

Les Moyens de Décompression : Ordinateur et Tables MN90



Tables MN90 - FFESSM (plongée à l'air)

Prof.	Durée	9m	6m	3m	DTK	GPS	Prof.	Durée	12m	9m	6m	3m	DTK	GPS	Prof.	Durée	15m	12m	9m	6m	3m	DTK	GPS	
20m	20 min	3	E	10			5m	5 min	3	E					10m	10 min	4	15	41	85				
25m	25 min	3	E	10			10m	10 min	3	E					15m	15 min	6	22	47	85				
30m	30 min	3	E	10			15m	15 min	3	E					20m	20 min	9	31	52	84				
35m	35 min	3	E	10			20m	20 min	3	E					25m	25 min	12	41	57	83				
40m	40 min	3	E	10			25m	25 min	3	E					30m	30 min	15	52	62	82				
45m	45 min	3	E	10			30m	30 min	3	E					35m	35 min	18	64	67	81				
50m	50 min	3	E	10			35m	35 min	3	E					40m	40 min	21	77	72	80				
55m	55 min	3	E	10			40m	40 min	3	E					45m	45 min	24	91	77	79				
1h 05	1h 05	3	E	10			45m	45 min	3	E					50m	50 min	27	106	82	78				
1h 10	1h 10	3	E	10			50m	50 min	3	E					55m	55 min	30	122	87	77				
1h 15	1h 15	3	E	10			55m	55 min	3	E					1h 05	1h 05	33	139	92	76				
1h 20	1h 20	3	E	10			1h 05	1h 05	3	E					1h 10	1h 10	36	157	97	75				
1h 25	1h 25	3	E	10			1h 10	1h 10	3	E					1h 15	1h 15	39	176	102	74				
1h 30	1h 30	3	E	10			1h 15	1h 15	3	E					1h 20	1h 20	42	196	107	73				
1h 35	1h 35	3	E	10			1h 20	1h 20	3	E					1h 25	1h 25	45	217	112	72				
1h 40	1h 40	3	E	10			1h 25	1h 25	3	E					1h 30	1h 30	48	239	117	71				
1h 45	1h 45	3	E	10			1h 30	1h 30	3	E					1h 35	1h 35	51	262	122	70				
1h 50	1h 50	3	E	10			1h 35	1h 35	3	E					1h 40	1h 40	54	286	127	69				
1h 55	1h 55	3	E	10			1h 40	1h 40	3	E					1h 45	1h 45	57	311	132	68				
2h 00	2h 00	3	E	10			1h 45	1h 45	3	E					1h 50	1h 50	60	337	137	67				
2h 05	2h 05	3	E	10			1h 50	1h 50	3	E					1h 55	1h 55	63	364	142	66				
2h 10	2h 10	3	E	10			1h 55	1h 55	3	E					2h 00	2h 00	66	392	147	65				
2h 15	2h 15	3	E	10			2h 00	2h 00	3	E					2h 05	2h 05	69	421	152	64				
2h 20	2h 20	3	E	10			2h 05	2h 05	3	E					2h 10	2h 10	72	451	157	63				
2h 25	2h 25	3	E	10			2h 10	2h 10	3	E					2h 15	2h 15	75	482	162	62				
2h 30	2h 30	3	E	10			2h 15	2h 15	3	E					2h 20	2h 20	78	514	167	61				
2h 35	2h 35	3	E	10			2h 20	2h 20	3	E					2h 25	2h 25	81	547	172	60				
2h 40	2h 40	3	E	10			2h 25	2h 25	3	E					2h 30	2h 30	84	581	177	59				
2h 45	2h 45	3	E	10			2h 30	2h 30	3	E					2h 35	2h 35	87	616	182	58				
2h 50	2h 50	3	E	10			2h 35	2h 35	3	E					2h 40	2h 40	90	652	187	57				
2h 55	2h 55	3	E	10			2h 40	2h 40	3	E					2h 45	2h 45	93	689	192	56				
3h 00	3h 00	3	E	10			2h 45	2h 45	3	E					2h 50	2h 50	96	727	197	55				
3h 05	3h 05	3	E	10			2h 50	2h 50	3	E					2h 55	2h 55	99	766	202	54				
3h 10	3h 10	3	E	10			2h 55	2h 55	3	E					3h 00	3h 00	102	806	207	53				
3h 15	3h 15	3	E	10			3h 00	3h 00	3	E					3h 05	3h 05	105	847	212	52				
3h 20	3h 20	3	E	10			3h 05	3h 05	3	E					3h 10	3h 10	108	889	217	51				
3h 25	3h 25	3	E	10			3h 10	3h 10	3	E					3h 15	3h 15	111	932	222	50				
3h 30	3h 30	3	E	10			3h 15	3h 15	3	E					3h 20	3h 20	114	976	227	49				
3h 35	3h 35	3	E	10			3h 20	3h 20	3	E					3h 25	3h 25	117	1021	232	48				
3h 40	3h 40	3	E	10			3h 25	3h 25	3	E					3h 30	3h 30	120	1067	237	47				
3h 45	3h 45	3	E	10			3h 30	3h 30	3	E					3h 35	3h 35	123	1114	242	46				
3h 50	3h 50	3	E	10			3h 35	3h 35	3	E					3h 40	3h 40	126	1162	247	45				
3h 55	3h 55	3	E	10			3h 40	3h 40	3	E					3h 45	3h 45	129	1211	252	44				
4h 00	4h 00	3	E	10			3h 45	3h 45	3	E					3h 50	3h 50	132	1261	257	43				
4h 05	4h 05	3	E	10			3h 50	3h 50	3	E					3h 55	3h 55	135	1312	262	42				
4h 10	4h 10	3	E	10			3h 55	3h 55	3	E					4h 00	4h 00	138	1364	267	41				
4h 15	4h 15	3	E	10			4h 00	4h 00	3	E					4h 05	4h 05	141	1417	272	40				
4h 20	4h 20	3	E	10			4h 05	4h 05	3	E					4h 10	4h 10	144	1471	277	39				
4h 25	4h 25	3	E	10			4h 10	4h 10	3	E					4h 15	4h 15	147	1526	282	38				
4h 30	4h 30	3	E	10			4h 15	4h 15	3	E					4h 20	4h 20	150	1582	287	37				
4h 35	4h 35	3	E	10			4h 20	4h 20	3	E					4h 25	4h 25	153	1639	292	36				
4h 40	4h 40	3	E	10			4h 25	4h 25	3	E					4h 30	4h 30	156	1697	297	35				
4h 45	4h 45	3	E	10			4h 30	4h 30	3	E					4h 35	4h 35	159	1756	302	34				
4h 50	4h 50	3	E	10			4h 35	4h 35	3	E					4h 40	4h 40	162	1816	307	33				
4h 55	4h 55	3	E	10			4h 40	4h 40	3	E					4h 45	4h 45	165	1877	312	32				
5h 00	5h 00	3	E	10			4h 45	4h 45	3	E					4h 50	4h 50	168	1939	317	31				
5h 05	5h 05	3	E	10			4h 50	4h 50	3	E					4h 55	4h 55	171	2002	322	30				
5h 10	5h 10	3	E	10			4h 55	4h 55	3	E					5h 00	5h 00	174	2066	327	29				
5h 15	5h 15	3	E	10			5h 00	5h 00	3	E					5h 05	5h 05	177	2131	332	28				
5h 20	5h 20	3	E	10			5h 05	5h 05	3	E					5h 10	5h 10	180	2197	337	27				
5h 25	5h 25	3	E	10			5h 10	5h 10	3	E					5h 15	5h 15	183	2264	342	26				
5h 30	5h 30	3	E	10			5h 15	5h 15	3	E					5h 20	5h 20	186	2332	347	25				
5h 35	5h 35	3	E	10			5h 20	5h 20	3	E					5h 25	5h 25	189	2401	352	2				

Le thème du cours précédent nous a rappelé que soumis à l'immersion, donc à une pression supérieure à la pression atmosphérique de 1 bar, l'inhalation d' AIR impacte notre façon de plonger notamment durant la phase de remontée. L'AZOTE (N_2), gaz neutre présent à 80% dans l'AIR, suit effectivement un phénomène de charge dans nos tissus nécessitant le respect d'une procédure de décompression adaptée afin de diminuer la Pression Partielle de N_2 suffisamment sous peine de risque d'Accident De Décompression.

Ces procédures de décompression nous sont dictées via l'usage d'outil mis à notre service

- la Table MN90,
- l'ordinateur de plongée.

De part les prérogatives d'un niveau 3 qui lui permettent d'évoluer jusqu'aux **limites de la plongée à l'AIR (60m)** et face aux risques que représente une immersion à ces profondeurs, il est impératif de savoir **anticiper, préparer et adapter** sa pratique à ces nouveaux horizons.

Voici donc un rappel des cas particuliers d'une désaturation gérée par Ordinateur ou Tables MN90 ainsi que les différences entre ces 2 outils.

Un peu d'histoire

En 1908, Mr HALDANE propose des Tables de décompression sur le principe d'une remontée par palier. Le modèle* (Haldanien) initial est amélioré par des chercheurs et aboutit à diverses versions. La dernière étant les MN90 (**M**arine **N**ationale 19**90** [année de sortie]). Pour cela le corps humain a été représenté arbitrairement par une liste de régions anatomiques factices appelées "compartiments".

*Un modèle est une **représentation** d'un phénomène réel **non étudiable car trop complexe**. Il s'attache à déterminer des paramètres clefs permettant **d'approcher au mieux** le phénomène. En se fondant sur des **hypothèses simplificatrices**, certains modèles ont permis de sécuriser la phase de décompression.*

Les Tables MN90 et les valeurs affichées par un ordinateur sont donc des résultats de calculs mathématiques ayant pour objectif de représenter au mieux la complexité des divers comportements physiologique du corps humain.

Les Tables MN90 affichent des valeurs pré-calculées. L'ordinateur lui, calcule en temps réel en fonction de la variation des données d'entrée afin de proposer des paramètres de désaturation au plus proche du réel besoin physiologique ..(au juste nécessaire ..?)

Bien entendu, les Tables MN90 et les divers ordinateurs disponibles sur le marché ont subi une campagne de tests permettant de confirmer de leur robustesse quant aux informations qu'ils nous donnent.

1 - Cadre d'utilisation des Tables MN90 et des ordinateurs

Tables MN90 - FFESSM (plongée à l'air)

Tableau I : Détermination de l'azote résiduel

Groupe de plongés	Profondeurs de surface											
	15min	20min	25min	30min	35min	40min	45min	50min	55min	60min	65min	70min
A	0,84	0,83	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81
B	0,89	0,89	0,89	0,89	0,88	0,88	0,88	0,88	0,87	0,87	0,87	0,87
C	0,92	0,91	0,90	0,89	0,89	0,88	0,88	0,87	0,86	0,85	0,85	0,85
D	0,97	0,95	0,94	0,93	0,91	0,89	0,88	0,87	0,85	0,84	0,83	0,83
E	1,00	0,98	0,97	0,96	0,93	0,91	0,89	0,88	0,86	0,85	0,84	0,83
F	1,05	1,03	1,01	1,00	0,98	0,96	0,94	0,93	0,91	0,89	0,88	0,87
G	1,08	1,06	1,04	1,03	1,01	0,99	0,97	0,96	0,94	0,92	0,91	0,90
H	1,13	1,10	1,08	1,07	1,05	1,03	1,01	0,99	0,97	0,95	0,94	0,93
I	1,17	1,14	1,11	1,09	1,07	1,04	1,03	1,01	0,99	0,97	0,95	0,94
J	1,20	1,17	1,14	1,11	1,09	1,06	1,04	1,03	1,01	0,99	0,97	0,95
K	1,25	1,21	1,17	1,14	1,11	1,08	1,06	1,04	1,03	1,01	0,99	0,97
L	1,29	1,25	1,21	1,17	1,14	1,11	1,08	1,06	1,04	1,03	1,01	0,99
M	1,33	1,29	1,25	1,21	1,17	1,14	1,11	1,08	1,06	1,04	1,03	1,01
N	1,37	1,33	1,28	1,24	1,19	1,15	1,11	1,08	1,06	1,04	1,03	1,01
O	1,41	1,36	1,32	1,27	1,22	1,17	1,13	1,09	1,06	1,04	1,03	1,01
P	1,45	1,40	1,35	1,30	1,22	1,15	1,10	1,05	0,99	0,93	0,91	0,89

	Tables MN90	Ordinateur
Gestion des gaz	AIR exclusivement	La gestion multi gaz est possible selon les modèles.
Profondeur maximale	60m max comme définie par le code du sport	60m max comme définie dans le code du sport (même si l'ordinateur sait considérer des valeurs plus importantes pour ses calculs)
Type de plongée	Loisir à effort modéré	
Altitude	entre 0 et 300 m	Prise en compte de l'altitude (mesurée par l'appareil ou incrémentée par l'utilisateur manuellement)
Vitesse de remontée du fond au premier palier	15 m/min	Fixe ou évolutive en fonction des modèles
Vitesse de remontée inter palier et du dernier palier à la surface	6 m/min	Fixe ou évolutive en fonction des modèles
Nombre de plongées par jour	2 plongées max par 24h	2 plongées max par 24h (il vous proposera tout de même des résultats de calcul si vous vous immergez plus.)

	Tables MN90	Ordinateur
Gestion des gaz	AIR exclusivement	La gestion multi gaz est possible selon les modèles.
Profondeur	60m max comme définie par le code du sport (la tolérance des 65m)	60m max comme définie dans le code du sport (même si l'ordinateur propose des valeurs plus élevées pour les calculs)
Type de palier		
Altitude		fonction de l'altitude du lieu d'utilisation du matériel (selon le fabricant)
Vitesse de descente		fonction des modèles *
Vitesse de remontée et du dernier palier à la surface	0 m/min	fonction des modèles *
Nombre de plongées par jour	2 plongées max par 24h	2 plongées max par 24h (il vous proposera tout de même des résultats de calcul si vous vous immergez plus. (Loi de la consommation oblige)

Avant l'utilisation d'un nouvel ordinateur, la lecture du manuel d'utilisation est une OBLIGATION. Idem, si la dernière utilisation remonte à quelque temps.

2 - Rappels

Tableaux MN90 - FFESSM (plongée à l'air)

Prof.	12m			15m			18m			21m			24m			27m			30m		
	12m	15m	18m	12m	15m	18m	12m	15m	18m	12m	15m	18m	12m	15m	18m	12m	15m	18m	12m	15m	18m
10m	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tableau II : Détermination de la majoration (en minutes)

Prof. de la 1 ^{ère} plongée	Profondeur de la deuxième plongée											
	12m	15m	18m	21m	24m	27m	30m	33m	36m	39m	42m	45m
12m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tableaux MN90 - FFESSM (plongée à l'air)

Prof.	12m			15m			18m			21m			24m			27m			30m		
	12m	15m	18m	12m	15m	18m	12m	15m	18m	12m	15m	18m	12m	15m	18m	12m	15m	18m	12m	15m	18m
10m	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tableau I : Détermination de l'azote résiduel

Groupe de plongée	Intervalles de surface																
	15min	20min	25min	30min	35min	40min	45min	50min	55min	60min	70min	80min	90min	100min	110min	120min	130min
A	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81

2.1 : Vocabulaire



Niveau 3

Palanquée : Groupe de plongeurs qui effectuent une plongée présentant les mêmes caractéristiques de durée, de profondeur et de trajet.

Plongée simple ou isolée : Toute plongée effectuée au minimum 12 heures après la précédente.

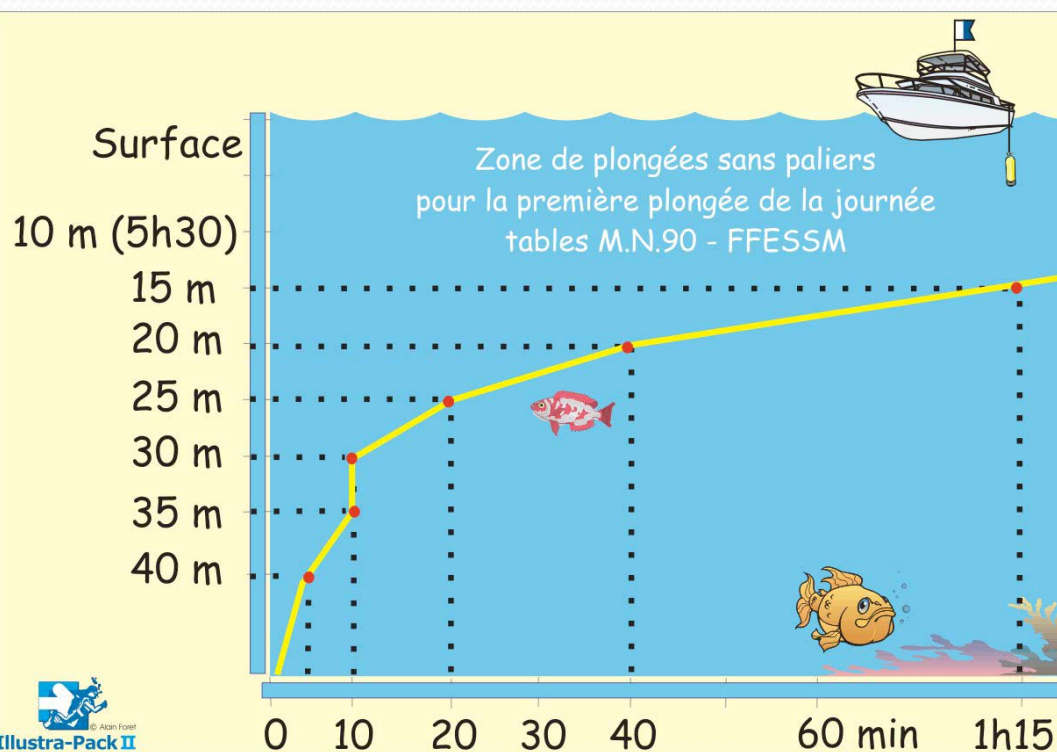
Intervalle de surface : Différence entre l'heure d'immersion de la 2^{ème} plongée et l'arrivée en surface de la 1^{ère}.

Temps de plongée : Temps exprimé en minutes depuis l'immersion jusqu'à la décision de faire le retour surface à la vitesse de 15 m/min.

Paramètres d'une plongée : Temps d'immersion & Profondeur maximale atteinte.

2.2 : La courbe de sécurité

C'est une courbe définie à partir des tables MN90 qui permet de plonger sans avoir à respecter de palier de décompression pour la **première plongée de la journée** tant que l'on reste au dessus de cette courbe.

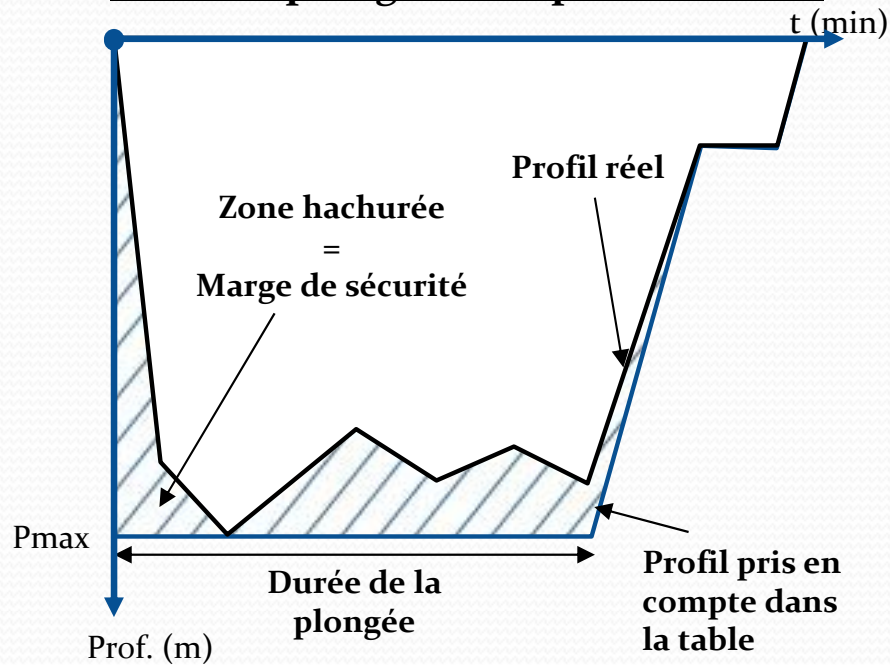


Bien que non requis par les tables, il est conseillé d'effectuer **un palier de principe** (ou palier de sécurité) quand on réalise une plongée sans palier obligatoire.

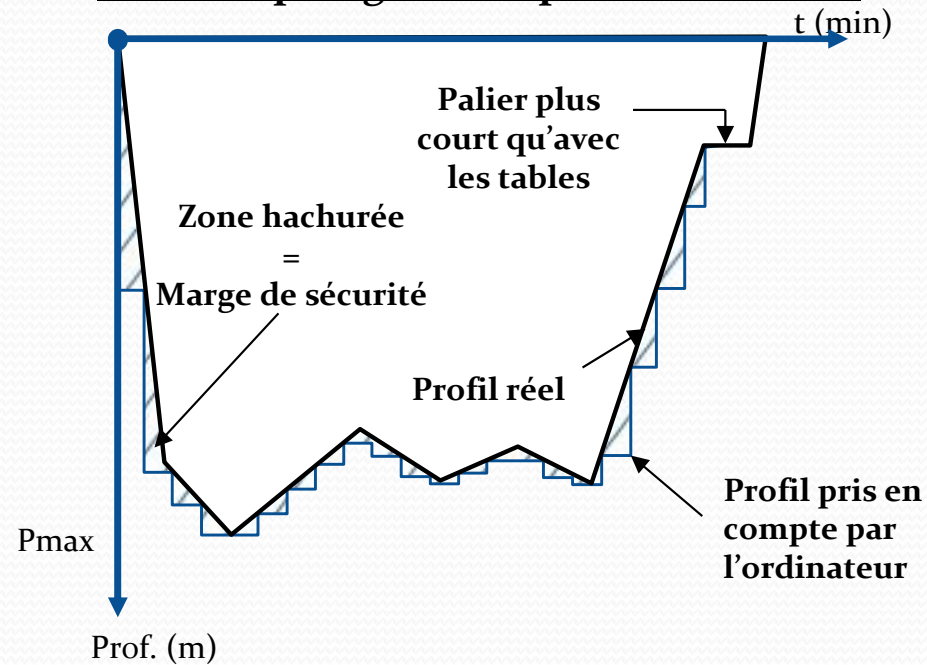
Généralement il sera de **3 min à 3 m** dans la mesure du possible (c'est-à-dire si les conditions de plongée le permettent). Il s'agit d'une mesure de précaution à la procédure de remontée.

2.3 : Comparatif des moyens de décompression pour un même profil.

Profil de plongée vu depuis les tables



Profil de plongée vu depuis l'ordinateur



Les Tables MN90 considèrent un profil de plongée carré où la profondeur max est atteinte en début d'immersion et maintenue jusqu'à l'amorce de la remontée. Si le profil réel montre une prof de plongée non maintenu, alors les Tables sont hautement sécurisante. La marge de sécurité est importante. Les paliers annoncés par la Tables MN90 peuvent être supérieurs à la nécessité physiologique dans certains cas.

L'ordinateur relève les paramètres réels très régulièrement (toutes les 2 sec. Env.) de façon à les entrer dans son algorithme et interpréter le profil réalisé de façon plus représentative. Les paliers annoncés sont donc plus ajustés à la nécessité physiologique. Inconvénient de cette démarche, elle réduit la marge de sécurité et introduit des comportements « borderline ».

Comportement « borderline » : A chaque fois que le temps de plongée avant palier arrive à 0, remonter de quelques mètres pour retrouver du temps de plongée et recommencer l'opération pour allonger le temps de plongée sans avoir de palier à réaliser. Le risque, l'état physiologique réel est éloigné de la représentation mathématique connu de l'ordinateur. La marge de sécurité est réduite d'autant plus.

2.4 : Plongée simple ou isolée

Pour une **profondeur maximale** atteinte.

Si cette profondeur n'est pas dans les tables, on prend la valeur immédiatement supérieure pour sécuriser la plongée

Pour une **durée de plongée** réalisée.

Cette durée est le temps écoulé entre l'immersion de la palanquée et le moment où il est décidé de remonter à vitesse conforme.

Si cette durée n'est pas dans les tables, on prend la valeur immédiatement supérieure pour sécuriser la plongée.

On détermine directement :

La **profondeur du palier** à réaliser

La **durée de ce palier**

On détermine aussi :

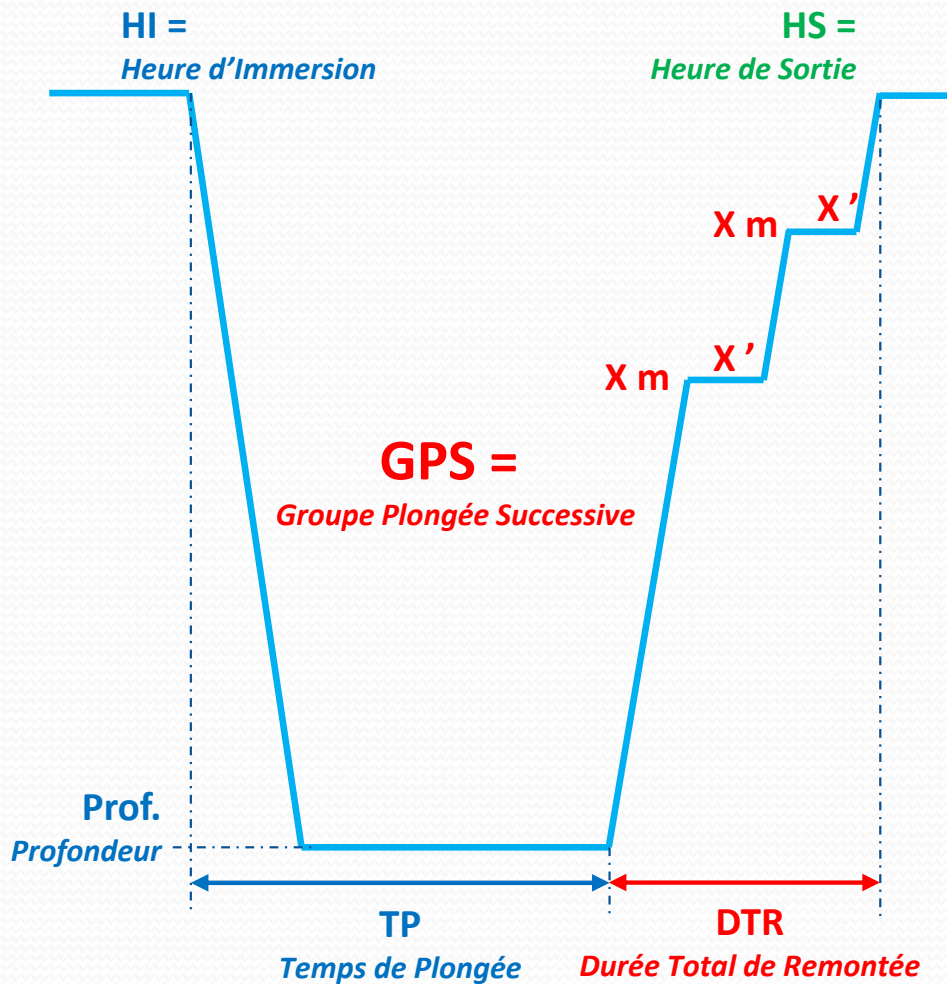
La **DTR (Durée Totale de Remontée)**.

Temps de remontée du fond au premier palier à la vitesse de 15 m/mn + durée du palier ou des paliers, et remontée entre les paliers à la vitesse de 6m/min ou 30"

Le **GPS (Groupe de Plongées Successives)**.

C'est un indice compris entre A et P caractérisant la saturation des tissus en Azote à la fin de cette plongée

Prof.	Durée	6m	3m	DTR	GPS
25m	5 min			2	B
	10 min			2	C
	15 min			2	D
	20 min			2	E
	25 min		1	3	F
	30 min		2	4	H
	35 min		5	7	I
	40 min		10	12	J
	45 min		16	18	J
	50 min		21	23	K
	55 min		27	29	L
	60 min		32	34	L
	1 h 05		37	39	M
	1 h 10	1	41	45	M
	1 h 15	4	43	50	N
	1 h 20	7	45	55	N
	1 h 25	9	48	60	O
	1 h 30	11	50	64	O



Plongée simple ou isolée

Données d'entrée :

- l'heure d'immersion (HI)
- la profondeur
- maximale atteinte (Prof.),
- Le temps de plongée (TP),

Lecture sur tables :

- Profondeurs et durées des paliers
- Durée Totale de remontée (DTR),
- Groupe de Plongée Successive (GPS)

Déduction par calcul :

- L'heure de sortie (HS),

Synthèse :

- Renseignant les paramètres de la plongée.

Paramètres de la plongée 1 :

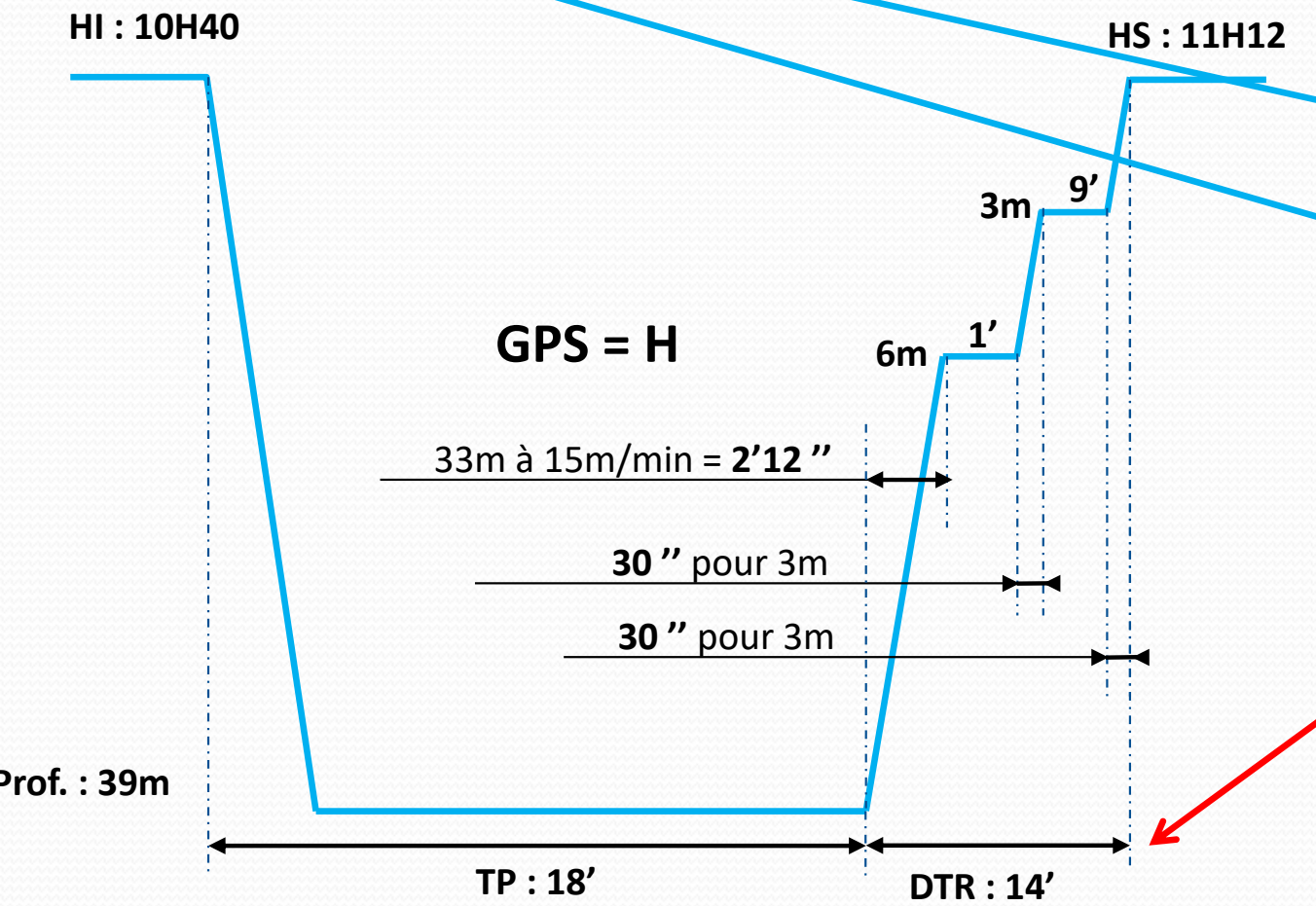
TI (Temps d'Immersion) =

Prof. (Profondeur) =

2.4 : Plongée simple ou isolée

Calculez les paliers à respecter par Toto qui plonge à 10h40 pour une plongée de 18' à 39m.

Déterminez tous les paramètres calculables.



Prof.	Durée	9 m	6 m	3 m	DTR	GPS
40m	5 min				3	C
	10 min			2	5	E
	15 min			4	7	G
	20 min		1	9	14	H
	25 min	2	15	25		J
	30 min	4	28	36		K
	35 min	8	35	47		L
	40 min	13	40	57		M
	45 min	1	18	45	68	N
	50 min	2	23	48	77	O
	55 min	5	26	52	87	O
	60 min	8	29	57	98	P
	1h00	12	33	61	108	*
	1h10	17	33	66	118	*

Paramètres de la plongée :
 TI (Temps d'Immersion) = 32'
 Prof. (Profondeur) = 39m

Plongée successive

On commence par indiquer l'heure d'immersion de la seconde plongée (HI) → **intervalle (Int)** entre les 2 ploufs

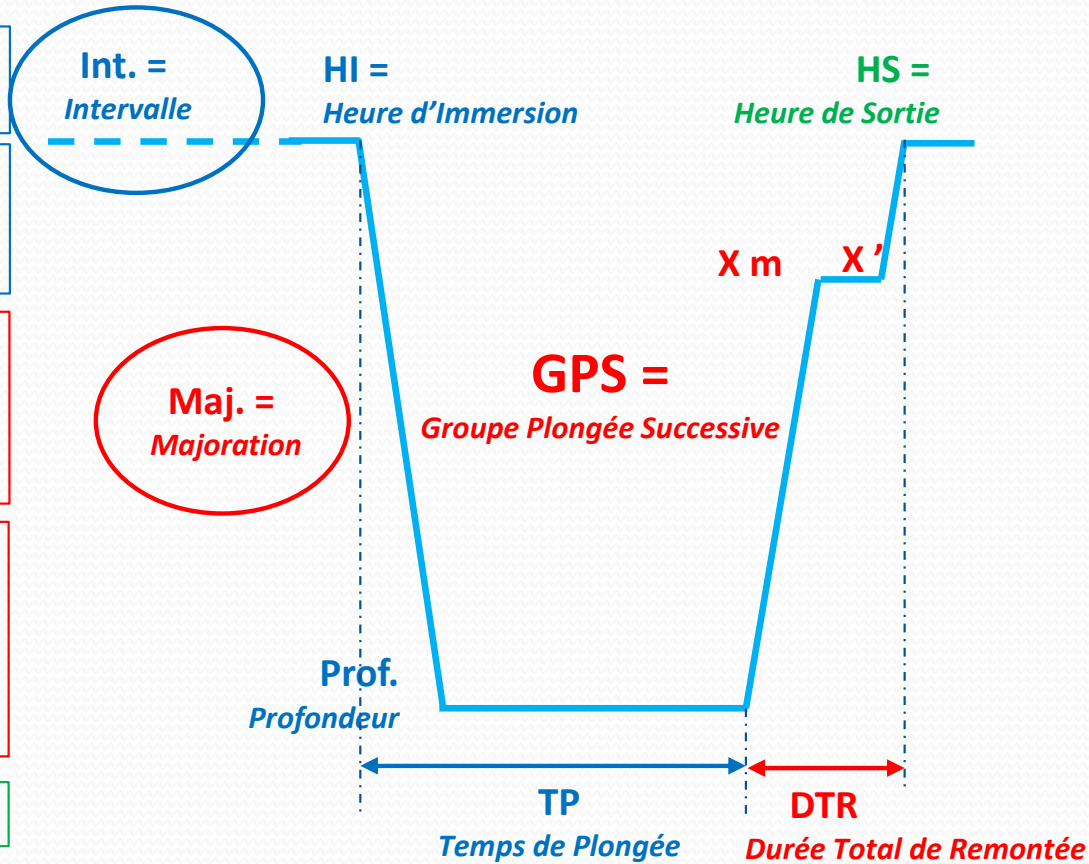
On indique la profondeur maximale atteinte lors de la seconde plongée (Prof.) + Le temps de plongée de cette seconde plongée (TP)

A partir des tables d'Azote résiduelle et de majoration on indique la majoration à prendre en compte pour la seconde plongée (Maj).
C'est uniquement pour les plongées successives.

On définit ensuite à partir des tables le ou les paliers à réaliser et les temps de chacun, calculer la Durée Totale de Remontée (DTR) le Groupe de Plongée Successive (GPS) (même si c'est 2 plongées / 24H)

On indique l'Heure de Sortie de la seconde plongée (HS)

Et on finit en indiquant les paramètres de cette seconde plongée



Paramètres de la plongée 2 :

TI (Temps d'Immersion) =

Prof. (Profondeur) =

3 - Tables MN90 et autres profils

Tableaux MN90 - FFESSM (plongée à l'air)

Tableau I : Détermination de la surface

Groupe de plongée succédant	Intervalles de surface																									
	15min	20min	45min	1h	1h30	2h	2h30	3h	3h30	4h	4h30	5h	5h30	6h	6h30	7h	7h30	8h	8h30	9h	9h30	10h	10h30	11h	11h30	12h
A	0,84	0,83	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
B	0,89	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
C	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82
D	0,97	0,95	0,94	0,93	0,91	0,89	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
E	1,00	0,98	0,97	0,96	0,95	0,94	0,93	0,91	0,89	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
F	1,05	1,03	1,01	0,99	0,96	0,94	0,92	0,89	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
G	1,08	1,06	1,04	1,02	0,98	0,95	0,93	0,91	0,89	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
H	1,13	1,10	1,08	1,05	1,01	0,98	0,97	0,94	0,92	0,91	0,89	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
I	1,17	1,14	1,11	1,08	1,04	1,00	0,97	0,95	0,92	0,90	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
J	1,20	1,17	1,14	1,11	1,06	1,04	1,01	0,99	0,96	0,92	0,90	0,89	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
K	1,25	1,21	1,17	1,13	1,08	1,04	1,01	0,99	0,96	0,92	0,90	0,89	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
L	1,29	1,25	1,21	1,17	1,12	1,07	1,02	0,99	0,96	0,92	0,90	0,89	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
M	1,33	1,29	1,25	1,21	1,14	1,09	1,04	1,01	0,99	0,96	0,92	0,90	0,89	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
N	1,37	1,32	1,28	1,24	1,17	1,11	1,06	1,02	0,99	0,96	0,92	0,90	0,89	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
O	1,41	1,36	1,32	1,27	1,20	1,13	1,08	1,04	1,00	0,97	0,94	0,92	0,90	0,89	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
P	1,45	1,40	1,35	1,30	1,22	1,15	1,10	1,05	1,01	0,98	0,95	0,93	0,91	0,89	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83

Tableau II : Détermination de la durée de la deuxième plongée (en minutes)

Après niveau	Profondeur de la deuxième plongée											
	12m	15m	20m	25m	30m	35m	40m	45m	50m	55m	60m	65m
0,05	4	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
0,08	7	6	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4
0,10	11	9	8	7	7	7	7	7	7	7	7	7
0,15	17	15	13	12	12	12	12	12	12	12	12	12
0,20	23	19	17	16	16	16	16	16	16	16	16	16
0,25	29	23	21	20	20	20	20	20	20	20	20	20
0,30	35	27	25	24	24	24	24	24	24	24	24	24
0,35	41	31	29	28	28	28	28	28	28	28	28	28
0,40	47	35	33	32	32	32	32	32	32	32	32	32
0,45	53	40	38	37	37	37	37	37	37	37	37	37
0,50	59	45	43	42	42	42	42	42	42	42	42	42
0,55	65	50	48	47	47	47	47	47	47	47	47	47
0,60	71	55	53	52	52	52	52	52	52	52	52	52
0,65	77	60	58	57	57	57	57	57	57	57	57	57
0,70	83	65	63	62	62	62	62	62	62	62	62	62
0,75	89	70	68	67	67	67	67	67	67	67	67	67
0,80	95	75	73	72	72	72	72	72	72	72	72	72
0,85	101	80	78	77	77	77	77	77	77	77	77	77
0,90	107	85	83	82	82	82	82	82	82	82	82	82
0,95	113	90	88	87	87	87	87	87	87	87	87	87
1,00	119	95	93	92	92	92	92	92	92	92	92	92
1,05	125	100	98	97	97	97	97	97	97	97	97	97
1,10	131	105	103	102	102	102	102	102	102	102	102	102
1,15	137	110	108	107	107	107	107	107	107	107	107	107
1,20	143	115	113	112	112	112	112	112	112	112	112	112
1,25	149	120	118	117	117	117	117	117	117	117	117	117
1,30	155	125	123	122	122	122	122	122	122	122	122	122
1,35	161	130	128	127	127	127	127	127	127	127	127	127
1,40	167	135	133	132	132	132	132	132	132	132	132	132

Tableau III : Détermination de la durée de la première plongée (en minutes)

Après niveau	Profondeur de la première plongée											
	12m	15m	20m	25m	30m	35m	40m	45m	50m	55m	60m	65m
0,05	4	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
0,08	7	6	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4
0,10	11	9	8	7	7	7	7	7	7	7	7	7
0,15	17	15	13	12	12	12	12	12	12	12	12	12
0,20	23	19	17	16	16	16	16	16	16	16	16	16
0,25	29	23	21	20	20	20	20	20	20	20	20	20
0,30	35	27	25	24	24	24	24	24	24	24	24	24
0,35	41	31	29	28	28	28	28	28	28	28	28	28
0,40	47	35	33	32	32	32	32	32	32	32	32	32
0,45	53	40	38	37	37	37	37	37	37	37	37	37
0,50	59	45	43	42	42	42	42	42	42	42	42	42
0,55	65	50	48	47	47	47	47	47	47	47	47	47
0,60	71	55	53	52	52	52	52	52	52	52	52	52
0,65	77	60	58	57	57	57	57	57	57	57	57	57
0,70	83	65	63	62	62	62	62	62	62	62	62	62
0,75	89	70	68	67	67	67	67	67	67	67	67	67
0,80	95	75	73	72	72	72	72	72	72	72	72	72
0,85	101	80	78	77	77	77	77	77	77	77	77	77
0,90	107	85	83	82	82	82	82	82	82	82	82	82
0,95	113	90	88	87	87	87	87	87	87	87	87	87
1,00	119	95	93	92	92	92	92	92	92	92	92	92
1,05	125	100	98	97	97	97	97	97	97	97	97	97
1,10	131	105	103	102	102	102	102	102	102	102	102	102
1,15	137	110	108	107	107	107	107	107	107	107	107	107
1,20	143	115	113	112	112	112	112	112	112	112	112	112
1,25	149	120	118	117	117	117	117	117	117	117	117	117
1,30	155	125	123	122	122	122	122	122	122	122	122	122
1,35	161	130	128	127	127	127	127	127	127	127	127	127
1,40	167	135	133	132	132	132	132	132	132	132	132	132

3.1 : Gestion d'une plongée successive aux Tables MN90



Une **plongée successive** est une plongée qui suit une première plongée dans un intervalle surface compris **entre 15' et 12H**

Lorsque 2 plongées sont effectuées dans un intervalle de temps inférieur à 12H, l'azote accumulé dans l'organisme au cours de la première plongée n'a pas le temps de s'évacuer totalement. Il convient donc de tenir compte de cet azote résiduel en majorant la durée de la seconde plongée.

La majoration représente le temps qu'il faudrait passer à la profondeur de la seconde plongée pour attendre le taux d'azote résiduel présent dans l'organisme au moment de la seconde immersion.

Pour évaluer cet azote résiduel, on utilise le tableau « **Evolution de l'azote résiduel entre 2 plongées** ».

3.1 : Gestion d'une plongée successive aux Tables MN90

On entre dans ce tableau par le **GPS** (**G**roupe de **P**longée **S**uccessive) que l'on a calculé lors de la première plongée

Et par l'**intervalle de temps** qui s'est écoulé entre les 2 plongées.

Si le temps réel n'est pas mentionné dans le tableau on prend la valeur immédiatement inférieure pour sécuriser la plongée.

Tableau I : Evolution de l'azote résiduel entre deux plongées

Intervalles de surface

Groupe de plongée successive	Intervalles de surface																										
	15 mn	30 mn	45 mn	1 h	1 h30	2 h	2 h30	3 h	3 h30	4 h	4 h30	5 h	5 h30	6 h	6 h30	7 h	7 h30	8 h	8 h30	9 h	9 h30	10 h	10 h30	11 h	11 h30	12 h	
A	0,84	0,83	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81													
B	0,88	0,88	0,87	0,86	0,85	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81									
C	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88	0,87	0,85	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81							
D	0,97	0,95	0,94	0,93	0,91	0,89	0,88	0,86	0,85	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81					
E	1,00	0,98	0,97	0,96	0,93	0,91	0,89	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81				
F	1,05	1,03	1,01	0,99	0,96	0,94	0,91	0,90	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	
G	1,08	1,06	1,04	1,02	0,98	0,96	0,93	0,91	0,89	0,88	0,87	0,85	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	
H	1,13	1,10	1,08	1,05	1,01	0,98	0,95	0,93	0,91	0,89	0,88	0,86	0,85	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
I	1,17	1,14	1,11	1,08	1,04	1,00	0,97	0,94	0,92	0,90	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
J	1,20	1,17	1,14	1,11	1,06	1,02	0,98	0,96	0,93	0,91	0,89	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
K	1,25	1,21	1,18	1,15	1,09	1,04	1,01	0,97	0,95	0,92	0,90	0,89	0,87	0,86	0,85	0,84	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81
L	1,29	1,25	1,21	1,17	1,12	1,07	1,02	0,99	0,96	0,93	0,91	0,89	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81
M	1,33	1,29	1,25	1,21	1,14	1,09	1,04	1,01	0,97	0,94	0,92	0,90	0,89	0,87	0,86	0,85	0,84	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81
N	1,37	1,32	1,28	1,24	1,17	1,11	1,06	1,02	0,98	0,95	0,93	0,91	0,89	0,88	0,87	0,85	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81
O	1,41	1,36	1,32	1,27	1,20	1,13	1,08	1,04	1,00	0,97	0,94	0,92	0,90	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81
P	1,45	1,40	1,35	1,30	1,22	1,15	1,10	1,05	1,01	0,98	0,95	0,93	0,91	0,89	0,87	0,86	0,85	0,84	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81

On définit ainsi la tension partielle de l'azote résiduel présent dans les tissus du corps suite à la première plongée

3.1 : Gestion d'une plongée successive aux Tables MN90

On définit ensuite la majoration à utiliser pour la seconde plongée à partir du tableau « **Détermination de la majoration en minutes** »

On entre dans ce tableau par l'**Azote Résiduel** calculé précédemment

Et par la **Profondeur planifiée pour la seconde plongée**

Si l'azote résiduel calculé n'est pas mentionnée on prend la valeur immédiatement supérieure pour sécuriser la plongée.

Si la profondeur réelle n'est pas mentionnée on prend la valeur immédiatement supérieure pour sécuriser la plongée.

Tableau II : Détermination de la majoration en minutes

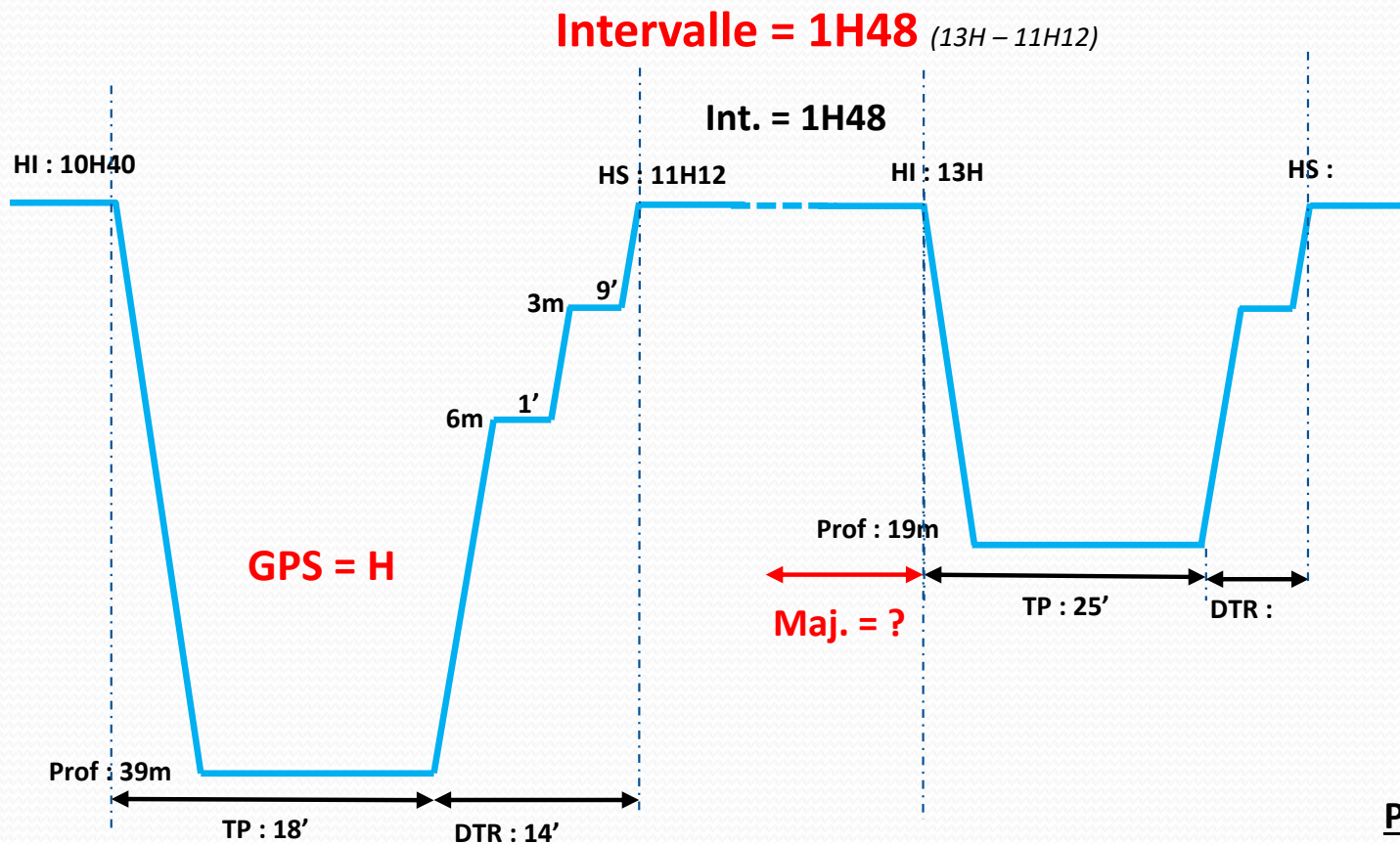
Profondeur de la deuxième plongée

Azote résiduel	12 m	15 m	18 m	20 m	22 m	25 m	28 m	30 m	32 m	35 m	38 m	40 m	42 m	45 m	48 m	50 m	52 m	55 m	58 m	60 m
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	3	2	2	2
0,89	17	13	11	10	9	8	7	7	6	6	5	5	5	4	4	4	4	4	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	6	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

On définit le **temps de majoration** à ajouter à la seconde plongée pour compenser la première plongée

3.1 : Gestion d'une plongée successive aux Tables MN90

Calculez les paliers à respecter par Toto qui replonge à 13H pour une plongée de 25' à 19m.
Déterminez tous les paramètres calculables.



Paramètres de la plongée n°2:

TI (Temps d'Immersion) =

Prof. (Profondeur) =

3.1 : Gestion d'une plongée successive aux Tables MN90

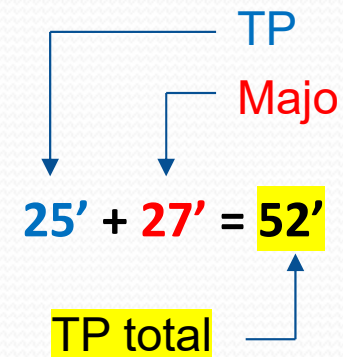


Tableau I : Evolution de l'azote résiduel entre deux plongées

Groupe de plongée successive	Intervalles de surface																									
	15 mn	30 mn	45 mn	1h	1h30	2h	2h30	3h	3h30	4h	4h30	5h	5h30	6h	6h30	7h	7h30	8h	8h30	9h	9h30	10h	10h30	11h	11h30	12h
A	0,84	0,83	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81								
B	0,88	0,88	0,87	0,86	0,85	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81								
C	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88	0,87	0,85	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81						
D	0,97	0,95	0,94	0,93	0,91	0,89	0,88	0,86	0,85	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81				
E	1,00	0,98	0,97	0,96	0,93	0,91	0,89	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81			
F	1,05	1,03	1,01	0,99	0,96	0,94	0,91	0,90	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
G	1,08	1,06	1,04	1,02	0,98	0,96	0,93	0,91	0,89	0,88	0,87	0,85	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
H	1,13	1,10	1,08	1,05	1,01	0,98	0,95	0,93	0,91	0,89	0,88	0,86	0,85	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
I	1,17	1,14	1,11	1,08	1,04	1,00	0,97	0,94	0,92	0,90	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
J	1,20	1,17	1,14	1,11	1,06	1,02	0,98	0,96	0,93	0,91	0,89	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
K	1,25	1,21	1,18	1,15	1,09	1,04	1,01	0,97	0,95	0,92	0,90	0,89	0,87	0,86	0,85	0,84	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81
L	1,29	1,25	1,21	1,17	1,12	1,07	1,02	0,99	0,96	0,93	0,91	0,89	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81
M	1,33	1,29	1,25	1,21	1,14	1,09	1,04	1,01	0,97	0,94	0,92	0,90	0,89	0,87	0,86	0,85	0,84	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81
N	1,37	1,32	1,28	1,24	1,17	1,11	1,06	1,02	0,98	0,95	0,93	0,91	0,89	0,88	0,87	0,85	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81
O	1,41	1,36	1,32	1,27	1,20	1,13	1,08	1,04	1,00	0,97	0,94	0,92	0,90	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,84	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81
P	1,45	1,40	1,35	1,30	1,22	1,15	1,10	1,05	1,01	0,98	0,95	0,93	0,91	0,89	0,87	0,86	0,85	0,84	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81

Tableau II : Détermination de la majoration en minutes

Azote résiduel	Profondeur de la deuxième plongée																			
	12 m	15 m	18 m	20 m	22 m	25 m	28 m	30 m	32 m	35 m	38 m	40 m	42 m	45 m	48 m	50 m	52 m	55 m	58 m	60 m
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	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2
0,89	17	13	11	10	9	8	7	7	6	6	5	5	5	4	4	4	4	4	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	6	6	6	6	5
0,98	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

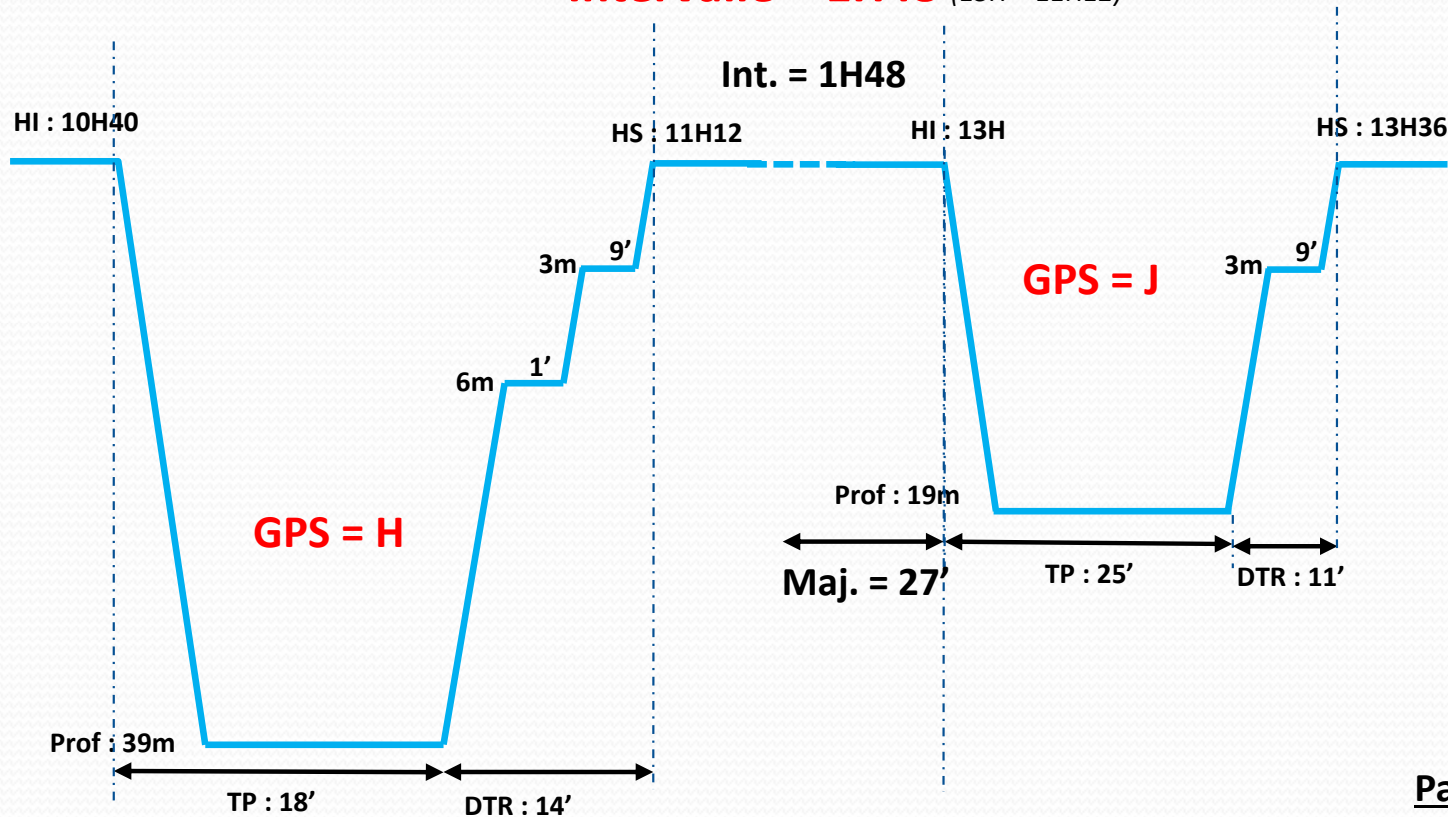


On majorera donc la seconde plongée de **27'** pour tenir compte de l'azote résiduel encore présent après la première plongée

3.1 : Gestion d'une plongée successive aux Tables MN90

Calculez les paliers à respecter par Toto qui replonge à 13H pour une plongée de 25' à 19m. Déterminez tous les paramètres calculables.

Intervalle = 1H48 (13H - 11H12)



Même si l'un des paramètres qui ont permis de calculer la majoration varie au cours de la plongée, **ON NE RECALCULE PAS UNE MAJORATION.**

Paramètres de la plongée n°2:

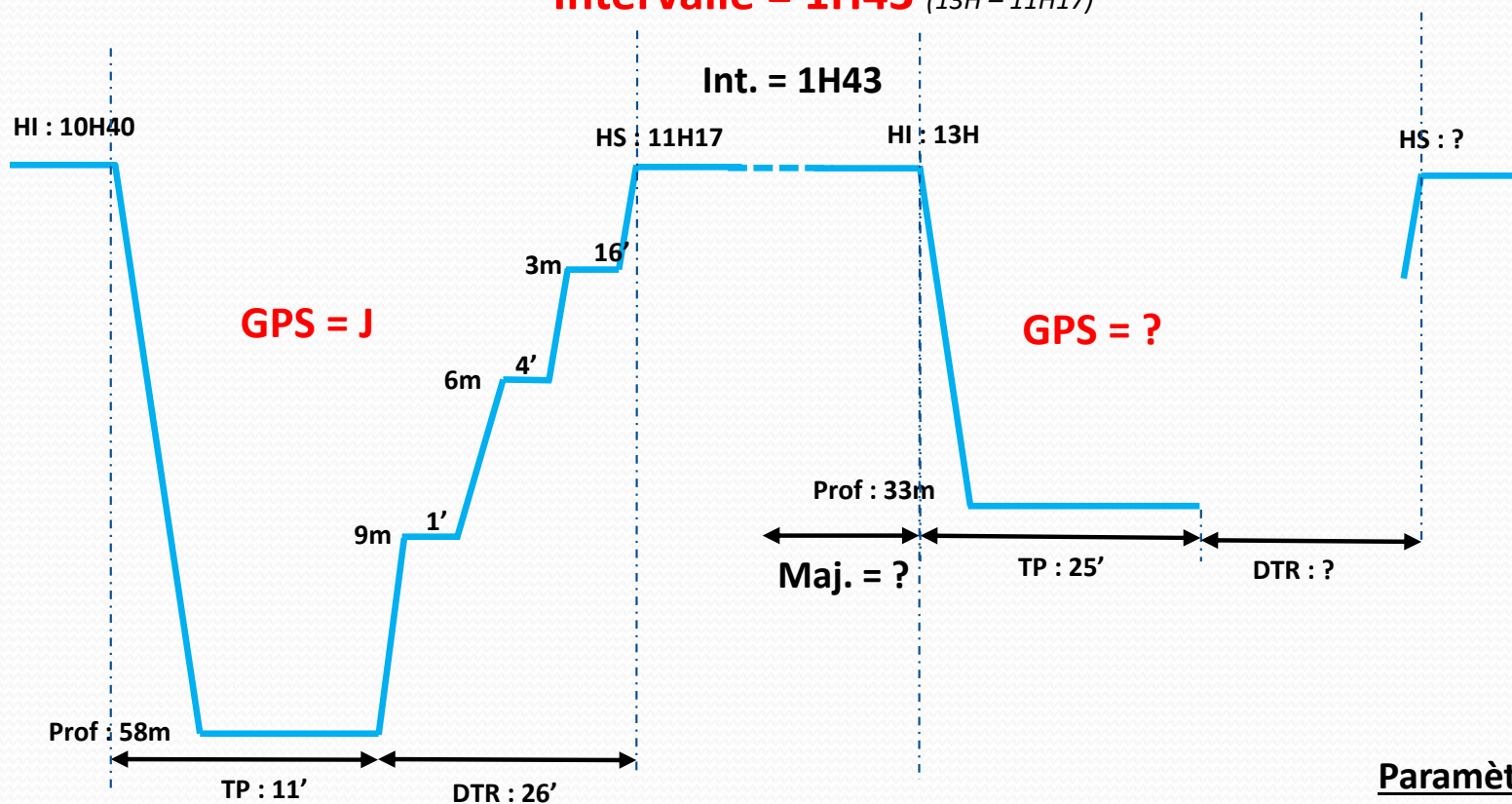
TI (Temps d'Immersion) = 36'

Prof. (Profondeur) = 19m

3.1 : Gestion d'une plongée successive aux Tables MN90

Maintenant , Toto est **N3** et replonge toujours à 13H pour une plongée de 25' à 33m, mais après avoir fait une plongée le matin de 11' à 58m.
Déterminez tous les paramètres calculables.

Intervalle = 1H43 (13H - 11H17)



Paramètres de la plongée n°2:

TI (Temps d'Immersion) =

Prof. (Profondeur) =

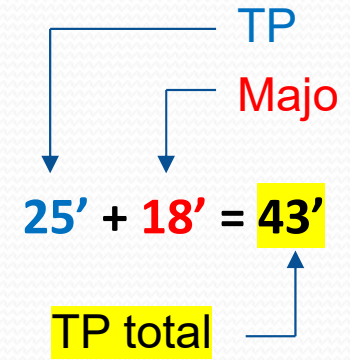
3.1 : Gestion d'une plongée successive aux Tables MN90

Tableau I : Evolution de l'azote résiduel entre deux plongées

Groupe de plongée successive	Intervalles de surface																									
	15 mn	30 mn	45 mn	1h	1h30	2h	2h30	3h	3h30	4h	4h30	5h	5h30	6h	6h30	7h	7h30	8h	8h30	9h	9h30	10h	10h30	11h	11h30	12h
A	0,84	0,83	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81								
B	0,88	0,88	0,87	0,86	0,85	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81								
C	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88	0,87	0,85	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81						
D	0,97	0,95	0,94	0,93	0,91	0,89	0,88	0,86	0,85	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81				
E	1,00	0,98	0,97	0,96	0,93	0,91	0,89	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81			
F	1,05	1,03	1,01	0,99	0,96	0,94	0,91	0,90	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
G	1,08	1,06	1,04	1,02	0,98	0,96	0,93	0,91	0,89	0,88	0,87	0,85	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
H	1,13	1,10	1,08	1,05	1,01	0,98	0,95	0,93	0,91	0,89	0,88	0,86	0,85	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
I	1,17	1,14	1,11	1,08	1,04	1,00	0,97	0,94	0,92	0,90	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
J	1,20	1,17	1,14	1,11	1,06	1,02	0,98	0,96	0,93	0,91	0,89	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
K	1,25	1,21	1,18	1,15	1,09	1,04	1,01	0,97	0,95	0,92	0,90	0,89	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
L	1,29	1,25	1,21	1,17	1,12	1,07	1,02	0,99	0,96	0,93	0,91	0,89	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81
M	1,33	1,29	1,25	1,21	1,14	1,09	1,04	1,01	0,97	0,94	0,92	0,90	0,89	0,87	0,86	0,85	0,84	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81
N	1,37	1,32	1,28	1,24	1,17	1,11	1,06	1,02	0,98	0,95	0,93	0,91	0,89	0,88	0,87	0,85	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81
O	1,41	1,36	1,32	1,27	1,20	1,13	1,08	1,04	1,00	0,97	0,94	0,92	0,90	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,84	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81
P	1,45	1,40	1,35	1,30	1,22	1,15	1,10	1,05	1,01	0,98	0,95	0,93	0,91	0,89	0,87	0,86	0,85	0,84	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81

Tableau II : Détermination de la majoration en minutes

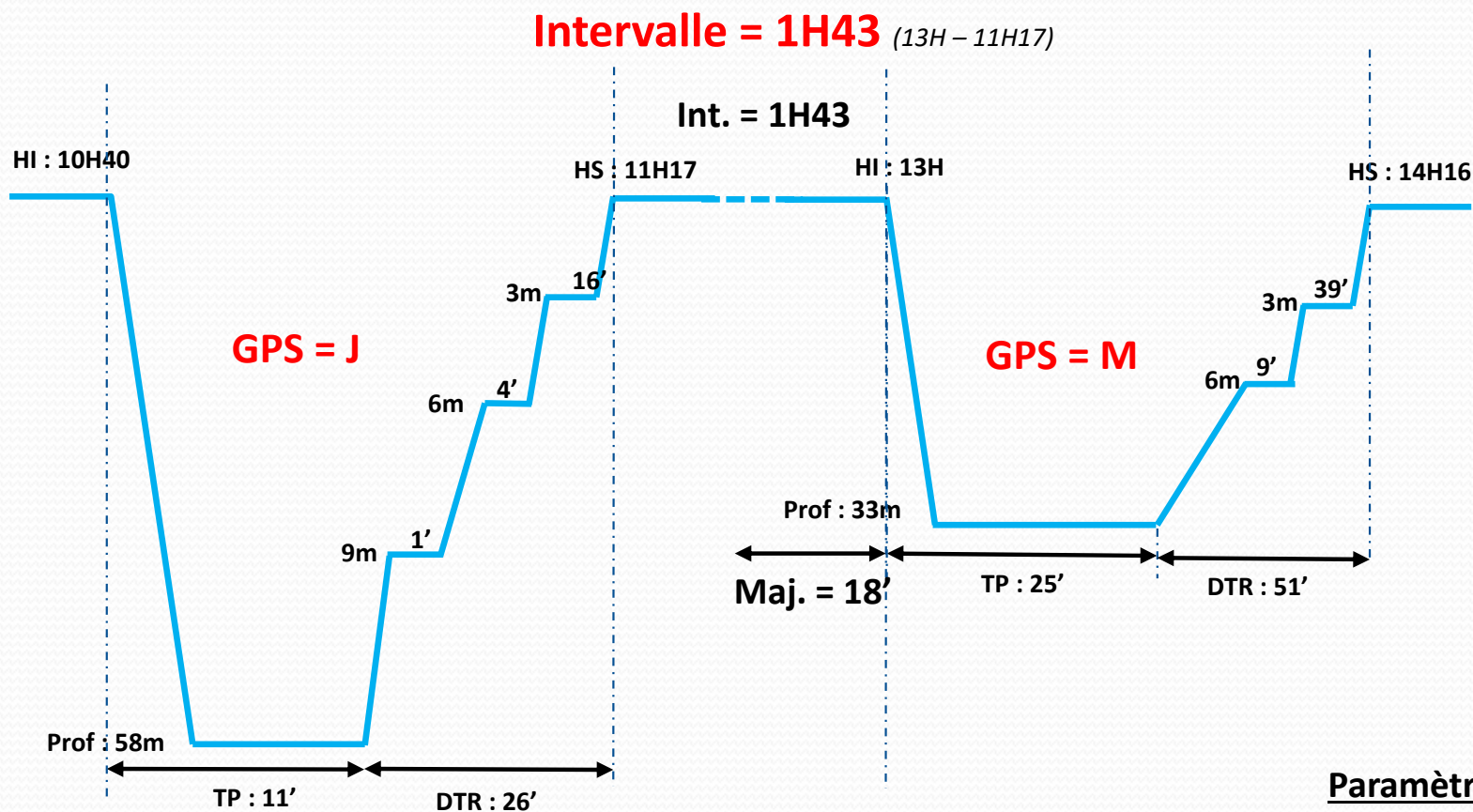
Azote résiduel	Profondeur de la deuxième plongée																			
	12 m	15 m	18 m	20 m	22 m	25 m	28 m	30 m	32 m	35 m	38 m	40 m	42 m	45 m	48 m	50 m	52 m	55 m	58 m	60 m
0,82	4	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0,84	7	6	5	4	4	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
0,86	11	9	7	7	6	5	5	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2
0,89	17	13	11	10	9	8	7	7	6	6	5	5	5	4	4	4	4	4	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	6	6	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



On majorera donc la seconde plongée de **18'** pour tenir compte de l'azote résiduel encore présent après la première plongée

3.1 : Gestion d'une plongée successive aux Tables MN90

Maintenant , Toto est **N3** et replonge toujours à 13H pour une plongée de 25' à 33m, mais après avoir fait une plongée le matin de 11' à 58m.
Déterminez tous les paramètres calculables.



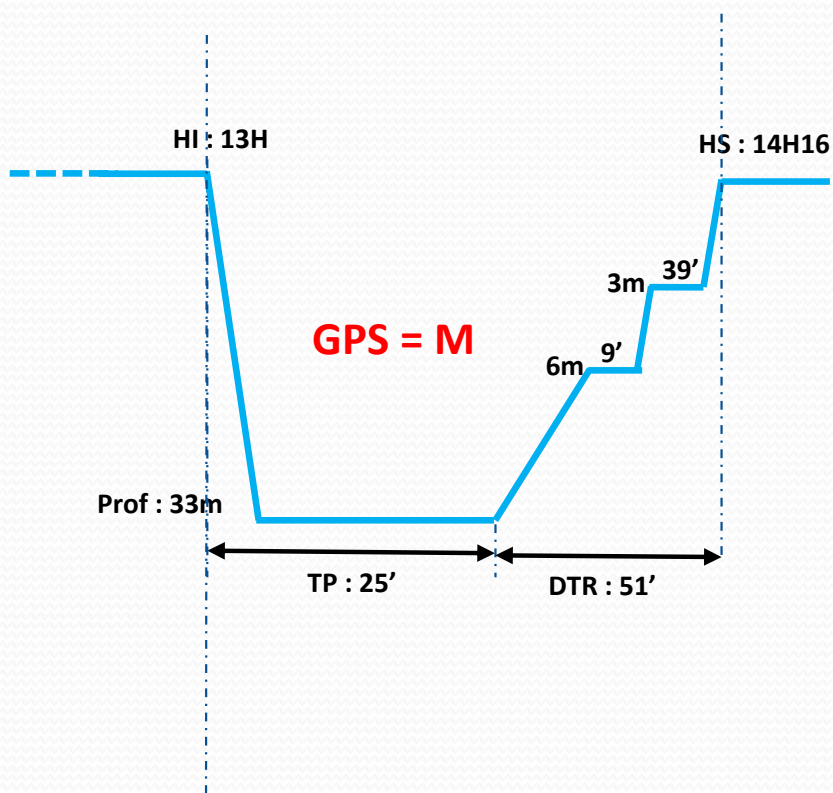
Paramètres de la plongée n°2:

TI (Temps d'Immersion) = 1H16

Prof. (Profondeur) = 33m

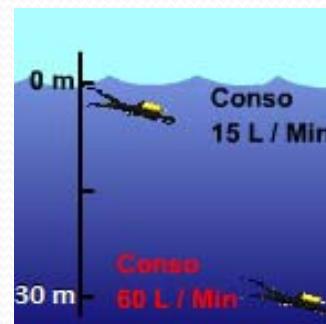
3.1 : Gestion d'une plongée successive aux Tables MN90

L'heure de sortie n'est pas un souci, mais la consommation en est un !
Analysons cette 2^{ème} plongée ...



Consommation à 33m :
→ Pabs = 4,3 bars

Une conso moyenne est de 15 l/mn



Volume d'un Bloc 12 L gonflé à 200 bars :
→ 12 l x 200 bars = **2400 litres** d'air disponibles

Conso pendant la plongée :
→ 25' x (15 l/mn x 4,3 bars) = 1 612 litres
→ 9' x (15 l/mn x 1,6 bars) = 216 litres
→ 39' x (15 l/mn x 1,3 bars) = 760 litres
→ **2588 litres**



3.2 : Cas Particuliers d'une désaturation aux Tables MN90

Lors d'une plongée, il peut arriver que l'on se retrouve dans des conditions anormales de plongées :

- lors d'une remontée lente,
- lors d'une remontée rapide,
- lorsqu'un palier est interrompu ou non exécuté,
- lors d'une plongée consécutive.

et pour chacune d'elles une procédure spécifique est à appliquer.

3.2 : Cas Particuliers d'une désaturation aux Tables MN90

3.2.1 : La remontée lente

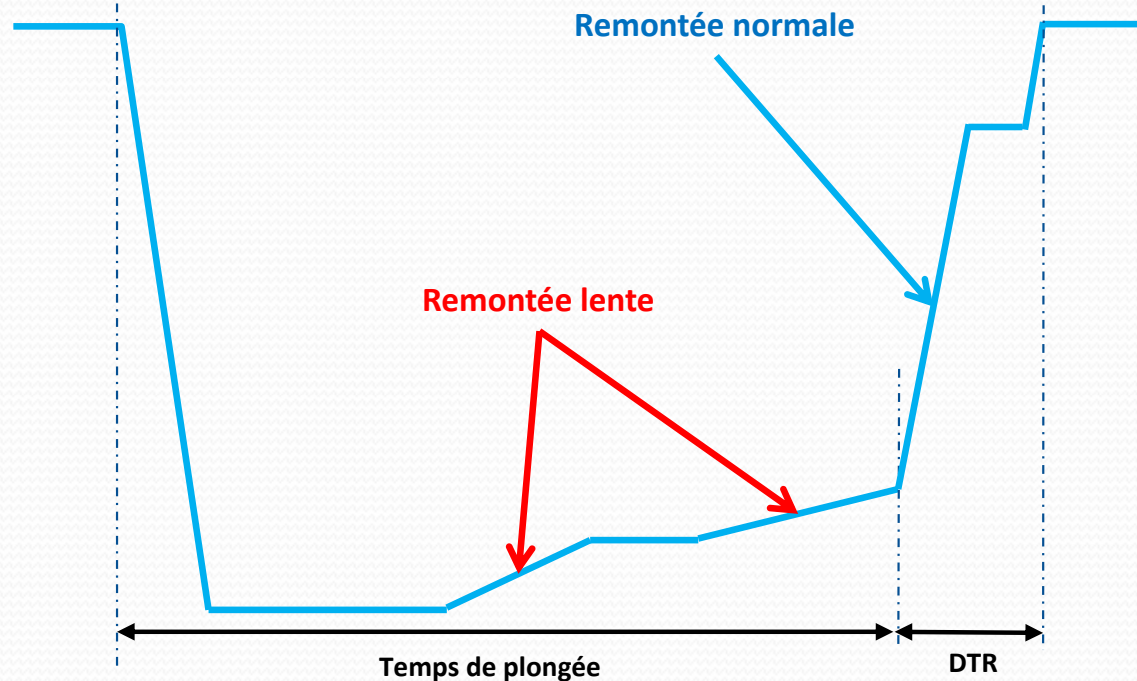
Les **Tables MN90** considèrent la remontée lente comme une **phase de saturation**. Cela impacte donc directement la durée du palier.

En opposition l'**ordinateur** considère une remontée lente comme une **phase de désaturation**. C'est en quelque sorte un premier palier mobile.

Notre pratique de la plongée à l'ordinateur nous amène d'ailleurs à ne faire quasiment que des remontées lentes, profil banni par les « plongeurs Table »

D'après les table MN90, la vitesse de remontée de **15m / min** doit être respectée.

Si elle est inférieure, ce temps de remontée lente doit être ajouté au temps de plongée pour le calcul des paliers jusqu'à ce que la vitesse de remontée soit normale.

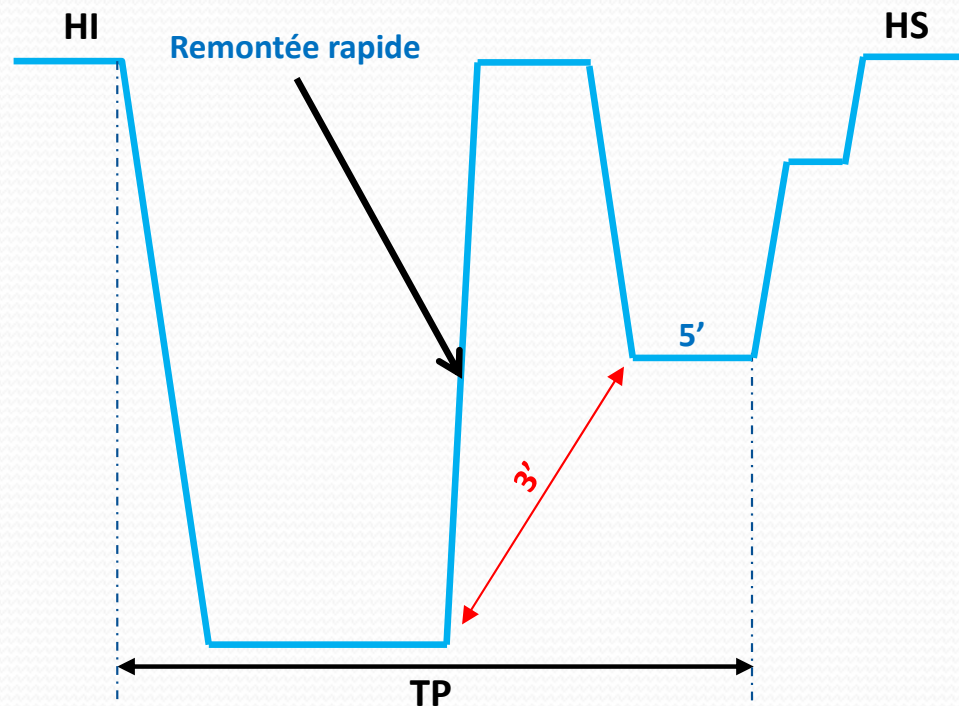


3.2 : Cas Particuliers d'une désaturation aux Tables MN90

3.2.2 : La remontée rapide

Lors d'un dépassement de la vitesse maximum de remontée (15m/min) et **si aucun accident n'est déclaré**, la palanquée doit avoir rejoint la **demi-profondeur dans les 3 minutes et y rester 5 minutes**.

- ❑ Le temps en surface et à la demi-profondeur sont intégrés au temps de plongée pour déterminer les paliers.
- ❑ Dans tous les cas, la palanquée doit effectuer un palier principe de 3min à 3m.



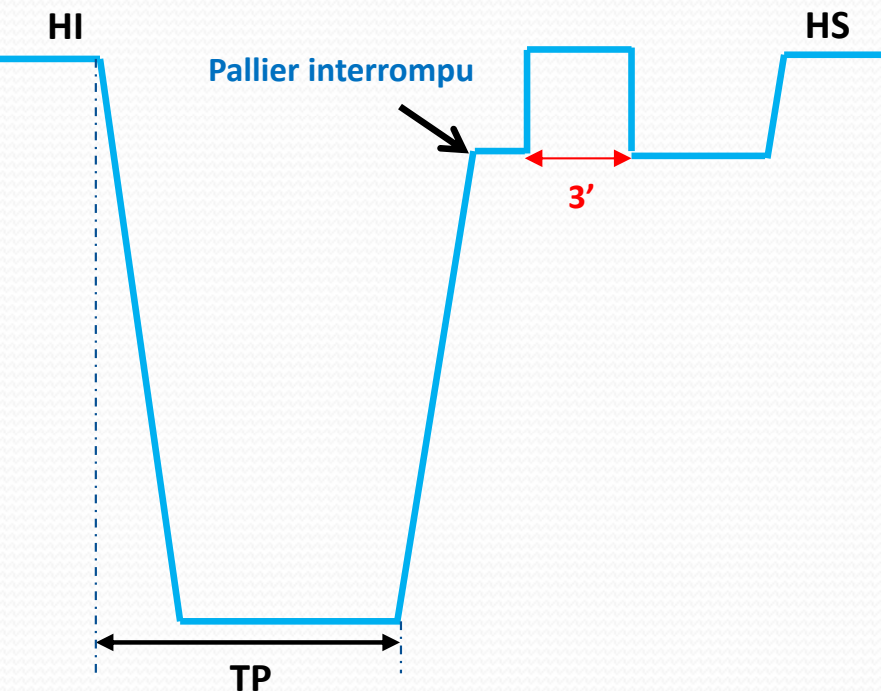
3.2 : Cas Particuliers d'une désaturation aux Tables MN90

3.2.3 : Palier(s) interrompu(s)

Définition : non-exécution ou mauvaise exécution d'un palier.

Dans un tel cas la palanquée doit **redescendre en moins de 3 minutes à la profondeur du palier interrompu.**

- Ce palier doit être **recommencé dans sa totalité.**
- Les paliers suivants, s'il y en a, doivent être faits normalement.



Pourquoi 3 minutes ?

La durée de **3min** correspondant environ à un cycle complet de **renouvellement des réseaux artériels et veineux.**

Ce délai de 3 minutes **est une indication** qui n'offre aucune garantie. Ne pensez pas qu'au-delà de ces 3 minutes le risque disparaît. Il est admis qu'un délais de latence existe et **permet éventuellement de rattraper les erreurs de protocole** de décompression.

Décompte des 3 minutes :

Le **décompte** des 3 minutes commence **depuis l'erreur de protocole** (interruption du palier, remontée rapide) **jusqu'à la mise en œuvre du protocole de secours** (recommencement du palier, arrivée à mi profondeur).

3.2 : Cas Particuliers d'une désaturation aux Tables MN90



3.2.4 : La plongée **CON**sécutive

Une **plongée consécutive n'est pas considérés comme une plongée « normale »** car souvent faite en cas de soucis (ancres accrochées au fond, perte de matos ..)

Une plongée est considérée comme **consécutive** lorsque celle-ci a lieu **moins de 15 min après la fin de la plongée précédente.**

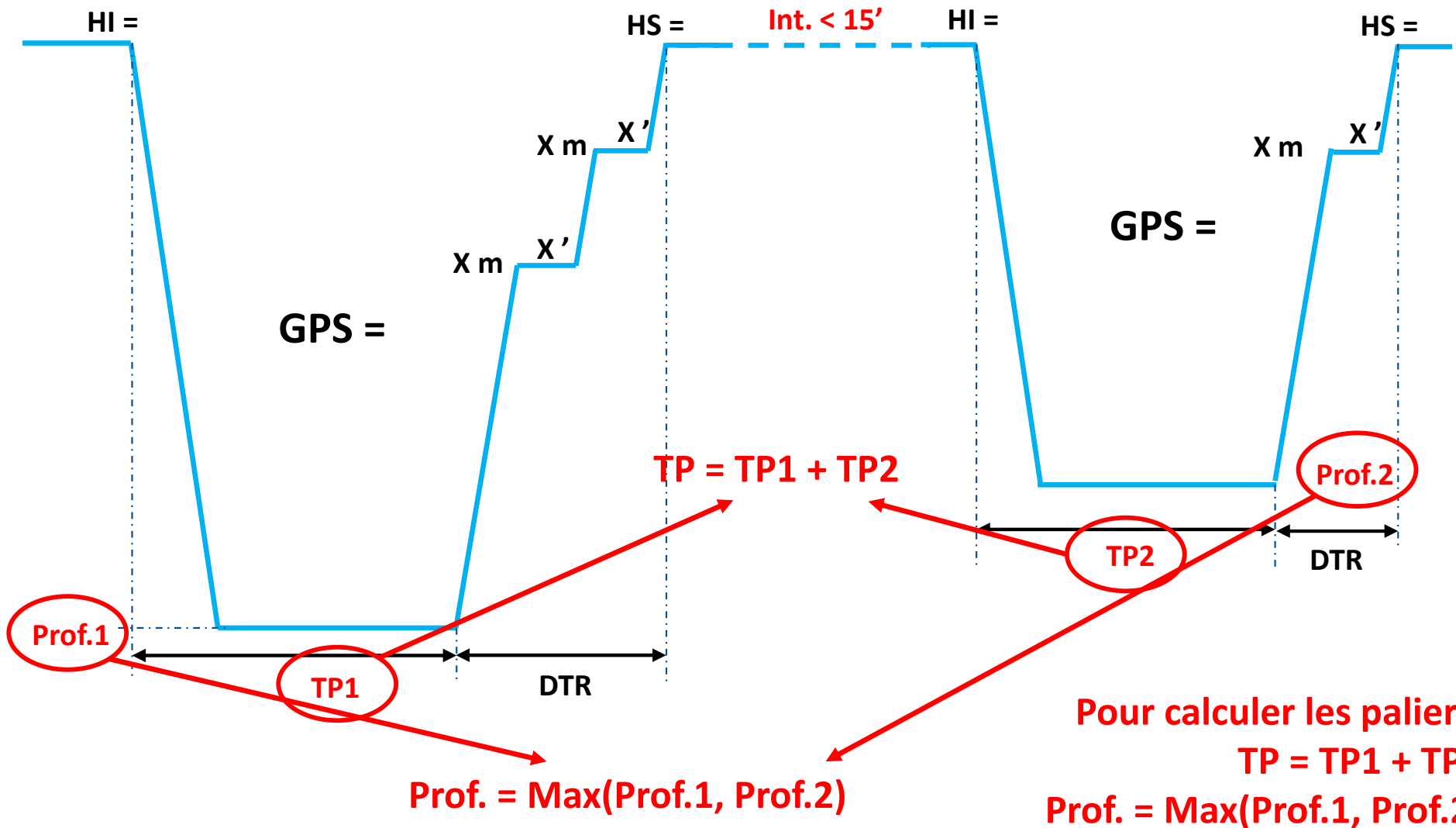
Les tables MN90 considèrent qu'il s'agit de la poursuite de l'immersion précédente.

On considère donc ces 2 plongées comme une seule et même plongée pour déterminer les paliers à respecter lors de la seconde plongée en entrant dans la table avec :

- La **profondeur maximale** entre les deux plongées réalisées,
- La **durée cumulée** des deux plongées réalisées.

3.2 : Cas Particuliers d'une désaturation aux Tables MN90

3.2.4 : La plongée CONsécutive



Plongée	Intervalle avec la plongée précédente	Profondeur	Durée	Procédure
Simple	>12 Heures	Profondeur max atteinte	Durée de la plongée	
Successive	$15' \leq IS \leq 12H$	Profondeur de la 2 ^{ème} plongée	Durée de la 2 ^{ème} plongée + majoration	
Remontée lente	NA	Profondeur max atteinte	Durée de la plongée avec la remontée lente	
Remontée rapide	NA	Profondeur max atteinte	Durée de la plongée jusqu'à la fin des 5' à mi profondeur	Redescendre à mi profondeur et y rester 5'
Palier interrompu	NA	Profondeur max atteinte		Redescendre au palier interrompu et le refaire complètement
Consécutive	< 15'	Profondeur max atteinte sur les deux plongées	Durée de la 1 ^{ère} plongée + durée de la 2 ^{ème} plongée	



4 - Utilisation de l'ordinateur de plongée



But de ce cours



Maitriser l'utilisation de son ordinateur en autonomie :

- Comprendre le fonctionnement général d'un ordinateur de plongée, son entretien, sa maintenance
- Comprendre les différents paramétrages et leur impact sur la plongée
- De gérer la plongée avec les différents modèles présents dans la palanquée.
- De garder un esprit critique et de gérer les anomalies & incidents

Sommaire

But de ce cours

De quoi parle t - on ?

Gérer les ordinateurs d'une palanquée

Gérer les anomalies / les incidents

Critères de choix pour l'ordinateur de plongée.

La minute polémique: Les paliers profonds (ou Pyle stop)

Conclusion

Questions/Réponses

De quoi Parle-t-on ?



D. Deforis

De quoi parle-t-on ?

Une brève histoire du temps

Avertissement

Les modèles de désaturation

Les modes de Fonctionnement

Options courantes

Limites d'utilisation

Les pannes

Gérer les ordinateurs de ma palanquée

Gérer les anomalies / Incidents

Critères de choix pour l'achat

La minute polémique: Pyle stop

Conclusion

Une brève histoire du temps



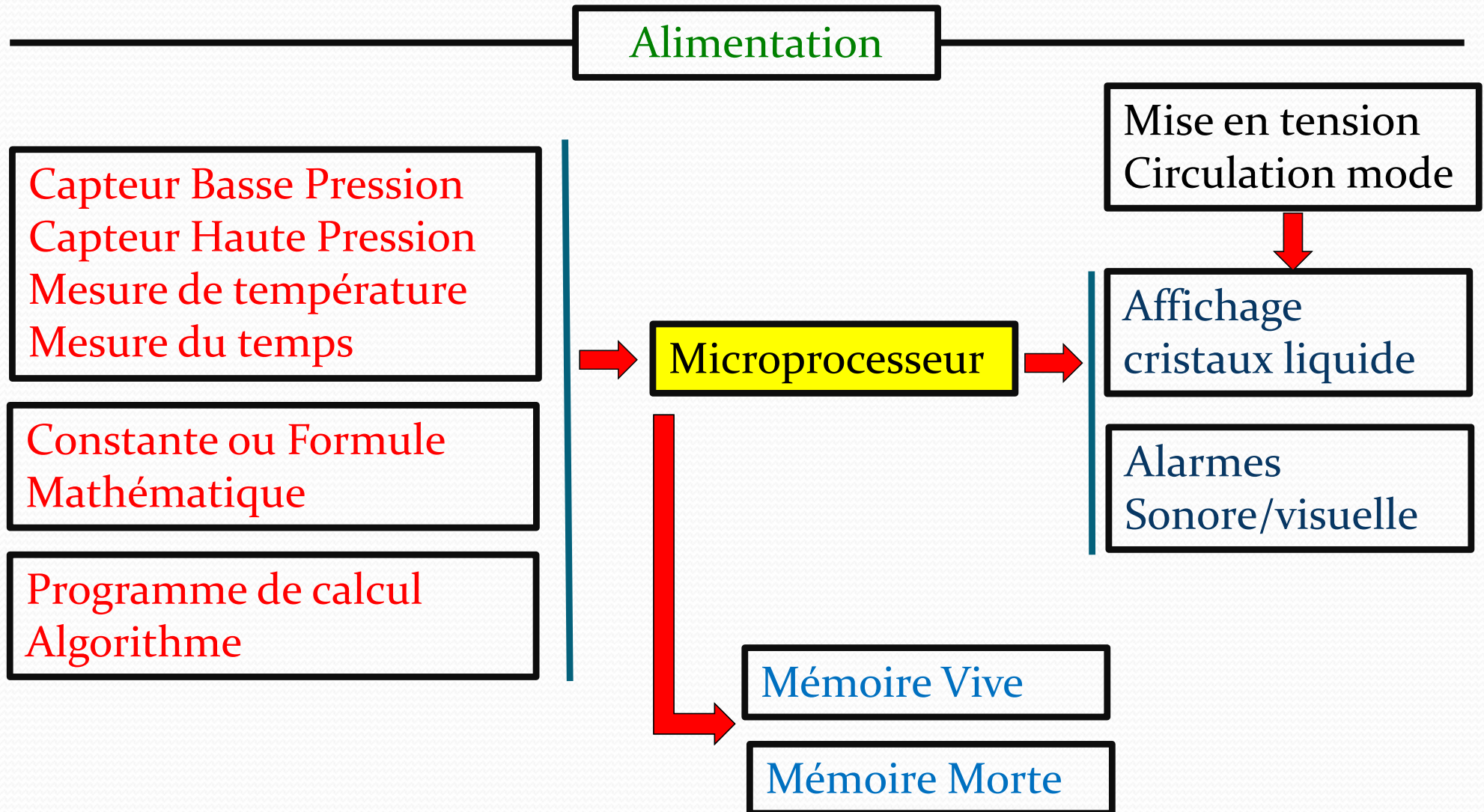
Contenu technique



```
IDENTIFICATION DIVISION.  
PROGRAM-ID. HELLO-WORLD.  
*  
ENVIRONMENT DIVISION.  
*  
DATA DIVISION.  
*  
PROCEDURE DIVISION.  
PARA-1.  
    DISPLAY "Hello, world."  
*  
    EXIT PROGRAM.  
END PROGRAM HELLO-WORLD.
```



Ordinateurs... Comment ça fonctionne ?





Avertissement

Uwatec →

Si je les calcule...je ne les garantie pas ! (Uwatec)

Uwatec Aladin →



- L'Aladin® Pro ne remplace ni une solide formation en plongée ni un partenaire de plongée
- Plongez toujours selon votre formation de plongée! L'Aladin® Pro n'augmente pas vos capacités de plongée!
- Ne plongez pas plus profondément que 40 mètres à cause du danger de narcose (ivresse des profondeurs). L'Aladin® Pro ne vous prévient pas en la matière.
- Observez strictement les messages optiques et acoustiques émis par l'Aladin® Pro. Evitez les situations à risque qui sont décrites par les indications  ou .
- Le mode d'emploi doit être lu *de manière attentive et complète.*

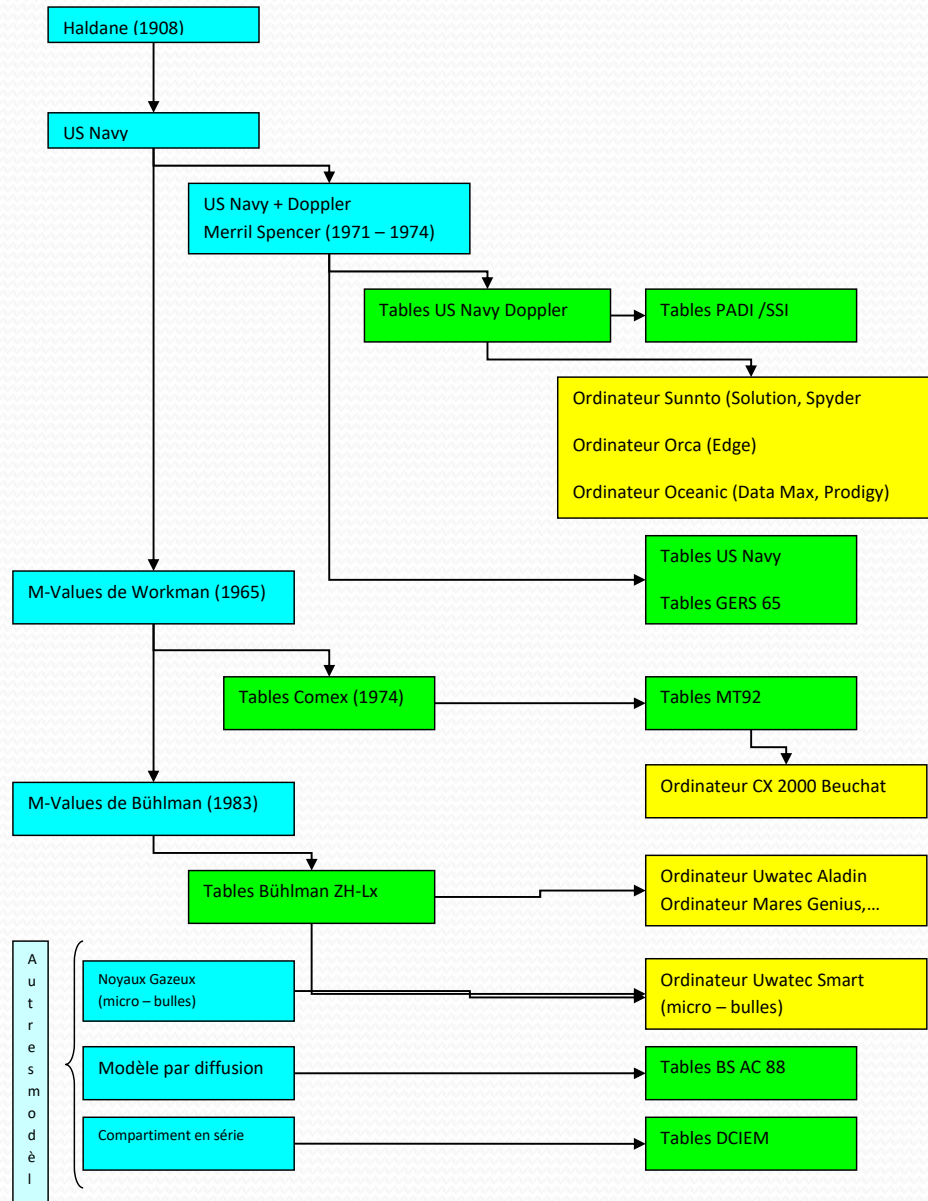
Suunto →

Avant de continuer la lecture de ce manuel d'utilisation, vous devez absolument prendre connaissance des mises en garde suivantes. Ces mises en garde sont destinées à vous offrir une sécurité maximale lorsque vous utilisez le Suunto Vyper et ne doivent en aucun cas être ignorées.

 **MISE EN GARDE**

EN *La lecture de ce livret et du manuel d'utilisation de votre ordinateur de plongée est OBLIGATOIRE. Tout manquement peut entraîner une utilisation inappropriée ou bien des blessures graves voire mortelles*

Les modèles de désaturation



LA BOITE NOIRE



Les modes de fonctionnement

Surface Mode

- Avant la plongée
- Test de l'ordinateur
- Choix du mode
 - Air/Nitrox/Profondimètre
- Paramétrage personnel
- Planification
- Ajustement Altitude Auto/Manu
- MAJ logiciel



Mode Défaut

- Blocage ordinateur 24/48
- Mode profondimètre

Surface Mode

- Après la plongée
- Délai No FLY
- Désaturation
- Logbook

Mode Plongée

- Détection variation pression
- Mémorisation temps & pression
- Calcul de la désaturation en continu
- Affichage des résultats
 - Temps restant sans palier
 - Durée des paliers et prof.
 - Profondeur courante
 - Prof max
 - T°eau
 - T°peau
 - CNS / OTU, etc...

Infraction procédure corrigée
→ maintien du mode plongée

Options courantes

Options courantes:

- Multimodes: Air / Nitrox / Profondimètre/ Apnée
- Altitude
- Logbook → transfert vers PC/tablette/smartphone
- Personnalisation (conservatisme)



Physiologie:

- Température du corps
- Fréquence cardiaque
- Fréquence respiratoire



Nature de la pratique:

- PPO2 constante (CCR)
- FO2 (SCR)
- Mélanges ternaires (Trimix)
- Multi sondes (pour soi, pour la palanquée)

Physiologie +:

- Détection OPI...
- Matériel: HUD,...

Limites d'utilisation

a) Ce qu'aucun ordinateur ne garantira :

- les profils yoyo
- les plongées intensives
- Effort en plongée
- Plongée trop profonde
- Profil inversé
- Conditions extrêmes (altitudes, froid,...)
- Non respect des paliers,
- Remontée trop rapide
- Prendre l'avion trop rapidement après une plongée
- Changement de gaz « non paramétré »
- Plus de 2 plongées par 24h.

b) Ce que l'ordinateur ne prend pas en compte

(liste non exhaustive)

- la fatigue, **le manque de condition physique**
- la fête un peu trop arrosée de la veille au soir,
- l'embonpoint,
- la grossesse,
- Le partage d'air.....

Cas particulier de la gestion d'air

- De plus en plus d'ordinateur intègre la gestion d'air.
 - Calcul en temps réel de l'autonomie en fonction de la consommation
 - Impact sur la désaturation (conservatisme)
 - Alerte si les seuils de pression sont enfreints.
- Et si je partage mon air en tant que GP ou assistance :
 - Déclenche des alertes
 - Sévéreriser ma désaturation (bcp plus de paliers) alors que ce n'est pas nécessaire
- Evolution de nos pratiques: tanking...
- Suivi de pression sur les blocs des équipiers ...

Les pannes

Elles surviennent → à l'immersion
(absence de mise en route, pile HS, Capteur P HS...)



Ne pas poursuivre la plongée
(sauf si redondance)

Elles surviennent → pendant la
plongée



Redondance = ouf
Binôme → attention au partenaire
d'un soir...

Elles surviennent → après la
plongée



Attention si on doit faire
d'autres immersions : absence
d'historique de la saturation



Les pannes (si on a des tables)

- **Plongée unitaire sans palier**

Repasser aux tables MN90, les successives sont possibles en suivant les informations des tables (indices A,B,C,...). Les successives sont à faire avec les tables.

- **Plongée unitaire avec palier**

Si les paliers ne sont pas entamés, on repasse sur les tables MN90. Si les paliers sont indiqués, on les réalise comme prévus puis on ne plonge pas pendant 24h.

- **Plongée successive sans palier**

Dés la panne, on stoppe la plongée. On remonte à la vitesse préconisée. On réalise un palier de sécurité.

- **Plongée successive avec palier**

- Si l'ordinateur était équipé d'un mode planification, dés la panne, on arrête la plongée, on remonte à la vitesse préconisée et l'on réalise les paliers prévus.
- Si l'ordinateur n'a pas de mode planification, dés la panne, on arrête la plongée, on remonte à 6m et l'on effectue le maximum de palier à cette profondeur.
- Pas de plongée dans un délai de 24 h, car impossibilité de connaître les paramètres de l'ordinateur permettant de calculer des successives.

Les pannes (sans tables)

- **Plongée unitaire sans palier**
Remontée lente (10m/min) + Palier de 3 à 5 min entre 6 et 3 m **(mnémotechnique 3 à 6m et 6 à 3m)**
- **Plongée unitaire avec palier**
Remontée lente (10 m/min) + réalisation des paliers tels que vu lors du dernier contrôle instrument en majorant de 5 min les paliers à 6m et 3m. Surveillance du plongeur et procédure d'urgence en cas de dégradation.
- **Dans tous les cas** 24h sans plonger pour remettre les compteurs à ZERO.
- Comment mesurer 10m/minutes ou 3m ou 6 sans instruments? Info pratiques?

Gérer les ordinateurs dans une palanquée



Fonctionnement normal

- Fonctionnement normal
 - Une diversité infinie (d'une part les paramètres, les modèles, ... d'autre part le profil de plongée...)
 - Principe de gestion dans la palanquée
 - Planifier la plongée et partager la stratégie de désaturation avant l'immersion
 - Evoluer en palanquée
 - Adopter la vitesse de remontée la plus lente
 - Exécuter les paliers les plus profonds et les plus longs
 - Quelques règles de bon sens
 - Il faut lire la notice
 - Il faut comprendre la notice
 - Interroger régulièrement la palanquée sur la progression de la saturation / désaturation de chacun
 - Garder une écoute active des ordinateurs même après la plongée
 - Garder son ordinateur avec soi , même après la plongée.
- Personnalisation
 - Dureté personnelle
 - Altitude
 - Eau salée / eau douce
 - Air / Nitrox ou mélanges

Cas particulier: Les ordinateurs en location

Une nouvelle pratique: **je loue mon ordinateur dans le centre de plongée**

- Quel est l'histoire de cet ordinateur ?
- A-t-il été remis à zéro ?
- Ai-je plongé récemment (et ça ne serait pas pris en compte par cet ordinateur loué)
- Est-ce que je suis formé pour l'utiliser ? Notice, formation rapide,...

Gérer les anomalies / les incidents



Remontée rapide

- $V >$ à la Vitesse préconisée par l'ordinateur
- En general, provoque un allongement de la durée des paliers
- Insister sur la maîtrise technique de la Vitesse de remontée
- Attention aux différents ordinateurs dans une palanquée
 - → ajuster la Vitesse de remontée sur celle de l'ordinateur le plus lent
- Rmq : attention au mouvement de bras brusque vers le haut !
 - → peut être interprété comme une remontée rapide

Interruption de palier

En cas d'interruption de palier :

- Mode défaut / Mode SOS
- En l'absence de ré-immersion avec accompagnement → procédure d'urgence

Critères de choix pour l'achat



Grille de choix

Critère	Choix possibles					Pour / Contre
Modèle de désaturation	RGBM	Bühlmann	VPM	GF	Multi Modèles	
Multi-gaz	Air	Nitrox	Trimix			
Ecran	N&B	Couleur				
	Taille					
	LCD	Oled				
Gestion d'air	Console	sonde	sans			
Gestion effort	avec	sans				
Type	Montre	Console	Classique	Smartphone		
Boussole	Avec	Sans				
Energie	Batterie	Pile				
Maintenance courante	utilisateur	revendeur				
Mode	Plongée	+ apnée	+ SCR	+CCR		
Planification	Oui	Non				
Prix						

La personnalisation

- Certains ordinateurs offrent la possibilité de personnaliser le conservatisme
- Niveau de micro bulles (L0 à L5 dans un Galiléo)
- Niveau 0 à 2 dans un Sunnto
- GF (Gradient Factor) pour les Buhlmann
- Impact sur la plongée
 - plus de paliers
 - Paliers plus profonds

Si les autonomes ne font pas attention, il peut y avoir des surprises dans l'eau...

La minute polémique : les paliers profonds



- Les paliers profonds, de quoi parle-t-on ?

Les Pyles « stop »

- Constat de Robert Pyle lors de la remontée de poissons capturés en profondeur.
- Arrêt pour permettre la réduction du volume des vessies natatoires
- Moins de fatigue pour le plongeur

- Protocole empirique:
 - Palier de 1 min à la moitié de la remontée au premier palier
 - Palier de 1 min à la moitié de la remontée restante jusqu'au premier palier...
 - Et ainsi de suite ...

- Dans les algorithmes, cette « notion » a été traduite de différentes manières:
 - Deep STOP → Mares / Suunto
 - PDIS (Profile – Dependent Intermediate Stop) → Scubapro

- Que disent les scientifiques?
 - Etude 2005 , Bulletin de médecine subaquatique et hyperbare (Blatteau, Hugon, Gardette, Galland) Protocole de décompression pour la plongée à l'air intégrant des paliers profonds
 - NEDU (Naval Experimentale Diving Unit) 2011 , Doolette Gerth Gault
Redistribution of decompression stop time from shallow to deep stops increases incidence of decompresssion sickness in air decompression dives.
 - Dan , Feb 2010, Technical Diving Conference Proceedings

- Protocole ne reposant sur aucune base scientifique

- Aucun effet positif dans le cadre de la plongée à l'air voir même Dangereux

Conclusion



- Ordinateur = nouvelles pratiques
- Moins de contrainte pour le plongeur
- Comportement de Geek !

- Moins de planification : mauvais sentiment de sécurité
- Beaucoup plus d'anticipation de la part du plongeur autonome
- Les systèmes ne sont pas infaillibles !

- Lire et comprendre les notices
- S'informer des nouvelles évolutions, market trend
- Aller dans le sens de la sécurité



Des Questions ? ?





MERCI

