



# TABLES LIFRAS



## Table des matières

- Table des matières** ..... 2
- Introduction** ..... 3
- Objectifs pour le 3\*** ..... 3
- L'ADD et les tables de plongée** ..... 4
  - Définition ..... 4
  - La loi de Henry ..... 4
  - Etats de sursaturation ..... 4
  - Notion de compartiments ..... 5
  - Tables de plongées LIFRAS ..... 5
  - Autres tables de plongée ..... 6
- Les tables de plongée LIFRAS** ..... 7
  - Règles d'utilisation et procédures d'exception des Tables LIFRAS ..... 8
- Exercices** ..... 12
  - Une petite semaine en mer rouge ..... 12
- Conclusions** ..... 18
- Lexique** ..... 19
- Acronymes** ..... 20
- Bibliographie** ..... 20



## Introduction

Au cours de la descente, la quantité d'azote dissout dans l'organisme augmente progressivement, c'est l'application de la loi de Henry. Lors de la remontée, la pression absolue diminue et l'excès d'azote dissout doit être éliminé.

Afin que cette élimination se fasse sans problème pour l'organisme (ADD), c'est à dire sans formation de bulles pathogènes, il est nécessaire de respecter certaines règles et parfois d'effectuer des paliers de décompression qui sont repris dans les tables de plongée. Le but des tables est donc de nous permettre d'éviter l'ADD

Les tables peuvent dès lors être définies comme:

« Des programmes de décompression qui permettent la désaturation de l'azote emmagasiné dans l'organisme pendant la plongée afin d'éviter l'apparition de bulles pathogènes qui pourraient entraîner un accident de décompression »

## Objectifs pour le 3\*

En ce qui concerne les tables, il est demandé à un candidat 3\* de:

- Connaître et savoir utiliser couramment les tables de plongée LIFRAS pour les calculs de plongées unitaires et successives.
- Connaître les procédures particulières et les règles d'exception :
  - plongée avec effort,
  - le froid et l'essoufflement en plongée,
  - remontée trop rapide,
  - interruption de paliers,
  - paliers en mer houleuse,
  - vol en avion,
  - 3 plongées par jour.
- Avoir une connaissance élémentaire des termes relatifs aux tables :
  - temps et profondeur d'entrée dans les tables
  - plongées unitaires, successives, consécutives
  - majoration
  - indice de sursaturation
  - paliers de sécurité
  - courbe de plongée sans paliers
- Connaître et savoir expliquer la base du calcul des tables : loi de Henry - état de sursaturation
  - coefficient de sursaturation critique - ...



## L'ADD et les tables de plongée

### Définition

On peut définir l'ADD de la manière suivante

« Accident du à la formation de bulles pathogènes intra ou extra vasculaires, consécutives à une mauvaise évacuation, lors de la remontée, de l'azote emmagasiné lors d'une plongée »

Autrement dit, durant la remontée, l'azote dissout pendant la plongée reprend sa forme gazeuse sous forme de micro-bulles évacuées par la respiration au fur et à mesure de leur apparition. Si l'une de ces bulles atteint un diamètre suffisant pour boucher un vaisseau sanguin, la circulation est bloquée localement et la zone non irriguée meurt petit à petit.

### La loi de Henry

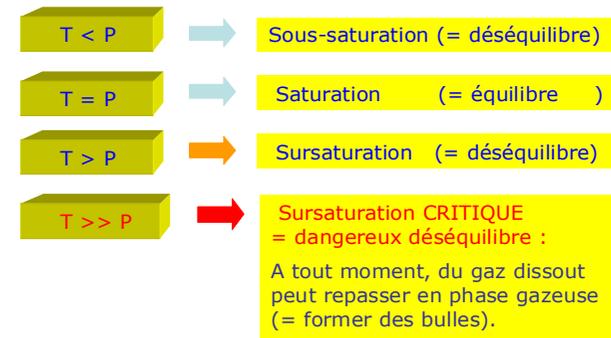
Les accidents de décompression résultent de l'application de la loi de Henry. Cette loi nous dit que

« A température constante, à saturation (= à l'équilibre), la quantité de gaz dissout dans un liquide est proportionnelle à la pression exercée par le gaz à la surface de ce liquide »

Elle permet de comprendre et d'expliquer le mécanisme de l'ADD, et a permis d'établir les tables de plongées en se basant sur les notions de compartiments et de sursaturation critique.

### Etats de sursaturation

Le petit schéma suivant montre les différents niveaux de saturation en fonction de la différence entre tension<sup>1</sup> de gaz dans le tissu et pression exercée par le gaz.



<sup>1</sup> Pour définir la quantité de gaz dissout dans un liquide, on ne parle plus de pression partielle mais de **tension**. La tension d'un gaz dans un liquide ou un tissu s'exprime en bar

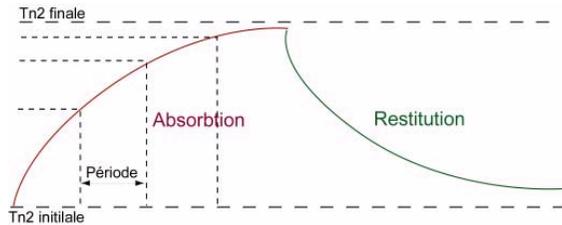


### Notion de compartiments

Afin d'établir des tables de plongée, un modèle mathématique a été établi sur base d'une division du corps en compartiments en fonction de leur période<sup>2</sup>. Pour le calcul des tables de plongée on utilise un certain nombre de "tissus" dont les périodes forment une sorte de "courbe enveloppe" autour de la réalité physiologique.

Un compartiment peut être vu comme un ensemble de tissus qui se comportent de la même façon vis-à-vis de l'absorption et la restitution de l'azote. Ce comportement est exprimé par une courbe mathématique de saturation (ou de désaturation). La courbe est la même pour tous les compartiments, excepté pour un paramètre qui varie pour chacun d'eux : la période.

La courbe de saturation/désaturation d'un compartiment suit une progression logarithmique que l'on peut représenter de la sorte :



Les tissus qui seaturent vite (sang...) sont appelés "tissus courts". Leur période peut n'être que de quelques minutes. Les "tissus longs" (os, tendons...) ont des périodes pouvant atteindre plusieurs heures.

Le corps humain est fait de centaines de types de tissus. Chaque tissu a sa propre vitesse de saturation et désaturation, et sa propre tolérance à la sursaturation. Lors d'une décompression, certains de ces tissus sont proches de la sursaturation critique, d'autres en sont loin. Ce sont les tissus à la limite de la sursaturation critique qui permettent de donner la durée de plongée sans palier, ou les paliers de décompression à faire (compartiment directeur).

### Tables de plongées LIFRAS

Les tables LIFRAS sont basées sur les tables US NAVY 93 et prennent en compte 9 compartiments. Ces compartiments sont définis par leur période: 5' - 10' - 20' - 40' - 80' - 120' - 160' - 200' - 240'. Les 3 derniers sont utilisés pour les plongées dites exceptionnelles (> 57m p. ex.) Par exemple, un compartiment 5 minutes représente les reins, tandis qu'un compartiment 160 minutes modélise les muscles.

<sup>2</sup> La période d'un tissu est le temps qu'il va mettre pour arriver à la moitié de la saturation. Dans le cas des compartiments on peut également dire que la période est le temps qu'il faut à un compartiment pour absorber (ou restituer) la moitié de l'azote qu'il peu absorber (ou restituer) en fonction de sa tension initiale en azote et de la pression partielle en azote du milieu ambiant.



Les tables donnent donc, pour une profondeur/temps, des paliers (temps/profondeurs) qu'il est nécessaire respecter pour éviter d'atteindre une sursaturation critique dans le compartiment directeur.

### Autres tables de plongée

Les tables LIFRAS ne sont évidemment pas universelles, et chaque fédération utilise son propre protocole de décompression. La démarche est en générale similaire et l'emploi de tables reste la règle dans la plupart des fédérations de plongée.

Exemple: les tables MN90 de la FFESSM

Table de plongée à l'air Marine Nationale 1990 (MN90). A grid of tables for different depths (30, 32, 35, 38, 40, 42, 45 m) and ascent rates (15 m/min). Each cell contains a letter (A-L) and a number representing a decompression stop.

INTERVALLES. A table showing nitrogen partial pressure (PN2) values for different groups (A-P) over various time intervals (15 min to 8 h).

DETERMINATION DE LA MAJORATION. A table showing nitrogen partial pressure (PN2) values for different depths (12m to 60m) and residual nitrogen levels (0.81 to 1.45).



### Les tables de plongée LIFRAS

Les tables LIFRAS 94 pour la plongée à l'air sont extraites des tables US NAVY 93. Elles ont été adaptée dans le système métrique (d'où les paliers de 3 m en 3 m correspondant à 10 pieds environ). La procédure de décompression est absolument identique à celle de L'USN 93 en ce qui concerne la vitesse de remontée et les temps de décompression. Par contre certaines procédures ont été simplifiées, modifiées ou non reprises.

Les tables sont calculées pour des plongeurs en parfaite santé, en forme physique, entraînés et parfaitement calmes sous l'eau.

Les tables de la LIFRAS se présentent sous la forme d'une plaquette plastifiée imprimée recto-verso qui fait partie de l'équipement **obligatoire** de tous les plongeurs de la LIFRAS.

VITESSE DE REMONTÉE : 10 METRES / MINUTE			
t (min)	s	Pal. (3 m)	s
3 m	15	C	15
6 m	25	D	25
9 m	35	E	35
12 m	45	F	45
15 m	55	G	55
18 m	1:05	H	1:05
21 m	1:15	I	1:15
24 m	1:25	J	1:25
27 m	1:35	K	1:35
30 m	1:45	L	1:45
33 m	1:55	M	1:55
36 m	2:05	N	2:05
39 m	2:15	O	2:15
42 m	2:25	P	2:25
45 m	2:35	Q	2:35
48 m	2:45	R	2:45
51 m	2:55	S	2:55
54 m	3:05	T	3:05
57 m	3:15	U	3:15
60 m	3:25	V	3:25

PLONGÉES SUCCESSIVES												
INTERVALLES ENTRE LES PLONGÉES (de h.min. à h.min.)												
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
0:10	0:10	0:10	0:10	0:10	0:10	0:10	0:10	0:10	0:10	0:10	0:10	0:10
0:20	0:20	0:20	0:20	0:20	0:20	0:20	0:20	0:20	0:20	0:20	0:20	0:20
0:30	0:30	0:30	0:30	0:30	0:30	0:30	0:30	0:30	0:30	0:30	0:30	0:30
0:40	0:40	0:40	0:40	0:40	0:40	0:40	0:40	0:40	0:40	0:40	0:40	0:40
0:50	0:50	0:50	0:50	0:50	0:50	0:50	0:50	0:50	0:50	0:50	0:50	0:50
1:00	1:00	1:00	1:00	1:00	1:00	1:00	1:00	1:00	1:00	1:00	1:00	1:00
1:10	1:10	1:10	1:10	1:10	1:10	1:10	1:10	1:10	1:10	1:10	1:10	1:10
1:20	1:20	1:20	1:20	1:20	1:20	1:20	1:20	1:20	1:20	1:20	1:20	1:20
1:30	1:30	1:30	1:30	1:30	1:30	1:30	1:30	1:30	1:30	1:30	1:30	1:30
1:40	1:40	1:40	1:40	1:40	1:40	1:40	1:40	1:40	1:40	1:40	1:40	1:40
1:50	1:50	1:50	1:50	1:50	1:50	1:50	1:50	1:50	1:50	1:50	1:50	1:50
2:00	2:00	2:00	2:00	2:00	2:00	2:00	2:00	2:00	2:00	2:00	2:00	2:00
2:10	2:10	2:10	2:10	2:10	2:10	2:10	2:10	2:10	2:10	2:10	2:10	2:10
2:20	2:20	2:20	2:20	2:20	2:20	2:20	2:20	2:20	2:20	2:20	2:20	2:20
2:30	2:30	2:30	2:30	2:30	2:30	2:30	2:30	2:30	2:30	2:30	2:30	2:30
2:40	2:40	2:40	2:40	2:40	2:40	2:40	2:40	2:40	2:40	2:40	2:40	2:40
2:50	2:50	2:50	2:50	2:50	2:50	2:50	2:50	2:50	2:50	2:50	2:50	2:50
3:00	3:00	3:00	3:00	3:00	3:00	3:00	3:00	3:00	3:00	3:00	3:00	3:00
3:10	3:10	3:10	3:10	3:10	3:10	3:10	3:10	3:10	3:10	3:10	3:10	3:10
3:20	3:20	3:20	3:20	3:20	3:20	3:20	3:20	3:20	3:20	3:20	3:20	3:20
3:30	3:30	3:30	3:30	3:30	3:30	3:30	3:30	3:30	3:30	3:30	3:30	3:30
3:40	3:40	3:40	3:40	3:40	3:40	3:40	3:40	3:40	3:40	3:40	3:40	3:40
3:50	3:50	3:50	3:50	3:50	3:50	3:50	3:50	3:50	3:50	3:50	3:50	3:50
4:00	4:00	4:00	4:00	4:00	4:00	4:00	4:00	4:00	4:00	4:00	4:00	4:00
4:10	4:10	4:10	4:10	4:10	4:10	4:10	4:10	4:10	4:10	4:10	4:10	4:10
4:20	4:20	4:20	4:20	4:20	4:20	4:20	4:20	4:20	4:20	4:20	4:20	4:20
4:30	4:30	4:30	4:30	4:30	4:30	4:30	4:30	4:30	4:30	4:30	4:30	4:30
4:40	4:40	4:40	4:40	4:40	4:40	4:40	4:40	4:40	4:40	4:40	4:40	4:40
4:50	4:50	4:50	4:50	4:50	4:50	4:50	4:50	4:50	4:50	4:50	4:50	4:50
5:00	5:00	5:00	5:00	5:00	5:00	5:00	5:00	5:00	5:00	5:00	5:00	5:00
5:10	5:10	5:10	5:10	5:10	5:10	5:10	5:10	5:10	5:10	5:10	5:10	5:10
5:20	5:20	5:20	5:20	5:20	5:20	5:20	5:20	5:20	5:20	5:20	5:20	5:20
5:30	5:30	5:30	5:30	5:30	5:30	5:30	5:30	5:30	5:30	5:30	5:30	5:30
5:40	5:40	5:40	5:40	5:40	5:40	5:40	5:40	5:40	5:40	5:40	5:40	5:40
5:50	5:50	5:50	5:50	5:50	5:50	5:50	5:50	5:50	5:50	5:50	5:50	5:50
6:00	6:00	6:00	6:00	6:00	6:00	6:00	6:00	6:00	6:00	6:00	6:00	6:00
6:10	6:10	6:10	6:10	6:10	6:10	6:10	6:10	6:10	6:10	6:10	6:10	6:10
6:20	6:20	6:20	6:20	6:20	6:20	6:20	6:20	6:20	6:20	6:20	6:20	6:20
6:30	6:30	6:30	6:30	6:30	6:30	6:30	6:30	6:30	6:30	6:30	6:30	6:30
6:40	6:40	6:40	6:40	6:40	6:40	6:40	6:40	6:40	6:40	6:40	6:40	6:40
6:50	6:50	6:50	6:50	6:50	6:50	6:50	6:50	6:50	6:50	6:50	6:50	6:50
7:00	7:00	7:00	7:00	7:00	7:00	7:00	7:00	7:00	7:00	7:00	7:00	7:00
7:10	7:10	7:10	7:10	7:10	7:10	7:10	7:10	7:10	7:10	7:10	7:10	7:10
7:20	7:20	7:20	7:20	7:20	7:20	7:20	7:20	7:20	7:20	7:20	7:20	7:20
7:30	7:30	7:30	7:30	7:30	7:30	7:30	7:30	7:30	7:30	7:30	7:30	7:30
7:40	7:40	7:40	7:40	7:40	7:40	7:40	7:40	7:40	7:40	7:40	7:40	7:40
7:50	7:50	7:50	7:50	7:50	7:50	7:50	7:50	7:50	7:50	7:50	7:50	7:50
8:00	8:00	8:00	8:00	8:00	8:00	8:00	8:00	8:00	8:00	8:00	8:00	8:00
8:10	8:10	8:10	8:10	8:10	8:10	8:10	8:10	8:10	8:10	8:10	8:10	8:10
8:20	8:20	8:20	8:20	8:20	8:20	8:20	8:20	8:20	8:20	8:20	8:20	8:20
8:30	8:30	8:30	8:30	8:30	8:30	8:30	8:30	8:30	8:30	8:30	8:30	8:30
8:40	8:40	8:40	8:40	8:40	8:40	8:40	8:40	8:40	8:40	8:40	8:40	8:40
8:50	8:50	8:50	8:50	8:50	8:50	8:50	8:50	8:50	8:50	8:50	8:50	8:50
9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00
9:10	9:10	9:10	9:10	9:10	9:10	9:10	9:10	9:10	9:10	9:10	9:10	9:10
9:20	9:20	9:20	9:20	9:20	9:20	9:20	9:20	9:20	9:20	9:20	9:20	9:20
9:30	9:30	9:30	9:30	9:30	9:30	9:30	9:30	9:30	9:30	9:30	9:30	9:30
9:40	9:40	9:40	9:40	9:40	9:40	9:40	9:40	9:40	9:40	9:40	9:40	9:40
9:50	9:50	9:50	9:50	9:50	9:50	9:50	9:50	9:50	9:50	9:50	9:50	9:50
10:00	10:00	10:00	10:00	10:00	10:00	10:00	10:00	10:00	10:00	10:00	10:00	10:00
10:10	10:10	10:10	10:10	10:10	10:10	10:10	10:10	10:10	10:10	10:10	10:10	10:10
10:20	10:20	10:20	10:20	10:20	10:20	10:20	10:20	10:20	10:20	10:20	10:20	10:20
10:30	10:30	10:30	10:30	10:30	10:30	10:30	10:30	10:30	10:30	10:30	10:30	10:30
10:40	10:40	10:40	10:40	10:40	10:40	10:40	10:40	10:40	10:40	10:40	10:40	10:40
10:50	10:50	10:50	10:50	10:50	10:50	10:50	10:50	10:50	10:50	10:50	10:50	10:50
11:00	11:00	11:00	11:00	11:00	11:00	11:00	11:00	11:00	11:00	11:00	11:00	11:00
11:10	11:10	11:10	11:10	11:10	11:10	11:10	11:10	11:10	11:10	11:10	11:10	11:10
11:20	11:20	11:20	11:20	11:20	11:20	11:20	11:20	11:20	11:20	11:20	11:20	11:20
11:30	11:30	11:30	11:30	11:30	11:30	11:30	11:30	11:30	11:30	11:30	11:30	11:30
11:40	11:40	11:40	11:40	11:40	11:40	11:40	11:40	11:40	11:40	11:40	11:40	11:40
11:50	11:50	11:50	11:50	11:50	11:50	11:50	11:50	11:50	11:50	11:50	11:50	11:50
12:00	12:00	12:00	12:00	12:00	12:00	12:00	12:00	12:00	12:00	12:00	12:00	12:00

**DANGER** REMONTÉE TROP RAPIDE **DANGER**

**AVANT SURFACE** : Arrêter la remontée. Atteindre le temps qui suit de la remontée. Avant d'être nécessairement cette procédure. Ne pas aller d'une altitude à une autre.

**REMONTEZ LA SURFACE** : Plongée sans palier. Plongée avec palier : Dans les 5 mrs maximum, redescendez au 1<sup>er</sup> palier obligatoire (de + profond). Paliers à 9, 6 & 3 m : notez la durée x 1,5. **MEME PROCEDURE POUR INTERRUPTION DE PALIER**

**ENTRÉE EN PROFOND** : Entrer dans la table en prenant le temps capillaire.

**COULÉES** : Redescendez jusqu'à son maximum.

**MINI-DECOMPRESSION** : Exécutez le palier de 3m à 5m en doublant le temps de 3m. Redescendez ensuite en prenant l'index supérieur.

**PLONGÉE UNITAIRE SANS PALIER** : Plongée unitaire sans palier = 10 h. Plongée unitaire avec palier ou successive = 24 h.

**1 JOUR DE REPOS APRES 5 JOURS DE PLONGÉES INTENSIVES**

TABLE DE PLONGÉE LIFRAS 1994 d'après l'U.S. Navy 1993



### Règles d'utilisation et procédures d'exception des Tables LIFRAS

Les Tables LIFRAS se basent sur un ensemble de termes, procédures et règles d'exception qu'il faut connaître et savoir appliquer pour les utiliser correctement.

#### 1. Temps d'entrée dans les tables :

C'est le temps écoulé depuis l'immersion jusqu'au moment où on décide de remonter à la vitesse prescrite de 10m/min.

Si la vitesse de remontée est plus lente, on prend le temps écoulé entre l'immersion et l'arrivée au premier palier.

Si le temps ne se trouve pas dans les tables, on prend celui juste supérieur.

#### 2. Profondeur d'entrée dans les tables

C'est la profondeur *maximale* atteinte durant la plongée.

Si la profondeur ne se trouve pas dans les tables, on prend celle juste supérieure.

#### 3. Vitesse de remontée :

##### 10m/minute

Vitesse de remontée plus lente que 10m/minute : il faut prendre le temps total jusqu'à l'arrivée au premier palier pour entrer dans les tables. Dans le cas d'une plongée dans la courbe de plongée sans paliers on prend le temps total depuis l'immersion jusqu'à la sortie pour connaître l'indice de sursaturation pour une éventuelle successive.

Vitesse de remontée plus rapide que 10m/minute :

- sans atteindre la surface : il faut s'arrêter immédiatement et attendre le temps qui aurait été nécessaire pour atteindre normalement (à 10m/min) cette profondeur (en décomptant le temps de la remontée trop rapide). Ensuite poursuivre à 10m/min. Le temps d'entrée dans les tables doit être repris au moment où on entame la remontée à 10m/min.
- jusqu'à la surface : il faut exécuter la procédure de remontée trop rapide (voir plus loin).

#### 4. Type de plongée

Plongée unitaire : toute plongée qui suit la précédente avec un intervalle de surface > 12h.

Plongées successives :



- aucune épreuve ne peut être réalisée sauf les DP
- le délai pour prendre l'avion est de 24h
- les autres règles de la plongée successive s'appliquent

6. Courbe de plongée sans paliers

Anciennement appelée courbe de sécurité, il s'agit des couples "temps-profondeur" d'entrée dans les tables qui n'imposent pas de palier obligatoire.

7. Palier de sécurité

Lorsqu'il n'y a pas de palier obligatoire à faire, il est recommandé de faire un palier de sécurité (5' à 5m) si les conditions sont bonnes. On ne le fait donc pas s'il fait très froid ou s'il y a du courant ou de la houle car cela pourrait être dangereux.

8. L'indice de sursaturation

C'est une lettre de A à O et Z qui représente une quantité d'azote résiduelle en fin de la plongée. Il permet de connaître la majoration pour le calcul d'une plongée successive. Les plongées effectuées dans la courbe de sécurité fournissent un indice de sursaturation. Certaines plongées ne donnent pas d'indice de sursaturation. Il s'agit de plongées exceptionnelles (profondes ou très longues) pour lesquelles la successive est interdite. Ex: plongées effectuées à une profondeur supérieure à 57m.

9. La majoration

C'est un temps fictif à ajouter au temps réel d'une plongée successive pour obtenir le temps d'entrée dans les tables. Elle représente le temps qu'il aurait fallu passer à la profondeur atteinte lors de la 2ème plongée pour obtenir une saturation en N<sub>2</sub> équivalente à la saturation résiduelle existant au début de la 2ème plongée.

Pour calculer la majoration il faut connaître :

- l'indice de sursaturation à la sortie de la première plongée
- l'intervalle de surface
- la profondeur maximale de la deuxième plongée.

Exception au calcul de la majoration : quand la plongée successive est réalisée à la même profondeur ou à une plus grande profondeur que celle de la première plongée et que l'intervalle de surface est court, la majoration peut être plus longue que la durée de la première plongée (majoration supérieure au temps d'entrée dans la table unitaire). Or, au début de la seconde plongée l'organisme d'un plongeur ne peut pas contenir plus d'azote résiduel qu'il n'en contenait à la sortie de la première plongée. Dans ce cas, on prend le temps d'entrée tables de la première plongée comme majoration.

10. Plongée en mer agitée ou houleuse

On plonge dans la courbe de plongée sans paliers. Cependant si pour des raisons indépendantes de notre volonté, on doit effectuer des paliers dans une telle mer, il faut appliquer la règle suivante :

- effectuer tous les paliers obligatoires jusque 6m (y compris)
- effectuer les paliers de 3m à la profondeur de 6m en doublant le temps indiqué

La successive est autorisée en prenant l'indice supérieur (alphabétiquement).

11. Plongée avec effort - Essoufflement

On adapte le temps de plongée en prenant le temps immédiatement supérieur dans la table. Cette procédure permet une plongée successive sauf si le plongeur ne contrôle pas son essoufflement et doit faire surface, il s'agit alors d'un incident interdisant toute plongée successive.

12. Le froid en plongée

Si à la remontée un plongeur a très froid, on adapte le temps de plongée en prenant le temps immédiatement supérieur dans la table (// plongée avec effort).

Cette procédure permet une plongée successive.

En cas de plongée en eau très froide, il est fortement recommandé de plonger dans la courbe de plongée sans paliers.

13. Interruption de paliers

Redescendre dans les 5' au premier palier  
faire les paliers requis: à 12m et plus profond, refaire la durée initiale  
à 9m, 6m et 3m faire 1,5 x la durée initiale.

Cette procédure s'applique également si les paliers n'ont pas encore été commencés.

Elle ne s'applique que si le plongeur ne présente pas de symptômes d'ADD.

Cette procédure interdit toute successive.

14. Remontée trop rapide jusqu'à la surface

Plongée sans paliers : pas de réimmersion. Le plongeur doit être maintenu en observation permanente pendant 1h00 auprès d'une autorité qualifiée.

Plongée avec paliers : appliquer la règle d'interruption de palier (si pas de symptômes d'ADD).

Cette procédure interdit toute successive.

15. Coliques du scaphandrier

Redescendre à la profondeur de soulagement. Maximum 6m.

16. Vol en avion

Après une plongée, tout voyage en avion (ou montée en altitude) doit être précédé d'un délai d'attente qui permet une élimination suffisante des gaz dissout dans l'organisme.

Ces délais sont: 12h00 après une plongée unitaire et sans paliers.

24h00 après une plongée unitaire avec des paliers ou après une successive.

17. Jour de repos

La Commission de l'enseignement recommande de prendre un jour de repos après 5 jours de plongée intensive afin de permettre aux compartiments de longue période de désaturer.

18. Prolonger une plongée après un palier

Contrairement à ce qui était admis antérieurement, il n'est pas autorisé de prolonger une plongée à petite profondeur après avoir terminé les paliers.

- La saturation des compartiments longs continue --> impossibilité de calculer un indice de sursaturation pour une successive.



- Problèmes d'oreille (--> ADD de l'oreille favorisé).

19. Utilisation de tables différentes (ou ordinateurs)

On prend la décompression la plus pénalisante. Toute la palanquée effectue les mêmes paliers.

20. Plongées profondes au-delà de 57m

Si on effectue une 1<sup>ère</sup> plongée au-delà de 57m, la successive est interdite. Donc, une plongée en successive au-delà de 57m est évidemment interdite.

Si cette situation se produisait quand-même (!! *Exceptionnel - par accident*), la majoration est calculée en considérant que la profondeur de la seconde plongée est de 57m. Pour le calcul de la plongée, on prend évidemment la profondeur maximale atteinte.

21. Réadaptation

Correspond à la profondeur "de confort" pour la personne qui n'a plus plongé depuis au moins 3 mois. Dans tous les cas, la profondeur maximale d'une plongée de réadaptation est de 30m (ou limitation profondeur si inférieure).

22. Plongée en altitude

$$\text{COEFFICIENT} = \frac{\text{Pression atmosphérique au niveau de la mer}}{\text{Pression atmosphérique en altitude}}$$

- Profondeur fictive = profondeur réelle X coefficient
- Profondeur réelle palier = profondeur paliers tables / coefficient
- Vitesse de remontée = vitesse de remontée tables / coefficient

23. Plongée avec mélanges enrichis à l'oxygène

$$\text{Profondeur équivalente} = \frac{\%N_2 \text{ mélange} \times (\text{Prof} + 10)}{\%N_2 \text{ air}} - 10$$



## Exercices

Afin de bien intégrer les tables, nous allons nous exercer à les utiliser en suivant le déroulement d'une semaine en Mer Rouge au cours de laquelle différentes plongées imaginaires vont nous permettre de parcourir les règles et procédures d'exception. Pour chaque plongée, il sera ainsi fait référence au numéro de la règle ou de la procédure utilisée (voir paragraphe précédent) pour le calcul des tables. Nous nous concentrerons ici sur les 21 premières règles, les règles pour les plongées en altitude et aux mélanges étant donnés à titre indicatif.

### Une petite semaine en mer rouge

Nous partons pour l'Egypte, et plus exactement pour la Mer Rouge, pour des plongées aux environs de Sharm el Sheikh. Au cours de cette semaine nous allons essayer de profiter pleinement de notre stage de plongée mais pour éviter au mieux tout ADD nous plongerons aux tables LIFRAS.

#### Samedi

Arrivée de notre vol d'avion à Sharm el Sheikh et embarquement sur notre bateau vers 18h.

#### Dimanche

- La mise à l'eau pour la première plongée de la semaine a lieu à 9h00 et on plonge sur un site en ne dépassant pas 30m. On reste sur le fond pendant 35' avant de remonter. Quels paliers devra-t-on faire (durée et profondeur), quel sera notre indice de sursaturation et à quelle heure sera-t-on sorti de l'eau? Pourrait-on rester encore quelques temps dans l'eau à faible profondeur après les paliers?

**Réponse:**

prof. entrée tables:	30m	
temps entrée tables:	40'	
paliers:	15' à 3m	indice de sursaturation (n°8) : K
durée de la plongée:	35'	
durée de la remontée:	3'	
durée des paliers:	15'	
durée totale de la plongée:	53'	heure de sortie: 9h53'

Temps et profondeur d'entrée tables (n°1 et 2).

Prolonger une plongée après les paliers (n°18)

Plongée de réadaptation (n°21)

- On replonge l'après-midi à 27m. La mise à l'eau a lieu à 14h00. Quel est notre intervalle de surface, quelle sera notre majoration (n°9), combien de temps pourra-t-on rester pour ne pas dépasser 10' de palier et à quelle heure serons-nous sortis de l'eau?

**Réponse:**

intervalle de surface:	4h07'	indice de sursaturation (n°8) : D
majoration:	16'	
durée max. de la plongée:	24'	
paliers:	7' à 3m	



## Tables LIFRAS



durée de la plongée: 24'  
 durée de la remontée: 3'  
 durée des paliers: 7'  
 durée totale de la plongée: 34'                      heure de sortie: 14h34'

- Au moment de remonter de la plongée de l'après-midi un membre de la palanquée a un problème avec la purge de sa stab. qui est bloquée. Les autres le suivent et après 30'' ils réussissent à se stabiliser à 15m. Que doivent-ils faire?

**Réponse :** Ils doivent attendre 1' à la profondeur de 15m et ensuite poursuivre la remontée à 10m/min (*remontée trop rapide sans atteindre la surface n°3*).

- Il y a une plongée de nuit prévue ce jour là à 21h00 sur un récif ne dépassant pas 15m de profondeur. Peut-on y participer ? Si oui, quel est l'indice de sursaturation au moment de la mise à l'eau.

**Réponse :** Non. Parce que plongées avec paliers obligatoires. Règle des 3 plongées (n°5)

### Lundi

- On plonge à 9h00 sur le Thistlegorm qui se trouve à 30m. On y reste 30'. Quels paliers devra-t-on faire (durée et profondeur) sachant qu'il y a de la houle? Quel sera notre indice de sursaturation et à quelle heure sera-t-on sortis de l'eau?

**Réponse :**

prof. entrée tables: 30m  
 temps entrée tables: 30'  
 paliers: 3' à 3m → 6' à 6m    indice de sursaturation: I → J  
 durée de la plongée: 30'  
 durée de la remontée: 3'  
 durée des paliers: 6'  
 durée totale de la plongée: 39'                      heure de sortie: 9h39'

(*paliers en mer houleuse n°10*)

La dernière palanquée qui remonte sur le bateau signale qu'elle n'a pas pu décrocher la gueuze et qu'elle ne peut plus redescendre. On se rééquipe et on se remet à l'eau à 9h50' pour aller décrocher la gueuze. La plongée dure 10'. Quel est notre intervalle de surface, quelle sera notre majoration, quels paliers devra-t-on faire (durée et profondeur) et à quelle heure sera-t-on sorti de l'eau?

**Réponse:**

intervalle de surface: 14' (successive)  
 majoration: 34' (*> au temps de la première plongée*) (n°9 exc.)  
 --> majoration: 30' (temps de la première plongée)  
 temps entrée tables: 10' + 30' = 40'  
 paliers: 15' à 3m  
 durée de la plongée: 10'  
 durée de la remontée: 3'  
 durée des paliers: 15'  
 durée totale de la plongée: 28'                      heure de sortie: 10h18'



## Tables LIFRAS



- Supposons que la palanquée qui n'avait pas pu décrocher la gueuze et qui était remontée pour le signaler soit redescendue après avoir changé de bouteille à 9h43' pour décrocher la gueuze. Leur plongée dure 7'. Quel sera leur intervalle de surface, quels paliers devront-ils faire et à quelle heure seront-ils sortis de l'eau?

**Réponse :**

intervalle de surface: 4' (consécutive)  
 temps d'entrée tables: 39' + 4' + 7' = 50'  
 paliers: 2' à 6m  
                   24' à 3m  
 durée de la plongée: 7'  
 durée de la remontée: 3'  
 durée des paliers: 26'  
 durée totale de la plongée: 36'                      heure de sortie: 10h19'

- Dans chacun des deux cas ci-dessus pourrait-on faire une plongée de nuit? Pourquoi?

**Réponse :**

Dans le premier cas non car ce serait une 3<sup>ème</sup> plongée et que la règle des 3 plongées par jour n'est pas respectée. Par contre dans le second cas oui, puisqu'il s'agit d'une plongée consécutive, comptant pour une seule plongée. Cependant dans le cas d'une plongée en mer houleuse, la *successive est autorisée* en prenant l'indice juste supérieur par ordre alphabétique (n°10). Définition plongée unitaire, successive, consécutive (n°4).

### Mardi

- On plonge sur le site de Shark Reef qui descend de manière plus que raisonnable mais nous décidons de nous arrêter à 50m et d'y rester 15' avant de remonter. Pendant la remontée on s'arrête pour regarder l'épave de Yolanda Reef à 15m de profondeur où on reste 8' avant de terminer la remontée. Quels sont les paliers à effectuer ?

**Réponse:**

prof. entrée tables: 51m  
 temps entrée tables: 15' + 8' = 23' --> 25' (*temps entrée tables n°1*)  
 paliers: 2' à 9m  
                   7' à 6m  
                   23' à 3m                      indice de sursaturation: L  
 durée de la plongée: 23'  
 durée de la remontée: 5'  
 durée des paliers: 32'  
 durée totale de la plongée: 60'

Dans une autre palanquée, un des plongeurs se plaint de fortes douleurs abdominales au moment de remonter en surface. Qu'est-ce que son chef de palanquée devrait lui conseiller de faire?

**Réponse :** Le plongeur souffre sans doute des coliques du scaphandrier. Il devra redescendre jusqu'à la profondeur où il se sent soulagé (max. 6m) et remonter petit à petit (n°15).



## Tables LIFRAS



- Fin d'après-midi on part pour une plongée à 20m avec un intervalle de surface de 5h. Après 32' on remonte et on se prépare à sortir le parachute. Un plongeur de la palanquée s'accroche dans le parachute et remonte rapidement avec lui jusqu'à la surface. Que faut-il faire?

### Réponse :

intervalle de surface: 5h' indice de sursaturation (n°8) : C

majoration: 15'

durée de la plongée: 32'

paliers: 50' sans palier → pas de palier obligatoire

Une remontée trop rapide jusqu'à la surface (plongée dans la courbe de plongée sans paliers) nécessite une observation de tous les plongeurs de la palanquée pendant 1h00 (n°14).

Et si on était descendu à 30m pendant 32 minutes ? Il y aurait eu des paliers à faire, on aurait donc appliqué la procédure d'interruption de palier (n°13).

intervalle de surface: 5h' indice de sursaturation (n°8) : C

majoration: 10'

durée de la plongée: 32'

paliers: 2' à 6m →  $1.5 \times 2' \text{ à } 6\text{m} = 3' \text{ à } 6\text{m}$

24' à 3m →  $1.5 \times 24' \text{ à } 6\text{m} = 36' \text{ à } 6\text{m}$

durée de la plongée: 32'

durée de la remontée: 3'

durée des paliers: 39'

durée totale de la plongée: 74'

**Rem:** On voit ici l'importance d'une bonne planification (surtout pour des plongées profondes) de la plongée qui aurait permis d'éviter de faire autant de paliers en limitant le temps dans le fond.

**ON NE SE MET PAS VOLONTAIREMENT EN SITUATION D'EXCEPTION**

## Mercredi

- La météo annonce un coup de vent pour l'après-midi. Il est 10h00 du matin et on décide de partir plonger car la mer est calme. On plonge à 43m pendant 20'. Arrivés au palier la mer s'est levée et il y a une forte houle. Quels seront les paliers à effectuer? A quelle profondeur va-t-on les faire? Peut-on s'accrocher aux rochers à 3m pour faire ses paliers?

### Réponse :

prof. entrée tables: 45m

temps d'entrée tables: 20'

paliers: 2' à 6m

7' à 3m

comme il y a de la houle, on effectue les paliers de 3m à la profondeur de 6m en doublant le temps (paliers en mer houleuse n°10) →  $2' + 2 \times 7' = 16' \text{ à } 6\text{m}$



## Tables LIFRAS



Il est dangereux de s'accrocher aux rochers lorsqu'il y a de la houle puisque la hauteur d'eau au-dessus de nous, et donc la pression subie, va varier constamment. Il sera impossible de conserver une profondeur constante pour le palier.

- Vers la fin de l'après-midi le coup de vent s'est calmé et on prévoit une plongée à 20m. Quelle sera la majoration en sachant que l'intervalle de surface sera d'environ 4h15' et que la plongée est prévue à 20m?

### Réponse :

dans le cas d'une plongée en mer houleuse, la successive est autorisée en prenant l'indice juste supérieur par ordre alphabétique (n°10).

indice de sursaturation: H → indice I

intervalle de surface: 4h15' → indice C

majoration: 15'

- En supposant que le coup de vent ne se soit pas calmé pendant l'après-midi, quel type de plongée auriez-vous planifié pour l'après-midi.

**Réponse :** Une plongée dans la courbe de plongée sans paliers (mer houleuse n°10) et probablement du bord (selon situation).

## Jeudi

- Pendant la plongée du matin il y a un courant violent. Un membre de la palanquée commence à s'essouffler et on décide de remonter immédiatement. On est alors à 36m et il y a 20' qu'on plonge. Que va-t-on faire comme paliers, pourra-t-on replonger l'après-midi et si oui, quel sera notre indice de sursaturation?

### Réponse :

En cas d'essoufflement on applique la règle de plongée avec effort, c'est-à-dire qu'on prend le temps immédiatement supérieur pour entrer dans les tables (n°11).

prof. entrée tables: 36m

temps entrée tables: 25'

paliers: 6' à 3m

indice de sursaturation: I

Si l'essoufflement a été rapidement maîtrisé, on pourra replonger l'après-midi. Par contre s'il faut remonter jusqu'à la surface il s'agit d'un incident qui interdit toute successive.

**Rem:** En cas de froid comme pour une plongée avec effort, on devrait prendre le temps immédiatement supérieur dans les tables (n°12). Et quand il fait très froid, plongée sans paliers (n°12)

- Cette après-midi il est prévu de plonger sur une épave à 55m. Peut-on la faire ?

**Réponse:** Oui si l'essoufflement a été maîtrisé le matin.

La profondeur à ne pas dépasser est de 57m en successive (n°20).

- La profondeur de l'épave renseignée correspondait en fait à celle du pont et une palanquée à malencontreusement dépassé légèrement la profondeur de 57m. Comment le chef de palanquée devra-t-il réagir pour le calcul des paliers ?



**Réponse :** La profondeur maximale à ne pas dépasser est de 57m. Si malgré tout cette profondeur est dépassée, la majoration est calculée en prenant 57m. Pour le calcul de la plongée par contre, la profondeur réellement atteinte est prise en compte (n°20).

**ON NE SE MET PAS VOLONTAIREMENT EN SITUATION D'EXCEPTION**

- L'organisation de cette journée de plongée a-t-elle été judicieuse ?

**Réponse :** Non. Il aurait été préférable de faire des plongées dégressives en profondeur. Si on planifie une plongée profonde (> 57m), on n'en fait qu'une sur la journée.

**Vendredi**

- Le bateau part toute la journée pour faire 2 plongées sur épaves. Pourra-t-on les accompagner? Pourquoi? Pourrait-on aller au monastère St Catherine à 1400m d'altitude ?

**Réponse :** Il est recommandé de faire une pause après 5 jours de plongée intensive (n°17). Le délai pour aller en avion ou en altitude est de 24h → oui mais 24h après sortie de l'eau.

**Samedi**

- Dernier jour de plongée. On a prévu une plongée à 60m, mise à l'eau à 9h. Combien de temps pourra-t-on rester au fond sachant que l'avion est prévu demain dimanche à 10h00. Pourrait-on replonger l'après-midi ?

**Réponse:** Si on plonge dans la courbe de plongée sans paliers, 12h00 d'intervalle suffisent pour prendre l'avion, sinon il faut attendre 24h. A 60m, il y a de toutes façons des paliers à faire, donc on devra être sorti de l'eau avant 10h.

prof. entrée tables:	60m		
temps d'entrée tables:	15'		
paliers:	1' à 9m		
	4' à 6m		
	10' à 3m		
durée de la plongée:	15'		
durée de la remontée:	6'		
durée des paliers:	15		
durée totale de la plongée:	36'	heure de sortie:	9h36'

**Rem:** On voit à nouveau l'importance d'une bonne planification (surtout pour des plongées profondes) de la plongée afin d'éviter de se trouver piégé pour prendre l'avion...



**Conclusions**

La plongée de ne s'improvise pas. Elle se planifie et se prépare. La plongée au sein de la LIFRAS se base sur l'utilisation des tables dont nous venons de parler. Ces tables de décompression reposent sur deux aspects : modéliser le corps humain et son comportement en ce qui concerne sa saturation et sa désaturation en azote, et proposer une technique permettant de remonter en surface minimisant les risques d'accidents de décompression.

Ces tables ne garantissent des plongées au moindre risque que si l'on respecte scrupuleusement les règles et les procédures d'exception qui y sont attenantes. Elles sont calculées pour des plongeurs en parfaite santé, en forme physique, entraînés et parfaitement calmes sous l'eau. Afin d'éviter un ADD il faut donc non seulement suivre les indications des tables (respecter la vitesse de remontée prescrite de 10m/min et effectuer les paliers prescrits) mais également être en bonne condition physique.

Bien entendu, les tables prennent en compte des marges de sécurité. Par exemple, les tables considèrent que toute la plongée se déroule à la profondeur maximum atteinte lors de la plongée. Ce n'est que rarement le cas. La marge de sécurité est donc directement dépendante du profil de la plongée. Plus le profil est carré, moins cette dernière est importante.

L'utilisation correcte des tables nécessite un petit jeu de l'esprit qu'il faut être capable de réaliser même sous l'eau. En effet, nul n'est à l'abri d'un "contretemps" sous l'eau et même si la plongée a été correctement planifiée (ce qu'il est fortement conseillé de faire avant chaque plongée), il faut parfois tout recalculer sous l'eau suite à un événement imprévu.

La pratique de ces calculs doit donc devenir automatique et ne plus laisser place à l'hésitation. Et même si actuellement se développe de plus en plus la plongée à l'ordinateur, les tables restent le seul moyen de se tirer de situations où l'ordinateur fait défaut (panne par exemple).

En espérant que ces quelques pages vont ont permis d'approfondir un peu plus avant vos connaissances des tables, je vous souhaite de très bonnes plongées.

Jean-Philippe





## Lexique

Accident de décompression	Accident du à la formation de bulles pathogènes intra ou extra vasculaires, consécutives à une mauvaise évacuation, lors de la remontée, de l'azote emmagasiné lors d'une plongée
Bulle pathogène	Bulle dont le diamètre est suffisamment grand pour risquer d'aller entraver la circulation et engendrer un ADD
Compartiment	Un compartiment peut être vu comme un ensemble de tissus qui se comportent de la même façon vis-à-vis de l'absorption et la restitution de l'azote
Compartiment directeur	C'est le compartiment qui a la tension d'azote la plus proche de son seuil. C'est lui qui va bloquer le premier la remontée en imposant un palier.
Loi de Henry	A température constante, à saturation (= à l'équilibre), la quantité de gaz dissout dans un liquide est proportionnelle à la pression exercée par le gaz à la surface de ce liquide
Période	La période d'un tissus est le temps qu'il va mettre pour arriver à la moitié de la saturation.
Saturation	La tension d'azote dans le liquide est égale à la pression exercée par le gaz. C'est un état d'équilibre.
Sous-saturation	La tension d'azote dans le liquide est inférieure à la pression exercée par le gaz.
Sursaturation	La tension d'azote dans le liquide est supérieure à la pression exercée par le gaz.
Sursaturation critique	Si l'état de sursaturation est excessif et dépasse un seuil appelé sursaturation critique, l'élimination de l'azote se fait sous forme de bulles, dont le nombre et le volume dépendent de l'état de saturation, des variations de pression absolue et de pression partielle d'azote.
Tables de plongée	Programmes de décompression qui permettent la désaturation de l'azote emmagasiné dans l'organisme pendant la plongée afin l'apparition de bulles pathogènes qui pourraient entraîner un accident de décompression (ADD).
Tension	Pour définir la quantité de gaz dissout dans un liquide, on ne parle plus de pression partielle mais de tension. Elle s'exprime en bar.



## Acronymes

ADD	Accident de décompression
CO	Monoxyde de carbone
CO <sub>2</sub>	Dioxyde de carbone
CP	Chef de palanquée
DAN	Dive Alert Network
DP	Direction de Palanquée
FOP	Foramen ovale perméable
LIFRAS	Ligue Francophone de Recherches et d'Activités Sous-Marines
m	Mètre
mbar	millibar = 0.001 bar
min (ou ')	Minute
sec (ou '')	Seconde
N <sub>2</sub>	Azote
O <sub>2</sub>	Oxygène
PLS	Position latérale stable
RCAE	Royal Cercle Athlétiques des Etudiants
RCP	Réanimation cardio-pulmonaire

## Bibliographie

- CD-ROM de la LIFRAS (Octobre 2003)
  - Cours RCAE Plongée (Novembre 2003)
  - Cours de Geneviève Lacroix pour les 2\* et 4\*
  - Sites web:
    - <http://www.cameldive.com/francais/sites-plongee.htm>
    - <http://perso.wanadoo.fr/pnoel/redsea3.htm>
    - <http://www.streamreel.co.uk/>
    - <http://users.skynet.be/jeanmivlv/Lifras%20Cours/ensplong.htm>
    - <http://scaphinfo.free.fr/decompression/calcul.html>
    - [http://cermics.enpc.fr/scilab\\_new/site/Tp/Systemes\\_dynamiques/saturation\\_plongeur/saturation\\_plongeur.html](http://cermics.enpc.fr/scilab_new/site/Tp/Systemes_dynamiques/saturation_plongeur/saturation_plongeur.html)
    - <http://www.uwatec.com/french/m08-faq.htm>
    - ...
- et sans doute d'autres...