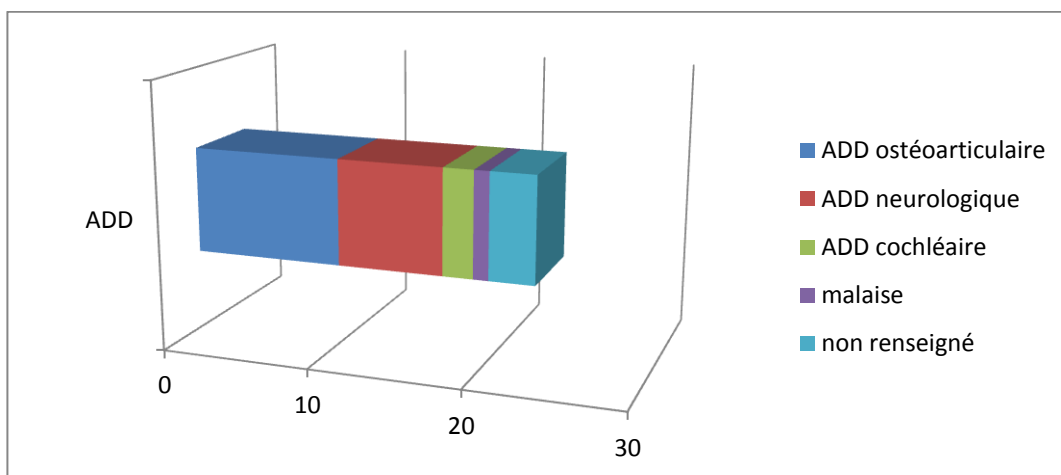
On peut discuter l'inclusion de l'accident **N°28** dans notre groupe de plongeurs ayant effectué une RTI, puisqu'il s'est traité par inhalation d'oxygène pur et à pris de l'Aspirine pour faire disparaître des symptômes d'ADD ostéo-articulaire. Peut-être peut-on considérer cette prise en charge comme un début de « protocole Clipperton » qui s'arrête à l'inhalation d'O₂ pur en surface, lorsque les symptômes disparaissent. L'histoire ne dit pas si le plongeur se serait réimmergé si les symptômes avaient persistés.

La dernière réflexion concerne le nombre relativement faible de plongeurs ayant présenté un ADD et s'étant réimmergé. En effet, nous avons 23 plongeurs victimes d'ADD dans notre série (soit 36% des accidents). 3 plongeurs se sont auto traité par une RTI seule (13% des ADD), 2 plongeurs ont tenté une RTI, mais ont du être pris en charge dans un centre hyperbare dans un second temps (9% des ADD), un plongeur s'est traité avec inhalation d'oxygène pur à la surface et a pris de l'Aspirine (4% des ADD), 2 autres ont attendu que les symptômes disparaissent d'eux-mêmes sans traitement déclaré (9% des ADD), et 15 plongeurs ont été pris en charge dans un centre hyperbare (65% des ADD).



Graphique n°12 : Mode de traitement des ADD déclarés chez les plongeurs souterrains de 2000 à 2014

Parmi les plongeurs victimes d'un ADD (23), on compte 8 ADD neurologiques soit 35% (1 cérébral (0,5%), 3 vestibulaires (13%), 4 médullaires (17 %)), 1 ADD cochléaire (0,5%), 10 ADD de type ostéoarticulaire (43 %), 1 malaise (0,5%) et 3 ADD ne sont pas renseignés (13%). Tous les plongeurs s'étant réimmergés n'ont souffert que d'accident de décompression de type I. Aucun accident de type II ne s'est, ou n'a été réimmergé.



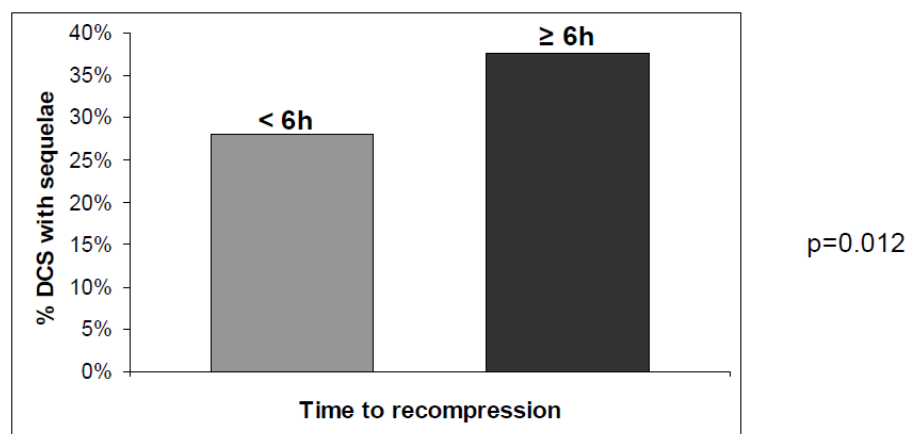
Graphique n°13 : Répartition des ADD par type

La pratique de la recompression thérapeutique par immersion par les plongeurs souterrains est donc une pratique qui n'est pas exceptionnelle, puisque 22% des plongeurs victimes d'ADD ont tenté une recompression (couronnée de succès dans 60% des cas). A la lumière des pratiques des plongeurs et des études concernant la recompression thérapeutique par immersion, nous terminerons ce mémoire par une discussion concernant les indications et les contre-indications de la RTI. La vraie question posée est celle de l'opposition systématique en toutes circonstances face à ce type de pratique. La recompression par immersion doit elle être absolument fustigée lorsqu'il ne s'agit pas d'accident de décompression à l'autre bout de la planète ? Ne peut-elle pas faire partie de l'arsenal thérapeutique possible, ne serait-ce qu'en attendant la prise en charge par les secours, en particulier lorsque le délai d'évacuation de l'accidenté doit atteindre plusieurs heures (secours post siphon en particulier) ?

DISCUSSION

Difficile question que celle posée dans ce dernier chapitre : doit-on utiliser les méthodes de recompression thérapeutique par immersion dans un accident de décompression en plongée souterraine ou non ? Les opposants à la pratique de la RTI, réagiront sans aucun doute en faisant valoir le fait que les symptômes d'ADD s'améliorent déjà sensiblement sous oxygénothérapie normobare comme le soulignent Pyle et Youngblood [28] , et que lorsque les moyens de traitement par recompression « sèche » sont relativement proches, il n'est pas justifié de faire prendre des risques supplémentaires à une victime d'ADD en le réimmergeant pour le traiter. Cependant nous savons maintenant que ces techniques de recompression sont d'ores et déjà utilisées par les plongeurs souterrains et que le délai d'accès aux centres hyperbares, même dans nos contrées, est particulièrement long : les exemples de secours en cavité ou galeries à siphons successifs ayant duré de nombreuses heures, voire des jours ne sont pas rares [39][40].

Nous savons également que les séquelles en matière d'ADD sont plus fréquentes lorsque la recompression est réalisée plus de 6 heures après l'accident. [9][33]



Graphique n°14 : Influence du délai de recompression sur les séquelles d'accident de décompression [9]

Il semble alors licite de se poser la question de la recompression thérapeutique par immersion dans certaines circonstances bien précises de manière à proposer une conduite à tenir unanime et sécurisée aux plongeurs, qui, nous l'avons vu, improvisent le plus souvent une RTI en utilisant des protocoles personnels guidés par la disparition des symptômes douloureux (les plongeurs de notre étude qui se sont réimmergés n'ont souffert que d'ADD ostéoarticulaires).

Il n'est en aucun cas question de promouvoir l'utilisation systématique des méthodes de réimmersion en cas d'accident de décompression ou d'encourager la pratique de techniques dangereuses, mais il s'agit de proposer une réflexion sur l'utilisation de la RTI dans certaines circonstances et lorsque l'état du plongeur le permet, particulièrement lorsqu'il s'agit d'accidents de type I, ou même de type II lorsque le plongeur se trouve face à un temps d'évacuation vers un centre hyperbare très important .

Il est indispensable dans la première partie de ce chapitre de faire le point sur les risques et les contraintes de la recompression par immersion avant de pouvoir proposer une conduite à tenir.

I. CONTRAINTES, LIMITES ET RISQUES DE LA REIMMERSION THERAPEUTIQUE [3][17][27][28]

1. Les risques

a. La déshydratation

La déshydratation est un facteur aggravant de l'accident de décompression. Lors de l'immersion, la déshydratation est majorée par le fait qu'elle provoque un état d'hypovolémie. La pression hydrostatique entraîne une redistribution de la volémie au niveau central avec un état d'hypervolémie relative mettant alors en jeu les facteurs de régulations visant à corriger ce signal. Ce processus engendre une hypovolémie qui sera donc d'autant plus importante que l'immersion est prolongée.

b. L'hypothermie

L'hypothermie est considérée comme un des principaux obstacles à la RTI. En effet, l'hypothermie provoque une vasoconstriction périphérique qui majore l'état d'hypervolémie centrale et entraîne une majoration de la déshydratation du plongeur par les mécanismes de régulation de la volémie [18]. La vasoconstriction diminue également la perfusion périphérique et donc entraîne un retard à l'élimination de l'azote accumulé lors de la plongée.[Baldin 1973,Vann 1982]

L'hypothermie provoque également une souffrance physique importante. L'immersion dans l'eau froide même en vêtement étanche, est difficile à supporter lorsqu'elle doit se prolonger. En plongée souterraine, en France, la température de l'eau est en moyenne de 12°C. Le risque d'hypothermie est donc un véritable problème à considérer dans la RTI.

c. La surcharge en gaz inertes

En cas de réimmersion à l'air, le plongeur peut être victime de narcose à l'azote et dans cette pratique le plongeur continue à se saturer en azote pendant la phase de réimmersion. Les méthodes de RTI à l'air sont donc dangereuses car elles majorent le risque d'ADD. En cas d'utilisation de protocole de RTI avec incursion profonde l'utilisation de mélanges suroxygénés permet de limiter cette surcharge

d. Hyperoxie

L'utilisation de procédure de RTI utilisant l'oxygène pur, limitent les risques de surcharge en gaz inertes mais exposent le plongeur aux risques de toxicité neurologique et pulmonaire de l'oxygène. La majorité des protocoles préconisent la respiration d'oxygène pur à la profondeur de -9 m (PpO₂ : 1,9 ATA) pendant 2 à 3 heures. Ce niveau d'hyperoxie est supérieur au niveau maximum recommandé en plongée (PpO₂ : 1,6 ATA) [21].

Il existe donc un risque faible mais non négligeable de crise hyperoxique lors de la RTI, risque d'autant plus important que la durée d'exposition à l'O₂ pur est longue.

La sensibilité des plongeurs est très variable face à l'exposition à l'O₂ pur et le risque de noyade par crise hyperoxique lors de la réimmersion est donc à considérer.

La toxicité de l'oxygène est également pulmonaire. Celle-ci dépend de la pression partielle en oxygène et de la durée d'exposition. Certains plongeurs de notre étude ont utilisé un mode séquentiel en alternant O₂/Air lors de leur réimmersion pour limiter l'effet toxique de l'O₂. Il semble toutefois ne pas avoir de risque important pour des protocoles de RTI avec une PpO₂ à 1,9 ATA pendant 3 heures maximum.

e. La difficulté d'appréciation des signes d'ADD

L'appréciation de l'évolution des symptômes d'ADD peut être entravée. C'est un autre inconvénient, souvent négligé, de l'immersion d'un plongeur présentant en particulier des signes d'ADD neurologique: sous l'effet de "l'apesanteur" sous l'eau, il peut être difficile d'évaluer l'étendue des troubles de la motricité, et peut affecter la capacité du plongeur à délimiter les zones d'engourdissement. Ainsi, un plongeur immergé peut ne pas être en mesure de déterminer avec certitude si oui ou non les symptômes ont disparus, se sont améliorés ou se sont aggravés.

2. Contraintes et limites de faisabilité de la RTI

a. Limites en rapport avec le matériel

i. Les réserves en oxygène

Les réserves en oxygène doivent être suffisantes pour effectuer la totalité de la RTI. Lorsque les plongeurs envisagent de pratiquer ces techniques de recompression, celles-ci doivent être anticipées et la quantité d'oxygène nécessaire doit avoir été calculée en conséquence. Certains plongeurs de pointe se déplacent avec leur équipe d'assistance avec de grandes quantités d'oxygène en ayant imaginé avoir besoin de pratiquer une recompression thérapeutique.

ii. Le masque facial

Un masque facial, permet de communiquer avec l'accidenté, de la surface, évite d'avoir en bouche un détendeur pendant plusieurs heures et surtout, permet en cas de perte de connaissance ou de crise hyperoxique d'éviter la noyade. Il n'est d'aucune aide en cas de vomissements et ceux-ci imposent son retrait et l'arrêt de la procédure.



Photo n°17 : Le masque facial [41]

iii. Autres

La protection contre l'hypothermie (combinaison étanche et gilet chauffant) sont indispensables, en particulier dans les eaux froides des résurgences dans lesquelles nos plongeurs étudiés s'immergent. Une ligne à palier marquée tous les mètres peut faciliter la stabilisation à profondeur constante sans avoir à fixer du regard son profondimètre pendant des heures. La ligne de vie reliant le plongeur en cours de recompression à la surface peut être envisagée, lorsqu'un courant fort est perceptible.

En cas de procédure de décompression particulièrement longue, les plongeurs de pointe utilisent parfois des cloches de décompression mises en place à l'avance lorsqu'ils préparent leur plongée [2]. Ces cloches parfois laissées en place (la cloche de décompression à la Source de Saint Sauveur dans le Lot par exemple) de manière définitive peuvent être très utiles pour rester au sec à en cas de RTI. Elles ne permettent pas de se passer d'un appareil respiratoire puisque la nature des gaz qui peuvent s'y trouver est incertaine, mais permettent une déperdition calorifique moindre que dans l'eau lorsque le plongeur peut y trouver refuge, de se réhydrater et de se nourrir plus facilement lors de la RTI, et permettent d'éviter la noyade en cas de vomissements [3][42].



Photo n°18 : La cloche de décompression à Gourneyras :H Chauvez.

b. Les limites en rapport avec le milieu

La RTI est formellement à proscrire si la réimmersion doit faire courir un risque de noyade ou de suraccident au plongeur accidenté. En effet il n'est pas possible d'envisager une procédure de recompression si celle-ci doit se faire dans un environnement hostile, en particulier en ce qui concerne notre étude, en cas de crue imminente ou en cas de risque d'éboulement de roche.

c. Les limites en rapport avec le plongeur [17]

La recompression thérapeutique ne peut être envisagée que si l'on pense que la réimmersion ne va pas être délétère pour le plongeur et que sa réimmersion ne peut que l'améliorer. Le plongeur doit également être consentant pour se réimmerger en cas d'accident.

La RTI est formellement contre-indiquée en cas de troubles de conscience, de convulsion, de vertiges avec vomissements itératifs, de détresse respiratoire et de signe de pneumothorax.

Dans tous les cas, le plongeur doit être en permanence surveillé lorsque la décision de RTI a été prise. Un ou deux plongeurs d'assistance sont indispensables pour intervenir en cas de problème.

II. DOIT-ON PRATIQUER LA RECOMPRESSION THERAPEUTIQUE PAR IMMERSION ?

La question a été posée à plusieurs reprises et pourtant le sujet fait encore débat [8], alors que nous l'avons mis en évidence, certains plongeurs souterrains l'utilisent pour se traiter. Doit-on laisser les plongeurs se débrouiller, inventer leur propre protocole sous prétexte que la communauté scientifique ne peut donner un avis éclairé sur un protocole en particulier ?

Nous avons étudié les résultats de l'action humanitaire au profit des plongeurs pêcheurs vietnamiens de 2009 à 2012 [1], et force est de constater que la recompression thérapeutique par immersion a été significativement efficace. Bien sûr, il s'agit pour les plongeurs vietnamiens de la seule alternative possible en l'absence d'autre moyen de traitement adapté en cas d'accident de décompression, bien sûr les conditions de réimmersion sont très différentes, bien sûr les équipements des plongeurs sont très distincts et les plongées n'ont rien de comparable. Toutefois les chiffres sont là, et si dans notre étude nous comptabilisons 5 plongeurs souterrains victimes d'ADD (sur les 23 que comptent notre étude : soit 22 %) qui se sont réimmergés, il est hautement probable que d'autres plongeurs pratiquent ces réimmersions sans le faire savoir.

Les farouches opposants à la pratique de la RTI, considèrent qu'il ne faut pas évoquer le sujet sous prétexte que cela pourrait encourager des individus mal formés à pratiquer des techniques de recompression qui pourraient conduire à réimmerger des plongeurs dont l'état pourrait s'aggraver au cours de la procédure [28]. Comme le soulignent RI Pyle et DA. Youngblood, il est difficilement acceptable qu'un plongeur souffrant d'un accident de décompression bénin soit réimmergé, s'aggrave sous l'eau et termine définitivement paralysé ou décède, mais il est également difficilement acceptable qu'un plongeur finisse par souffrir d'un handicap permanent du fait d'un long délai d'acheminement vers un centre hyperbare, alors que les lésions auraient pu être atténuées ou guéries si la réimmersion avait été entreprise [28].

Les opposants affirment que les complications potentielles l'emportent sur les avantages. Ils estiment que les données concernant la RTI sont anecdotiques, les études soumises à des biais avec des résultats positifs préférentiellement mis en avant.[8]. Les détracteurs expliquent que la plupart des accidents de décompression sont de nature bénigne et peuvent donc être

convenablement traités même avec un retard à la « recompression sèche » en chambre hyperbare, et que les cas graves qui mériteraient de bénéficier d'un traitement plus précoce ne peuvent raisonnablement pas être réimmergés puisqu'ils nécessitent impérativement un traitement médical associé, avec mesures de réanimation qui ne peuvent être entreprises sous l'eau. Dans ces cas graves, ils estiment que les traitements médicaux associés à l'oxygénothérapie normobare en surface sont plus bénéfiques que tout autre traitement en attendant l'évacuation dans un centre hyperbare [28].

Dans un débat sur le sujet de la RTI, il y a 4 ans, le Dr E.Kay et le Dr A.Marroni s'opposaient déjà [8] :

Au cours de ce débat, Dr E.Kay, explique que la RTI doit être pratiquée en cas de nécessité dans les régions éloignées du monde, dans des conditions où la sécurité des plongeurs est garantie. Il estime que la pratique des techniques de réimmersion est possible mais doit être strictement réservée au plongeur « averti » : plongeur de pointe, professionnel ou militaire. Ces techniques lui paraissent évidemment inappropriées pour les plongeurs loisirs occasionnels.

Son interlocuteur le Dr A.Maroni, rétorque qu'il n'y a pas suffisamment de preuves scientifiques pour soutenir la RTI, que seules la réhydratation et l'oxygénothérapie normobare ont démontré leur efficacité. Il ajoute que les conditions de sécurité préalables à une réimmersion thérapeutique (masque facial, réserves en oxygène suffisantes, moyen de commutation O₂/Air en cas de signes de toxicité de l'oxygène, un nombre suffisant de plongeurs d'assistance, l'éclairage) sont difficiles à obtenir et que l'évolution clinique de l'accident de décompression est trop souvent imprévisible pour risquer un traitement « sous-marin » qui pourrait s'avérer dangereux.

La même année, la SUHMS, Société Suisse de Médecine Subaquatique et Hyperbare, préconise également dans sa directive pour la prise en charge des accidents de plongée, qu'il ne faut pas pratiquer de recompression humide [10].

La question de la RTI est donc loin d'être clairement résolue. Nous croyons que le temps est venu d'examiner cette question au sérieux, ouvertement, et avec autant de contrôle que possible.

Il paraît toutefois raisonnable de dire que les techniques de recompression par immersion doivent être strictement réservées à des plongeurs expérimentés (de pointes, professionnels ou militaires), qu'elles ne doivent être entreprises que si et seulement si les conditions de sécurité et d'assistance évoquées plus haut ont été réunies, et si le délai d'acheminement vers un centre hyperbare est excessivement long. Les plongeurs qui envisageant la réimmersion en cas d'accident de décompression devraient pouvoir être informés clairement des risques encourus, des risques et limites de la méthode en fonction de la RTI choisie (Clipperton ou autre), et des contre-indications formelles à la réimmersion. La question du « délai raisonnable » doit également être débattue pour que le plongeur (ou son équipe d'assistance), à l'écoute des communications scientifiques sur le sujet puisse prendre une décision éclairée au moment où il devra choisir de se réimmerger ou non pour traiter son accident de décompression.

Dans tous les cas, il serait préférable que la communauté scientifique se penche à nouveau sur le sujet de la réimmersion thérapeutique et apporte des réponses et autres « guide *ù

mklines » aux plongeurs qui de toute façon pratiquent déjà, à leur manière la RTI.

A propos de la RTI, le Dr Edmond Kay, citait Victor Hugo : « Il n'y a rien de plus puissant qu'une idée dont le temps est venu ».




Photo n°19 : Les 3 singes de la sagesse

Le temps est venu de prendre en compte les pratiques des plongeurs, d'analyser les résultats des dernières observations de RTI et de communiquer sur le sujet, pour que le plongeur qui serait tenté de pratiquer la recompression par réimmersion le fasse en connaissance de cause. « Ecouter, observer et communiquer pour ne pas laisser la place à l'improvisation qui n'a pas lieu d'être en matière de RTI ».

Je m'apprêtais à conclure ce paragraphe sur une note pessimiste, et puis j'ai pu assister à la réunion décentralisée de la société de médecine et de physiologie subaquatiques et hyperbares de langue française (MedSubHyp) à Barcelone le 7 Novembre dernier. J'ai découvert un programme largement consacré au soutien médical à la plongée en milieu isolé, des exposés de qualité sur les observations des cas de réimmersions thérapeutiques au Vietnam et le suivi à long terme des accidents de plongée chez les plongeurs pêcheurs vietnamiens.

L'accidentologie en plongée spéléo était également au programme puisque le Dr F. Couraud et le Dr J Desola ont présenté des situations d'accidents de plongée souterraine. Il reste maintenant à faire le lien entre les deux sujets pour que mon mémoire ne reste pas sans suite. Peut être interpellera t-il la communauté scientifique concernée par la médecine de plongée, de manière à ce qu'elle se penche véritablement, sans détour, sur la question de la recompression thérapeutique en plongée souterraine, en particulier chez le plongeur profond ou le plongeur victime d'un accident de décompression en post siphon.



 MEDSUBHYP Réunion scientifique décentralisée - 7 novembre 2015 CRIS-UTH Hôpital Moisès Broggi Sant Joan Despi - Barcelone		
9h00	Bienvenue	J. Desola
Session plongée : le soutien médical en situation isolée		
9h15	Exposé introductif : particularités de la prise en charge en situation isolée	J.E. Blatteau
9h30	Plongée en lac de montagne de haute altitude en Himalaya	JY Berney
9h50	Suivi à long terme d'accidents de plongée chez des plongeurs pêcheurs au Vietnam	JE Blatteau
10h10	Contraintes et spécificités du soutien médical d'une campagne de plongée sous banquise en Terre Adélie	JM Pontier
10h30	Pause café	
11h00	Accident vestibulaire en spéléologie à - 190 m	F. Couraud
11h20	Accident médullaire en spéléologie à - 255 m	J. Desola
11h40	Contraintes logistiques et sanitaires lors d'une mission de recherche subaquatique en situation d'isolement au Maroc	M. Coulangue
12h00	Communications libres (10 min) La remontée sans embout : analyse du rapport bénéfice / risque et perspectives	M. Coulangue
12h30	Visite de l'Unité de Thérapeutique Hyperbare	
13h30	Déjeuner	
Session OHB : Niveau de preuve des indications OHB		
14h30	Niveau de preuve des indications en OHB	A. Barthélémy & P. Constantin
14h50	Actualités sur les indications dans la surdité brusque	J. Desola
15h10	OHB et sensibilisation des cellules tumorales	P. Constantin
15h30	Pause café	
16h00	Modalités de la prise en charge de l'OHB par l'assurance maladie en Espagne	J. Desola
16h20	Communications libres Place de l'OHB dans le traitement des ostéonécroses non traumatiques de la tête fémorale	M. Salvador
16h40	Clôture de la journée	J.E. Blatteau

BIBLIOGRAPHIE

- [1] . Blatteau JE, Pontier JM, Cavenel P, Nguyen VM, Ruffez J. Activité de médecine de la plongée appliquée à l'aide humanitaire au profit de plongeurs pêcheurs au Vietnam. Médecine et armées, 2015, 43 :1 :119-25.
- [2]. Porcher M. Utilisation des cloches de décompression dans le secours souterrain des accidents de plongée spéléo. Mémoire de DIU de médecine hyperbare : Med : Aix-Marseille II. 2015.
- [3]. Faurax J. Les accidents de plongée souterraine. Projection d'un médecin et gestion médicale. Mémoire de DIU de médecine hyperbare : Med : Marseille : 2014.
- [4]. Dituri J . Take Me Back Down. The best « over the counter » remedy for DCIs. DEPTH : 2014
- [5]. Hode Luphin, Gnonlonfoun Dignon D, Solon Fernand, Vodoungnon Charlemagne, Avode Dossou. Difficulté de prise en charge des accidents de décompression au Bénin : à propos d'un cas et revue de la littérature. Société d'Anesthésie Réanimation d'Afrique Noire Francophone. R.A.M.U.R. Tome 19 n°3 : 2014
- [6].Vasseur F. Manuel technique de plongée souterraine. Editions Ulner : 2014
- [7]. Landon P, Barthet MC, Genestal M. Les accidents de plongée souterraine dans le Lot de janvier 2000 à Juin 2012. Réunion des médecins fédéraux. Hôpital Cochin.2012.
- [8]. Denoble P. In-water recompression. Alert Diver on line. Winter 2011
- [9]. Blatteau JE, Gempp E, Simon O, et al.Prognostic factors of spinal cord decompression sickness in recreational diving: retrospective and multicentric analysis of 279 cases.Neurocrit Care 2011 Aug; 15(1):120-7.
- [10]. Hartig.F, Förster W, Hühn W, Knessi P, Meyne K, Warninghoff V, Welslau.W. Accident de plongée. SUHMS : 2011
- [11]. Ruffez J. Diving for holothurians in Vietnam : A human and environmental disaster. SPC Beche-de-mer Information Bulletin, 2008 (28): 42-5.
- [12]. Blatteau JE, Pontier JM. Effect of in-water recompression with oxygen to 6 msw versus normobaric oxygen breathing on bubble formation in divers. Eur J Appl Physiol. 2009 Jul; 106 (5) : 691-5.
- [13]. Stefanato JP, Douchet M. A la découverte de la plongée souterraine. Subaqua. Hors série n°3 : Editions Arc en ciel ; 2008
- [14]. Blatteau JE, Pontier JM, Blanche E, Bompar JM, Etienne JL. Accidents de plongée. Le point sur la recompression thérapeutique par immersion. Urgence Pratique 2007, 85 :31-3.

- [15]. Foret A, Razi PM. Une histoire de la plongée et des sports subaquatiques : La plongée souterraine p 625-629 : Sub Aqua hors série n°4 : 2007 :
- [16]. Boyet P, Les accidents de plongée spéléologique. Pathologies, médicalisation des secours et prévention. Mémoire de DIU de médecine subaquatique et hyperbare : Med : Lille : 2007
- [17]. Blatteau JE, Jean F, Pontier JM, Blanche E, Bompar JM, Meudre E, et al. Decompression sickness accident management in remote areas. Use of immediate in-water recompression therapy. Review and elaboration of a new protocol targeted for a mission at Clipperton atoll. Ann Fr Anesth Reanim 2006, 25(8): 874-83.
- [18]. Broussolle B, Méliet JL, Coulange M. Physiologie et médecine de la plongée. Editions Ellipses : 2006
- [19]. Gauche B. Les accidents de spéléologie et de plongée souterraine. XIII^{èmes} journées annuelles des Urgences. Pessac 2005 : 96-98.
- [20]. Blatteau JE, Guiges JM, Remy FX, Hugon M, Robinet C, Galland FM. Plongées avec recycleurs. Expérience de la Marine nationale depuis 20 ans. A propos de 96 accidents répertoriés. Bull Med Sub Hyp 2003 ; 13 (Suppl) : 77-85.
- [21]. Louge P , Méliet J-L. Toxicité de l'oxygène hyperbare sur le système nerveux. In : Wattel F, Mathieu D, editors. Traité de médecine hyperbare. Paris : Ellipses Editions Marketing ; 2002. p. 627-32.
- [22]. Douchet M, Vasseur F. Lu pour vous. Cave-Diving Group Newsletter n° 142. Le fil n°10 : Avril 2002.
- [23]. Vasseur F, Marchal C. Initiation à la plongée souterraine. FFESSM Commission régionale de plongée souterraine Languedoc-Roussillon/ Midi-Pyrénées.
- [24]. Vaucher.E . Les accidents de plongée souterraine des débuts à nos jours. Mémoire DIU de médecine subaquatique et hyperbare : Med : Marseille : 2002.
- [25]. Gold D, Geater A, Aiyarak S, Wongcharoenyong S, Juengprasert W, Johnson M, et al. The indigenous fisherman divers of Thailand : diving-related mortality and morbidity. Int J Occup Saf Ergon 2000 ; 6 (2): 147-67.
- [26]. Ruffez J. Diving accidents in the divers of the centre of Vietnam: a study of 539 cases. Bull Med Sub Hyp 2000, 10 (2) : 45-9.
- [27]. Pyle RL, Keeping up with the times: application of technical diving practices for in-water recompression. In: Kay E, Spencer MP, editors In-Water Recompression: the 48th workshop of the Undersea and Hyperbaric Medical Society. Kensington: UHMS Publication Number RC 103.C3; 1999. P 74-88.
- [28]. Pyle RI, Younblood D. In water recompression as an emergency field treatment of decompression illness. SPUMS J 1997; 27:154-69.

[29]. Edmonds C. In water Oxygen Recompression: a potential field treatment option for technical divers. Aquacorps 1993; 5: 46-9

[30]. Pyle RI, In-water Recompression. The Hawaiian Expérience. AquaCorps 1993; 5 (BENT) : 50.

[31]. Sullivan P, Vrana A .Trial of in-water oxygen recompression therapy in antartica. SPUMS 1992; 22:46-51.

[32]. Pillot JD. Les accidents mortels de plongée souterraine survenus en France de 1950 à 1990. Th : Med : Toulouse 3 : 1991.

[33]. Méliet JL, Mayan PY . Le pronostic des accidents de décompression dans la Marine nationale. Influence du délai d'apparition et du délai de recompression .Bull Med Sub Hyp 1990 ; 9 (Suppl) :63-5.

[34]. Ostermann JM. Les atmosphères confinées karstiques et autres gaz des cavernes. Th : Med : Limoge : 1990.

[35].Farm Jr. FP, Hayashi EM, Beckman EL. Diving and decompression sickness treatment pratices among Hawaii's diving fishermen. Sea Grant Technical Paper UNIHI-SEAGRANT-TP-86-01. Honolulu, HI: University of Hawaii Sea Grant College Program; 1986.

[36].U.S. Navy Diving Manual, Volume I, revision 1, June 1985, NAVSEA 0994-LP-001-9010.

[37]. Knight J. In water oxygen recompressing therapy for decompression sickness. SPUMS J 1984, 14:32-4.

Sites internet

[38]. Accidents et incidents de plongée souterraine en France. Vasseur. F: <http://www.plongeesout.com/>

[39]. SSF : Spéléo Secours Français : <http://www.ssf.ffspeleo.fr>
<http://ssf.ffspeleo.fr/fr/infos-regions/zone-sud-ouest/f--midi-pyrenees/618-presentation-de-l-exercice-secours-speleo-plongee-a-la-source-du-ressel-marcilhac-46-les-15-et-16-juin-2013>

[40]. <http://www.speleo-secours-francais.com/fr/sauveteurs/informations-sauveteurs/435-2010-10-24-suivi-de-loperation-solidarite-eric-establie-octobre-2010>

[41]. Alerdiveronline : <http://www.alertdiver.com/In-Water-Recompression-IWR>

[42]. Aquatek : <http://www.aquatek.fr/nos-articles/saint-sauveur/le-vertige>

[43]. Cavexplorer ; <http://cavexplorer.drupalgardens.com/content/un-add-dans-un-coin-paum%C3%A9-quest-que-tu-fais%C2%A0>

[44]. La dépêche :

<http://www.ladepeche.fr/recherche/?q=accident+de+plong%C3%A9e+souterraine4>

<http://www.ladepeche.fr/article/2011/10/04/1183222-pres-de-10-000-plongees-chaque-annee.html>

[45]. L'indépendant :

<http://www.lindependant.fr/2012/05/26/cousteau-et-haroun-tazieff-ont-rendu-celebre-estramar,140724.php>

France 3 :

[46]. <http://france3-regions.francetvinfo.fr/midi-pyrenees/2013/01/28/accident-de-speleo-cadrieu-dans-le-lot-189411.html>

[47]. <http://france3-regions.francetvinfo.fr/languedoc-roussillon/pyrenees-orientales/salses-encore-un-accident-de-plongee-font-estramar-527004.html>

Films et vidéos

[48]. Plongée souterraine au Goul de la Tannerie. Bourg Saint-Andéol :

<https://www.youtube.com/watch?v=z7nd3hCD98U>

[49]. Ly Son L'île invalide : Pontier JM. Maisonnave M : 2011.

https://www.youtube.com/watch?v=32jjkY1H_4E

[50]. La détresse des profondeurs. AFEPS - Nha Trang Vietnam : Zoccola S : 2002

https://www.youtube.com/watch?v=YsZIV-6_GZU

[51]. Interview d'un pêcheur plongeur vietnamien :

https://www.youtube.com/watch?v=_whj6en_skM