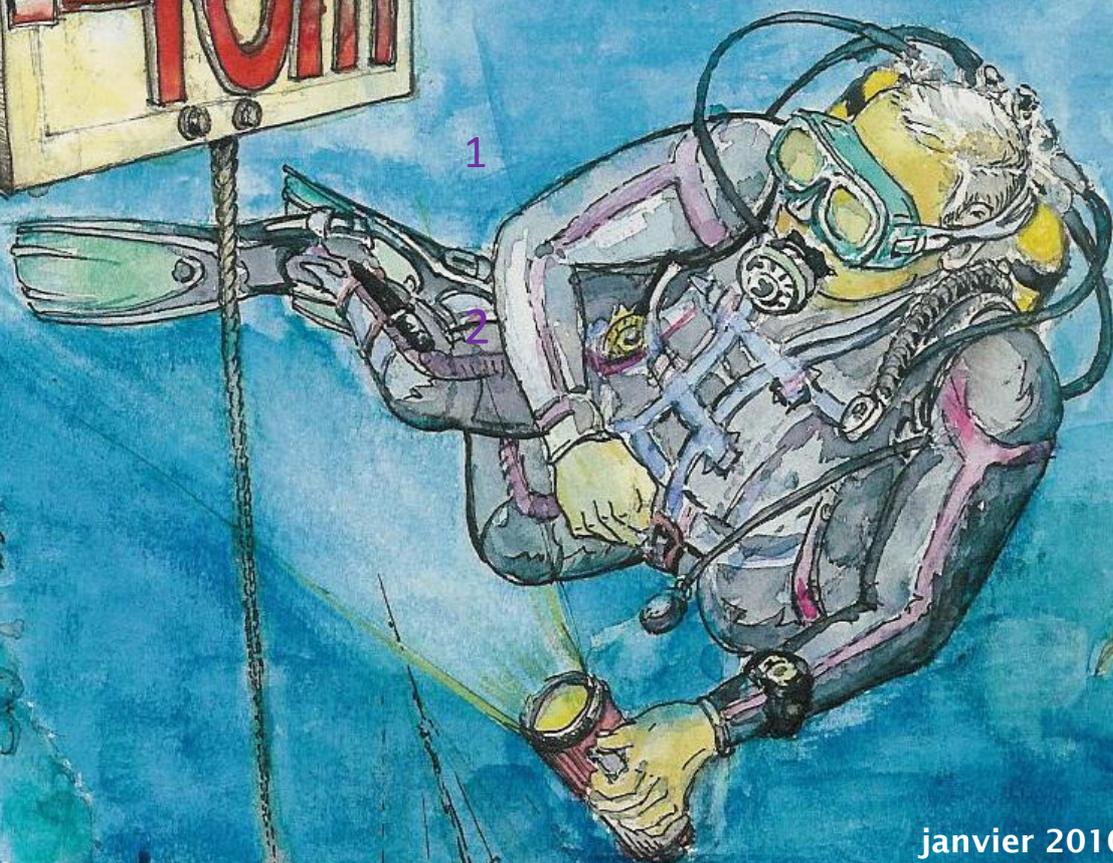
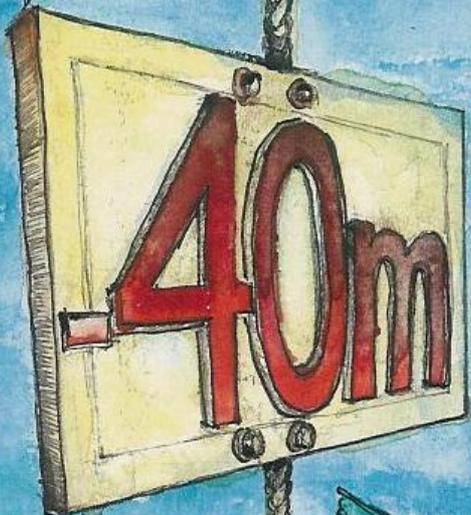


Commission de l'Enseignement

Plongée Profonde

à l'Air

Manuel d'instruction du candidat
« Brevet de Spécialisation »



janvier 2010



Ligue francophone de
recherches et d'activités
subaquatiques

Participants

Nom	Remarques
Emmanuel Backx, Michel Dotricoli, Patrice Finet, Yves Lheureux & Serge Vanlondersel	Adaptation à destination des candidats, extrait du <i>manuel de référence</i> de Valérie Woit, « Plongée profonde à l'air », décembre 2008

Aquarelle de couverture	Jean-Pierre Carbonnelle
Dessins en pages intérieures	Lori Mahmoudian
Les crédits photos	Alain Norro : l'étrave du Grec (p11), l'hélice du Donator (p14), le congre (p92) ; Frédéric Tétart : déploiement parachute (p37) ; Gregory Jones : récupération des plongeurs (p38) ; Frédéric Brysse : plongeur dans le bleu (p91).
Les crédits textes	Groupe REVOD (Reproduction partielle repris dans 5.3.6.2 et 5.5.3), M.-I. JORIS (Reproduction partielle repris dans 5.2.2.1.a).

Approbation

Version	Remarque	Date
1.1	Version approuvée par le collège des MN	12/12/2009
1.2	Version disponible sur le site LIFRAS	01/01/2009

Commission de l'Enseignement

Plongée Profonde

à l'Air

**Manuel d'instruction du candidat
« Brevet de Spécialisation »**

Janvier 2010



lifras
commission
enseignement

Ligue francophone de
recherches et d'activités
subaquatiques

Table des matières

1	Introduction	4
1.1	L'accès à la profondeur à la LIFRAS	4
1.2	Manuel du brevet de spécialisation "Plongée profonde à l'air"	4
1.2.1	Préambule	4
2	Le brevet de spécialisation "Plongée profonde à l'air"	6
2.1	Objectifs du brevet de spécialisation « Plongée profonde à l'air »	6
3	La plongée profonde à l'air	7
3.1	Définition	7
3.2	L'attrait de la plongée profonde à l'air	7
4	L'organisation de la plongée profonde à l'air	9
4.1	Les défis de la plongée profonde	9
4.1.1	Compétences relatives à la réalisation d'une plongée profonde	9
4.1.1.1	Utilisation des résultats de l'analyse des risques	9
4.1.1.2	Exemple de "Et si ... que faire ?"	11
4.2	La préparation d'une plongée profonde	11
4.2.1	Réglementation et administration	11
4.2.1.1	Réglementation - recommandations	11
4.2.2	Infrastructure - Le bateau et son pilote	13
4.2.3	Le support en surface	13
4.2.3.1	Le pilote du bateau	13
4.2.3.2	La palanquée de sécurité	14
4.2.4	Le matériel de secours	15
5	Les techniques de plongée profonde à l'air	17
5.1	La planification	17
5.1.1	Compétences relatives à la planification	17
5.1.2	Comment planifier une plongée profonde à l'air ?	17
5.2	Le déroulement de la plongée	18
5.2.1	La mise à l'eau	18
5.2.2	La descente	19
5.2.2.1	Descente avec repère visuel	19
5.2.2.1.a	les balises fixes et les balises temporaires	19
5.2.2.1.b	le balisage léger	20
5.2.2.1.c	le balisage lourd	20
5.2.2.2	Descente sans repère visuel	21
5.2.3	Le parcours sur le fond	21
5.2.4	Le retour vers la surface	22
5.2.5	La récupération	23
5.2.6	Communication entre la palanquée de sécurité et les plongeurs	23
5.2.6.1	Communication avec la sécurité de surface	23
5.2.6.2	Procédure de rappel des palanquées	24
5.3	La gestion des incidents les plus courants	26
5.3.1	Introduction à la gestion des incidents	26
5.3.2	Compétences relatives à la gestion des incidents	26
5.3.3	La panne d'air	27

5.3.3.1	C'est quoi ?.....	27
5.3.3.2	Prévention.....	28
5.3.3.2.a	Fixation de la pression de réserve	29
5.3.3.3	Et si... que faire ?.....	30
5.3.4	La narcose à l'azote.....	31
5.3.4.1	C'est quoi ?.....	31
5.3.4.2	Prévention.....	31
5.3.4.3	Et si ... que faire ?.....	32
5.3.5	Intoxication au dioxyde de carbone (hypercarbie).....	32
5.3.5.1	C'est quoi ?.....	32
5.3.5.2	L'essoufflement	33
5.3.5.3	Prévention.....	33
5.3.5.4	Et si ... que faire ?.....	34
5.3.6	La maladie de décompression	34
5.3.7	La perte de compagnon	34
5.3.7.1	Procédure à appliquer en cas de perte.....	34
5.3.7.2	Comment adapter la procédure CMAS aux circonstances de la plongée profonde ?	35
5.3.7.3	Et si ... que faire ?.....	36
5.3.8	Autres incidents	37
5.4	La gestion de la décompression	38
5.4.1	La décompression lourde.....	38
5.4.1.1	Définition	38
5.4.1.2	Moyen de décompression primaire et back-up.....	39
5.4.1.2.a	Moyens de décompression primaire.....	39
5.4.1.2.b	Moyens de décompression de secours.....	39
5.4.1.5	Planification	40
5.4.2	La décompression aux mélanges enrichis (Nitrox) ou à l'oxygène pur.....	41
5.4.2.1	Intérêts des mélanges enrichis pour la décompression / décompression accélérée	41
5.4.2.2	En pratique.....	42
5.5	Le matériel et sa configuration	42
5.5.1	Compétences relatives à l'utilisation et à la configuration du matériel	42
5.5.2	Le matériel et la plongée profonde	42
5.5.2.1	Les principes généraux.....	43
5.5.3	La configuration du matériel.....	43
5.5.3.1	Le triangle de vie.....	44
5.5.3.2	Hydrodynamisme et effet 'sapin de Noël'	45
5.5.3.3	Limiter les contacts dangereux entre le matériel et le milieu.	45
5.6	Le comportement du plongeur en plongée profonde	46
5.6.1	Compétences relatives au comportement du plongeur profond à l'air	46
5.6.2	Le comportement du plongeur profond à l'air	46
5.6.2.1	Les principaux comportements qu'il faut observer ou détecter	47
5.6.2.1.a	L'habitude.....	47
5.6.2.1.b	L'existence d'une opportunité	47
5.6.2.1.c	L'excès de confiance et le manque de confiance – La peur et le stress	48
5.6.2.1.d	L'effet de groupe.....	48
5.6.2.2	Synthèse des comportements risqués et conseillés	49
6	Conclusion	50

7	Bibliographie.....	51
8	Webographie	52

1 Introduction

1.1 L'accès à la profondeur à la LIFRAS

La plongée profonde à l'air est l'une des pierres angulaires de la conception de la plongée chez les plongeurs LIFRAS. Elle l'a toujours été, mais son enseignement et sa pratique ont lentement évolué au sein de la Ligue, et même de la Fédération. Jusqu'au milieu des années 90, aucune limite de profondeur n'était imposée aux brevets élémentaire, moyen et supérieur. C'était l'époque où la plongée était considérée comme une véritable discipline 'sportive' inspirée des exploits de l'équipe Cousteau. La plongée était encore exempte de normes et autres réglementations. La belle époque dirons certains.

Le thème de la plongée profonde à l'air est un sujet qui interpelle souvent les plongeurs belges qui se voient de plus en plus restreindre leurs prérogatives de plongée, notamment à l'étranger de par des réglementations locales plus restrictives que celles de la Ligue, par exemple en France où le 2* est limité à 40m quelles que soient ses prérogatives délivrées par la Ligue.

Le monde (et le marché) de la plongée évolue constamment, tout comme la législation qui le régle. Et, la Belgique n'y échappe pas ! Mais c'est aussi la démocratisation de la plongée, le changement des mentalités, et la constante évolution du matériel qui a rendu l'accès de plus en plus facile pour le grand public. Ceci engendra la nécessité de revoir les modalités d'accès à la profondeur. Il faut, en effet, faire prendre conscience aux plongeurs des défis liés à la plongée profonde à l'air et des consignes particulières à observer pour plonger 'malin' et savourer tous les plaisirs qu'offre ce type de plongée en toute sécurité.

C'est dans le cadre de la **réforme** des brevets LIFRAS d'octobre 2008, qui faisait suite à la décision des Présidents des clubs de la LIFRAS d'adopter les normes européennes¹ relatives à la plongée subaquatique, qu'un nouveau projet relatif à l'accès à la profondeur est né. **Le niveau de brevet dont le plongeur est titulaire détermine maintenant son espace d'évolution maximal en profondeur.** Pour ce qui est du niveau 3*, **l'accès à une profondeur supérieure à 40m est soumise à l'obtention du brevet de spécialisation "Plongée profonde à l'air"** dont il est question dans ce manuel.

Tout comme les autres brevets de spécialisation de la Lifras (p.e. Plongeur Nitrox, Plongeur Nitrox confirmé, Vêtement étanche,..), le brevet de spécialisation "Plongée profonde à l'air" complète le cursus du plongeur 3* qui souhaite accéder à une profondeur supérieure à 40m ou se diriger vers le monitorat.

1.2 Manuel du brevet de spécialisation "Plongée profonde à l'air"

1.1.1 Préambule

Ce cours est la première version du manuel du brevet de spécialisation « Plongée profonde à l'air » (ci-après BdS PPA ou brevet de spécialisation PPA). Ce brevet de plongée technique a été créé à l'initiative du Comité des brevets dans le cadre de la réforme des brevets d'octobre 2008.

¹ Il y a 5 normes européennes (3 décrivant les 3 niveaux de plongeurs : encadré, autonome, guide de palanquée ; et 2 décrivant les 2 niveaux de moniteur) qui ont été traduites en normes belges et publiées au Moniteur Belge en 2004.

Ce cours s'appuie sur les connaissances et la pratique de la plongée développées tout au long de l'acquisition des trois premiers niveaux de plongeurs (1*-2*-3*). Le candidat plongeur profond doit donc être familier avec l'ensemble de cette matière.

Il est recommandé de disposer du brevet de spécialisation "Plongeur Nitrox confirmé" avant de présenter le brevet de spécialisation "Plongée profonde à l'air". Ce brevet de spécialisation s'impose comme un complément incontournable pour tout plongeur qui souhaite se former aux techniques et aux équipements nécessaires à la pratique de la plongée profonde à l'air avec un maximum de sécurité.

Ce cours est patrimoine de la LIFRAS, toute copie partielle ou intégrale, traduction et adaptation ne peuvent être faites sans son autorisation écrite.

2 Le brevet de spécialisation "Plongée profonde à l'air"

2.1 Objectifs du brevet de spécialisation « Plongée profonde à l'air »

- Exposer les dangers et risques particuliers rencontrés en plongée profonde à l'air,
- Faire prendre conscience de la nécessité de disposer d'une sécurité renforcée et de l'importance de la planification, familiariser les candidats PPA avec les techniques spécifiques de la plongée profonde à l'air, telles que la décompression lourde² et la gestion des incidents courants,
- Présenter les problèmes liés au matériel et à sa configuration,
- Sensibiliser le candidat à la nécessité d'adopter un comportement adéquat et responsable,
- Préparer et accompagner le candidat pour ses premières plongées profonde à l'air et l'amener à acquérir une expérience complémentaire lui permettant de plonger profond de manière autonome.

² Voir Groupe REVOD, Lifras, Commission de l'enseignement, Groupe REVOD, Juin 2008, V 5, chapitre 1.5.

3 La plongée profonde à l'air

3.1 Définition

La plongée profonde à l'air est considérée comme une plongée technique par opposition à la plongée loisir désormais limitée à 40 m de profondeur.

Pour la LIFRAS, la plongée profonde à l'air est définie comme toute plongée effectuée à une profondeur supérieure à 40 m dont la gestion impose une organisation, un comportement et des techniques de plongée appropriées. Elle est notamment caractérisée par une planification préalable et une rigueur dans son exécution.

Par ailleurs, la réforme de la décompression (REVOD, Octobre 2008), rendue applicable par la LIFRAS via sa publication dans l'Hippocampe n°210 de décembre 2008, a pris position quant à la profondeur limite à l'air (en gaz fond). Elle recommande de ne pas dépasser la profondeur de 60m lors de l'utilisation de l'air comme gaz fond et cela tenant compte des techniques triox et trimix actuellement disponibles et des risques plus importants de narcose à l'azote et d'essoufflement au-delà de cette profondeur.



3.2 L'attrait de la plongée profonde à l'air

Certains disent qu'il est inutile de plonger profond parce la beauté de la mer et de la vie qui s'y développe se situe dans ses premiers mètres, plus précisément dans les 20 à 40 premiers mètres. Les êtres vivants recherchent les meilleures conditions pour vivre, se nourrir et se reproduire. Pour beaucoup d'entre eux, cette recherche abouti à s'établir jusqu'à la limite inférieure de l'infralittoral, zone où la lumière est encore présente.

D'autres n'ont cesse d'envie d'aller plus loin, plus profond. A une certaine époque, on jugeait les plongeurs en fonction des profondeurs figurant dans leur carnet de plongée. Ce temps est révolu, et la quête des grandes profondeurs est aujourd'hui considérée comme irresponsable.

Dès lors, pourquoi plonger profond à l'air?

Il est évident que **la plongée profonde à l'air n'est pas une fin en soi**, mais plutôt une volonté de visiter des sites profonds. Elle représente souvent un accomplissement personnel, parfois un besoin de conquérir les profondeurs de l'océan lorsque la plongée traditionnelle a perdu un peu de sa magie, est devenu monotone ou ennuyeuse.

Mais c'est aussi une manière de poursuivre son apprentissage, de maîtriser de nouvelles techniques, d'élargir son expérience, d'utiliser un matériel spécifique, et pour certains, l'occasion d'établir un lien étroit entre la théorie et la pratique.

Plus largement, la plongée profonde à l'air permet aux plongeurs de :

- satisfaire leur esprit de conquête et d'atteindre des lieux vierges et intacts, de plonger sur des sites qui seraient autrement inaccessibles, comme c'est le cas pour beaucoup d'épaves en Méditerranée (p.e. le Donator et la Drôme);
- éprouver des sensations différentes dues à la profondeur, de la baisse de luminosité, du calme et de l'atmosphère des profondeurs ; d'y observer des espèces qui ne vivent qu'à cette profondeur ou simplement qui s'y développent autrement ; tout y est à une plus grande échelle : les gorgones, les poissons, ... ;
- d'acquérir l'expérience nécessaire à la présentation d'un brevet de plongée technique tel que le trimix ou, plus simplement, en vue de l'obtention d'un brevet de moniteur.

Ce ne sont donc pas les intérêts qui manquent pour pratiquer notre sport favori dans des conditions plus différentes. Pour ceux qui l'auraient oublié, **nous pratiquons la plongée avant toute chose pour nous faire plaisir**. Toutefois, la plongée profonde à l'air a ses limites et nous ne manquerons pas de les aborder dans ce manuel.

—

4 L'organisation de la plongée profonde à l'air

4.1 Les défis de la plongée profonde

Notre société se caractérise notamment par une aversion de plus en plus marquée pour le risque, et spécialement dans le cadre d'activités de loisir. La plongée profonde à l'air - tout comme n'importe quelle autre activité sportive - comporte un certain nombre de dangers. Le risque zéro n'existe pas.

Il faut donc s'organiser pour prévenir et gérer ces dangers, en particulier ceux liés à la plongée profonde, de façon à ce que seuls des « risques acceptables et surtout acceptés » soient pris. L'analyse des risques permet d'identifier les incidents possibles et d'apporter des solutions préparées afin que ces incidents ne se transforment pas en accidents.

4.1.1 Compétences relatives à la réalisation d'une plongée profonde

Le plongeur doit :

- être capable d'effectuer une analyse de risques³ adaptée à la plongée envisagée.
- connaître les dangers⁴ de la plongée profonde à l'air, en général, et être capable d'identifier les risques spécifiques liés aux circonstances de la plongée envisagée.
- être capable de prendre les mesures appropriées aux circonstances de la plongée pour prévenir les risques identifiés et de préparer - avant d'entamer sa plongée - des réponses aux dangers qui pourraient en découler, pour réduire tant que faire se peut leurs conséquences éventuelles. Le cas échéant, il doit être capable de prendre la décision de ne pas plonger.

4.1.1.1 *Utilisation des résultats de l'analyse des risques*

Premièrement, il faut **faire le tri entre les problèmes mineurs et les problèmes pour lesquels il faut préparer une solution, au cas où**. Il faut donc se fixer un certain degré de matérialité (du risque et de ses conséquences). En effet, l'impact d'une sangle de palme qui casse sur le bateau n'est pas le même que celui d'un plongeur essoufflé qui n'arrive pas à maîtriser sa respiration en profondeur.

Deuxièmement, dans les risques retenus, on s'attaquera d'abord aux **problèmes courants** qui sont rencontrés ordinairement en plongée profonde à l'air (ex : la narcose, l'essoufflement ou encore la panne d'air). Ils sont généralement bien connus. Le plongeur doit apprendre à gérer des événements similaires car la probabilité qu'il se retrouve dans une telle situation est relativement grande. Ce sont ces problèmes et incidents courants qui sont traités dans les deux chapitres suivants (5.3 et 5.4).

³ Le **risque** est une exposition à un danger potentiel, inhérent à une situation ou une activité mais c'est avant tout la probabilité qu'un événement quelconque apparaisse. Il est important de donner plusieurs exemples pour bien comprendre ce que la notion de risque incorpore dans le contexte de la plongée. Le risque d'une plongée peut être d'avoir un accident de décompression (d'où le lien avec la notion de danger et l'impact pour l'intégrité physique des plongeurs) mais il peut tout aussi bien être de rater le site de plongée suite à une mauvaise orientation.

⁴ Un **danger** est une situation, condition ou pratique qui comporte en elle-même un potentiel à causer des dommages aux personnes, aux biens ou à l'environnement, p.e. les conséquences d'une crise hyperoxique sur la sécurité ou l'intégrité physique d'un individu sont considérées comme des dangers ; la noyade qui peut survenir lors d'un essoufflement est considérée comme un des dangers de la plongée.

ORGANISATION

Par ailleurs, les erreurs d'autrui sont souvent une bonne source d'informations pour identifier les problèmes communs. En effet, **l'analyse de rapports d'incidents** (qu'il s'agisse d'accidents, de quasi-accidents, de dommages matériels ou simplement d'incidents)⁵ donne un aperçu objectif supplémentaire des risques liés à la plongée profonde. Il faut s'informer sur le déroulement des plongées profondes des autres afin que ces incidents ne se reproduisent plus.

Troisièmement, ce sont les **problèmes potentiels** qui seront traités. Ils sont rares et moins bien appréhendés par le plongeur. Pour les identifier, il faut se poser la question " **Et si... ?** ". Cette technique permet aussi d'envisager des situations auxquelles on n'aurait pas pensé. Par exemple, on peut se poser la question "Et si l'inflateur de mon gilet reste bloqué en position de gonflage, que dois-je faire ?", "Et si mon binôme présente des symptômes d'accident de décompression lorsque nous sommes au palier, que dois-je faire?" ou encore "Et si le moteur du zodiac est cassé alors que je dois amener mon compagnon de plongée à l'hôpital le plus vite possible, que dois-je faire ?".

Cela revient à évaluer :

- > la **probabilité qu'un risque survienne** (en lien direct avec le degré d'exposition au risque au cours de la plongée envisagée),
- > la **possibilité de l'éviter**,
- > et **l'ampleur de ses conséquences s'il se réalise** (sa gravité).

A partir de là, il faut trouver un juste **équilibre** entre les solutions envisagées (contraintes liées à la sécurité) et les bénéfices de ce qu'elles apportent.

Quatrièmement, pour ne pas devoir gérer une crise sous l'eau, il est impératif de mettre en œuvre tous les moyens raisonnables pour l'éviter. Par exemple, pour minimiser les problèmes de désorientation ou de vertige lors d'une descente dans le bleu, il est prudent de prévoir l'utilisation d'un balisage pour donner un point de repère aux plongeurs.

Lorsqu'un problème se présente en plongée, on n'a pas toujours la possibilité ou la capacité de se contrôler, de penser à une solution appropriée et d'agir calmement. Les incidents rencontrés en plongée profonde à l'air sont souvent liés à une situation mal appréciée et à une réaction inappropriée face au problème. Dès lors, si on ne peut l'éviter, il faut:

- > **envisager des solutions** avant de plonger (" **Et si... ?** "),
- > ne pas hésiter à avoir recours à des 'check listes' ou d'autres moyens mnémotechniques,
- > disposer des **plans d'urgence principaux sur papier** afin qu'ils soient directement utilisables par l'équipe en surface,
- > s'assurer que ces solutions soient bien **connues de tous** les plongeurs et de l'équipe en surface.

Cette réflexion doit être menée avant de plonger, au calme, plutôt que dans une situation de crise, dans l'eau, au cours de laquelle la précipitation des événements permet rarement de prendre la meilleure décision. C'est donc en **anticipant** les situations qui pourraient se présenter que l'on peut préparer la réponse la plus appropriée.

⁵ Explication des termes utilisés : par **accidents** on entend les accidents graves ayant provoqués par exemple des lésions dramatiques ; alors que les **quasi-accidents** font références aux situations où « on a eu de la chance » et qui auraient pu – dans d'autres circonstances – provoquer de tragiques conséquences ; les **dommages matériels** sont considérés comme des **incidents** tout comme les problèmes n'ayant pas de lourdes conséquences.

Mais, de manière générale, il subsistera toujours un certain risque. Tant que ce risque résiduel n'apparaît pas comme « acceptable », le plongeur profond doit agir sur la source ou/et sur les conséquences du risque afin de ramener la situation à un niveau « acceptable ». Chaque plongeur a un niveau différent d'acceptation de la prise de risque.

Vous l'aurez compris: **la plongée profonde ne s'improvise pas !** Toutefois, **il n'y a pas d'approche universelle rigide de la sécurité.** Les mesures de sécurité doivent être appropriées aux participants et aux circonstances de la plongée.

4.1.1.2 Exemple de "Et si ... que faire ?"

Et si, lors de l'arrivée sur site, je constate que la mer est bien formée et que les conditions sont changeantes.	Alors, j'opte pour un autre site de plongée plus à l'abri. Si ce n'est pas possible, je reprends la météo pour m'assurer que la mer ne va pas se creuser encore plus et diffère ma mise à l'eau. Je réduis la profondeur et le temps de la plongée pour plonger dans la courbe de non paliers.
Et si je constate en ouvrant ma bouteille avant une plongée profonde qu'elle n'est plus gonflée à 210 bar ?	Alors, je regonfle mon bloc ou change de bouteille. Sinon, je replanifie ma plongée en fonction du gaz disponible, je réduis la profondeur et/ou le temps de ma plongée.
Et si mon binôme est pris de vertige à la descente ?	Alors, j'arrête la descente, ramène son attention sur le balisage de descente et me place devant lui pour lui fournir un point de repère supplémentaire. Si cela ne suffit pas, j'interromps la plongée.

4.2 La préparation d'une plongée profonde

4.2.1 Réglementation et administration

4.2.1.1 *Réglementation - recommandations*

La réglementation qui intéresse le plongeur profond à l'air est sujette à évolution constante et requiert une mise à jour régulière. L'objectif de cette recherche doit permettre au plongeur profond à l'air de **réaliser ses opérations de plongée en accord avec la réglementation applicable à ce type de plongée.**

- **Réglementation spécifique au pays dans lequel on se trouve:** Le principe de base est de plonger profond à l'air partout où c'est possible, où c'est permis, où ça en vaut la peine et où ce n'est pas dangereux. Il faut donc se renseigner pour savoir si une réglementation au sujet de la plongée profonde à l'air existe dans le pays où l'on souhaite s'adonner à notre sport favori. Notons par exemple que la France⁶ a promulgué un arrêté limitant la plongée à l'air à 60m de profondeur, que l'Espagne⁷ limite la profondeur à 40m en plongée autonome à l'air par arrêté ministériel ou encore

⁶ Arrêté du 22/06/1998 publié au **Journal Officiel** du 11/07/1998 et modifié par un Arrêté du 28/08/2000 publié au **Journal Officiel** du 06/09/2000.

⁷ **Normas de actividades subacuáticas en España.** Orden del Ministerio de Fomento del 14/10/1997. Publicada en el B.O.E. (Boletín Oficial del Estado) del 22/11/1997 (número 280). Art 24.8 "Los límites de profundidad para operaciones de buceo con

ORGANISATION

que l'Égypte⁸ limite aussi la profondeur à 40m. On se rend vite compte que l'on ne fait pas ce que l'on veut où l'on veut.

- **Réglementation spécifique à la fédération à laquelle on appartient** : Selon les Fédérations et Associations de plongée, la profondeur à partir de laquelle la plongée est considérée comme profonde varie énormément. Notre fédération autorise la plongée en carrières, lacs et rivières jusqu'à 40 m et déconseille de dépasser cette profondeur en Zélande. Dans le cadre de la réforme de la décompression (REVOD), la Lifras a formulé la recommandation visant à ne pas dépasser la profondeur maximale de 60 m avec de l'air comme gaz fond. Par ailleurs, au niveau de la CMAS⁹, une recommandation vient d'être rappelée quant à la pression partielle d'oxygène maximale acceptable en mélange fond. Elle est fixée à 1,4 bar, ce qui permet d'atteindre une profondeur de 56m avec 21% d'oxygène (air).
- **Réglementation spécifique au lieu de plongée** : Malgré que la plongée profonde à l'air en Zélande ne soit pas interdite, le plongeur profond doit également tenir compte de la réglementation locale qui peut souvent être plus contraignante. En effet, les zones de plongée accessibles¹⁰ en Zélande telles que définies par le règlement de la police de la navigation intérieure reprennent une série de sites sur lesquels les profondeurs supérieures à 40m existent, mais sont interdites (comme c'est le cas à Anna Jacobapolder) puisque cela impliquerait de plonger sous les chenaux de navigation, alors que c'est interdit.
- **Réglementation spécifique découlant du moyen de décompression** : Lorsqu'un plongeur profond à l'air utilise les tables Lifras 1994, il ne peut réaliser de successive si sa première plongée dépasse les 57m. Lorsqu'il utilise un ordinateur, la successive est interdite si la première plongée a été réalisée à plus de 60m.
- **Réglementation spécifique découlant de l'assurance des plongeurs participants** : Si l'un d'eux est assuré au DAN et plonge avec une giclette d'hélium, il ne pourra s'immerger à des profondeurs correspondant à une pression partielle d'oxygène supérieure à 1,4 bar ou à une pression partielle d'azote supérieure à 3,95 bar¹¹.

Pour assurer le bon déroulement de votre plongée, vous devez savoir avec qui vous plongez.

L'objectif n'est pas de mener un interrogatoire, mais bien de vous faire une idée concrète des plongeurs qui vous accompagnent, en particulier pour déterminer qui sera le chef de palanquée ou le serre-file. Des personnes que l'on aurait mal jugées par manque de prise de renseignements pourraient mettre en difficulté toute la palanquée.

Le plongeur qui dépasse pour la première fois 40m, ne pourra pas tenir le rôle de chef de palanquée et doit être accompagné d'un moniteur ayant l'expérience de la plongée profonde. Après l'obtention du brevet de spécialisation, il est conseillé au plongeur profond de poursuivre son apprentissage de la profondeur en compagnie de plongeurs expérimentés.

aire quedan determinados por las siguientes cotas a nivel del mar: 40 metros: Inmersiones con equipo autónomo de aire ; 55 metros: Inmersiones excepcionales con aire o nitrox (aire enriquecido)".

⁸ En Égypte, il n'y a pas de loi à proprement parler, mais plutôt un consensus auquel les centres de plongée ont souscrit de commun accord avec la province de la mer Rouge et son gouverneur.

⁹ Fifth Edition of the **CMAS** Technical Committee Newsletter, September 2008.

¹⁰ Vrijstelling artikel 8.08 van het **Binnenvaartpolitiereglement** 'beoefenen onderwatersport in de Oosterschelde' gepubliceerd in de Staatscourant nummer 75, 18 april 2006.
<http://www.underwatersport.org/Nederlandismooionderwater/Waarkanikduiken/DuikeninZeeland/Duikkaartenfvg2008/tabid/305/Default.aspx>

¹¹ **DAN Europe**, certificat d'assurance, chapitre sur les couvertures d'accidents repris dans les conditions d'assurance, Français 3/2005, www.daneurope.org

Dans l'absolu, on formera les palanquées de manière à répartir les plongeurs dans les palanquées en fonction de leur expérience de la plongée profonde. Idéalement, on aura, dans chaque palanquée, un plongeur expérimenté, qui a plongé profond récemment et qui est en bonne forme physique et mentale.

4.2.2 Infrastructure - Le bateau et son pilote

Une plongée profonde à l'air se réalise rarement du bord étant donné que les fonds marins présentant la profondeur recherchée ne sont que rarement localisés près des côtes ou que les objectifs de la plongée requièrent un endroit spécifique (c'est le cas lors de l'exploration d'une épave ou du souhait d'observer une espèce marine ne vivant qu'en profondeur).

Sans un **bateau adapté et un pilote aguerri**, impossible de réaliser une plongée profonde au large. En effet, la disposition d'un bateau et d'un pilote est primordiale pour :

- transporter les plongeurs,
- larguer les plongeurs au bon endroit et dans de bonnes conditions,
- améliorer tant que faire se peut les conditions de leur plongée,
- réaliser ou participer à la surveillance en surface,
- procéder à leur récupération.



L'**amélioration des conditions de plongée, notamment par un balisage du site ou la disposition d'une ligne de remontée**, s'impose lorsque la plongée se fait dans le bleu. Si elle est réalisée sur un tombant ou une roche, le plongeur dispose d'un point de repère naturel pour effectuer sa descente et/ou sa remontée. Par contre, lorsque la plongée se fait "**dans le bleu**", le plongeur ne voit généralement pas le fond ou le sec lorsqu'il se met à l'eau et la remontée se fait également sans repère et se termine en dérive.

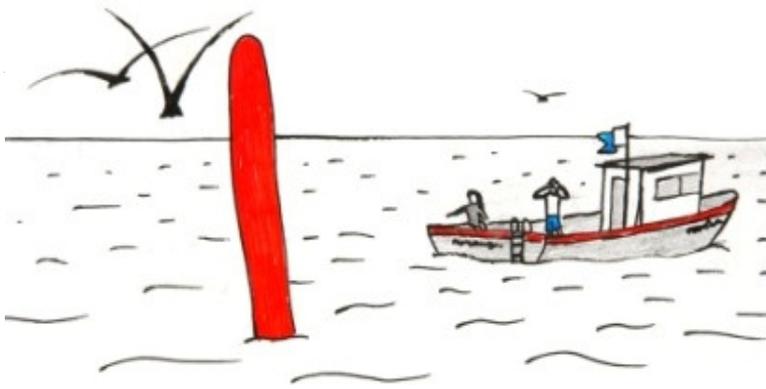
Ces points sont détaillés au chapitre 5.2 relatif au déroulement de la plongée.

4.2.3 Le support en surface

Le support en surface est réalisé de deux manières: d'une part, par le pilote du bateau et d'autre part, par la palanquée de sécurité. Ces deux intervenants interagissent en permanence.

4.2.3.1 *Le pilote du bateau*

Le pilote a toujours quelque chose à faire. **Il doit rester attentif en permanence et doit savoir tout ce qui se passe**. Il ne faut pas croire qu'il peut dormir pendant la plongée : Une fois les plongeurs dans l'eau, il se tient informé des conditions météorologiques et surveille leur évolution, déchiffre les messages d'alerte sur la VHF à travers le bruit du moteur, manœuvre pour rester sur zone tout en observant la présence de courant, l'arrivée d'autres bateaux sur la zone de plongée, le déplacement des bulles en surface ou encore l'émergence des parachutes en surface.



Il peut même regarder au sondeur la présence d'un amas de bulles au-dessus du site pour essayer de localiser les plongeurs. C'est un job angoissant, le pilote reste en surface à attendre que les plongeurs émergent, sans savoir ce qui se passe dans l'eau. Dans sa tâche, il est aidé par la palanquée de sécurité.

4.2.3.2 La palanquée de sécurité

La **sécurité** est dite **active**. A tout instant, la palanquée de sécurité est **l'interface privilégiée du pilote du bateau**. Elle relaie les ordres de mise à l'eau du skipper, confirme que la zone est dégagée et qu'il peut manœuvrer, et est capable de lui indiquer – à n'importe quel moment – le nombre de plongeurs encore dans l'eau. Avant de quitter la zone de plongée, elle s'assure que toutes les palanquées sont bien revenues sur le bateau.

La **palanquée de sécurité se compose au minimum de 2 plongeurs capables d'intervenir en toutes circonstances**.

- L'un est équipé de sa combinaison, avec ses palmes, son masque et son tuba prêt à se mettre à l'eau pour **aider quelqu'un en surface**. Si besoin, tout son matériel de plongée est monté et vérifié au cas où il devrait s'immerger. Avant la plongée, il dirige les mises à l'eau en accord avec le pilote. Il propose à boire et aide les plongeurs à s'équiper. Par après, il est généralement posté à la sortie de l'eau pour **aider les plongeurs, remontant sur le bateau, à se déséquiper**.
- L'autre a une **vue d'ensemble sur les opérations de plongée**. Il observe la zone de plongée au besoin avec des jumelles et **surveille les bulles en surface**, mais surtout **l'apparition des parachutes** (au moment prévu découlant de la planification et de l'heure de mise à l'eau). Il **tient la feuille de palanquées reprenant les paramètres** des palanquées revenues sur le bateau. C'est une étape importante car, en cas de problème, il faut que les paramètres soient bien lisibles et complets.



Il est conseillé que la sécurité soit assurée par une palanquée **comportant un secouriste plongeur ou un plongeur titulaire du C.F.P.S.**, en bonne condition physique, de même qu'une personne pouvant effectuer correctement un appel aux services de secours, et assister le mieux possible le plongeur secouriste. Si possible on veillera à avoir deux secouristes dans cette palanquée.

A la moindre anomalie (ex: apparition de deux parachutes côte à côte, un plongeur seul en surface, ...), la palanquée de sécurité est **prête à intervenir sans délai**. Si nécessaire, elle **prend en charge les incidents, donne les premiers soins, coordonne les secours, effectue le rappel des palanquée encore en immersion et procède à l'évacuation**.

Mais ce n'est pas tout, la palanquée de sécurité doit aussi assurer – avant chaque plongée – que le **pavillon alpha** est bien visible et pas endommagé et que tout le **matériel d'assistance et de secours** est opérationnel (voir chapitre 4.2.5).



A sa disposition, elle a la **farde des documents importants**. Cette farde contient les documents suivants :

- la **liste des personnes** participant à la sortie organisée, en général on parle de la liste des personnes à bord du bateau, tant les plongeurs que les accompagnants, le pilote,...
- la **feuille de palanquées**, reprenant la composition des palanquées du jour, sur laquelle seront inscrits les paramètres (ex: heure de mise à l'eau, profondeur maximale, temps fonds, paliers réalisés, temps total de plongée, heure de sortie, moyen de décompression, ...). La farde contient également les feuilles de palanquées relatives aux plongées précédentes (c.-à-d. l'éventuelle autre plongée du jour ainsi que celles des jours précédents), au cas où il faudrait consulter les paramètres des plongées précédentes effectuées par un plongeur accidenté.
- la(les) **feuille(s) d'évacuation(s)** d'un plongeur accidenté. Si plusieurs plongeurs doivent être évacués, il est intéressant de disposer de feuilles d'évacuations pouvant facilement être différenciées (par exemple, si elles sont de couleurs différentes) afin de ne pas mélanger les informations relatives à différentes personnes (symptômes, heure d'apparition, traitement commencé, ...).
- la feuille avec les **signes distinctifs de chacun écrit sur leur parachute** (ex: nom, dessin,...). Il est important d'avoir un marquage spécifique pour se faire repérer par la sécurité de surface.
- les **renseignements de chaque plongeur** sur ses assurances, les personnes à contacter en cas de problème et, les antécédents médicaux ou les allergies (sous enveloppe scellée).

La palanquée de sécurité **sera remplacée par une autre ayant déjà plongé**. Cette autre palanquée devrait également être composée comme décrit ci-dessus. Il sera peut être nécessaire de fixer pour cette palanquée une durée de plongée déterminée pour permettre à la première palanquée de sécurité de s'immerger à son tour. La nouvelle palanquée de sécurité a les mêmes responsabilités que la précédente. Notons que la feuille des palanquées et la prise des paramètres peut aussi être confiée à un accompagnant non plongeur, mais formé à cette responsabilité.

4.2.4 Le matériel de secours

Le matériel de secours reprend l'ensemble des moyens matériels dont il faut disposer lors d'une plongée profonde:

- **Oxygène** : Il faut disposer d'une quantité d'oxygène suffisante pour intervenir efficacement en cas d'accident. Cette quantité est principalement déterminée **en fonction du nombre de plongeurs, des conditions de la plongée envisagée et de l'éloignement du site de plongée par rapport aux secours**. De manière générale, la quantité d'oxygène doit permettre de placer la victime sous oxygène jusqu'à ce que les secours arrivent (compter minimum 1 heure) ou jusqu'à ce qu'elle puisse être amenée près d'une autre source d'oxygène (soit au minimum le temps du trajet de retour au port lors d'une sortie en mer). Dans le cadre d'une plongée profonde, la quantité d'oxygène dont il faut disposer doit être plus importante au vu des risques accrus et doit, le cas échéant, permettre de placer l'entièreté de la palanquée sous oxygène et non uniquement le plongeur accidenté. Il faut donc avoir la possibilité de mettre plusieurs masques sur la même bouteille ou disposer de plusieurs bouteilles d'oxygène. Idéalement, on privilégiera les masques (de type à la demande lorsque le plongeur est conscient) afin de **lui donner la plus haute concentration possible d'oxygène** et d' "économiser" l'oxygène disponible.

Un petit calcul de consommation permet de se rendre compte qu'avec un masque non-rebreather et le débit classiquement préconisé de 15L par minute, il faut au minimum une bouteille de 4,5L à 200bar par plongeur pour tenir 1 heure, pour 1 seul plongeur. Une bouteille de 5L est donc insuffisante !

ORGANISATION

- **Bouteille de réserve:** la (les) bouteille(s) de réserve est **grée d'un détendeur avec un octopus, un manomètre et si possible un inflateur. Fixée à l'extrémité d'un bout de 9m**, la bouteille doit pouvoir être accrochée à 6m et à 3m afin de pallier à toutes les situations de panne d'air. **En surface, une bouée** d'un volume suffisant pour maintenir – à la bonne profondeur – la bouteille et éventuellement un plongeur en difficulté qui aurait besoin d'un appui. En cas d'interruption de palier ou au signal de détresse (tel que précisé par la palanquée de sécurité avant la plongée), la bouteille de réserve sera portée à la palanquée en difficulté. La palanquée de sécurité s'assurera que la palanquée en difficulté n'a pas besoin d'une autre assistance.

Lors de plongées profondes, il peut être utile de disposer de bouteilles de réserve contenant du nitrox voir de l'oxygène pur pour améliorer la décompression des plongeurs (se trouvant en "déco lourde"), mais surtout diminuer tant que faire se peut les risques potentiels d'une interruption de palier.

- **Eau :** minimum 1/2 litre par personne à bord !
- **Trousse de secours:** la pharmacie contient tout le nécessaire pour faire face aux petits bobos que l'on rencontre fréquemment lorsque l'on est en mer (écorchure, coupure, gerçure, ...), mais également des médicaments si vous deviez être malade (indigestion, nausée, douleurs, diarrhée, ...). **Couverture de survie.**
- **Moyen de communication** pour l'appel des services de secours (téléphone fixe ou portable, VHF). Etant donné que la plongée profonde s'effectue principalement en mer, on privilégiera l'utilisation de la VHF du bateau au GSM. **Moyen de rappel des palanquées** pour avertir les plongeurs immergés d'une situation inhabituelle nécessitant l'arrêt de leur plongée (voir chapitre 5.2.6.2.).

5 Les techniques de plongée profonde à l'air

5.1 La planification

5.1.1 Compétences relatives à la planification

Le plongeur doit être capable de **planifier sa plongée profonde** à l'air tant au niveau des **paramètres et du déroulement de sa plongée** qu'au niveau de la **réponse à apporter aux incidents** qui pourraient se présenter.

5.1.2 Comment planifier une plongée profonde à l'air ?

Planifier c'est **prévoir sa plongée de A à Z**. En plongée profonde, rien ne peut être laissé au hasard car un petit problème peut vite dégénérer. Il vaut mieux anticiper tout ce qui peut se passer afin de ne pas devoir réfléchir lorsqu'un problème surgit.

Pour ce faire, il faut **passer en revue tous les aspects de la plongée, de la mise à l'eau jusqu'à la sortie de l'eau**. Cette planification doit vous permettre d'**assurer que la plongée que vous envisagez est réalisable et raisonnable** (ex: l'autonomie en air est-elle suffisante pour effectuer la plongée et les paliers envisagés ?).

Il faut déterminer – **conjointement avec ses compagnons de plongée** – comment va se dérouler **chaque étape de la plongée**:

- la mise à l'eau: à quel moment ? par quelle technique ? dans quel ordre ? ...
- le regroupement de la palanquée: en surface à la bouée du balisage ou à 3m ? ...
- la descente en profondeur: avec ou sans balisage ? en face de quel binôme ? faisons-nous un arrêt pour les oreilles à 5m ou pour vérifier le fonctionnement du matériel (ex: fuite importante, bloc déco bien attaché, ...) ? allons-nous marquer un arrêt dans la descente pour assurer que tout le monde va bien, rappeler d'équilibrer les gilets et prévenir la narcose ? à quelle vitesse la descente se fait-elle ? la tête en bas ou en pied lourd ?...
- le parcours sur le fond: trajet prévu ? que faisons-nous s'il y a du courant? allons-nous rentrer dans l'épave ou pas? allons-nous rester sur le fond et quels sont les paliers prévus? allons-nous signaler l'apparition de paliers à 3m ou à 6m sur les ordinateurs? à quelle pression est fixée la réserve? avons-nous assez d'air pour effectuer le parcours prévu ainsi que les paliers associés ? ...
- en cas d'incident, que faisons-nous? et si la palanquée est séparée? ...
- la remontée: en pleine eau ou au bout de la balise? à quelle vitesse de remontée? Faisons-nous des paliers profonds? Qui sort le parachute?
- la récupération: on palme vers le bateau ou viendra-t-il nous chercher ?

Cette liste n'est pas exhaustive, mais elle donne une idée de ce qu'il faut aborder avant de plonger. L'important est de **déterminer les paramètres de plongée en s'assurant que chacun a la même conception de la plongée**. Il ne suffit pas d'avoir les compétences et l'expérience pour plonger profond, il faut également que les membres de la palanquée aient le même objectif de plongée, des envies compatibles afin qu'aucun ne soit déçu, et le matériel adapté.

Il est souvent difficile de profiter d'une plongée lorsque l'un palme en force alors que l'autre est du genre à observer un cm² pendant 5 minutes, ou que l'un est transi de froid alors que l'autre est emmitoufflé dans sa combinaison étanche. Une situation similaire se présente lorsque l'un consomme énormément et ne

LES TECHNIQUES DE PLONGEE PROFONDE

dispose que d'un 15L alors que l'autre s'attend à prolonger son incursion en profondeur et a prévu un bi de 20L. Il est donc indispensable de s'accorder, avant la plongée, sur l'objectif de la plongée, les paramètres et le profil.

Planifier votre plongée et respecter votre planification ! Prévoyez également la procédure à suivre si votre planification n'est pas respectée (par exemple, arrêter la plongée si le temps maximum prévu ou la profondeur maximale est dépassée).

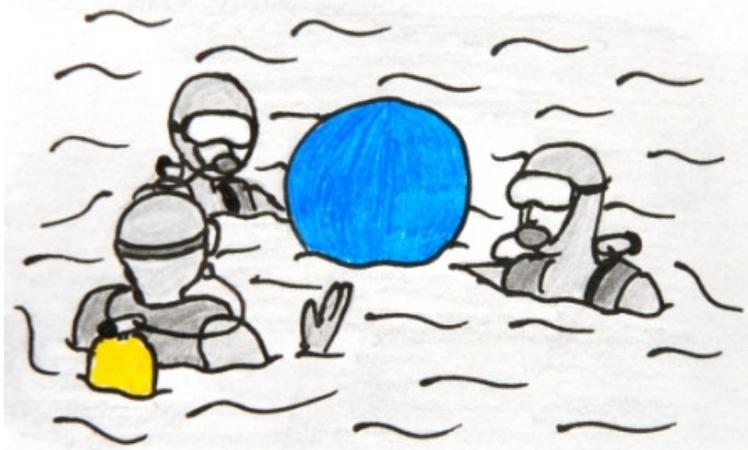
Les différentes étapes de la planification sont abordées en détail dans les chapitres qui suivent. Ils présentent certains aspects qui méritent une attention particulière.

5.2 Le déroulement de la plongée

5.2.1 La mise à l'eau

La mise à l'eau se fait généralement sur ordre ou avec l'accord de la palanquée de sécurité qui dirige la manœuvre (en lien direct avec le pilote lorsque l'on est en mer). Malgré l'accélération des événements à l'approche du site de plongée, les plongeurs profonds doivent **prendre le temps de bien se préparer, de ne rien oublier et surtout de ne pas se mettre à l'eau stressés ou essoufflés**. Eventuellement, si les conditions le permettent (ex: pas de courant, ni de houle, trafic en surface non dangereux, pas d'entrave à la descente de la palanquée suivante), on peut prévoir d'**effectuer une pause en surface** afin que chacun retrouve son souffle, revérifie son matériel, et se calme avant d'entamer la descente.

Lorsqu'il y a du courant, le pilote observe généralement sa direction avant de larguer les plongeurs en aval de la balise de sorte qu'ils n'ont qu'à se laisser dériver – dans le courant – et saisir la balise au passage. Tout doit être fait pour **limiter l'effort des plongeurs** avant la descente en profondeur. De plus, il arrive souvent qu'un plongeur ne sache pas remonter le courant pour saisir la balise. On peut aussi prévoir un trainard (bout, attaché à la bouée de



la balise, qui flotte en surface) qui aide le plongeur à se tirer vers la balise, mais il vaut mieux réaliser un bon largage que de se mettre dans des conditions qui pourraient compliquer la plongée (ex: arrivée essoufflé à la balise).

Les plongeurs se mettent à l'eau ensemble ou **de manière groupée** afin de respecter la cohésion de la palanquée.

LES TECHNIQUES DE PLONGEE PROFONDE

5.2.2 La descente

5.2.2.1 Descente avec repère visuel

La descente avec repère visuel, par exemple le long d'une ligne de descente, est principalement pratiquée sur des sites difficiles à repérer, de part leur taille ou le relief sous-marin, et/ou en présence de courant (modéré à fort). C'est typiquement le cas de la plongée sur épave profonde.

En conséquence, **le balisage est important pour créer une jonction entre la surface et le site de plongée afin de permettre aux plongeurs d'atteindre l'objectif** (par exemple l'épave) **sans détour**. Sans repère visuel, il est courant de ne pas descendre verticalement et de rater le site recherché.

En dehors du repère visuel et du confort qu'il offre au plongeur lors de sa descente dans le bleu, la ligne de descente lui permet aussi de mieux maîtriser sa descente. En effet, descendre comme une météorite apporte aussi son lot de dangers. Grâce à la ligne de descente, le plongeur peut se tenir et s'arrêter à diverses profondeurs pour s'assurer de l'état de ses compagnons de plongée, gonfler son système de stabilisation, équilibrer ses oreilles, La maîtrise de la descente – et de sa flottabilité à la descente – est cruciale en plongée profonde étant donné que l'on plonge selon une planification et qu'il faut la respecter. Egalement, **la bouée positionnée en surface à l'aplomb du site de plongée permet au pilote et à la sécurité de surface de surveiller facilement la zone où les plongeurs – en difficulté ou ayant terminé leurs paliers – sont le plus susceptibles de remonter.** Le pilote étant chargé de manœuvrer son bateau pour rester sur zone, il lui est plus facile d'avoir un repère visuel sur l'eau délimitant clairement la zone de plongée.

Plusieurs solutions possibles¹²: le balisage lourd, le balisage léger, le balisage permanent. La technique visant à jeter l'ancre sur l'épave n'est pas abordée dans ce manuel étant donné qu'il faut privilégier une situation où le bateau reste manœuvrant tout au long de la plongée (voir chapitre 4.2.4. sur le support en surface).

5.2.2.1.1 les balises fixes et les balises temporaires

Les **balises fixes** sont laissées en place. Elles sont soit scellées sur bloc en béton (corps mort sur le site, soit directement arrimées à une épave. Cette méthode de balisage permet de préserver les sites en ne lâchant pas de gueuse ou d'ancre à tour de bras, ce qui abîme la vie fixée sous-marine. Les balises fixes sont très coutumières sur les sites très fréquentés, de mer Rouge par exemple, et le sont moins en Méditerranée.



Les **balises temporaires** sont mises à l'eau par le bateau de plongée à son arrivée sur le site et retirées une fois la plongée terminée. Il existe deux types de balises temporaires: les balises légères et les balises lourdes.

¹² Reproduction partielle du texte "Le balisage d'un site de plongée" de M.-I. JORIS, publié dans l'Hippocampe n°204 (Revue officielle de la LIFRAS) en Juin 2007, pp 44-45.



5.2.2.1.2 le balisage léger

Lorsque les conditions sont optimales, peu ou pas de courant, bonne visibilité, mer calme, un balisage léger suffit. Il s'agit d'un fin bout auquel sont reliés un poids de taille moyenne (1-2 kg) d'un côté et un flotteur de l'autre. Ce dispositif est lancé à la mer lors du passage du bateau au-dessus du site. Le bout est souvent enroulé autour du flotteur qui tourne sur lui-même pour dérouler le bout jusqu'à ce que le poids atteigne le fond.

Cette balise est un point de repère le long duquel le plongeur peut descendre sans se déhaler, afin de ne pas déplacer le poids léger qui se trouve sur le fond.

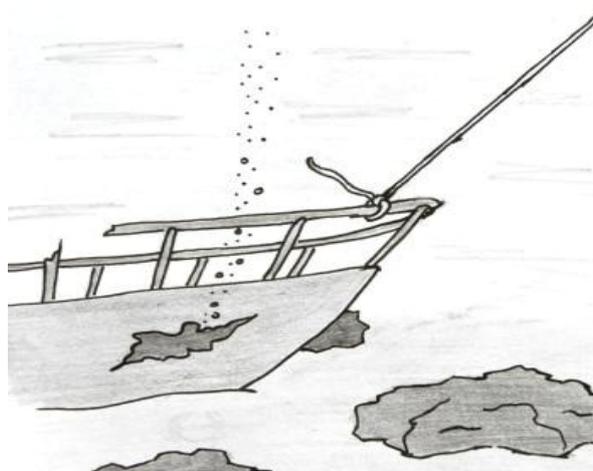
5.2.2.1.3 le balisage lourd

Lorsque les conditions sont plus difficiles, visibilité réduite, courant relativement fort, ... il faut utiliser une balise lourde. Celle-ci ressemble à une balise légère si ce n'est que le bout est plus gros et la gueuse plus lourde (10kg) afin que sa descente ne soit pas trop influencée par le courant. La bouée de surface est plus grosse (en rapport avec le poids de la gueuse).

Vous l'aurez compris, le balisage, c'est bien plus qu'un bout reliant le site de plongée à la surface, c'est un compromis entre différents éléments:

- un flotteur qui ne doit pas être trop gros au risque d'offrir une prise au vent importante et de dériver, ni trop petit sinon il pourrait couler ;
- un bout qui ne doit pas être trop long sinon il allonge le trajet de descente des plongeurs, ni trop court au risque de ne pas arriver sur le fond ;
- un bout qui ne doit pas être trop fin car sinon il ne serait pas assez visible pour le plongeur et il pourrait casser, ni d'un diamètre trop grand car il serait entraîné par le courant et serait trop lourd à remonter ;
- un bout qui ne doit pas flotter en pleine eau ni en surface car il pourrait se prendre dans l'hélice du bateau ;
- un lest qui ne doit pas être trop volumineux au risque de zigzaguer en descendant, ni trop lourd car le pilote ne saura pas le remonter en fin de plongée, ni trop léger parce qu'il pourrait dériver.

Lors d'une plongée sur épave, la première palanquée est chargée d'assurer le balisage, par exemple en détachant le bout de la gueuse, pour l'attacher à l'épave. Si la gueuse est un peu à l'écart ou trop profonde par rapport à la profondeur maximale autorisée, on peut relier le bout à l'épave grâce à un filin que l'on attachera, par exemple, avec des mousquetons passés dans une ganse sur le bout principal et autour d'une structure solide sur l'épave. Ensuite, la première palanquée fera savoir au bateau que la balise est bien sur site, par exemple en lançant un parachute spécifique mis sur le bout de la balise afin qu'il arrive en surface juste à côté de la bouée principale. Ce système devra être détaché par la dernière palanquée qui peut aussi utiliser un parachute de levage pour faciliter la remontée de la gueuse.



LES TECHNIQUES DE PLONGEE PROFONDE

Cette méthode doit être généralisée lorsqu'il y a des risques de courant et permet de déposer les palanquées dans le lit du courant afin qu'elles se laissent dériver vers la balise. Pour ne pas encombrer la ligne de descente, les palanquées doivent être mises à l'eau avec un petit intervalle, chaque palanquée devant arriver à la balise après le départ de la précédente.

La descente s'effectue en se déhalant sur le bout sans jamais le lâcher. Dans le cas contraire, le plongeur risque de devoir palmer contre le courant pour récupérer le bout. Au pire, la palanquée devra lâcher le bout pour rejoindre le plongeur s'éloignant avec le courant (et donc rater le site de plongée). Il faut éviter d'arriver sur le site de plongée essoufflé.

5.2.2.2 *Descente sans repère visuel*

Ce type de descente est beaucoup plus technique que l'immersion sur un balisage. Il n'est effectué qu'en présence de plongeurs aguerris et lorsqu'il n'y a pas ou peu de courant. Dans tous les cas, on veillera à :

- **Descendre en binôme** et à la même vitesse pour réduire le délai de réaction s'il faut porter assistance à un membre de la palanquée,
- **Prendre le chef de palanquée** (ou son binôme désigné) **comme point de repère** pour prévenir les effets (p.e. narcose, panique, vertige...) dus à la désorientation que l'on peut éprouver lorsqu'aucun repère visuel n'existe.
- **Eviter de descendre la tête vers le bas**, c'est plus difficile pour équilibrer les oreilles et tend à favoriser la narcose,
- **Gonfler son système de stabilisation en cours de descente** pour limiter les efforts physiques et mieux maîtriser la descente, mais aussi pour éviter les barotraumatismes de l'oreille en cas de vitesse de descente excessive.

5.2.3 Le parcours sur le fond

Le parcours effectué en plongée profonde doit:

- être convenu à l'avance de façon à ne pas entraîner la palanquée à une profondeur supérieure à celle autorisée (ex: prescrite par la toxicité des gaz, permise par la réglementation, souhaitable vu l'expérience de la plongée profonde des participants),
- favoriser le trajet à l'abri du courant pour limiter les efforts en profondeur,
- éviter les déplacements non nécessaires en ayant recours aux différentes techniques d'orientation disponibles, il faut gérer ses efforts en profondeur,
- permettre une maîtrise de sa respiration en évitant les efforts prolongés,
- privilégier les déplacements en binôme et une position de ceux-ci visible pour toute la palanquée (ex : éviter la file indienne).

On rappellera également:

- l'importance d'être attentif à chaque membre de la palanquée et de rester vigilant en permanence pour détecter les premiers signes d'incidents (voir chapitre 5.7 sur le comportement du plongeur profond),
- la nécessité de surveiller sa consommation et de signaler l'arrivée sur réserve (voir chapitre 5.3.4. relatif à la panne d'air et à la gestion de la consommation),
- le devoir de respecter les paramètres de plongée déterminés lors de la planification. Toutefois, le plongeur profond doit être capable de les adapter, dans le sens de la sécurité, en cas d'imprévu.

LES TECHNIQUES DE PLONGEE PROFONDE

5.2.4 Le retour vers la surface

La remontée suivant une plongée dans la courbe de plongée sans paliers depuis 30 m au barrage de l'eau d'heure tout en suivant le fond ne se conçoit pas de la même manière que la remontée en pleine eau depuis une épave gisant par plus de 50 m de fond. La gestion du retour vers la surface se fait idéalement :

- au parachute de palier,
- le long d'un tombant,
- dans certains cas, sur le bout du balisage ou sur la ligne de remontée.

On évitera tant que faire se peut la remontée en pleine eau sans aucun support matériel facilitant :

- la **maîtrise de la vitesse de remontée**,
- le **contrôle de la profondeur pour la réalisation des paliers**.

La **maîtrise de la vitesse de remontée** n'est pas une mince affaire. Remonter à 10m/min sans aucun repère est quelque chose qui s'apprend et ne s'improvise pas. Les anciens diront qu'il suffit de ne pas aller plus vite que les plus petites bulles que nous expirons, les férus d'ordinateur auront les yeux scotchés au % ou au graphique représentant la vitesse de remontée affiché par leur ordinateur. D'autres encore combinent un chrono avec leur profondimètre, à chaque 30 secondes écoulées, maximum 5m peuvent avoir été parcourus. Quelque soit la manière que vous utiliser, la remontée en pleine eau doit être contrôlée.



L'utilisation d'un repère visuel tout au long de la remontée facilite cet exercice difficile (ex : remontée le long d'un tombant ou sur une ligne de remontée). Lorsque la remontée se fait en pleine eau, le parachute de palier permet de mieux contrôler la vitesse de remontée dans la zone critique des 10 derniers mètres. Lorsqu'elle est encore fixée, la remontée le long de la balise est plus sécurisante pour les plongeurs peu expérimentés qui pourraient avoir des difficultés à contrôler leur remontée dans le bleu. Mais, elle peut aussi s'avérer plus délicate lorsque plusieurs palanquées entament leur remontée en même temps. Il n'est pas toujours possible à l'ensemble des plongeurs de se maintenir sur le bout lorsqu'ils sont emportés par le flot de bulles, expirés par les plongeurs, et les entraînant plus rapidement vers la surface. Quoiqu'il en soit, le parachute doit être sorti avant de faire surface.

De plus, l'enseignement de la plongée au sein de la **Ligue recommande l'utilisation du parachute de palier dans tous les cas** afin de signaler la présence de la palanquée à la sécurité de surface et au pilote du bateau qui suivra les parachutes (et leur dérive éventuelle) pour récupérer les plongeurs dès leur émergence. **Le parachute de palier est donc utilisé quelque soit le type de remontée** (en pleine eau, sur un tombant, sur le bout du balisage).

Si les paliers ne sont pas nécessaires (par exemple parce que la plongée a été écourtée suite au fait que le site de plongée n'a pas pu être localisé), il faut également sortir le parachute avant de faire surface pour se signaler au pilote du bateau et aux bateaux navigant à proximité (même s'ils sont censés ne pas approcher du bateau de plongée).

Enfin, le balisage peut être obligatoire lorsqu'une station de décompression par narghilé est utilisée, ou lorsque la dérive des plongeurs au palier est dangereuse (trafic chargé en surface, courants rapides, zones interdites, perte du contact visuel avec la palanquée de sécurité etc.).

LES TECHNIQUES DE PLONGEE PROFONDE

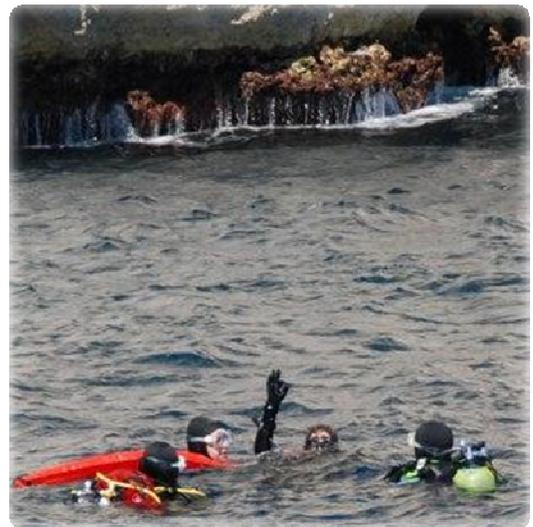
5.2.5 La récupération

La récupération est aussi importante que la mise à l'eau. Mais, les plongeurs sont fatigués et leur niveau de saturation est très élevé suite à leur plongée profonde. Il faut donc les ménager.

Lors d'une sortie en mer, il faut privilégier un déplacement du bateau pour s'approcher au plus près des palanquées revenues en surface et ainsi de **limiter leur effort** de palmage **après la plongée**. L'attente du bateau est aussi l'occasion de réaliser un **palier de surface** pendant quelques minutes. Le **palier de surface** est une phase de repos, de 3 à 5 minutes, qui offre une marge de sécurité au moment où certains tissus sont proches de la sursaturation critique. Il prépare en quelque sorte l'organisme au stress et à l'effort de la sortie de l'eau. La brusque chute de la pression hydrostatique provoquée par la sortie de l'eau engendre généralement une chute de tension artérielle créée par une hypovolémie circulatoire temporaire (soit une réduction du volume sanguin circulant). Cette chute de tension brutale est citée comme facteur favorisant l'ADD (en particulier, l'ADD médullaire de type 'coup de poignard').

La remontée sur le bateau doit également se faire **sans effort brusque et sans précipitation** au risque d'engendrer chute et autres incidents. Le chef de palanquée rappellera qu'il est nécessaire de conserver son embout en bouche, ses palmes et son masque lors de la remontée sur le bateau et de ne surtout pas bloquer sa respiration lors de l'effort fourni pour monter à l'échelle (peut provoquer une artérialisation des bulles veineuses chez les plongeurs présentant un foramen ovale perméable).

Si la plongée se fait du bord, le plongeur profond veillera à ne pas transporter l'ensemble de son matériel d'un coup jusqu'à son moyen de transport. Il est préférable de déposer une partie de son matériel près de la sortie de l'eau (ex: la ceinture, le bloc de déco, l'ensemble du bloc bouteille, ...), d'aller se changer à son aise et de revenir récupérer le reste de son matériel lorsque l'on s'est un peu allégé et reposé.

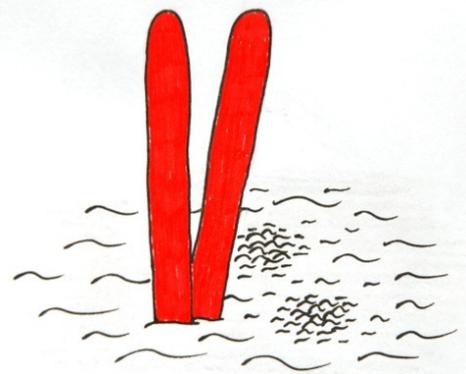


5.2.6 Communication entre la palanquée de sécurité et les plongeurs

5.2.6.1 *Communication avec la sécurité de surface*

Pour signaler une panne d'air ou tout autre incident, la Lifras a retenu le **code de communication des deux parachutes de palier tenu dans la même main¹³**. Ce code est bien entendu maintenu en plongée profonde.

Tout comme le recommande le standard CMAS et tel que précisé aux membres de la Lifras dans l'Hippocampe n°207 de mars 2008,

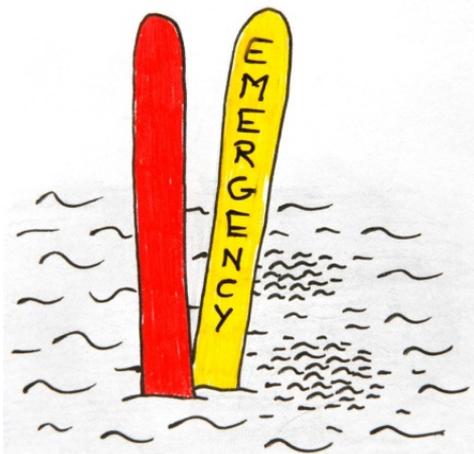


¹³ Reproduction partielle du texte "Code de communication – Parachute jaune Emergency" de la Commission de l'Enseignement, publié dans l'Hippocampe n°207 (Revue officielle de la LIFRAS) de Mars 2008, pp 8-9

LES TECHNIQUES DE PLONGEE PROFONDE

un **parachute jaune marqué des lettres noires 'Emergency'** peut toutefois être utilisé comme **second parachute pour signaler un problème.**

Comme il n'est pas aussi visible à la surface de l'eau qu'un parachute rouge classique, la Lifras recommande, pour encore mieux attirer l'attention, de déployer le parachute rouge normal en cas d'utilisation du parachute jaune Emergency, et de tenir les deux bouts dans la même main. Pour rappel, le parachute jaune Emergency ne peut être utilisé pour effectuer les paliers normaux de décompression.



De cette manière, si le problème se pose alors que le plongeur a déjà entamé ses paliers de décompression et qu'il a déjà déployé son parachute normal de palier, le déploiement d'un deuxième parachute attirera l'attention du support en surface. Il est donc recommandé à chaque plongeur profond de disposer de deux parachutes afin de pouvoir signaler sa position au palier lors d'une éventuelle perte de compagnon.

Le parachute seul « agité » n'est pas conseillé pour signaler un problème, parce qu'il attire moins vite l'attention. Toutefois, si pour une raison ou une autre (ex : trou dans un parachute ou perte d'un parachute), le plongeur n'avait que cette solution là, il est conseillé de poursuivre la manœuvre suffisamment longtemps pour que le mouvement du parachute soit détecté par le support en surface, surtout lorsque la mer est formée.

La réaction de la palanquée de sécurité est **d'intervenir directement**. Un plongeur de la **palanquée de sécurité se met à l'eau**, se rend à l'aplomb du (des) parachute(s) **et va identifier le problème.**

Si la visibilité le permet, la palanquée de sécurité peut comprendre les signes effectués par la palanquée en difficulté située au palier. Sinon, elle peut décider d'avoir recours à un autre moyen de communication : soit s'immerger jusqu'à la profondeur de la palanquée pour avoir un contact visuel avec la palanquée, soit utiliser **une plaquette ou ardoise lestée et un crayon**, le tout suspendu à un fil permettant de la faire descendre jusqu'à la profondeur de la palanquée et d'obtenir des précisions sur le problème en question.



5.2.6.2 Procédure de rappel des palanquées

Principalement, si l'on se trouve en mer, à bord d'un bateau, et qu'un incident sérieux, ou un accident se passe au sein d'une palanquée, il est **nécessaire que les autres palanquées puissent être rappelées à bord**, de manière à ce que **le bateau puisse quitter rapidement la zone**, et **se rendre vers le port le plus proche, ou rester manœuvrant pour faciliter une évacuation de la personne accidentée par hélicoptère.**

La procédure de rappel doit être enclenchée pour **demander aux palanquées d'arrêter leur plongée, de ne réaliser que les paliers obligatoires et de sortir de l'eau rapidement.** Même si elles sont localisées, il se peut que certaines décident de prolonger leurs paliers si les conditions sont bonnes (ex: lorsque le site est intéressant dans la zone des 0m-6m), ce qui pourrait retarder l'évacuation.

Il appartient donc à l'organisateur (ou, éventuellement au pilote du bateau) de définir de quelle manière les palanquées seront rappelées à bord. Voici 3 alternatives pour rappeler les plongeurs à bord :

- le **lancement d'un pétard de rappel.** Il s'agit de pétards dont l'explosion – à la surface de l'eau – se fait entendre sous l'eau, et permet de prévenir les plongeurs en immersion qu'un problème en

LES TECHNIQUES DE PLONGEE PROFONDE

surface nécessite l'arrêt de leur plongée. Il y a plusieurs formes de pétard, certains dont on allume la mèche avant de le jeter à l'eau, d'autres qui nécessitent d'être grattés sur une matière abrasive, à base de silice, comme pour une allumette ou d'autres encore qui se déclenchent par un coup bref de la base du pétard sur une surface rigide ou en tirant la



corde à leur sommet comme une grenade que l'on dégoupille. Quelque soit sa forme, le pétard de rappel doit être manié avec précaution. **Avant d'être allumé, il faut déterminer à quel endroit de la zone de plongée il va être lancé** : si possible, le plus à l'écart des bulles d'air expirées par les plongeurs et des parachutes pour limiter l'impact de la déflagration sur le système auditif des plongeurs (bruit fort et sourd ressemblant à une explosion). En effet, de par sa puissance (de laquelle découle son **efficacité**), le pétard de rappel peut rendre les plongeurs sourds ou en tout cas endommager leur système d'audition. Sur certains sites (ex: dans une réserve marine), ou dans certains pays, le pétard de rappel est interdit ; toutefois, nombreux sont les bateaux de plongée qui en ont quand même à bord.

- le **bruit métallique répété**. Il s'agit, à l'aide d'un outil métallique, comme un marteau, ou un plomb, de frapper une partie métallique du bateau, comme par exemple l'échelle immergée. Des coups répétés (une 10zaine de coups successifs) puis un blanc avant de reprendre pour laisser le temps aux palanquées de bien entendre et de comprendre qu'il y a un problème. Egalement, il nécessite que les plongeurs "tendent l'oreille" alors que la déflagration du pétard de rappel, elle, se distingue parfaitement des autres bruits perçus par les plongeurs.
- Les **coups de mise en route de l'hélice** : Ce moyen de rappel n'est pas toujours efficace sur les sites fréquentés par un grand nombre de bateaux, car le bruit des moteurs ne permet pas toujours de distinguer clairement le signal de rappel.

Dès que les plongeurs entendent le signal convenu (pétard, bruit métallique), ils **interrompent leur plongée, entament la procédure de remontée en respectant naturellement la vitesse prescrite, de même que les paliers obligatoires. Aucun palier de défatigation ne sera effectué**. Dès que la procédure de remontée est achevée, ils rejoignent au plus vite le bateau, et sortent rapidement de l'eau, rangent leur matériel hors du chemin et se mettent à la disposition du responsable de la sortie ou du bateau pour organiser au mieux les secours.

Il est donc **important que chaque plongeur, avant de s'immerger, ait reçu les consignes en ce qui concerne la procédure de rappel** des palanquées, et l'**attitude à adopter** en pareil cas.

5.3 La gestion des incidents les plus courants

5.3.1 Introduction à la gestion des incidents

Un incident est une manifestation qui trouble le déroulement normal d'une plongée. C'est **une petite difficulté imprévue**, qui n'est **pas grave en soi**, mais qui lorsqu'elle survient au cours d'une plongée **peut entraîner un enchaînement (effet domino) dont les conséquences peuvent être plus importantes si on n'y porte pas remède**. Exemple : un plongeur ayant une légère appréhension provoquée par la narcose pourrait être pris de panique si une nouvelle difficulté se présentait ; un plongeur en panne d'air, qui ne recevrait pas d'aide rapidement pourrait être tenté de remonter brusquement vers la surface, pourrait se noyer ou mettre en danger sa palanquée qui tenterait de l'aider.

La prise en charge d'un incident ne peut se faire qu'à partir du moment où il est détecté. Sans cela, toute connaissance des techniques de prise en charge et de remontée ne sert à rien ! Si en plongée loisir, le plongeur peut souvent remédier seul à son problème, il est **extrêmement dépendant de ses compagnons en plongée profonde**. Non seulement la remontée vers la surface est plus longue et périlleuse qu'à partir d'une faible profondeur, mais elle implique généralement une interruption de paliers non sans conséquence.

De par la formation pratique du brevet de spécialisation "plongée profonde à l'air", le plongeur aura appris à maîtriser les différentes techniques de remontée et en connaît les avantages/inconvénients. Mais, il **ne suffit pas d'être fort physiquement, il faut également être fort mentalement**. Dans les moments difficiles, chacun doit être **capable de REAGIR CALMEMENT et EFFICACEMENT**.

Un incident est toujours inattendu et la **réaction d'un sauveteur est souvent imprévisible**. Lorsque la plongée se déroule en profondeur, le sauveteur peut aussi avoir des difficultés à évaluer clairement la situation (p.e. suite à la narcose). C'est pourquoi il est primordial de **disposer de solution éprouvée pour les incidents les plus courants** et de **répéter souvent les gestes qui sauvent** pour qu'ils deviennent à la longue **des automatismes** ; la sécurité s'en trouvera renforcée. En effet, quand tout va mal, il faut que les réflexes soient là pour récupérer la situation et éviter qu'elle ne se transforme en accident.

5.3.2 Compétences relatives à la gestion des incidents

Le plongeur doit, sur base des connaissances acquises au minimum lors de ses 3 brevets de plongeur et dans le cadre du BdS PPA, :

- › connaître les moyens permettant de prévenir la survenance d'un incident (prévention);
- › savoir en quoi la profondeur influence la cause (et donc leur survenance) et le développement (donc les conséquences) des incidents;
- › être capable de déterminer la meilleure réponse à apporter aux incidents qu'il pourrait rencontrer en plongée profonde à l'air. Il doit pouvoir agir bien et vite, dans l'urgence et non dans la précipitation.

5.3.3 La panne d'air

5.3.3.1 *C'est quoi ?*

Dès que le plongeur s'immerge pour une plongée profonde, les notions de consommation et d'autonomie en gaz deviennent essentielles !

- **La consommation** représente la quantité d'air utilisée par le plongeur par unité de temps; elle s'exprime en litre par minute à une atmosphère de pression. En plongée technique on parle de RMV (Respiratory Minute Volume ou, VRM, Volume Respiratoire par Minute).
- La capacité nominale d'une bouteille est le volume, exprimé en litre ou en mètre cube, théoriquement disponible en surface (1 atm). Cette capacité s'obtient en multipliant la contenance de la bouteille et sa pression de remplissage. **L'autonomie** est la durée d'utilisation de la capacité nominale de la bouteille embarquée, (sans recours à des sources d'air externes). Elle est directement liée à la consommation, la pression ambiante et la capacité nominale de la bouteille; elle s'exprime en minute.

Si le plongeur ne prévoit pas une quantité d'air suffisante ou s'il n'adapte pas sa planification et l'exécution de sa plongée à la quantité d'air dont il dispose, il pourrait se retrouver dans une situation où il ne dispose pas de suffisamment de gaz pour remonter en surface en toute sécurité. Le cas le plus sévère est la situation où tout l'air disponible a été consommé : c'est la panne d'air.

Corollaire de la loi de Boyle & Mariotte, **l'autonomie en air est inversement proportionnelle à la profondeur. La panne d'air est donc plus fréquente et arrive plus rapidement en plongée profonde. De même, plus le temps fond est important, plus les paliers à réaliser seront géométriquement plus longs**¹⁴.

Autonomie à effort constant:

	En surface	A 20m (3bar)	A 60m (7bar)
Consommation standard (effort normal)	20L / minute (1 atm)	60L/minute <i>(3 x plus qu'en surface)</i>	140L/minute <i>(7 x plus qu'en surface)</i>
Autonomie avec un 15L à 200bar (3.000 L)	150 min	50 min <i>(37 min si l'on conserve 50bar comme réserve)</i>	21 min <i>(12 min si l'on conserve 80bar comme réserve)</i>
Autonomie avec un Bi bouteille 2*10L à 200bar (4.000 L)	200 min	66 min <i>(50 min si l'on conserve 50bar comme réserve)</i>	28 min <i>(17 min si l'on conserve 80bar comme réserve)</i>

Chez un même individu, la consommation n'est pas constante. Elle est principalement fonction de l'effort, du stress et de la fatigue du plongeur. **L'autonomie en air est inversement proportionnelle à l'effort.** Lorsque l'effort est effectué en profondeur, il faut faire attention à la panne d'air ... qui n'est jamais loin.

¹⁴ Pour une plongée à 50m, par tranche de temps fond de 5 minutes, le temps total de paliers (Table USN56) croît de la manière suivante : 0 ; 2 ; 7 ; 19 ; 32 ; 43 minutes.

LES TECHNIQUES DE PLONGEE PROFONDE

Autonomie à effort variable:

	Effort faible	Effort normal	Effort important	Proche de l'essoufflement
Consommation à 1 atm Consommation à 60 m	15L/minute 100L/minute	20L/minute 140L/minute	60L/minute 420L/minute	120L/minute (et plus) 740L/minute
Autonomie à 60m avec un 15L à 200bar (3.000 L)	30 min <i>(18 min si l'on conserve 80bar comme réserve)</i>	21 min <i>(12 min si l'on conserve 80bar comme réserve)</i>	7 min <i>(4 min si l'on conserve 80bar comme réserve)</i>	<5 min
Autonomie avec un bi bouteille 2*10L à 200bar (4.000 L)	40 min <i>(24 min si l'on conserve 80bar comme réserve)</i>	28 min <i>(17 min si l'on conserve 80bar comme réserve)</i>	9 min <i>(5 min si l'on conserve 80bar comme réserve)</i>	<5 min

L'autonomie en air conditionne la fin de la plongée. Lorsque la prise en charge de la panne d'air n'est pas efficace, le plongeur en difficulté peut se voir contraint de revenir immédiatement en surface en négligeant les paliers obligatoires, voire la vitesse de remontée. Ce type de remontée comporte trois risques majeurs : l'accident de décompression, la surpression pulmonaire et la noyade (syncope). La **consommation du plongeur nécessite donc une vigilance constante de sa part.**

5.3.3.2 Prévention

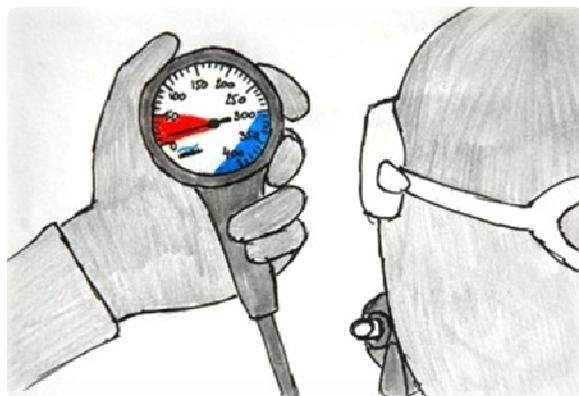
- **Chaque membre de la palanquée doit avoir une bonne notion de sa consommation personnelle 'VRM'** dans différentes conditions de courant, de visibilité, de forme physique, de fatigue, de stress,... [cf. exercice n° PPA.4.5 à réaliser en eau libre].
- Lors de la planification, **déterminer la quantité de gaz nécessaire pour réaliser la plongée envisagée** (sur base de sa consommation personnelle dans les conditions de plongée prévues) et **s'assurer que la quantité de gaz emportée est suffisante.**

Le volume de gaz comprimé emporté doit permettre de : réaliser le parcours prévu en profondeur, de respecter la vitesse de remontée préconisée et les paliers obligatoires, et de disposer d'une réserve suffisante pour faire face aux imprévus.

Le cas échéant, le temps de plongée ou la profondeur doivent être ajustés en fonction de la capacité des bouteilles disponibles et des paramètres de la plongée et aux conditions du moment (ex: courant, forme physique, matériel emporté, fatigue, stress, ...).

De manière générale, il faut emporter la quantité de gaz dont on a réellement besoin, sans viser trop juste et sans se déplacer avec une usine à gaz!

- **Gérer, en cours de plongée, l'autonomie des plongeurs de la palanquée** : surveiller régulièrement votre manomètre et celui des plongeurs de la palanquée ; fixer la réserve à la pression la plus adaptée aux circonstances de la plongée [voir chapitres qui suivent] et prévenez vos compagnons dès que vous arrivez sur réserve.



LES TECHNIQUES DE PLONGEE PROFONDE

- **Contrôler votre respiration** et évitez tout effort superflu.

5.3.3.2.1 Fixation de la pression de réserve

Après avoir déterminé la quantité de gaz nécessaire pour réaliser votre plongée, il vous faut maintenant donner des consignes précises à votre palanquée, notamment sur la pression qui sera considérée comme un passage sur la réserve.

Lorsque quelqu'un arrive sur réserve, cela signale que la palanquée entame la remontée pour effectuer ses paliers. En plongée profonde, c'est la même approche. Seulement, comme les paliers sont souvent plus longs et que la sévérité d'un problème potentiel est plus grande, il faut **prévoir une réserve plus importante.**

Les questions qui se posent alors sont : De quelle quantité d'air faut-il disposer comme réserve en plus de celle nécessaire pour la remontée et les paliers ? ; A quel(s) problème(s) faut-il pouvoir faire face ? ; La décision de parer pour tel ou tel problème est un **choix personnel** qui résulte souvent de l'expérience. Généralement, la réserve est fixée de manière à **disposer au minimum du volume d'air suffisant pour :**

- **réaliser la remontée et les paliers prévus,**
- **parer à certains problèmes** pouvant avoir une influence sur le bon déroulement de la fin de la plongée, comme l'imprécision éventuelle du manomètre (p.e. 20bar de différence entre la pression affichée et la réalité) ou la nécessité de conserver son détendeur en bouche jusqu'à l'arrivée du bateau (p.e. pendant 10min soit $10\text{min} * 20,5\text{L} = 205\text{L}$).

Si vous prêtez une attention particulière à la réserve fixée par les palanquées en partance pour une plongée profonde, vous vous rendrez compte qu'elle est généralement **fixée entre 70 et 80bar. C'est un compromis** qui tient compte du fait que :

- la consommation varie d'un individu à l'autre,
- chaque plongeur de la palanquée ne part pas avec le même volume d'air (beaucoup n'ont pas d'autre bouteille que leur 15L, ne peuvent pas porter plus suite à des problèmes de dos,...),
- l'on doit prévoir une marge réaliste pour effectuer la remontée et les paliers sans pour autant anéantir les plaisirs de la plongée profonde à l'air,
- l'on ne peut faire qu'estimer les besoins pour une plongée, mais que la réalité est parfois bien loin des estimations et que l'on ne peut pas emporter du gaz pour faire face à tous les problèmes potentiels.

Cette **réserve moyenne pour une plongée profonde (70-80bar) correspond aussi au tiers de la bouteille** (partant du principe que les blocs sont la plupart du temps gonflés à 200bar), ce qui permet de faire le lien avec la règle des tiers [voir chapitre suivant]. Mais **n'oublions pas que la réserve n'est que le résultat d'un compromis évalué par la palanquée avant la plongée, en fonction des circonstances.**

Il est évident que la fixation de la réserve ne peut pas tenir compte de l'éventuelle présence de blocs de décompression emportés par certains plongeurs. La réserve est valable pour tous les membres de la palanquée, qu'ils disposent ou non de bloc de décompression (car il faut aussi prévoir l'éventualité que les blocs de décompression ne soient pas disponibles pour effectuer les paliers (ex : perte de gaz, problème de détendeur, ...)).

5.3.3.3 *Et si... que faire ?*

En tant que victime:

- Garder son calme.



LES TECHNIQUES DE PLONGEE PROFONDE

- Dès le constat, prévenir le plus rapidement possible un membre de sa palanquée par le signe « panne d'air », arrêter sa progression et entamer une remontée contrôlée assistée en air avec un autre membre de la palanquée.
- Dans ce cas, la situation permet un passage de la victime sur un des détendeurs du compagnon de plongée, sans agir dans l'urgence, en attendant l'arrivée d'un bloc de réserve. Le détendeur utilisé sera celui qui permet une gestion de la remontée le plus facilement possible (ex : celui disposant d'un long tuyau, celui ayant une rotule permettant de tourner le détendeur de manière à ce qu'il puisse être utilisé tout en gardant la victime en face de soi, ... pour autant que son autonomie en air soit suffisante).
- Conserver une faible pression (minimum 20bar) dans la bouteille pour faire face aux besoins du retour en surface et de la récupération. Il est parfois nécessaire de conserver son détendeur en bouche, notamment si la mer est formée, ou de devoir gonfler son gilet.
- Si le constat est fait au moment où le plongeur veut inspirer (après expiration), soit bouteille vide, la situation est critique et le plongeur a besoin d'air rapidement. La victime – en apnée – doit se diriger préférentiellement vers ses compagnons de plongée pour obtenir leur assistance, la remontée sans embout depuis 60m est fortement déconseillée, mais peut être pratiquée en dernier ressort si les compagnons de plongée sont introuvables. Il vaut parfois mieux faire une apnée à 50m de profondeur pour se diriger vers un de ses compagnons, plutôt que de procéder à une remontée sans embout dans l'urgence, avec un risque important de barotraumatisme et d'accident de décompression dus à la remontée non contrôlée.
- En se dirigeant vers son compagnon de plongée, essayer de lui signaler le problème pour qu'il ne soit pas surpris et se prépare à fournir son embout principal. On privilégie généralement le détendeur principal sur lequel le plongeur respire car la victime en panne d'air a la certitude qu'il fonctionne et pourra lui donner de l'air tout de suite.
- Entamer une remontée contrôlée assistée en air.

En tant que membre de la palanquée:

- Le temps de réaction d'une victime d'une panne d'air dépend principalement de sa capacité à gérer son stress pour agir calmement (bien et vite, et non dans la précipitation) et ses possibilités d'apnée, généralement un maximum de 30 secondes dans ces conditions, avant que le réflexe respiratoire ne se déclenche et que la situation n'évolue vers la noyade.
- **La priorité doit être donnée à l'alimentation en air du plongeur**, il ne faut pas attendre que le plongeur en difficulté rende le détendeur, il doit d'abord récupérer son souffle et se calmer. Le compagnon de plongée doit directement attraper son second détendeur (prêt à l'emploi) et poursuivre l'assistance fournie à la victime pour entamer la remontée assistée en air.
- Le compagnon de plongée fait **signe aux autres membres** que **la plongée est interrompue** et qu'il faut **entamer la remontée**.
- Le chef de palanquée (ou un autre membre de la palanquée si c'est le chef de palanquée qui est en panne d'air) confirme les paliers à réaliser et examine la situation avec sa palanquée. Si un membre de la palanquée dispose d'assez d'air pour réaliser ses paliers ainsi que ceux de la victime en panne d'air. Les paliers sont réalisés ainsi. Si la



LES TECHNIQUES DE PLONGEE PROFONDE

réserve d'air dont dispose la palanquée n'est pas suffisante, la décision est prise de **communiquer** – au plus vite – **avec la palanquée de sécurité** (voir chapitre 5.2.6.1., deux parachutes côte à côte ou utilisation du parachute jaune Emergency) afin d'**obtenir une bouteille de réserve**, pour ne pas devoir procéder à une interruption de paliers.

5.3.4 La narcose à l'azote

5.3.4.1 *C'est quoi ?*

Tous les gaz que nous respirons sont toxiques à partir d'une certaine pression partielle. La narcose, ou ivresse des profondeurs, est un accident de type biochimique. Il n'y a pas de règle préétablie définissant à partir de quelle pression partielle – et donc de quelle profondeur - la narcose apparaît. Elle peut apparaître dès 30m, mais varie selon les individus, leur forme, le moment (fatigue, stress,...), les conditions de plongée (visibilité, courant, ...), la rapidité de la descente et du degré de maturité (expérience) du plongeur. Cependant, presque tous subissent les effets de la 'narcose' à partir d'une pression partielle de 5 bar (c.à.d. +/- 40m). Dès lors, **au plus on plonge profond à l'air, au plus le risque de narcose est grand**. C'est également pour cela que l'on recommande un **apprentissage progressif de la profondeur** afin de déterminer sa réaction personnelle à la narcose.

L'ivresse est **vécue de façon différente par les plongeurs**. C'est un peu comme avec l'alcool, certains ont la boisson joyeuse d'autre la boisson triste. La narcose peut avoir pour effet: un sentiment de vertige, d'angoisse et de malaise, une perte d'orientation, un désintérêt pour la plongée, une absence de réaction aux signes de sa palanquée, une crise de panique, ...

5.3.4.2 *Prévention*

- **Etre en bonne forme physique et pratiquer** la plongée profonde de manière progressive et **régulière**.
- **A défaut, ou, si vous n'avez pas plongé depuis quelques semaines**, si vous êtes **stressé**, si vous êtes **fatigué** limitez la profondeur.
- **Ne partez pas dans la précipitation**, préparez-vous suffisamment à l'avance et attendez un peu avant de vous mettre à l'eau si vous vous sentez oppressé,
- **Ne descendez pas trop rapidement** et préférez les descentes avec repère visuel.
- **Limitez vos efforts** (avant et pendant la plongée): un effort plus important implique une production de CO2 plus importante et une perfusion plus grande, ce qui favorise l'apparition de la narcose et l'intensité de ses effets.
- Eviter de descendre tête vers le bas.
- **Eviter la prise de médicaments**, ce qui rapproche le seuil d'apparition de la narcose, tout comme le froid en plongée.
- **Prévoyez une protection thermique adéquate**.
- Ne cherchez pas à dépasser vos limites.
- **Soyez vigilant pour vous-même et vos partenaires**, si vous voyez apparaître une perte d'attention ou de concentration (lecture répétée ordi., gestes brusques, changements d'orientation fréquents, etc...), il est temps de remonter calmement de quelques mètres.
- En profondeur, les plongeurs narcosés ont tendance à répondre 'OK' instinctivement à toute demande de leur chef de palanquée. Prêtez donc attention à la précision des signes et testez-vous sous l'eau pour détecter les premiers signes. Plusieurs techniques sont possibles pour déterminer vos limites. Amusez-vous, lors de vos plongées de formation, à prendre un petit questionnaire avec vous sur une plaquette et soumettez les questions à votre compagnon de plongée. De retour en surface vous risquez d'avoir des surprises. Une autre possibilité consiste à convenir d'un signe spécial pour vous

LES TECHNIQUES DE PLONGEE PROFONDE

testez en profondeur et voir si vous répondez 'OK' sans réfléchir, par exemple en montrant le poing fermé qui ressemble au signe OK.

5.3.4.3 Et si ... que faire ?

En tant que victime:

- Si la victime en est capable, elle doit prévenir un membre de sa palanquée, s'équilibrer, arrêter sa progression et entamer une remontée contrôlée. Si la narcose n'est pas sévère, les symptômes s'estompent généralement lors de la remontée.

En tant que membre de la palanquée:

- A la détection du signal des symptômes de narcose chez un compagnon de plongée (ex : une réponse inadaptée à votre question, la non-réponse au signe 'ok?', un non respect des paramètres, un désintérêt du reste du groupe, ...), se mettre de préférence devant le plongeur pour le rassurer (ex: le regarder dans les yeux et lui faire signe de se calmer), **éviter que la situation ne dégénère** (ex: la victime pourrait enlever son détendeur) et le **remonter par une prise ferme de son équipement**.
- On effectue une **remontée technique contrôlée** (à l'aide du système de stabilisation) jusqu'à ce que les effets de la narcose disparaissent. Lorsqu'il est pris en charge, le plongeur devient souvent inactif (ex: ne palme plus et ne gère pas son gilet). L'important est de remonter et de réduire la pression partielle d'azote.
- Parallèlement à la prise en charge de la victime, **prévenir le reste de la palanquée**.
- **Poursuite ou interruption de la plongée selon l'état de la victime**, mais – dans tous les cas – ne pas redescendre en profondeur. Contrairement à ce que l'on dit, **les symptômes de la narcose ne disparaissent pas dès que l'on entame la remontée**. En effet, ils sont la résultante d'une tension d'azote dissout importante. Le fait de remonter et de respirer un gaz avec une pression partielle d'azote plus faible permet de réduire, par les échanges gazeux au niveau des poumons, la tension d'azote dissout, mais cela prend un certain temps avant que les symptômes ne disparaissent complètement. Parfois, ce n'est qu'à l'arrivée sur le bateau que le plongeur reprend tout à fait ses esprits.



5.3.5 Intoxication au dioxyde de carbone (hypercarbie)

5.3.5.1 C'est quoi ?

L'intoxication au dioxyde de carbone (CO₂) ou hypercarbie, est un accident de type biochimique, dû à une concentration de dioxyde de carbone trop importante dans le sang. Il existe trois causes principales : une pollution du gaz lors du chargement de la bouteille, une production anormalement élevée de CO₂ (effort, stress, angoisse, froid, etc.) et/ou une élimination inefficace par l'organisme (hypoventilation, rétention). Les symptômes les plus couramment observés ou ressentis sont les maux de tête, la narcose et l'essoufflement.

LES TECHNIQUES DE PLONGEE PROFONDE

Le dioxyde de carbone est un gaz lui aussi narcotique, dont les effets vont renforcer ceux de l'azote. Il a d'autres propriétés chimiques qui vont influencer négativement la performance physique et mentale du plongeur, ainsi que sa décompression (diminution de l'oxygénation, hypertension pulmonaire, vasoconstriction, tachycardie, etc.).

5.3.5.2 L'essoufflement

Ce dernier est d'intérêt tout particulier en plongée profonde parce qu'il se déclenche rapidement et est difficile à maîtriser.

Trois facteurs interviennent dans l'apparition de l'essoufflement en plongée profonde :

- *Premièrement*, avec l'accroissement de la profondeur et de la pression absolue, mais aussi s'il y a contamination du gaz respiré, la **pression partielle de CO₂ dans le gaz respiré augmente** (cf. Loi de Dalton).
- *Deuxièmement*, le travail, stress et l'effort fournis en profondeur **accroît la production de CO₂**: la respiration consomme plus d'énergie à mesure que l'air devient plus dense en profondeur ; le métabolisme est accéléré pour maintenir la température du corps en immersion froide mais aussi suite à l'angoisse, la peur, etc. ; l'effort fournit pour les déplacements contre un courant ou suite à l'encombrement de l'équipement impliquent un rejet de CO₂ plus important.
- *Troisièmement*, la ventilation en profondeur a tendance à devenir moins ample et moins efficace, parce que le plongeur ressent moins le besoin de respirer, qu'il a tendance à réaliser de courtes apnées (naturellement, mais – dans certains cas - volontairement pour moins consommer), parce que la densité du gaz respiré est plus importante et fatigue l'organisme ou que le détendeur devient moins souple ; ces **phénomènes ne permettent pas une évacuation suffisante et efficace du CO₂** produit par l'organisme et contribue à l'apparition de l'essoufflement. (Il y a aussi des personnes naturellement rétentrices de CO₂ ou simplement moins sensibles aux hautes concentrations de CO₂).

C'est donc sur ces 3 facteurs à la fois qu'il faut agir en cas de prise en charge d'un essoufflement.

5.3.5.3 Prévention

- **Utiliser un matériel entretenu et fonctionnel**: éviter par exemple les détendeurs trop durs ou avec un faible débit d'air.
- **Se mettre à l'eau au bon moment et sans précipitation** : éviter le canard car il nécessite des efforts importants, se laisser dériver par le courant jusqu'à la balise, ...
- **Utiliser le bout pour se déhaler** à la descente afin de ne pas arriver en début d'essoufflement sur le fond.
- **Ne pas lutter contre le courant**. Si l'on ne peut se protéger du courant, il est conseillé de le faire près du fond où la force du courant est généralement plus faible et où il est possible de s'accrocher afin de faciliter ses déplacements.
- **Mouvements lents et amples** des jambes pour le palmage: Pour avoir un rendement efficace, il faut laisser à la palme le temps d'accomplir l'entièreté de son mouvement.
- **Contrôler sa flottabilité et sa position** pour limiter ses efforts et son énergie. Alors que le poumon-ballast (qui vise à utiliser les poumons du plongeur à l'instar de la vessie natatoire des poissons) est conseillé en plongée d'exploration à <40m, elle est déconseillée en plongée profonde car elle implique généralement une respiration moins ample, moins profonde. Comme ce type de respiration ne permet pas une évacuation idéale du CO₂, elle est déconseillée en plongée profonde. Une attention

LES TECHNIQUES DE PLONGEE PROFONDE

particulière sera également accordée au lestage (éviter le sur-lestage) et à l'utilisation correcte du système de stabilisation (aide à la flottabilité sans rendre les déplacements trop difficiles).

- **Maîtriser ses émotions:** On constate souvent que la respiration est directement liée au niveau de stress du plongeur. Lorsqu'il est calme et détendu, il respire lentement et profondément. Lorsqu'il est stressé, sa respiration s'accélère et devient vite inefficace. Il faut **apprendre à se calmer** et à maîtriser ses émotions pour ne pas greffer une panne d'air à un incident bénin.
- **Porter une combinaison, un système de stabilisation et une ceinture de lest adaptés à votre morphologie:** S'ils sont trop serrés ou trop petits, ces trois équipements peuvent réduire les mouvements de votre cage thoracique et de votre abdomen. Ce qui peut exacerber l'inefficacité de la respiration en profondeur.

5.3.5.4 Et si ... que faire ?

En tant que victime:

- Garder son calme.
- Si possible, le signaler directement à sa palanquée afin d'être pris en charge correctement. Sinon adopter la même réaction que celle d'un membre de la palanquée (voir 'En tant que membre de la palanquée').

En tant que membre de la palanquée:

- **Mise en sécurité du plongeur en essoufflement** et de soi-même (ex: empêcher le plongeur de remonter en ballon jusqu'en surface, éviter qu'il n'arrache votre détendeur ou qu'il enlève le sien, l'équilibrer, ...). Le plongeur victime d'un essoufflement peut avoir l'impression que son détendeur ne lui donne pas assez d'air et pourrait avoir envie de l'arracher ou d'utiliser celui de son sauveur.
- **Faire cesser tout effort à la victime.** On préférera trouver un appui situé à une profondeur moins importante
- **Calmer et rassurer la victime,** réduire le stress.
- Si l'essoufflement n'est pas maîtrisé (la victime ne récupère pas son souffle dans un très court laps de temps, maximum 1 minute), **remonter la victime à vitesse contrôlée** (remontée technique assistée) pour réduire l'effort respiratoire et la pression partielle de CO2 respirée, réduire la consommation, mais surtout **faciliter l'expiration** pour éliminer le CO2 excédentaire. La remontée permet généralement de rejoindre une zone où la température de l'eau est plus clémente, ce qui – lorsque les températures sont basses – pourrait diminuer la sensation de froid éventuelle, donc le frisson et ainsi amoindrir la production de CO2.
- Dans tous les cas où une remontée a été nécessaire, il est **déconseillé de prolonger la plongée** et prescrit de **ne pas redescendre**. En effet, l'essoufflement a été provoqué par une tension élevée de CO2 qui est un facteur favorisant de l'accident de décompression.
- Si la remontée a dû être faite jusqu'en surface (parce que la victime n'arrivait pas à récupérer son souffle), la successive est interdite. Lorsque des paliers étaient nécessaires, les procédures d'urgence sont appliquées.

5.3.6 La maladie de décompression

Sans revenir sur le développement de la physiopathologie de la MDD, une étude du DAN (article ?) a démontré que le risque d'apparition de la maladie est 6 fois plus important dès lors que l'on plonge au-delà de 30m.

LES TECHNIQUES DE PLONGEE PROFONDE

5.3.7 La perte de compagnon

5.3.7.1 Procédure à appliquer en cas de perte

Lors des briefings auquel vous avez assisté, vous avez sûrement déjà entendu que, selon les plongeurs, la procédure à appliquer en cas de perte d'un compagnon peut être différente. Il s'agit d'un sujet qui ne fait pas l'unanimité puisque la procédure à appliquer peut être adaptée aux circonstances de la plongée. C'est souvent le cas en plongée profonde, notamment vu l'importance des paliers à réaliser.



Plus fondamentalement, de quoi parle-t-on?

- des **consignes** :
 - > **convenues avec les membres de la palanquée** lors du briefing,
 - > **connues de** (et en accord avec) **la sécurité de surface** (et du pilote),
 - > d'application pour la plongée envisagée (adaptée au site / au profil / aux plongeurs / au matériel disponible),
- **au cas où la palanquée viendrait à être scindée** (et qu'un ou plusieurs plongeurs seraient séparés du reste de la palanquée).

Tous ces éléments ont de l'importance étant donné qu'ils sont à la source des diverses procédures que l'on observe sur les sites de plongée. Il n'y a actuellement pas de protocole imposé par la Lifras en cas de perte de compagnon. A défaut, on applique dans la majorité des cas la procédure recommandée par la CMAS :

« En cas de perte d'un ou de plusieurs plongeurs, la même procédure est aussi bien suivie par les plongeurs perdus que par le chef de palanquée :

- **remonter de quelques mètres, et tourner sur 360° en regardant bien autour de soit (regarder également vers le haut et le bas),**
- **ceci ne peut durer plus de 30 secondes,**
- **en cas de résultat négatif, on remonte jusqu'en surface, à la vitesse de remontée prescrite ».**

Une mauvaise connaissance de la procédure à suivre peut engendrer:

- la panique de certains membres de la palanquée qui ne sauraient pas quoi faire s'ils étaient séparés du chef de palanquée,
- l'accident de plongeurs qui se mettraient volontairement dans une procédure d'exception alors que d'autres solutions existent,
- l'application de procédures différentes selon les plongeurs, ce qui pourrait entraîner un déclenchement de la procédure de recherche inutilement.

Il est donc **indispensable de préciser la procédure à suivre** pour que tous les plongeurs soient sur la même longueur d'onde. Elle doit être **claire et connue de tous**.

5.3.7.2 Comment adapter la procédure CMAS aux circonstances de la plongée profonde ?

Pour déterminer comment adapter la procédure classique, il faut d'abord analyser les différentes situations possibles qui pourraient se présenter en cas de perte d'un compagnon de plongée.

Le cas le plus simple d'un plongeur séparé de la palanquée : il s'est simplement perdu et il n'y a aucune entrave à la remontée de l'ensemble des plongeurs. Cette situation est similaire à celle du plongeur, séparé

LES TECHNIQUES DE PLONGEE PROFONDE

de sa palanquée, qui a un problème qu'il est capable de résoudre seul et qui entame la remontée comme les autres.

En appliquant la procédure CMAS, les membres de la palanquée se retrouvent en surface. En dehors du fait que la plongée s'arrête au moment où l'on détecte qu'il manque un plongeur, la remontée jusqu'en surface n'est pas idéale puisque les plongeurs profonds entrent alors dans une procédure d'exception pour effectuer leur décompression. La gestion de la remontée ne doit pas poser de problème étant donné que les plongeurs profonds sont des plongeurs expérimentés disposant au minimum du brevet de plongeur 3* et de tout le matériel nécessaire pour contrôler leur remontée et effectuer les paliers nécessaires.

Par contre, cette procédure peut être optimisée de la façon suivante:

- › Lorsque **le site de plongée présente un point caractéristique surélevé** où les membres de la palanquée peuvent se retrouver (ex: sur le haut d'un sec, la cheminée d'une épave, ...), on peut recommander de **marquer un arrêt de 30 secondes sur ce point caractéristique avant de poursuivre la remontée**. Cet arrêt permet aux membres de la palanquée de se retrouver et d'éventuellement reprendre le cours normal de leur plongée. Elle a surtout comme conséquence que les plongeurs n'entrent pas dans une procédure d'interruption de paliers.
- › Au vu des **paliers fréquemment importants à effectuer à la suite d'une plongée profonde**, on peut aussi conseiller de remonter jusqu'aux premiers paliers, d'**effectuer ceux-ci sans remonter en surface**, mais en **prévenant la sécurité par les moyens de communication prévus** (ex: deux parachutes côte à côte, parachute emergency). On fera directement le lien avec le chapitre 5.6 sur le matériel et la nécessité – pour chaque membre de la palanquée – de disposer du matériel adéquat pour communiquer avec la palanquée de sécurité s'il se retrouvait seul (ex: **deux parachutes, de préférence un jaune emergency qui attire l'attention de la palanquée de sécurité, plaquette pour écrire un message**). Afin que le signal soit le plus rapidement détecté par le support en surface, il est déconseillé d'utiliser la technique visant à « agiter » un parachute unique. La sécurité de surface devrait rapidement voir apparaître le signal d'alerte des autres membres de la palanquée (également deux parachutes ou un jaune emergency). Dès que les membres de la palanquée sont localisés et qu'il n'y a pas d'autre urgence, le support en surface prévient tout le monde que l'ensemble de la palanquée est au palier. Cela permet d'éviter la procédure d'interruption de paliers.
- › Lorsque les solutions précédentes ne peuvent être appliquées et qu'une interruption de paliers est inévitable pour donner l'alerte, on **évitera que toute la palanquée entre dans la procédure d'exception pour autant que les circonstances (ex: courant, visibilité, expérience des plongeurs,...) le permettent** et qu'un contact visuel puisse être maintenu entre le chef de palanquée (ou un autre plongeur) qui remonte en surface et les plongeurs restés au palier. Si les circonstances ne le permettent pas, l'ensemble des plongeurs restent groupés et font surface. En surface, le chef de palanquée avertit la sécurité de surface et explique la situation. Il n'entame habituellement pas lui-même les recherches, le support en surface est prévu et formé pour ce type de situation. Si nécessaire, le chef de palanquée demande un bloc de réserve et rejoint sa palanquée au palier pour entamer la procédure d'exception pour interruption de paliers.
- › Dans tous les cas, si un membre de la palanquée venait à faire une interruption de paliers, la palanquée de sécurité doit être prête à l'accompagner s'il est seul et à mettre à l'eau une bouteille de réserve si le plongeur ne dispose pas d'une quantité d'air suffisante pour appliquer la procédure d'exception.
- › **Si la situation ne permet pas d'appliquer les procédures définies ci-dessus** (ex: le chef de palanquée panique et culpabilise d'avoir perdu un des membres de sa palanquée, un plongeur a peur d'être tout seul à réaliser ses paliers en se croisant les doigts sans savoir où est le reste de sa palanquée), **le plongeur remonte en surface**. Il est alors placé sous oxygène et se rend vers la chambre de recompression la plus proche (l'administration d'oxygène pourrait masquer des

LES TECHNIQUES DE PLONGEE PROFONDE

symptômes d'ADD). Néanmoins, il peut participer au mieux aux recherches en communiquant les circonstances exactes de la perte du compagnon (ce qui est plus difficile lorsqu'il redescend dans les 5 minutes).

- › Il est évident que – si la perte de compagnon a lieu au début de la plongée et qu'**aucun palier obligatoire n'est nécessaire** – **aucun palier de sécurité ne sera effectué** et la palanquée **remonte directement à la surface**.

Il n'y a **pas de situation unique ni de solution toute faite**. Il faut souvent **s'adapter aux circonstances et essayer de limiter les risques**. La décision est laissée à l'appréciation des plongeurs, mais dans tous les cas la procédure qu'ils comptent appliquer doit être connue des autres plongeurs et du support en surface avant de plonger.

5.3.7.3 *Et si ... que faire ?*

En tant que plongeur perdu ou 'reste de la palanquée':

- Appliquer la procédure définie avec les autres membres de la palanquée et la sécurité de surface, et s'y tenir, sauf si les circonstances de plongée évoluent (ex: panique, malaise, ...).
- Au retour en surface, maximiser les chances d'être vu (ex: deux parachutes, un seul, miroir de signalisation, dive alert, ...) et donner l'alerte au plus vite pour maximiser les chances de retrouver le plongeur perdu.

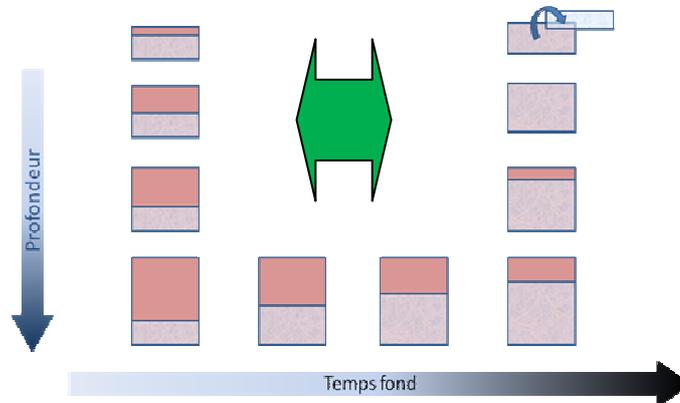
En tant que support de surface:

- A la détection du signal de détresse, **communiquer avec les plongeurs ayant lancé le signal de détresse** en allant dans l'eau s'ils sont aux paliers ou en les rejoignant en surface – par déplacement du bateau si l'on se trouve en mer ou à la palme si l'on est sur un plan d'eau fermé.

5.3.8 Autres incidents

D'autres incidents peuvent également se présenter en plongée, mais leurs origines, les moyens de les prévenir tout comme leur prise en charge ne diffère pas selon le type de plongée (notamment en plongée profonde). Nous vous renvoyons aux manuels et supports divers de vos brevets de plongeur, en particulier pour le **vertige**, la **remontée trop rapide** ou encore la **panne de matériel** et autres incidents liés au matériel utilisé.

5.4 La gestion de la décompression



5.4.1 La décompression lourde¹⁵

A l'instar de la plongée 'spéléo', sous glace ou encore avec pénétration d'épave, la plongée à décompression obligatoire ne permet pas une remontée directe jusqu'en surface, et requiert, au même titre que les autres types de plongée, une technique spécifique et une expérience pratique qui se construit avec des plongées dont la difficulté est progressive.

C'est pourquoi la Lifras a divisé l'apprentissage de la décompression en trois étapes : la no-déco, la décompression légère et la décompression lourde. Contrairement aux deux premières, la décompression lourde ne fait pas partie du tronc commun du cursus de plongée, et est exclusivement réservée à des plongeurs expérimentés (minimum 3*), qui ont satisfait aux exigences du brevet de spécialisation à la plongée profonde à l'air.

5.4.1.1 Définition

La plongée avec décompression lourde est une plongée nécessitant une **décompression obligatoire** et répondant à au moins un des critères suivants :

- le **Temps Total pour faire Surface** (soit le TTS) est **supérieur au temps fond**,
- le **TTS excède 20 minutes**.

Les techniques de décompression lourde évoquées dans ce chapitre ne doivent, bien entendu, pas se limiter aux définitions reprises ci-dessus. Il est d'ailleurs conseillé de les envisager pour toute plongée profonde à l'air nécessitant un ou plusieurs paliers obligatoires.

Il est **recommandé** de se limiter à **une plongée à décompression lourde par jour** (intervalle de 24h). La successive est interdite si la première plongée dépasse 60m (ou 57m à la table USN). De plus, en décompression lourde, il est interdit d'effectuer une seconde successive (plongée répétitive).

¹⁵ Reproduction partielle du texte "Réforme et évolution de la décompression" du groupe REVOD de la Commission de l'Enseignement - Lifras, Octobre 2008, V 5.

LES TECHNIQUES DE PLONGEE PROFONDE

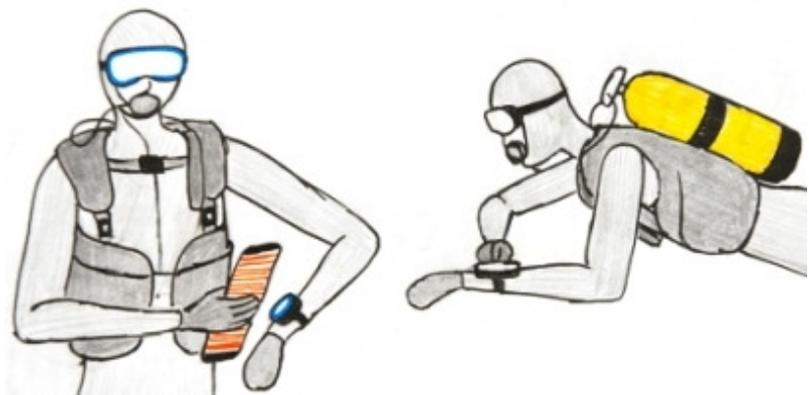
5.4.1.2 Moyens de décompression primaire et back-up

5.4.1.2.1 Moyens de décompression primaire

La décompression lourde nécessite bien entendu un **moyen de décompression** pouvant **répondre au profil de la plongée envisagée** ainsi qu'aux gaz utilisés, et doit permettre une planification précise des paramètres de la décompression envisagée (temps de remontée, profondeur et durée de chacun des paliers). Il peut s'agir:

- de **tables** de plongée (avec mesure du temps et de la profondeur),
- d'**ordinateur**,
- ou de plaquette reprenant les calculs effectués par un logiciel de décompression¹⁶ (**run time**) associée à un profondimètre et un chronomètre (ou tout autre appareil donnant ces informations).

Notez que tous les moyens de décompression ne sont pas destinés ou même suffisants pour la pratique de la décompression lourde. La lecture attentive des limites d'utilisation référencées dans le manuel (ou autres documentations) permet de **déterminer s'ils sont adaptés ou non à la plongée avec paliers de décompression obligatoires**, dans le doute, un autre moyen de décompression doit être envisagé.



Ceci suppose donc **une bonne connaissance et pratique de l'utilisation, des conditions d'emploi et des limites d'utilisation du moyen de décompression choisi**. Notamment, de la vitesse de remontée, de la profondeur des paliers et du dernier palier, en particulier (3 ou 6m), de l'inclusion d'un palier de sécurité dans les paramètres de décompression (durée?), des possibilités de conservatisme, de l'impact de la prise en compte de la consommation ou du rythme cardiaque, des procédures d'exception (en particulier, en cas de remontée trop rapide, trop lente, de brûlage de paliers). L'ensemble de ces éléments doit être connu, maîtrisé avant la plongée et débattu lors de la planification afin que chaque membre de la palanquée puisse en tenir compte.

5.4.1.2.2 Moyens de décompression de secours

La remontée directe en surface n'étant pas possible, la redondance du matériel est de première importance. Il en va de même pour le moyen de décompression. Un **moyen de décompression de secours** (ou 'back-up') doit être choisi par chaque plongeur.

Selon une étude du DAN (Annual Diving Report 2006 edition), l'ordinateur est la deuxième cause la plus fréquente d'un problème de matériel après le masque et le plongeur est 20 fois plus susceptible d'avoir un problème d'ordinateur que de détendeur.

¹⁶ On entend par 'logiciel de décompression' tout logiciel (programme informatique) permettant de calculer sur un ordinateur personnel, PDA ou Smartphone, un protocole de décompression (vitesse de remontée, niveau des paliers et durée de ceux-ci, etc.) établi à partir d'une simulation à sec.

LES TECHNIQUES DE PLONGEE PROFONDE

Si une plaquette de plastique telle que la table LIFRAS ne peut tomber en panne (on peut bien sûr la perdre), il n'en va pas de même pour un instrument électronique qui peut cesser de fonctionner ou afficher des données erronées (tomber en panne). Le but recherché par la notion de moyen de décompression de secours est de **couvrir**, dans tout les cas de figures, **les conséquences d'une défaillance du moyen de décompression primaire**.

Le moyen de décompression de secours est un **moyen de décompression alternatif** qui est **personnel**. Le plongeur ne peut se reporter sur la décompression affichée par l'ordinateur de plongée d'un de ses compagnons. Il doit **pouvoir être utilisable dans tous les cas de figure** (y compris en successive et utilisable à tout moment de la plongée).

Il peut s'agir :

- de **tables** de plongée (accompagnées d'un instrument de mesure du temps et de la profondeur),
- un tableau temps/profondeur/paliers (**run-time**) issu d'un programme de calcul et reporté sur une plaquette associé à un profondimètre et un chronomètre, ou autre appareil donnant ces informations,
- une **plaquette** sur laquelle on a recopié la planification d'un ordinateur utilisé comme moyen de décompression primaire associé à un profondimètre et un chronomètre, ou autre appareil donnant ces informations,
- d'un **ordinateur** de plongée pouvant gérer la décompression de la plongée envisagée (c.à.d. représentant correctement l'état de saturation du plongeur).

Le choix du moyen de décompression de secours (ce choix sera entériné lors de la planification de la plongée) dépendra notamment de la complexité du profil (classique de type carré ; complexe de type multi niveau, triangle, ...) et du type de plongée (unitaire ou successive).

Si l'emploi d'un second ordinateur semble le plus simple, c'est aussi probablement le plus coûteux. Dans tout les cas, il faut **s'assurer avant de s'immerger qu'il permette d'apporter une solution de secours dans tous les cas de figures**. Il ne faut jamais se mettre délibérément dans une situation de gestion de crise sous l'eau.

5.4.1.3 Planification

Lorsque l'on dépasse 40m, la gestion de la décompression occupe une place de première importance dans la planification et est une étape cruciale de la plongée. Les paliers s'allongent et deviennent parfois plus long que le temps fond. La planification de la décompression sera réalisée avec la plus grande rigueur et le principe "**Planifier votre plongée et respecter votre planification**" (développé au chapitre 5.1.2.) est d'application !

Elaboration du plan de la plongée:

1. **Définition du profil de plongée** (temps fond max – profondeur max – temps de remontée – paliers) en fonction du site, des niveaux d'expérience, des conditions de plongée, de la météo, du support en surface, des moyens de secours, etc..., **et élaboration du déroulement probable de la plongée** (de la mise à l'eau jusqu'à la sortie de l'eau).
2. **Détermination de l'impact du choix des moyens de décompression primaires et de secours** de chacun des membres de la palanquée **sur la profondeur et la durée des paliers** (paliers profonds obligatoires



ou non, plafonds de décompression, dernier palier à 6m ou à 3m, etc.) **ainsi que des vitesses de remontée prescrites** (différente selon les moyens de décompression, constante ou dégressive).

3. **Calcul du plan de décompression commun à la palanquée** en fonction de l'état de (sur)saturation estimé au moment de la mise à l'eau (indice table, temps de saturation restant, etc....), de la concentration en oxygène des mélanges choisis (si gestion multi-gaz, Air/Nitrox pour la décompression), de la plage d'altitude (le cas échéant), du type d'eau (eau douce ou eau de mer) ainsi que des unités utilisées.
4. **Planification de la décompression en situation anormale** : prévoir la procédure à suivre si la planification n'est pas respectée. Par exemple, arrêter la plongée et entamer la remontée si le temps maximum prévu ou la profondeur maximale est dépassée ; interruption d'urgence de la plongée et décompression accélérée en cas d'incident ; passage sur plan de décompression air en cas de perte du gaz de décompression (pony vide ou perdue, non disponibilité du narguilé, problème de matériel,...).
5. **Détermination des exigences en terme de matériel**: autonomie en gaz, niveau de réserve, aspects de flottabilité et de confort thermique, matériel propre à la décompression (bouteille pony, narguilé, ... ; composition idéale du mélange de décompression), matériel pour le bon déroulement des paliers (parachute, dévidoir) ; matériel propre à la sécurité ; matériel propre à la communication avec le support en surface (parachute jaune, plaquette) ; ...
6. **Définitions des protocoles d'urgence, de communication et des mesures d'organisation de la sécurité**. Notamment, la procédure en cas d'interruption de paliers, de panne d'air, de perte de compagnon, ainsi que définition des situations conduisant à l'arrêt de la plongée etc.

Il s'agit d'un **processus itératif**. **Si une des étapes de l'élaboration du plan de plongée ne peut être finalisée ou respectée** (ex: si l'on ne trouve pas de plan de décompression commun permettant de combiner tous les moyens de décompression, ou si les exigences en terme de matériel ne peuvent être atteintes), **revoir les étapes précédentes** (modifier le plan de plongée).

Attention, la planification ne peut pas tout anticiper et ne résout pas tout. En effet la prise en compte par l'ordinateur d'un effort ou de l'évolution du rythme cardiaque, température et / ou consommation n'apparaîtra pas lors de la planification. Il reste donc important, au cours de la plongée, de vérifier régulièrement les paramètres indiqués par l'ordinateur.

5.4.2 La décompression aux mélanges enrichis (Nitrox) ou à l'oxygène pur

5.4.2.1 *Intérêts des mélanges enrichis pour la décompression (décompression accélérée)*

1. **Se donner une marge de sécurité**: La réalisation des paliers, tels que prévus par une décompression "à l'air", avec un mélange suroxygéné permet d'atténuer le risque d'ADD. Ce type de décompression est appelée décompression "safeair" et est fortement conseillée lorsque le plongeur présente des facteurs favorisants (ex: obésité, âge, stress, fatigue, ...), effectue des profils atypiques (ex: exercice) ou encore lorsque les conditions extérieures sont difficiles (ex: effort, froid, etc.). Elle est également conseillée comme gaz 'déco' en plongée profonde et lorsque l'on pratique la décompression lourde au vu du stress important imposé à l'organisme lors de ce type de plongée.
2. **Sert de traitement préventif**: Une décompression asymptomatique occasionne des microbulles qui, dans leur ensemble, n'ont pas d'impact majeur sur l'organisme. Toutefois, la limite entre une décompression asymptomatique et symptomatique n'est pas très nette. L'utilisation d'O₂ au palier a non seulement un effet positif immédiat sur la qualité de la décompression, mais traite

LES TECHNIQUES DE PLONGEE PROFONDE

préventivement les possibles œdèmes provoqués par le blocage de petits vaisseaux en présence d'un amas de microbulles.

3. **Réduction de la fatigue:** La décompression occasionne un stress pour l'organisme qui se traduit par un métabolisme accéléré et une fatigue plus importante. Utilisé au palier, un mélange sur oxygéné peut réduire la durée de décompression ou réduire le stress occasionné et ainsi, l'effort total fourni par l'organisme.
4. **Réduction du temps de paliers:** Lorsque l'on opte pour une décompression à 6m au lieu de 3m (car il est observé que l'on désature mieux à 6m qu'à 3m), l'utilisation d'un mélange suroxygéné permet de réduire le temps total de paliers.

5.4.2.2 En pratique

Notez que l'utilisation du Nitrox ou de l'**oxygène pur** est associée à des dangers et des risques particuliers et en conséquence, seuls les plongeurs qui ont reçu un enseignement spécifique sont autorisés à pratiquer la plongée au Nitrox et en particulier la décompression suroxygénée.



5.5 Le matériel et sa configuration

5.5.1 Compétences relatives à l'utilisation et à la configuration du matériel

Le plongeur profond à l'air doit :

- être autonome dans la **préparation de son matériel** : Le plongeur assure la présence du matériel obligatoire et dispose également de l'équipement spécifique et approprié à la plongée profonde envisagée. Le matériel à disposition est en parfait état de fonctionnement, permet au plongeur d'être autosuffisant par rapport aux besoins de la plongée profonde et ne doit pas être la source d'incident durant la plongée profonde.
- être capable d'agencer **son matériel** de manière optimale : Le matériel du plongeur est configuré de façon minimaliste tout disposant de la redondance des équipements essentiels. Chaque pièce d'équipement est adroitement positionnée et ajustée pour former un ensemble réfléchi et équilibré. Cette configuration tient compte à la fois du confort, de l'aspect profilé et, surtout, de la sécurité et de la possibilité de mettre cet équipement en œuvre rapidement et de manière efficace.
- pouvoir utiliser son propre matériel ainsi que celui de ses compagnons pour leur porter assistance et est capable de faire face aux imprévus liés à une panne ou un problème d'équipement.

5.5.2 Le matériel et la plongée profonde

Se lancer dans la plongée profonde n'est pas synonyme de course à l'« armement ». Descendre plus bas ne veut pas nécessairement dire : prendre plus de matériel avec soi. Comme le matériel à disposition est de plus en plus performant (notamment, les détendeurs), le plongeur doit **s'interroger sur l'équipement dont il a réellement besoin** pour réaliser la plongée profonde envisagée, **tant pour son confort personnel que pour le bon déroulement de la plongée.**

LES TECHNIQUES DE PLONGEE PROFONDE

5.5.2.1 Les principes généraux

L'équipement tient une place prépondérante lors d'une immersion en profondeur et quelques principes sont à respecter:

- **Utiliser un matériel que vous connaissez et maîtrisez.** Vous devez être capable d'utiliser chaque pièce de votre équipement en situation d'urgence, c.-à-d. dans une situation où vous n'avez pas le temps de penser ni de réfléchir à ce qu'il faut faire. Si vous n'êtes pas capable d'utiliser chaque pièce de votre équipement "en mode automatique" ou lorsque vous achetez un nouvel équipement, prenez le temps de vous y familiariser dans des conditions normales lors d'une plongée test à faible profondeur. De plus, n'oubliez pas d'en **démontrer le fonctionnement à vos compagnons de plongée** qui pourraient devoir l'utiliser.
- **Plus l'équipement est simple, mieux c'est:** S'il un élément de votre matériel est déjà compliqué à utiliser en surface (notamment lors de la vérification de son fonctionnement), que dire lorsque vous serez en profondeur, légèrement narcosé. Par ailleurs, simplicité rime souvent avec fiabilité.
- **En état de fonctionnement irréprochable:** Avant chaque plongée, il faut contrôler son matériel, tant d'un point de vue de sa complétude qu'au niveau de son fonctionnement. On ne peut pas se permettre de plonger avec du matériel que l'on ne pourrait pas utiliser en cas de besoin. Un entretien régulier est indispensable.
- **L'idéal est de n'emporter avec soi que le strict nécessaire,** le superflu peut rester dans votre sac de plongée. En effet, ce matériel inutile entraîne un effort supplémentaire lors de vos déplacements et, beaucoup plus grave encore, peut être confondu avec un élément essentiel du matériel (comme la purge) ou entraver l'accès rapide de celui-ci (ex: il peut cacher, s'enlacer, bloquer une autre pièce de votre équipement). Il peut tomber en panne ou ne pas fonctionner correctement, vous pourriez le perdre etc.
- Le **principe de redondance** suppose **de doubler l'équipement vital** pour le plongeur profond (en particulier, tout le matériel nécessaire à la réalisation de la décompression : détendeur, moyen de décompression,...). Néanmoins, la redondance a ses limites : il n'est pas possible de plonger avec un double pour chaque équipement car cela impliquerait une surcharge de matériel difficile à gérer, tant d'un point de vue des déplacements que de la flottabilité, et ne serait donc pas neutre sur la consommation et la sécurité du plongeur. Il faut de ce fait **choisir avec soins les éléments** de son équipement **pour lesquels on souhaite disposer d'un backup**. L'équipement vital pour lequel un double est nécessaire implique de disposer au minimum : d'un second détendeur sur seconde sortie ; d'un moyen de décompression de secours ; d'un second parachute. Selon les conditions de plongée, d'autres équipements peuvent être considérés comme indispensables (ex: deuxième lampe).

5.5.3 La configuration du matériel

La configuration du matériel 'sur le plongeur' traduit l'**emplacement donné à chaque pièce d'équipement**. Cet emplacement doit être étudié avant de se mettre à l'eau et réfléchi pour la plongée en question.

Il existe autant de configurations que d'opinions, mais toutes ne conviennent pas à la plongée profonde. Si une plongée d'exploration à faible profondeur peut parfaitement bien se réaliser avec un matériel qui n'est pas configuré de manière optimale, il en va autrement en plongée profonde où **la configuration peut mettre à mal l'utilisation ou le fonctionnement d'un équipement essentiel, réduire le confort du plongeur et rendre son évolution sous l'eau plus difficile, voire porter atteinte à sa sécurité**.

La configuration doit être déterminée en tenant compte de 3 principes:

- Respecter le triangle de vie (ou triangle de sécurité),

LES TECHNIQUES DE PLONGEE PROFONDE

- Accroître l'hydrodynamisme et réduire les efforts,
- Limiter les contacts dangereux entre le matériel et le milieu.

Une fois déterminée, la configuration doit être « testée » au sec. Il ne faut pas hésiter à monter son bloc et le mettre sur le dos pour vérifier que **tout le matériel est bien placé** (ex: à la bonne hauteur), **bien attaché et facilement accessible**.

Tout changement dans la configuration doit être **testé en plongée d'exploration** avant de procéder à une plongée profonde. On procèdera généralement par un changement à la fois pour bien évaluer s'il correspond aux attentes du plongeur. Ils doivent être le moins nombreux possible, parce qu'ils impliquent une modification des réflexes (et cela prend du temps). Une fois la **configuration optimale** « trouvée », elle doit être **maintenue tant en plongée profonde que pour les plongées d'exploration à moins de 40m** (sinon les réflexes ne s'acquièrent pas et le plongeur – dans une situation d'urgence – pourrait ne plus se souvenir de la configuration qu'il a adopté ce jour-là).

5.5.3.1 Le triangle de vie

Le triangle de vie (ou triangle de sécurité) suppose que l'on positionne son équipement (l'équipement primaire ainsi que la majorité des équipements de support) de manière à pouvoir **l'atteindre, l'utiliser et le replacer en toute circonstance, des deux mains ; sans qu'il gêne le plongeur** et afin qu'il soit bien **visible pour être saisi par un autre plongeur**. On déconseille de placer du matériel sur le côté des jambes car il est moins facilement accessible et risque de s'accrocher facilement. Cette position nécessite que le plongeur se plie pour ramener ses mollets à la hauteur de ses mains, ce qui n'est pas toujours faisable.

Deux écoles existent, celle qui positionne le triangle '▲' avec sa base horizontale dans l'axe du bassin et celle qui le place base vers le haut '▼' dans l'axe des deux épaules. Le résultat est quasi identique si ce n'est que la première englobe également les équipements (comme c'est souvent le cas du parachute) qui sont accrochés par des anneaux de la ceinture sur le côté de la hanche des plongeurs.

- › L'équipement primaire est composé des détendeurs, du système de stabilisation (tant l'inflateur qu'une des purges) et du système de lestage.
 - Le **détendeur de secours** ne peut ni traîner dans le sable (il pourrait s'encrasser), ni recevoir des chocs sur la roche ou sur l'épave (il pourrait se fêler et engendrer une entrée d'eau), ni pendouiller derrière le plongeur (il pourrait ne pas être trouvé en cas de besoin), il doit être accessible et fonctionnel à première demande. Une façon de faire consiste à accrocher le détendeur de secours autour du cou du plongeur, par un tuyau chirurgical ou du sandow, à une dizaine de centimètres sous le menton. Attention, ce système d'attache doit pouvoir céder sous une certaine traction afin de ne pas présenter un risque d'étranglement pour le plongeur. L'orientation des flexibles a aussi son rôle à jouer pour éviter les situations inconfortables (détendeur qui 'tire' en bouche).



LES TECHNIQUES DE PLONGEE PROFONDE

- Le système de stabilisation, en particulier, **l'inflateur et la purge rapide**, sont généralement situés dans le triangle de sécurité (quelques soient les modèles). Afin de rétablir sa flottabilité ou celle d'un plongeur en difficulté, l'inflateur et la purge rapide doivent être accessibles. Aucun autre matériel n'est positionné devant et ne doit entraver leur utilisation. Privilégier une couleur visible pour la purge et les boutons de l'inflateur.
 - Au sommet ou à la base du triangle selon les écoles, le **système de largage du lestage** doit également être accessible dans le triangle de vie. Qu'il s'agisse d'une ceinture classique ou de poches largables, elles sont localisées sur l'abdomen du plongeur. Aucun autre matériel n'est positionné devant et ne doit entraver leur utilisation.
- › L'équipement secondaire comprend le manomètre, le parachute (et éventuellement son dévidoir), un instrument coupant, une lampe.
- Le **manomètre** ne peut pas s'écraser sur chaque gorgone au-dessus de laquelle passe le plongeur, il doit être visible en un mouvement de la tête, sans devoir le chercher sur le côté du plongeur. Qu'il soit accroché au gilet, passe sous le bras et soit maintenu au niveau de l'abdomen en étant placé sous une sangle du harnais du plongeur, l'important est qu'il ne faille pas le chercher pour le consulter. Dans le cas d'utilisation d'une sonde reliée à un ordinateur avec gestion des gaz, il faut prévoir un back-up (ex : manomètre boulon est le minimum).
 - Le **parachute** est souvent accroché au gilet sur le devant du plongeur ou à la ceinture sur le côté de la hanche. Il s'agit d'un équipement important pour signaler la présence du plongeur et se trouve également dans le triangle de sécurité.

5.5.3.2 Hydrodynamisme et effet 'sapin de Noël'

L'hydrodynamisme est la physique qui étudie les forces engendrées par le déplacement d'un corps dans un liquide. En présence d'une forte résistance à l'avancement, le plongeur en immersion doit fournir un effort plus important pour se déplacer. Il faut donc rechercher la configuration qui entraîne une **résistance à l'avancement la plus faible possible**.

Même si dans ses déplacements, le plongeur n'atteindra jamais la grâce qui transparaît chez nos cousins mammifères marins, il peut s'améliorer en devenant plus hydrodynamique. Pour ce faire, il faut avoir recours à toutes les techniques qui permettent de **plaquer et de fixer tout ce qui pend, dépasse, flotte autour du plongeur**. Il faut éviter l'effet 'sapin de Noël' qui contribue à freiner le plongeur.

- › **Fixer les tuyaux qui traînent et le tuba** autour de la bouteille à l'aide d'un morceau de tuyau chirurgical ou d'une rondelle de chambre à air. Tout ce qui pend, freine le plongeur
- › Utiliser des clips, anneaux crochets et autres accessoires pour **fixer le matériel sur le système de stabilisation, le harnais ou la ceinture** du plongeur.
- › Disposer d'un **matériel ajusté au corps du plongeur**. Par exemple, le système de stabilisation doit être ajusté et réglé près du corps afin d'épouser au mieux les formes du plongeur. Le gilet peut également constituer une résistance aux déplacements, non seulement lorsqu'il est gonflé, mais également lorsque l'eau s'engouffre au niveau de l'encolure.
- › **Placer le lest sur le devant du plongeur** afin de contrebalancer la lourdeur de la bouteille dans le dos et le stabiliser en immersion. Cela lui procurera une meilleure position dans l'eau qui réduira ses efforts de locomotion.

5.5.3.3 Limiter les contacts dangereux entre le matériel et le milieu.

Limiter les contacts dangereux entre le matériel et le milieu veut dire plusieurs choses:

LES TECHNIQUES DE PLONGEE PROFONDE

- > **Ne pas s'accrocher** et freiner le plongeur dans ses déplacements voir l'empêcher de remonter (ex: s'il est coincé dans filet ou qu'un de ses tuyaux est accroché),
- > **Ne pas trainer sur le fond** où il pourrait s'ensabler et ne plus être opérationnel,
- > **Ne pas être endommagé** lors d'un contact avec le milieu ; notamment, s'il peut se briser, se couper, se déchirer (ex: sur un objet ou un fond coupant ou pointu, comme des tôles rouillées, des échardes de bois, des concrétions calcaires).
- > **Attention aux clips suicides, et autres gadget pouvant s'accrocher à un bout, ligne de pêche, filet etc.**
- > **Il doit pouvoir être remplacé** sur le plongeur **après utilisation**, et doit d'une part ne pas être "dans le chemin" et d'autre part pouvoir être réutilisé sans difficulté (ex: un détendeur avec un long tuyau lové sur la bouteille ne doit pas gêner le plongeur lorsqu'il doit sortir de l'eau et que son détendeur n'est plus utilisé par la victime).

5.6 Le comportement du plongeur en plongée profonde

5.6.1 Compétences relatives au comportement

Le plongeur doit développer certaines compétences en termes de comportement à adopter pour réaliser des plongées profondes à l'air dans les meilleures conditions possibles. Il doit :

- par son savoir-être, faire preuve :
 - de **rigueur** et de **maturité** dans la planification de sa plongée et la limitation de sa prise de risques (et celle de sa palanquée), en particulier au niveau du respect de ses prérogatives et celles de ses compagnons de plongée ;
 - de **vigilance** et d'**anticipation** tout au long des opérations de plongée profonde à l'air afin d'agir et de réagir pour en garantir la sécurité ;
 - d'**humilité** et de **discernement** par son écoute et son ouverture aux sentiments et aux émotions de ses compagnons de plongée ;
 - d'une **capacité à s'adapter** à l'évolution des conditions de plongée ;
- par son savoir et son expérience,
 - disposer d'une **expérience** étendue de la plongée lui permettant d'**appréhender** objectivement les risques de la plongée profonde à l'air et **s'y préparer mentalement** ;
 - **faire profiter** le plongeur débutant ou confirmé en plongée profonde à l'air de son expérience ;
 - s'efforcer de maintenir sans cesse ses **connaissances** à jour, sa **forme physique** à un niveau élevé et son **matériel** de plongée en état de fonctionnement ;
 - faire preuve d'**esprit critique** par sa **remise en question** des procédures de plongée profonde à l'air en vue de les améliorer.

5.6.2 Le comportement du plongeur profond à l'air

De manière générale, les conséquences néfastes de certains comportements observables chez le plongeur peuvent se traduire :

- **par une altération de la perception du risque,**
- **par une prise de risque délibérée,**
- **par une réaction inadaptée au risque encouru ou perçu.**

LES TECHNIQUES DE PLONGÉE PROFONDE

5.6.2.1 Les principaux comportements qu'il faut observer ou détecter

5.6.2.1.1 L'habitude

L'*habitude* est une façon de se comporter qui repose sur l'expérience acquise. Considérée comme positive lorsqu'elle entraîne certains réflexes ('les gestes qui sauvent'), elle peut nous faire baisser la garde et nous rendre moins vigilant. "L'habitude est une étrangère, qui supprime en nous la raison"¹⁷ disait Prudhomme. En effet, elle installe une certaine routine, dans nos opérations de plongée, qui nous entraîne à renouveler le même acte sans qu'on y soit poussé par une réflexion préalable. C'est cette anesthésie de raisonnement qui est néfaste pour la plongée profonde à l'air car elle ne pousse pas le plongeur à remettre en question tous les aspects de sa plongée. Le plongeur devient un acteur passif de sa sécurité car il n'a pas connaissance de ses points faibles et de ses limites, il peut en arriver à oublier certains éléments de sa sécurité ou de son matériel. L'habitude nous donne l'impression d'avoir vu cela des centaines de fois, plongées au cours desquelles tout s'est bien passé. Nous y sommes accoutumés et notre attention n'est pas/plus attirée sur la préparation minutieuse de notre matériel, sur les conditions de plongée qui diffèrent d'une plongée à l'autre, sur notre compagnon de plongée qui répond machinalement OK alors qu'il est complètement narcosé, ... Si en plongée d'exploration, l'habitude peut ne pas avoir d'issues fatales, elle peut se révéler lourde de conséquences en plongée profonde.

C'est typiquement l'exemple de deux plongeurs, Fernand et Pascal, qui plongent tout le temps ensemble et se comportent sous l'eau comme deux doigts de la main. La routine et l'absence d'incidents lors des plongées passées provoque une baisse de leur vigilance mutuelle. Lors d'une plongée profonde à 54m, Pascal ne détecte pas tout de suite l'essoufflement de Fernand. La panique aidant, la noyade n'était vraiment pas très loin.

Même si l'on dispose d'une grande expérience, cette dernière "est une lanterne que l'on porte sur le dos et qui n'éclaire jamais que le chemin parcouru"¹⁸. Il faut donc rester en alerte permanente afin de détecter les risques spécifiques à la plongée du jour et d'anticiper les éventuelles évolutions des conditions de plongée. En effet, chaque plongée est différente et peut comporter des risques distincts. Notre expérience (en ce compris les incidents passés) nous aide à appréhender encore mieux les risques liés à chaque nouvelle plongée et à prendre les mesures adéquates pour les prévenir et les gérer.

5.6.2.1.2 L'existence d'une opportunité

L'*existence d'une opportunité* engendre un comportement atypique que l'on a lorsqu'on veut saisir une occasion qui ne devrait pas se présenter souvent. L'objectif principal du plongeur est de réaliser la plongée qui se présente à lui, quelles que soient les conditions dans lesquelles elle va se réaliser. Le plongeur peut être tenté de prendre des risques démesurés et de s'exposer délibérément au danger pour plusieurs raisons : sentiment de rareté, goût du risque, volonté de se faire plaisir, impression de danger, rentabiliser la sortie plongée et sa journée, ... Le problème c'est qu'il s'agit souvent de situations où la préparation de la plongée profonde est quasi inexistante, où l'organisation et l'infrastructure ne sont pas adaptées aux conditions de plongée, où les conditions météo ne sont pas favorables, où les compagnons de plongée ne disposent pas de l'expérience nécessaire, ...

On pensera à Josiane qui est en vacances à Copenhague et qui rêvait de plonger sur un chalutier russe situé dans les eaux internationales par 45m de fond, à 1h de navigation au large du Danemark en direction de la Suède. Seulement, elle ne dispose que d'une journée avant de revenir au bercail et la météo des prochains

¹⁷ SULLY PRUDHOMME R.-F., 1839-1907, poème "L'habitude" extrait du recueil 'Stances et poèmes'.

¹⁸ CONFUCIUS, BC 551 - BC 479, Philosophe chinois.

LES TECHNIQUES DE PLONGEE PROFONDE

jours n'est pas très bonne. Le skipper, qui n'a peur de rien, est d'accord de l'emmener et de plonger avec elle. Au retour en surface après la plongée, la mer est déchainée et Josiane, qui n'est pas en excellente forme physique, éprouve d'énormes difficultés à remonter sur le bateau... c'est l'accident.

La recherche du plaisir a un prix, celui de notre bonne santé. Il faut adapter nos objectifs de plongée profonde de manière à ce qu'ils soient compatibles avec les conditions de plongée et faire preuve de maturité dans notre décision de réaliser ou non la plongée envisagée. Lorsque l'on réagit sous le coup d'une opportunité, il faut évaluer le pour et le contre consciencieusement et apprendre à ne pas s'engager dans une plongée considérée comme trop risquée !

5.6.2.1.3 L'excès de confiance et le manque de confiance – La peur et le stress

L'excès de confiance et le *manque de confiance* sont deux comportements opposés, mais qui peuvent tous deux mettre en danger le bon déroulement d'une plongée profonde.

D'une part, le plongeur peut avoir un sentiment d'invincibilité face aux risques auxquels il est confronté. Ce sentiment de témérité n'est pas vraiment naturel pour l'homme et se révèle souvent handicapant parce qu'il empêche le plongeur d'évaluer correctement les conditions de plongée. Il a l'impression qu'il maîtrise la situation alors qu'en réalité, sa vision est faussée par une fatigue physique ou psychique intense, par la consommation d'alcool ou de drogue, par l'habitude ou la peur. Dans ce dernier cas, la peur n'est pas directement observable, elle est refoulée par le plongeur qui peut donner une impression de supériorité face à la situation.

D'autre part, le plongeur peut souffrir d'un manque de confiance en lui-même ou en d'autres participants. Ce manque de confiance est un sentiment naturel chez tout humain qui s'engage dans une situation inhabituelle, nouvelle ou hasardeuse. C'est typiquement le cas d'une plongée d'exploration sur un site inconnu, d'une plongée profonde à l'air ou encore d'une pénétration d'épave. Elle peut aussi résulter d'un mal-être, d'une dépression ou de l'imagination. Quoiqu'il en soit, la *peur* et le *stress* s'installent. Ils vont perturber le bon déroulement des opérations de plongée :

- par une exacerbation de l'attention et de la vigilance qui tend à prévenir les risques (positif).
- par une prise de précautions excessive qui va à l'encontre même de la sécurité (négatif). Lorsque le manque de confiance se traduit par un sentiment d'insécurité extrême, le plongeur profond a l'impression de ne plus maîtriser la situation mais de la subir.
- par une réaction instinctive et non réfléchie qui pousse le plongeur à réagir de façon inadaptée au problème constaté (négatif).

5.6.2.1.4 L'effet de groupe

*L'effet de groupe*¹⁹ est l'influence exercée par un groupe sur chacun de ses membres. Elle se traduit par une sorte d'encouragement mutuel, plus ou moins conscient, à faire ou à penser une même chose, que dans certains cas les membres du groupe n'auraient pas faite ou pensée de façon isolée. Autrement dit notre perception de ce que les autres pensent entraîne une modification de notre comportement, de nos opinions,... qui généralement aboutit à établir un consensus sur la solution la plus acceptable pour sauvegarder la cohésion du groupe et éviter les sources de conflit.

¹⁹ JANIS Irving L., "Groupthink: Psychological Studies of Policy Decisions and Fiascoes", 1982, Houghton Mifflin Company, 2^e édition, ISBN-10: 0395317045.

LES TECHNIQUES DE PLONGEE PROFONDE

5.6.2.2 Synthèse des comportements risqués et conseillés

Comportements risqués	Comportements conseillés
Routine et habitude, se reposer sur ses acquis, négligence	Expérience et maturité technique, rigueur, prévention des risques, remise en question
Sentiment de rareté, impression de danger, goût du risque, volonté de se faire peur	Vigilance, alerte permanente et anticipation de l'évolution des conditions de plongée
Emotions inhibées, sentiment d'invincibilité et excès de confiance, peur panique et manque de confiance	Recherche de plaisir, éprouver des sensations différentes dues à la profondeur, maturité dans la prise de décision et analyse des risques
L'effet de groupe, le défi, la gloriole, le sensationnalisme, le désir de séduction	Préparation mentale, gestion du stress et de la peur, évolution progressive vers une profondeur maximale
Refus d'admettre un problème, un incident, des symptômes particuliers	Dialogue préparatoire avec les plongeurs, responsabilisation de toute la palanquée, validation par le groupe du plan de plongée, "écoute des sens"
	Climat de confiance, dialogue avec les compagnons de plongée, faire appel à leur aide et leur expérience, ne pas hésiter à signaler toute situation inhabituelle

La sécurité concerne tout le monde, chacun doit donc adopter un comportement qui œuvre pour la sécurité de tous.



6 Conclusion

A lecture de ce manuel, vous aurez compris que la théorie ne suffit pas. Quel que soit son niveau de départ, le plongeur qui s'essaye à la plongée profonde ne peut revendiquer la connaissance de cette discipline en quelques immersions. Un apprentissage progressif, avec des moniteurs expérimentés, combiné à un entraînement régulier est nécessaire pour acquérir et confirmer les compétences acquises lors de la présentation du brevet de spécialisation de plongée profonde à l'air.

Au delà de sa définition, la plongée profonde peut être résumée comme une plongée:

- qui est préparée et planifiée,
- qui ne se conjugue qu'avec la pratique de la plongée à décompression lourde,
- qui nécessite une maîtrise certaine des techniques de plongée (gestuelle, matériel, ...),
- un contrôle de soi permanent (notamment dans la ventilation, ...),
- et une rigueur dans son exécution qui s'acquière en grande partie avec l'expérience mais qui se gère en partie par un comportement responsable.

La plongée profonde se vit, se ressent, se partage ... elle vous attend.

7 Bibliographie

BENNETT P.B. ELLIOTT D.H., "Physiology and Medicine of Diving", 5th Edition (2003) – Edited by Brubakk A.O. and Neuman T.S. Edition Saunders. ISBN: 0702025712.

BLANCHARD J.-L., "La plongée profonde", **SUBAQUA** n°219 (Revue de la FFESSM), Juillet-Août 2008, pp 43-44, N°ISSN 0990-0845.

BRUN F., BERNABE P., STRAZZERA P., "Le Guide de la plongée Tek", Editions GAP, Collection Sport 2008. ISBN:978-2-7417-0349-5.

Commission de l'Enseignement - Lifras, "Code de communication – Parachute jaune Emergency", Hippocampe n°207 (Revue officielle de la LIFRAS), Mars 2008, pp 8-9.

Commission de l'Enseignement - Lifras, "Cours Plongeur 3 et 4* CMAS", Juin 2004.

Commission de l'Enseignement - Lifras, groupe REVOD, "Réforme et évolution de la décompression", Octobre 2008, V 5.

CMAS, Confédération Mondiale des Activités Subaquatiques, "Plongée aux mélanges – Standards", version 2002.

FORET A., TORRES P., "Plongée plaisir 3* - Accès aux plongées profondes et à l'autonomie", Editions GAP, Collection Sport 2007. ISBN: 978-2-7417-0345-7.

GAERTNER Y., Dossier technique - "Risque et plongée", synthèse de mémoire d'**Yves Gaertber** pilotée par **Jean-Louis Blanchard**, **SUBAQUA** (Revue de la FFESSM) n°218, pp 66-71, Mai-Juin 2008, première partie, et n°219, pp 66-71, Juillet-Août 2008, deuxième partie. N°ISSN 0990-0845.

GILLIAM B., "Deep Diving – An advanced guide to physiology, procedures and systems", Watersport Publishing Inc, Second Printing, Revised 1995. ISBN: 0 922769 31 1.

IANTD, "Sport Diver Instructor Manual – Deep Diver Program", Section Nine – Unit One : Standards Deep Diver, IANTD/IND Inc, 1999.

JONES G., "Etudes de la modélisation de la décompression de Haldane jusqu'à nos jours", travail personnel présenté dans le cadre de l'examen théorique pour l'obtention du titre de Moniteur National, Janvier 2007.

JORIS M.-I., "Le balisage d'un site de plongée", Hippocampe n°204 (Revue officielle de la LIFRAS), Juin 2007, pp 44-45.

Le ROBERT, Le CD-ROM du Grand Robert de la langue française, version 2.0, 2005, www.lerobert.com.

LES TECHNIQUES DE PLONGEE PROFONDE

LIPPMANN J., Dr. MITCHELL S., "Deeper into diving", J.L. Publications, Melbourne, Second Edition October 2005. ISBN: 0 9752290 1 X.

SERVICE PUBLIC FEDERAL, Economie, P.M.E., Classes Moyennes & Energie, Qualité et Sécurité - Division Sécurité, Service Sécurité des Produits, Brochure "Analyse des risques & Gestion des risques - Organisation de divertissements actifs", édition 1.0 2 - version provisoire, Bruxelles, <http://mineco.fgov.be>

US Department of the Navy, "U.S. Navy Diving Manual", Rev. 5 & 6. Naval Sea Systems Command.. Washington: Naval Sea Systems Command; 2005 & 2008.

VETTIER J., "Nitrox trimix : Matériel - Logiciels - Fabrication des mélanges", Editions Ulmer (15 janvier 2004). ISBN: 2841382184

WIENKE B.R., "Deep Stops", NAUI Technical Diving Operations, Tampa, Florida

8 Webographie

VERDIER C., <http://www.sagascuba.com/francais/articles/tek/> ; S.A.G.A. articles divers sur la plongée

CRASSON P., <http://www.diving4xs.com> ; portail pédagogique reprenant diverses fiches de préparation aux différents niveaux de brevet