



Tables LIFRAS

Théorie

Brevet 3*

Jean-Philippe Halain - MC
jphalain@ulg.ac.be





TABLES

Introduction et objectifs



- Pourquoi les tables ?

L'ADD

- Objectifs
 - Compréhension des tables
 - Maîtriser l'emploi des tables
 - Maîtriser les règles exceptions
mais encore...



TABLES

Rappels ADD



Principe

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.

Notions de saturation (sous/sur)

--> définition de la **Sursaturation CRITIQUE** = dangereux déséquilibre



TABLES

Rappels ADD



$T < P$	→	Sous-saturation (= déséquilibre)
$T = P$	→	Saturation (= équilibre)
$T > P$	→	Sursaturation (= déséquilibre)
$T \gg P$	→	Sursaturation CRITIQUE = dangereux déséquilibre : A tout moment, du gaz dissout peut repasser en phase gazeuse (= former des bulles).



TABLES

Rappels ADD



mais encore...

Notion de pression (absolue, ...)

Loi de Dalton --> gradients de pp N_2

L'ADD

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

Prévention:

- respect des tables
- attention aux profils, pas de yoyo...
- pas d'efforts, apnées
- forme physique, facteurs à risques...



TABLES

Rappels ADD



Notion de compartiments

- Modélisation des tissus
- Compartiments (5' à 240' p.ex.)

Tables de plongée

- Paliers pour éviter la sursaturation critique
- Tables US NAVY 93 et LIFRAS 94
- Calculées pour plongeurs en bonne santé et calmes

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 ADD



TABLES

Tables LIFRAS



Définition:

Ensemble de protocoles destinés à prévenir l'ADD
= éliminer l'azote des différents tissus sans créer de bulles pathogènes

Compartiments:

- Ensemble de tissus ayant la même période (temps de 1/2 saturation)
- Pour chacun seuil de sursaturation critique (bulles pathogènes)
- Tables US Navy: 6 + 3 compartiments (5 ' à 240 ')
- Compartiment directeur



TABLES

Définition



Historique:

- 1ère génération: Haldane
- 2ème " : British Navy
- 3ème " : M de Workman --> US Navy

Coefficients de sursaturation critique

- les même pour tous les tissus
- plus élevés pour tissus rapides
- proport. à la pression

$$T = T_0 + (P - p_0) \cdot (1 - e^{-kt})$$



TABLES

Définition



Principe d'une table:

- La descente --> tension par compartiment (1/2 prof)
- Sur le fond --> tension calculée pour durée fond (carré)
- La remontée --> tant que les gradients < gradients critiques (M de Workman) on peut remonter (P moy), sinon palier



TABLES

Définition



Limitations:

- plongées à profil carré
- modèle par perfusion, pas de diffusion entre tissus
- microbulles pas prises en compte
- modèle établi par US Navy (i.e. les coeffs) sur base de statistiques
- tables US Navy établies en pieds
- HYP: 9 compartiments, 10m/min, 10°C (eau), 100W



TABLES

Les Tables LIFRAS



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	s
3 m		18 m			27 m			42 m			60 m		
60 A	15	C	10		15			5			10		
120 B	20	D	15		20			10			15		
6 m	25	E	20		25			15			20		
50 B	30	F	25		30			20			25		
100 D	40	G	30		30			25			30		
9 m	50	H	40		40			30			30		
30 B	55	I	50		50			35			35		
45 C	60	J	60		60			40			40		
60 D	70	K	70		70			45			45		
75 E	80	L	80		80			50			50		
95 F	25		25		25			55			55		
120 G	10	C	30		30			60			60		
12 m	15	D	40		40			65			65		
15 B	20	E	50		50			70			70		
25 C	30	F	15		15			75			75		
30 D	35	G	20		20			80			80		
40 E	40	H	25		25			85			85		
50 F	45	I	30		30			90			90		
70 G	50	J	35		35			95			95		
80 H	60	K	40		40			100			100		
100 I	70	L	5		5			105			105		
15 m	10	C	10		10			110			110		
15 C	5	B	15		15			115			115		
25 D	10	C	20		20			120			120		
30 E	15	D	25		25			125			125		
40 F	20	E	30		30			130			130		
50 G	25	F	40		40			135			135		
60 H	30	G	15		15			140			140		
70 I	35	H	20		20			145			145		
80 J	40	I	25		25			150			150		
90 K	50	J	30		30			155			155		
100 L	60	K	35		35			160			160		
			40		40			165			165		
			45		45			170			170		
			50		50			175			175		
			55		55			180			180		
			60		60			185			185		
			65		65			190			190		
			70		70			195			195		
			75		75			200			200		
			80		80			205			205		
			85		85			210			210		
			90		90			215			215		
			95		95			220			220		
			100		100			225			225		

DANGER		REMONTE 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 Entrer dans la table en prenant le temps supérieur.	COLIQUES Redescendre jusqu'à 6m maximum.
MER ROULANTE Escaler le palier de 5m à 6m en doublant le temps de 3m. Successive permise en prenant l'index supérieur.	DEJÀ AVION 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 3:21 3:20 12:00		
C												0:10 1:40 4:50 1:39 4:49 12:00		
D												0:10 1:10 2:39 5:49 1:09 2:38 5:48 12:00		
E												0:10 0:55 1:58 3:25 6:35 0:54 1:57 3:24 6:34 12:00		
F												0:10 0:46 1:30 2:29 3:53 7:05 0:45 1:29 2:28 3:57 7:05 12:00		
G												0:10 0:41 1:16 2:00 2:59 4:26 7:36 0:40 1:15 1:59 2:58 4:25 7:35 12:00		
H												0:10 0:37 1:07 1:42 2:24 3:21 4:50 8:00 0:36 1:06 1:41 2:23 3:20 4:49 7:59 12:00		
I												0:10 0:34 1:00 1:30 2:03 2:45 3:44 5:13 8:22 0:33 0:59 1:29 2:02 2:44 3:43 5:12 8:21 12:00		
J												0:10 0:32 0:55 1:20 1:48 2:21 3:05 4:03 5:41 8:51 0:31 0:54 1:19 1:47 2:20 3:04 4:02 5:40 8:50 12:00		
K												0:10 0:29 0:50 1:12 1:36 2:04 2:39 3:22 4:20 5:49 8:59 0:28 0:49 1:11 1:35 2:03 2:38 3:21 4:19 5:48 8:58 12:00		
L												0:10 0:27 0:46 1:05 1:26 1:50 2:20 2:54 3:37 4:36 6:03 9:13 0:26 0:45 1:04 1:25 1:45 2:19 2:53 3:36 4:35 6:02 9:12 12:00		
M												0:10 0:26 0:43 1:00 1:19 1:40 2:06 2:35 3:09 3:53 4:50 6:19 9:29 0:25 0:42 0:59 1:18 1:39 2:05 2:34 3:08 3:52 4:49 6:18 9:28 12:00		
N												0:10 0:25 0:40 0:55 1:12 1:31 1:54 2:19 2:48 3:23 4:05 5:04 6:33 9:44 0:24 0:39 0:54 1:11 1:30 1:53 2:18 2:47 3:22 4:04 5:03 6:32 9:43 12:00		
Prof. (m)	N	M	L	K	J	I	H	G	F	E	D	C	B	A
3														
6														
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



TABLES

Règles



Règles générales:

- Plongée unitaire, consécutive, successive
- Calcul plongée unitaire
- Indice de sursaturation
- Majoration (! Exception)
- Calcul plongée successive
- Plongée répétitives
- Palier de sécurité 5min à 5m



TABLES

Exceptions



La remontée:

- 10m / minute
- Vitesse de remontée trop lente
- Vitesse de remontée trop rapide
sans atteindre la surface
jusqu'en surface
- Interruption de palier

DANGER	REMONTÉE TROP RAPIDE	DANGER
AVANT SURFACE	JUSQU'À LA SURFACE	
STOPPER LA REMONTÉE	PLONGÉE SANS PALIER :	PLONGÉE AVEC PALIER : Dans les 5 min maximum:
Attendre le temps qui aurait été nécessaire pour atteindre normalement cette profondeur.	Pas de réimmersion. Maintenir en observation permanente pendant 1h auprès d'une autorité qualifiée.	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
MEME PROCEDURE POUR INTERRUPTION DE PALIER		



TABLES

Exceptions



Cas particuliers:

- Plongée en mer agitée ou houleuse
- Plongée avec effort ou essoufflement
- Le froid en plongée
- Coliques du scaphandrier
- Vol en avion
- Repos après 5 jours
- Plongée à $> 57\text{m}$
- Prolonger sa plongée...
- Réadaptation

EFFORT ET FROID
Entrer dans la table en prenant le temps supérieur.
MER HOULEUSE
Exécuter le palier de 3m à 6m en doublant le temps de 3m
Successive permise en prenant l'indice supérieur.

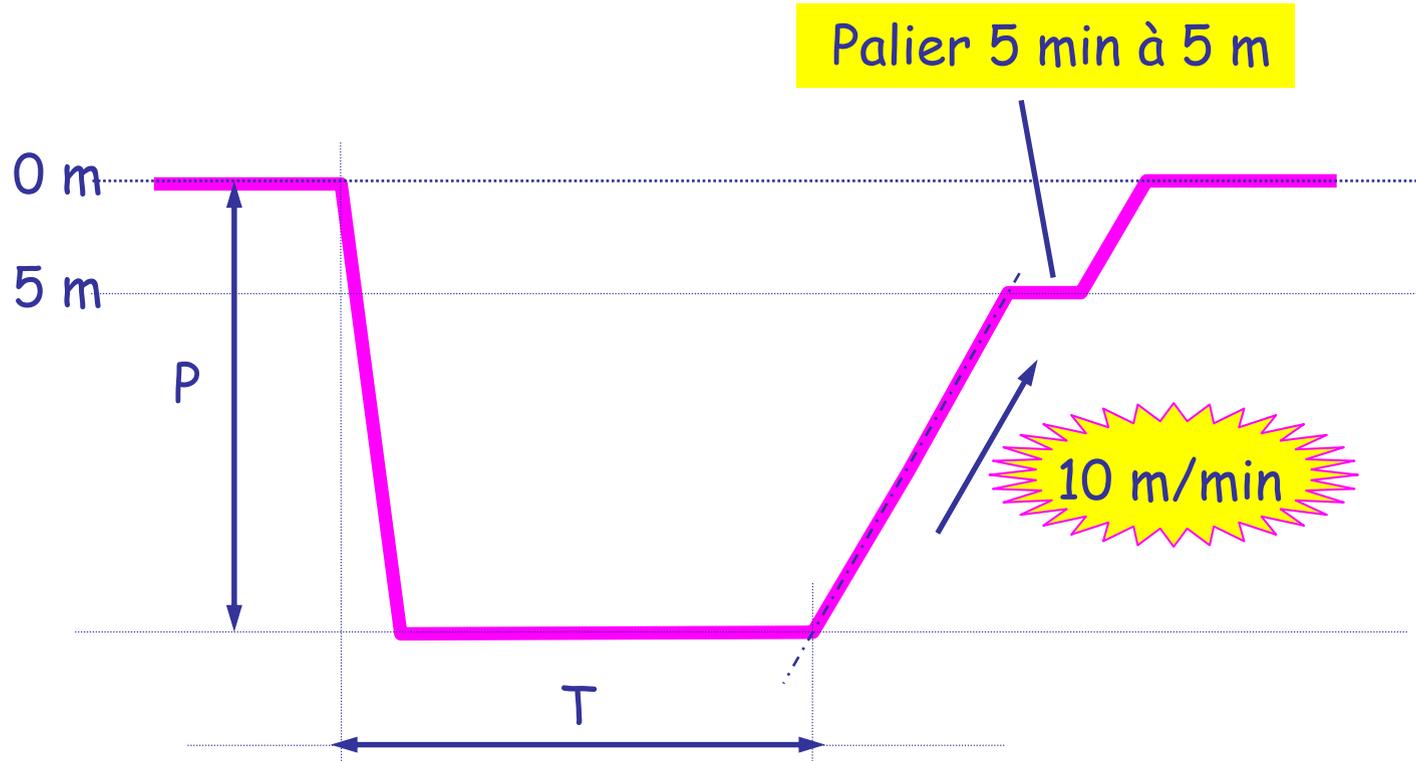
COLIQUES
Redescendre jusqu'à 6m maximum
DELAIS AVION
Plongée unitaire sans palier = 12h
Plongée unitaire avec palier ou successive = 24h

**UN JOUR DE REPOS APRES 5 JOURS
DE PLONGEES INTENSIVES**



TABLES

Palier de sécurité

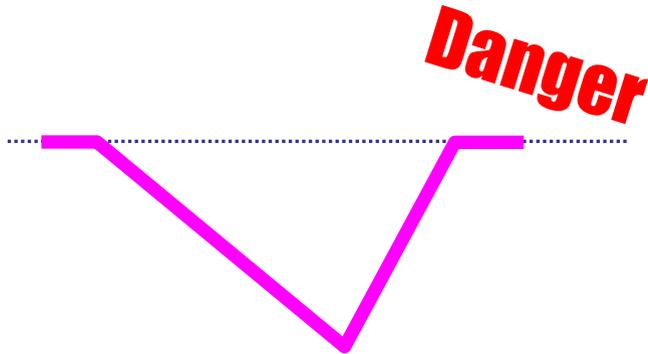


Buts : sécurité et "défatigation"
Dans de bonnes conditions uniquement



TABLES

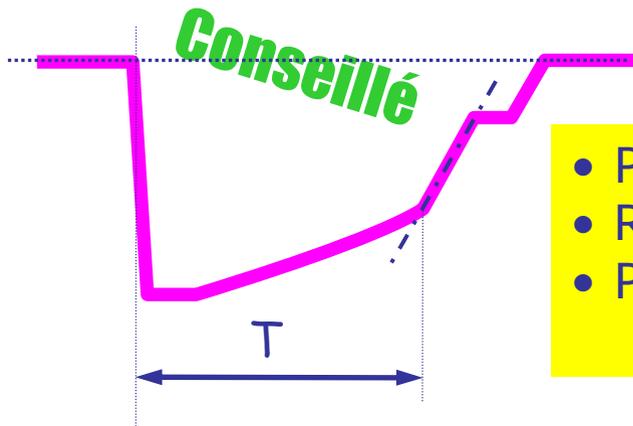
Profils de plongées unitaires



Profondeur max. à la fin



Plongée yo-yo



- Profondeur max. en début
- Remontée régulière
- Palier de sécurité si les conditions le permettent

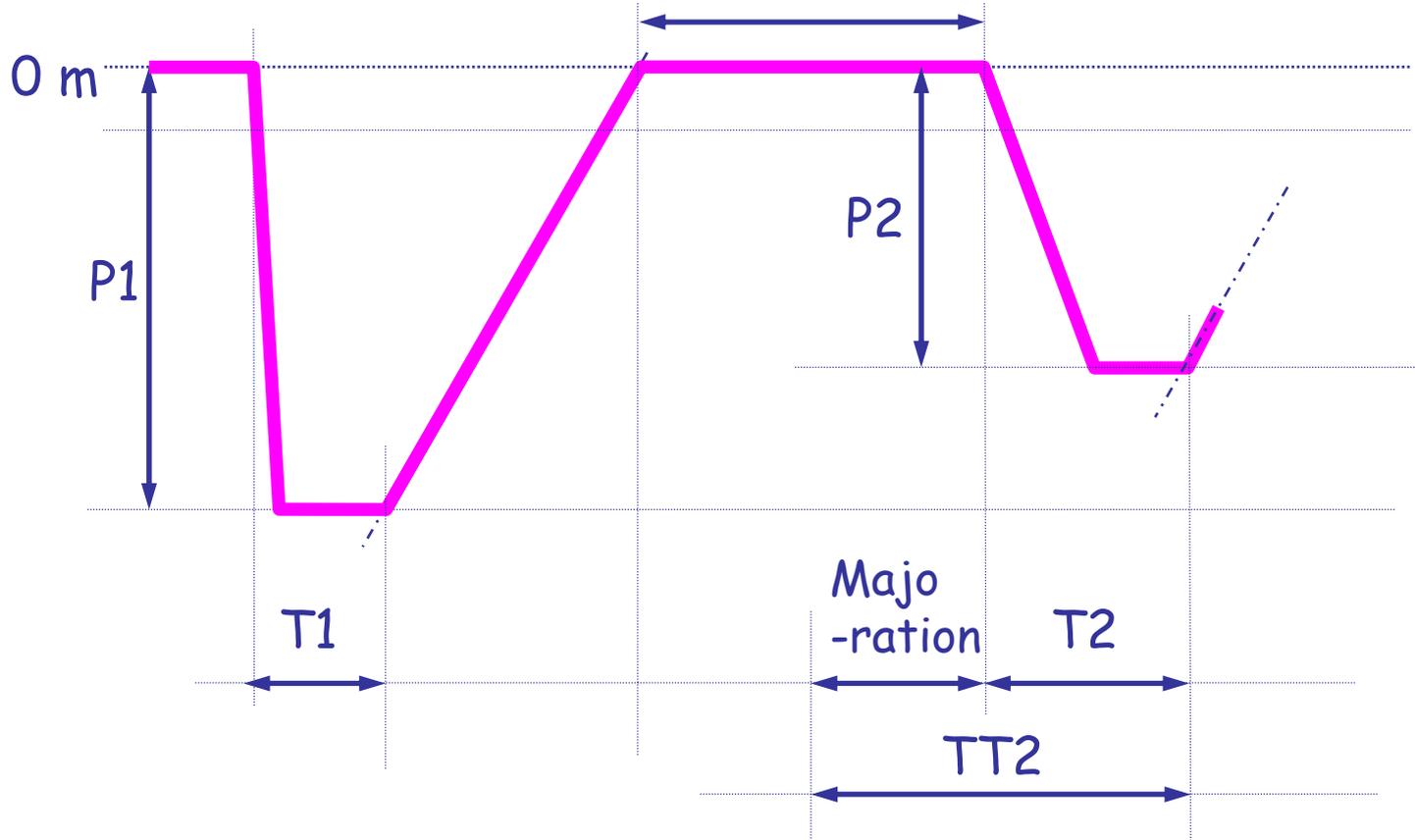


TABLES

Plongée successive



Intervalle > 10 min et < 12 h



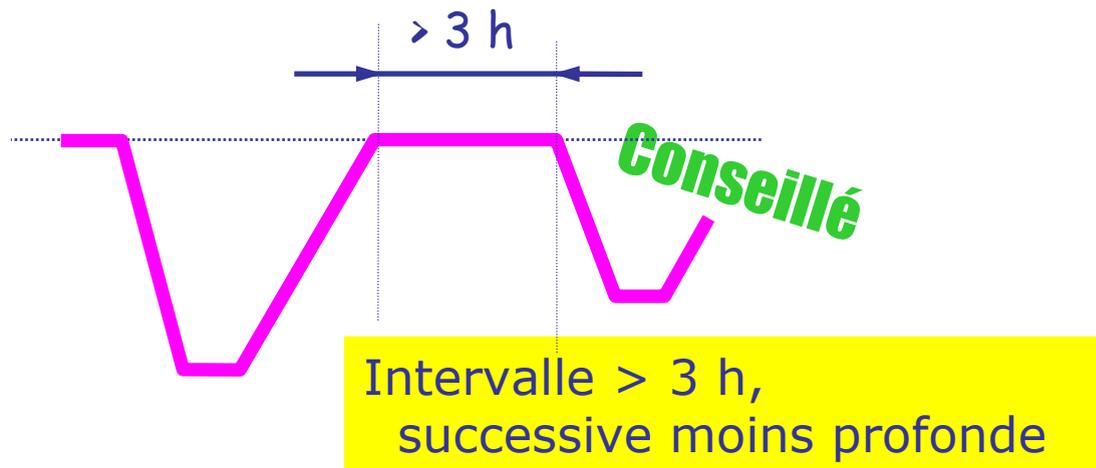
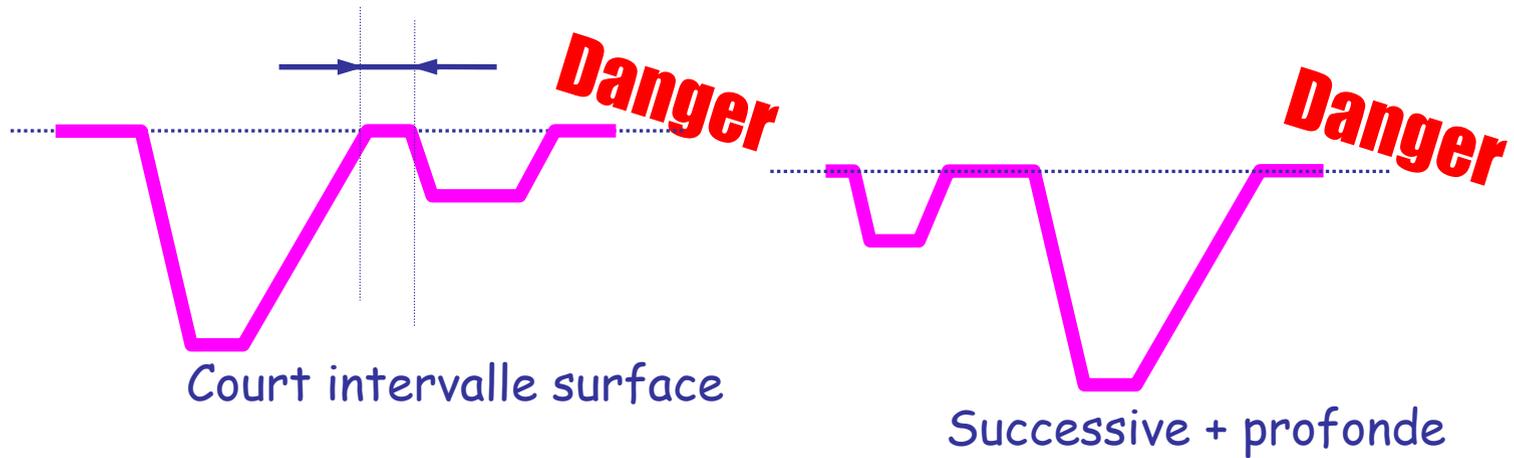
Temps Table 2ième plongée : $TT2 = T2 + \text{Majoration}$



TABLES



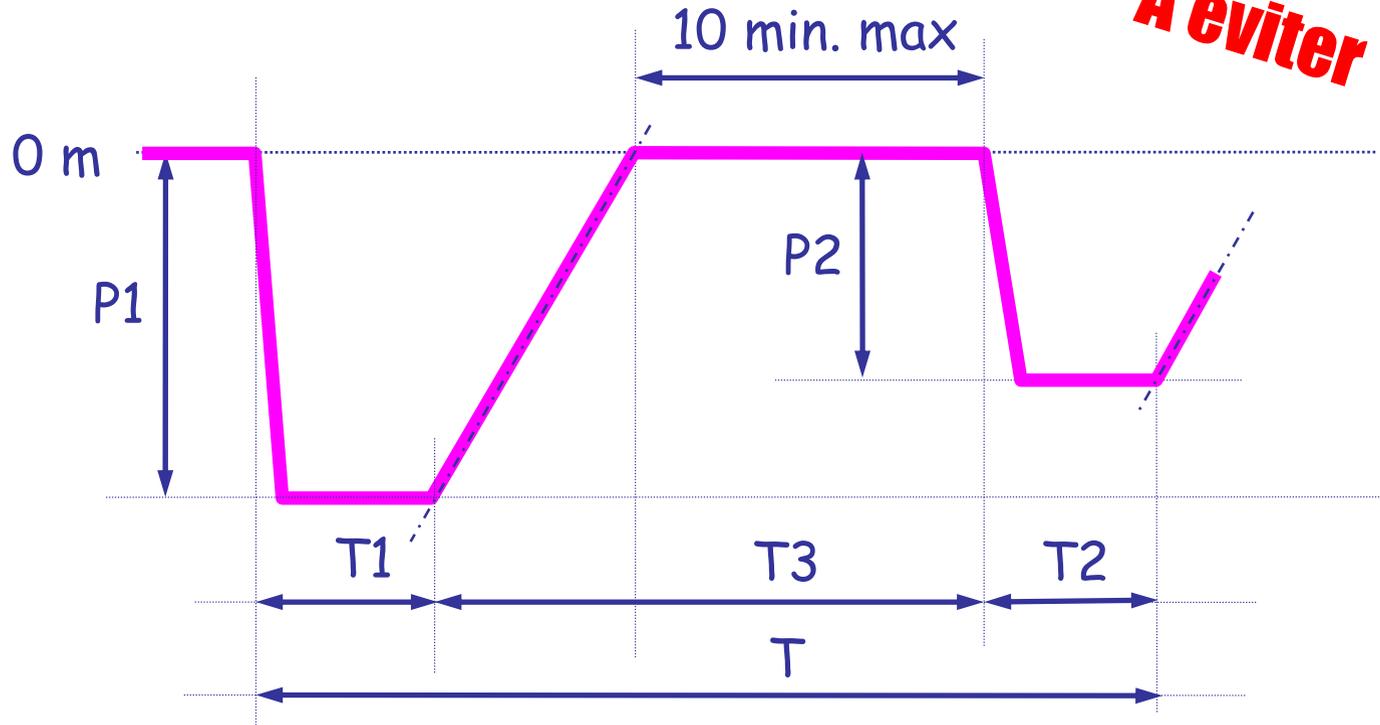
Profils de plongées successives





TABLES

Plongée consécutive



Intervalle < 10 min :
 $P = \max (P1, P2) , \quad T = T1 + T2 + T3$:
point de vue tables c'est une seule longue plongée



TABLES

Plongées répétitives



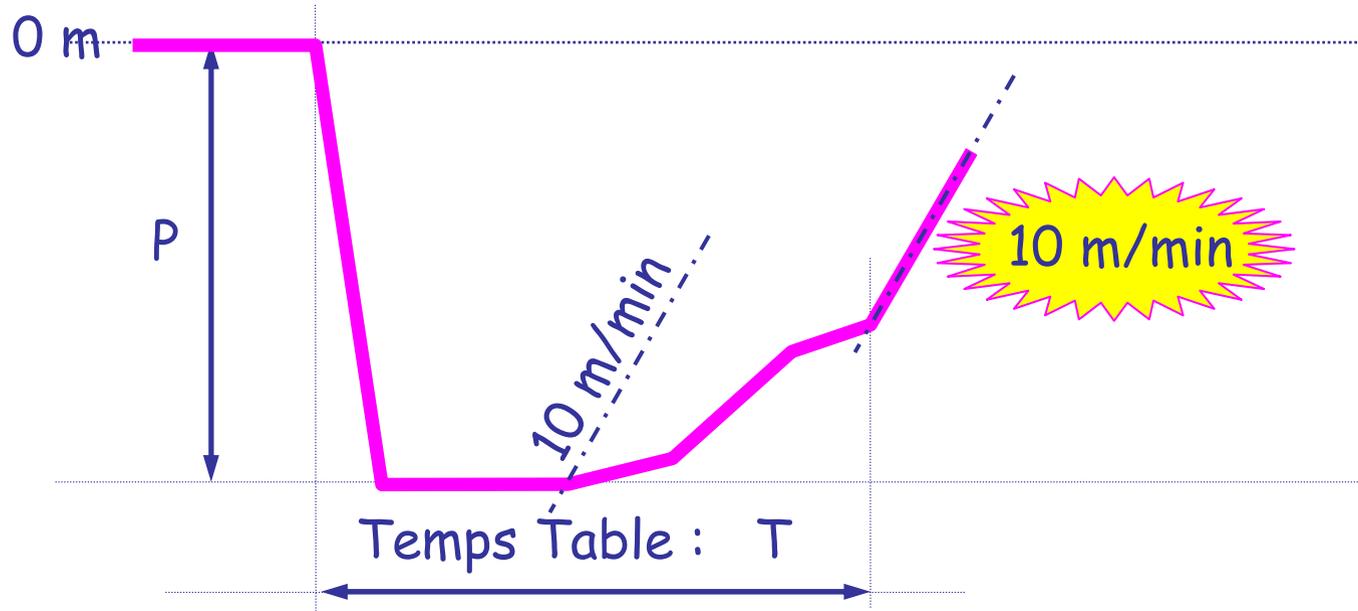
Résumé du texte du 19/06/2005, remplace le texte du 13/06/1999: 2^{ème} successive.

- Plongées répétitives = plus de deux plongées par 24 heures, et quel qu'en soit le nombre, limité à des temps dans la **courbe de plongée sans palier**.
- **L'intervalle** de surface entre deux plongées = **2 heures minimum**, intervalle minimum de 12 heures entre la sortie de l'eau de la dernière plongée répétitive et la première plongée du jour suivant.
- Recommandation de ne **pas** faire **plus de deux journées de ce type par période de cinq jours** et d'observer un jour de repos.
- Pour les plongées profondes, **attentif au profil de plongée**. Le profil inversé est déconseillé.
- Attention au respect de la **vitesse de remontée** maximale de 10 m par minute.
- Un **palier de sécurité** sera effectué à l'issue de chaque plongée (de 5 min. à 5m).
- Si un **incident** survient au cours d'une de ces plongées, le délai d'attente avant de replonger sera de 24 heures.
- Les plongées répétitives aggravant le phénomène de **déshydratation**, les plongeurs veilleront à se réhydrater convenablement entre les plongées (de l'eau).
- Les plongeurs veilleront à un bon **confort thermique** pendant et entre les plongées.
- La technique de plongée répétitive est **exclue** dans le cadre de la plongée **exercice**.
- Le délai d'attente pour le vol en **avion** après la dernière plongée sera de 24 heures.



TABLES

Remontée trop lente



T = avant d'entamer la remontée à 10m/min

(note: si vous remontez trop lentement jusqu'au 1er palier :
T = temps écoulé jusqu'à l'arrivée au 1er palier)

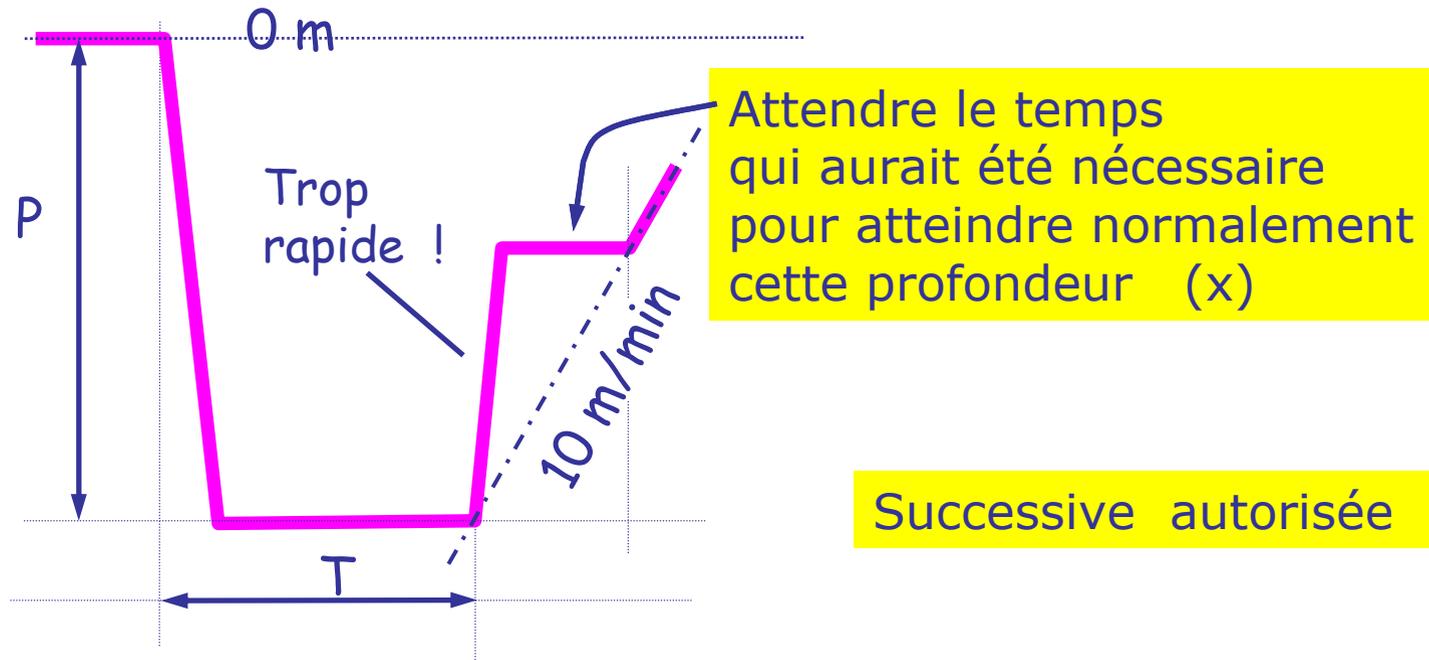


TABLES

Remontée trop rapide



Arrêt avant le 1er palier ou avant la surface si pas de palier obligatoire



- (x) Cette "règle d'exception" est seulement un palliatif à une situation anormale: **remonter trop vite est dangereux.**
On ne se met pas volontairement en situation d'exception !

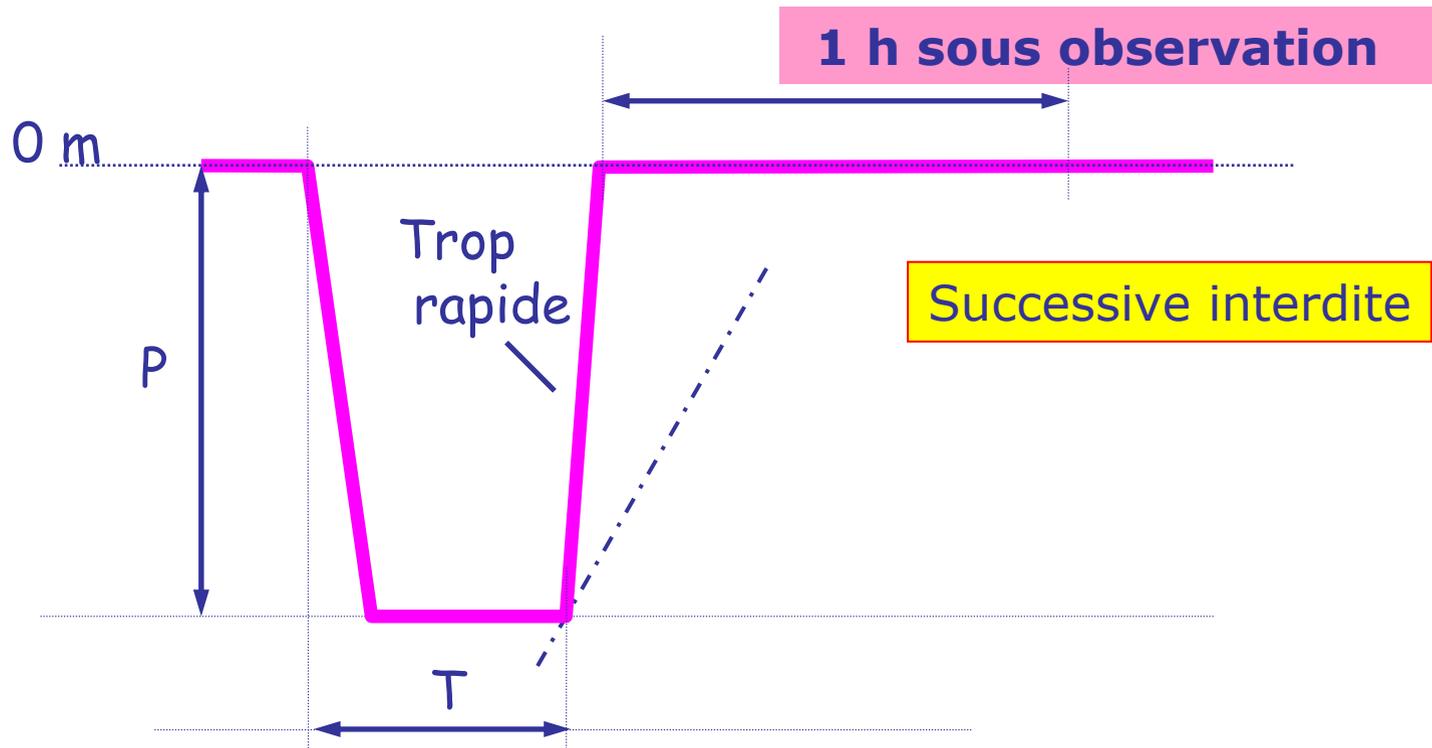


TABLES

Remontée trop rapide



Plongée sans palier : remontée trop rapide jusqu'en surface



**Remonter trop vite est dangereux.
On ne se met pas volontairement en situation d'exception !**



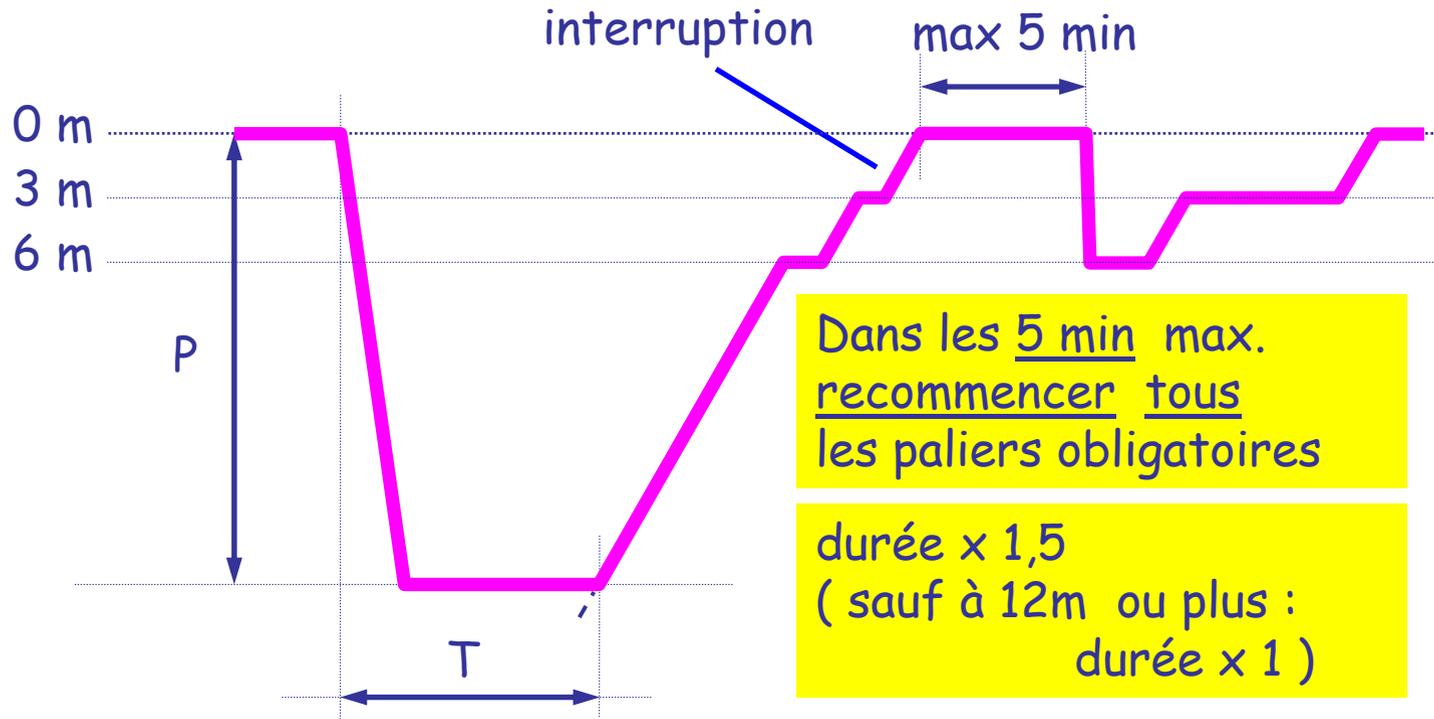
TABLES

Remontée trop rapide



Danger

Plongée avec palier : Interruption de palier



Successive interdite

(Même procédure en cas de remontée trop rapide
arrêtée au-dessus du 1er palier ou en surface)



Plongée unitaire: toutes les règles sont écrites sur la Table

DANGER	REMONTEE TROP RAPIDE	DANGER
AVANT SURFACE	JUSQU'À LA SURFACE	
STOPPER LA REMONTEE	PLONGEE SANS PALIER :	PLONGEE AVEC PALIER : Dans les 5 min maximum:
Attendre le temps qui aurait été nécessaire pour atteindre normalement cette profondeur.	Pas de réimmersion. Maintenir en observation permanente pendant 1h auprès d'une autorité qualifiée.	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
MEME PROCEDURE POUR INTERRUPTION DE PALIER		

EFFORT ET FROID
Entrer dans la table en prenant le temps supérieur.
MER HOULEUSE
Exécuter le palier de 3m à 6m en doublant le temps de 3m
Successive permise en prenant l'indice supérieur.

COLIQUES
Redescendre jusqu'à 6m maximum
DELAIS AVION
Plongée unitaire sans palier = 12h
Plongée unitaire avec palier ou successive = 24h

UN JOUR DE REPOS APRES 5 JOURS DE PLONGEES INTENSIVES

Règles valables pour les successives aussi .



TABLES

Plongée en altitude



A.p.d. de 700m

Coef = P atm mer / P atm altitude

P fictive table = P réelle x Coef

P réelle palier = Prof table / Coef

V remontée = V table / Coef

NB:

Si successive: indice augmenté par tranche de 400m



TABLES Nitrox



- Tables Nitrox I et II (32%, 36%)
- Tables air avec règle suivante:

$$P \text{ equiv} = (\text{Preelle} + 10) \times (\% \text{ N}_2 \text{ mélange} / 79\%)$$

NB: < P réelle



TABLES

Autres tables



Table de plongée à l'air Marine Nationale 1990 (MN90) 1

Vitesse de remontée : 15 m./min.

Prof	durée plongée	paliers		GR	Prof	durée plongée	paliers		GR	Prof	durée plongée	paliers		GR	Prof	durée plongée	paliers		GR		
		6m	3m																		
30	5			B	32	25			H	38	5			C	40	35	8	35	L		
	10			D		30			I		10			1			E	5			C
	15	1		E		35			K		15			4			F	10			E
	20	2		F		40	1		L		20			8			H	15			G
	25	4		H		45	4		L		25	1		16			J	20	1		I
	30	9		I		5			C		30	3		24			K	25	3		J
	35	17		J		10			D		35	5		33			L	30	6		L
40	24		K	15			F	5			5		C	5			C				
45	1	31	L	20			H	10			10		E	10			F				
32	5			B	35	25			I	40	15			G	45	15	1	6	H		
	10			D		30	1		J		20	1		9			H	20	3		I
	15	1		E		35	2		K		25	2		19			J	25	5		K
	20			G		40	5		L		30	4		28			K	30	9		L

INTERVALLES											
2 h	2 h 30	3 h	4 h	6 h	8 h						
0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,80						
0,85	0,84	0,83	0,82	0,81	0,81						
0,87	0,85	0,85	0,83	0,82	0,81						
0,89	0,88	0,86	0,85	0,82	0,81						
0,91	0,89	0,88	0,86	0,83	0,81						
0,94	0,91	0,90	0,87	0,83	0,82						
0,96	0,93	0,91	0,88	0,84	0,82						
0,98	0,95	0,93	0,89	0,85	0,82						
1,00	0,97	0,94	0,90	0,85	0,83						
1,02	0,98	0,96	0,91	0,86	0,83						
1,04	1,01	0,97	0,92	0,86	0,83						
1,07	1,02	0,99	0,93	0,87	0,83						
1,09	1,04	1,01	0,94	0,87	0,8						
N	1,37	1,32	1,28	1,24	1,17	1,11	1,06	1,02	0,95	0,88	0,84
O	1,41	1,36	1,32	1,27	1,20	1,13	1,08	1,04	0,97	0,88	0,84
P	1,45	1,40	1,35	1,30	1,22	1,15	1,10	1,05	0,98	0,89	0,84

DETERMINATION DE LA MAJORATION 3

AZOTE RESIDUEL	PROFONDEUR DE LA 2 ^{ème} PLONGEE																			
	12m	15m	18m	20m	22m	25m	28m	30m	32m	35m	38m	40m	42m	45m	48m	50m	52m	55m	58m	60m
0,82	4	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0,84	7	6	5	4	4	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
0,86	11	9	7	7	6	5	5	4	4	4	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2
0,89	17	13	11	10	9	8	7	7	6	6	5	5	5	4	4	4	4	3	3	3
0,92	23	18	15	13	12	11	10	9	8	8	7	7	6	6	5	5	5	5	5	4
0,95	29	23	19	17	15	13	12	11	10	10	9	8	8	7	7	7	7	6	6	5
0,99	38	30	24	22	20	17	15	14	13	12	11	11	10	9	9	8	8	8	7	7
1,03	47	37	30	27	24	21	19	17	16	15	14	13	12	11	11	10	10	9	9	9
1,07	57	44	36	32	29	25	22	21	19	18	16	15	15	13	13	12	12	11	10	10
1,11	68	52	42	37	34	29	26	24	22	20	19	18	17	16	15	14	13	13	12	12
1,16	81	62	50	44	40	34	30	28	26	24	22	21	20	18	17	16	16	15	14	13
1,20	93	70	56	50	45	39	34	32	29	27	24	23	22	20	19	18	18	17	16	15
1,24	106	79	63	56	50	43	38	35	33	30	27	26	24	23	21	20	19	18	17	17
1,29	124	91	72	63	56	49	43	40	37	33	30	29	27	25	24	23	22	20	19	19
1,33	139	101	79	70	62	53	47	43	40	36	33	31	30	28	26	25	24	22	21	20
1,38	160	114	89	78	69	59	52	48	44	40	37	35	33	30	28	27	26	24	23	22
1,42	180	126	97	85	75	64	56	52	48	43	39	37	35	33	30	29	28	26	25	24
1,45	196	135	104	90	80	68	59	55	51	46	42	39	37	34	32	31	29	28	26	25



TABLES

Conclusions



Les tables:

- avoir compris leur conception
- savoir parfaitement les utiliser
- comprendre leur signification et leurs limites
- planifier sa plongée !!!