

COMMISSION TECHNIQUE REGIONALE – ILE DE FRANCE - PICARDIE

Adaptations des procédures de décompression par les plongeurs
Constats, conséquences et propositions de solutions

Mémoire présenté dans le cadre du stage d'instructeur régional

Mars 2013

Bruno BEAUJOUAN

Remerciements

Il y a 30 ans, photographe amateur, le monde sous-marin m'a attiré pour aller y promener mon objectif.

Il fallait donc que j'apprenne à plonger, évidemment.

Je me suis alors investi dans le milieu associatif de la plongée et rapidement l'envie de partager mon loisir avec les autres m'a attiré.

Un parcours classique qui aboutit aujourd'hui à ce que je suis : un passionné.

Petit clin d'œil, je ne fais toujours pas ou peu de photos.....mais bon, le plaisir est sous l'eau.

Par cette expérience, je veux remercier toutes celles et tous ceux qui m'ont permis de devenir moniteur de plongée. Ces personnes m'ont sûrement plus donné que je n'ai pu le faire, de par l'enrichissement qu'elles m'ont apporté.

Merci à Sylvie avec qui je partage ma passion.

Merci à Alain avec qui j'échange toujours sur tous les sujets qui nous animent.

Aussi un grand merci à mes amis que je rencontre régulièrement et avec lesquels nous partageons tant de choses, dans les clubs, dans le département, dans la région, et aussi bien en France qu'à l'étranger.

Je tiens particulièrement à remercier mes deux parrains, Hervé CORDIER et Stéphane DUCLOS pour leur aide et leur soutien.

Je pense également à toutes les personnes qui ont pu participer à ce mémoire en me faisant part de leur expérience.

Merci à vous tous.

Sommaire

1. Introduction	3
2. Les différents comportements « anormaux » du plongeur, Conséquences et analyses.....	5
3. Explications possibles des causes de ces comportements.....	33
4. Proposition de solutions	36
5. Conclusion	45
6. Annexes	46
A Rappels des facteurs favorisant de l'ADD	
B Accident 1 (Courbes de 2 stagiaires prépa N3)	
C Accident 2 (Courbes d'un séjour de 7 jours de plongée arrêté au 5^{ème} jour)	
D Rappels sur les tables	
E Rappels sur les ordinateurs	
F Indications que donnent les ordinateurs	
G Recommandations et préconisations des constructeurs, analyse des notices	

1 - Introduction

Lorsque j'ai cherché un sujet pour effectuer mon mémoire d'Instructeur Régional, je me suis spontanément orienté vers les ordinateurs, domaine qui m'intéresse particulièrement.

Comme beaucoup d'écrits ont été réalisés à ce propos, je voulais trouver quelque chose qui n'avait pas encore été débattu ou très peu et j'ai pensé à étudier les différents algorithmes des ordinateurs du marché pour comprendre comment chacun fonctionnait et pouvait donner des résultats différents.

Peut-être une bonne idée mais je me suis vite aperçu qu'aucun constructeur ne dévoilerait la moindre information sur les secrets de fabrication, que ces algorithmes étaient jalousement gardés et qu'il fallait renoncer.

Mes parrains me confirmèrent également la même chose.
Il fallait donc trouver autre chose.....

Pour rester dans le domaine des ordinateurs, de la discussion est né ce nouveau sujet et il me semblait également intéressant d'essayer de mieux le cerner.

L'idée est donc de comprendre pourquoi certains plongeurs pratiquent certaines adaptations, bonnes ou mauvaises, dans l'utilisation de leur ordinateur.

Adaptation de durcissement, de changement de gaz, de profondeurs de paliers, de vitesse de remontée, etc....

Lorsque l'on s'aperçoit que dans les cours théoriques, les tables MN90 sont encore enseignées systématiquement comme seul moyen de décompression et que les cours sur les ordinateurs sont plus ou moins bien abordés, il est naturel de penser que le plongeur va faire ce qu'il peut ou ce qu'il a envie, en fonction de l'ordinateur qu'il va acquérir et dont l'utilisation intime ne correspondra pas au cours qu'il a suivi.

Si la notice de l'appareil est lue et comprise, le plongeur sera peut-être plus attentif à la façon de l'utiliser.

Mais lors du questionnement des plongeurs à ce sujet, comme il apparaît qu'une grande majorité n'a pas lu ou peu la notice d'utilisation, il y a fort à parier que ceux-ci adapteront l'utilisation de leur ordinateur à leur façon.

Dans nos formations, il est indispensable que nous insistions sur le fait que l'ordinateur doit être enseigné systématiquement, que les tables ne sont pas LE seul moyen de décompression, qu'il existe des outils de décompression et que nos plongeurs doivent les aborder, en nous référant au contenu du Manuel de Formation Technique, du N1 au N4 mais également en s'appuyant sur le contenu des aptitudes PA et PE.

Dans toute l'étude qui suit, le Trimix a été écarté volontairement de cette étude sur l'utilisation des ordinateurs.

La majorité de nos plongeurs pratique encore peu la plongée Trimix et je voulais surtout m'appuyer sur ce que nous constatons au quotidien dans nos clubs.

En annexe D (à titre informatif), j'ai pris le temps d'analyser en détail 2 documentations d'ordinateur du marché.

Je n'ai pris volontairement que les notices d'utilisation :

- 1 - SUUNTO D9tx
- 2 - UWATEC GALILEO SOL

Une des raisons de ce choix réside dans les algorithmes utilisés.
SUUNTO de type RGBM et UWATEC de type Bühlmann.

Après avoir parcouru beaucoup de notice d'ordinateurs, les préconisations des constructeurs sont sensiblement les mêmes et les avertissements également. Néanmoins, je me suis arrêté plus longuement sur ces 2 notices et sur leur comparatif, ce qui m'a donné une base de départ pour avoir à l'esprit ce qui n'est pas dit dans les notices.

2 - Les différents comportements « anormaux » des plongeurs et leurs conséquences

Avec tout ce qui a été lu et surtout non lu dans ces notices de fabricants d'ordinateurs, il est peut-être plus aisé de mieux comprendre la plus grande partie des comportements que nous pouvons observer et constater lors de nos diverses plongées, tant en exploration qu'en enseignement car si l'enseignement reçu ne l'a pas précisé, le plongeur ne le trouvera pas dans les documentations.

Dans ces comportements, j'ai listé les points qui me paraissent les plus fréquemment rencontrés suite au recueil d'expérience de plongeurs, à des événements qui m'ont été relatés suite à des questionnements réalisés et à ce que j'ai pu observer.

Le chapitre 2 s'articule de la façon suivante :

2-X Titre du comportement

2-X-1 Détail du comportement

En italique, l'exemple.

Exemple : *Une situation constatée ou rapportée lors des questionnements que j'ai pu effectuer auprès de moniteurs et plongeurs.*

2-X-2 Analyse

Analyse qui a été faite avec les personnes interrogées pour essayer de comprendre le comportement.

2-X-3 Conséquence sur la réaction de l'ordinateur

Comment l'ordinateur va adapter son calcul de décompression en fonction de la situation rencontrée.

2-1 Profondeurs des paliers non respectées

2-1-1 Comportement

Il n'est pas rare de voir des palanquées faire des yoyos entre 3 et 9 m, voire plus profond encore, pendant le temps de palier. Au moment du gonflage du parachute également.

Exemple :

3 palanquées remontent d'une plongée sur épave avec le même profil de décompression en début de remontée, 2 mn à 9m sur des Uwatec SmartPro.

Les plongeurs ont passé le même temps à la même profondeur et ont le même profil car ils effectuent un stage exploration sur épave depuis deux jours.

Arrivés au premier palier, chaque palanquée sort un parachute.

Les paliers de 6m arrivant presque aussitôt, un plongeur s'emmêle dans le fil de son parachute et reste très longtemps à cette profondeur pour se sortir du sac de nœuds.

Cette palanquée effectuera 6 mn de plus que les 2 autres à 3m.

2-1-2 Analyse

Dans ce cas, on peut constater que s'il arrive un incident, même mineur ici, l'attention se focalise sur ce détail et le reste est occulté.

La décompression est mise de côté, peut-être parce que l'on se dit que l'ordinateur s'adaptera mais sûrement aussi parce que la technique n'est pas parfaitement maîtrisée et que le plongeur ne peut pas se concentrer sur le maintien de son palier et sur sa ventilation qui y contribue pendant qu'il s'affaire à autre chose.

Dans ce cas, il serait peut-être intéressant que les autres membres de la palanquée se focalisent sur le niveau d'immersion et maintiennent le plongeur au palier pendant qu'il s'occupe de son parachute. A sensibiliser les plongeurs.

En général, la constatation est faite sur des paliers tenus à une profondeur bien supérieure à la normale. En cas de mer houleuse, il est plus facile de tenir un palier à 5m plutôt qu'à 3m. Mais en temps normal, il est plus rigoureux de tenir le palier à la profondeur recommandée par l'ordinateur.

2-1-3 Conséquence

L'ordinateur va compenser l'excès de profondeur et recalculer le palier du fait que la décompression va être moins rapide que prévue initialement.

Il se peut qu'il y ait également une incidence sur la gestion d'air car ces paliers n'étaient peut-être pas envisagés si longs.

En cas de profondeur de palier régulièrement au-dessus de ce qui est prévu, l'ordinateur arrête le décompte et attend un retour à la bonne profondeur pour remettre le calcul en fonction.

Au-delà de 3 minutes, en général, il va arrêter définitivement les calculs, se placer en mode SOS, c'est-à-dire qu'il va refuser toute action pendant au moins 24 heures.

2-2 Vitesse de remontée non-conforme

2-2-1 Comportement

Lors de la prise de décision d'arrêter la plongée et de rejoindre la surface, on peut assister à différents types de situation.

Exemple 1 :

Une plongée sur un avion à 60m.

Lors du commencement de la remontée, les ordinateurs indiquent 3 mn à 6m et un temps de palier total de 20 mn.

Les plongeurs remontent trop lentement, les paliers de 9m s'affichent.

Au total, ils effectueront 32 mn de paliers confondus.

Sur cette plongée, les vitesses de remontée dans les zones proches de la surface étaient conformes.

Exemple 2 :

Une palanquée en exercice technique n'avait pas de palier en fin de plongée.

Le moniteur avait accepté une remontée un peu rapide lors de l'exercice.

En sortant de l'eau, à l'échelle, un palier de 1 mn à 3m s'est affiché, obligeant la palanquée à se réimmerger (Uwatec Aladin).

2-2-2 Analyse

Pour l'exemple 1 :

L'analyse de la courbe de la plongée transférée sur un ordinateur de bureau a montré des vitesses excessivement lentes jusqu'à 20m pour tous les ordinateurs.

Ils ont constaté la remontée mais avec une désaturation bien trop lente.

De fait, ils ont adapté le calcul correspondant.

On peut y voir l'analogie avec les tables où le temps de plongée est augmenté du temps de la remontée dans le cas d'une remontée lente. Conséquence immédiate sur la durée des paliers.

Pour l'exemple 2 :

La courbe indique une remontée légèrement rapide, ce qui aurait pu ne pas provoquer ce palier tardif.

Mais l'ordinateur avait déjà un taux d'azote résiduel non négligeable en début de plongée à cause des immersions précédentes.

En conséquence, il a affiché le palier à cause d'une remontée rapide dans les tous derniers mètres.

2-2-3 Conséquence

Les plongeurs n'étant pas remontés à la vitesse préconisée par l'ordinateur, celui-ci à continuer à enregistrer une saturation des tissus. Il a donc augmenté les paliers pour éliminer cet excédent d'azote.

En cas de remontée trop rapide dans les zones proches de la surface, s'il y a des paliers de prévu, l'ordinateur va durcir ceux-ci pour prendre en compte une désaturation trop rapide des tissus.

Un palier plus profond peut même apparaître pour obliger le plongeur à redescendre si le coefficient de sursaturation critique d'un compartiment est de fait atteint.

Si aucun palier n'était affiché, il se peut qu'un palier survienne pour bloquer le plongeur afin de l'obliger à désaturer avant de regagner la surface.

Dans le cas d'un palier qui s'affiche à la sortie de l'eau, l'ordinateur juge que la remontée finale est trop rapide et calcule la décompression adéquate. Le temps qu'il finalise et affiche le palier, le plongeur a eu le temps de commencer sa sortie de l'eau.

2-3 Remontée très rapide

2-3-1 Comportement

On peut encore constater l'usage des remontées rapides pour démontrer à l'élève que la vitesse de la remontée n'était pas contrôlée.

Ce comportement se retrouve aussi bien en milieu naturel qu'en fosse où ce milieu semble ne pas avoir la même « logique de décompression » à profondeur égale.....

On retrouve aussi ce comportement chez des plongeurs qui ne font pas attention à la vitesse de remontée, le but étant avant tout de remonter.

Exemple :

En annexe B, deux courbes relevées sur les ordinateurs de deux stagiaires de la même palanquée en technique sur des exercices à 40m dans le cadre d'une formation N3, à Niolon.

Le programme de la plongée est de faire à chaque stagiaire une remontée entre 40m et 10m, le deuxième stagiaire devant rester solidaire du binôme en exercice.

Les deux remontées se sont faites à vitesse très rapide (30m/mn).

Après la deuxième remontée, descente à 30m et décision de terminer la plongée avec une troisième remontée encore rapide.

Décision du moniteur de ne pas faire les paliers (3 mn à 6m et suivants) car réserve en air de 70 bars pour un des deux stagiaires.

Remontée immédiate en surface et retour en capelé au bateau.

Rangement des 3 ordinateurs bipant dans le sac du moniteur.....

Cette palanquée, moniteur compris, a fini au caisson de l'hôpital de la Timone à Marseille.

2-3-2 Analyse

Après questionnement du moniteur et des deux stagiaires par le DP et les pompiers, il apparaît plusieurs choses.

Le moniteur n'avait pas conscience des remontées rapides.

De fait, comme chaque remontée n'était pas considérée comme rapide, il y en a eu 3 consécutives.

Les moyens de décompression n'ont pas été contrôlés dans la palanquée durant toute la plongée, dicit les stagiaires.

Le moniteur considérait que les indications des ordinateurs ne sont pas fiables en cas d'exercices en plongée technique car ils ne sont pas étudiés pour ça.

De fait les indications de paliers n'étaient pas à prendre en compte car erronées.

De manière générale, lors de stages techniques, l'analyse des courbes est très éloquente.

il subsiste toujours chez certaines personnes, de vieux réflexes. Lorsque nous avons passé notre Niveau 4, sur la DTH, il n'était pas dans le discours de remonter à vitesse contrôlée.

Aujourd'hui, le comportement non pédagogique de laisser remonter un stagiaire dans le rouge pour lui démontrer son erreur est en voie de disparition.

2-3-3 Conséquence

L'ordinateur n'indique pas de procédure comme les tables pour rejoindre avant 3 mn la mi-profondeur, y rester 5 mn et remonter à vitesse contrôlée exécuter au minimum un palier de 2 mn s'il n'y en avait pas de prévu.

Il va donc durcir encore plus la procédure mise en place au paragraphe 2-2-3 afin de permettre au plongeur d'éliminer l'azote qui a commencé à dégazer de façon anarchique et provoquer des paliers plus profonds afin de maintenir le plongeur dans une zone où la pression est encore satisfaisante pour comprimer les bulles qui se forment.

2-4 Remontée rapide inter-paliers

2-4-1 Comportement

Régulièrement, on s'aperçoit que le passage d'un palier à un autre s'effectue de façon très rapide (normalité de 6m/mn).

Exemple :

Lorsque l'on se trouve au palier à proximité d'autres palanquées, on constate que tous les membres de la palanquée se tiennent en général au même niveau durant chaque palier. Lorsque l'ensemble de la palanquée est autorisé à passer au palier supérieur après concertation des moyens de décompression, ce passage se fait à des vitesses souvent très différentes pour chaque plongeur et chacun se retrouve éparpillé entre les 2 paliers à des hauteurs différentes.

2-4-2 Analyse

Lors du questionnement de plongeurs, la raison invoquée est que les paliers sont déjà longs alors autant se dépêcher de passer au suivant pour ne pas perdre de temps et sortir de l'eau dès que la fin des paliers sera annoncée.

Dans beaucoup de cas, cette notion de vitesse lente pour passer d'un palier à un autre n'a pas ou peu été évoquée dans leurs formations.

Il y a là aussi de vieux clichés à gommer.

Il arrive parfois de constater qu'une vitesse de 6m/mn ou 30s pour passer d'un palier à l'autre n'a pas de signification de par un enseignement reçu il y a assez longtemps.

2-4-3 Conséquence

L'ordinateur va durcir un peu plus le palier suivant pour prendre en compte une désaturation trop rapide des tissus.

Lors des paliers, le plongeur se trouve à très faible profondeur et le gradient de variation de pression est alors très important. C'est dans ces conditions qu'il y a une forte propension à la formation de bulles grossissantes pouvant favoriser l'ADD.

2-5 Remontée rapide du palier de 3m à la surface

2-5-1 Comportement

Même explication que pour le cas précédent (normalité de 6 m/mn).

On constate même une remontée bien plus rapide de 3m à la surface, qu'entre 2 paliers.

Exemple :

Il suffit d'attendre sous le bateau, au palier de 3m, le retour de plusieurs palanquées et de constater la disparité des vitesses pour remonter à la surface dès le signe de fin de plongée.

2-5-2 Analyse

Il faut s'interroger sur le lestage et l'équilibrage du plongeur en fin de plongée lorsque son bloc est « vide ».

Une mauvaise vérification du lestage peut être lourde de conséquences lorsqu'il faut tenir un palier.

Au niveau de la désaturation, le niveau d'immersion ne peut être maintenu avec rigueur, pourtant dans une zone où il faut être vigilant.

La solution ultime pour se maintenir sera de ne pas ventiler en maintenant les apnées sur expiration, ce qui ne va pas vraiment favoriser la décompression.

L'ordinateur ne tiendra bien évidemment pas compte de cette procédure.

2-5-3 Conséquence

Même conséquence qu'au paragraphe 2-4-3.

L'ordinateur ne pouvant pas obliger le plongeur à redescendre, il durcira ses calculs pour la plongée suivante en majorant le taux d'azote résiduel.

2-6 Durcissement « pifométrique ou farfelu » des ordinateurs quand ils en donnent la possibilité

2-6-1 Comportement

Le plongeur ne maîtrisant pas vraiment ce paramètre, il peut être durci ou allégé.

Exemple :

Une palanquée remonte en surface et lorsque les plongeurs s'interrogent dans la zone des 9 à 6m, personne n'a de palier.

Arrivés à 3 m, chacun commence son tour d'horizon et un plongeur indique qu'il a 3 mn de palier à 3m. Les autres s'étonnent et s'interrogent.

En surface, le plongeur leur explique que son ordinateur l'oblige systématiquement à faire ce palier en toute circonstance.

2-6-2 Analyse

Dans le cas d'un durcissement des paramètres, la sécurité du plongeur est sauve.

Dans le cas d'un palier de principe de 3 mn à 3m, le manque de dialogue avant la plongée est la conséquence de l'interrogation des membres de la palanquée lorsque ce palier non prévu devient obligatoire.

Dans le cas d'un allègement des paramètres, le plongeur doit être extrêmement sûr de lui.

Chacun se connaît-il si bien ?

Le plongeur peut s'estimer au-dessus de tout risque car il pense tout maîtriser et depuis le temps qu'il plonge, il ne lui ait jamais rien arrivé.

Les facteurs favorisants sont alors écartés, le plongeur ne prenant pas en compte par exemple, qu'il vieillit, n'est pas en pleine forme, a un peu fait la fête la veille, etc...

2-6-3 Conséquence

Dans le cas du durcissement, l'ordinateur augmentera le temps de palier, ce qui mettra le plongeur dans une situation favorable vis-à-vis d'un ADD potentiel.

Il majorera tous les calculs de désaturation dans le sens de la sécurité et affichera des paliers plus longs ou imposera des paliers qui n'étaient pas forcément nécessaire en mode normal.

Dans le cas d'un allègement du paramètre, nous avons vu qu'il est possible de le faire avec le Suunto, le plongeur va se mettre dans une situation défavorable vis-à-vis de la survenue d'un ADD.

C'est aux risques et périls de la personne qui décide de ces réglages.

Néanmoins, l'ordinateur ne descend pas non plus dans un mode complètement irréaliste et dangereux mais il calcule quand-même une décompression qui exclut tous facteurs favorisant l'ADD et qui ne permet que très peu de tolérance quant à l'état physiologique de la personne.

2-7 Ordinateur paramétrable avec la composition d'un mélange suroxygéné

2-7-1 Comportement

On constate plusieurs cas différents lors de l'interrogation des plongeurs ou lors de vérification d'ordinateurs pendant les stages techniques et pendant les séjours de plongées en exploration.

Exemple 1 :

Le plongeur respire un mélange suroxygéné mais laisse son ordinateur réglé à l'air.

Exemple 2 :

Le plongeur utilise un ordinateur air et plonge au nitrox

Exemple 3 :

Il respire un mélange suroxygéné mais règle son ordinateur avec un %O₂ inférieur.

Exemple 4 :

Il règle son ordinateur au mélange qu'il respire.

Exemple 5 :

Il oublie de régler son ordinateur avec le bon mélange.

2-7-2 Analyse

L'ordinateur ne fait qu'adapter ses calculs de décompression en fonction du pourcentage d'azote dans le mélange respiré. Il tiendra compte également de la PpO₂ max qu'on lui aura programmé, en générale de 1,4 à 1,6 bar d'O₂, ce paramètre étant uniquement destiné à l'alarme de profondeur maximale d'utilisation du mélange.

Dans le cas d'un ordinateur air, les paliers seront calculés à l'air, le plongeur doit être vigilant sur sa profondeur, précaution enseignée dans une formation nitrox.

2-7-3 Conséquence

Exemple 1 :

Il augmente son temps de palier et se met dans la sécurité.
Par contre, il n'aura pas d'alerte s'il dépasse la profondeur maximale qu'autorise ce mélange.

Exemple 2 :

Idem exemple 1

Exemple 3 :

Il augmente son temps de palier et se met dans la sécurité.
Par contre, il n'aura pas d'alerte s'il dépasse la profondeur maximale qu'autorise ce mélange.

Exemple 4 :

Ses paliers seront exactement calculés en fonction du mélange respiré.

Exemple 5 :

Il en découle une alarme de profondeur erronée et des paliers fantaisistes.

2-8 Utilisation « border line » c'est à dire à chaque fois que le palier va s'afficher, le plongeur remonte de quelques mètres (sur un tombant par exemple).

2-8-1 Comportement

Le plongeur surfe sur la limite de la plongée avec palier et sans palier. Lorsqu'il voit le temps de plongée sans palier arriver à zéro, il remonte de quelques mètres pour voir l'affichage repasser à une ou deux minutes sans palier.

Exemple :

Lors d'une plongée en exploration, un GP accompagne 2 N2 confirmés dans la zone des 35m sur un tombant qui remonte à 3m de la surface.

Le bateau est amarré en haut de la roche qui comporte un anneau.

Situation idéale pour faire un palier.

Le temps avant paliers arrivant bientôt à zéro, le GP s'aperçoit qu'un des plongeurs est nettement au-dessus de lui. Il lui fait signe de descendre mais celui-ci lui montre son ordinateur et lui fait comprendre qu'il ne veut pas redescendre.

Le GP remonte alors vers lui avec le deuxième plongeur et continue la ballade.

Cette situation se reproduit 2 fois.

Après discussion en surface, le plongeur lui explique qu'il ne voulait pas avoir de palier et qu'il remontait de quelques mètres à chaque fois que son ordinateur bipait à l'annonce du palier.

2-8-2 Analyse

Le plongeur va être en permanence à la limite de saturation des compartiments directs, sans jamais rentrer dans un palier et en fonction des facteurs favorisant l'ADD, il sera sûrement déjà dans une situation critique.

De ce fait, il estime qu'il respecte les indications de l'ordinateur et ne se met nullement en danger.

Sur une plongée isolée, cette pratique peut passer sous silence. Sur un séjour long, cela devient de plus en plus critique en fonction des facteurs favorisant l'ADD.

2-8-3 Conséquence

L'ordinateur est à la limite de son calcul pour entrer dans les paliers.

A chaque fois que le plongeur remonte, le peu de désaturation redonne un peu de temps avant l'affichage du premier palier.

L'ordinateur ne peut qu'afficher par le résultat de son calcul que cette valeur limite n'est pas atteinte.

Le critère objectif d'affichage du palier est l'égalité ou une valeur supérieure à cette limite.

2-9 Prêt de l'ordinateur

2-9-1 Comportement

Pour certains plongeurs, pour rendre service, il est normal de prêter un ordinateur de secours que l'on a en réserve au fond du sac.

Exemple :

Lors d'un séjour technique conduisant à un passage de niveau 3, un stagiaire est tombé en panne d'ordinateur, après 4 jours de plongée.

Un autre stagiaire, ayant un ordinateur de secours, lui a donc prêté.

Les moniteurs l'ont appris le soir, après les 2 plongées de la journée, lors d'une indiscretion.

Aucun incident à noter.

2-9-2 Analyse

Ce plongeur avait déjà un taux d'azote résiduel important dans ses tissus dû à l'accumulation des journées précédentes.

En prenant un ordinateur n'ayant pas servi depuis au moins 48 heures, le plongeur s'est mis en danger car celui-ci n'a pas tenu compte de son état de saturation initial.

De manière générale, il n'est pas rare en période de stage, de voir des ordinateurs indiquant encore un temps de saturation d'une trentaine d'heures en fin de deuxième plongée l'après-midi.

Le lendemain matin, lors de la vérification de l'ordinateur avant la plongée, il peut encore afficher un temps restant avant complète désaturation de 15 à 20 heures.

Ce qui veut dire que le plongeur, en se remettant à l'eau, sera encore saturé de la veille mais son ordinateur en tiendra compte dans ses calculs de décompression.

2-9-3 Conséquence

Dans ce cas, le nouvel ordinateur ne peut que se contenter de calculer cette plongée qui est la première pour lui.

Il n'y aura aucun historique des plongées précédentes.

Au stagiaire, en concertation avec ses encadrants de définir le protocole de désaturation jugé optimum pour écarter tout risque d'accident.

2-10 Changement d'ordi durant un séjour

2-10-1 Comportement

Même comportement que précédemment pour le prêt de l'ordinateur.

Exemple :

Un moniteur E3, qui n'a jamais voulu entendre raison, proposait lors des sorties techniques, de prendre un autre ordinateur l'après-midi si celui du matin indiquait ATN (sur un Aladin d'Uwatec) en sortant de la première plongée.

2-10-2 Analyse

Pour ce moniteur, malgré des discussions « passionnées », l'ordinateur n'était considéré que comme un instrument calculant un palier en fonction d'un temps de plongée et une profondeur.

Il faisait abstraction de l'antériorité des plongées et de la saturation résiduelle en azote du plongeur et se référait aux tables qui indiquent une désaturation totale après 12 heures.

2-10-3 Conséquence

Même remarque qu'en 2-9-3

2-11 Successives très rapprochées

2-11-1 Comportement

Lors de plongées loisirs en majorité, on assiste à un enchaînement de plongées successives très rapprochées sur une même journée, avec une plongée de nuit en bonus si nécessaire.

Exemple 1 :

Annexe C

C'est un séjour au Mexique avec 7 jours de plongée qui se termine au caisson pour ce plongeur après 5 jours.

Exemple 2 :

Des amis partent plonger en Egypte.

Le premier (50 ans) plongera 4 semaines (comme pratiquement chaque année), le deuxième (76 ans) le rejoindra pour les quinze derniers jours.

Ils effectuent 3 plongées par jour, la première bien souvent au-delà de 50m dès qu'ils le peuvent (certaines ne sont même pas racontables).

Selon eux, il y avait une 4^{ème} plongée de nuit chaque semaine. Le deuxième plongeur, au retour du voyage a eu quelques soucis cardiaques. Il est contre-indiqué à la pratique de la plongée à l'heure actuelle.

2-11-2 Analyse

Pour l'exemple 1 :

On observe des plongées successives avec des intervalles surface d'une à deux heures, des profils Yoyo et des remontées en surface très rapides.

La déco indiquée par l'ordinateur a toujours été respectée. Ce plongeur est une personne travaillant beaucoup avec des horaires très matinaux et donc de fait est arrivé très fatigué.

Ce sont des plongées effectuées avec des blocs en alu donc très légers et avec un lestage qui devait être juste d'après le plongeur, d'où les remontées rapides dans la zone d'arrivée vers la surface.

Pour l'exemple 2 :

Ce sont deux plongeurs ayant passé leur diplôme il y a plus de 30 ans.

Aucune remise en question n'a eu lieu depuis.

Après discussion, il est à constater que les règles de la décompression sont complètement oubliées et l'ordinateur est l'instrument sans faille qui garantit que tout ira pour le mieux.

Le plus jeune a affirmé qu'il n'y avait aucune raison qu'il y ait un problème.

De manière générale, physiologiquement, lors d'une troisième plongée, voire une quatrième, les facteurs favorisant l'ADD ne seront pas plus pris en compte que pour une première ou une deuxième plongée.

L'ordinateur n'a pas été conçu pour empêcher le plongeur de s'immerger s'il le désire.

Les constructeurs n'ont pas intégré un blocage de l'appareil qui pourrait se faire lorsque le taux d'azote résiduel arrive à une certaine valeur.

2-11-3 Conséquence

L'ordinateur va gérer ce genre de situation en intégrant le taux d'azote résiduel qu'il a en mémoire. Il ne se contentera que de cumuler cet azote, plongée après plongée.

Ce n'est qu'un calculateur qui fait abstraction de l'état physiologique.

2-12 Mise en doute de l'ordinateur

2-12-1 Comportement

Les indications données par un ordinateur semblent incohérente pour des plongeurs.

Exemple :

Constat dans un club :

Une palanquée de 3 prépas P3 part faire des exercices à 40m avec un MF1, qui est aussi le DP de la sortie.

Le MF1 possède un Suunto Vyper, qu'elle vient juste d'avoir à la place de son ancien Uwatec Aladin. Un stagiaire dispose aussi d'un Suunto Vyper, les 2 autres ont un Uwatec Aladin et un Cressi Archimède.

Ils font des exercices de remontée de 40 à 20m et après la dernière remontée terminent leur plongée.

Arrivés vers 10m, ils se rendent compte que tous les ordinateurs indiquent plus de paliers que les tables (l'Aladin en indique 1 ou 2 minutes de plus alors que les autres ordinateurs en indiquent entre 10 et 20 minutes de plus...).

Le MF1 décide de faire les paliers à la table parce qu'il se dit que tous les ordinateurs ont probablement un problème.

Au final, ils remontent avec 3 ordinateurs sur 4 en SOS sur le bateau et cela ne choque personne.

Ils en parlent au conducteur du bateau (qui est le responsable de la structure qui reçoit le groupe)... qui dit que, en effet, les Suunto font parfois beaucoup de paliers.

Pas de remise à l'eau donc pour terminer les paliers manqués sur les ordinateurs et tout le monde rentre bien sagement au port.

Par acquis de conscience, et surtout parce que leurs ordinateurs sont bloqués, cette palanquée ne replongera pas l'après-midi...

2-12-2 Analyse

On assiste là à un comportement du moniteur que l'on ne peut expliquer que par méconnaissance du fonctionnement des ordinateurs et par l'enseignement qu'il a reçu sur les tables.

Les tables restent encore la référence en matière de décompression dans beaucoup d'esprit.

La rigueur de l'ordinateur n'a pas encore convaincu toute cette population.

4 ordinateurs ne peuvent pas avoir un problème en même temps.

Les ordinateurs ont intégré les plongées précédentes mais pas les tables, ce qui devient dangereux car il y a abstraction de la saturation résiduelle de chaque plongeur.

Les ordinateurs ont pris en compte les différentes remontées yoyo précédentes, leur vitesse respective et peut être au-delà de la normale.

Les plongeurs se placent alors dans une logique les conduisant vers un ADD et s'ils l'évitent, ils compromettent sûrement les plongées suivantes.

2-12-3 Conséquence

Les ordinateurs ayant effectués leur calcul en fonction des paramètres de la plongée, ils se sont mis en sécurité.

A la sortie de l'eau, si les paliers indiqués par les ordinateurs n'ont pas été correctement effectués, on se retrouve dans le cas de figure 2-1-3 où les paliers non respectés ont bloqué l'ordinateur pour empêcher les plongeurs de les utiliser pendant au moins 24 heures.

2-13 Milieu très froid

2-13-1 Comportement

Exemple :

Lors d'une plongée d'exploration pour des « premières bulles », une jeune plongeuse avait emprunté une combinaison à une amie.

Malheureusement, celle-ci était bien trop grande pour elle et le GP s'est aperçu pendant la plongée qu'elle était frigorifiée et qu'elle ne pouvait plus continuer.

Il a arrêté aussitôt la plongée et malgré l'absence de palier, a effectué un palier de 3mn à 3m.

2-13-2 Analyse

La jeune plongeuse ne pouvait pas deviner toute seule que sa combinaison devait être ajustée au plus juste.

Le GP ayant constaté une consommation excessive, a décidé, à bon escient, de faire un palier car sa saturation en azote était supérieure à la normale de ce fait.

De plus, un froid excessif conduit aussi à une production de CO₂ importante.

Les conséquences d'une vasoconstriction trop importante, d'une importante diurèse et d'une réhydratation ne sont pas à négliger ensuite.

Le froid, facteur très favorisant de l'ADD.

2-13-3 Conséquence

Les ordinateurs tiennent compte de la température de l'eau pour affiner le calcul de la décompression mais ne peuvent pas deviner que le plongeur a eu très froid et ne prennent pas en compte son état physiologique.

La seule réponse de l'ordinateur sera un durcissement du calcul de la décompression en fonction de la température qu'il aura relevé.

S'il dispose d'une sonde, il pourra au mieux intégrer une surconsommation, nécessaire à la combustion engendrée pour palier le refroidissement et fabriquer de la chaleur.

2-14 Effort

2-14-1 Comportement

Des plongeurs peuvent faire des efforts en plongée, (lutte contre du courant, ...), pour revenir au bateau ou après la plongée.

Exemple 1 :

Lors d'une sortie technique pour l'obtention du Niveau 2, un moniteur fait effectuer des exercices de remontée d'un coéquipier en difficulté avec 2 stagiaires, 2 fois chacun. Il y a du courant et à chaque remontée avec arrêt à 3m, sans émergence, la palanquée s'éloigne de plus en plus du bateau. Après un palier au parachute qui éloigne encore la palanquée, le moniteur décide de rentrer au bateau en capelé avec tuba et n'attend pas que le pilote vienne les chercher. Il s'en suivra des nausées sur le bateau pour l'un des plongeurs avec une évacuation au caisson sans conséquence.

Exemple 2 :

Après la deuxième plongée de la journée sur un stage technique et après 2 ou 3 jours, un plongeur retournait se changer à son hébergement et partait faire un footing. Un moniteur s'en est aperçu et lui a expliqué le danger.

2-14-2 Analyse

Pour l'exemple 1 :

Le moniteur n'a pas pris en compte la saturation de la palanquée après de tels exercices en plongée technique et le cumul des plongées précédentes.

Il estimait qu'il était possible de rentrer au bateau sans problème. Le stagiaire était une personne peu sportive, de 62 ans, s'étant mis à la plongée à sa retraite.
Facteurs favorisant l'ADD.

Pour l'exemple 2 :

Ce plongeur n'avait aucune connaissance des risques possibles quant à la survenue d'un ADD dans ce type de comportement après une plongée.

2-14-3 Conséquence

Dans un cas général de consommation excessive durant une plongée, l'ordinateur ne peut la prendre en compte que s'il dispose d'une sonde de pression pour évaluer la régularité ou les variations de la consommation du gaz respiré.

Un ordinateur, tel que l'Uwatec Galileo Sol, intègre également la fréquence cardiaque et ses variations en fonction de l'effort, ce qui pondère également ses calculs.
S'il détecte un effort supérieur à la normale, il durcira les paliers.

Pour les deux exemples précédents, l'ordinateur ne peut rien faire.

2-15 Yoyo

2-15-1 Comportement

Profil de plongée en exploration avec des personnes n'arrivant pas à se stabiliser à un niveau d'immersion ou en plongée technique lors d'exercice de remontée d'un plongeur en difficulté.

Exemple 1 :

Annexe C

Observation des plongées du 30 octobre

Exemple 2 :

Un GP relate que lors d'une plongée en exploration, un plongeur n'arrêtait pas de monter et descendre de plusieurs mètres en permanence durant toute la plongée, en se tenant vertical.

2-15-2 Analyse

Pour l'exemple 1 :

Après investigation, le plongeur évoluant à faible profondeur parfois, manquait de lestage.

A chaque fin de plongée, il remontait brutalement en surface.

Il avait beaucoup de mal à tenir un palier à 3m et de plus était un plongeur avec une consommation importante.

L'ordinateur tenait compte du mieux possible de la remontée rapide et disposait d'une sonde de pression pour la consommation.

Malgré cela, ce plongeur n'a pas pu éviter son accident de décompression.

Pour l'exemple 2 :

Le GP a constaté un sur-lestage de la personne.

Lorsqu'elle s'arrêtait de palmer, du fait d'une mauvaise maîtrise de la stabilisation, elle coulait rapidement. Elle palmait énergiquement pour remonter, se fatiguait et consommait beaucoup.

2-15-3 Conséquence

L'ordinateur n'étant pas très partisan de ce genre de profil, va de fait, durcir ses calculs lors de plongées techniques par exemple, là où il a relevé un nombre non négligeable d'allers-retours entre la surface et la profondeur.

Il sera plus pénalisant en temps de décompression que pour une plongée carrée à profondeur et temps égaux.

2-16 Consommation importante

2-16-1 Comportement

Exemple 1 :

Lors d'une plongée avec des amis, nous commençons notre remontée avec un profil identique de décompression (plongée épave).

Arrivés dans la zone de 30m, un des plongeurs gonfla le parachute de relevage de l'ancre au passage.

Un durcissement notoire des paliers est apparu sur son ordinateur, phénomène que nous avons analysé sur le bateau après discussion entre nous et analyse des courbes sur un ordinateur de bureau.

Il était équipé d'une sonde de pression....

Lors des plongées suivantes, il s'abstenait de gonfler le parachute.

Exemple 2 :

Un GP a constaté un problème de stabilisation avec une plongeuse.

Elle ne cessait d'être en mouvement, là où toute la palanquée était statique.

Sa consommation était anormalement élevée.

2-16-2 Analyse

Pour l'exemple 1 :

Son ordinateur avait une sonde de pression, il intégra la consommation excessive et l'assimila à un essoufflement.

Il a pondéré les calculs de décompression dans ce sens.

Pour l'exemple 2 :

La plongeuse avait une stab d'un volume dérisoire et un lestage excessif, ne lui permettant pas de s'équilibrer dans une zone de 35m.

Elle était obligée de rester en permanence en palmage de sustentation pour se maintenir équilibrée et à cette profondeur, sa consommation était démesurée.

Anecdote :

L'expérience suivante a été réalisée.

Son équipement (bloc, détendeur, stab et lestage intégré dans les poches dédiées) a été mis à l'eau du bateau, stab gonflée au maximum. Il a coulé.

Même remarque que précédemment, l'ordinateur ne peut pas tenir compte de la surconsommation et ne va pas l'intégrer dans ses calculs de décompression.

2-16-2 Conséquence

Même remarque qu'au paragraphe 2-14-3.

Dans un cas général de consommation excessive durant une plongée, l'ordinateur ne peut la prendre en compte que s'il dispose d'une sonde de pression pour évaluer la régularité ou les variations de la consommation du gaz respiré.

Un ordinateur, tel que l'Uwatec Galileo Sol, intègre également la fréquence cardiaque et ses variations en fonction de l'effort, ce qui pondère également ses calculs.
S'il détecte un effort supérieur à la normale, il durcira les paliers.

3 – Explications possibles des causes de ces comportements

Pour être synthétique, j'ai essayé de regrouper dans un tableau les explications possibles qui justifient de tels comportements et qui donneront une base de réflexion pour tenter de trouver des solutions à ces problèmes rencontrés.

Une liste non exhaustive mais qui cerne les causes probables de dysfonctionnement dans les formations.

A – Une formation technique insuffisante.

Le plongeur n'a pas une assez bonne maîtrise de certains gestes lui permettant d'éviter cette situation.

Le manque d'expérience est souvent à la base du problème et le constat récurrent de l'enchaînement des passages de niveau avec peu de plongées se fait sentir.

B – Un enseignement théorique incomplet.

Les mécanismes de la décompression et les règles élémentaires ne sont pas assimilés ou mal expliqués.

C – Matériel inadapté.

Dans les différentes constatations, il apparaît que le matériel n'est pas adapté.

Une combinaison isothermique inappropriée.

Un gilet stabilisateur au volume insuffisant.

Le plongeur a été mal ou non conseillé dans ces choix.

D – Estimation de la vitesse de remontée non maîtrisée.

Lors de l'enseignement technique, le plongeur n'a pas reçu les savoirs faire pour juger si la vitesse est adaptée.

Après questionnement de plongeurs sur les différentes méthodes d'estimation d'une vitesse de remontée sans contrôler un instrument, il apparaît qu'une bonne partie de ceux-ci reste sans réponse.

E – Mauvais lestage

Un constat général est à faire, beaucoup de plongeurs sont surlestés.

Il arrive fréquemment que l'on arrive à faire retirer 2 à 3kg de lest à un plongeur sans le mettre en difficulté lors de ses paliers.

**Adaptations des procédures de décompression par les plongeurs
Constats, conséquences et propositions de solutions**

		A	B	C	D	E
1	Profondeurs des paliers non respectées	X	X			
2	Vitesse de remontée non-conforme	X	X		X	
3	Remontée très rapide	X	X		X	
4	Remontée rapide inter-paliers	X	X		X	
5	Remontée rapide du palier de 3m à la surface	X	X		X	X
6	Durcissement des ordinateurs quand ils en donnent la possibilité		X			
7	Ordinateur paramétrable avec un mélange suroxygéné		X			
8	Utilisation « border line »		X			
9	Prêt de l'ordinateur		X			
10	Changement d'ordi durant un séjour		X			
11	Successives très rapprochées		X			
12	Mise en doute de l'ordinateur		X			
13	Milieu très froid		X	X		
14	Effort		X			
15	Yoyo	X	X			X
16	Consommation importante	X	X	X		X

Ces comportements, pris individuellement, peuvent ne pas obligatoirement conduire à un ADD.

Mais l'ordinateur ne tient pas encore compte des facteurs favorisant chez chaque plongeur.

Comme nous le savons, 80 % des ADD analysés (source : Publication annuelle du Dr Bruno Grandjean sur l'analyse des accidents de plongée déclarés) sont dans le respect total des procédures imposées par l'ordinateur, avec des vitesses de remontée correctes, des paliers effectués correctement, etc....

Il est donc facile de comprendre que le moindre facteur favorisant va être amplifié avec ses comportements que l'ordinateur aura essayé de lisser dans le sens de la sécurité mais sans toutefois parvenir à tout régler.

Dans le cas d'un durcissement des paramètres, l'ordinateur ne peut qu'accroître la sécurité et diminuer le risque d'ADD.

Reste à savoir si l'on doit tout le temps le programmer ou ne doit-on pas savoir analyser dans quel état nous sommes et quelles sont les conditions de la plongée en terme de froid, effort, etc....pour adapter ce réglage intelligemment.

Dans le cas d'un ordinateur paramétrable avec la composition d'un mélange suroxygéné, le premier danger possible est le non-respect des alarmes de profondeur maximale à ne pas dépasser en fonction du mélange respiré.

Le deuxième danger est de faire des paliers adaptés à un mélange suroxygéné différent de celui respiré.

Si la teneur en O₂ programmée est supérieure à celle respirée, les paliers et la décompression finale, dont dépendront les plongées suivantes, seront minimisés et donc n'auront pas permis d'éliminer suffisamment l'azote au moment de refaire surface.

Le plongeur a-t-il reçu l'information nécessaire lors de ses cours théoriques sur les accidents de décompression ?

Les profils de plongée atypiques ont-ils été suffisamment évoqués ?

Existe-t-il des liens entre les cours sur les ADD et sur ces possibilités de paramétrage des ordinateurs et les conséquences qui en résultent ?

Il apparaît, à la lecture du tableau que la colonne B correspondant à un enseignement théorique incomplet, est tout le temps renseignée.

Il faut en déduire qu'il y a nécessité de revoir le contenu des cours théoriques sur les ordinateurs pour comprendre leurs réactions et surtout savoir les interpréter en fonction de ce qu'ils nous indiquent.

4 – Proposition de solutions

Si l'on se réfère aux risques encourus par le plongeur, suite aux différents comportements que l'on a pu observer, il serait judicieux de tenter d'apporter des solutions pour éviter ou minimiser l'apparition d'un accident.

Le risque principal est évidemment l'accident de décompression.

Le second risque découle d'un mauvais paramétrage (par défaut) de la teneur en O₂ lors d'une plongée Nitrox, ce qui décalera l'alerte de la profondeur maximale à ne pas dépasser et conduira le plongeur vers un accident hyperoxygène.

En effet, l'analyse de ces comportements anormaux peut nous donner les raisons (réelles et/ou supposées) des comportements dits à risque des plongeurs.

Analysons l'enseignement donné aux plongeurs.

4-1 Actuellement, que dit le MFT ?

Plongeur Niveau 1 :

- C 1a : Notion d'ordinateur
- C 4 : Vitesse des petites bulles ou utilisation d'instruments
- C 7 : Connaître les paramètres d'un ordinateur

Plongeur Niveau 2 :

- C 1a : Idem N1 + matériel nécessaire à l'autonomie
- C2 : Respect de la vitesse de remontée préconisée par le mode de décompression choisi
- C 7 : Ordinateurs de plongée, il s'agit de préciser les conditions d'emploi et les limites d'utilisation

Qualification PA20 :

- C 1 : S'informe du fonctionnement de l'équipement des équipiers (outil de décompression,...). Planifier la plongée selon les différents types d'outils de décompression.....
- C 2 : Respecte les procédures de décompression
- C 5 : Cite les principales caractéristiques des différents outils (tables, ordinateurs), les principes d'utilisation et de mise en œuvre en pratique

Qualification PA40 :

- C 1 : S'assure de connaître l'utilisation de l'équipement des équipiers (outils de décompression)
- C 2 : Respecte les procédures de décompression
- C 5 : Cite les principales caractéristiques des différents outils (tables, ordinateurs), les principes d'utilisation et de mise en œuvre en pratique

Plongeur Niveau 3 :

- C 1 : L'ordinateur de plongée du point de vue de l'utilisation. Souci d'organiser la décompression selon les diverses tables et ordinateurs simultanément présents au sein de la palanquée
- C 7 : Utilisation des ordinateurs de plongée. Il s'agit surtout de préciser les conditions d'emploi et les limites de leur utilisation

Guide de palanquée – Niveau 4

- C 5 : Gestion d'une palanquée dont les plongeurs utilisent des procédures de décompression différentes
- C 8 : Connaissances sur les calculateurs. Principe de fonctionnement, principes d'utilisation, limites d'utilisation. Cohabitation des procédures de décompression différentes

En résumé, voici le contenu du MFT sur l'enseignement des moyens de décompression.

Ces contenus sont très généralistes, ce qui permet de préserver la liberté pédagogique de tous les enseignants.

Mais le moniteur n'a pas à sa disposition de fil conducteur pour pouvoir établir un cours qui balaye toutes les problématiques liées à l'enseignement de ces outils de décompression.

Par rapport à notre enseignement technique où le MFT nous donne pour chaque niveau, l'ensemble des connaissances à distiller avec leur limites et critères de réalisation, il me semble que pour l'enseignement des outils de décompression tels que les ordinateurs, il n'apparaît pas vraiment de ligne directrice.

Nous avons au sein de la FFESSM, le livret « Tables de plongées fédérales » et son mode d'emploi, cosigné par Francis IMBERT et Jean-Louis BLANCHARD, pourquoi n'aurions-nous pas à notre disposition un référentiel sur l'utilisation des ordinateurs ?

4-2 Constats sur les formations de plongeurs

Plusieurs constats ont été faits en analysant beaucoup de cours sur les ordinateurs pour tout niveau de plongeur.

Je me suis inspiré de cours qui m'ont été transmis directement et de cours que j'ai glané sur Internet.

Ce sont en majorité des cours qui traitent les points suivants :

- Le principe de fonctionnement
- Les affichages
- Les connexions à un ordinateur de bureau
- Les différents types et les évolutions (sonde de pression, cardio, etc...)
- L'entretien, le changement de pile
- Les mélanges (réglages divers)
- Quel ordinateur acheter en fonction des plongées que l'on veut faire
- Comparatif avec les tables
- Bien lire la notice

Ce sont des cours très techniques et très complets à ce sujet.

Parfois, ces cours sont très commerciaux.

Toutes la panoplie (ou presque) des ordinateurs du marché est passée en revue avec les prix, les caractéristiques des afficheurs, taille, couleur, etc...

L'utilisation, la manipulation, la compréhension des affichages, priment dans la majorité des cours.

Aucun cours (ou si peu) ne traite de la planification de la plongée, bien naturel car souvent très compliquée à utiliser.

Comment planifier une plongée successive en fonction du profil de la précédente ?

Et en fin de compte, très peu de cours traitent des facteurs favorisant les accidents de décompression.

C'est bien dommage car l'ordinateur apparaît comme l'instrument idéal pour que tout se passe bien.

Si l'on respecte tout ce qu'il indique, on a la garantie que rien ne peut arriver.

Il faut toujours garder à l'esprit que 80% des ADD ont lieu dans le respect total des procédures de décompression.

On constate une absence d'informations essentielles à ce sujet lors de la formation des plongeurs.

Lorsque ce message est transmis, est-il compris ?

Existe-t-il un lien entre le cours donné par un formateur sur les accidents de décompression et le cours donné par un autre formateur sur les ordinateurs ?

Les profils de plongées à risque sont peu ou pas traités.

Il y a confusion également dans le questionnement des plongeurs sur les profils inversés.

Ces notions ne sont pas comprises car pas ou peu expliquées.

Force est de constater qu'il y a des lacunes dans les formations.

4-3 Proposition de solutions à court terme

Ce sont des solutions que l'on peut envisager de mettre en place rapidement au sein de nos clubs.

L'information peut être relayée depuis notre commission technique régionale vers nos commissions techniques départementales. A elles de diffuser l'information vers les clubs, de mettre en place des actions de sensibilisations des moniteurs pour qu'ils comprennent la nécessité d'intégrer toutes ces notions dans leurs formations.

Pour pallier à ces manquements dans la formation de nos plongeurs, il faudrait donc mettre en place un référentiel pour nos moniteurs, établi dans notre région, en les mettant en garde sur ce qui devrait être également abordé dans les cours et qui ne l'est pas encore ou trop peu (constat du tableau chapitre 3).

Ils doivent modifier la façon de faire leur cours sur les ordinateurs. La décompression doit être abordée de façon transversale, en liant certains cours théoriques entre eux.

Les tables, l'ordinateur, la décompression, les ADD doivent être traités par un groupe de moniteurs qui se concertent entre eux.

On constate toujours que les cours sont très individuels, chacun travaillant du mieux qu'il peut en solitaire. Le moniteur passe déjà beaucoup de temps à préparer ses cours, du mieux qu'il le peut, n'oublions pas qu'il est bénévole et qu'il prend ce temps sur ses loisirs.

On aboutit à cette concertation dans les groupes de travail pour les cours théoriques des GP N4, par exemple.

Il faudrait l'appliquer à tous les niveaux d'enseignement.

Nous avons à notre disposition, un grand nombre de cas d'accidents où toutes les causes ont été mises en évidence et où il aurait sûrement été possible de les éviter en connaissance de cause. De ce point de départ, nous pourrions proposer des études de cas en nous inspirant de ces comportements réels afin d'avoir des sujets concrets pour travailler avec nos plongeurs en formation.

Dans l'exemple 2, paragraphe 2-11-1, il apparaît également la nécessité d'établir des cours de recyclage pour des plongeurs qui n'auraient pas pu bénéficier de ces formations, celles-ci devant être remise à jour en permanence du fait d'une analyse toujours plus fine des causes des ADD et des progrès technologiques des ordinateurs de plongée.

4-4 Proposition de solutions à plus long terme

Je me propose par la suite, une nouvelle étude pour l'amélioration de ces formations.

Il serait judicieux d'envisager un référentiel national à disposition dans le MFT.

Il y a des informations communes à tous les ordinateurs, celles-ci doivent être obligatoirement abordées.

Il comprendra également des mises en situations et des exercices à proposer aux plongeurs afin qu'ils intègrent mieux les mécanismes de la décompression, des erreurs à ne pas commettre même s'ils respectent les indications qui leur sont données.

Ces recommandations peuvent être apportées à chaque module du MFT où il est question d'enseignement des outils de décompression.

Il est également possible d'envisager la création d'un nouveau module à intégrer au MFT, dans lequel on pourra retrouver le schéma classique des contenus de formation que nous connaissons.

A titre indicatif, une approche de ce que pourrait être ce nouveau module.

CURSUS FEDERAL UTILISATION DES ORDINATEURS

DEFINITION

Formation aboutissant à une maîtrise de ces appareils pour les plongeurs formés à l'utilisation de tels équipements.

OBJECTIF

Proposer aux plongeurs une formation rapide et supplémentaire sans gommer les acquisitions des progressions actuelles, en s'en tenant aux spécificités de l'utilisation des ordinateurs de plongée.

Il s'agit de donner la possibilité d'enrichir une formation par des acquisitions nouvelles.

EQUIPEMENT

Tout équipement appelé communément « ordinateur de plongée » (Ordinateur de poignet, montre ordinateur, ordinateur en console, avec ou non sonde de pression,...) pouvant gérer la décompression avec tout type de gaz (air, nitrox, trimix, héliox,...).

NIVEAUX VISES

Tous niveaux à partir du plongeur Niveau 1.

DEMARCHE PROPOSEE

Le plongeur doit pouvoir acquérir les éléments de compréhension et d'utilisation imposés par l'ordinateur.

RESPONSABLES DE LA FORMATION

Tout moniteur licencié, maîtrisant l'utilisation dudit matériel.

ENGAGEMENT CLUB

Il est conseillé de demander cette formation pour des plongeurs équipés de ces matériels dans des stages, examens ou autres activités club.

MATERIEL

Pas de normes fédérales d'ordinateurs de plongée. Au formateur le soin d'adapter son enseignement aux modèles existants dans le cadre de la définition générale mentionnée ci-dessus.

CONCLUSION

La formation sur l'utilisation des ordinateurs de plongée ne doit pas être une « épreuve » supplémentaire dans la formation du plongeur, mais l'occasion de lui offrir un cursus plus riche et conforme à l'évolution matérielle.

CONTENUS DE FORMATION

UTILISATION DES ORDINATEURS

COMPETENCES RECHERCHEES

N° 1 Connaître les éléments théoriques nécessaires à la compréhension et à l'utilisation de l'ordinateur de plongée.

N° 2 Maîtriser l'équipement.

N° 3 Savoir paramétrer l'équipement.

N° 4 Savoir analyser les informations données par l'équipement.

N° 5 Comprendre les réactions de l'équipement en fonction du profil de la plongée.

Compétences faisant suite à une formation spécifique ou incluses dans un apprentissage classique.

Compétence n° 1 : CONNAITRE LES ELEMENTS THEORIQUES NECESSAIRES A LA COMPREHENSION ET L'UTILISATION DE L'ORDINATEUR DE PLONGEE

Connaissances et savoir-faire	Commentaires et limites	Critères de réalisation	Remarques et organisation personnelle du cadre

5 – Conclusion

Ce travail était destiné à mettre en évidence le fait que les plongeurs utilisent bien souvent leur ordinateur de façon très automatique, sans vraiment comprendre les mécanismes et les réactions de leur instrument en fonction d'une situation donnée.

Pour beaucoup de plongeurs, l'ordinateur est le garant d'une plongée sans accident car il est trop souvent dit que celui-ci corrige au fur et à mesure les « erreurs » que peuvent commettre leur utilisateur et que la décompression sera calculée en conséquence.

Tant que l'ordinateur ne sera pas paramétré avec l'âge, le poids, la taille, la condition physique, etc... en résumé avec tous les facteurs favorisant l'ADD, il ne sera pas le moyen fiable que l'on imagine, garant d'une plongée sans incident.

Il n'est qu'une machine qui détermine au mieux la décompression en fonction de critères mathématiques et ne peut pas tenir compte de l'intimité de la physiologie de son utilisateur, tout comme les tables.

Il faut donc que chacun l'utilise avec raison et pondère ce qui lui est indiqué en fonction de son vécu de plongeur, des informations qu'il aura reçu de ses formateurs, de l'actualisation de ses connaissances, de la perception de son état physique et mental à chaque plongée.

L'ordinateur est un aide précieux mais il ne garantira jamais tout et la formation la plus rationnelle reçue par le plongeur, sera le complément indispensable pour minimiser les incidents et accidents constatés régulièrement.

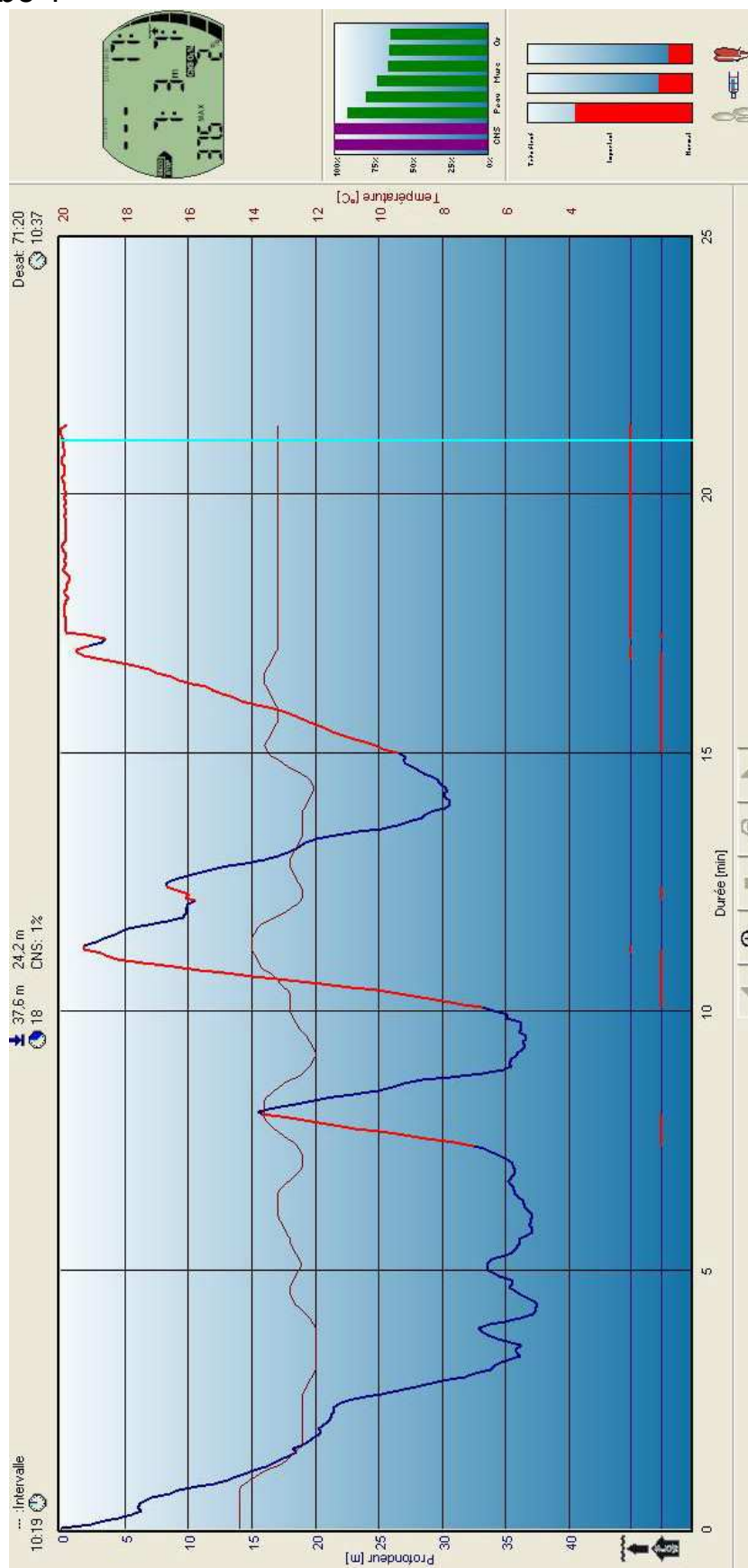
Merci de votre attention.

6 – Annexes

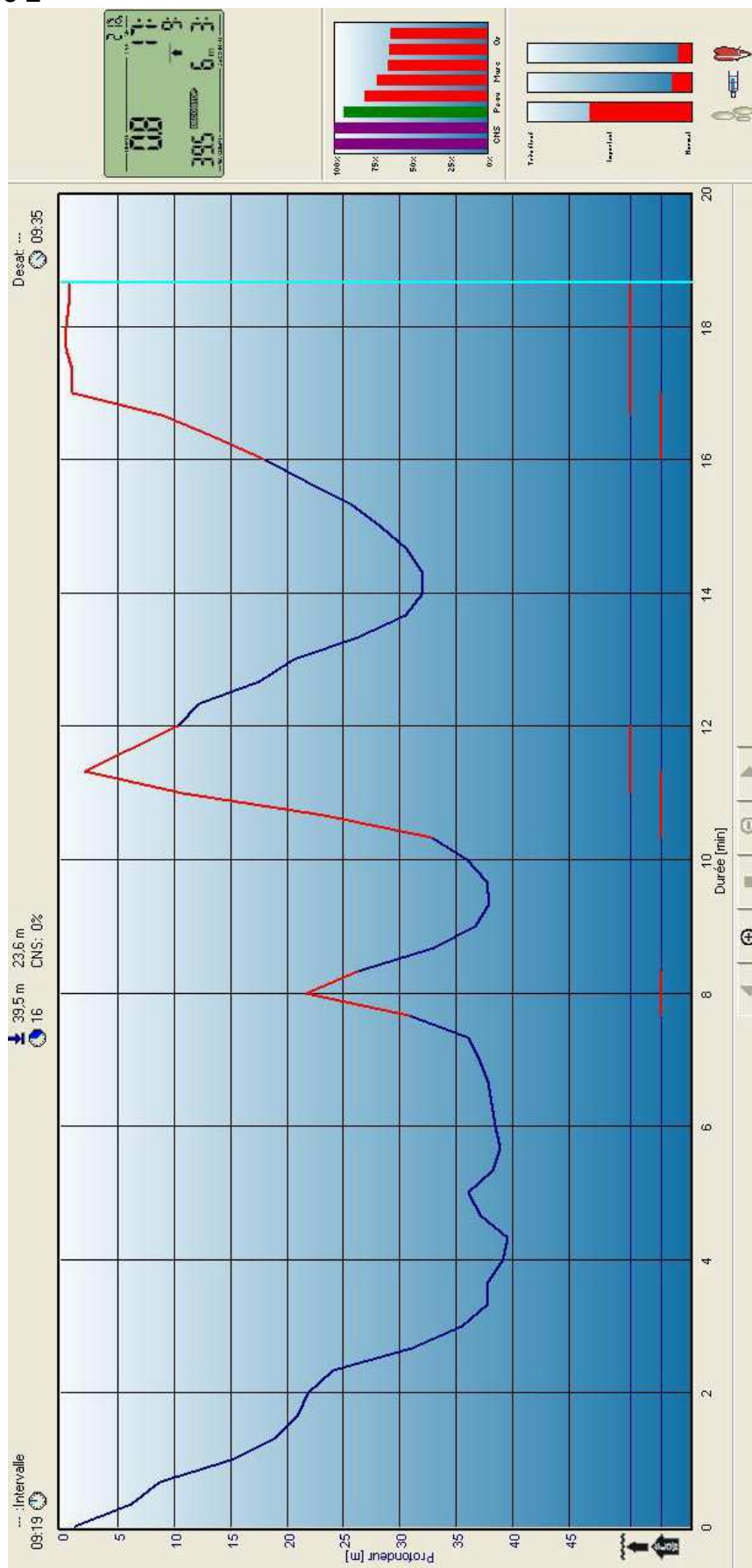
A - Rappels des facteurs favorisant de l'ADD

- Fatigue importante
- Abus d'alcool
- Tabac
- Déshydratation
- Prise de médicament
- Stress
- Effort intense
- FOP
- Shunt du filtre pulmonaire
- Froid intense
- Surconsommation d'air
- Entraînement physique inexistant
- Embonpoint
- Age
- Dernière plongée ancienne
- Enchaînement rapide de plongées successives
- Mauvaise ventilation au palier, apnée d'économie d'air
- Profil yoyo
-

B Accident 1 (Courbes de 2 stagiaires prépa N3) Courbe 1

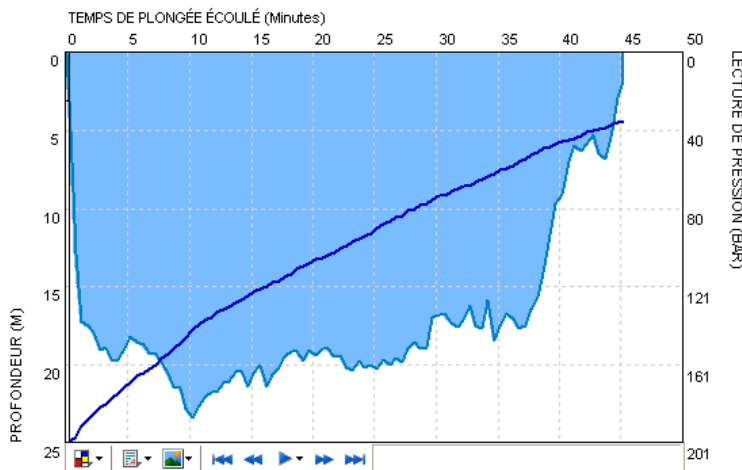


Courbe 2

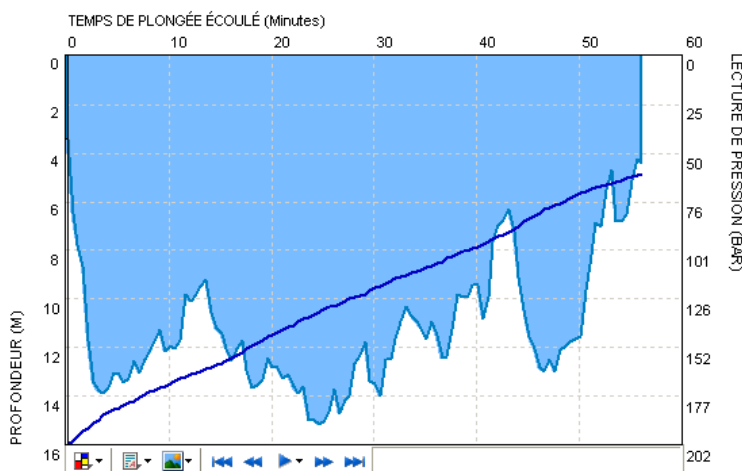


C - Accident 2 (Courbes d'un séjour plongée de 7 jours arrêté au 5^{ème} jour)

28 octobre 2010 à 15H13

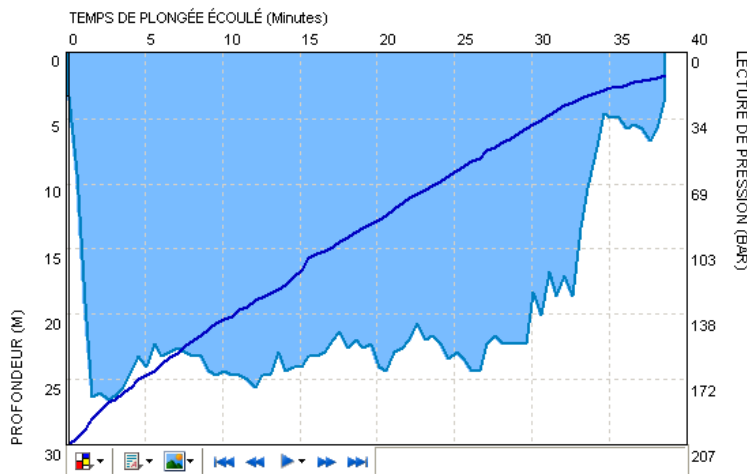


28 octobre 2010 à 16H49

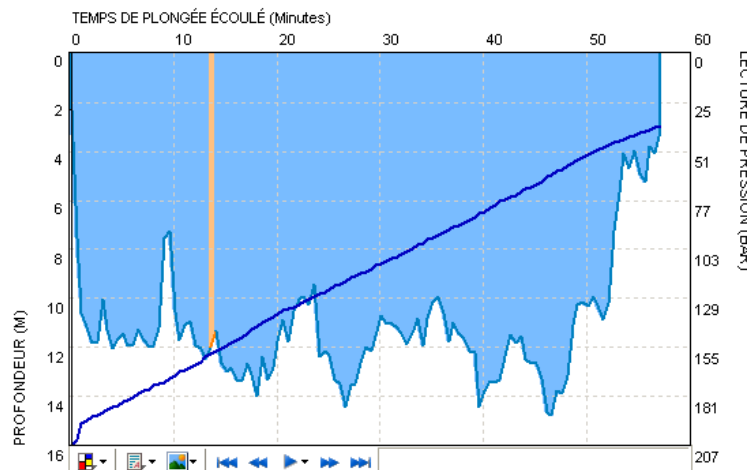


Adaptations des procédures de décompression par les plongeurs Constats, conséquences et propositions de solutions

29 octobre 2010 à 09H29

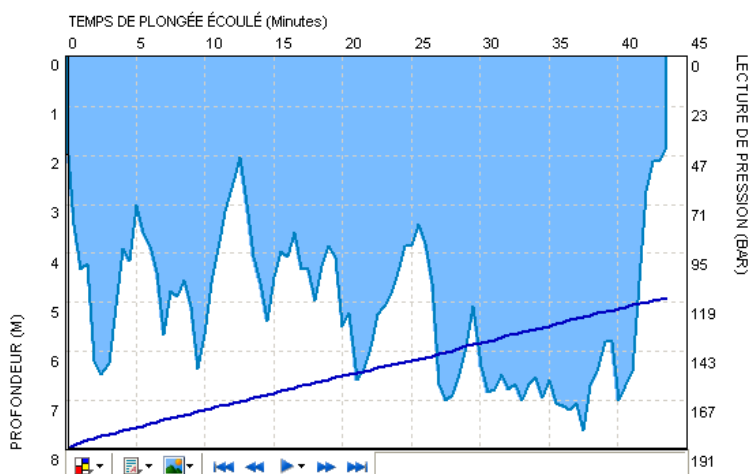


29 octobre 2010 à 11H05

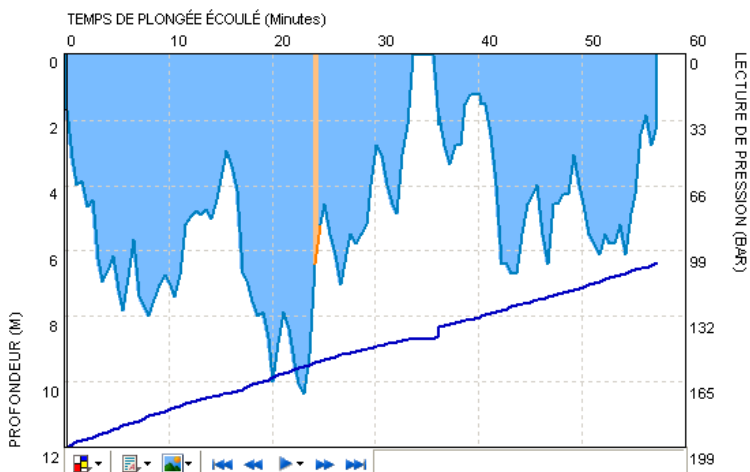


Adaptations des procédures de décompression par les plongeurs Constats, conséquences et propositions de solutions

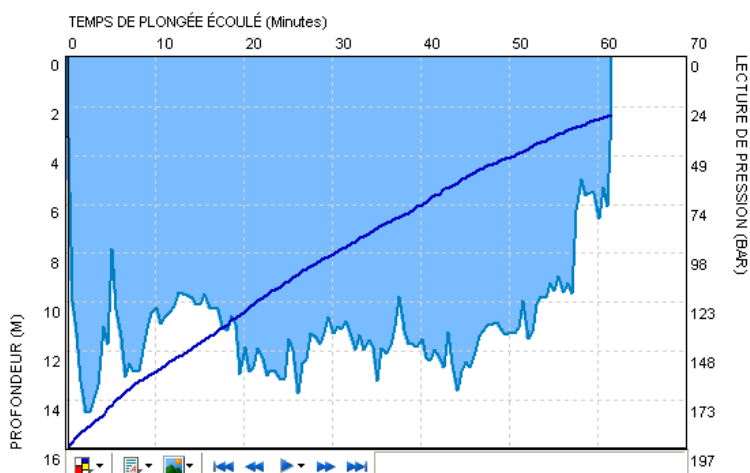
30 octobre 2010 à 11H32



30 octobre 2010 à 13H23

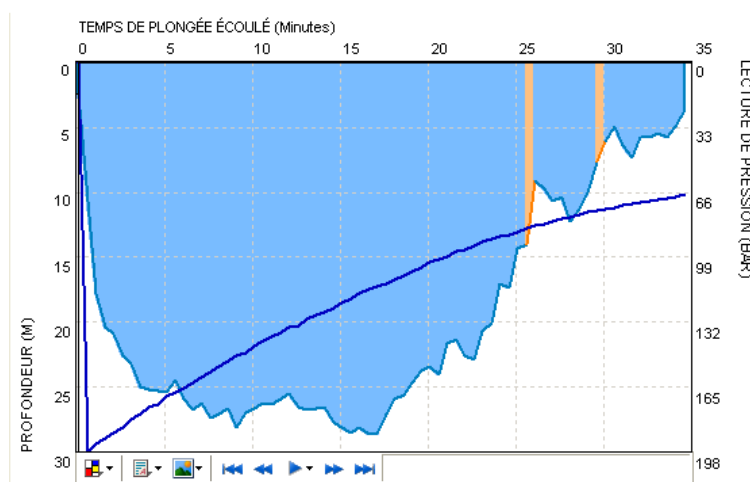


30 octobre 2010 à 19H16

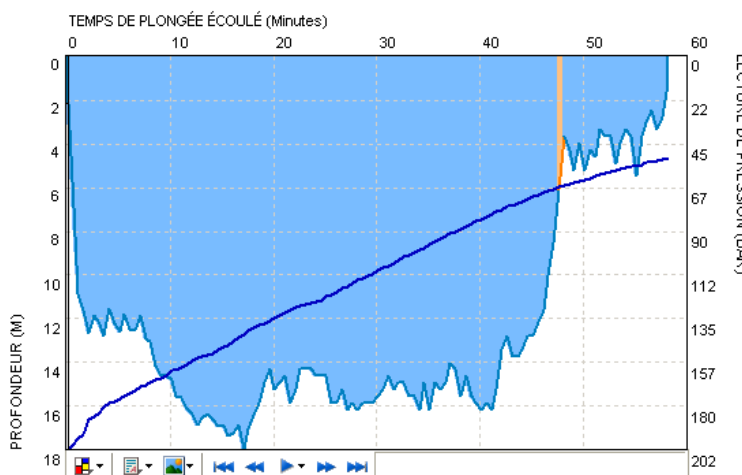


Adaptations des procédures de décompression par les plongeurs Constats, conséquences et propositions de solutions

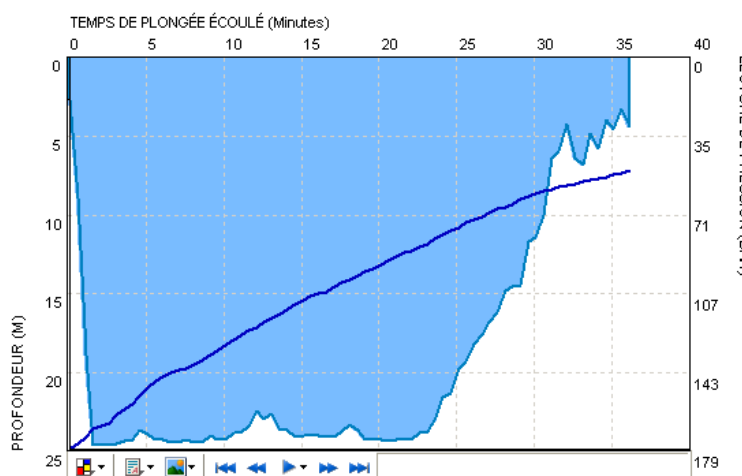
31 octobre 2010 à 09H30



31 octobre 2010 à 11H12

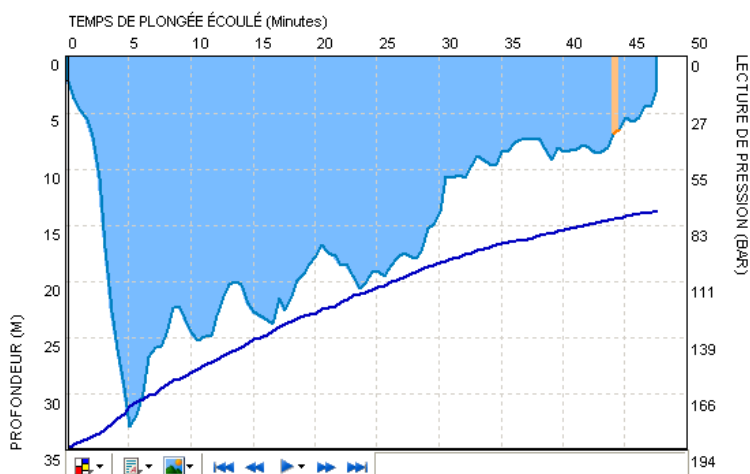


31 octobre 2010 à 17H52

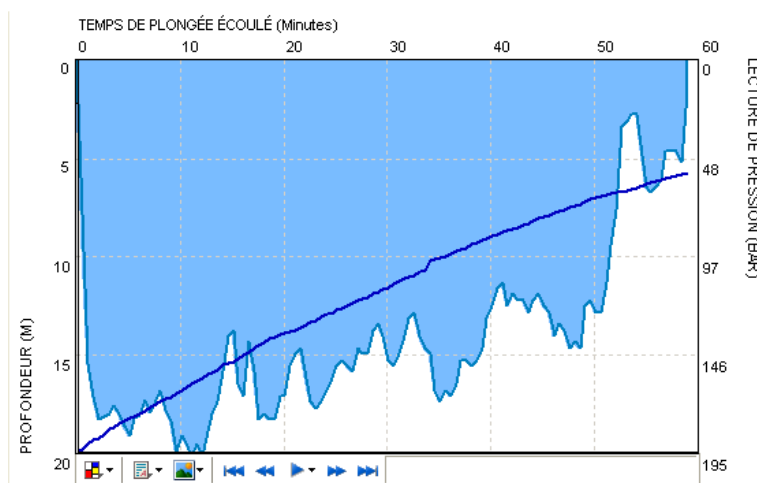


Adaptations des procédures de décompression par les plongeurs Constats, conséquences et propositions de solutions

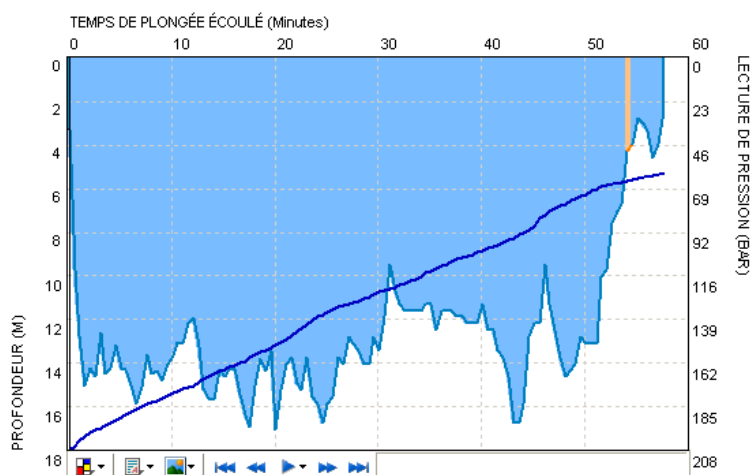
01 novembre 2010 à 10H24



01 novembre 2010 à 12H32



01 novembre 2010 à 15H26



D – Rappels sur les tables

Les tables en vigueur (MN90) sont un moyen très efficace pour enseigner la décompression à nos plongeurs.

Elles font partie des outils mis à notre disposition pour effectuer notre décompression et tout est prévu.

- Plongée simple
 - Plongée successive
 - Plongée consécutive
 - 2 plongées maximums par 24 heures
-
- Vitesse de remontée

Les tables adoptent 15 à 17 m/mn (l'ordinateur à peu près 10m/mn).

Pourquoi cette vitesse parce que les tables sont étudiées dans une configuration de loisir, sans faire d'effort physique imposant une vitesse de déplacement horizontale maximale de 0,5 nœud.

Un nœud valant 1852 m/heure, soit 30,87 m/mn, 0,5 nœud donnera 15,43 m/mn.

- Vitesse entre paliers

6m/mn soit 30s pour effectuer 3m

- Profondeurs des paliers

Les tables ont été initiées par Haldane il y a un siècle et l'ordinateur a emprunté les mêmes profondeurs de palier pour ne pas chambouler les habitudes.

Pourquoi les paliers par multiple de 3m, parce qu'Haldane était Anglais. Pour ne pas se compliquer la tâche, il prit des multiples de 10 pieds, ce qui fait à peu près 3m.

Un temps a été associé à cette profondeur en fonction de la saturation des tissus et cette profondeur doit être respectée, sinon ce temps ne veut plus rien dire.

Si l'on décidait de faire les paliers plus profonds, les temps seraient rallongés car la désaturation est plus lente. L'ordinateur réagit ainsi. Mais avec les tables, il n'y a pas de moyen de correction.

- La profondeur de la plongée est la profondeur maximale atteinte

- La remontée rapide

Redescendre à mi-profondeur pendant 5 mn et remonter à vitesse contrôlée et effectuer les paliers s'il y en a, sinon faire au moins 2 mn à 3 m.

Pourquoi mi-profondeur parce que Haldane nous dit qu'un tissu saturé peut être remonté à une pression de moitié que celle à laquelle il était saturé sans risque de dégazage anarchique.

Quand un tissu saturé passe d'une pression P à une pression P/2, le coefficient de sursaturation est égal à 1,6.

A une pression P et à saturation, la TN2 est égale à 0,8 x P.
A demi-pression (P/2), le coefficient de sursaturation vaut donc $(0,8xP)/(P/2)$, soit 1,6.

Les coefficients de sursaturation critique de certains tissus des MN90, sont inférieurs à 1,6.

Ces tissus ne peuvent pas être remontés jusqu'à mi-pression sans risque.

En prenant la mi-profondeur, ces coefficients ne dépassent pas 1,54, ce qui correspond au Sc du tissu 120 mn.

Profondeur (en m)	10	20	30	40	50	60
Pression P (en bar)	2	3	4	5	6	7
Mi-profondeur (en m)	5	10	15	20	25	30
Mi-pression (P+1)/2 (en bar)	1,5	2	2,5	3	3,5	4
Coefficient de sursaturation $Px0.8 / (P+1)/2$	1,06	1,2	1,28	1,33	1,37	1,4

- Palier interrompu

Replonger au palier interrompu et le refaire entièrement.
Effectuer les suivants normalement.

- Palier à l'oxygène pur

Ils concernent bien sûr les paliers de 6 et 3 m.

La durée de chaque palier est égale aux deux tiers de la durée du palier à l'air arrondie à la minute supérieure et est au minimum de 5 mn.

Cependant la durée de chacun des paliers à l'oxygène est égale à la durée des paliers à l'air lorsque celui-ci a une durée de 1 à 5 mn.

Aucun changement du GPS.

- Utilisation d'un Nitrox

Si l'on n'utilise pas de tables spécifiques pour le mélange considéré, on peut recalculer les temps de paliers qui sont définis à l'air.

Calcul d'une profondeur fictive équivalente PE à l'air pour entrer dans la table air en fonction de la profondeur réelle P de la plongée avec un mélange comprenant X% d'azote :

$$PE = (P+10) \times (X/0,79) - 10$$

La profondeur maximum permise en mer est celle correspondant à une pression partielle d'oxygène de 1,6 bars.

La durée et la profondeur des paliers en mer avec une plongée utilisant un Nitrox sont les mêmes que ceux réalisés à l'air à la profondeur équivalente.

La durée maximum d'une plongée Nitrox est de 2 heures.

Toutes les autres règles d'utilisation des tables MN90 sont maintenues dans le cadre des plongées Nitrox.

Donc, nos plongeurs actuels ont appris tout cela lors de leur formation dans nos clubs.

Comment vont-ils aborder l'utilisation d'un ordinateur sachant qu'ils connaissent, logiquement, déjà tout de la décompression et des pièges à éviter.

E – Rappels sur les ordinateurs

Maintenant que nous avons revu comment les tables nous permettaient de gérer notre décompression, nous allons étudier comment l'ordinateur fonctionne pour calculer notre désaturation.

Comme les tables, à la base, le modèle de décompression est celui de Haldane.

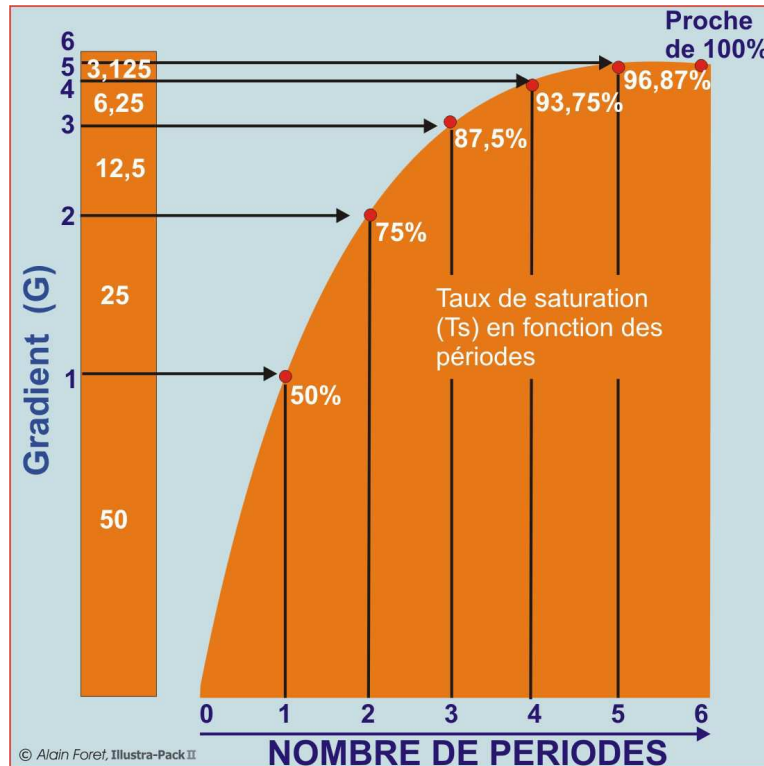
Ensuite d'autres modèles ont suivi : Bühlmann, Spencer, Workman.

Les constructeurs ont essayé de classer les différents tissus du corps humain en compartiments.

Chacun se comporte différemment pour absorber et éliminer l'azote. Il répond à une même loi mathématique de saturation et désaturation, seule la période change.

Cette période est le temps nécessaire à un compartiment pour emmagasiner ou restituer la moitié de l'azote qu'il peut emmagasiner ou restituer, fonction de la pression partielle en azote du gaz respiré dans le milieu ambiant et de sa tension initiale en azote.

A chaque nouvelle période, il emmagasinera ou restituera de nouveau la moitié de ce qui lui reste à emmagasiner ou restituer.



C. Illustra-Pack – A.Foret

Fonction logarithmique pour la saturation et la désaturation qui suit la loi inverse.

Pour la première période, $TN2 = T0 + (Tf - T0) * 0.5$

TN2 : Tension en azote du compartiment
To : Tension initiale
Tf : Tension finale

Si l'on veut que l'ordinateur calcule au plus juste et très souvent l'état des différents compartiments, il va falloir modifier la formule et l'adapter pour la faire dépendre du temps d'exposition t et de la période T. De ce fait, on peut alors calculer la saturation ou désaturation à n'importe quel instant sans attendre d'avoir atteint une autre période.

On obtient : $TN2 = To + (Tf - To) * (1 - 0.5^{\frac{t}{T}})$

Lorsque l'on remonte, Haldane nous dit que l'on peut remonter un tissu saturé à une pression moitié moindre sans danger (voir paragraphe sur les tables ci-dessus).

On intègre donc dans l'ordinateur les coefficients Sc de sursaturation critique de chaque compartiment (chaque période).

Et il ne faut pas dépasser la pression absolue Pabs définie par le calcul suivant :

$$Pabs = TN2/Sc$$

Pour chaque compartiment, l'ordinateur regarde en permanence lequel a la plus importante Pabs (compartiment directeur) et il indique au plongeur de s'arrêter à un certain palier.

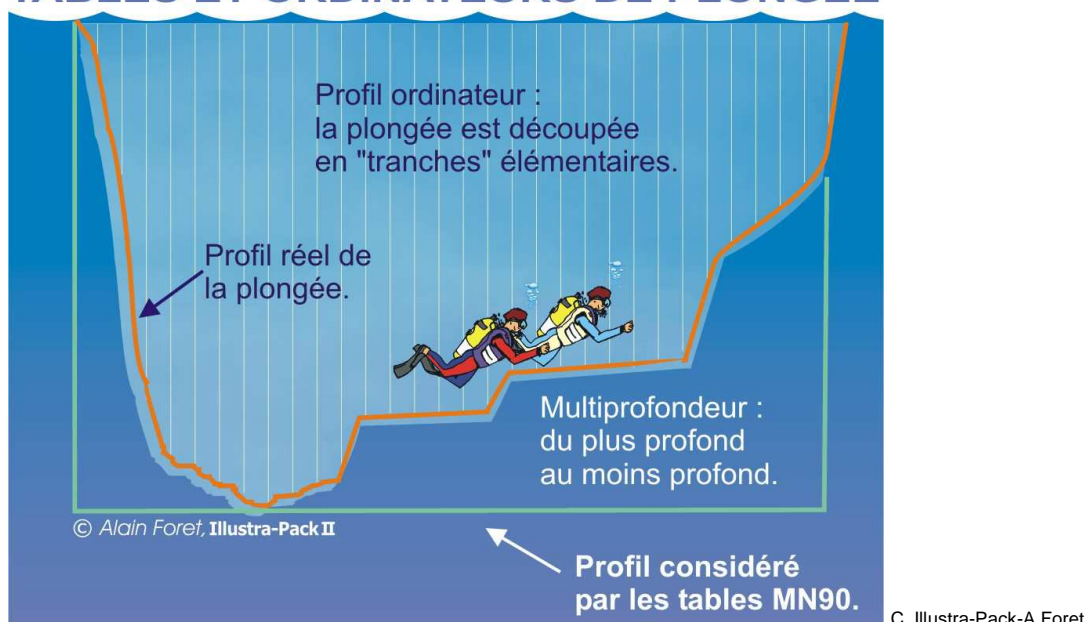
Si l'on reprend la formule $TN2 = To + (Tf - To) * (1 - 0.5^{\frac{t}{T}})$ et que l'on l'exprime différemment, on peut mesurer le temps restant t avant que le compartiment directeur ne bloque la remontée à un palier :

$t = -T \log\left(\frac{Tf - TN2}{Tf - To}\right)$, c'est le temps restant sans palier indiqué sur l'ordinateur avant l'affichage du premier palier.

Enfin, pour comprendre comment l'ordinateur calcule en temps réel l'évolution de la saturation ou désaturation de chaque compartiment tout au long de la plongée (et après également), on imagine le profil suivant que l'on recommande à tous nos plongeurs, c'est-à-dire de commencer par la plus grande profondeur et ensuite de remonter.

Il faut garder à l'esprit que le mode de fonctionnement optimal de l'ordinateur est basé sur ce principe et que tout autre façon n'est plus dans la conformité et va forcer le logiciel à rattraper la situation pour tenter de revenir vers une situation la plus proche du modèle standard, sans toutefois y parvenir complètement.

TABLES ET ORDINATEURS DE PLONGEE



Très rapidement, l'ordinateur ne cesse de calculer une suite de plongées consécutives. On peut considérer qu'à chaque seconde, il a refait tous les calculs de saturation de chaque compartiment.

A la fin de chaque calcul, il connaît la TN2 finale de chaque compartiment. Cette tension finale devient la tension initiale du calcul suivant et il intègre la nouvelle profondeur qui déterminera la pression partielle d'azote à ce moment-là.

A chaque itération, il vérifie également si les SC ne sont pas atteints. Dans le cas contraire, il indiquerait les paliers à effectuer.

En fait l'ordinateur a commencé la plongée avec une certaine tension d'azote pour chaque compartiment, 0,80 si c'est la première plongée du séjour, au niveau de la mer, ou une autre tension s'il y avait eu des plongées précédemment.

Ensuite il a fait la somme de toutes les variations des tensions de chaque compartiment et les a comparées en permanence à la pression absolue maximale que le compartiment pouvait supporter : $P_{abs} = (T_o + \sum TN2)/Sc$

Comme il analyse tous les compartiments, il est plus précis que les tables qui ne prennent en compte qu'un compartiment (GPS à reporter dans le tableau 1 des tables).

Nous avons maintenant assez de détails pour comprendre comment fonctionne un ordinateur.

F – Indications que donnent les ordinateurs

Nous allons étudier ce qu'un ordinateur nous apporte comme informations durant une plongée et également après.

En général, les informations essentielles intéressant le plongeur qui ne veut pas s'embarrasser de données superflues, sont la profondeur, le temps avant paliers et le temps de paliers s'il y en a.
D'autres indications comme la vitesse de remontée et les alarmes seront analysées par le plongeur au coup par coup, au fur et à mesure de leur apparition.

Le temps nécessaire avant de prendre l'avion et la saturation résiduelle en azote après la plongée seront des informations à consulter ultérieurement.

Certains indiquent également la pression du bloc, la température.
Des modèles peuvent recevoir les indications d'un cardio-fréquencemètre et analyser celles-ci pour influencer le calcul de décompression.

Tout comme l'analyse de la plongée dans le log book.

- La profondeur

Cette indication n'apporte aucune remarque sur l'analyse actuelle.

- La profondeur maximale atteinte

Elle peut être mémorisée par le plongeur qui pourrait l'utiliser pour calculer sa décompression avec des tables si son ordinateur venait à tomber en panne.

- Le temps avant le premier palier

Ces données peuvent être amenées à controverse si elles sont mal analysées ou non comprises par le plongeur.

Exemple : le plongeur regarde son ordinateur à un instant t et il constate qu'il lui reste 30 mn avant palier.

Il peut extrapoler rapidement ce chiffre et se dire que dans 20 à 25 mn il pourra commencer à remonter tranquillement, bien sûr avec une réserve d'air suffisante.

Ce qui est faux car à la profondeur où il se trouve, la saturation des tissus va être telle que 5 mn plus tard, il ne lui restera peut être que 2 à 3 mn avant palier.

Le profil de la plongée va donc influencer la suite du calcul qui n'est pas linéaire.

- Les temps de palier

L'ordinateur va nous donner la profondeur du palier et le temps de celui-ci.

Plusieurs cas de figure peuvent se produire.

Si le plongeur ne désire pas voir son temps de palier augmenter, il devra remonter immédiatement car s'il reste à la profondeur où il se trouve, ce temps va s'accroître.

Sa vitesse de remontée devra être celle préconisée par l'ordinateur.

S'il y a peu de palier affiché, par exemple 2 mn à 3 m, bien souvent, le temps de palier diminue jusqu'à parfois disparaître complètement.

Si la saturation est importante et qu'il remonte très lentement, le temps de palier peut s'accroître encore car la saturation est plus importante que la désaturation.

Si le plongeur remonte trop vite, l'ordinateur va adapter ses calculs à cette situation et recalculer les paliers, à la hausse. Ce qui n'est peut-être pas compatible avec la réserve d'air prévue initialement lors de la décision de remonter.

On s'aperçoit que le modèle n'a rien de linéaire est très vite influencé par le comportement du plongeur.

Autre phénomène à prendre en compte, la saturation initiale avant de se remettre à l'eau.

Un plongeur qui oublie rapidement la formation qu'il a reçu sur les calculs de tables, va complètement occulter le chapitre sur l'azote résiduel et la majoration.

L'ordinateur ne lui donnera donc pas le même temps de plongée l'après-midi que le matin, pour une plongée qui aurait un profil identique.

Les temps de palier ne correspondront plus pour un temps et une profondeur de plongée équivalents.

- Vitesse de remontée

Qui, dans sa formation de plongeur, a reçu un enseignement lui permettant de calculer une vitesse de remontée à l'aide d'un profondimètre et d'une montre ?

15 à 17m par minute, comment l'évaluer en remontant de 40m ?

A cette profondeur, si je ne suis pas trop narcosé, je vais calculer qu'il me faut 2mn30s pour remonter jusqu'à 3m. Mais serai-je linéaire dans ma vitesse jusqu'au palier ?

On enseigne alors les « petites bulles ».

L'ordinateur va être d'un précieux secours car il va nous indiquer la vitesse de remontée optimale qu'il a définie pour que ces calculs restent cohérents tout au long de la remontée et que la décompression affichée reste celle prévue.

Contrairement aux tables qui définissent une vitesse linéaire de remontée, l'ordinateur va autoriser des vitesses variables en fonction de la profondeur.

Le gradient de pression variant plus lentement à profondeur plus grande que près de la surface, le danger de remontée plus rapidement est minimisé. A interpréter quand même avec discernement.....

Les vitesses varient approximativement de 20 m/mn dans la zone de 60 à 50m, 17m/mn vers les 40m, 12 m/mn dans les 30m, pour enfin retrouver une vitesse de 10m/mn vers 25m. Elles peuvent même encore diminuer vers 7m/mn dans la zone des 6m.

Cette décélération va se rapprocher des 30s (6m/mn) pour passer d'un palier à un autre.

- Alarmes

Elles sont multiples et informent le plongeur qui ne respecte pas les règles du jeu. Elles sont sonores et visuelles.

- Vitesse de remontée excessive par rapport à celle qu'il préconise.
Dans ce cas, il va recalculer la décompression mais va pénaliser grandement le plongeur pour ces paliers. S'il n'y en avait pas, il risque d'en imposer.
- Profondeur de palier non respectée.
Si la profondeur est inférieure à celle préconisée, il va l'indiquer. Dans le cas d'une profondeur supérieure, il recalculera les temps de palier en conséquence si la décompression s'effectue moins vite que prévue.
- Profondeur maximale d'évolution en fonction du mélange programmé.
Si un Nitrox est programmé ou dans le cas d'une décompression à l'O₂ ou dans l'utilisation d'un mélange hypoxique d'un Trimix, par exemple, les alarmes seront activées.

Lorsque les alarmes n'ont pas été respectées et que le temps maximal autorisé pour revenir dans une situation acceptable est dépassé, l'ordinateur passe dans un mode irréversible, temporairement suivant les modèles.

Soit il continue à informer le plongeur mais signale clairement que la situation est maintenant dangereuse, soit il se bloque complètement pour que le plongeur prenne conscience de la situation, méthode peut-être discutable.

Dans ce cas, l'expérience du plongeur et l'enseignement qu'il a reçu trouvent ici toute leur importance car il va falloir prendre une décision à la place de l'ordinateur et celle-ci devra permettre un retour vers la surface en évitant d'aller vers un ADD.

Le plongeur devra alors laisser l'ordinateur revenir dans une situation normale, souvent plus de 24H et il devra lui-même adapter son comportement pour ne pas se mettre dans une situation dangereuse.

G – Recommandations, préconisations des constructeurs, analyse des notices

Je n'ai pris volontairement que les notices d'utilisation de 2 ordinateurs du marché.

- 1 - SUUNTO D9tx
- 2 - UWATEC GALILEO SOL

Une des raisons de ce choix réside dans les algorithmes utilisés.
SUUNTO de type RGBM et UWATEC de type Bühlmann.

Après avoir parcouru beaucoup de notice d'ordinateurs, les préconisations des constructeurs sont sensiblement les mêmes et les avertissements également. Néanmoins, je me suis arrêté plus longuement sur ces 2 notices et sur leur comparatif.

Les avertissements et les risques encourus par les plongeurs sont nettement mieux expliqués dans la notice Suunto que dans celle d'Uwatec.

J'ai listé tous les points me semblant important pour chacune d'elle en 2 catégories, les premières pages d'avertissement en préambule et les mises en garde que l'on peut lire dans la notice.

- A - Premières pages du manuel d'utilisation du Suunto D9tx
- B - Premières pages du manuel d'utilisation de l'Uwatec Galileo Sol
- C - Recommandations sur la lecture complète du manuel du Suunto D9tx
- D - Recommandations sur la lecture complète du manuel de l'Uwatec Galileo Sol

Pour information, les 2 notices sont recopiées ci-dessous en italique de couleur noire.

En **en bleu**, les points me semblant importants à souligner.

Après celles-ci, vous trouverez ces points commentés **en violet**, si besoin.

A - Premières pages du manuel d'utilisation du Suunto D9tx :

MISE EN GARDE

La lecture de ce livret et du manuel d'utilisation de votre ordinateur de plongée est **OBLIGATOIRE**. Tout manquement peut entraîner une utilisation inappropriée ou bien des **blessures graves voire mortelles**.

NON DESTINÉ À UNE UTILISATION PROFESSIONNELLE !

Les ordinateurs de plongée Suunto sont conçus exclusivement pour la plongée loisir. Les impératifs de la plongée professionnelle ou commerciale peuvent soumettre le plongeur à des profondeurs et à des conditions susceptibles d'augmenter le risque d'accident de décompression (ADD). Par conséquent, Suunto recommande expressément de ne pas utiliser l'instrument lors de plongées de type commercial ou professionnel.

SEULS DES PLONGEURS AYANT UNE BONNE EXPÉRIENCE DES ÉQUIPEMENTS DE PLONGÉE SOUS-MARINE DOIVENT UTILISER UN ORDINATEUR DE PLONGÉE !

Aucun ordinateur de plongée ne peut remplacer l'expérience du plongeur. Une formation incomplète ou inadaptée risque d'amener le plongeur à commettre des erreurs pouvant entraîner des blessures graves voire mortelles.

L'ordinateur peut être utilisé par des niveaux 1 ou 2 qui ont pourtant très peu d'expérience.

C'est la qualité de l'enseignement qu'ils auront reçu qui fera que l'utilisation de l'ordinateur ne sera pas dangereuse.

MISE EN GARDE

LE RISQUE D'ACCIDENT DE DÉCOMPRESSION (ADD) EXISTE POUR TOUT PROFIL DE PLONGÉE, MÊME EN RESPECTANT LES TABLES DE PLONGÉE OU EN SUIVANT LES INDICATIONS D'UN ORDINATEUR DE PLONGÉE. AUCUNE PROCÉDURE, AUCUN ORDINATEUR DE PLONGÉE NI AUCUNE TABLE DE PLONGÉE NE SUPPRIME TOTALEMENT LE RISQUE D'ACCIDENT DE DÉCOMPRESSION OU DE TOXICITÉ DE L'OXYGÈNE !

Les conditions physiologiques d'un même individu peuvent varier d'un jour à l'autre. L'ordinateur de plongée ne peut pas prendre en compte ces variations. Il est vivement conseillé de bien rester dans les limites d'exposition fournies par l'instrument pour réduire au minimum le risque d'accident de décompression. Par mesure de sécurité, consultez votre médecin afin d'effectuer un bilan de santé avant toute plongée.

Effectivement. 80% des ADD ont eu lieu sans qu'il n'y ait eu la moindre erreur dans les procédures de décompression. A nous d'enseigner que la majorité des accidents sont dus à l'accumulation de facteurs favorisants.

MISE EN GARDE

SUUNTO RECOMMANDE VIVEMENT AUX PLONGEURS DE LIMITER LEUR PROFONDEUR MAXIMALE À 40 M (130 FT) OU À LA PROFONDEUR CALCULÉE PAR L'ORDINATEUR D'APRÈS LE POURCENTAGE D'O₂ SÉLECTIONNÉ ET UNE PO₂ RÉGLÉE À 1,4 BAR !

Une exposition à de plus grandes profondeurs augmente le risque de toxicité de l'oxygène et d'accident de décompression.

Nos spécificités fédérales françaises doivent être enseignées dans la conformité de nos traditions, en respectant le MFT et les limites qui y sont clairement indiquées. Une plongée à l'air d'une heure à 20 m fait ressortir le plongeur après 13 mn de palier et une saturation en azote de 1,29 bar.

Une plongée à l'air de 20 mn à 42 m fait ressortir le plongeur après 13 mn de palier et une saturation en azote de 1,20 bar.

De ces 2 profils, à première vue, lequel est le plus pénalisant pour l'organisme en terme de désaturation ?

Le premier en Egypte où toutes les conditions sont réunies pour admirer cette multitude de poissons multicolores ou la seconde sur une épave recouvertes de gorgones violettes et rouges ?

MISE EN GARDE

LES PLONGÉES COMPORTANT DES PALIERS DE DÉCOMPRESSION OBLIGATOIRES NE SONT PAS RECOMMANDÉES.

VOUS DEVEZ REMONTER ET COMMENCER LA DÉCOMPRESSION DÈS QUE L'ORDINATEUR DE PLONGÉE AFFICHE UN PALIER DE DÉCOMPRESSION !

Dans ce cas, l'instrument affiche le texte clignotant « ASC TIME » ainsi qu'une flèche pointée vers le haut.

Une mauvaise formation ou une information non communiquée à nos plongeurs sur ce sujet peut être dangereuse.

Avec cette pratique, les paliers peuvent s'éteindre après quelques mètres de remontée.

Le plongeur peut attendre la prochaine alerte et réitérer régulièrement cette pratique jusqu'à la sortie de l'eau.

Il reste sur le fil du rasoir en permanence.

MISE EN GARDE

UTILISEZ DES APPAREILS DE RÉSERVE !

Lorsque vous plongez avec votre ordinateur de plongée, assurez-vous d'avoir également des instruments de réserve, tels qu'un profondimètre, un manomètre de plongée, un chronomètre ou une montre, et d'avoir des tables de plongée à portée de main.

MISE EN GARDE

VÉRIFICATION DU MATÉRIEL *Activez toujours l'instrument avant la mise à l'eau pour vous assurer que tous les segments de l'écran à cristaux liquides s'allument, que la capacité de la pile est suffisante et que les paramètres sont corrects (oxygène, altitude, personnels et palier de décompression/palier en profondeur).*

Il arrive régulièrement de voir des personnes remonter sur le bateau pour modifier leur ordinateur car celui-ci était passé par inadvertance en mode O2 pur et bipait à partir de 6m de profondeur (classique sur le SmartPro d'Uwatec).

MISE EN GARDE

IL EST DÉCONSEILLÉ DE PRENDRE L'AVION TANT QUE LA DURÉE D'INTERDICTION DE VOL INDIQUÉE PAR L'ORDINATEUR DE PLONGÉE NE S'EST PAS ÉCOULÉE. AVANT TOUT DÉPLACEMENT EN AVION, CONTRÔLEZ TOUJOURS LA DURÉE D'INTERDICTION DE VOL INDIQUÉE PAR L'INSTRUMENT!

Un déplacement en avion ou un voyage en altitude effectué avant la fin de la durée d'interdiction de vol peut fortement augmenter le risque d'accident de décompression. Consultez les recommandations du DAN (Dive Alert Network - réseau de sécurité des plongeurs). Le plus simple pour éviter tout accident de décompression est de ne jamais prendre un avion après une plongée !

Le constructeur ne devrait-il pas l'écrire avec plus de conviction ?

MISE EN GARDE

EN FONCTIONNEMENT, L'ORDINATEUR DE PLONGÉE NE DOIT JAMAIS ÊTRE ÉCHANGÉ OU PARTAGÉ ENTRE PLUSIEURS UTILISATEURS !

Les informations données par l'instrument ne sont valables que pour la personne qui l'a utilisé pendant une plongée ou une série de plongées successives. Les profils de plongée doivent être strictement identiques à ceux effectués par le plongeur. Si vous laissez l'instrument en surface pendant une de vos plongées, il fournira des informations inexactes pour les plongées suivantes. Aucun ordinateur de plongée ne peut prendre en compte des plongées effectuées sans l'instrument. Par conséquent, les plongées effectuées au cours des quatre derniers jours précédant la première utilisation de l'instrument peuvent engendrer des erreurs de calcul ; de telles situations doivent être évitées.

Un Guide de palanquée ou un moniteur, ayant emmené ce matin, premier jour d'une sortie, 2 plongeurs en exploration et ayant rigoureusement le même profil en fin de plongée, ne pourrait-il pas leur faire échanger leurs ordinateurs l'après-midi, en leur expliquant bien sûr les risques si les profils ne sont pas identiques, dans un seul but pédagogique, pour comprendre le fonctionnement de matériels différents ?

MISE EN GARDE

N'EXPOSEZ PAS TOUT OU UNE PARTIE DE VOTRE ORDINATEUR DE PLONGÉE À DES MÉLANGES GAZEUX CONTENANT PLUS DE 40 % D'OXYGÈNE !

L'air suroxygéné présente un risque d'incendie ou d'explosion pouvant engendrer des blessures graves voire mortelles.

POUR LES POURCENTAGES D'OXYGÈNE, L'ORDINATEUR DE PLONGÉE N'ACCEPTÉ QUE DES VALEURS ENTIÈRES. N'ARRONDISSEZ PAS LES POURCENTAGES À LA VALEUR SUPÉRIEURE !

Par exemple, pour un mélange à 31,8 % d'oxygène, saisissez 31 %. Arrondir à la valeur supérieure conduirait à considérer un pourcentage d'azote inférieur à la réalité et fausserait les calculs de décompression. Si vous souhaitez régler l'ordinateur de plongée afin de fournir une marge de sécurité supplémentaire, utilisez le paramètre personnel pour modifier les calculs de décompression ou réduisez le paramètre PO2 pour changer l'exposition d'oxygène selon les valeurs saisies de O2% et de PO2.

RÉGLEZ LE PARAMÈTRE D'ALTITUDE SUR UNE VALEUR ADÉQUATE !

Pour des plongées à des altitudes supérieures à 300 m (1000 ft), réglez le paramètre d'altitude sur une valeur appropriée pour que l'ordinateur puisse calculer correctement l'état de décompression. L'ordinateur de plongée n'est pas conçu pour des altitudes supérieures à 3000 m (10 000 ft). Une erreur dans le réglage du paramètre Altitude ou une plongée effectuée au-dessus de l'altitude limite fausseront l'ensemble des informations données par l'ordinateur.

RÉGLEZ LE PARAMÈTRE PERSONNEL SUR UNE VALEUR ADÉQUATE !

Il est recommandé d'utiliser le paramètre personnel à chaque fois qu'il existe des facteurs susceptibles d'augmenter le risque d'accident de décompression. Une erreur dans le réglage de ce paramètre fausse l'ensemble des calculs nécessaires à la planification des plongées.

Il est du rôle du formateur d'expliquer comment adapter ce paramètre personnel. D'où un enseignement qui doit tenir compte des facteurs favorisant lors des cours théoriques sur les ADD.

MISE EN GARDE

NE DÉPASSEZ JAMAIS LA VITESSE DE REMONTÉE MAXIMALE!

Des remontées rapides augmentent le risque d'accident. Si vous dépassez la vitesse de remontée maximale, respectez toujours les paliers de décompression obligatoires et recommandés. Si vous ne respectez pas le palier de décompression obligatoire, le modèle de décompression vous pénalisera pour la ou les plongées suivantes.

Il est très simpliste d'écrire que le non-respect du palier de décompression obligatoire pénalisera la ou les plongées suivantes.

Le constructeur a conçu un appareil qui calcule les paliers nécessaires à la sécurité du plongeur, en fonction du profil de la plongée effectuée.

Il est impératif de respecter les paliers obligatoires affichés.

Le verbe pénaliser est très mal approprié ici.

MISE EN GARDE

VOTRE TEMPS DE REMONTÉE RÉEL PEUT ÊTRE PLUS LONG QUE CELUI INDIQUÉ PAR L'INSTRUMENT !

Le temps de remontée augmente si vous :

- continuez à évoluer en profondeur
- remontez à une vitesse inférieure à 10 m/min (33 ft/min) ou
- effectuez votre palier de décompression en dessous du plafond

Ces facteurs augmenteront également l'air nécessaire pour atteindre la surface.

Il serait plus judicieux de dire que la quantité d'air nécessaire pour atteindre la surface, sera plus importante.

Dans l'enseignement que le plongeur recevra, il est donc important de parler de la consommation en fonction de la profondeur et du temps passé. Ce cours doit avoir un lien transversal avec le cours sur l'ordinateur.

MISE EN GARDE

NE REMONTEZ JAMAIS AU-DESSUS DE LA PROFONDEUR PLAFOND !

Vous ne devez jamais remonter au-dessus du plafond lorsque vous effectuez vos paliers. Pour éviter de le faire par inadvertance, il est recommandé de se tenir légèrement en dessous du plafond.

MISE EN GARDE

NE PLONGEZ JAMAIS AVEC UNE BOUTEILLE DE MÉLANGE SUROXYGÉNÉ SANS AVOIR PERSONNELLEMENT VÉRIFIÉ SON CONTENU ET SAISI LES POURCENTAGES D'OXYGÈNE DANS L'ORDINATEUR DE PLONGÉE !

Si vous ne vérifiez pas le contenu de la bouteille ou si vous ne réglez pas l'ordinateur de plongée sur le bon pourcentage d'O₂, les informations données par l'instrument seront inexactes.

Le fait de ne pas saisir les pourcentages aura une incidence sur les alarmes visuelles et sonores de l'ordinateur en cas de dépassement de la MOD.

Mais est-ce que la décompression deviendra dangereuse pour le plongeur s'il effectue ses paliers avec un temps de plongée estimé à l'air et s'il respire un mélange suroxygéné ?

Le fait d'écrire que l'incidence est la même si l'on ne vérifie pas le contenu de la bouteille ou si on ne règle pas l'ordinateur, est erroné.

Le cours théorique sur l'utilisation des mélanges Nitrox a toute son importance ici. Il ne serait pas aberrant de voir plonger quelqu'un avec un ordinateur réglé avec 40% d'O₂ et respirant un mélange comprenant 32% d'O₂. Toutes ses subtilités doivent être envisagées dans de tels cours.

MISE EN GARDE

NE PLONGEZ JAMAIS AVEC UN MÉLANGE SANS AVOIR PERSONNELLEMENT VÉRIFIÉ SON CONTENU ET SAISI LES POURCENTAGES CORRESPONDANTS DANS L'ORDINATEUR DE PLONGÉE !

Si vous ne vérifiez pas le contenu de la bouteille ou si vous ne réglez pas l'ordinateur sur le pourcentage d'O₂ approprié, les réglages donnés par l'instrument seront inexacts.

Idem.

Il n'est pas du tout dit que la non-vérification est très dangereuse. La notice se contente de dire que les réglages seront inexacts.

MISE EN GARDE

Plonger avec des mélanges d'air vous expose à des risques qui diffèrent des risques associés à la plongée à l'air standard. Ces risques ne sont pas évidents et il est nécessaire de suivre une formation spécifique pour les comprendre et les éviter. Ces risques comprennent des blessures graves voire mortelles.

Voyager en haute altitude peut temporairement provoquer une modification de l'équilibre de la pression d'azote dissout dans le corps. Il est recommandé d'attendre trois heures avant de plonger pour vous acclimater à la nouvelle altitude.

SI LE NIVEAU DE TOXICITÉ DE L'OXYGÈNE (OLF) SIGNALA QUE LE SEUIL MAXIMAL EST ATTEINT, VOUS DEVEZ IMMÉDIATEMENT PRENDRE DES MESURES POUR RÉDUIRE L'EXPOSITION À L'OXYGÈNE.

Ne rien faire pour réduire l'exposition à l'oxygène après le déclenchement de cette alerte risque d'accroître rapidement le risque de toxicité de l'oxygène et d'entraîner des conséquences graves voire mortelles.

Suunto recommande également de suivre une formation sur les techniques de plongée en apnée et sur la physiologie avant toute pratique de la plongée libre. Aucun ordinateur de plongée ne peut remplacer une formation de plongée appropriée. Une formation incomplète ou inadaptée risque d'amener le plongeur à commettre des erreurs pouvant entraîner des blessures graves voire mortelles.

Si plusieurs plongeurs utilisent l'ordinateur de plongée avec un émetteur sans fil, assurez-vous toujours que chaque plongeur utilise un code différent avant de commencer la plongée.

Les paramètres personnels P0 à P-2 augmentent les risques d'accidents de décompression pouvant entraîner des blessures corporelles graves voire mortelles.

L'utilisation du logiciel Suunto Dive Planner ne saurait se substituer à une formation de plongée adéquate. Plonger avec des mélanges gazeux génère des risques différents de ceux associés à une plongée à l'air. Les plongeurs utilisant du trimix, du triox, de l'héliox, du nitrox, voire l'ensemble de ces gaz, doivent être spécifiquement formés pour ce type de plongée.

**Adaptations des procédures de décompression par les plongeurs
Constats, conséquences et propositions de solutions**

Utilisez toujours des taux SAC et des valeurs de pressions de retour sécurisées pour la planification. Une planification trop optimiste ou erronée de la quantité de gaz peut conduire à une respiration non appropriée et à l'épuisement du plongeur dans les phases de décompression, ou lors de l'exploration de grottes ou d'épaves.

VÉRIFIEZ L'ÉTANCHÉITÉ DE L'INSTRUMENT !

L'instrument peut être gravement endommagé si de l'humidité pénètre à l'intérieur ou dans le logement de la pile. Seul un revendeur ou distributeur agréé par SUUNTO doit se charger des opérations d'entretien.

REMARQUE *Il n'est pas possible de commuter d'un mode à l'autre (AIR [Air], MIXED [Mélange] et GAUGE [Profondimètre]) avant l'expiration de la durée d'interdiction de vol. Il y a une exception à cette règle : vous pouvez passer du mode AIR (Air) au mode MIXED (Mélange) même pendant le décompte de la durée d'interdiction de vol.*

Pour cela, il faut considérer les plongées à l'air et au nitrox comme faisant partie de la même série de plongées, régler l'instrument en mode MIXED (Mélange) et modifier le mélange gazeux en conséquence.

En mode GAUGE (Profondimètre), la durée d'interdiction de vol est de 48 heures.

B - Premières pages du manuel d'utilisation de l'Uwatec Galileo Sol :

QUESTIONS DE SÉCURITÉ

Vous devez lire soigneusement et bien comprendre l'ensemble de ce manuel avant d'utiliser votre Galileo. La plongée comporte des risques inhérents à l'activité. Même en suivant les instructions de ce manuel d'une manière rigoureuse, il reste possible que vous puissiez être sérieusement blessé(e) ou mourir d'un accident de décompression, de toxicité de l'oxygène ou d'un autre risque inhérent à la plongée au Nitrox ou à l'air comprimé. Si vous n'avez pas pleinement conscience de ces risques et n'êtes pas prêt(e) à personnellement accepter et assumer la responsabilité de ces risques, n'utilisez pas Galileo.

Consignes d'utilisation de Galileo :

Les consignes suivantes d'utilisation de Galileo proviennent des recherches médicales les plus récentes et des recommandations de l'American Academy of Underwater Sciences, concernant la plongée avec ordinateurs de plongée.

Suivre ces consignes améliorera considérablement votre sécurité en plongée, mais ne peut pas garantir que vous ne puissiez pas avoir d'accident de décompression ou pâtir de toxicité de l'oxygène.

Galileo n'est conçu que pour les plongées à l'air comprimé (21 % de O₂) ou au Nitrox (22 à 100 % de O₂). N'utilisez pas Galileo pour les plongées avec d'autres mélanges gazeux.

Il est absolument nécessaire de vérifier le réglage du mélange avant chaque plongée et de le comparer avec celui qui est réellement utilisé. N'oubliez pas : un réglage incorrect peut être une source d'accident de décompression et/ou de toxicité de l'oxygène ! La différence maximale avec le mélange mesuré ne doit pas dépasser 1 % de O₂. Un mélange gazeux incorrect peut se révéler mortel !

N'utilisez Galileo qu'avec des appareils respiratoires à circuit ouvert.

N'utilisez Galileo que pour la plongée avec un appareil respiratoire autonome. Galileo n'est pas conçu pour les expositions de longue durée au Nitrox.

Respectez toujours les signaux d'alarme visuels et audibles. Évitez les situations de risque étendu qui sont marquées d'un signe d'avertissement dans ce manuel d'utilisation.

Galileo possède un avertissement de ppO₂. La limite par défaut est fixée à 1,4 bar pour la ppO₂max. Elle peut être réglée entre 1,2 et 1,6 bar.

Vérifiez fréquemment le « minuteur d'oxygène » (CNS O₂). Remontez et terminez la plongée si le CNS O₂ dépasse 75 %.

Ne plongez jamais plus profond que la profondeur maximum d'utilisation (MOD) correspondant au mélange gazeux utilisé.

Vérifiez toujours les limites de la plongée par rapport au contenu en oxygène et aux procédures de plongée sportive standard (accident de décompression, toxicité de l'oxygène).

Pour respecter les limites de profondeur recommandées par toutes les instances éducatives, ne plongez pas au-delà de 40 m.

Il y a une erreur de connaissance des règles de plongées françaises.

Le danger de narcose à l'azote (« ivresse des profondeurs ») doit être pris en considération. Galileo ne donne pas d'avertissement à ce sujet.

Lors de toutes les plongées, avec ou sans ordinateur, respectez un palier de sécurité d'au moins 3 minutes à 5 m.

Adaptations des procédures de décompression par les plongeurs Constats, conséquences et propositions de solutions

Tous les plongeurs qui utilisent des ordinateurs pour prévoir leurs plongées et indiquer ou déterminer leur statut vis-à-vis de la décompression doivent utiliser leur propre ordinateur, qu'ils emmènent avec eux lors de chaque plongée.

Si Galileo tombe en panne à un quelconque moment de la plongée, celle-ci doit être interrompue, et les procédures adéquates de remontée en surface (y compris une remontée lente avec un palier de sécurité de 3 à 5 minutes à 5 m) doivent être immédiatement mises en œuvre.

Cette recommandation est très simpliste et réductrice pour la sécurité.

Notre enseignement permet à nos plongeurs de palier à une telle panne en utilisant les tables, si l'on a pris soin de vérifier l'heure de départ avec sa montre et que régulièrement on s'informait de la profondeur maximale atteinte.

Imaginons une panne après une plongée de 45 mn à 25 m. La table nous donnerait 16 mn à 3 m.

Si le profil de la plongée n'est pas carré, l'ordinateur donnera peut-être un peu moins et on est encore loin de 5 mn à 5 m.

Respectez la vitesse de remontée et effectuez tous les paliers de décompression requis. Si l'ordinateur tombe en panne, quelle que soit la raison, vous devez remonter à une vitesse de 10 m par minute ou moins.

Quelle que soit la plongée, deux coéquipiers doivent suivre l'ordinateur de plongée le plus sécurisant des deux.

Ne plongez jamais sans coéquipier. Galileo ne se substitue pas à un coéquipier.

Ne faites que des plongées qui sont adaptées à votre niveau d'entraînement. Galileo n'augmente pas vos connaissances de la plongée.

Plongez toujours avec des instruments de secours. Lorsque vous plongez avec un ordinateur de plongée, vérifiez bien que vos instruments de secours comprennent un profondimètre, un manomètre immergeable, un compteur de temps d'immersion digital ou une montre de plongée, et que vous avez accès à des tables de décompression.

Pourquoi ne pas dire cela plus haut au lieu de dire de faire un palier de 5 mn à 5 m ?

Évitez de monter et de redescendre de façon répétée (plongée en yo-yo).

Évitez d'effectuer une lourde charge de travail lorsque vous êtes en profondeur.

Prévoyez les plongées de manière à ce qu'elles soient plus courtes lorsqu'elles sont effectuées en eau froide.

Après avoir terminé la décompression, ou à la fin d'une plongée sans palier, la dernière partie de la remontée doit être aussi lente que possible.

Vous DEVEZ être familiarisé(e) avec tous les signes et symptômes d'un accident de décompression avant d'utiliser Galileo ! Faites-vous IMMÉDIATEMENT soigner pour un accident de décompression si l'un de ces signes ou symptômes apparaissait après une plongée ! Il y a une corrélation directe entre l'efficacité du traitement et le temps passé entre l'apparition des symptômes et le traitement médical de l'accident de décompression.

Ne plongez en Nitrox qu'après avoir reçu une formation complète dans le cadre d'un organisme reconnu.

Plongées successives


Ne commencez pas votre plongée suivante avant que votre niveau de CNS O2% ne soit redescendu

**Adaptations des procédures de décompression par les plongeurs
Constats, conséquences et propositions de solutions**

en dessous de 40 %.

Lorsque vous plongez en Nitrox, faites bien attention à ce que votre intervalle de surface soit suffisamment long (comme pour la plongée à l'air comprimé). Prévoyez un intervalle de surface d'une durée minimale de deux heures. L'oxygène, lui aussi, requiert un temps suffisant pour être évacué.

Utilisez un mélange de gaz adapté à la plongée prévue.

N'essayez pas de faire une plongée successive si l'avertissement « no-dive »  est visible sur l'affichage.

Prévoyez un jour sans plongée par semaine.

Si vous devez changer d'ordinateur, attendez au moins 48 heures avant d'effectuer votre plongée suivante.

Plonger après une remise à zéro de la saturation restante peut vous mettre dans des situations potentiellement dangereuses qui pourraient aboutir à la mort ou à des blessures sérieuses. Après une remise à zéro de la saturation restante, ne plongez pas pendant au moins 48 heures.

Altitude et plongée

Ne plongez pas à des altitudes supérieures à 4000 mètres.

Après une plongée, ne montez pas à des altitudes que Galileo interdit par l'indicateur de la gamme d'altitudes autorisées.

Prendre l'avion après la plongée

- Après avoir plongé, attendez au moins 24 heures avant de prendre l'avion.

Remarque importante pour les personnes portant des stimulateurs cardiaques, des défibrillateurs ou autres appareils électroniques implantés. Les personnes qui ont un stimulateur cardiaque utilisent le Galileo UWATEC à leurs propres risques. Avant de commencer l'utilisation, nous recommandons un test à l'effort maximal sous surveillance d'un médecin. Ce test est destiné à garantir la sécurité et la fiabilité de l'utilisation simultanée d'un stimulateur cardiaque et de l'ordinateur de plongée Galileo.

L'instrument de plongée Galileo est un équipement personnel de sécurité qui respecte les normes de sécurité essentielles de la directive 89/686/CEE de l'Union Européenne. RINA SpA, Via Corsica 12, I-16128 Genoa, organisme notifié n°0474, a certifié la conformité avec les normes européennes EN 250:2000 et EN 13319:2000.

EN 250:2000 Équipement respiratoire – Appareils respiratoires - Appareils de plongée autonomes à air comprimé et à circuit ouvert – Exigences, essai, marquage (test de contrôle de pression).

EN13319:2000 Accessoires de plongée — Profondimètres et instruments combinant la mesure de la profondeur et du temps — Exigences fonctionnelles et de sécurité, méthodes d'essai. Toute information sur les obligations de décompression affichées par l'équipement bénéficiant de cette norme est explicitement exclue de sa portée.

C - Recommandations sur la lecture complète du manuel du Suunto D9tx

Suunto donne des indications sur les facteurs favorisant l'ADD.

Paramètre personnel

Certains facteurs personnels ayant une influence sur les accidents de décompression peuvent être anticipés et introduits dans le modèle de décompression. Ces facteurs varient selon les plongeurs et aussi selon les jours. Un paramètre personnel à cinq niveaux doit être utilisé si un plan de plongé plus sécurisé ou plus agressif est désiré.

Les facteurs personnels susceptibles d'augmenter les risques d'ADD comprennent, mais ne sont pas limités à :

- *l'exposition au froid : une température d'eau inférieure à 20°C (68°F)*
- *une condition physique en dessous de la moyenne*
- *la fatigue*
- *la déshydratation*
- *paramètres personnels en mode air/ean*
- *des antécédents d'accident de décompression*
- *le stress*
- *l'obésité*
- *une persistance du foramen ovale*
- *un effort pendant ou après la plongée*

Cette fonction permet d'introduire une certaine marge de sécurité par rapport à votre condition personnelle, en choisissant le paramètre adapté à l'aide de Tableau 4.7, « Réglages du paramètre personnel ». Dans des conditions idéales, conservez le paramètre par défaut (P0). Si les conditions sont plus difficiles ou s'il existe un risque élevé d'accident de décompression, sélectionnez P1 voire P2 (paramètre le plus sécurisé).

Pour les plongeurs les plus expérimentés, désireux de prendre davantage de risques et assumant pleinement leurs responsabilités quant à leur condition physique, le paramètre personnel peut être réglé sur deux valeurs négatives : P-2 et P-1. L'ordinateur de plongée ajuste alors automatiquement son modèle mathématique au paramètre personnel sélectionné, et donne des temps de décompression réduits..

MISE EN GARDE

Les paramètres personnels P0 à P-2 entraînent des risques plus élevés d'accidents de décompression pouvant entraîner des blessures corporelles graves voire mortelles.

Vitesse de remontée rapide (remontées d'urgence)

1. *Gardez votre calme et remontez immédiatement à une profondeur inférieure à 18 m (60 ft).*
2. *Vers 18 m (60 ft), réduisez votre vitesse de remontée pour atteindre 10 m (33 ft) par minute et remontez jusqu'à une profondeur comprise entre 3 et 6 m (20 et 10 ft).*
3. *Restez à cette profondeur aussi longtemps que votre autonomie en air vous le permet en toute sécurité. Après avoir refait surface, ne replongez pas pendant au moins 24 heures.*

Respect des paliers

Le passage en mode erreur est le résultat d'un non-respect des paliers de décompression, par exemple lorsque vous restez au-dessus de la profondeur plafond pendant plus de trois minutes. Pendant ces trois minutes, le texte « Er » est visible et l'alerte sonore se déclenche. Au-delà, l'ordinateur de plongée passe en mode erreur permanente.

Adaptations des procédures de décompression par les plongeurs Constats, conséquences et propositions de solutions

L'instrument continuera de fonctionner normalement si vous redescendez en dessous de la profondeur plafond avant la fin des trois minutes.

Lorsque l'ordinateur de plongée est en mode erreur permanente, seul le texte « Er » est visible au centre de l'affichage. L'ordinateur de plongée n'indique pas les heures de remontée ni les paliers. En revanche, tous les autres affichages fonctionnent comme avant pour vous fournir les informations nécessaires à votre remontée. Vous devez immédiatement remonter à une profondeur comprise entre 3 et 6 m (10 et 20 ft) et y rester jusqu'à ce que votre autonomie en air vous impose de refaire surface.

Une fois à la surface, abstenez-vous de plonger pendant au moins 48 heures. Tant que le mode erreur permanente est activé, le texte « Er » est visible au centre de l'affichage et le mode PLAN (Planning) est désactivé.

Paliers de décompression recommandés

Pour toute plongée effectuée à plus de 10 mètres, l'instrument déclenche un compte à rebours de trois minutes pour l'exécution d'un palier de décompression recommandé entre 3 et 6 m (10 et 20 ft). L'instrument affiche alors le texte « STOP » et un compte à rebours de trois minutes est visible au centre de l'affichage à la place du temps d'immersion sans décompression.

LORSQUE STOP (PALIER) EST AFFICHE, EFFECTUER UN PALIER DE SECURITE RECOMMANDE DE 3 MINUTES.

REMARQUE Le palier de décompression recommandé, comme son nom l'indique, est recommandé. S'il n'est pas effectué, il n'y a pas de pénalité supplémentaire sur les temps de surface et les plongées suivantes.

Paliers profonds

Le modèle RGBM de Suunto calcule par itération les paliers profonds en plaçant le premier palier à mi-chemin entre la profondeur maximale et la profondeur plafond. Une fois le premier palier profond effectué, un autre palier profond se déclenche à mi-chemin du plafond et ainsi de suite jusqu'à atteindre le plafond.

L'activation des paliers profonds ne désactive pas les paliers de décompression recommandés.

Les paliers de décompression obligatoires, causés par exemple par des violations continues des vitesses de remontée, continuent d'être affichés.

L'ordinateur de plongée ne passe pas en mode erreur suite à un non-respect d'un palier profond. Cependant, un temps de pénalité est ajouté à la décompression suivante.

Mer agitée

Lorsque la mer est agitée, il peut être difficile de se maintenir à une profondeur constante près de la surface. Dans ce cas, il est plus facile de se tenir plus bas que la profondeur plafond pour vous assurer que les vagues ne vous soulèveront pas au-dessus du plafond. Suunto recommande d'effectuer vos paliers de décompression à une profondeur supérieure à 4 m (13 ft), même si le plafond indiqué est moins profond.

REMARQUE Les temps de palier seront plus longs et la consommation en air plus importante lorsque la décompression est effectuée en dessous du plafond.

MISE EN GARDE

NE REMONTEZ JAMAIS AU-DESSUS DE LA PROFONDEUR PLAFOND ! Vous ne devez jamais remonter au-dessus du plafond lorsque vous effectuez vos paliers. Pour éviter de le faire par inadvertance, il est recommandé de se tenir légèrement en dessous du plafond.

Temps de remontée

VOTRE TEMPS DE REMONTÉE RÉEL PEUT ÊTRE PLUS LONG QUE CELUI INDIQUÉ PAR L'INSTRUMENT ! Le temps de remontée augmente si vous :

- continuez à évoluer en profondeur
 - remontez à une vitesse inférieure à 10 m/min (33 ft/min) ou
 - effectuez votre palier de décompression en dessous du plafond
- Ces facteurs augmenteront également la quantité d'air nécessaire pour atteindre la surface.

Respecter le temps avant envol ou monter en altitude

En mode DIVE (Plongée), la durée d'interdiction de vol est visible au centre de l'affichage à côté du symbole en forme d'avion. En mode TIME (Heure), ce symbole se trouve dans l'angle supérieur gauche. Tout voyage en avion ou déplacement en altitude doit être évité tant que cette durée ne s'est pas écoulée.

La durée d'interdiction de vol est toujours d'au moins 12 heures ou égale au temps de désaturation (si celui-ci dépasse 12 heures). Pour des temps de désaturation inférieurs à 70 minutes, aucune durée d'interdiction de vol n'est donnée.

En mode Erreur permanente et en mode FREE (Libre), la durée d'interdiction de vol est de 48 heures.

Aucune précision concernant les recommandations suivantes dans le manuel du Suunto.

Ne pas faire plus de 2 plongées par jour

Eviter les profils inversés

Ne pas dépasser la profondeur maximum de l'appareil

Plongée au-delà d'une altitude de 4000 m

Eviter les profils yoyo

Ne pas remonter rapidement entre les paliers

Ne pas remonter rapidement du palier de 3m à la surface

Ne pas faire d'effort important après la plongée

Froid, conso et essoufflement

D - Recommandations sur la lecture complète du manuel de l'Uwatec Galileo Sol

Vitesse de remontée rapide.

Une vitesse de remontée supérieure à 110% de la valeur réelle, fait apparaître le message « REMONTEE TROP RAPIDE ».

Dans le cas d'une remontée rapide, Galileo peut demander un palier de décompression même à l'intérieur de la phase de plongée sans palier, du fait du danger de formation de microbulles. Une remontée rapide depuis une grande profondeur peut provoquer une plus grande saturation des tissus et une augmentation à la fois du temps de décompression et du temps total de remontée.

A faible profondeur, une remontée lente peut raccourcir la durée de la décompression.

Des vitesses de remontée excessives pendant des périodes longues seront indiquées dans le carnet de plongée.

Respect des paliers

*Le message d'alarme **PALIER DÉCO IGNORÉ !** est affiché pendant 12 secondes au bas de l'écran et la profondeur est indiquée en couleurs inversées (blanc sur fond noir) tant que le plongeur reste au-dessus de la profondeur du palier requis. Le signal sonore persiste jusqu'à ce que le plongeur descende à la profondeur requise ou plus profond.*

Plongée au-delà d'une altitude de 4000 m

Il passe en mode profondimètre et arrête les fonctions de calcul de décompression.

Ne pas dépasser la profondeur maximum de l'appareil

Limite admissible de 330 m

Au-delà de 120 m, il passe en mode profondimètre et arrête les fonctions de calcul de décompression.

Respecter le temps avant envol ou monter en altitude

Aller en altitude, de même que prendre l'avion après une plongée, expose votre corps à une pression ambiante réduite. D'une certaine façon comme pour le temps d'interdiction de vol, Galileo vous dit quelles plages d'altitude sont sûres après une plongée et lesquelles ne le sont pas.

Si vous devez atteindre une altitude qui d'après Galiléo est incompatible avec vos niveaux actuels d'azote résiduel, il vous avertira par une alarme d'altitude.

Aucune précision concernant les recommandations suivantes dans le manuel de l'Uwatec.

Temps de remontée

Ne pas faire plus de 2 plongées par jour

Eviter les profils inversés

Eviter les profils yoyo

Ne pas remonter rapidement entre les paliers

Ne pas remonter rapidement du palier de 3m à la surface

Ne pas faire d'effort important après la plongée

Froid, conso et essoufflement

Il est important de noter que 2 plongeurs utilisant l'un le Suunto D9tx et l'autre l'Uwatec Galileo Sol, n'auront pas du tout les mêmes informations et surtout les mêmes recommandations et mises en garde de sécurité, en ne lisant que la notice d'utilisation.

La notice du Suunto apporte beaucoup de précisions et de mise en garde tandis que la notice de l'Uwatec reste très sommaire.

Est-ce un choix d'Uwatec qui partirait du principe que le plongeur a eu une sérieuse formation en amont ?