



BREVET 1 *

Cours de décompression





Pourquoi la décompression?

- **L'être humain n'est pas fait pour aller sous l'eau**
- **Le corps humain contient de l'air**
- **Le plongeur respire de l'air sous pression**
- **L'air respiré en profondeur entraîne des conséquences qu'il faut comprendre et maîtriser pour éviter les accidents**
- **L'étude de la décompression est une science expérimentale et imparfaite. Soyez prudents!**



Comment éviter les accidents

Tables et ordinateurs

**Décompressions avant de faire
surface!**

(c'est Henry qui le préconise...)



Ce qu'on va voir dans ce cours

- Quelques rappels physiques de base (les lois sont revues dans le cours de médecine)
- Règles générales LIFRAS pour la décompression
- Terminologie
- Les principaux profils de plongée
- Qu'est-ce qu'un ordinateur
- Savoir utiliser une table
- Règles d'exception
- Règles pour plongées multiples



Rappels de lois physiques





Rappels de lois physiques

- **Premier danger: Le corps contient de l'air**
L'air est compressible
La compression de l'air dépend de la pression subie
(loi de Boyle-Mariotte)
L'air respiré en profondeur est de l'air comprimé
Lors de la remontée l'air se dilate et prend plus de place
- **Second danger: l'air contient 80% d'azote**
L'azote est inerte mais inutile et dangereux en plongée
L'azote se dissous dans le corps sous l'effet de la pression (loi de Henry)
Lors de la remontée l'azote doit repartir sous forme de gaz par les poumons. Il lui faut du temps et il faut ne pas aller trop vite pour éviter la formation de bulles dans le corps.



Règles générales LIFRAS pour la décompression





Règles générales LIFRAS de décompression

- On peut plonger à l'ordinateur (même pour les épreuves) qui présente un avantage sur les tables: calcule à tout moment l'état de saturation, en pratique moins pénalisant pour les plongées non carrées.
- Toujours bien connaître son moyen de décompression et le respecter scrupuleusement, prendre une marge de sécurité
- Savoir quoi faire en cas de panne
- Il faut tout de même savoir utiliser une table, la table de référence LIFRAS est l'US NAVY 2008



Terminologie





Terminologie



- **Plongée dans la courbe sans palier (no-déco): pas de palier obligatoire**
- **Plongée à décompression obligatoire: max 60m et TTS max 25 min (sinon déco extrême, formation spécifique)**
- **TTS (Time To Surface): temps nécessaire depuis le début de la remontée pour arriver en surface, comprend les paliers éventuels**
- **Palier de décompression: obligatoire, à respecter!**
- **Palier de sécurité: non obligatoire, faire 5min à 5m si possible**
- **Palier de surface: dans l'eau en surface, immobile (3-5 min)**



Terminologie



- **Plongée unitaire:** lorsqu'il n'y a plus de sursaturation résiduelle
- **Plongée consécutive:** après retour en surface on replonge endéans 10 min, à éviter!
- **Plongée successive:** il existe encore une sursaturation résiduelle, on replonge après 10 min minimum (2 heures min recommandé).
- **Plongées successives multiples :** suite de plongées avec sursaturation résiduelle
- **Intervalle de surface:** temps entre 2 plongées
- **Profondeur max:** la plus profonde atteinte durant la plongée
- **Planification:** la préparation d'une saine décompression



Terminologie

- **Temps fond:** depuis immersion jusqu'au début remontée (NB: on ne parle plus de temps table)
- **Temps de plongée:** depuis immersion jusqu'en surface
- **Temps sans déco (NDL):** temps autorisé à profondeur actuelle sans palier obligatoire
- **Vitesse de descente:** US NAVY recommande 20 m/min (narcose)
- **Vitesse de remontée:** table US NAVY 10 m/min, mais les ordis ont leur propre vitesse qui en général varie avec la profondeur (comme 20m/min en dessous de 50m et 7 m/min de 6m en surface)
- **Conservatisme:** prise de mesures supplémentaires pour réduire le risque



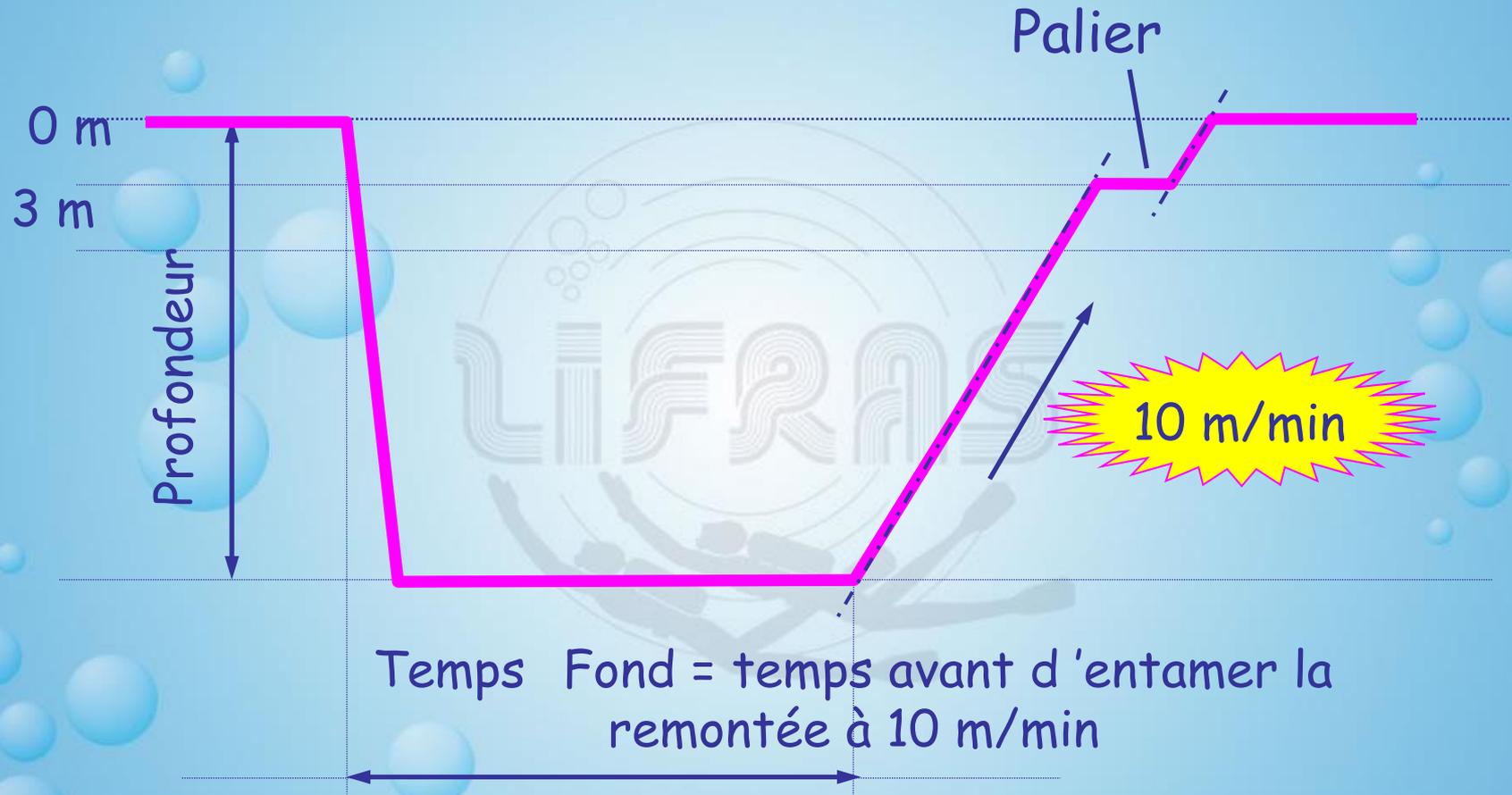
Principaux profils de plongée





Plongée unitaire

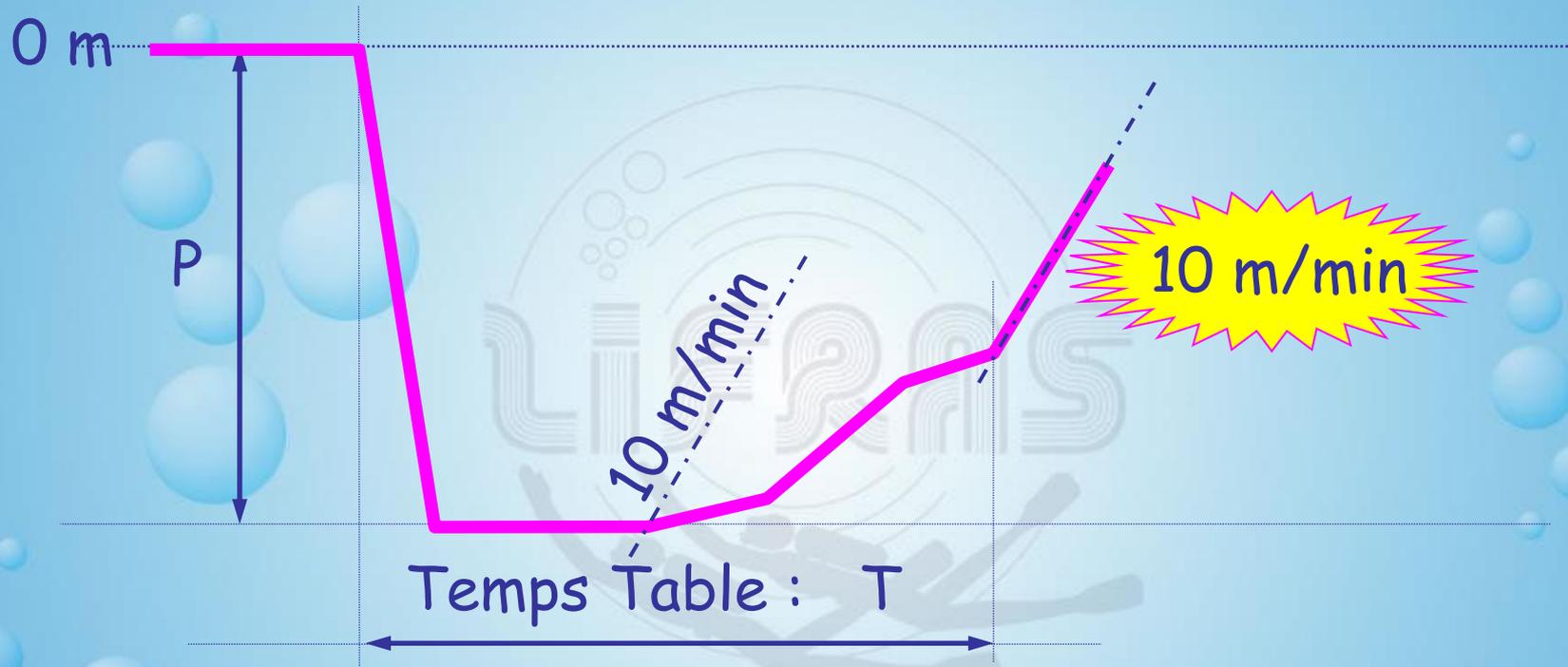
Paramètres de plongée



Vitesse de remontée tables: max. 10 m/min !
Cela vous sert de 1^{er} palier .



Remontée trop lente : Définition du "Temps Fond"



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

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



Remontée trop rapide arrêtée avant le 1^{er} palier ou avant la surface si pas de palier obligatoire

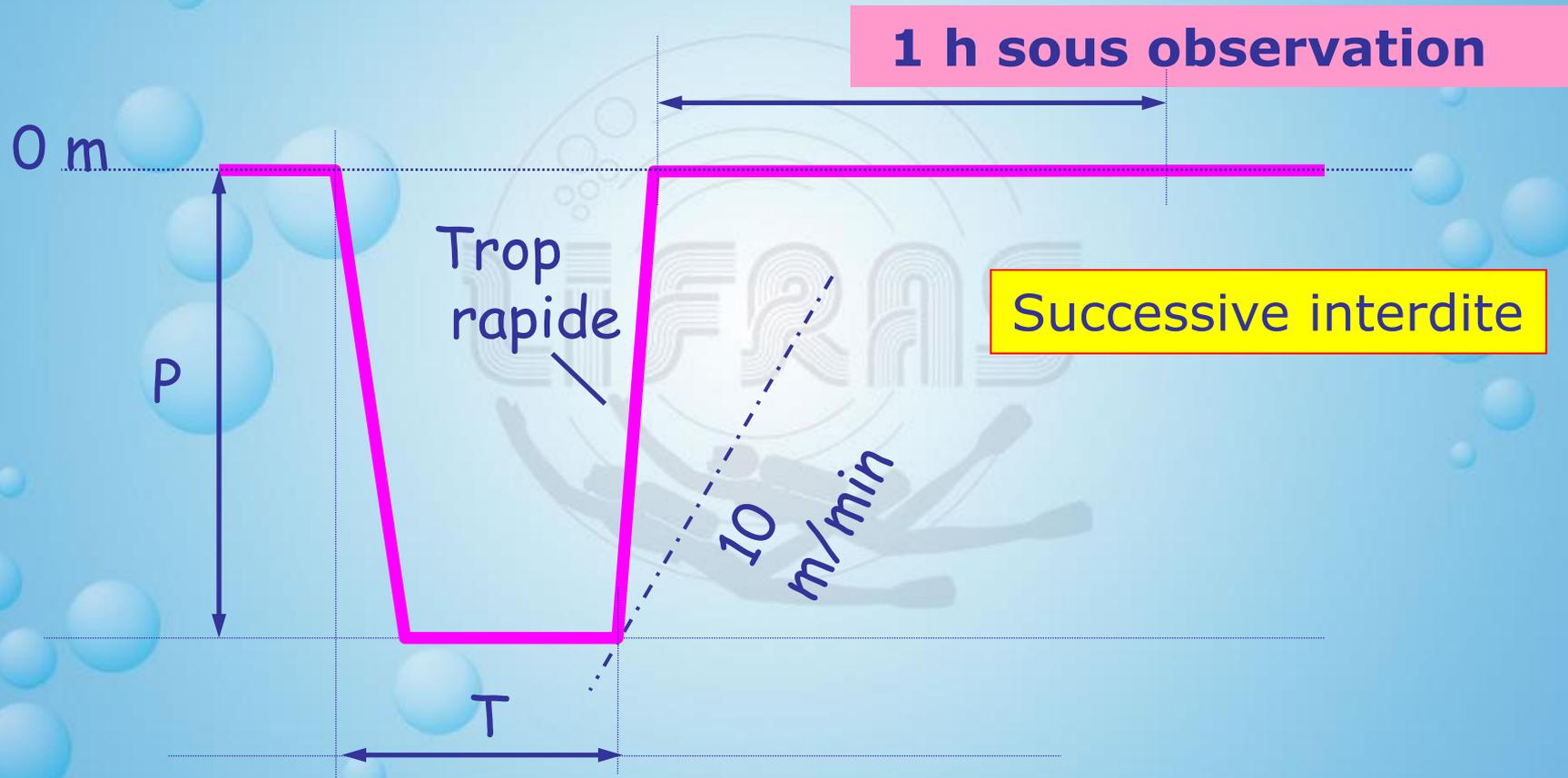
Danger



(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 !

Plongée sans palier Remontée trop rapide jusqu'en surface

Danger

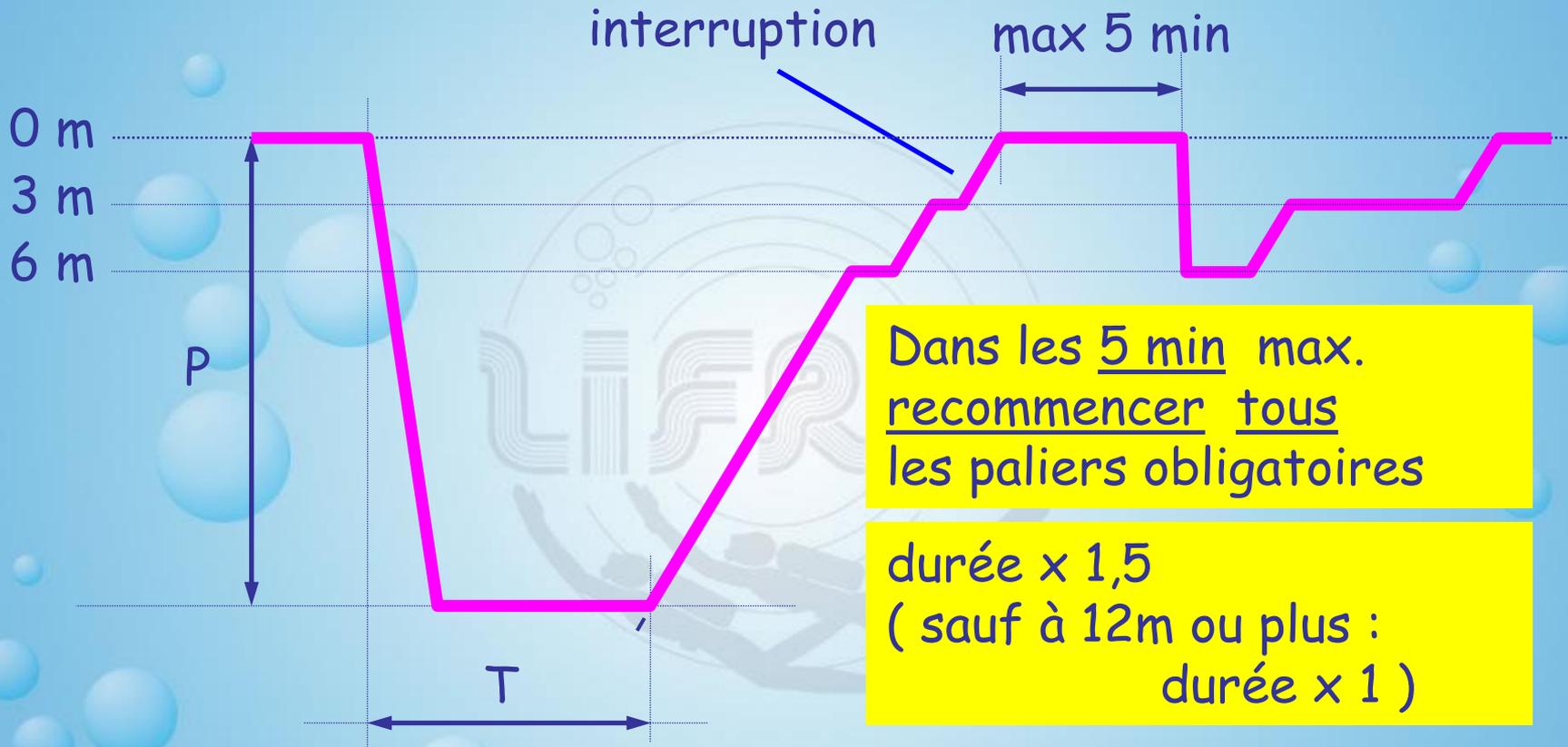


Remonter trop vite est dangereux.

On ne se met pas volontairement en situation d'exception !

Plongée avec palier : Interruption de palier

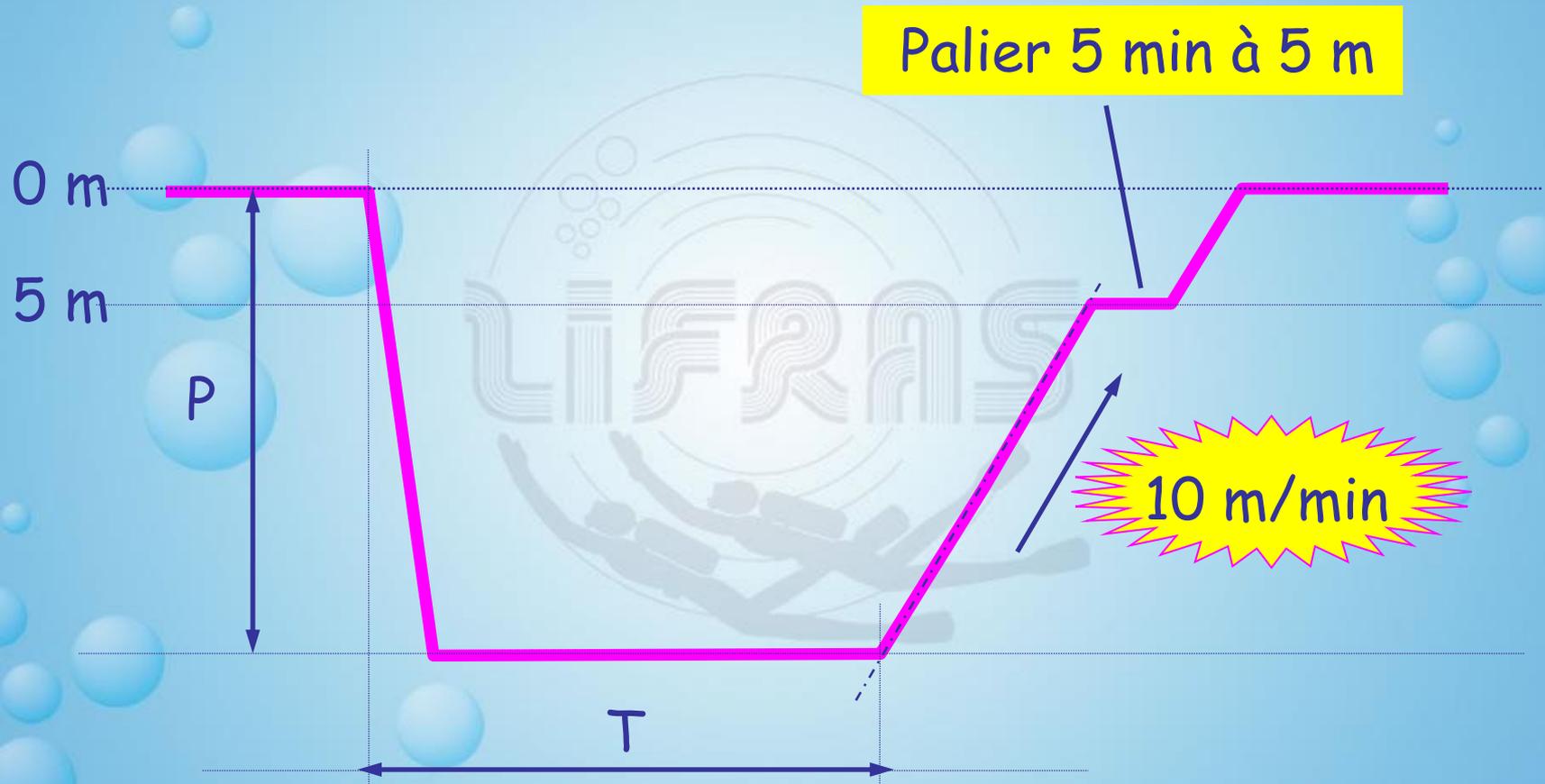
Danger



Successive interdite

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

Plongée sans palier : le palier de sécurité



Buts : sécurité et "défatigation"



Diminuez le risque d'ADD (à l'ordi comme aux tables)

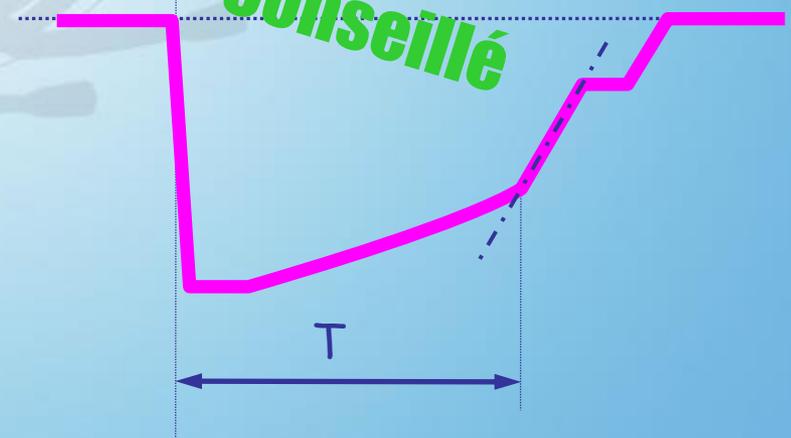


La plongée « border-line »
= en permanence remonter
ce qu'il faut pour rester
juste à la limite d'avoir des paliers,
puis sortir sans effectuer de palier
de sécurité...

... est une cause reconnue d'ADD

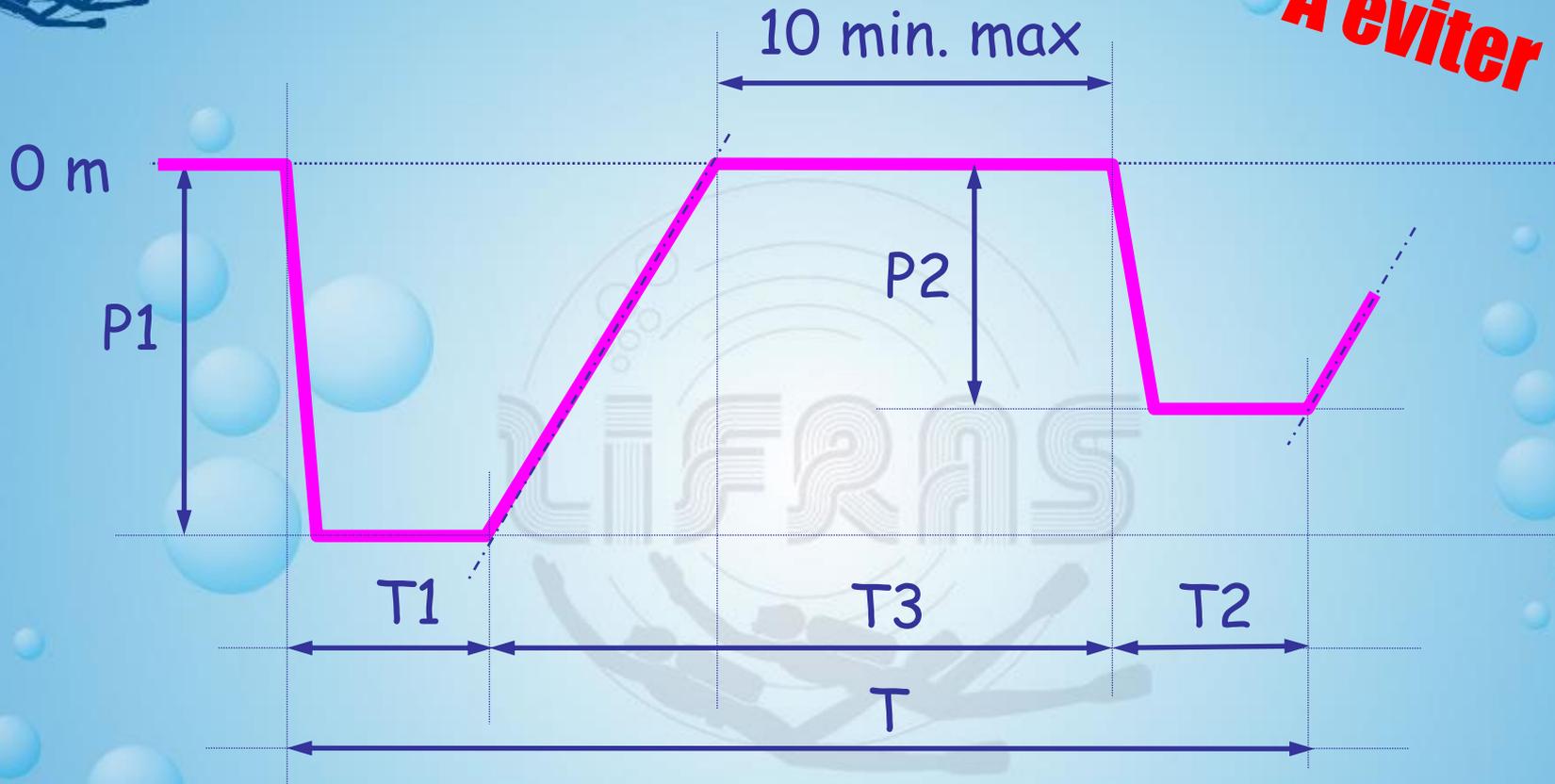
Danger

Conseillé



Plongée consécutive

À éviter



Intervalle < 10 min :

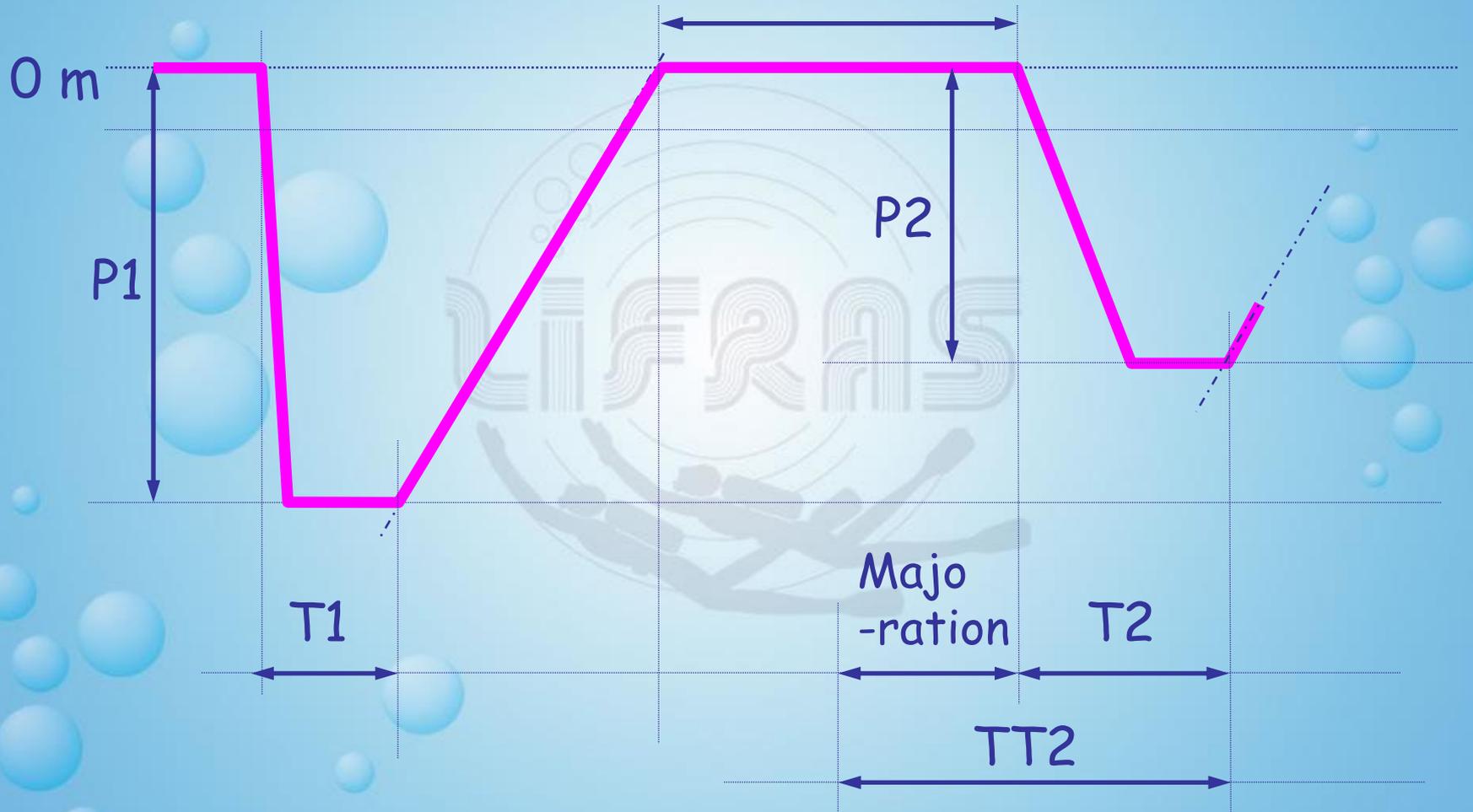
$$P = \max (P1, P2) , \quad T = T1 + T2 + T3 =$$

point de vue tables, c'est une seule longue plongée



Plongée successive

Intervalle > 10 min et < 15h50



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



Profils de plongées multiples successives

Danger

Danger

Court intervalle surface

Successive + profonde
OK si max 40m et max
12 m de différence avec
précédente

> 2 h

Conseillé

Intervalle > 2 h,
successive moins profonde



Les ordinateurs de plongée





L'ordinateur

C'est quoi? Une machine qui calcule sur base d'algorithmes néo-haldaniens (qui modélise le corps sous forme de compartiments de saturations) et utilisant des paramètres de mesure:

- **Profondeur**
- **Temps**

Un ordinateur fournit au moins les informations suivantes:

- **Profondeur actuelle**
- **Profondeur max**
- **Temps écoulé**
- **Temps avant palier (no-déco limit) ou TTS**
- **Palier éventuel: profondeur et temps**



L'ordinateur

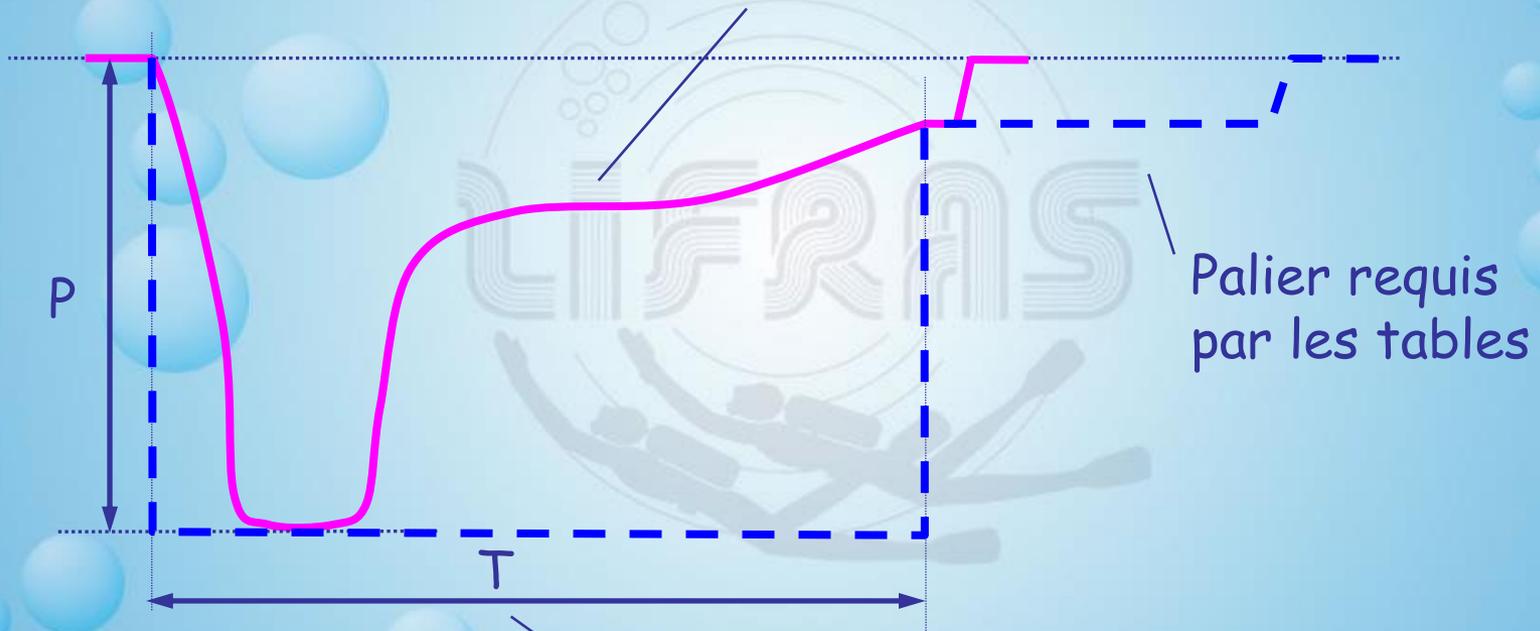
Comment il calcule?

- Fait des relevés de Pression
- Calcule constamment l'état de saturation avec l'équation de Haldane et le temps écoulé, compartiment par compartiment
- À la remontée il identifiera le compartiment directeur qui dictera le palier. Il affichera en fait le No Deco Limit: temps max qu'on peut passer à la profondeur actuelle sans palier obligatoire.

Avantage par rapport aux tables: calcule constamment, donc pour plongées non-carrées est plus intéressant que tables car permet de rester plus longtemps sous l'eau.

Comparaison théorique Tables - Ordinateurs

- Ordinateur : calcul sur base du profil réel



- Tables : calcul sur base d'une plongée carrée à la profondeur max.



Les ordinateurs

Il en existe de nombreux. Critères de choix types: taille d'affichage, lisibilité, facilité d'utilisation, informations à la sortie, changement des piles, interface PC, Nitrox

Que ne font-ils pas?

- Ne peuvent pas prendre en compte d'autres conditions de plongée: état de fatigue, effort, (froid), profils yo-yo, remontées trop rapides (l'ordinateur ne suit pas), corpulence, problèmes médicaux, quantité d'air respiré, état hydrique

- Pour palier à cela, les fabricants ont 'adapté' les algorithmes. Secret commercial -> pas validé ni invalidé, pas documenté. Ça a l'air de marcher...

NB: Possibilité pour certains ordis de 'durcir' manuellement



L'ordinateur en pratique

- **Ne se prête pas s'il indique encore un état de sursaturation ou si le copain lui-même est encore en sursaturation**
- **Toujours bien lire et relire le manuel d'instruction**
- **Vérifier l'état des batteries avant de plonger**
- **Respecter le temps qu'il donne avant de reprendre l'avion (NFT) car dans un avion commercial on est en sous-pression (équivalent à 2400m d'altitude), si possible attendre 24h**



Les tables de décompression





Les tables

- **Il existe différentes tables come la MN90 en France, les tables suisses, britanniques BSAC et table Bühlmann (pas extrapolation nitrox ni altitude)...**
- **Le LIFRAS avait opté pour la table US NAVY 94, depuis 2011 c'est la nouvelle version US NAVY 2008**
- **Table valable jusqu'à 300m d'altitude. Au-delà, nécessité d'adapter.**
- **Vitesse de remontée de 10m/min à respecter!**



Profondeur max atteinte

Table US NAVY 2008

Déco à l'air, palier à 6m

Déco O2

Temps fonds

Facteur de sursaturation (pour successive)

(min)	6m O ₂	S	(min)	6m O ₂	S	(min)	6m O ₂	S	(min)	6m O ₂	S	(min)	9m	6m O ₂	S	(min)	15m	12m	9m	6m O ₂	S						
9 m			15 m			21 m			27 m			36 m			48 m												
17		A	15		B	10		B	11		C	10			D	5						C					
27		B	21		C	14		C	17		E	15			F	10				1	1	F					
38		C	28		D	19		D	21		F	20		2	1	H	15			5	3	I					
50		D	34		E	23		E	28		H	25		8	4	I	20			22	12	L					
62		E	41		F	28		F	30		I	30		24	13	L	25			3	41	21	*				
75		F	48		G	32		G	35	4	2	J	35		38	20	N	30			1	8	60	28	*		
91		G	56		H	37		H	40	14	7	L	40		51	27	*	51 m									
107		H	63		I	42		I	45	23	12	M	45		72	33	*	5						D			
125		I	71		J	47		J	50	31	17	N	39 m			10				2	1			G			
145		J	80		K	50	2	1	K	55	39	21	O	6						7	4		J				
167		K	89		L	55	9	5	L	60	56	24	*	10						1	29	15	L				
193		L	95	2	1	M	60	14	8	M	30 m			15		1	1	G	25		1	6	46	23	*		
260		N	100	4	2	N	70	24	13	N	12			D	20		4	2	I	54 m							
307		O	110	8	4	O	80	44	17	*	15			E	25		17	9	K	5				D			
380	5	1	Z	120	21	7	O	90	64	24	*	21			G	30		34	18	M	10			3	2	G	
12 m			18 m			24 m			30 m			36 m			42 m												
12		A	12		B	9		B	30	3	2	J	40	3	67	31	*	20							D		
20		B	17		C	12		C	35	15	8	L	42 m			6										D	
27		C	22		D	16		D	40	26	14	M	6													D	
36		D	28		E	20		E	45	36	19	N	10													D	
44		E	33		F	24		F	50	47	24	*	15		2	1	H	15								D	
53		F	39		G	28		G	55	65	28	*	20		7	4	J	20								D	
63		G	45		H	32		H	33 m			25		26	14	L	25									D	
73		H	51		I	36		I	11			D	30		44	23	*	20								D	
84		I	57		J	39		J	16			F	35	4	59	30	*	25	2	6	9	67	28	*		D	
95		J	60		K	40	1	1	J	20			H	45 m			10				5	3			*		
108		K	65	2	1	L	45	10	5	K	25	3	2	I	5										*		
121		L	70	7	4	L	50	17	9	M	30	14	7	K	10		1	1	F	15					*		
135		M	77	24	13	M	55	24	13	M	35	27	14	M	15		3	2	H	20					*		
151		N	80	30	16	N	60	30	16	N	40	39	20	N	20		14	8	K	25	5	6	11	78	29	*	
170	6	2	O	90	54	22	*	70	54	22	*	45	50	26	*	25		35	19	M	66 m						
																					15		1	7	30	15	*

Vert: plongée avec déco lourde et O2 recommandée

Va jusqu'à 66m mais LIFRAS recommande max 60m à l'air



Successives

Facteur de sursaturation
de la plongée précédente

Temps surface entre les
deux plongées

	USN 2008 Plongées Successives / Répétitives																				
	Z	O	N	M	L	K	J	I	H	G	F	E	D	C	B	A					
A ▶																0:10 2:20					
B ▶																0:10 1:17 1:16 3:36					
C ▶													0:10 0:55	0:56 1:11	2:12 4:31						
D ▶												0:10 0:52	0:53 1:47	1:48 3:03	3:04 5:23						
E ▶										0:10 0:52	0:53 1:44	1:45 2:39	2:40 3:55	3:56 6:15							
F ▶										0:10 0:52	0:53 1:44	1:45 2:37	2:38 3:31	3:32 4:48	4:49 7:08						
G ▶										0:10 0:52	0:53 1:44	1:45 2:37	2:38 3:29	3:30 4:21	4:24 5:40	5:41 8:00					
H ▶									0:10 0:52	0:53 1:44	1:45 2:37	2:38 3:29	3:30 4:21	4:22 5:16	5:17 6:32	6:33 8:52					
I ▶								0:10 0:52	0:53 1:44	1:45 2:37	2:38 3:29	3:30 4:21	4:22 5:13	5:14 6:08	6:09 7:24	7:25 9:44					
J ▶								0:10 0:52	0:53 1:44	1:45 2:37	2:38 3:29	3:30 4:21	4:22 5:13	5:14 6:06	6:07 7:00	7:01 8:16	8:17 10:36				
K ▶								0:10 0:52	0:53 1:44	1:45 2:37	2:38 3:29	3:30 4:21	4:22 5:13	5:14 6:06	6:07 7:52	7:53 9:09	9:10 11:29				
L ▶								0:10 0:52	0:53 1:44	1:45 2:37	2:38 3:29	3:30 4:21	4:22 5:13	5:14 6:06	6:07 7:50	7:51 8:44	8:45 10:01	10:02 12:21			
M ▶								0:10 0:52	0:53 1:44	1:45 2:37	2:38 3:29	3:30 4:21	4:22 5:13	5:14 6:06	6:07 7:50	7:51 8:42	8:43 9:34	9:38 10:53	10:54 13:13		
N ▶								0:10 0:52	0:53 1:44	1:45 2:37	2:38 3:29	3:30 4:21	4:22 5:13	5:14 6:06	6:07 7:50	7:51 8:42	8:43 9:34	9:35 10:29	10:30 11:45	11:46 14:05	
O ▶								0:10 0:52	0:53 1:44	1:45 2:37	2:38 3:29	3:30 4:21	4:22 5:13	5:14 6:06	6:07 7:50	7:51 8:42	8:43 9:34	9:35 10:28	10:29 11:22	11:23 12:38	12:39 14:58
Z ▶	0:10 0:52	0:53 1:44	1:45 2:37	2:38 3:29	3:30 4:21	4:22 5:13	5:14 6:06	6:07 6:58	7:50 8:42	8:43 9:34	9:35 10:27	10:28 11:19	11:20 12:13	12:14 13:30	13:31 15:50						
Prof.	Z	O	N	M	L	K	J	I	H	G	F	E	D	C	B	A					
9 m	372	308	261	224	194	168	146	126	108	92	77	63	51	39	28	18					
12 m	188	169	152	136	122	109	97	85	74	64	55	45	37	29	21	13					
15 m	131	120	109	99	90	81	73	65	57	49	42	35	29	23	17	11					
18 m	101	93	86	79	72	65	58	52	46	40	35	29	24	19	14	9					
21 m	83	77	71	65	59	54	49	44	39	34	29	25	20	16	12	8					

Profondeur
décidée pour la
successive

Nouveau facteur
de sursaturation

Pénalité en
minutes



Les règles d'exception





Les règles d'exception

- **Froid et effort: prendre temps table immédiatement supérieur**
- **Remontée trop rapide sans arriver en surface: s'arrêter et attendre le temps qui aurait été nécessaire pour remonter à 10m/min**
- **Remontée trop rapide en surface: si plongée sans-palier, placer sous surveillance. Si paliers obligatoires, refaire les paliers et ajoutant 50% de temps au palier de 6m dans le cas des tables, et aux paliers de 9 m à 3 m pour les ordis**
- **Changement du moyen de décompression: attendre 24h ou 48h (si plongée exceptionnelle)**
- **NB: attendre 24h avant de prendre l'avion**



Les règles pour les plongées multiples successives





Plongées multiples successives

- **Une plongée est successive s'il existe un état de sursaturation résiduelle**
- **En pratique il s'agit de plusieurs plongées par jour**
- **Possible sans limitation mais suivre scrupuleusement les indications de son ordinateur y compris les indications mentionnées dans son mode d'emploi**
- **De plus il est recommandé de laisser Min 2h entre chaque plongée, faire des plongées sans palier surtout si plus de 2/jour, laisser 12h entre celle du jour précédent et la suivante, 1 jour de repos tous les 5 jours de plongée, soyez encore plus conservateur et prudent avec vos paramètres et profils de plongée**