

COMMISSION TECHNIQUE REGIONALE

**Réflexions et propositions sur l'utilisation de
l'ordinateur de plongée dans le cursus fédéral**

Mémoire présenté dans le cadre du stage d'instructeur régional

Juillet 2008

Sophie Le Maout

Remerciements

J'ai d'abord envie de remercier tous ceux qui m'ont donné envie d'enseigner la plongée : les élèves, du débutant aux stagiaires pédagogiques, leurs yeux ravis après une première plongée... Leur mine moins ravie lors de débriefing après une séance pratique ou théorique, enfin tous ceux qui me donnent encore et toujours envie de continuer, de progresser dans l'acte pédagogique.

Je tiens à remercier l'équipe du Comité Départemental de Paris, qui m'a fait confiance pour gérer la Commission Technique, en particulier Yann Marchand, qui m'a beaucoup appris. Je le remercie de m'avoir accompagnée et conseillée.

Merci encore à Yann et à Bernard Pillet pour m'avoir parrainée dans ce projet.

Merci également aux acteurs de la Commission Technique de Paris, avec lesquels nous effectuons un gros travail d'organisation et de mise en place de nouvelles formations, dans une bonne humeur bien agréable.

Merci à Jean-Louis Blanchard, qui m'a consacré un peu de son temps précieux pour quelques discussions et m'a prêté une partie de sa bibliothèque,

Merci à Patrick Lamerat et Gérard Maricelle, qui m'ont gentiment poussée à concrétiser ce travail,

Merci à Patrick, Christophe, Jean-Pierre, Alain, pour m'avoir aidée dans mes essais d'ordinateur,

Merci à Christophe, pour son aide, ses relectures assidues et sa mise en confiance,

Merci à Marie-Pierre, pour ses encouragements constants et son intérêt pour ce milieu inconnu.

TABLES DES MATIERES

I.	INTRODUCTION	4
II.	LES ORDINATEURS : RAPPEL D'UNE HISTOIRE	5
II.1	<i>Du mécanique à l'électronique</i>	5
II.2	<i>Une démocratisation récente</i>	7
III.	LE CONTENU DES NOTICES DES ORDINATEURS : COMPARATIF ET ANALYSE	7
III.1	<i>Tableau comparatif</i>	7
III.2	<i>Analyse des points communs</i>	9
III.3	<i>Analyse des divergences</i>	11
IV.	UTILISATION DES ORDINATEURS : ANALYSE DES PRATIQUES ET DES RISQUES	13
IV.1.	<i>Un écart entre la pratique et la théorie</i>	13
IV.1.1	<i>Les plongées multiples</i>	13
IV.1.2	<i>L'ordinateur : un instrument personnel ?</i>	16
IV.2	<i>Des pratiques nouvelles</i>	18
IV.2.1	<i>Des réglages personnalisés</i>	18
IV.2.2	<i>Des nouvelles fonctions</i>	19
IV.3	<i>Les plongées techniques</i>	19
IV.3.1	<i>Plongées anormales ?</i>	21
IV.3.2	<i>Plongées techniques : comparaison de plusieurs modèles</i>	21
V.	LE CURSUS FEDERAL	24
V.1	<i>Manuel du moniteur : analyse transverse</i>	24
VI.	PROPOSITIONS D'EVOLUTIONS	26
VI.1	<i>L'enseignement aux plongeurs</i>	26
VI.2	<i>L'enseignement aux encadrants</i>	28
VII.	CONCLUSION	29

I. Introduction

Au cours de ces quinze dernières années, l'ordinateur s'est considérablement démocratisé au point qu'aujourd'hui, c'est pratiquement le premier achat du plongeur.

Les commerciaux et les magazines de plongée l'ont bien compris puisque régulièrement, un dossier complet sur le choix d'un ordinateur nous est proposé dans nos périodiques préférés. Cependant, les critères de choix se portent aujourd'hui essentiellement sur la lisibilité (différentes tailles des caractères en fonction des informations), le look, le nombre de plongées enregistrées, ou l'efficacité de l'éclairage. L'aspect modèle de décompression est très peu abordé, considérant que tous les modèles actuels sont valides. Certes, si un modèle de décompression était particulièrement meilleur que les autres, on devrait le savoir car il engendrerait théoriquement moins d'accidents de décompression. Mais encore faudrait-il que les études sur les accidents prennent en compte le type d'ordinateur utilisé ; les informations sont déjà assez difficiles à obtenir selon la Commission Médicale, puisque une petite partie seulement des accidents sont analysés.

Donc, une fois l'ordinateur choisi, comment notre plongeur va-t-il s'informer sur ses caractéristiques, comment va-t-il savoir l'utiliser ?

Le manuel lui explique bien (s'il a le courage de lire parfois jusqu'à 120 pages !) tout ce qu'il ne faut pas faire (s'il ne veut pas finir avec « *des blessures graves voire la mort* »), mais ne lui explique pas vraiment une utilisation raisonnable de son nouvel instrument...

L'encadrant, donc, devrait pouvoir palier ce manque... mais selon quelles règles ? Celles appliquées pour les tables et pas forcément adaptées ? Le manuel de formation technique définit bien un contenu, mais rien ne précise, dans notre cursus, quelles sont les limites raisonnables d'utilisation d'un ordinateur. Le contenu est donc très lié aux habitudes du club et des moniteurs, qui sont, malheureusement, assez disparates et parfois dangereuses.

De même, que dire sur l'utilisation d'un ordinateur pour les plongées techniques ? Certains crient déjà au scandale et pourtant... Les ordinateurs sont aujourd'hui utilisés par nombre de comités départementaux pour leurs examens niveaux 4 et par les instructeurs nationaux pour le MF2... Sont-ils pour autant suicidaires ? Sûrement pas, mais alors quelles limites s'appliquent-ils ? Et ne serait-il pas bénéfique d'enseigner ces limites lors des cursus initiateur ou MF1 ?

L'objectif de ce mémoire est donc d'essayer d'analyser les pratiques actuelles et de pointer les manques dans nos contenus de formation. Il ne s'agit pas de critiquer la situation

actuelle, mais d'établir des faits et de mettre en évidence la nécessité d'une évolution ou du moins d'une harmonisation des pratiques actuelles concernant l'utilisation des ordinateurs de plongée.

II. Les ordinateurs : rappel d'une histoire

II.1 Du mécanique à l'électronique

Le précurseur : Le Foxboro Decomputer Mark I. Dès la fin 1955 ce petit concentré mécanique allie profondimètre – pour l'autonomie de son utilisateur - et mesure de la saturation / désaturation de l'azote par l'intermédiaire d'éléments poreux sensés représenter deux compartiments (de période 45' et 75'). Les premiers tests effectués démontrent une trop grande variation de ses résultats par rapport aux tables de l'US Navy, ce qui causera sa perte... Et son oubli.

Le design italien : le décompressimètre Sos. Trois années plus tard, l'entreprise italienne Sos Diving Equipment Limited commercialise son décompressimètre Sos. Toujours de conception purement mécanique, l'instrument connaît un succès qui ne se démentira que dans les années 1970... Jugé plus fiable que son prédécesseur jusqu'à 18m, il apparaissait trop fragile et « moins pénalisant » au-delà de 18m. Un seul compartiment était utilisé (120') et la lecture de la saturation était assurée par un tube de Bourdon. Il pouvait être utilisé pour les plongées successives et fut décliné en différents modèles par quasiment toutes les marques de l'époque.

Par la suite, on citera deux autres produits commercialisés par des fabricants américains : le Decompression Meter de General Electric et le Decomputer Farallon, toujours basés sur des éléments mécaniques reproduisant la physique de l'azote en plongée.

On passera rapidement sur le Tracor qui alliait affichage analogique et – pour la première fois - mesures électriques, sa très faible autonomie ayant contribué à son abandon. Il fut commercialisé dans les années 1963 par une entreprise américaine.

Le milieu des années 70 voit arriver le microprocesseur et la plongée va rapidement intéresser les électroniciens. La décompression sera désormais calculée et on gagnera en précision (de mesure) et en étalonnage. Seuls les problèmes d'autonomie, liés à la faiblesse des piles et batteries de l'époque, viennent limiter ces nouveaux instruments.





Au milieu des réalisations diverses (le XDC, l'Edge, les Cyberdiver II et III...), qu'elles soient canadiennes, européennes ou américaines, on citera le cas du Dacor Dive Computer (DDC)

qui au lieu de calculer la saturation va tenter d'intégrer une table de plongée et un affichage électronique. Ce fut un échec monumental...

Enfin, avant l'arrivée de nos premiers instruments compacts, on se souviendra du Decobrain de Divetronic, premier outil d'origine européenne à la disposition de nos plongeurs.

Le milieu des années 80 sera la révélation avec l'arrivée du Suunto SME-ML et de l'Aladin d'Uwatec, ce dernier ayant été certainement comme les jetfin : tout encadrant de l'époque en a possédé un...

Le tableau ci-dessous résume les évolutions jusqu'au milieu des années 80

<p>Les précurseurs (1955 & 1958)</p>	<p>Des instruments mécaniques à l'affichage analogique</p>	<p><i>Foxboro Decomputer Mark I</i> décompressimètre Sos</p>	 <p>Sos</p>
<p>Les suiveurs (années 1970)</p>	<p>Idem</p>	<p><i>Decompression Meter</i> de General Electric <i>Decomputer Farallon</i></p>	
<p>Le progrès (1963)</p>	<p>Mesures électriques avec affichage analogique</p>	<p><i>Tracor</i></p>	
<p>L'innovation (année 1976)</p>	<p>Utilisation d'un microprocesseur avec affichage LED puis LCD</p>	<p><i>XDC</i> <i>Edge</i> <i>Cyberdiver II et III</i> <i>Decobrain</i></p>	 <p>Decobrain</p>
<p>Les révolutions (1986)</p>	<p>Mesures et calculs grâce à un microprocesseur avec affichage LCD en présentation compacte</p>	<p>Suunto <i>SME-ML</i> <i>Aladin</i></p>	 <p>SME-ML</p>  <p>Aladin</p>

II.2 Une démocratisation récente

A partir des années 90, on commence à voir de plus en plus de plongeurs équipés d'un ordinateur. Les options commencent alors à se diversifier, alliant une planification plus complète, la prise en compte de la consommation d'air, la possibilité de plonger avec plusieurs mélanges, des systèmes de durcissement, une miniaturisation (pour les modèles montres) et tout récemment, la prise en compte du rythme cardiaque.

Aujourd'hui, on ne voit plus un encadrant sans ordinateur (et il n'est pas rare qu'il en ait un de secours), c'est pratiquement le premier achat du plongeur préparant le niveau 2. Il hésite en effet à s'acheter un profondimètre, ceux-ci restant assez chers, le choix étant assez restreint sur le marché aujourd'hui et la perspective d'acquérir un matériel prochainement obsolète pour ses futures plongées le décourageant. Tous les modèles récents qu'on trouve sur le marché sont utilisables en plongée nitrox et les prix s'échelonnent de 200 à 1200 euros (hors ordinateurs tek).

III. Le contenu des notices des ordinateurs : comparatif et analyse

III.1 Tableau comparatif

Dans le tableau ci-dessous, j'ai tenté de comparer quelques éléments qui m'ont paru importants. J'ai choisi quelques modèles majoritairement utilisés aujourd'hui et je me suis intéressée aux indications concernant les plongées successives, les plongées yo-yo et les remontées rapides.

Marque/modèle	Modèle déco	Nbre de pages	Plongées successives	yo-yo	V remontée et remontée « rapide »
Uwatec/ Aladin Pro	ZH-L8-ADT	95	<i>N'effectuer des plongées successives que si l'indication "Atn" n'apparaît pas à l'écran.</i>	« Eviter les remontées répétées à petite profondeur (plongées en yo-yo) »	<i>Vitesse variable de 7 à 20m/mn Alarme sonore en cas de dépassement courbe de sécurité plus courte, paliers plus longs et/ou plus profonds</i>
Uwatec/ Smart com	ZH-L8-ADT-MB	35	<i>N'effectuez des plongées successives que si l'indication « plongée interdite » n'apparaît pas à l'écran (mais plongée possible quand même, avec courbe de sécu réduite)</i>	« Eviter les aller-retour fréquents à de faibles profondeurs (yo-yo) »	<i>Vitesse variable de 7 à 20m/mn Alarme sonore en cas de dépassement, courbe de sécurité plus courte, paliers plus longs et/ou plus profonds</i>
Uwatec/ Galiléo	ZH-L8-ADT-MB	81	<i>N'essayez pas de faire une plongée successive si l'avertissement « no-</i>	<i>« Évitez de monter et de redescendre de façon répétée (plongée en yo-</i>	<i>Vitesse variable de 7 à 20m/mn</i>

			<i>dive » est visible sur l'affichage. L'appareil indique l'intervalle minimum</i> <i>Prévoyez un intervalle surface d'un minimum de 2 heures</i>	<i>yo) »</i>	<i>Affichage d'un message en cas de dépassement</i> <i>courbe de sécurité plus courte, paliers plus longs et/ou plus profonds</i>
Suunto / D6	RGBM	120	<i>Symbole Attention– indique que l'intervalle de surface doit être prolongé.</i>	<i>Rien de spécifié</i>	<i>Vitesse fixe de 10m/mn</i> <i>Palier obligatoire si vrem supérieure à 10m/min pendant plus de 5" consécutives</i>
Suunto Stinger	RGBM	122	<i>Symbole Attention– indique que l'intervalle de surface doit être prolongé.</i>	<i>Rien de spécifié</i>	<i>Vitesse fixe de 10m/mn</i> <i>Palier obligatoire si vrem supérieure à 10m/min pendant plus de 5" consécutives</i>
Mares/ Nemo	RGBM Mares-Wienke	34	<i>Respectez un intervalle en surface de deux heures minimum entre des plongées successives.</i> <i>Évitez les plongées successives à profil carré au delà de 18m</i> <i>Évitez de plonger tant que le temps de désaturation de la plongée précédente n'est pas achevé.</i>	<i>Évitez les plongées en yoyo (descentes et remontées répétées).</i>	<i>Vitesse fixe de 10m/mn</i> <i>ordinateur bloqué si vitesse max dépassée</i> <i>Ce blocage peut être annulé par un pré-réglage</i>
Beuchat/ Voyager	<i>Haldane modifié « profils de plongées multi-profondeur successives sans décompression testés avec succès par les Drs Ray Rogers et Michael Powell »</i>	102	<i>Ces tests ne comportent pas de plongées successives à des profondeurs supérieures à 27 mètres ni de plongées avec décompression</i>	<i>Rien de précisé</i>	<i>Vitesses variables de 9 à 18m/mn</i> <i>Alarme sonore en cas de dépassement mais pas d'infos sur les conséquences</i>
Cressi / Archimede II	<i>Algorithme Bühlmann ZH-L8, modifié par Randy Bohrer afin de le rendre approprié à un programme RGBM complexe.</i>	43	<i>éviter toutes les plongées ayant un profil très dangereux, telles que, par exemple, plusieurs plongées consécutives au cours de la même journée</i> <i>ne pas effectuer de plongées successives après un intervalle de surface pendant le quel l'indication « SLOW » resté allumée! Les calculs pour la plongée successive peuvent être invalidés par le dépassement de la vitesse maximum de remontée.</i>	<i>éviter toutes les plongées ayant un profil très dangereux, telles que, par exemple, le profil en 'yoyo'.</i>	<i>Vitesses variables de 8 à 16 m/mn</i> <i>En cas de dépassement, palier de sécurité obligatoire et particulièrement prolongé</i>

III.2 Analyse des points communs

Tous les manuels actuels sont organisés selon un plan assez similaire :

- Des informations concernant la sécurité et des mises en garde,
- L'utilisation et les réglages,
- Des informations sur les algorithmes utilisés.

Les mises en garde et remarques des premières pages sont généralement assez alarmantes. On y fait beaucoup allusion à « *des erreurs pouvant entraîner des blessures graves voire mortelles* ». Les consignes d'utilisation communes indiquent que les ordinateurs doivent être utilisés dans les conditions suivantes :

- un niveau technique suffisant,
- une bonne condition physique,
- un ordinateur par personne,
- pas de plongée au-delà de 40 mètres,
- une limitation des plongées en eau froide et une augmentation des paliers.

Il est déjà intéressant de noter que « le niveau technique suffisant » n'est pas défini.

La lecture des pages informant sur les modèles de décompression, en général situées à la fin des manuels, peut paraître pour le moins paradoxale ; en effet, les modèles rivalisent d'avantages et présentent des capacités d'adaptation impressionnantes. Ainsi, par exemple, on peut lire dans les manuels Suunto :

L'avantage du RGBM de Suunto est la sécurité supplémentaire à travers son habilité à s'adapter à un grand nombre de situations. Le RGBM de Suunto peut traiter un certain nombre de situations qui sortent du cadre des modèles ne considérant que l'azote dissous en gérant :

- *les plongées successives répétées sur plusieurs jours,*
- *les plongées successives avec faible intervalle de surface,*
- *les plongées plus profondes que la précédente,*
- *les remontées rapides induisant une forte accumulation de microbulles (bulle silencieuse),*
- *l'introduction d'une certaine cohérence avec des lois physiques réelles qui régissent la cinétique des gaz.*

Certains types de plongée tels que les plongées à intervalles de surface courts, des plongées successives plus profondes que les précédentes, des remontées multiples et les

plongées successives sur plusieurs journées peuvent favoriser les risques d'ADD (accident de décompression). En fonction des circonstances, le modèle RGBM de Suunto est en mesure d'adapter la procédure de décompression en appliquant une ou plusieurs des actions suivantes :

- *réduire le temps de plongée sans paliers,*
- *ajouter des paliers de sécurité obligatoires,*
- *augmenter la durée des paliers de décompression,*
- *demander un temps d'intervalle surface plus long (symbole attention du plongeur).*

De même, le manuel de l'Aladin Pro nitrox (modèle ZH-L8-ADT) précise que :

En cas de situation à risque, le corps sera à même de réagir correctement si l'on simule de manière réaliste le processus physiologique du corps. Ainsi, la sécurité est améliorée de manière importante. Les situations à risque sont par exemple :

- *les plongées successives (avant tout celles comprenant de brefs intervalles de surface) et des plongées répétées pendant plusieurs jours successifs,*
- *les plongées en eau froide,*
- *les plongées en yoyo,*
- *le fait de prendre l'avion après la plongée.*

Lorsque le plongeur fait des erreurs, grâce à l'indication de formation de bulles et de ses conséquences, il est possible de vraiment prévenir la maladie de la décompression.[..] En cas de non-observation grossière de la vitesse de remontée, en cas de dépassement de la profondeur du palier de décompression et en cas de remontées répétées à la surface (plongées en yoyo), il peut aussi se produire des bulles du côté artériel et dans les tissus. Là où les bulles altèrent partiellement la perfusion, la vitesse de l'échange gazeux de même que la tolérance à la sursaturation sont changées. Le temps de décompression et, si nécessaire, la profondeur du palier de décompression seront ajustés de manière à ce que les bulles déjà présentes ne s'accroissent pas.

Les modèles Uwatec plus récents, équipés des algorithmes ZH-L8-ADT-MB (séries Smart et Galiléo) indiquent que *choisir un niveau de MB (microbulles) entre L1 et L5 rend l'algorithme plus sûr, par conséquent le plongeur aura soit des temps de plongée sans palier plus courts, ou des paliers de décompression (désignés par le nom de paliers micro-bulles) plus*

profonds et plus longs que lorsqu'il plonge avec L0. Par conséquent le corps soit absorbera moins d'azote (plongées sans palier plus courtes), soit pourra éliminer plus de gaz avant de revenir en surface (plongées avec paliers de niveau). Dans les deux cas le niveau de microbulles présent dans le corps est réduit à la fin de la plongée.

Tous ces manuels présentent donc un paradoxe, puisqu'ils sont particulièrement alarmants au début et démontrent ensuite que bon nombre de situations peuvent être gérées sans problème. Le plongeur a donc toutes les raisons de se sentir parfaitement en sécurité du moment qu'il suit les indications de son instrument et qu'il a lu tout le manuel ! Le nombre de pages est d'ailleurs assez variable, s'échelonnant de 34 à 122 pour les modèles choisis. Dans ce domaine, il existe certainement un effort à faire ; on constate en effet très souvent que les utilisateurs n'ont pas lu leur manuel d'utilisation, ou de façon très rapide. Il s'en suit souvent une méconnaissance des symboles affichés. Comme ceux-ci sont variables d'une marque à l'autre voire d'une gamme à l'autre, il n'est pas rare de voir un plongeur, après la plongée, se renseigner sur la signification de tel ou tel symbole (en particulier le symbole interdisant la plongée successive).

III.3 Analyse des divergences

On peut ensuite observer des caractéristiques par type de modèle : ainsi, les modèles Suunto et le Voyager (Beuchat) déconseillent les plongées avec décompression, alors que les modèles Uwatec sont présentés comme des ordinateurs adaptés aux plongées avec ou sans décompression.

Le Voyager de Beuchat déconseille également les plongées successives au delà de 27 mètres, alors que le Nemo de Beuchat déconseille les successives carrées au delà de 18 mètres. Quant aux autres modèles, ils insistent surtout sur un intervalle suffisamment long entre deux plongées successives.

Concernant les plongées yo-yo, tous les modèles Uwatec les déconseillent (définies comme « des remontées répétées à petites profondeurs »), mais s'annoncent capables de les gérer, alors que rien n'est indiqué sur ce point dans les modèles Suunto et que le manuel indique que ce modèle est capable de « gérer les conséquences de remontées rapides induisant une forte accumulation de micro-bulles ».

En termes de vitesse de remontée, certaines sont variables en fonction de la profondeur, d'autres sont fixes. Pour les modèles Suunto elle est fixée à une valeur de 10m/mn. La vitesse est donc considérée comme trop rapide si elle est supérieure à 10m/mn. Si c'est le cas pendant une durée supérieure à 5 secondes consécutives, cela aura une incidence sur

les paliers. Pour les modèles Uwatec, la vitesse de remontée idéale est variable et s'échelonne de 20 à 7m/mn (en fonction de la profondeur). De même, si celle-ci est dépassée de façon prolongée (pas d'indication de durée), des paliers supplémentaires peuvent apparaître. Le Voyager de Beuchat distingue deux zones : jusqu'à 18 mètres, où la vitesse peut atteindre 18m/mn et de 18m à la surface, où la vitesse ne doit pas dépasser 9m/mn. Si les vitesses sont dépassées, une alarme sonore est déclenchée, mais rien n'est indiqué sur les conséquences. De même, l'Archimède de Cressi distingue trois zones : 0 à 6m (vitesse maximum de 8m/mn), 6 à 18m (12m/mn max) et au-delà de 18 mètres (16 m/mn max). On constate donc que les dépassements des vitesses de remontée engendrent tous des paliers supplémentaires, sans que les conséquences soient détaillées.

Tous les modèles Suunto affichent un palier de sécurité de 3' à 3m, alors que sur la plupart des modèles, seuls les paliers obligatoires sont affichés. Il s'en suit assez souvent des problèmes de communication entre plongeurs au palier ou en surface. En effet, bon nombre de plongeurs ont du mal à accepter que ce palier est réellement optionnel et préfèrent le réaliser, même lorsque les conditions (courant ou froid) inciteraient plutôt à ne pas le faire. Par ailleurs, certains plongeurs, n'ayant encore une fois pas forcément bien acquis les informations contenues dans le manuel, ne savent tout simplement pas qu'il s'agit d'un palier optionnel. Le guide de palanquée ou l'encadrant devraient pouvoir palier cette lacune ; or, on observe, dans les stages niveaux 4 par exemple, que les connaissances des stagiaires sur les différents modèles sont très limitées. En général, le futur niveau 4 connaît à peu près son modèle, mais il est assez rare qu'il en connaisse d'autres de façon approfondie. Une redéfinition des connaissances du niveau 4 serait donc peut-être utile ici.

Une différence importante entre les instruments issus des modèles haldaniens (gamme uwatec, Beuchat, Cressi) et les modèles RGBM (Suunto, Mares) est bien sur le modèle de décompression, qui, dans le premier cas correspond à une décompression discontinue, avec des profondeurs de palier pré-définies, alors que dans le second cas, la décompression est dite « continue », avec une profondeur plafond à ne pas dépasser et une profondeur plancher au dessous de laquelle le palier n'est pas décompté. Au niveau pratique, la grosse différence entre les deux systèmes est que le premier peut prévoir et afficher les paliers, alors que le deuxième ne peut donner qu'une estimation de la durée totale de remontée, mais sans préciser ni la durée, ni la profondeur des paliers. Ceci ne facilite pas les planifications des plongées dans le cas de palanquées autonomes mixtes. En effet, chaque utilisateur ayant des habitudes liées au fonctionnement de son instrument, on se retrouve avec des plongeurs qui ne gèrent pas de la même façon le moment où ils vont remonter, les premiers vont souvent considérer le temps du palier à 6m, alors que les autres

raisonnent en durée de remontée maximale. Il faudra donc être très vigilant dans l'enseignement de la planification, en particulier lors des préparations des niveaux 3. Le guide de palanquée devra également être particulièrement sensibilisé à ces différences.

IV. Utilisation des ordinateurs : analyse des pratiques et des risques

IV.1. Un écart entre la pratique et la théorie

Il est surprenant de constater un certain nombre de paradoxes entre la pratique et la théorie. Par exemple, les manuels d'ordinateurs et tous les ouvrages nous conseillent fortement un ordinateur par personne, alors que la réalité peut être différente. Dans un autre registre, les plongées multiples ne sont jamais abordées dans le cursus fédéral, alors qu'elles sont une réalité dans certaines conditions. Enfin, bien que les plongées techniques ne soient pas recommandées avec un ordinateur, on constate leur utilisation dans de nombreux stages.

Les paragraphes suivants tentent d'analyser les écarts observés entre théorie et pratiques et de mettre en évidence les absences d'informations sur certains points qui peuvent entraîner à mon sens des prises de risque.

IV.1.1 Les plongées multiples

Ce problème se pose principalement dans les mers chaudes, ce qui explique peut-être l'absence de prise en compte de la question dans les manuels français... En effet, même si les plongées multiples (plus de 2 plongées sur un intervalle de 24h) sont abordées, la conclusion est que c'est une pratique dangereuse, à éviter absolument.

Pourtant, dans un certain nombre de pays chauds, il est fréquent aujourd'hui de pouvoir réaliser 3 ou 4 plongées par jour, les publicités vantant même des croisières avec plongées illimitées. Dans ces cas là, tout le monde est d'accord pour dire que la table n'est tout simplement pas utilisable, alors qu'utiliser des ordinateurs ne pose de problèmes à personne... Phénomène pour le moins étrange, les deuxièmes étant générées à partir des premières. Cependant, on a bien vu dans l'analyse des manuels d'ordinateur que tout est fait pour que l'utilisateur ait l'impression dans ce cas (« successives rapprochées ») de ne pas prendre de risques s'il respecte certaines conditions d'utilisation (intervalle de surface suffisamment long, paliers courts ou plongées sans palier,...).

Considérons maintenant les structures autorisant ces plongées multiples. Par exemple, en Egypte, les règles régissant la plongée ont été mises en place par six personnes parmi lesquelles cinq sont « Course Directeur PADI ». Le système PADI autorisant jusqu'à 4 plongées successives sur une même journée (avec des contraintes de plongées sans palier), le plongeur français se retrouve avec cette « possibilité nouvelle ». Comment les clubs locaux gèrent-ils ces situations ? On peut supposer, voire espérer, que les 3 ou 4 plongées par jour ne sont proposées que pour des profils permettant une grande partie de la plongée à faible profondeur. Une société comme Dune, qui organise aujourd'hui bon nombre de croisières sur la Mer Rouge, autorise 3 plongées par jour, avec des profondeurs maximum de 40 m pour la première plongée, 30 m pour la deuxième, 20 m pour la dernière (en insistant sur le multiniveau et sur le fait que ce sont des profondeurs maximales et qu'il n'est pas recommandé d'y rester, ni obligatoire d'y aller). De plus, l'ordinateur ne doit jamais afficher plus de 3 minutes de palier pendant toute la plongée et l'intervalle minimum entre deux plongées est de deux heures. Le taux d'accident observé dans ces conditions reste deux fois plus élevé que le taux lors des séjours à terre (soit 2 plongées par jour, avec une ou deux journées à 3 plongées sur la semaine). Il est clair que donner des consignes de ce type n'est pas simple, puisque les « séjours » aux profondeurs maximales peuvent être différents, ainsi que les temps d'immersion. On peut décider d'être très large et d'afficher toujours un temps sans palier important (exemple : l'ordinateur ne doit jamais afficher moins de 30' sans palier), ou on peut faire sa plongée « border-line », c'est-à-dire remonter dès que l'ordinateur est prêt à passer en mode palier. A priori, cette deuxième méthode est abordée et fortement déconseillée dans les ouvrages français. De plus, la durée de la plongée est en général limitée (pour exemple, 70 minutes le matin, 60 l'après-midi et 45 pour celle de nuit, la profondeur de celle-ci étant naturellement limitée par le choix du site). Mais 175 minutes de plongée dans la journée entraînent de toutes façons une saturation qui est loin d'être négligeable... Et on peut se demander si ces conditions sont suffisamment sévères.

On constate en tous cas que faire plus de deux plongées par 24 heures est un facteur de risque supplémentaire, qui s'ajoute à la liste déjà longue des facteurs classiques et enseignés. Dune n'autorise plus 4 plongées par jour sur ses croisières, bien qu'il y ait encore de la demande. De plus en plus de structures incitent également à l'utilisation de nitrox, par des tarifs attractifs. Ce dernier point est fondamental, puisqu'il permet à la fois de limiter la profondeur et la saturation.

Dans notre système fédéral, le problème des plongées multiples n'est pas simple, car il est souvent tout simplement nié ; les cursus de formations se limitent à enseigner que les modèles sont basés sur deux plongées par jour et qu'il n'est pas prévu d'en faire plus. Parfois, on s'avance à expliquer pourquoi le modèle des ordinateurs n'est pas plus adapté que celui des tables, que dans les deux cas, il s'agit d'extrapolation. Mais... Votre adhérent qui part en Egypte et à qui on propose 3 plongées quotidiennes va-t-il les rater ? Et s'il décide de ne pas les rater, sur quoi se base-t-il pour tenter de limiter les risques ? La Commission Nationale Médicale classe les accidents lors de plongées multiples dans la rubrique « faute de procédure ». La Commission Technique Nationale n'en parle pas. Les manuels recommandés par la FFESSM citent la possibilité de faire trois (ou plus) plongées par jour dans certains endroits du monde, mais concluent à une prise de risque importante et déconseillent fortement de telles pratiques. Et pourtant, quel encadrant n'a pas fait ses 3 plongées par jour en croisière ? La dualité du système est assez flagrante : on vous donne la possibilité technique de faire une action qu'on sait dangereuse, on vous donne les moyens de la faire (ordinateurs adaptatifs), rien n'est précisé sur les limites d'utilisation, puisque finalement cette pratique est considérée comme interdite. On peut facilement faire le rapprochement avec les véhicules aux performances vantées par les fabricants, mais pour lesquelles il est fort risqué pour le conducteur de vouloir les tester en conditions réelles.

Ce problème se limite-t-il à celui de la responsabilité et de la couverture des assurances en cas d'accident? La limitation à deux plongées par jour n'est pas indiquée dans les textes réglementaires, mais uniquement dans l'utilisation des tables. Aujourd'hui, aucun des modèles actuels d'ordinateurs ne précise une limite à deux plongées par jour (même si certains manuels déconseillent plusieurs plongée successives). Pourtant, il existe une jurisprudence sur ce point et Philippe Rousseau, Instructeur National et expert auprès des tribunaux dans les accidents survenus en plongée, nous précise que *« concernant les accidents de décompression survenus à l'issue de plus de 2 plongées par période de 24H00, tous mes rapports d'expertises judiciaires réalisés depuis maintenant plus de 20 ans qui abordent ce sujet consacrent systématiquement plusieurs paragraphes à expliquer le plus clairement possible aux magistrats-instructeurs le phénomène de la dissolution des gaz neutres dans l'organisme, à expliquer ce qu'est un accident de décompression (pour des magistrats habituellement non-plongeurs) et à expliquer pourquoi physiologiquement toutes les tables de décompression et tous les ordinateurs de plongée (plus exactement "calculateurs électroniques") ne peuvent pas gérer une procédure de décompression*

pour plus de 2 plongées par période de 24H00. Ces explications sont suivies d'effet puisqu'à chaque fois les Tribunaux Correctionnels ou les Cours d'Appel ont retenu à l'encontre du ou des mis en cause les notions de "négligence" ou d' "imprudence" comme facteur aggravant ».

L'aspect juridique est donc assez important en France et limite de lui-même cette pratique dans les clubs de l'hexagone. De plus, la topographie des sites et la température de l'eau nous met rarement en situation de possibilité de plongées multiples. En effet, il est rare de trouver dans l'hexagone des plongées dont l'intérêt majeur se situe dans des profondeurs de 0 à 15 mètres.

Mais encore une fois, ne serait-il pas intéressant de prendre en compte ces plongées multiples dans l'objectif de limiter les risques encourus ?

IV.1.2 L'ordinateur : un instrument personnel ?

Comme abordé dans l'introduction, on note que les plongeurs achètent de plus en plus tôt leur ordinateur et préfèrent souvent louer le reste de l'équipement. D'ailleurs, si la combinaison, le détendeur ou la stab sont très faciles à louer, c'est plus rare dans le cas de l'ordinateur.

Il n'en reste pas moins qu'aujourd'hui, « *les moyens personnels de contrôler sa décompression* » ne deviennent obligatoires qu'à partir du niveau 2 dans le système français. Il est donc très courant pour l'encadrant d'emmener des niveaux 1 qui n'ont pas d'ordinateur, de la même façon qu'ils n'avaient pas de profondimètre il y a quelques années. Aujourd'hui, tous les encadrants ont un ordinateur et se retrouvent confrontés dans ce type de plongées à une situation non prévue dans la théorie : celle de l'encadrant qui gère sa palanquée de niveaux 1 à l'ordinateur, les niveaux 1 n'ayant pas d'instrument. On constate ici une déviation qui correspond à un non respect des consignes de tous les ordinateurs, qui insistent sur le fait qu'un ordinateur est personnel et ne peut en aucun cas servir à plusieurs membres de la palanquée.

Quelles sont les pratiques ? La plupart des encadrants plongent « à la table » en regardant ou non celle-ci. En effet, dans la majorité des cas, emmener des niveaux 1 en France correspond à faire une plongée dans la courbe de sécurité, consommation et température de l'eau obligent. Tout encadrant ayant normalement cette courbe bien ancrée en tête, il n'a donc pas besoin de consulter sa table. Si les niveaux 1 sont à l'aise, si la profondeur de 25 mètres est autorisée, ou si la plongée de l'après-midi est réalisée à 20 mètres, on a toutes les chances d'être en dehors de la courbe de sécurité

table. Dans ce cas, deux solutions se présentent : soit l'encadrant plonge à l'ordinateur et reste dans la courbe de sécurité de celui-ci, soit l'encadrant sort sa table en fin de plongée, considérant que cette pratique est plus sûre pour ses niveaux 1, qui plongeront avec un autre encadrant le lendemain. Dans les deux cas, la procédure n'est pas respectée. Cependant, le fait d'avoir fait des paliers à la table (donc, a priori plus que prévu par l'ordinateur) rend-il moins sûr l'ordinateur pour les plongées à venir ? Ou inversement, le fait d'avoir fait ses paliers à l'ordinateur (donc a priori moins de palier qu'à la table) rend-il moins sûr les tables utilisées le lendemain ? A priori, la plupart des plongeurs aurait tendance à répondre que du moment que l'encadrant respecte son ordinateur, tout va bien... Et que finalement, le cas est similaire si les personnes de la palanquée ont des moyens de décompression sensiblement différents. Le problème est que tous les ouvrages nous déconseillent fortement de passer de la table à l'ordinateur. Ici, plongeurs et encadrants pratiquent donc des situations non recommandées dans tous les manuels.

Le problème se corse un peu plus si on considère les réglages personnels des différents instruments : l'encadrant peut-il modifier les réglages de son ordinateur et continuer de l'utiliser pour sa palanquée entière ? De même, comment procéder s'il plonge au nitrox sur quelques plongées : vaut-il mieux le laisser en mode air ? Dans la même veine, on peut également se demander s'il ne serait pas plus judicieux, dans le cas où l'encadrant veut utiliser une table, qu'il utilise celle de son ordinateur (par exemple les tables Bühlman pour tous les Uwatec), plutôt que les MN90 ou du Ministère du Travail ?

Enfin, un point intéressant à prendre en compte est que les nouvelles générations de plongeurs, qui feront les encadrants de demain, ont peu ou pas plongé à la table ; certains n'ont même plus de tables sur eux et auront donc encore moins la courbe de sécurité table en tête... Le principe d'un seul ordinateur pour une palanquée de niveaux 1 va donc devenir complètement courant, le seul moyen palliatif devenant l'obligation d'un ordinateur pour chaque membre de la palanquée...

Tous ces éléments mettent en évidence un écart important entre théorie et pratique. Le plongeur actuel est très souvent en situation de non respect des procédures par rapport aux règles énoncées ; alors comment concilier l'évolution de la pratique et le respect de ces procédures ? Ne faudrait-il pas proposer des pratiques réalistes qui limiteraient les risques ?

IV.2 Des pratiques nouvelles

L'utilisation des ordinateurs a apporté également de nouvelles pratiques et les modèles récents nous permettent des réglages et des applications individuelles intéressants ; cependant, il serait utile d'approfondir les possibilités et surtout les conséquences de ces nouveautés.

IV.2.1 Des réglages personnalisés

Un certain nombre de modèles récents propose des réglages personnalisés, avec durcissement sur plusieurs niveaux. Par exemple, la gamme Uwatec propose 6 niveaux de micro-bulles. *« Le plongeur sélectionne en fonction de ses besoins un niveau de microbulles et influence en conséquence son niveau de protection. Plonger en tenant compte du niveau de micro-bulles veut dire faire des paliers micro-bulles et ralentir sa remontée, ce qui laisse plus de temps à l'organisme de désaturer, contrarie la formation de micro-bulles et augmente la sécurité ».*

La première question qui me vient à l'esprit est de savoir comment le plongeur va décider du niveau de protection dont il a besoin ? Quel facteur favorisant va le faire passer de L0 à L2 et quelle autre va le faire passer à L5 ? Là dessus, aucune information... Mais si tant est qu'il décide de plonger en niveau L4 la première plongée du séjour (après une nuit en car par exemple), quand va-t-il pouvoir revenir à un L0 ? Et comment ? Est-il sans conséquence de varier de niveau ? Quant au cas cité plus haut de l'encadrant qui emmène des niveaux 1, peut-il s'autoriser à modifier ses réglages, dans un sens ou dans l'autre ?

De plus, on pourrait penser que n'importe quel plongeur lisant ce paragraphe devrait directement mettre un niveau élevé de micro-bulles. Pourquoi risquerait-il un accident de décompression s'il peut l'éviter, ou du moins en limiter le risque. Or, ce n'est curieusement pas ce qu'on observe. Le plongeur considère que dans un état normal, il peut utiliser le niveau le moins contraignant sans problèmes. C'est probablement vrai statistiquement, car, encore une fois, il n'y a pas, à ma connaissance, un modèle décrit comme entraînant moins d'accidents qu'un autre. Mais ce qui paraît choquant, c'est que c'est à l'utilisateur de définir ses facteurs favorisants du moment, sans qu'aucune information ne lui soit donnée pour l'aider dans ce choix.

IV.2.2 Des nouvelles fonctions

On peut y trouver la gestion des mélanges autres que l'air et la gestion de la quantité d'air. Les ordinateurs gérant les mélanges suroxygénés sont aujourd'hui très répandus sur le marché. Un point important sur lequel il faut sensibiliser les plongeurs est l'augmentation des différences entre membres de la planquée si l'un des plongeurs est au nitrox. Il faudra être encore plus vigilant sur la planification. De plus, cette situation renforce encore le caractère personnel de l'ordinateur.

Les modèles à gestion d'air entraînent deux choses :

- Une gestion de l'air facilitée ;
- Une modification de la décompression en fonction de paramètres personnels.

Le premier point apporte une sécurité supplémentaire quant à la gestion de l'air et devrait limiter les risques de panne d'air, qui sont encore, malheureusement, à l'origine d'un bon nombre d'accidents aujourd'hui. Le second point entraîne une nouvelle cause de disparité au niveau de la décompression ; en effet, un plongeur ayant été en situation de début d'essoufflement verra ses paliers modifiés de façon assez significative.

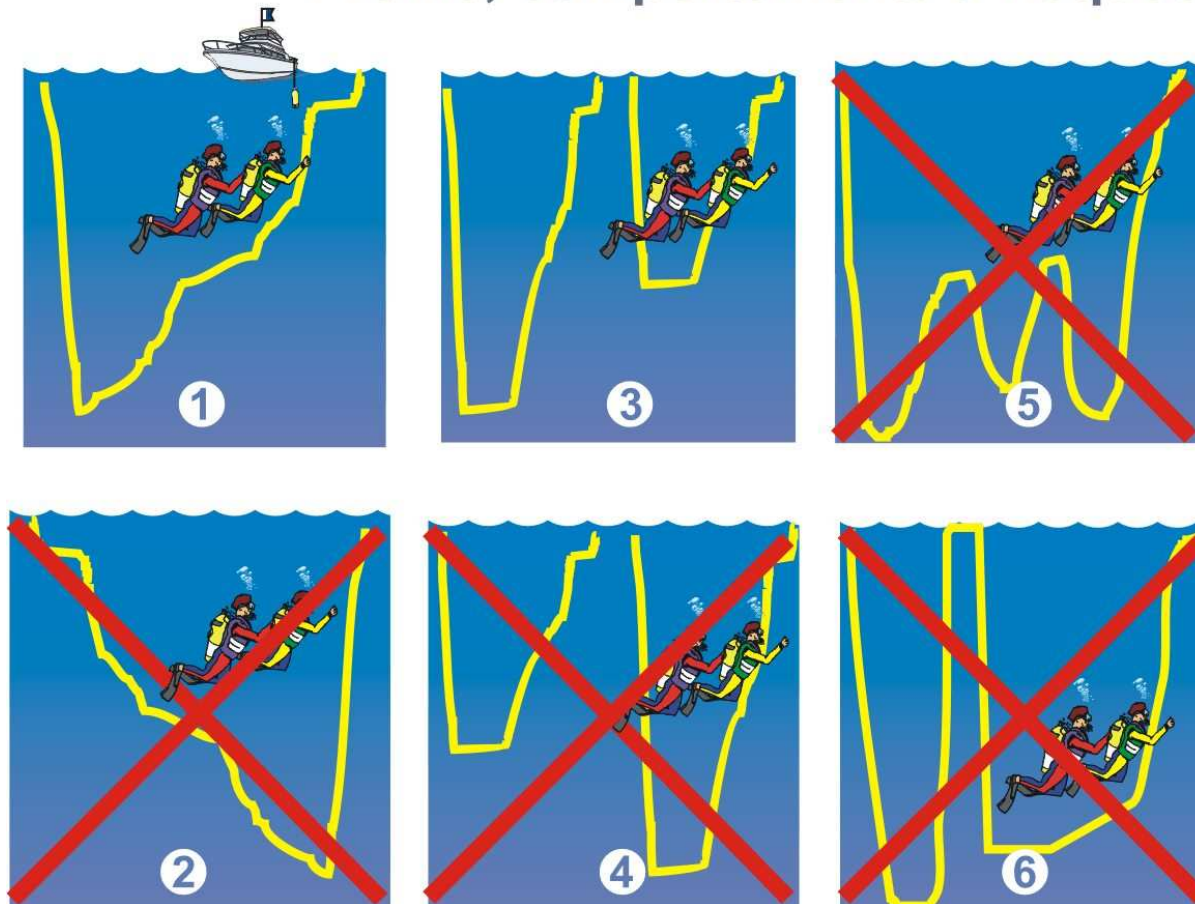
Enfin, le modèle récent d'Uwatec (Galiléo) permet à l'encadrant de connaître les consommations des plongeurs de sa palanquée s'ils sont équipés d'une sonde. En outre, ce modèle est personnalisé puisqu'il est capable de mesurer la fréquence cardiaque du plongeur et de modifier les paramètres de sa décompression.

IV.3 Les plongées techniques

Dans le chapitre qui compare les notices de différents ordinateurs, on voit bien qu'en fonction des modèles, les remontées en yo-yo sont abordées ou non. Lorsqu'elles le sont, c'est en précisant de surtout les éviter. Ces remontées sont d'ailleurs parfois définies comme « des allers et retours fréquents à de faibles profondeurs ». Dans la mesure où ni la fréquence ni la profondeur ne sont précisées, on peut s'accorder sur le fait que ces recommandations sont assez vagues. En tous cas, dans tous les cours sur les ordinateurs, on trouve la figure ci-dessous, interdisant pratiquement les plongées yo-yo. D'ailleurs, les mêmes recommandations sont énoncées sur le cours d'utilisation des tables. Donc les plongées yo-yo sont dangereuses, c'est un fait avéré : en 2007, 37% des accidents de

plongées sont survenus lors de plongée d'exercice (rapport annuel 2007 de la Commission Médicale et de Prévention). Pourtant, les plongées yo-yo sont un mal encore nécessaire... Mais peut-on les rendre moins dangereuses ?

Profils, comportements à risques



© Alain Foret, Illustra-Pack II

La Commission Médicale conseille 2 remontées maximum par plongeur (encadrant compris), bien que rien ne soit écrit. Jean-Louis Blanchard, président de la Commission Technique Nationale, à ma question : « Y-a-t-il une recommandation de la CTN », répond « la CTN n'a volontairement pas produit de texte officiel en la matière, la seule chose étant du domaine de la tradition orale et de la transmission des savoir faire via les formations ». Or, rien ne garantit que cette transmission se fasse correctement à tous les niveaux, en particulier au niveau des clubs, où sont quand même organisés la majorité des niveaux 2 et niveaux 3. La formation des encadrants ne comprend pas explicitement de sensibilisation à ce problème (que ce soit d'ailleurs avec un ordinateur ou avec les tables ne change rien sur ce point).

Les initiateurs, s'ils sont niveau 4, ont aujourd'hui les prérogatives d'enseigner jusqu'au niveau 4 dans l'espace médian. Ils vont donc potentiellement pouvoir faire des DTH et des RSE. Or, il est aujourd'hui encore habituel de voir les encadrants faire 4 remontées plutôt

que 2. Cela vient probablement d'un besoin de « rentabiliser » la plongée et de faire progresser les stagiaires. Les mêmes choses sont observées pendant les stages niveaux 2 et il n'est pas rare de voir même plus de 4 remontées par plongée pour un encadrant, en particulier dans les milieux « protégés » comme les fosses. Une sensibilisation est donc indispensable sur ce point. Il faut apprendre à nos futurs cadres à rentabiliser les plongées techniques autrement qu'en multipliant les remontées.

Maintenant, si on part du principe que l'encadrant ne fait que 2 remontées pendant sa plongée technique (de 50, 40 ou 20m), celles-ci sont-elles plus dangereuses avec un ordinateur qu'avec des tables? Quels principes peut-on appliquer pour tenter de les rendre moins dangereuses ?

IV.3.1 Plongées anormales ?

De façon générale, les plongées techniques ont toujours été considérées comme plongées anormales. Cependant, on note aujourd'hui une importante évolution de la gestion de ces remontées : généralement, l'encadrant ne fait plus que 2 remontées (au moins pour la zone des 40 mètres) et surtout, les remontées rapides ne sont plus tolérées. On remet donc en cause ici la notion de plongée anormale, puisque le palier mi-profondeur n'est plus appliqué à tous types de remontées. La question qu'on peut se poser est de savoir à partir de quel moment on doit considérer qu'une vitesse de remontée est rapide. Dans le manuel de formation technique, il est indiqué, pour toutes les remontées (assistances, DTH ou RSE), que la vitesse doit être comprise entre 10 et 17m/mn. Dans le document « critères d'évaluation niveau 4 » réalisé par la région Ile de France/ Picardie, on précise que la vitesse doit être adaptée au moyen de décompression utilisé. Pour les remontées assistées, on ne doit donc plus se retrouver en situation de remontée rapide. Par contre, pour les RSE et les DTH, il me semble important de toujours les considérer comme des remontées anormales, pour leur caractère spécifique (effort pour la DTH et absence de ventilation pour la RSE).

IV.3.2 Plongées techniques : comparaison de plusieurs modèles

J'ai réalisé une étude comparative au cours d'un stage initial Niveau 4 du Codep 75. J'ai comparé, sur plusieurs jours de suite, les modèles suivants :

- L'Aladin Pro Uwatec,
- Le Smart Uwatec,
- Le Galiléo Uwatec,
- Le Stinger Suunto.

Le Smart et Le Galiléo ont été réglés en niveau micro-bulles L3 ou L5.

Les techniques à 40 mètres

Dans ce cas, la plongée s'organise généralement comme suit : l'encadrant descend au fond avec un premier élève, réalise rapidement ses exercices puis sa remontée jusque dans la zone des 10 mètres. L'encadrant attend alors que le premier élève ait fini ses éventuels paliers, puis redescend avec le second qui attendait au parachute en surface.

Cette méthode présente les avantages suivants :

- Un seul élève à la fois à des profondeurs où il peut être délicat de gérer un problème ;
- L'élève ne fait qu'une seule remontée.

Cette méthode implique que :

- La durée de l'immersion pour chaque élève doit être minimum, imposant une organisation efficace de la plongée ;
- La remontée ne doit pas être rapide, de façon à ne pas se retrouver en situation non contrôlée.

Dans ces conditions, on considère qu'il ne s'agit pas de remontées anormales et les paliers annoncés par l'ordinateur sont appliqués.

L'étude montre que, pour une plongée à 40 mètres, dont la durée totale est de environ 15 minutes, comportant 2 remontées à vitesse normale (préconisée par l'ordinateur) de 40 à 10 mètres environ :

- Tous les modèles Uwatec testés (Aladin Pro, Smart, Galiléo) n'affichent aucun palier tant qu'ils ne sont pas réglés en palier micro-bulles ;
- Le Smart Uwatec « forcé » (niveau micro-bulles imposé) en L3 passe en mode palier (4' à 3m) ;
- Le modèle Suunto (Stinger) affiche le palier à 3m non obligatoire ;
- Pour mémoire, la table, dans les meilleures conditions (15' à 40m) annonce 4' à 3m.

Un autre profil, dans lequel 2 remontées de 37 à 10m étaient rapides dans la partie la moins profonde a généré les paliers suivants (descente à 42m, 2 remontées assez rapides, temps total 10 minutes).

- Modèle Uwatec non forcé : palier obligatoire de 3' à 3m ;
- Modèle Uwatec « forcé » en L5 : palier 2' à 9m/ 6' à 6m/ 8' à 3m ;
- Modèle Stinger : 5' à 3m ;
- Tables : 2' à 3m (en prenant le temps de la remontée dans le temps de plongée).

Les techniques à 20 mètres

Je me suis placée ici dans le cas défavorable où l'encadrant fait 4 remontées plutôt rapides (soit plutôt à la vitesse de remontée des tables). Voici les données pour une plongée à 20 mètres, les 4 remontées étant suivies du palier mi-profondeur. La durée totale de la plongée est d'environ 30 minutes.

- Les modèles Uwatec non forcés n'affichent aucun palier ;
- Les modèles Uwatec forcés n'affichent aucun palier ;
- Le modèle Stinger affiche un palier obligatoire de 2 minutes ;
- La table ne donne pas de palier pour une durée de 30 minutes (majoration = 10'), mais impose un palier minimum de 2' (remontée rapide).

Il est à noter que dès que les remontées sont un peu rapides, les modèles Suunto affichent du palier obligatoire (en général 2 minutes).

Cette étude, qu'il serait été intéressant de poursuivre, montre que globalement, les ordinateurs et les tables sont équivalents dans les profils étudiés ci-dessous, soit des techniques profondes courtes à vitesse normale ou des techniques à 20 mètres à vitesse normale. Il subsiste néanmoins la question du palier mi-profondeur qui n'est applicable que dans le système table, les ordinateurs ne proposant pas de procédure particulière en cas de remontée anormale.

En fait, les pratiques actuelles, au niveau des stages MF2 ou niveaux 4, sont hybrides, quelle que soit la façon dont on les analyse. En effet, on ne peut pas considérer qu'elles sont réalisées complètement à la table, sinon, on ferait un palier mi-profondeur le matin sur les techniques à 40m et on ne peut pas considérer qu'elles se font à l'ordinateur, car on n'aurait pas besoin du palier mi-profondeur sur les techniques à 20m type DTH ou RSE. Pour les plongées à 40m, les paliers sont sensiblement équivalents à la table ou à l'ordinateur, si on considère 2 remontées à vitesse normale (hors DTH et RSE) correspondant à une plongée normale. Par contre, pour les plongées à 50m, la décompression suivie est bien celle de l'ordinateur, puisque la table affiche des paliers beaucoup plus longs (pour 15' à 50m : 2' à 6m/9' à 3m). Il me paraît important d'aborder ce point avec les futurs enseignants.

V. Le cursus fédéral

V.1 Manuel du moniteur : analyse transverse

Le tableau ci-dessous reprend le manuel du moniteur, compétence par compétence, pour ce qui concerne les ordinateurs :

Matériel			
Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4
<p>Notion de réserve: manomètre immergeable, réserve mécanique ou <u>ordinateur</u> (en fonction du matériel utilisé).</p>	<p>Il s'agit toujours de vérifier que l'élève est autonome dans la <u>planification de l'utilisation de son matériel personnel</u>, mais aussi dans l'utilisation du matériel des autres plongeurs de sa palanquée.</p>	<p>– Identiques à ceux du niveau II, mais la gamme des matériels maîtrisés inclura <u>obligatoirement l'ordinateur de plongée</u> du point de vue de l'utilisation.</p> <p>– Souci d'organiser la décompression selon les diverses tables et <u>ordinateurs</u> simultanément présents au sein de la palanquée.</p> <p>– Le plongeur doit savoir monter ou déplacer un émetteur <u>d'ordinateur</u></p>	<p>Principes très simples du fonctionnement des <u>calculateurs</u>.</p>
Immersion et retours en surface			
Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4
<p>Maîtrise de la remontée.</p>	<p>Respect de la vitesse de remontée préconisée par le mode de <u>décompression</u> choisi.</p>	<p>Maîtrise des vitesses de remontée. Adaptabilité à celle des partenaires de la palanquée. La <u>cohésion</u> de la palanquée en phase de remontée est fondamentale.</p>	<p>Respect de la vitesse de remontée correspondant au mode de <u>décompression</u> choisi.</p>
Réactions aux situations			
Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4
<p>Procédure de sécurité en cas de perte d'encadrant (vitesse des petites bulles ou utilisation <u>d'instruments</u>)</p>	/	/	/

Autonomie ou conduite de palanquée			
<i>Niveau 1</i>	<i>Niveau 2</i>	<i>Niveau 3</i>	<i>Niveau 4</i>
/	<p>Organisation et conduite dans la palanquée, planification du profil de plongée et de la <u>décompression</u> en fonction des directives, gestion de l'air, du retour des consécutives ou successives éventuelles.</p>	<p>– Vérifications et contrôles avant la plongée : concernent le plongeur mais aussi <u>l'équipement</u> et les connaissances des autres partenaires de la palanquée.</p> <p>– Capacité à établir conjointement avec ses coéquipiers les conditions de la plongée et à les respecter.</p> <p>– Capacité à s'adapter dans le sens de la sécurité en cas d'imprévu.</p>	<p>– Respect des consignes du Directeur de Plongée.</p> <p>– Capacité à s'adapter dans le sens de la sécurité en cas d'imprévu.</p> <p>– Gestion d'une palanquée dont les plongeurs utilisent des <u>procédures de décompression</u> différentes.</p> <p>– Aide matérielle aux membres de la palanquée de technicité inférieure.</p>
Théorie			
<i>Niveau 1</i>	<i>Niveau 2</i>	<i>Niveau 3</i>	<i>Niveau 4</i>
<p>– Connaître les paramètres de</p> <p>– lecture d'une table, ainsi que ceux d'un <u>ordinateur</u>.</p> <p>– Courbe de sécurité.</p>	<p>Utilisation des <u>ordinateurs</u> (conditions d'emploi et limites d'utilisation)</p>	<p>– Utilisation des <u>ordinateurs</u> (conditions d'emploi et limites)</p> <p>– Planification de la plongée (cohésion de la palanquée si différents moyens de déco)</p>	<p>Epreuve par écrit pouvant comporter deux types de problèmes:</p> <p>- utilisation des tables MN90 actualisées</p> <p>- étude de cas concrets mettant en jeu diverses procédures de décompression.</p> <p>– Connaissance sur les <u>calculateurs</u> : principe de fonctionnement à l'exclusion de toute notion d'électronique.</p> <p>Principes d'utilisation, limites d'utilisation.</p> <p>Cohabitation de procédures de <u>décompression différentes</u> : étude des solutions permettant de concilier le respect de la liberté du choix de chaque plongeur avec les impératifs de la plongée en collectivité : sécurité et cohésion des palanquées.</p>

Une première analyse de ce tableau montre que dans deux compétences (le matériel et la théorie), le mot « ordinateur » est utilisé pour tous les niveaux, alors que dans les autres, il est absent, on parle de décompression ou d'instruments.

Par ailleurs, les termes « conditions d'emploi et limites d'utilisation » ne sont pas assez détaillés, ce qui engendre une importante disparité dans le contenu enseigné. Il est anormal de voir des niveaux 2 qui n'ont jamais vu l'affichage des paliers sur leur ordinateur, des niveaux 3 qui connaissent à peine les symboles de mise en garde et des niveaux 4 qui ne connaissent que leur instrument.

Pour finir, rien n'est spécifié dans les compétences initiateur ou MF1 sur les aspects pratiques des plongées techniques, ou même dans les compétences du niveau 4 sur la façon de gérer une palanquée de 4 niveaux 1 sans moyen de décompression.

VI. Propositions d'évolutions

VI.1 L'enseignement aux plongeurs

Il me semble important de faire une relecture du manuel et de détailler les points importants à aborder à chaque niveau.

	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4	Niveau 5
<i>Présentation et démonstration d'au minimum 2 modèles (décompression continue et discontinue)</i>		✓	✓	✓	✓
<i>Mise en évidence de la courbe de sécurité différente des tables</i>	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Notion de vitesse de remontées de différents modèles et de dépassement de la vitesse</i>	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Notion sur les affichages de messages d'alerte</i>	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Profondeur plancher, profondeur plafond, affichage du palier de sécurité</i>	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Les plongées multiples avec un ordinateur</i>	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Utilisation de la fonction nitrox</i>	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Décompression et vitesse de remontée dans le cas de palanquées mixtes (cohésion de la planquée)</i>		✓	✓	✓	✓

<i>Utilisation des niveaux microbulles, conséquence sur la décompression</i>		✓	✓	✓	✓
<i>Planification de plongées profondes avec déco dans le cas de palanquées mixtes</i>			✓	✓	✓
<i>Notions de modèles de décompression utilisés</i>				✓	✓
<i>Connaissance de tous les types de modèles du marché (en termes de type de déco, de vitesse de remontée et de message d'alerte)</i>				✓	✓
<i>Gestion d'une palanquée de niveaux 1 sans instrument</i>				✓	✓

Néanmoins, il sera important de proposer des solutions concrètes aux questions des plongeurs. Détaillons maintenant quelques points cités ci-dessus :

Notion de vitesse de remontée de différents modèles et de dépassement de la vitesse : le message à véhiculer ici comporte deux parties, i) il est important de connaître la vitesse de remontée idéale de son ordinateur, de savoir si elle est fixe ou variable, de savoir quels sont les conséquences d'une remontée rapide et la signification des signaux affichés, ii) il est également important de comprendre que la cohésion de la palanquée est prioritaire sur le respect de la vitesse de remontée.

Les plongées multiples avec un ordinateur : dans le cas de 3 plongées par jour par exemple, il faut trouver un moyen de sensibiliser sur les risques pris et les moyens de les limiter. Il peut être intéressant de raisonner en termes de durée de plongée totale, ce qui incite à limiter celui-ci. On peut aussi insister très fortement sur :

- L'intervalle surface suffisant entre 2 plongées (mini = 3h)
- L'utilisation indispensable du nitrox
- Le temps de plongée sans palier qui doit rester toujours inférieur à 15 minutes par exemple

Il faudra bien sûr toujours être très vigilant dans le message transmis en n'omettant pas d'informer sur la jurisprudence. Les directeurs de plongée et les présidents de club devront être particulièrement sensibilisés sur la responsabilité engagée en cas d'organisation de séjours comportant des plongées multiples.

Utilisation des niveaux micro-bulles : le problème est plus délicat, car comment conseiller sur un système dont on ne connaît pas bien le fonctionnement ? Il me semble qu'un conseil à donner serait de conserver le niveau choisi pendant tout le séjour.

Il faut également aborder la question des passerelles ; en effet, actuellement, elles prévoient une formation théorique complémentaire sur les tables, mais rien sur les ordinateurs. Or,

dans les cursus concernés (PADI et SSI), les plongeurs sont plus habitués à plonger sans décompression ; il leur manque donc une partie du cursus par rapport à un plongeur de la FFESSM. Il serait donc intéressant de prévoir, dans la partie théorique, une évaluation sur l'utilisation des ordinateurs.

VI.2 L'enseignement aux encadrants

Il me paraît intéressant d'intégrer des éléments de réflexion sur les ordinateurs et leur enseignement dans les cursus initiateur (GC4) et MF1. Pour ce qui concerne les plongées d'exploration, le contenu est résumé dans le tableau ci-dessus.

Pour ce qui concerne les plongées techniques, leur apporter une réflexion sur les points ci-dessous me paraît important :

- Comment rentabiliser une plongée technique en ne faisant que deux remontées ?
- Même question en fosse ?
- Comment gérer sa plongée de façon à passer un minimum de temps au fond ?
- Quelle réaction avoir lors d'une remontée rapide ? A partir de quelle vitesse l'encadrant doit-il stopper la remontée ?

En termes d'organisation des plongées techniques, voici ce que je conseillerai aux futurs cadres :

Pour des techniques à 40m ou à 30 mètres

- 2 remontées max
- 1 seul élève
- Temps de plongée total inférieur ou égal à 15 minutes
- Pas de remontée rapide (elles doivent être stoppées par l'encadrant)
- Paliers ordinateur, avec un palier de sécurité de 3' à 3m

Pour des techniques niveaux 4 à 20m (remontée plutôt rapide)

- 2 remontées max
- 1 élève
- Palier mi-profondeur de 5'
- Paliers ordinateur, avec un palier de sécurité de 3' à 3m

Pour des remontées assistées de 20m (préparation niveau 2)

- 2 remontées max
- 2 élèves
- Temps des remontées inférieur ou égal à 15 minutes, suivie d'une exploration avec mise en situation d'autonomie
- Paliers ordinateur, avec un palier de sécurité de 3' à 3m

VII. Conclusion

De façon générale, ce travail met en évidence un écart entre le contenu des cursus de formation et le besoin des plongeurs, en ce qui concerne l'utilisation des ordinateurs. Ceci s'explique par l'évolution rapide des modèles proposés sur le marché. C'est bien sur aux encadrants qu'il revient de palier ces lacunes, le problème étant qu'aujourd'hui, il n'y a pas d'harmonisation au niveau des pratiques et des contenus d'enseignement. Une révision du volume d'enseignement sur l'ordinateur, en particulier par rapport à celui des tables, me paraît indispensable. De même, une analyse critique du contenu des manuels devrait être réalisée dans le cursus du plongeur, ceci dès le niveau 1. J'ai tenté quelques propositions qui, j'espère, pourront servir de base de réflexion afin d'approfondir ce travail et aboutir à des propositions concrètes.