



LES PROCESSUS DE DECOMPRESSION:

PARTIE 3 :

ORGANISATION DES PLONGEES A L'ORDINATEUR

Octobre 2008

LISTE DES MODIFICATIONS

Ind.	date	page/paragraphe concerné	objet de la révision
0	25/10/08	toutes	édition originale

Table des matières

0.0 Introduction

1.0 Définitions

- 1.1 Profil « yoyo »
- 1.2 Profil « border line »
- 1.3 Profil inversé
- 1.4 Moyen de décompression de secours ou backup
- 1.5 Quelques termes utilisés

2.0 La décompression en pratique

- 2.1 Profondeurs limite
- 2.2 Planification
- 2.3 Débriefing
- 2.4 Plongée dans la courbe sans palier (no-déco)
- 2.5 Plongée avec décompression légère
- 2.6 Plongée avec décompression lourde

3.0 Facteurs de conservatisme

- 3.1 Qu'est-ce qu'un facteur de conservatisme ?
- 3.2 Choix du facteur de conservatisme
- 3.3 Moyen commun à tous les procédés
- 3.4 Moyen applicable aux tables
- 3.5 Moyens applicables aux ordinateurs

4.0 Protocoles d'exception

- 4.1 Règles d'exception
- 4.2 Moyens de décompression différents au sein d'une même palanquée

5.0 Tables Lifras étendues

0.0 INTRODUCTION

Les ordinateurs de plongée font partie de l'équipement de la très grande majorité des plongeurs, et ce depuis plus d'une dizaine d'année.

L'utilisation d'un ordinateur n'est pas une excuse pour s'arrêter de réfléchir

Sans renier les nombreux avantages de l'ordinateur, il est utile de rappeler que son utilisation comporte quelques limitations.

- L'ordinateur ne génère pas le même niveau de questions, réflexions et discussions que des tables ou des logiciels de décompression.
- Pour des considérations de secret commercial, les constructeurs ne font pas preuve de transparence sur les algorithmes de décompression utilisés ou les méthodes et résultats qui ont servi de validation,
- Rares sont les modèles permettant de planifier valablement et en un coup d'œil la décompression,
- Certains modèles deviennent très délicats à utiliser (ou inutilisables) lorsqu'un palier est transgressé.
- Lorsqu'il est accidentellement configuré en mode profondimètre, lorsque plusieurs gaz différents sont utilisés, ils peuvent entraîner des erreurs parfois gravissimes par mauvaise manipulation ou paramétrisation (mauvais % d'oxygène, sonde mal appariée, etc.).

Enfin, l'ordinateur induit une certaine dépendance (on ne sait plus plonger sans lui) avec perte progressive de la capacité d'utiliser à bon escient une table, surtout lorsqu'une crise se présente.

Ils sont à la croisée du matériel, de l'organisation et de la décompression. L'aspect strictement organisationnel sera seul traité ici, de larges extraits du document REVOD ayant été utilisés.

Nous avons vu dans les cours précédents quelles sont les limites des modèles néo-haldaniens utilisés.

En résumé :

- Le phénomène est complexe, difficile à appréhender,
- Une simplification a conduit à l'élaboration d'un modèle de calcul plus qu'un modèle représentant la réalité,
- Ce modèle se base sur un ensemble d'hypothèses souvent fausses,
- Ce modèle est utilisé depuis des centaines de miler de plongée avec un relatif succès.

Pour les autres aspects, le lecteur se réfèrera aux cours édités par la Commission Scientifique section décompression :

- Partie 1 : modélisation haldanienne du processus de décompression
- Partie 2 : les ordinateurs de plongée

L'auteur remercie les lecteurs pour tous les commentaires qu'ils apporteront, ce qui permettra d'améliorer la transmission du message.

Didier Arts

easy.engine@skynet.be

novembre 2008

1.0 Définitions

1.1 Profil yoyo

Bien que souvent mentionné, le profil « yoyo » n'est pas défini ni dans les manuels ni dans la littérature. Voici une proposition de définition très générale.

Le profil « yoyo » est un profil de plongée où la profondeur d'évolution varie vers le haut et vers le bas plusieurs fois fortement dans un délai court.

Le phénomène est d'autant plus important que :

- le nombre de ces montées / descentes est important,
- l'amplitude (la différence entre le bas et le haut) du mouvement est grande,
- les vitesses de montée / descente sont importantes,
- le mouvement se fait à proximité de la surface,
- le mouvement se fait en fin de plongée.

La plongée yoyo est une catastrophe pour les algorithmes haldaniens, car « en moyenne » la profondeur est plus ou moins constante, de telle sorte qu'ils ne peuvent que donner un résultat « moyen ». Le plus grand danger est évidemment lorsqu'on se trouve rapidement à la plus faible profondeur sans que la machine ait pu « suivre ».

Suite à essais indépendants, il a été démontré que la succession de ces profils accumule les « retards » de la machine, de sorte qu'au bout d'un certain temps les indications -bien que présentes- ne sont plus en correspondance avec la réalité.

Il a été prouvé qu'aucune machine ne donne actuellement une bonne réponse à ce type de profil. A l'utilisateur à donc agir en connaissance de cause.

1.2 Profil « border line »

Le profil « border line » n'est pas défini non plus. Ici aussi, une définition générale est proposée.

Nous avons vu qu'un ordinateur de plongée calcule à tout moment quel est l'écart entre la pression partielle d'azote existante dans une série de « boîtes » (les compartiments) et la limite à ne pas dépasser pour chacune d'elle. Nous avons vu qu'elle affiche le résultat du calcul sous forme d'un temps à ne pas dépasser pour le seul compartiment le plus critique.

Une plongée « border line » consiste à réaliser un profil de plongée qui maintient le temps sans palier affiché (NDL) à la limite du zéro ou proche de cette valeur.

Pourquoi est-ce dangereux ?

Pour plusieurs raisons liées au fonctionnement même de la machine, l'affichage du résultat final peut être retardé, de sorte que l'indication affichée est en retard avec la réalité. En clair, on a quitté la zone de plongée sans palier depuis un certain temps sans que l'affichage n'en avertisse le plongeur.

Les ordinateurs de plongée ne tiennent compte que du tissu directeur pour générer leurs instructions. En travaillant à la limite, il n'est pas exclu -voire fort probable- qu'un autre compartiment devienne critique (directeur), mais ne soit pas (encore) considéré comme tel et donc traité par la machine.

Tant que la surface n'est pas rejointe, ces autres compartiments peuvent ne pas être critiques. Mais ce pourrait devenir le cas en surface, car la limite de sursaturation y est plus faible.

En outre, on travaille alors à la limite de ce que le modèle autorise, sans aucune marge. Si par hasard une des hypothèses prévalant n'est pas respectée, on quitte le domaine de validité.

Quelle marge conserver entre un profil « sans palier » et « border line », puisque les deux sont semblables ?

Le temps sans palier dépend de la profondeur d'évolution. A grande profondeur (par exemple aux alentours de 50 m), ce temps peut se réduire à quelques minutes (de l'ordre de 6...8 minutes). A plus faible profondeur (par exemple aux alentours de 20 m), le temps sans palier est plus important (il peut être de l'ordre de 180 minutes).

Un profil qui n'est plus « border line » laisse à tout moment une marge significative entre le temps passé à une profondeur déterminée et le temps sans palier affiché à cette profondeur.

1.3 Profil inversé (RDP : reverse dive profile)

La définition du profil inversé ne fait pas l'objet d'une unanimité, ni son aspect dangereux.

On distingue néanmoins deux types :

1. une progression à plus basse profondeur vers la fin de la plongée qu'au début,
2. une plongée successive à plus basse profondeur que la précédente.

Pour le profil (1), il y a un consensus net : la plus grande profondeur doit être rejointe au plus vite, et en début de plongée.

Il n'existe actuellement aucun consensus quant à la nécessité -ou non- de réduire la profondeur lors des plongées successives.

Un profil inversé consiste à effectuer une plongée successive à une profondeur supérieure à la plongée précédente.

Historiquement, il ne semble pas y avoir d'interdiction des plongées inversées, effectuées régulièrement dans le cadre de la plongée loisir, scientifique, professionnelle ou militaire sans incident.

L'interdiction des plongées inversées les agences de formation de la plongée loisir n'est, de toute évidence, pas fondée sur des données probantes permettant de conclure qu'il existe un risque d'ADD propre à ces profils dans le cadre de la plongée de type 'loisir' dans la courbe de non-palier, mais plutôt sur des procédures héritées du passé.

Un groupe de travail regroupant des spécialistes de la décompression concluait en 1999 qu'il n'y avait pas de raison valable pour interdire les profils inversés pour autant que :

- les plongées effectuées soient moins profondes que 40 msw,
- que la différence de profondeur entre les deux plongées soit inférieure à 12 msw.

Cependant, ces indications doivent être appréciées en fonction de leur contexte. En effet, outre le fait que les données statistiques les concernant sont relativement biaisées par la petite taille de leur échantillon, la grosse majorité des plongées loisirs analysées par ce groupe de travail concerne des plongées peu profondes dans la courbe de non-palier et dans des mers pour la plupart chaudes et claires.

1.4 Moyen de décompression principal

Le moyen de décompression choisi doit permettre une planification précise des paramètres de la décompression envisagée (temps de remontée, profondeur et durée de chacun des paliers).

Tous les moyens de décompression répondant aux profils de la plongée envisagée sont acceptables. Il peut s'agir :

- d'une table de plongée associée aux moyens de mesure du temps et de la profondeur,
- d'un ordinateur de plongée,
- d'une plaquette reprenant les calculs effectués par un logiciel de décompression (run time) associée aux moyens de mesure du temps et de la profondeur.

1.4 Moyen de décompression de secours ou de backup

L'ordinateur est la deuxième cause la plus fréquente d'un problème de matériel après le masque. Le plongeur est 20 fois plus susceptible d'avoir un problème d'ordinateur que de détendeur.

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

La validité effective du « backup » est laissée sous l'entière responsabilité du plongeur.

Le moyen de décompression de secours :

- est un moyen de décompression indépendant alternatif,
- devant être disponible et utilisable à tout moment de la plongée.

A titre indicatif, ce moyen de décompression de secours peut être notamment:

- une table associée à un moyen de mesure du temps et de la profondeur,
- un ordinateur, représentant correctement l'état de saturation du plongeur (le plus simple, mais le plus coûteux),
- un tableau temps/profondeur/paliers (run-time) issu d'un programme de calcul et reporté sur une plaquette associé à un moyen de mesure du temps et de la profondeur,
- une plaquette reprenant la planification d'un ordinateur utilisé comme moyen de décompression primaire associé à un moyen de mesure du temps et de la profondeur,
- en plongée no-déco, le moyen de décompression primaire d'un compagnon s'il représente correctement l'état de saturation du plongeur considéré.

Le plus simple, c'est évidemment d'emporter -solution de grand luxe- une seconde machine capable d'assurer la relève, l'hypothèse d'une double défaillance étant faiblement probable (sauf si les machines ont le même âge...).

Le moyen le plus économique (en terme de matériel) est de s'en remettre aux tables. Cette procédure se heurte au fait que les tables considèrent souvent des plongées de type « carré » à un seul niveau. Dès lors, le temps qu'il faudrait considérer peut conduire à des situations ingérables (temps demandé dépassant la réserve d'air, information non disponible, ...).

Entre les deux, que choisir et surtout, comment faire ?

C'est ici que doit intervenir (à sec) la planification et l'établissement d'une enveloppe temps / profondeur maximale. Cette planification peut se faire au départ d'une simulation sur la machine et l'inscription sur une plaquette des profondeurs et temps des différents paliers. Il reste prudent de prévoir, dans le même esprit, un profil avec une profondeur supérieure « au cas où ».

S'en remettre à un compagnon peut être correct ou aléatoire, car son état de saturation peut être notablement différent.

On perçoit que la validité effective d'un backup dépend du type de plongée envisagé.

Si par exemple il s'agit d'une plongée unitaire sans palier effectuée par deux plongeurs sans saturation initiale, la procédure sera plus simple que pour une plongée à palier au beau milieu d'une croisière avec un compagnon dont la saturation n'est pas connue, saturation gérée par une machine différente de la vôtre.

Le choix du moyen de décompression de secours dépendra notamment :

- de la complexité du profil (classique : carré, complexe : multi niveau, triangle,...),
- de la zone de décompression (dans la courbe, légère, lourde),
- du type de plongée (unitaire ou successive).

1.5 Quelques termes utiles

Logiciel de décompression

Un logiciel de décompression est tout logiciel permettant de calculer sur un calculateur digital l'ensemble des paramètres utilisateur de la décompression d'une plongée (vitesse de remontée, niveau des paliers et durée de ceux-ci, etc.) établi à partir d'une simulation à sec.

MDD

Maximum Dive Depth (profondeur maximale de la plongée)

NDL

No Decompression Limit (temps sans décompression) C'est le temps que l'on peut passer à une profondeur donnée sans avoir de palier de décompression obligatoire.

NFT

No Flight Time (temps avant vol) C'est le temps qu'il faut attendre avant de prendre un avion, le plus souvent à cabine pressurisée.

Palier de surface

Un palier de surface est une simple phase de repos en surface au moment où le plongeur est le plus proche de la sursaturation critique.

RBT

Remaining Bottom Time (temps restant au fond) C'est le temps qu'il est possible de passer à la profondeur actuelle tout en ayant suffisamment de réserve de gaz pour faire une remontée en toute sécurité et atteindre la surface avec la réserve établie de la bouteille.

TAT

Temps total de remontée (Total Ascend Time), le temps nécessaire pour remonter de la profondeur actuelle à la surface

TTS

Time To Surface (Temps total vers la surface) C'est le temps nécessaire pour rejoindre la surface. Il comprend les temps de remontée et de la décompression.

2.0 La décompression en pratique

2.1 Profondeurs limite

à l'air :

La LIFRAS recommande de ne dépasser la profondeur de **60 m** lors de l'utilisation de l'air comme gaz fond, tenant compte des risques plus importants de narcose à l'azote au-delà de cette profondeur.

aux mélanges :

La LIFRAS recommande de ne dépasser la pression partielle d'oxygène de **1,6 bar** lors de l'utilisation d'un mélange autre que l'air (Oxygène et Nitrox).

2.2 Planification de la décompression

La planification de la décompression doit permettre d'organiser les plongées avec ou sans décompression, ceci quels que soient les moyens de décompression présents dans la palanquée.

On distingue la planification :

- à sec (préparation) – planification statique,
- sous eau (gestion) – planification dynamique.

Les différents aspects présentés par les moyens de décompression adoptés seront examinés, comme par exemple :

- exposé du choix des moyens de décompression primaire et de secours,
- l'état de saturation au moment de la planification (indice table, temps de désaturation restant, etc...),
- l'impact sur la profondeur et la durée des paliers (paliers profonds, plafonds de décompression, pas de palier à 3 m, etc.),
- les vitesses de remontée (constante ou dégressive) préconisées,
- les paliers non obligatoires souhaités ou indiqués par le moyen de décompression sélectionné, les paliers profonds, la décompression par palier ou suivant un plafond, etc.
- le type d'eau (eau douce ou eau de mer) qui calibrera l'affichage de la profondeur,
- la concentration en oxygène des mélanges choisis (si gestion multi-gaz, Air/Nitrox), en particulier en plongée avec des paliers au Nitrox ou à l'oxygène pur,
- la plage d'altitude (le cas échéant),
- les impositions du moyen de décompression de secours pour rester dans ses possibilités,
- la définition du profil adopté, de la profondeur maximale, du temps de remontée total (TTS) et des paliers prévus ou maximaux admis,
- Les signes pour indiquer les éléments prévus lors de la planification dynamique (indication des différents paramètres),
- La gestion d'un dépassement accidentel d'un paramètre important (temps, profondeur, réserve d'air,...)

Il arrive couramment que les machines récentes d'entrée de gamme ne présentent plus la possibilité d'établir une planification des plongées à palier ou au-delà de 40 m. L'absence d'outil de planification n'exonère pas la planification de la plongée. D'autre part, la planification à sec ne résout pas tout.

En effet l'impact de la prise en compte par l'ordinateur de différents paramètres (effort, rythme cardiaque, température, consommation, profil réel) n'apparaîtra pas lors de la planification à sec. Rares sont les modèles permettant de planifier valablement et en un coup d'œil la décompression,

Dès lors, il est indispensable d'établir des points de repères au cours de la plongée qui permettront d'assurer un retour en surface correct (paliers effectués et réserve de gaz respirable suffisante).

Il reste donc important, au cours de la plongée, de vérifier régulièrement les paramètres indiqués par l'ordinateur et les comparer aux éléments décidés lors du briefing.

On parlera alors d'une planification dynamique qui reposera sur la fixation d'une série de critères qui conditionneront en temps réel la suite de la plongée.

2.3 Débriefing

A l'issue de la plongée, les paramètres de la plongée (heure de sortie, temps total, profondeur maxi, durée et profondeur du palier de sécurité, indice éventuel) sont précisés.

Il est conseillé de noter dans le log-book le temps avant de pouvoir prendre l'avion et le temps total de décompression donné par le dispositif de décompression.

2.4 Plongée 'dans la courbe sans palier' (no-déco)

2.4.1 Définition

Une plongée 'dans la courbe non palier' ou (no-déco) est une plongée ne nécessitant pas de décompression obligatoire, permettant à tout instant une remontée à vitesse prescrite sans arrêt imposé jusqu'à la surface. La décompression de ce type de plongée ne nécessite pas de palier obligatoire.

Cette plongée est effectuée dans la courbe de remontée sans palier, établie à partir du moyen de décompression le plus pénalisant de la palanquée. Elle se clôture lorsque les conditions le permettent, par un palier de dit de sécurité de 5 min à 5 m.

2.4.2 Moyens de décompression primaire

Tous les moyens de décompression répondant aux profils de la plongée envisagée sont acceptables. Il peut s'agir :

- d'une table de plongée no-déco associée aux moyens de mesure du temps et de la profondeur,
- d'un ordinateur de plongée,
- d'une plaquette reprenant les calculs effectués par un logiciel de décompression (run time) associé aux moyens de mesure du temps et de la profondeur.

2.4.3 Moyens de décompression de secours

Le moyen de secours répondra à tout instant à la panne et/ou la perte du moyen de décompression primaire.

Il peut aussi s'agir du moyen de décompression primaire d'un autre membre de la palanquée pour autant qu'il représente adéquatement sa saturation.

2.4.4 Planification (de la décompression)

Les points suivants concernant la décompression seront abordés, en supplément des points usuels :

- basculement vers le moyen de décompression de secours de la palanquée d'un des membres de la palanquée et les conséquences pour la décompression de toute la palanquée

2.4.5 Plongées répétitives

Les plongées répétitives sont permises seulement pour les plongées sans décompression obligatoire.

Par plongées répétitives, on entend plus de deux plongées par période de 24 heures. L'ensemble des plongées sur cette période doit impérativement se situer dans la courbe de non palier et chaque plongée sera espacée d'un intervalle minimum de 2 heures. Les plongées seront sans incident.

De plus, il convient :

- d'observer 12 heures entre la sortie de la dernière plongée répétitive et la première plongée du jour suivant,
- de rester particulièrement attentif au profil de plongée, d'effectuer la partie la plus profonde de chaque plongée au début de celle-ci,
- d'accorder une attention particulière au respect de la vitesse de remontée (tel que prescrit par le moyen de décompression utilisé),
- d'effectuer un palier de sécurité de 5 minutes à 5 mètres à l'issue de chaque plongée,
- d'être particulièrement vigilant aux problèmes d'hydratation, de fatigue et de confort thermique,
- d'attendre un délai de minimum 24 heures (ou plus, selon les instructions du moyen de décompression)

Il est recommandé de ne pas effectuer plus de 2 journées comportant des plongées répétitives par période de 5 jours (et d'observer un jour de repos par 5 jours de plongées).

2.5 Plongée avec décompression légère.

2.5.1 Définition

Une plongée avec décompression légère est une plongée nécessitant une décompression obligatoire répondant aux critères suivants :

- le TTS est inférieur au temps fond,
- le TTS n'excède pas 20 minutes.

L'utilisation de cette technique requiert une formation à la décompression de base incluse dans le cursus LIFRAS actuel.

2.5.2 Moyens de décompression primaires

Tous les moyens de décompression répondant aux profils de la plongée envisagée sont acceptables. Il peut s'agir :

- d'une table de plongée associée aux moyens de mesure du temps et de la profondeur,
- d'un ordinateur de plongée,
- d'une plaquette reprenant les calculs effectués par un logiciel de décompression (run time) associée aux moyens de mesure du temps et de la profondeur

2.5.3 Moyens de décompression de secours

Le moyen de secours répondra à tout instant à la panne et/ou la perte du moyen de décompression primaire. Il donnera une solution acceptable en toutes circonstances.

2.5.4 Planification (de la décompression)

Les points supplémentaires suivants seront abordés :

- détermination de moyens de communication spécifiques à la décompression (signes au sein de la palanquée),
- explication claire des moyens de décompression primaire et de secours pour chaque membre de la palanquée et des indications des différents paramètres,
- décision ou non de l'adoption d'un palier profond et vérification des implications,

Les conséquences d'une modification du profil en cours de plongée seront discutées : par exemple,

- un profil de plongée différent de ce qui est prévu,
- le basculement vers le moyen de décompression de secours de la palanquée d'un des membres de la palanquée et les conséquences pour la décompression de toute la palanquée,

Il peut s'avérer utile de se munir d'une plaquette/crayon pour communiquer sous l'eau, noter des paramètres pour le moyen de décompression de secours, etc.

2.6 Plongée avec décompression lourde

2.6.1 Définition

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

- le TTS est supérieur au temps fond,
- le TTS excède 20 minutes,

Sa pratique requiert une formation spécifique.

2.6.2 Moyens de décompression primaires

On utilisera un moyen de décompression parmi tous les moyens de décompression disponibles pouvant répondre aux profils de la plongée envisagée. Il pourra s'agir d'une table de plongée associée à un profondimètre et un chronomètre (ou tout autre appareil donnant ces informations), d'un ordinateur de plongée ou d'une plaquette reprenant les calculs effectués par un logiciel de décompression (run time) associée à un profondimètre et un chronomètre (ou tout autre appareil donnant ces informations), tous dans leur limite d'utilisation.

2.6.3 Moyens de décompression de secours

Pour ce type de plongée, le moyen de décompression de secours sera personnel et devra être utilisable dans tous les cas de figure. Il pourra s'agir d'une table de plongée (avec mesure du temps et de la profondeur), de plaquettes reprenant les calculs effectués avec un logiciel de décompression ou d'un ordinateur de plongée pouvant gérer la décompression de la plongée envisagée. Il sera tenu compte des limites d'utilisation de ces moyens de secours lors de la planification de la plongée.

2.6.4 Planification

La planification occupe ici une place de première importance. Réalisée avec la plus grande rigueur, elle s'attachera à invoquer les aspects de décompression mais également ceux de l'autonomie en gaz.

Il est conseillé de prévoir la possibilité du dépassement de la profondeur comme du temps initialement prévu. La planification de la décompression pourra se faire avec les outils habituels de planification : tables de plongée, logiciel de décompression et/ou du mode planification de l'ordinateur de plongée qui sera utilisé lors de la plongée en respectant leurs limites d'utilisations.

La réalisation de paliers profonds facultatifs, que proposent la plupart des ordinateurs actuels devra avoir été discutée.

Pour ce qui est de la planification de l'autonomie en gaz, l'utilisation d'une consommation personnelle conservative pour chaque plongeur et d'une bonne réserve de gaz est recommandée. Certains recommandent même de sortir de l'eau avec le tiers du gaz emporté.

Lors de l'utilisation de gaz suroxygéné pour la décompression, il est recommandé de prévoir le cas de perte de ce gaz.

Le briefing de plongée s'attachera à rappeler toutes les règles de sécurité qui s'appliquent à la plongée envisagée. Il insistera aussi sur le strict respect du plan de plongée issu de la planification.

Des signes seront définis avec la sécurité surface pour indiquer une demande d'aide des plongeurs sans qu'il soit nécessaire de faire surface (parachute jaune par exemple). Le signe appellera un comportement de la sécurité surface qui aura été défini avant l'immersion

Pour ce type de plongée, la planification et le moyen de décompression de secours sont de première importance et inclut :

- planification de la plongée prévue,
- détermination des moyens de communication spécifiques à la décompression,
- planification de la plongée avec dépassement du temps et/ou de la profondeur,
- gestion dynamique de la réserve de gaz respirable(s),
- gaz de décompression et procédure d'utilisation,
- situation conduisant à l'arrêt de la plongée.

3.0 Facteurs de conservatisme

3.1 Qu'est-ce qu'un facteur de conservatisme ?

Nous ne sommes pas égaux devant l'ADD. Dans certaines machines, il est possible de diminuer les limites admises.

Appliquer une limite plus stricte n'est pas un moyen absolu de se prémunir contre un accident de décompression et certainement pas un moyen de couvrir une ou des circonstances inacceptables. Une mesure de conservatisme ne dispense en rien d'une bonne hygiène de vie, d'une condition physique adéquate, d'une absence de fatigue, d'une gestion correcte des profils et des intervalles.

3.2 Choix du facteur de conservatisme

Un facteur de conservatisme est choisi pour la sécurité supplémentaire qu'il procure. Il sera comparé aux contraintes supplémentaires encourues par un prolongement du temps total d'immersion, les moyens engagés pour la plongée, ainsi que l'inconfort ou la fatigue qu'il occasionne.

Le prolongement des paliers qui en découle peut aussi entraîner des exigences plus importantes tant au niveau de la capacité d'effectuer ses palier (temps, profondeur et matériel), de la surveillance en surface qu'en gaz disponible et en confort thermique.

Le niveau de conservatisme choisi sera un savant mélange de la crainte personnelle du risque d'ADD, d'une recommandation d'expert et d'une panoplie d'autres facteurs objectifs ou non.

Le choix du facteur de conservatisme doit tenir compte des conséquences qui en découlent (profil de plongée, moyens matériels (gaz, sécurité, secours) et des circonstances (conditions météo, la houle, courant, niveau des plongeurs, lieu de plongée, instructions du responsable de la sortie). Il doit être compatible avec les autres moyens de décompression au sein de la palanquée. La planification puis le briefing expliciteront la procédure de décompression.

Le choix du niveau de conservatisme est une technique qui s'acquiert et se maintient par l'expérience. Il n'est pas interdit de se baser sur la documentation disponible, ainsi que sur l'expérience et les conseils d'utilisateurs expérimentés.

3.3 Moyens communs à tous les moyens de décompression :

- Plonger dans la courbe de non-palier
- ralentir la vitesse de remontée le plus possible dans les 5 derniers mètres (3 à 5 m/min),
- effectuer un palier de surface de 3 à 5 minutes (si les conditions le permettent),
- plonger avec un mélange Nitrox et choisir une décompression air,
- effectuer les paliers obligatoires avec un mélange suroxygéné,
- effectuer un palier de sécurité de 5 min à 5 m pour des profils dans la courbe de non-palier,
- limiter le nombre de plongées répétitives,
- maximiser l'intervalle de surface (minimum 2h).

3.4 Moyens applicables aux tables :

- calculer le profil avec une profondeur ou un temps supérieur à la réalité,
- appliquer un facteur de sécurité basé sur le temps fond en calculant le profil avec un temps fond plus long que la réalité (ex. prendre le temps supérieur),
- appliquer un facteur de sécurité soit sur l'indice pour le calcul de la successive (prendre la lettre suivante alphabétiquement) soit en prenant la pénalité supérieure.

3.5 Moyens applicables aux ordinateurs

- sélectionner un paramètre prédéfini de conservatisme principal plus élevé,
- sélectionner s'ils existent des paramètres de conservatisme secondaire plus élevé (effet de la température, de la consommation de gaz, du rythme cardiaque, PpO2 max, ...).

4 Protocoles particuliers

4.1 Règles d'exception

Certains constructeurs d'ordinateur ont repris un nombre plus ou moins complet de procédures d'urgence, qui peuvent être soit gérées directement par l'ordinateur, soit indiquées dans le manuel d'utilisation. En cas d'absence d'instruction, l'utilisateur peut se référer aux procédures d'urgence de son moyen de secours de décompression, ou aux règles d'exception LIFRAS 1994.

4.2 Moyens de décompression différents au sein d'une même palanquée

4.2.1 Généralités

On trouve régulièrement au sein d'une palanquée des plongeurs utilisant des moyens de décompression différents (tables ou surtout ordinateurs de différents). La planification à sec doit gérer cette situation pour éviter toute crise dans l'eau.

Les contraintes à respecter sont les suivantes :

- la palanquée doit rester groupée pendant toute la plongée, y compris pendant les phases de remontée et de paliers éventuels,
- à aucun moment l'un des plongeurs de la palanquée ne doit outrepasser les indications de vitesse de remontée ou de palier que lui indique son moyen de décompression,
- tous les membres de la palanquée doivent respecter le protocole de décompression le plus contraignant.
- Ces contraintes impliquent que des plongeurs de la palanquée vont peut-être effectuer plus de paliers que ne leur en donnerait leur propre système de décompression. Si ces derniers sont équipés d'ordinateurs de plongée, la gestion de ce temps additionnel sera automatique car leurs profils de décompression sont ajustés constamment par l'ordinateur.
- Si les vitesses de remontée qui sont imposées par l'un ou l'autre moyen retardent un autre, il faudra en tenir compte et être conscient que cette situation pourrait entraîner un allongement quelques fois important de la décompression.

4.2.2 Prolongement d'un palier à la table LIFRAS 94.

Dans le cadre de l'utilisation de la table LIFRAS 94 (USN 93), il n'y a pas de conséquence particulière pour la décompression lorsqu'un (ou plusieurs) palier(s) compris entre 3 et 9 m est (sont) prolongé(s).

Seul le calcul de la sursaturation résiduelle et donc de l'indice table pourrait être affecté par cette prolongation.

En plongée à décompression légère, l'utilisation de l'indice immédiatement supérieur (c.à.d. la lettre qui suit alphabétiquement) permet de couvrir la sursaturation additionnelle générée par la prolongation d'un ou plusieurs paliers, cette règle n'étant autorisée que pour obtenir un indice valable suite au prolongement du palier pour faire face à un moyen de décompression plus pénalisant.

En plongée à décompression lourde, ce genre de question se règle lors de la planification : Il n'y a pas d'approximation d'indice possible.

4.2.3 Influence du palier profond sur la décompression à la table.

La règle LIFRAS sur la remontée trop lente est remplacée par ce qui suit.

Le délai occasionné par une remontée trop lente du fait de ce palier ou d'une vitesse de remontée < 10m/min, arrondi à la minute supérieure, est ajouté au temps table. Dans le doute, ou l'incapacité d'estimer le délai, le temps table est le temps d'immersion jusqu'à la profondeur du premier palier obligatoire.

4.2.4 Estimation de la charge de gaz inerte provenant d'une plongée antérieure à l'ordinateur

Si le moyen de décompression de secours choisi pour un ordinateur est une table, un problème particulier se pose lors d'une successive ou d'une répétitive.

Une approximation acceptable peut être dérivée des paramètres de la plongée précédente (qui tient elle-même déjà compte des paramètres des plongées la précédant - cas de répétitives).

Dans ce cas, prendre la profondeur maximale de la plongée précédente et sa durée totale moins la durée des paliers effectivement exécutés, en déduire l'indice dans la table, et calculer la pénalité comme si la plongée avait été réalisée à la table avec ces paramètres.

Cette approximation n'est valable que dans le cadre de la planification d'un moyen de décompression de secours 'table'. Si elle devait être mise en œuvre, elle serait considérée comme procédure d'urgence. A la sortie d'une telle plongée, les recommandations développées dans le chapitre 'passage d'un moyen de décompression à un autre' doivent être appliquées.

5.0 Table USNavy 1993 (Lifras 1994) étendue

La plaquette LIFRAS ne reprend qu'une partie des tables USNavy.

Afin de pouvoir servir de moyen de secours, il est utile de connaître d'autres couples temps/profondeur.

La table étendue ci-après devrait répondre aux besoins usuels.

t (min)	Pal.		S	t (min)	Paliers		S	t (min)	Paliers		S	t (min)	Paliers			S	t (min)	Paliers				S				
	3m				6m	3m			6m	3m			9m	6m	3m			12m	9m	6m	3m					
15 m																										
10			B	10			C	10			C	5				C	5				D					
15			C	15			D	15			E	10				D	10			1	3	G				
25			D	20			E	20			F	15			1	F	15			3	7	I				
30			E	30			F	25			G	20			2	H	20			7	20	K				
40			F	35			G	30			H	25			6	I	25			17	25	M				
50			G	40			H	40		7	J	30			14	J	30			24						
60			H	50			J	50		18	L	40		5	25	L	40	5	19	33	N					
70			I	60		8	K	60		25	M	50		15	31	N	48 m									
80			J	70		14	L	70	7	30	N	60	2	22	45	O	5				1	D				
90			K	80		18	M	30 m				39 m				10				1	4	H	10			
100			L	90		23	N	10			D	5				C	15				3	E				
110	3		L	100		33	N	15			E	10				E	15			1	F	15				
120	5		M	110	2	41	O	20			F	15				F	20			4	H	20				
140	10		M	24 m				25				H	20				H	25			10	J	25			
160	21		N	10			C	30		3	I	25				J	30			18	M	30				
18 m																										
15			C	15			D	40		15	K	30		3	18	M	5				2	F				
20			D	20			E	50	2	24	L	40		10	25	N	10			2	5	H				
25			E	25			F	60	9	28	N	40		21	37	O	15			4	15	J				
30			F	30			G	33 m				42 m				20				2	6	I	20			
40			G	35			H	10			D	5				C	10				2	G				
50			H	40			I	15			F	10				E	15				3	H				
60			J	50		10	K	20			G	15				G	20				7	I				
70			K	60		17	L	25		3	H	20				I	25			2	14	J				
80	2		L	70		23	M	30		7	J	25				J	30			5	21	K				
100	14		M	80	2	31	N	40	2	21	L	30				K	40			2	16	26	N			
120	26		N	90	7	39	N	50	8	26	M	40	2	16	26	N	50	6	24	44	O					
				100	11	46	O	60	18	36	N	50	6	24	44	O	54 m									
45 m																										
5			C																		5				C	
10			E																		10			1	E	
15			G																		15			3	G	
20			H																		20			2	7	H
25			K																		25			4	17	K
30			L																		30			8	24	L
40			N																		40	5	19	33	N	
57 m																										
5			D																		5				1	D
10			G																		10				3	G
15			I																		15			1	4	I
20			K																		20			2	6	K
25			M																		25			5	11	M
60 m																										
5			-																		5				1	-
10			-																		10				4	-
15			-																		15			1	4	-
10			-																		10			3	7	-
25			-																		25			7	14	-
63 m																										
5			-																		5				1	-
10			-																		10				2	-
15			-																		15			1	5	-
20			-																		20			4	10	-
25			-																		25	2	7	17	27	-
66 m																										
69 m																										
72 m																										
75 m																										
78 m																										
81 m																										
84 m																										
87 m																										
90 m																										
93 m																										
96 m																										
99 m																										
102 m																										
105 m																										
108 m																										
111 m																										
114 m																										
117 m																										
120 m																										