

Les tables de plongée

A quoi servent-elles?

Il a été vu dans le cours de physique que lorsque l'on s'immerge et que la hauteur d'eau au dessus de notre tête (autrement dit, la profondeur) augmente, la pression augmente. Pour rappel, la pression absolue à une profondeur donnée sera égale à la pression atmosphérique (qu'on peut approximer à 1 bar) auquel il faut ajouter la pression de la colonne d'eau (10m d'eau = 1 bar).

Le gaz présent dans nos bouteilles et que nous respirons est de l'air. Il est composé à 21% d'oxygène, qui est un gaz consommé par nos cellules, et de 79% d'azote, qui est un gaz inerte.

Les tissus qui composent notre corps sont capables de **dissoudre** une certaine quantité du gaz que nous respirons. Autrement dit, cette quantité ne sera plus sous forme gazeuse mais sous forme dissoute. La loi de Henry nous apprend que, pour une température donnée, cette quantité dépend de la pression totale à laquelle est soumise notre corps. Dès lors, lorsque la hauteur de liquide au dessus de notre tête augmente et que la pression augmente, cette quantité de gaz augmente également. A l'opposé lorsque l'on remonte et que la pression diminue, la quantité de gaz dissous doit diminuer. Ce surplus est éliminé grâce aux échanges gazeux au niveau des poumons. Mais si nous remontons trop rapidement, ce surplus de gaz dissous n'a pas le temps d'être éliminé à travers les poumons et reprend une forme gazeuse en formant des bulles pathogènes. Ces bulles sont principalement composées d'azote car ce gaz, au contraire de l'oxygène, n'est pas consommé par les cellules de notre corps. Ces bulles pathogènes sont à l'origine de l'accident de décompression, qui peut avoir des conséquences graves. Il est dès lors essentiel d'éviter leur apparition.

L'élaboration de protocole évitant la formation de bulles de gaz pathogène dans notre corps lorsque celui-ci a été soumis à une pression supérieure à la pression atmosphérique, remonte à de nombreuses années. En effet, les premières recherches sur le sujet ont été menées au environ de 1840 après que des travailleurs se plaignent de malaise après une travail prolongé dans des puits de mines mises sous pression pour empêcher les infiltrations d'eau (1841) ou dans des caissons nécessaires à la fabrication de ponts. Ces recherches sont à la base de la création des tables de plongées.

Définition

Les tables de plongées sont un ensemble de protocoles qui nous permet de rejoindre la surface en toute sécurité c'est-à-dire en évitant la formation de bulles de gaz pathogènes dans nos tissus.

Il existe un variété importante de tables différentes basées sur diverses modèles.

A la Lifras, nous utilisons les tables US-Navy 93.

Comme les tables de décompression sont à la base de notre sécurité, il est nécessaire de savoir parfaitement s'en servir et de connaître les règles d'exception pour l'examen et pour votre vie de plongeur.

Utilisation des tables US-Navy 93

Les tables US Navy 93 se présentent sous la forme d'une plaque recto-verso (illustration 1 et illustration 2). Elles sont basées sur principalement 2 hypothèses qu'il est obligatoire de respecter pour éviter la formation de bulles pathogènes. Ces hypothèses sont

- 1) la vitesse de remontée est de 10 m/ min
- 2) le plongeur se trouve à une altitude inférieure à 700 m

Illustration 1: face recto des tables de plongées US-Navy 93

VITESSE DE REMONTÉE : 10 METRES / MINUTE

t (min)	s	t (min)	Pal. 3 m	s	t (min)	Paliers 6 m 3 m	s	t (min)	Paliers 9 M 6 m 3 m	s	t (min)	Paliers 12 m 9 m 6 m 3 m	
3 m		18 m			27 m			42 m			60 m		
60	A	15	C		10	C		5	C		5	1	
120	B	20	D		15	E		10	E		10	4	
6 m		25	E		20	F		15	2	G	15	7	
50	B	30	F		25	G		20	6	I	20	25	
100	D	40	G		30	H		25	2	14	J	25	14
9 m		50	H		40	7	J	30	5	21	K	64 m	
30	B	55	I		50	18	L	45 m			5	1	
45	C	60	J		60	25	M	5			10	4	
60	D	70	2	K	30 m			10		1	15	5	
75	E	80	7	L	10		D	15		3	20	13	
95	F	21 m			15		E	20	2	7	25	23	
120	G	10		C	20		F	25	4	17	67 m		
12 m		15		D	30	3	I	30	8	24	5	1	
15	B	20		E	40	2	15	K	48 m			10	2
25	C	30		F	50	2	24	L	5		1	5	
30	D	35		G	33 m			10		1	15	16	
40	E	40		H	10		D	15	1	4	20	24	
50	F	45		I	15		F	20	3	11	70 m		
70	G	50		J	25		3	H	30	7	2	6	
80	H	60	8	K	30		7	J	5		1	2	
100	I	70	14	L	40	2	21	L	10		2	18	
15 m		24 m			36 m			51 m			73 m		
15	C	5		B	5		C	5		2	5	2	
25	D	10		C	10		D	10		1	10	6	
30	E	15		D	15		F	15	1	4	15	18	
40	F	20		E	20	2	H	20	3	11	76 m		
50	G	25		F	25		6	I	30	2	11	25	
60	H	30		G	30	5	25	L	5		1	2	
70	I	35		H	39 m			54 m			10	7	
80	J	40		I	10		E	5		3	15	22	
90	K	50	10	K	15		1	F	10		2	5	
100	L	60	17	L	20		4	H	15	3	6	11	
18 m		30 m			42 m			57 m			82 m		
15	C	5		B	5		C	5		2	5	3	
25	D	10		C	10		D	10		1	10	11	
30	E	15		D	15		F	15	3	6	15	24	
40	F	20		E	20	2	H	20	1	5	20	2	
50	G	25		F	30	5	25	L	25	3	10	24	
60	H	30		G	45 m			60 m			5	2	
70	I	35		H	10		E	5		3	10	13	
80	J	40		I	15		1	F	10		2	5	
90	K	50	10	K	20		4	H	15	4	7	16	
100	L	60	17	L	25		10	J	20	2	6	20	
21 m		33 m			45 m			60 m			85 m		
10	C	10		D	10		D	5		1	10	2	
15	D	15		E	15		F	10		2	15	7	
20	E	20		F	20		G	15	1	4	20	22	
30	F	30		G	30	3	I	20	2	7	25	2	
40	G	40		H	40	2	21	L	25	7	23	10	
50	H	50	8	K	48 m			63 m			5	1	
60	I	60	14	L	5		C	5		1	10	2	
24 m		36 m			48 m			63 m			15	4	
5	B	5		B	5		C	5		2	15	7	
10	C	10		C	10		D	10		1	20	22	
15	D	15		D	15		F	15	1	4	25	2	
20	E	20		E	20	2	H	20	2	11	30	13	
25	F	25		F	25	5	25	L	5		1	2	
30	G	30		G	30	2	21	L	10		2	5	
40	H	40	8	K	51 m			66 m			10	1	
50	I	50	14	L	5		C	5		1	15	3	
60	J	60	21	L	10		D	10		2	20	7	
70	K	70	28	L	15		F	15	2	5	25	11	
80	L	80	35	L	20		H	20	4	15	30	16	
27 m		39 m			51 m			66 m			91 m		
10	C	10		C	10		E	5		3	5	3	
15	D	15		D	15		F	10		1	10	16	
20	E	20		E	20	4	H	15	4	7	15	3	
25	F	25		F	25	10	J	20	2	6	20	17	
30	G	30	3	M	54 m			69 m			5	3	
40	H	40	10	M	5		D	5		1	10	3	
50	I	50	17	M	10		F	10		2	15	7	
60	J	60	24	M	15		H	15	1	3	20	11	
70	K	70	31	M	20		J	20	3	6	25	16	
80	L	80	38	M	25		L	25	5	17	30	21	

DANGER	REMONTÉE TROP RAPIDE	DANGER
AVANT SURFACE	JUSQU'À LA SURFACE	
STOPPER LA REMONTÉE Attendre le temps qui aurait été nécessaire pour atteindre normalement cette profondeur.	PLONGÉE SANS PALIER : Pas de réimmersion. Maintenir en observation permanente pendant 1h auprès d'une autorité qualifiée.	PLONGÉE AVEC PALIER : Dans les 5 min maximum. redescendre au 1 ^{er} palier obligatoire (le + profond). Paliers à 12 m ou + : refaire la durée initiale Paliers à 9, 6 & 3 m : la durée x 1,5 MÊME PROCÉDURE POUR INTERRUPTION DE PALIER

EFFORT ET FROID	COLIQUES
Entrer dans la table en prenant le temps supérieur.	Redescendre jusqu'à 6m maximum.
MER HOULEUSE	DELAIS AVION
Exécuter le palier de 3m à 6m en doublant le temps de 3m. Successive permise en prenant l'indice supérieur.	Plongée unitaire sans palier = 12 h Plongée unitaire avec palier ou successive = 24 h

1 JOUR DE REPOS APRÈS 5 JOURS DE PLONGÉES INTENSIVES

PLONGÉES SUCCESSIVES														
INTERVALLES ENTRE LES PLONGÉES (de h:min. à h:min.)														
A														0:10 12:00
B													0:10 3:20	3:21 12:00
C												0:10 1:39	1:40 4:49	4:50 12:00
D											0:10 1:09	1:10 2:38	2:39 5:48	5:49 12:00
E									0:10 0:54	0:55 1:57	1:58 3:24	3:25 6:34	6:35 12:00	
F								0:10 0:45	0:46 1:29	1:30 2:28	2:29 3:57	3:58 7:05	7:06 12:00	
G							0:10 0:40	0:41 1:15	1:16 1:59	2:00 2:58	2:59 4:25	4:26 7:35	7:36 12:00	
H						0:10 0:36	0:37 1:06	1:07 1:41	1:42 2:23	2:24 3:20	3:21 4:49	4:50 7:59	8:00 12:00	
I					0:10 0:33	0:34 0:59	1:00 1:29	1:30 2:02	2:03 2:44	2:45 3:43	3:44 5:12	5:13 8:21	8:22 12:00	
J				0:10 0:31	0:32 0:54	0:55 1:19	1:20 1:47	1:48 2:20	2:21 3:04	3:05 4:02	4:03 5:40	5:41 8:50	8:51 12:00	
K			0:10 0:28	0:29 0:49	0:50 1:11	1:12 1:35	1:36 2:03	2:04 2:38	2:39 3:21	3:22 4:19	4:20 5:48	5:49 8:58	8:59 12:00	
L		0:10 0:26	0:27 0:45	0:46 1:04	1:05 1:25	1:26 1:49	1:50 2:19	2:20 2:53	2:54 3:36	3:37 4:35	4:36 6:02	6:03 9:12	9:13 12:00	
M		0:10 0:25	0:26 0:42	0:43 0:59	1:00 1:18	1:19 1:39	1:40 2:05	2:06 2:34	2:35 3:08	3:09 3:52	3:53 4:49	4:50 6:18	6:19 9:28	9:29 12:00
N	0:10 0:24	0:25 0:39	0:40 0:54	0:55 1:11	1:12 1:30	1:31 1:53	1:54 2:18	2:19 2:47	2:48 3:22	3:23 4:04	4:05 5:03	5:04 6:32	6:33 9:43	9:44 12:00
Prof. (m)	▼ N	▼ M	▼ L	▼ K	▼ J	▼ I	▼ H	▼ G	▼ F	▼ E	▼ D	▼ C	▼ B	▼ A
3											279	159	88	39
6						399	279	208	159	120	88	62	39	18
9	469	349	279	229	190	159	132	109	88	70	54	39	25	12
12	213	187	161	138	116	101	87	73	61	49	37	25	17	7
15	142	124	111	99	87	76	66	56	47	38	29	21	13	6
18	107	97	88	79	70	61	52	44	36	30	24	17	11	5
21	87	80	72	64	57	50	43	37	31	26	20	15	9	4
24	73	68	61	54	48	43	38	32	28	23	18	13	8	4
27	64	58	53	47	43	38	33	29	24	20	16	11	7	3
30	57	52	48	43	38	34	30	26	22	18	14	10	7	3
33	51	47	42	38	34	31	27	24	20	16	13	10	6	3
36	46	43	39	35	32	28	25	21	18	15	12	9	6	3
39	40	38	35	31	28	25	22	19	16	13	11	8	6	3
42	38	35	32	29	26	23	20	18	15	12	10	7	5	2
45	35	32	30	27	24	22	19	17	14	12	9	7	5	2
48	33	31	28	26	23	20	18	16	13	11	9	6	4	2
51	31	29	26	24	22	19	17	15	12	10	8	6	4	2
54	29	27	25	22	20	18	16	14	11	10	8	6	4	2
57	28	26	24	21	19	17	15	13	10	10	8	6	4	2
PENALISATIONS EN MINUTES														

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

Illustration 2: face verso des tables US Navy 93

1) La plongée unitaire

Il s'agit d'une plongée pour laquelle le plongeur est saturé à pression atmosphérique. Autrement dit, **le plongeur n'a pas effectué de plongée depuis 12h et n'a pas changé d'altitude.**

L'utilisation des tables US Navy 93 nécessite de définir deux notions

- 1) **la profondeur maximale:** il s'agit de la profondeur maximale atteinte lors de la plongée. Elle s'exprime en mètre.
- 2) **le temps table:** il s'agit du temps écoulé entre l'immersion et le moment où l'on décide de remonter à 10m/min. Ce temps s'exprime en minute entière.

Ces deux notions sont illustrées à l'aide de profil de plongée. Ce profil reprend sur l'axe des abscisses le temps (min) et sur l'axe des ordonnées est la profondeur(m). Ainsi ces profils indiquent la profondeur à laquelle on était au cours du temps de la plongée (illustration 3).

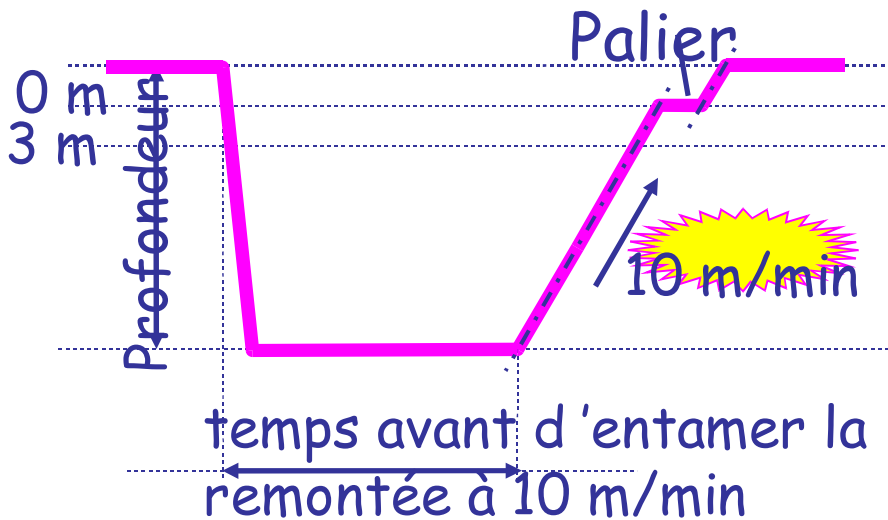


Illustration 3: profil de plongée

La profondeur maximum et temps table sont les deux paramètres d'entrée dans la table USN 93. Comment?

- 1) **Les profondeurs maximum** sont indiquées par les **chiffres blancs** sur fond noir. Si la profondeur maximum que vous avez atteint n'est pas dans la table, il faut prendre la valeur juste supérieure qui y apparaît.
- 2) **Les temps table** en minutes sont inscrits dans **la première colonne** de chaque tableau. Si le temps table que vous avez effectué n'est pas le tableau, il faut prendre la valeur juste supérieure qui y apparaît.

Informations de décompression obtenues avec la table:

- 1) **Les paliers à effectués:** Ils sont indiqués par les chiffres situés dans la deuxième colonne (et les suivantes). Ces chiffres donnent le temps en minutes qu'il faut rester à la profondeur en mètre indiquées en tête de colonne (exemple: 3mètres)
- 2) **L'indice de saturation:** il s'agit des lettres indiquées dans la dernière colonne. Cette indice est une manière d'exprimer la quantité d'azote dissous dans votre corps lorsque vous sortez de la plongée que vous venez d'effectuer. A correspond à un faible quantité tandis que M a une quantité très élevée.

t (min)	Pal. 3 m	s
18 m		
15		C
20		D
25		E
30		F
40		G
50		H
55		I
60		J
70	2	K
80	7	L

Exercices:

1) On effectue une plongée unitaire à profondeur maximale de 19 m et il s'écoule 40 min avant que l'on décide de remonter à une vitesse de 10m/min.

profondeur max: 19 m. Cette valeur n'existe pas dans la table=> prend la valeur juste supérieure soit 21m. Le temps table est de 40 min. On constate qu'on n'a pas de palier à 3 m à faire. L'indice de saturation est H. Le temps entre le moment où on est à 19m et qu'on décide de remonter à 10m/min et le moment où on percera la surface (=temps de remontée) sera donc de : un peu moins de 2 minutes.

t (min)	Pal. 3 m	s
21 m		
10		C
15		D
20		E
30		F
35		G
40		H
45		I
50		J
60	8	K
70	14	L
24 m		
5		B
10		C
15		D
20		E
25		F
30		G
35		H
40		I
50	10	K
60	17	L

2) On effectue une plongée unitaire à une profondeur maximale de 42 m et il s'écoule 18 min avant que l'on décide de remonter à une vitesse de 10m/min.

Profondeur max: 42m. Cette valeur existe dans la table. Le temps table est de 18min. Cet temps n'existe pas dans la table. On prend donc la valeur juste supérieure soit 20 min. On constate que l'on doit effectuer 6min de palier à 3m. Notre indice de saturation à la sortie de l'eau sera I. Le temps entre le moment où on est à 42m et que l'on décide de remonter à 10m/min et le moment où on percera la surface (=temps de remontée): un peu plus de 4 minutes de remontée à 10/min+6min de palier=environ 10 minutes.

t (min)	Paliers			s
	9 m	6 m	3 m	
42 m				
5				C
10				E
15			2	G
20			6	I
25	2	14		J
30	5	21		K
45 m				
5				C
10			1	E
15			3	G
20	2	7		H
25	4	17		K
30	8	24		L
48 m				
5				D
10			1	F
15	1	4		H
20	3	11		J
25	7	20		K
30	2	11	25	M

A) La courbe de plongée sans palier et le palier de sécurité

En tant que 1*, vous êtes limité à une profondeur maximum de 20m. **De plus, il vous ai demandé d'effectuer des plongées dans la courbe de plongée sans palier.** Cette courbe correspond paramètres profondeur maximale et temps table pour laquelle il n'apparaît pas de chiffre dans les colonnes correspondant aux paliers. Pour les profondeurs maximales de 3 à 15 m, pour autant qu'on ne dépasse pas les temps table maximum qui apparaissent sur la table, on est forcément dans cette courbe de plongée sans palier. Par contre, pour la profondeur maximale de 18m, le temps table maximum sera de 60 min. De même, pour la profondeur maximale de 21m, le temps table maximum sera de 50 min.

t (min)	s	t (min)	s	t (min)	Pal. 3 m	s	t (min)	Pal. 3 m	s
3 m		12 m		18 m			21 m		
60	A	15	B	15		C	10		C
120	B	25	C	20		D	15		D
6 m		30	D	25		E	20		E
50	B	40	E	30		F	30		F
100	D	50	F	40		G	35		G
9 m		70	G	50		H	40		H
30	B	80	H	55		I	45		I
45	C	100	I	60		J	50		J
60	D	15 m		70	2	K	60	8	K
75	E	15	C	80		L	70	14	L
95	F	25	D	80	7	L	24 m		
120	G	30	E				5		B
		40	F				10		C
		50	G				15		D
		60	H				20		E
		70	I				25		F
		80	J				30		G
		90	K				35		H
		100	L				40		I
							50	10	K
							60	17	L

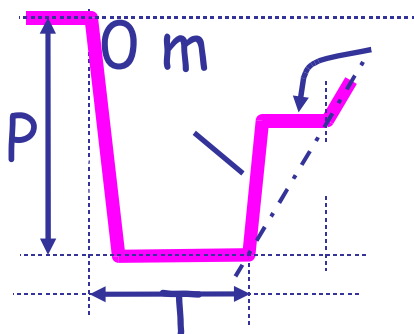
De plus, il est conseillé lorsque vous plonger dans la courbe de plongée sans palier d'effectuer un palier de sécurité de 5 minutes à 5m. Ce palier ne sera effectué que si les conditions le permettent (pas froid, pas de houle, assez d'air...)

B) Règles d'exception

Que faire si:

1) vous remontez plus vite que 10 m/min

Si vous n'avez pas percer la surface: il faut attendre le temps qu'il aurait fallu en remontant à une vitesse de 10m/min pour atteindre la profondeur à laquelle vous êtes.



Si vous avez percé la surface: vous ne vous ré-immmergez pas et restez pendant une 1h sous observation d'un autre plongeur expérimenté capable de déceler des symptômes d'accident de décompression ou des barotraumatismes. *Vous ne pourrez pas replonger avant un intervalle de 12h.*

2) vous remontez plus doucement que 10m/min

Le temps table devient le temps entre l'immersion et le moment où vous atteignez la profondeur des premiers paliers. Dans le cadre d'une plongée à 20mètres maximum, les premiers paliers sont à 3mètres.

3) vous aviez des paliers obligatoires et vous ne les avez pas tous fait:

Vous vous ré-immmergez dans les 5min et recommencez les TOUS les paliers que vous deviez faire. Vous multipliez le temps des palier à 9m, 6m et 3m par facteur 1,5. *Vous ne pourrez pas replonger avant un intervalle de 12h.*

Cette procédure s'applique également si vous êtes remonté trop rapidement et que vous vous êtes arrêté à une profondeur au dessus du ou des premiers paliers.

4) vous avez eu particulièrement froid pendant la plongée ou avez fait un effort important qui a mené éventuellement à un essoufflement:

Vous entrez dans la table avec le temps table supérieure à celui que vous aurez du entrer. Si vous ne parvenez pas à contrôler votre essoufflement et que vous devez faire surface, vous ne pourrez pas replonger avant un intervalle de 12h.

C) Avion ou changement montée en altitude supérieure à 700m

Comme il y a un légère dépressurisation ($P_{\text{avion}}=0.75$ bar) et un risque de dépressurisation importante, nous ne pouvons prendre l'avion que lorsque notre corps est revenu à saturation à pression atmosphérique.

- Il faut donc :
- 1) attendre 12h si nous avons effectué une plongée unitaire sans palier
 - 2) attendre 24h si nous avons effectué une plongée unitaire avec palier obligatoire
 - 3) attendre 24h si nous avons effectué plusieurs plongées dans un intervalle de 12h.

D) Limitations des tables

Les tables USN 93 sont prévues pour un profil de plongée type:

- 1) la profondeur maximum est atteinte en début de plongée
- 2) On remonte à une vitesse de 10m/min

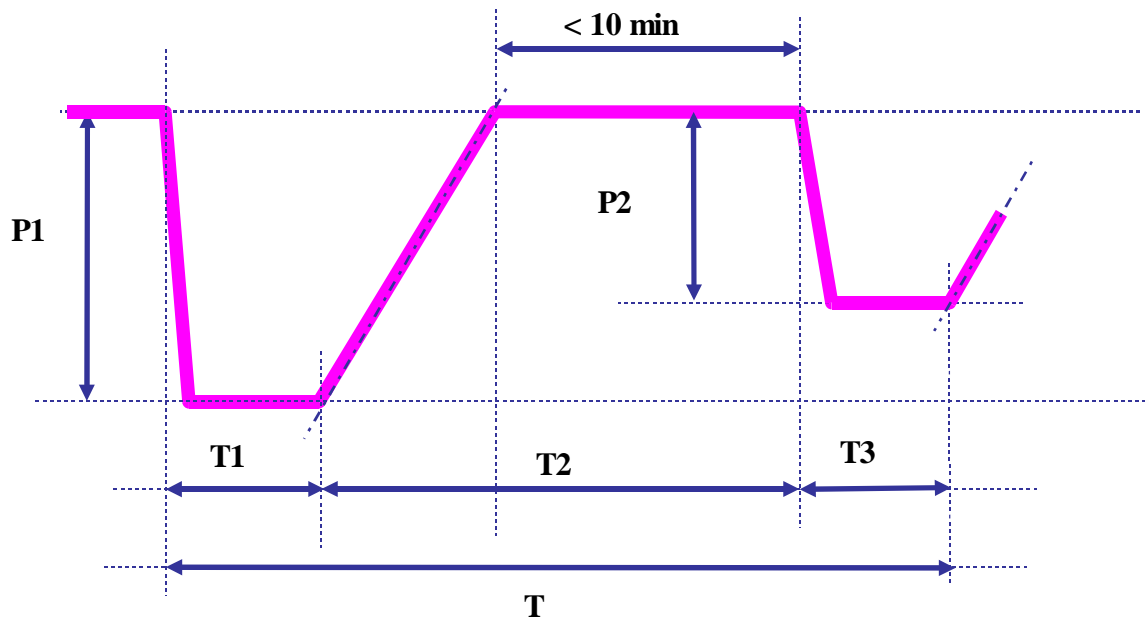
Elles ne préviennent la formation de bulles pathogènes si nous faisons des profils à risque comme:

- 1) atteindre la profondeur maximum à la fin de la plongée
- 2) faire des plongées yo-yo c'est à dire faire plusieurs remontées et descentes rapidement et avec des variations de profondeurs marqués sur la plongée.

Faisons donc attention aux profils de plongées que nous faisons

.2) La plongée consécutive

Vous avez effectué une plongée unitaire. Une plongée consécutive est une plongée pour laquelle vous vous ré-immmergez dans un intervalle inférieure à 10 min après être sorti de l'eau de la première plongée.



Pour calculer les paliers de la 2^{ème} immersion, vous considèrerez qu'il s'agit en fait d'une seule grande plongée au lieu de deux. Le temps table (T) sera dès lors égale: temps table de la première plongée (T1)+ temps de remontée, de palier et de surface (T2)+temps table de la deuxième plongée. La profondeur maximale sera la plus grande valeur entre la profondeur maximale de la première plongée et la profondeur maximale de la deuxième plongée.

3) La plongée successive

Vous avez effectué une plongée unitaire. Vous effectuez une deuxième plongée dans un intervalle compris entre 10 min et 12h après la sortie de l'eau de la première plongée. Cette deuxième plongée sera appelée une plongée successive. Pendant votre première plongée, votre corps a emmagasiné de l'azote. Une partie a été éliminé lors de la remontée et lors de vos paliers, mais à la sortie de l'eau, il en reste une quantité supérieure à celle que vous avez dans votre corps lorsque vous ne plongez pas. Cette quantité est indiquée par l'indice de saturation (dernière colonne des tableaux). Entre le moment où vous sortez de l'eau et le moment où vous vous ré-immmergez pour la deuxième plongée, votre corps continue d'éliminer l'azote excédentaire. Il faut donc recalculer un nouvel indice de saturation avant de vous remettre à l'eau. De plus, les tables USN 93 sont basées sur l'hypothèse que vous n'avez pas plongez dans un intervalle de 12h. Il faut donc trouver une « astuce » pour pouvoir les utiliser alors que vous avez plongez dans un intervalle inférieur à 12h.

Cette « astuce » est en fait les tableaux repris sur le verso des tables.

A) Calcul de l'indice de saturation lorsque vous vous ré-immmergez lors de la seconde plongée

Vous prenez l'indice de saturation que vous avez calculé lors de la première plongée. Vous vous mettez sur la ligne horizontale correspondant. Vous vous déplacez horizontalement jusqu'à atteindre la fourchette de temps dans laquelle est compris votre intervalle de surface entre les deux plongées. Une fois cette fourchette trouvée, vous vous déplacez verticalement dans la colonne jusqu'à atteindre la lettre, vous obtenez ainsi votre nouvelle indice de saturation.

PLONGÉES SUCCESSIVES																					
INTERVALLES ENTRE LES PLONGÉES (de h:min. à h:min.)																					
A													0:10 12:00								
B													0:10 3:21 3:20 12:00								
C										0:10 1:40 1:39 4:50			12:00								
D									0:10 1:10 1:09 2:39	2:39 5:49 2:38 12:00											
E								0:10 0:55 0:54 1:57	1:57 3:24 1:58 6:34	3:24 6:34 3:25 12:00											
F							0:10 0:46 0:45 1:29	1:29 2:28 1:30 3:57	2:28 3:57 2:29 7:05	3:57 7:05 3:58 12:00											
G							0:10 0:41 0:40 1:15	1:15 1:59 1:16 2:58	1:59 2:58 2:00 4:25	2:58 4:25 2:59 7:35	4:25 7:35 4:26 12:00										
H							0:10 0:37 0:36 1:06	1:06 1:41 1:07 2:23	1:41 2:23 1:42 3:20	2:23 3:20 2:24 4:49	3:20 4:49 3:21 7:59	4:49 7:59 4:50 12:00									
I							0:10 0:34 0:33 0:59	0:59 1:29 1:00 2:02	1:29 2:02 1:30 2:44	2:02 2:44 2:03 3:43	2:44 3:43 2:45 5:12	3:43 5:12 3:44 8:21	5:12 8:21 5:13 12:00								
J							0:10 0:32 0:31 0:54	0:54 1:19 0:55 1:47	1:19 1:47 1:20 2:20	1:47 2:20 1:48 3:04	2:20 3:04 2:21 4:02	3:04 4:02 3:05 5:40	4:02 5:40 4:03 8:50	5:40 8:50 5:41 12:00							
K							0:10 0:29 0:28 0:49	0:49 1:11 0:50 1:35	1:11 1:35 1:12 2:03	1:35 2:03 1:36 2:38	2:03 2:38 2:04 3:21	2:38 3:21 2:39 4:19	3:21 4:19 3:22 5:48	4:19 5:48 4:20 8:58	5:48 8:58 5:49 12:00						
L							0:10 0:27 0:26 0:45	0:45 1:04 0:27 1:05	1:04 1:25 1:05 1:49	1:25 1:49 1:26 2:19	1:49 2:19 1:50 2:53	2:19 2:53 2:20 3:36	2:53 3:36 2:54 4:35	3:36 4:35 3:37 6:02	4:35 6:02 4:36 9:12	6:02 9:12 6:03 12:00					
M							0:10 0:25 0:24 0:39	0:39 0:42 0:25 0:42	0:42 0:59 0:43 1:18	0:59 1:18 1:00 1:39	1:18 1:39 1:19 2:05	1:39 2:05 1:40 2:34	2:05 2:34 2:06 3:08	2:34 3:08 2:35 3:52	3:08 3:52 3:09 4:49	3:52 4:49 3:53 6:18	4:49 6:18 4:50 9:28	6:18 9:28 6:19 12:00			
N							0:10 0:24 0:23 0:39	0:39 0:54 0:24 0:54	0:54 1:11 0:55 1:30	1:11 1:30 1:12 1:53	1:30 1:53 1:31 2:18	1:53 2:18 1:54 2:47	2:18 2:47 2:19 3:22	2:47 3:22 2:48 4:04	3:22 4:04 3:23 5:03	4:04 5:03 4:05 6:32	5:03 6:32 5:04 9:43	6:32 9:43 6:33 12:00			
Prof. (m)	N	M	L	K	J	I	H	G	F	E	D	C	B	A							
3											279	159	88	39							
6						399	279	208	159	120	88	62	39	18							
9	469	349	279	229	190	159	132	109	88	70	54	39	25	12							
12	213	187	161	138	116	101	87	73	61	49	37	25	17	7							
15	142	124	111	99	87	76	66	56	47	38	29	21	13	6							
18	107	97	88	79	70	61	52	44	36	30	24	17	11	5							
21	87	80	72	64	57	50	43	37	31	26	20	15	9	4							
24	73	68	61	54	48	43	38	32	28	23	18	13	8	4							
27	64	58	53	47	43	38	33	29	24	20	16	11	7	3							
30	57	52	48	43	38	34	30	26	22	18	14	10	7	3							
33	51	47	42	38	34	31	27	24	20	16	13	10	6	3							
36	46	43	39	35	32	28	25	21	18	15	12	9	6	3							
39	40	38	35	31	28	25	22	19	16	13	11	8	6	3							
42	38	35	32	29	26	23	20	18	15	12	10	7	5	2							
45	35	32	30	27	24	22	19	17	14	12	9	7	5	2							
48	33	31	28	26	23	20	18	16	13	11	9	6	4	2							
51	31	29	26	24	22	19	17	15	12	10	8	6	4	2							
54	29	27	25	22	20	18	16	14	11	10	8	6	4	2							
57	28	26	24	21	19	17	15	13	10	10	8	6	4	2							
PENALISATIONS EN MINUTES																					

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

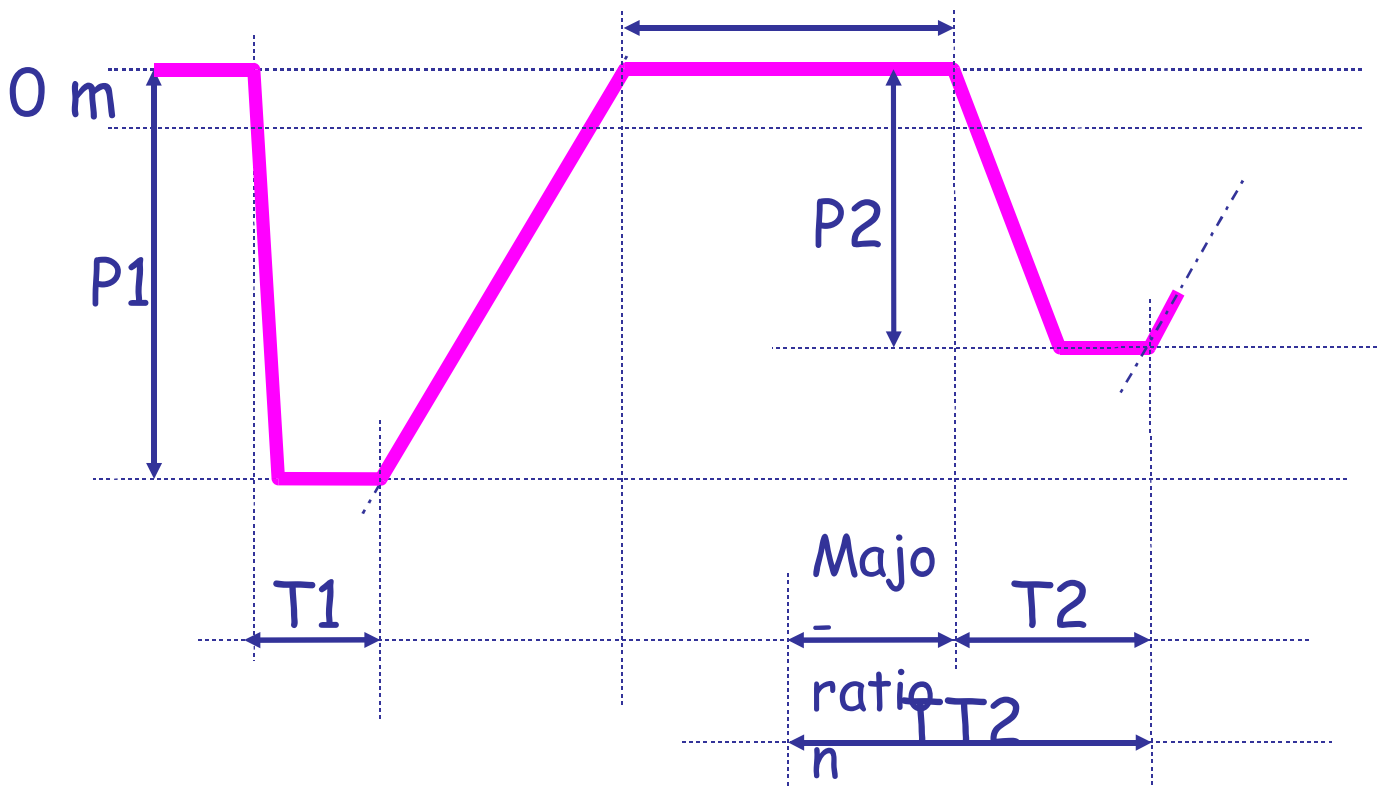
Exemple. Dans le premier exercice, nous avons obtenu un indice de saturation H. Si nous attendons 2h en surface avant de nous ré-immmergez, nous aurons un indice de saturation E.

B) Prise en compte de l'azote résiduel accumulé par la première plongée pour calculer ses paramètres de décompression de la seconde plongée

L'azote résiduel due à la première plongée et présent dans notre corps lorsque nous nous immergeons pour la seconde plongée est pris en compte en ajoutant une majoration de temps dans le temps table de la deuxième plongée. Comment obtient-on cette majoration? On décide à l'avance la profondeur maximum à laquelle on va aller. On prend le deuxième tableau de verso de la table USN. On rentre dans la colonne de l'indice de saturation résiduel qu'on vient de calculer au point A. On se déplace verticalement jusqu'à la ligne correspondant à la profondeur maximale à laquelle on va aller.

Ex: On décide d'aller à la profondeur maximum de 15m. On constate qu'on aura une majoration de 38 min.

Physiquement, cette majoration correspond au temps qu'on aurait du passer à la profondeur de 15m en plongée unitaire pour dissoudre la même quantité d'azote que l'excès d'azote résiduel qu'il y a dans notre corps avant la deuxième plongée.



Les paramètres de décompression de la seconde plongée seront:

- 1) la profondeur maximale qu'on aura atteint lors de cette seconde plongée
- 2) le temps table: le temps qu'on a passé entre le moment où on s'immerge et le moment où on décide de remonter à 10m/min (T2)+ la majoration qu'on vient de calculer.

Ce sont ces paramètres qu'il faut utiliser dans les tableaux de la face recto de la table USN 93

Ex: On atteint effectivement la profondeur maximale de 15m et on y reste 20 min. On a calculé qu'on avait une majoration de 38 min=> profondeur max=15m; temps table=20min+38min=58 min

On rentre donc dans le tableau 15 m, à la ligne 60 min. On constate qu'on n'a pas de palier obligatoire et que notre indice de saturation à la sortie de l'eau sera H.

t (min)	§
12 m	
15	B
25	C
30	D
40	E
50	F
70	G
80	H
100	I
15 m	
15	C
25	D
30	E
40	F
50	G
60	H
70	I
80	J
90	K
100	L

C) Remarques

Votre obligation d'effectuer vos plongées dans la courbe sans palier reste d'application pour les plongées consécutives et successives. Les règles d'exception et les temps d'attente pour prendre l'avion sont également les mêmes que la plongée unitaire.

Toutes ces règles sont rappelées dans le tableau situé sur la partie inférieure du recto des tables USN93.

De même qu'il faut faire attention à ces profils de plongées unitaires, il faut respecter certains règles pour les profils de plongées successives.

- 1) la profondeur maximale de la deuxième plongée doit être inférieure à la profondeur maximale de la première plongée
- 2) Il est conseillé d'attendre un intervalle de 3h entre la sortie de l'eau de la première plongée et la mise à l'eau de la deuxième plongée.
- 3) Atteindre la profondeur maximale en début de plongée et pas à la fin.
- 4) Ne pas faire des plongées yo-yo.

La manière de calculer son indice de saturation résiduel et la majoration du temps table reste d'application si on effectue une 3ème plongée et ainsi de suite. Cette situation se rencontre généralement lors de voyage plongée en mer chaude. Il est par contre impératif:

- 1) Toutes les plongées soient dans la courbe de plongée sans palier
- 2) D'attendre 3h entre chaque plongée
- 3) De diminuer significativement les profondeur maximale atteinte d'une plongée à l'autre
- 4) De s'hydrater
- 5) Aucun incident ne soit survenu comme une remontée trop rapide ou un essoufflement.

Exercice récapitulatif:

Je me mets à l'eau à 9h40 et j'effectue une première plongée à 20 m, temps table 48 min.

On entre dans la table à 21m et 50 min.

palier: pas de palier obligatoire

indice de saturation: J

heure de sortie de l'eau: 2 min pour remonter à 10m/min +5min de palier de sécurité +48min de plongée=55min=> heure de sortie: 10h35

Je souhaite me remettre à l'eau à 12h30 et effectué une plongée à 18 m:

intervalle de surface: 12h30-10h35= 1h55

indice résiduelle: F

majoration: 36 min

temps table maximum en no déco: je peux effectuer un temps table de 60 min avant d'entrer dans les palier. Sachant que j'ai 36 min de majoration, je pourrais effectivement rester: $60-36=24$ min dans l'eau avant de décider de remonter à une vitesse de 10m/min. Nous décidons de faire cela.

Nous aurons comme paramètres de décompression:

palier: pas de palier obligatoire

indice: J

heure de sortie: 2min pour remonter à 10m/min+5min de palier de sécurité+24min de plongée=31min =>heure de sortie:13h01

L'ordinateur de plongée

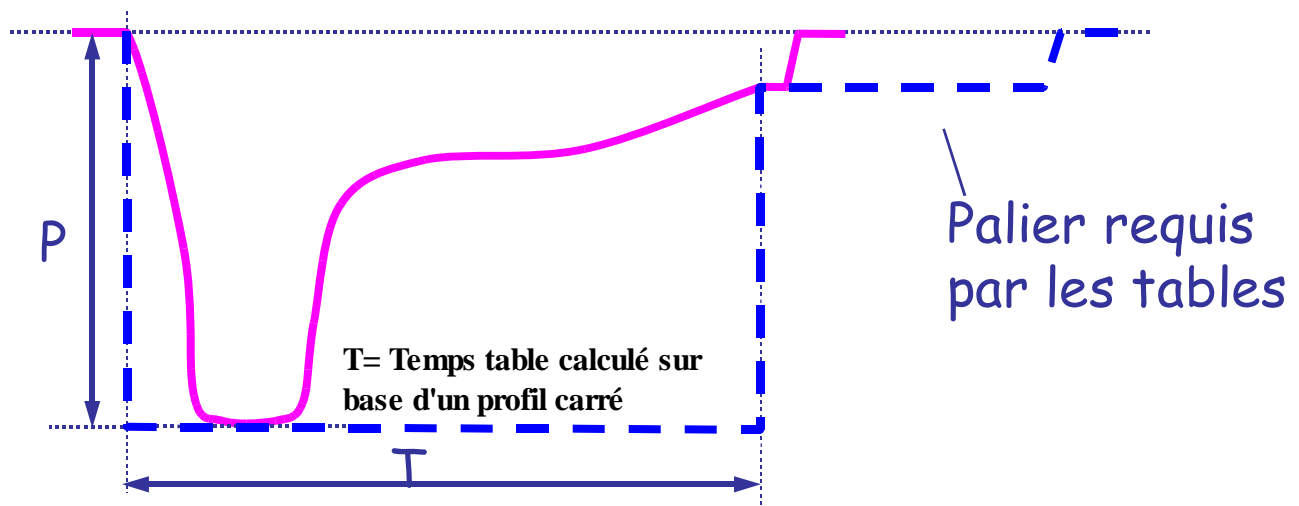
Introduction et but du cours

L'ordinateur est un autre outil que les tables pour calculer ses paramètres de décompression pour sortir de plongée en toute sécurité sans former de bulles d'azote pathogènes.

Le but de ce cours est de montrer les avantages de l'ordinateur par rapport aux tables mais également que l'ordinateur reste une machine. Il faut donc l'utiliser de manière correcte et intelligente et surtout avoir une solution de secours si il venait à tomber en panne.

Avantages de l'ordinateur

L'ordinateur est basé sur le même protocole de décompression que les tables. Par contre, la table considère que vous avez fait une plongée carrée, c'est à dire que vous êtes resté à la profondeur maximale pendant tout le temps table et que vous avez dissous la quantité d'azote correspondant à ce profil carré. En réalité, on suit rarement ce profil carré. Généralement, on atteint la profondeur maximale en début de plongée et puis on remonte doucement suivant les éléments intéressants à voir et puis on remonte effectivement à 10m/min. On a donc emmagasiné une quantité d'azote moindre que le profil carré. Dès lors, l'avantage le plus manifeste de l'ordinateur est qu'il mesure en permanence la profondeur à laquelle on est au cours de la plongée et les intègre pour calculer la quantité « réelle » d'azote que l'on a dissous dans notre corps. L'illustration ci-dessous montre que cette quantité d'azote « réelle » est plus faible que celle prédite par la table. L'ordinateur permettra donc de faire des plongées multi-niveaux avec des paliers moins long que la table.



Le deuxième avantage de l'ordinateur est qu'il enregistre les paramètres de plongées. Cette information est précieuse en cas d'accident de décompression. Il faut donc toujours envoyer un accidenté avec son ordinateur aux caissons de recompressions afin que le médecin puisse examiner le profil de plongée suivi et adapter son diagnostic et son traitement en fonction.

Troisièmement, lors de plongées successives, l'ordinateur a en mémoire les premières plongées effectuées dans la période de 12h. Il connaît donc automatiquement l'excès d'azote dans votre corps avant votre plongée (équivalent de l'indice de saturation de la table) et en tient compte pour la décompression que vous devrez effectuer lors de votre plongée.

Quatrièmement, c'est une machine qui ne se trompe pas.

Enfin, l'ordinateur vous indique en permanence les paramètres de votre plongée:

- 1) profondeur à laquelle vous êtes en mètre (depth, image gauche: 21.5 m)
- 2) temps écoulé depuis que vous vous êtes immergé en minutes (dive time, image gauche,: 25 minutes)
- 3) profondeur maximum à laquelle vous avez été en mètres (P max, image de gauche: 38.1 m)
- 4) a) vous n'avez pas encore de palier obligatoire (image de gauche): une indication du type « No Stop » apparaît sur l'écran. Le chiffre à coté de cette indication est le temps en minute qu'il vous reste à la profondeur à laquelle vous êtes actuellement avant d'avoir des paliers obligatoires.
 b) vous avez des paliers obligatoires à faire (image de droite): l'indication No Stop disparaît et est remplacé par une indication du type « Stop at ». Le chiffre qui suit est la profondeur du premier palier en mètres. Le chiffre à sa droite est le temps du palier. (2minutes de palier à 6mètres). Au dessus de cette ensemble apparaît une flèche vers le haut surmontée d'une barre horizontale et un chiffre. Cela indique le temps à la profondeur à laquelle vous êtes qu'il vous faudra en réalisant vos paliers pour percer la surface. Dans l'exemple ci-dessous, ce temps est de 12min. Sachant qu'on est à 11,5 mètres de profondeur, on sait qu'on mettra 1min pour remonter+ 2min de palier à 6m. Il y a donc $12-1-2=9$ min de palier à 3m.



ATTENTION: Tous les modèles d'ordinateurs affichent ces 4 informations mais la disposition varie d'un modèle à l'autre. IL EST DONC IMPERATIF DE LIRE LE MODE D'EMPLOI D'UN ORDINATEUR ET SAVOIR S'EN SERVIR AVANT DE PLONGER AVEC.

Remarques: Il existe une variété importante de modèle d'ordinateur différent sur le marché. Les différences sont principalement:

- Ordinateur en bracelet ou qui se fixe sur le manomètre
- Son algorithme de calcul
- option de la gestion d'air
- option du calcul de la décompression pour des mélanges Nitrox
- Visualisation des profils après la plongée sur un ordinateur...

Il n'y a pas un bon et un mauvais ordinateur. Demandez conseil auprès des autres plongeurs et choisissez celui qui est le mieux adapté à vos besoins.

Inconvénients de l'ordinateur

Le premier inconvénient est son prix nettement supérieure à celui d'une table. Ceci dit, cet inconvénient est à relativiser car si vous utilisez une table, vous devez avoir un profondimètre et une montre. Ces deux outils de mesures ont un certain cout également.

Deuxièmement, l'ordinateur est un robot très obéissant qui n'oublie pas de mesurer avec précision et de calculer votre décompression. Mais tout comme la table, si vous faites des profils à risques comme d'atteindre la profondeur maximale en fin de plongée ou des yoyos, il vous indiquera des paramètres de décompression à suivre mais ces paramètres n'assureront pas à 100% que nous ne formerons pas des bulles pathogènes. **IL FAUT DONC L'UTILISER INTELLIGEMENT.**

Troisièmement, il peut tomber en panne. Par exemple, la pile peut être vide et il s'arrêtera en cours de plongée. Une crasse peut s'être fixée sur la sonde de pression lors d'une précédente plongée. Il ne se déclenchera pas quand vous vous mettez à l'eau mais à 5 m, par exemple. Il vous indiquera une profondeur de 0 m à 5m. Un autre type de panne plus difficile à détecter est l'affichage de paramètres (profondeur, temps..) délibérants. (ex: le temps reste bloqué).

Dans toutes ces situations, il faut avoir un moyen de décompression de secours pour pouvoir sortir de l'eau en tout sécurité.

Moyens de secours :

- 1) En tant que 1*, on vous autorise si vous faites une plongée dans la courbe de sécurité à utiliser le moyen de décompression(ordinateur, table...) de votre binôme **POUR AUTANT QUE CELUI-CI SOIT REPRESENTATIF DE VOTRE ETAT DE SATURATION EN AZOTE.** Si vous avez plongé le matin et pas votre binôme, les paramètres de décompression indiqué par l'ordinateur de votre binôme ne vous assure pas de sortir de l'eau en toute sécurité
- 2) Les ordinateurs ont des modes de planification qui vous indique sachant à quelle profondeur maximale vous comptez aller, les paliers que vous devrez faire. Recopier ces paramètre sur une plaquette que vous prendrez sous l'eau avec vous. Sur cette plaquette, recopiez également vos paramètres si par accident vous descendiez 5m plus profond que prévu ou que vous plongez 5 min plus longtemps que prévu.
- 3) Utilisez une table USN93 avec une montre et un profondimètre comme moyen de décompression de secours. Pour utiliser cette solution, il faut bien sûr suivre des profils qui vous permettent d'utiliser la table USN93. Faites particulièrement attention de ne pas faire des plongées multi-niveaux trop longues car vous sortiriez des temps tables maximum indiqués sur la table.
- 4) Plongez avec deux ordinateurs

Planquées mixtes ordinateurs (différents modèles) et/ou tables

Lors du briefing, il est très important de signaler au chef de planquée les outils que vous utilisez pour votre décompression (table ou ordinateur, précisez le modèle). Il arrive fréquemment que des plongeurs utilisant des ordinateurs de modèle différents plongent ensemble. Il est très important que chacun connaissent les caractéristiques de son ordinateur (lisez les modes d'emploi) et puisse l'indiquer aux autres. En effet, les modèles d'ordinateur ont des vitesses de remontées maximum différents ou des temps de paliers légèrement différents (rarement supérieure à 5min de

différences). Dans tous les cas, l'ensemble de la palanquée reste soudée. Dès lors, on remonte à la vitesse la plus lente et on fait les paliers les plus longs et les plus profonds imposés par les moyens de décompression des membres de la palanquée.

Delai d'attente:

- 1) entre deux plongées où la première est effectuée à la table et la seconde à l'ordinateur: 12h (afin d'être de nouveau dans le cas d'une plongée unitaire)
- 2) entre deux plongées où la première est effectuée à l'ordinateur et la seconde à la table: le temps de désaturation indiquée par l'ordinateur.
- 3) Pour prendre l'avion: Regarder le délai indiqué par votre ordinateur et si celui-ci est inférieur à 12h ou 24h, appliquez la règle de la table qui est plus pénalisante:
12h si plongée unitaire sans palier obligatoire
24h si plongée unitaire avec palier obligatoire ou si plongée successive.

Attention

- 1) L'ordinateur est un objet personnel qui ne se prête pas entre deux plongées. Lorsque vous utilisez un ordinateur il doit refléter votre état de saturation en azote. On ne fait pas une plongée avec un ordinateur le matin et puis une autre plongée avec un autre ordinateur l'après midi.
- 2) L'ordinateur vous indique le temps à la profondeur à laquelle vous êtes qu'il vous reste avant d'avoir des paliers. N'attendez pas que ce délai tombe à 1 min pour remonter de quelques mètres et ainsi de suite. Ce type de plongée s'appelle des plongées « Borderline ». Elles sont très dangereuses car votre corps se sature fortement et est à la limite de faire des bulles pathogènes. Maintenez toujours un délai minimum de 5min avant de rentrer dans les paliers et faite un palier de sécurité. Si accidentellement votre délai avant palier est inférieur à 5 min et en particulier est de l'ordre de 1 ou 2 minutes, il vaut mieux attendre ces 1 ou 2 minutes et entrer dans les paliers obligatoires que de remonter de quelques mètres pour augmenter le délai

Les 10 commandements

1. Lire et comprendre la notice d'utilisation
2. Respecter les règles édictées par le fabricant
3. Planifiez vos plongées et respectez vos planning
4. Assurez-vous du bon fonctionnement de l'ordi avant de se mettre à l'eau
5. Rester proche des profils « idéaux »
6. Eviter les plongées yoyo, border line et hybride
7. Maintenez vous dans un profil de plongée qui offre une solution de rechange
8. Référez vous au mode de décompression le plus pénalisant
9. L'ordinateur est un appareil individuel et personnel
10. N'échanger par un ordinateur non désaturé