La décompression (première partie)

CASV - Préparation niveau 2

Arnaud Mélèse
MF22032Nitrox7491
DEJEPSDE013150384
http://plouf.melese.com
plouf@melese.com

Janvier 2018

Pourquoi apprendre à gérer la décompression ?

- L'organisme accumule de l'azote (N_2) durant la plongée
- Plus la plongée est longue et profonde, et plus la quantité de N_2 dissoute dans l'organisme est importante
- Il faut en éliminer suffisamment à la remontée afin d'**éviter la survenue d'accidents** de désaturation (ADD)
- À l'issue de la plongée, l'organisme contient malgré tout une quantité plus importante de N_2 ; il faut en tenir compte pour les plongées suivantes ou les activités effectuées

Pourquoi apprendre à gérer la décompression ?

*Le plongeur **niveau 2** découvre la profondeur et les plongées à **paliers obligatoires***

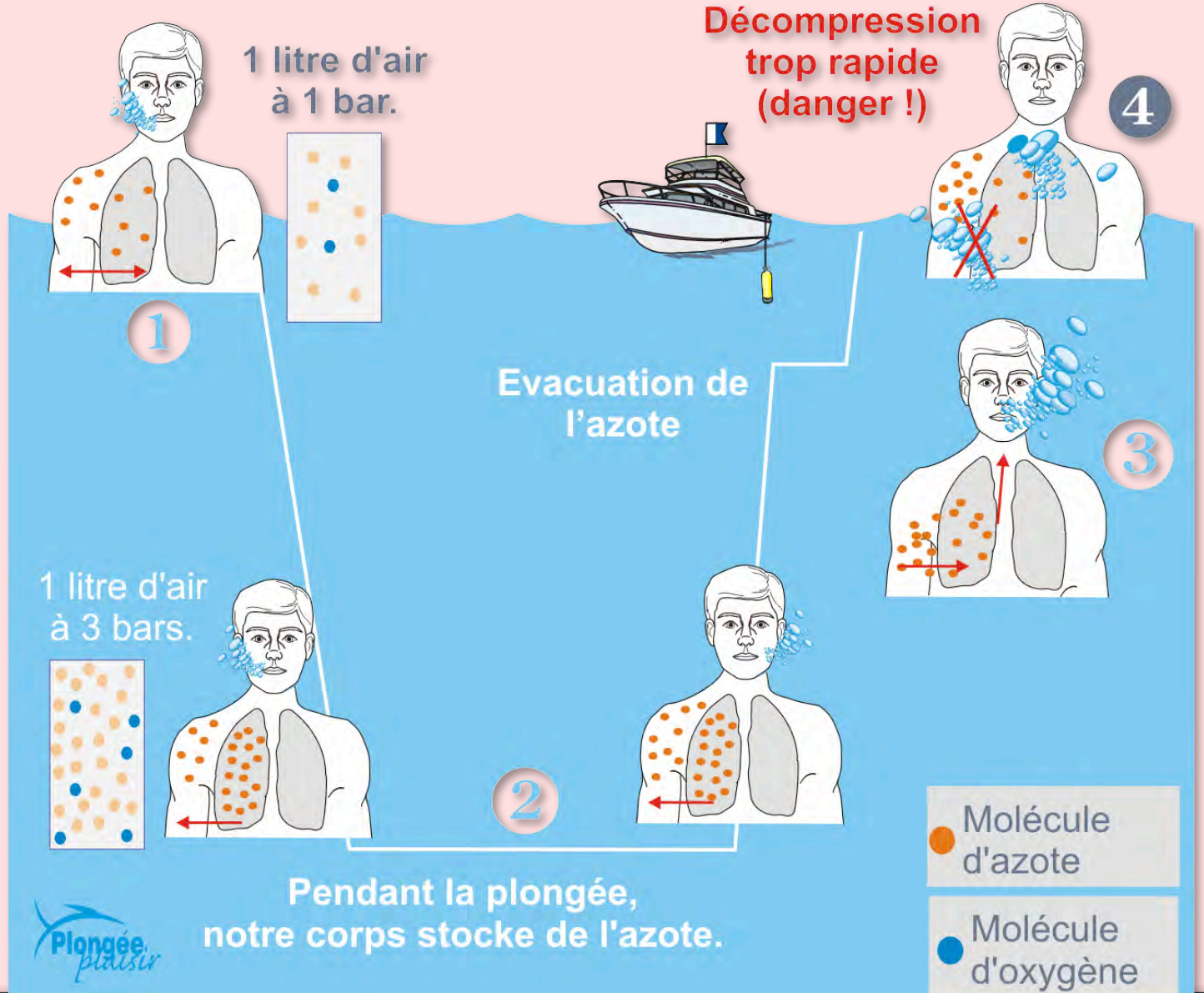
*il doit maîtriser l'utilisation de son **moyen de déco personnel***

*il doit aussi savoir gérer en **autonomie** une exploration sans palier, mais en adoptant un **profil sécuritaire***

La décompression (première partie)

- **Rappels :**
  - saturation en azote
  - prérogatives du niveau 2
- **Les paramètres d'une plongée**
- **Les profils de plongée**
- **Les modèles de décompression**
- **Les tables MN90 FFESSM**
  - plongées simples
  - plongées consécutives
  - plongées successives
  - procédures de rattrapage

Rappels : saturation en azote



Rappels : prérogatives du niveau 2

0 à 20 m

2 ou 3
Niveau 2 majeurs en autonomie (PA-20)

1. Gilet ou bouée
2. Instruments
3. Deux sources d'air
4. Manomètre
5. Parachute de palier (1 par palanquée)

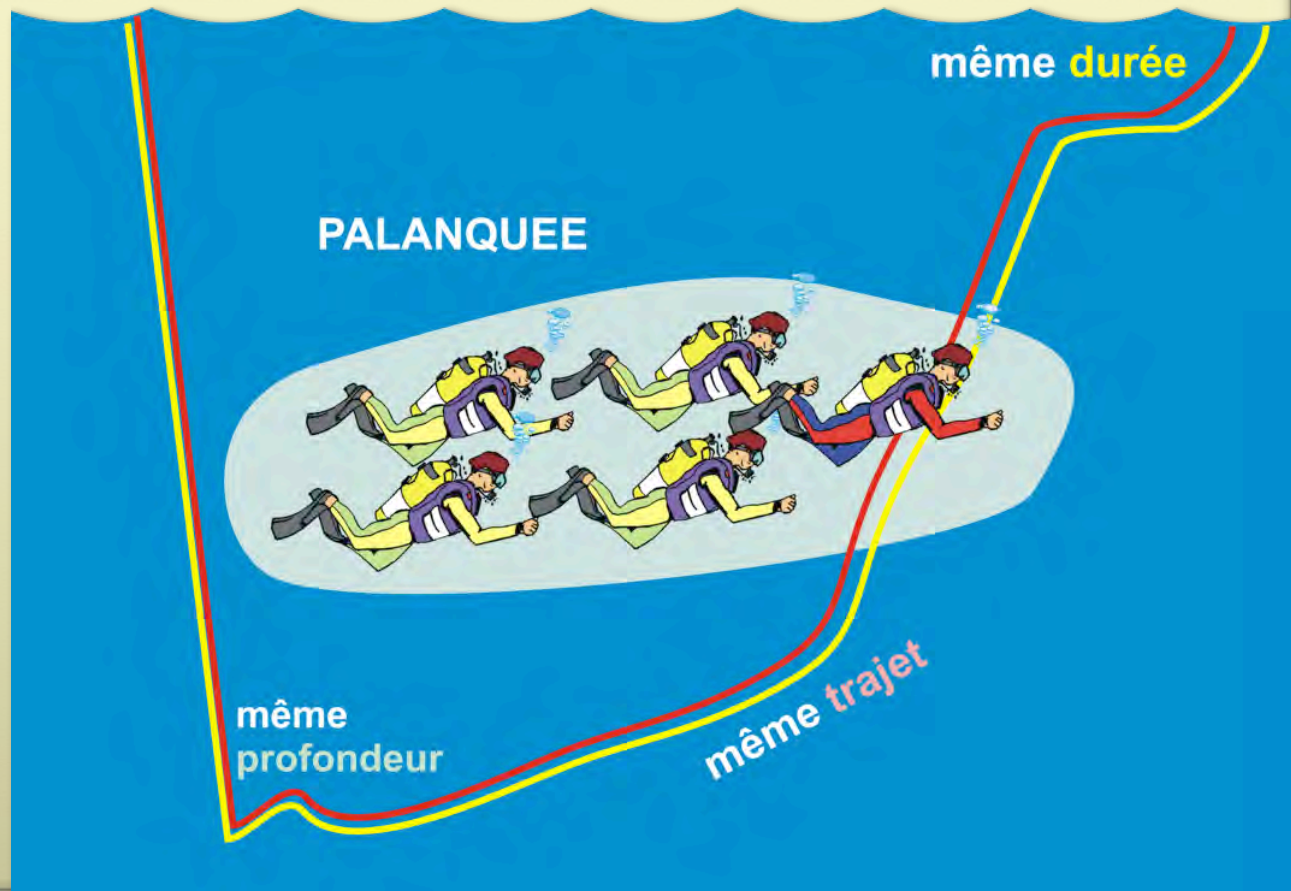
0 à 40 m

1 à 4
Niveau 2 (PE-40)

Niveau 4 (P4) Guide de Palanquée (GP) ou E3

Les paramètres de la plongée

- C’est la **profondeur** maximum d’évolution et la **durée** d’immersion
- Les membres de la palanquée effectuent la même plongée : même **trajet**, même **profondeur**, même **durée**



Les paramètres de la plongée

- Les paramètres sont donnés par le **directeur de plongée** (DP, P5, E3 ou E4) en fonction des prérogatives des plongeurs, de leur niveau réel, des particularités du site et des conditions

- En immersion, le **guide de palanquée** (GP, N4, E3 ou E4) et les **plongeurs autonomes** doivent adapter ces paramètres : si les conditions rencontrées ne sont pas celles prévues (température, courant…), il faut les restreindre (plonger moins longtemps, moins profond)

La fiche de sécurité

Site : Jardin corail
Sécu : Jeremy meneghin

8h00

PARTICIPANTS	
1	MÉLÈSE Arnaud E4
2	COULBOIS Françoise E2/SP
3	JEANNEROT Fabien E2
4	BRIARD Guillaume E2/SP
5	AUCHER Jérémie E2/SP
6	CHAUSSADE Stéphane N1
7	HERISSON Delphine N1
8	LEFEBVRE Albert N1
9	DELATTRE Antoine N1
10	NIED Edouard N1
11	DOUCET Laetitia N1
12	GUESNEUX Stéphane N1
13	HINGANT Virginie N1
14	KIENITZ Andras N1
15	RABEI Nasser N1
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	

YAISA

Dimanche 15 mai 2015

Directeur de plongée : MÉLÈSE Arnaud

#1 Paramètres prévus : 20 m / 50'
Heure de départ : 8H45

		Technique
M	COULBOIS Françoise E2/SP	E2
1	CHAUSSADE Stéphane N1	PE-20
2	HERISSON Delphine N1	PE-20
3		
4		

Paramètres réalisés : 20m 40min
Paliers : 3min 3m

#2 Paramètres prévus : 20 m / 50'
Heure de départ : 9H00

		Technique
M	MÉLÈSE Arnaud E4	E4
1	LEFEBVRE Albert N1	PE-20
2	DELATTRE Antoine N1	PE-20
3	NIED Edouard N1	PE-20
4	AUCHER Jérémie E2/SP	PE-20

Prof. : 18m Durée : 50min
Paliers :

#3 Paramètres prévus : 20 m / 50'
Heure de départ : 8H50

		Technique
M	JEANNEROT Fabien E2	E2
1	DOUCET Laetitia N1	PE-20
2	GUESNEUX Stéphane N1	PE-20
3		
4		

Paramètres réalisés : 20m 31min
Paliers :

#4 Paramètres prévus : 20 m / 50'
Heure de départ : 9H00

		Technique
M	BRIARD Guillaume E2/SP	E2
1	HINGANT Virginie N1	PE-20
2	KIENITZ Andras N1	PE-20
3	RABEI Nasser N1	PE-20
4		

Paramètres réalisés : 19m 41min
Paliers :

#5 Paramètres prévus :
Heure de départ :

M		
1		
2		
3		
4		

Paramètres réalisés :
Paliers :

#6 Paramètres prévus :
Heure de départ :

M		
1		
2		
3		
4		

Paramètres réalisés :
Paliers :

#7 Paramètres prévus :
Heure de départ :

M		
1		
2		
3		
4		

Paramètres réalisés :
Paliers :

#8 Paramètres prévus :
Heure de départ :

M		
1		
2		
3		
4		

Prof. : Durée :
Paliers :

#9 Paramètres prévus :
Heure de départ :

M		
1		
2		
3		
4		

Paramètres réalisés :
Paliers :

Le profil de la plongée

C’est l’évolution de la profondeur d’immersion avec le temps

- On doit atteindre la **profondeur la plus élevée en début de plongée** (ne pas faire de profil inversé)
- L’après-midi, la **deuxième plongée doit être moins profonde que la première**
- On ne doit pas faire de ~~yoyos~~ ni de ~~remontées rapides~~

Explo à 20 m

Explo à 20 m

10
20
207 bar
AIR
13.4m
101 bar
19.9
19.9
26.0°C
23.0°C
22.0°C
23.0°C
24.0°C
25.0°C
air
5
15
25
35
D9

Explo à 20 m

10
20
215 bar
AIR
16.2
14.3
18.2
18.3
18.2
14.2m
83 bar
25.0°C
23.0°C
20.0°C
18.0°C
16.0°C
18.0°C
17.0°C
16.0°C
18.0°C
19.0°C
21.0°C
23.0°C
air
5
15
25
35
45
D9

Plongée technique à 20 m

Explo à 40 m

Explo à 40 m

$$dP(t)/dt = k.(P_{part}N_2 - P(t))$$

LES MODÈLES DE DÉCOMPRESSION

Modélisation de la décompression

- Suite à des accidents (travailleurs hyperbares à sec), des scientifiques se sont intéressés, dès le XVIIIe siècle, au processus de **saturation et désaturation du corps humain**

- En 1908, Haldane propose le premier modèle qui permet de calculer un **protocole de remontée** limitant les risques d'accident

- Il s'appuie sur un certains nombre d'**hypothèses** et le modèle est affiné au moyen d'**expérimentations**

Modélisation de la décompression

Un **modèle** de décompression est une représentation mathématique de l'organisme soumis à des variations de quantités de gaz.

Il subdivise le corps en **compartiments** représentant un ensemble de tissus qui se comporteraient de façon similaire face au gaz (charge et décharge).

Il permet d'établir un **protocole de désaturation** censé réduire les risques d'ADD.

Il s'appuie sur des **hypothèses** et est vérifié expérimentalement.

*Tous les modèles ont des **limites d'utilisation** (nature du gaz, type et nombre de plongées, altitude d'utilisation, public concerné, vitesse de remontée, profondeur des paliers…) **dont on doit tenir compte***

Évolution des tables de plongée

- Depuis Haldane, un certains nombre d'avancées **médicales** ou de découvertes **physiologiques** ont permis d'affiner le modèle et d'en développer de nouveaux

- Sont encore utilisées aujourd'hui les tables **MN90** (de la Marine Nationale, dont une version a été adaptée par la FFESSM), de même que les tables **MT92** (pompiers, travailleurs sous-marins…)

- En plongée loisir, les tables sont abandonnées au profit des ordinateurs*

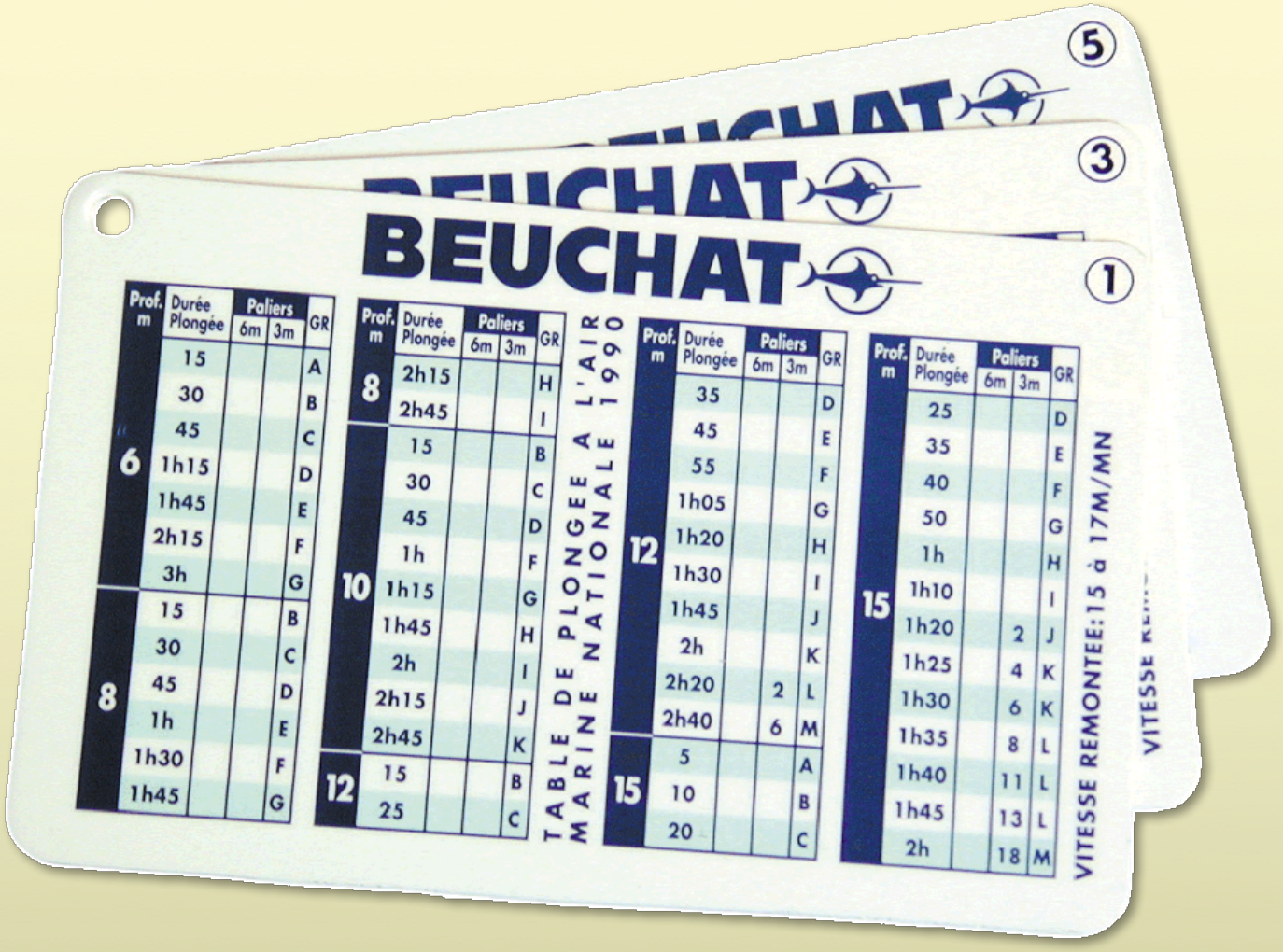
**élément de sécurité toujours obligatoire sur le site de plongée (Code du Sport)*
elles aident aussi à la planification des plongées

Les ordinateurs de plongée

- Aujourd'hui, on plonge presque exclusivement avec des ordinateurs de plongée
- Ils s'appuient aussi sur des modèles de décompression, avec leurs contraintes et limites d'utilisation
- Ils suivent en temps réel la plongée et mémorisent les paramètres sur tout un séjour

On en étudiera les principales caractéristiques au prochain cours

LES TABLES MN90



Tables MN90 : conditions d’utilisation

- Utilisables au niveau de la mer
- Pas plus de 2 plongées par 24h
- Le gaz respiré est de l’air
- Plongées « loisir » → efforts modérés
- Profondeur limitée à 60 m
- Vitesse de remontée : 15 m/min
- Vitesse entre les paliers : 6 m/min (30")
- Pas d’interpolation des valeurs : si une valeur ne figure pas dans les tables, prendre la valeur immédiatement supérieure (plus pénalisante)

Tables de plongée MN90

- Paramètres utilisés :
  - **profondeur** : profondeur maximale atteinte durant la plongée
  - **durée** : de l'immersion à la remontée à 15 m/min

- La lecture des tables donne d'éventuels **paliers** de profondeurs fixes (15, 12, 9, 6, 3 m) qui sont à effectuer successivement

- Les tables indiquent aussi une durée totale de remontée (DTR) paliers inclus

Description des tables MN90 FFESSM

- Procédures pour les plongées normales et anormales
- Tables : paliers pour une durée et une profondeur données
- Tableau I : azote résiduel après l'intervalle de surface
- Tableau II : majoration pour une deuxième plongée
- Tableau III : azote résiduel par inhalation d'O_2 pur
- Tableau IV : durée de remontée (hors paliers)

Prof.	Durée	3 m	DTR	GPS
6m	15 min		1	A
	30 min		1	B
	45 min		1	C
	1 h 15		1	D
	1 h 45		1	E
	2 h 15		1	F
	3 h 00		1	G
	4 h 00		1	H
	5 h 15		1	I
	6 h 00		1	J
8m	15 min		1	B
	30 min		1	C
	45 min		1	D
	60 min		1	E
	1 h 30		1	F
	1 h 45		1	G
	2 h 15		1	H
	2 h 45		1	I
	3 h 15		1	J
	4 h 15		1	K
	5 h 00		1	L
	6 h 00		1	M
10m	15 min		1	B
	30 min		1	C
	45 min		1	D
	60 min		1	F
	1 h 15		1	G
	1 h 45		1	H
	2 h 00		1	I
	2 h 15		1	J
	2 h 45		1	K
	3 h 00		1	L
	4 h 00		1	M
	4 h 15		1	N
	5 h 15		1	O
	5 h 30		1	P
	6 h 00	1	2	P
12m	5 min		1	A
	10 min		1	B
	15 min		1	B
	20 min		1	C
	25 min		1	C
	30 min		1	D
	35 min		1	D
	40 min		1	E
	45 min		1	E
	50 min		1	F
	55 min		1	F
	60 min		1	G
	1 h 05		1	G
	1 h 10		1	H
	1 h 15		1	H

Prof.	Durée	3 m	DTR	GPS
12m	1 h 20		1	H
	1 h 25		1	I
	1 h 30		1	I
	1 h 35		1	J
	1 h 40		1	J
	1 h 45		1	J
	1 h 50		1	K
	1 h 55		1	K
	2 h 00		1	K
	2 h 10		1	L
	2 h 15		1	L
	2 h 20	2	4	L
	2 h 30	4	6	M
	2 h 40	6	8	M
	2 h 50	7	9	N
	3 h 00	9	11	N
	3 h 10	11	13	N
	3 h 20	13	15	O
	3 h 30	14	16	O
	3 h 40	15	17	O
	3 h 50	16	18	O
	4 h 00	17	19	O
	4 h 10	18	20	P
	4 h 15	19	21	P
	4 h 30	22	24	P
15m	5 min		1	A
	10 min		1	B
	15 min		1	C
	20 min		1	C
	25 min		1	D
	30 min		1	E
	35 min		1	E
	40 min		1	F
	45 min		1	G
	50 min		1	G
	55 min		1	H
	60 min		1	H
	1 h 05		1	I
	1 h 10		1	I
	1 h 15		1	J
	1 h 20	2	4	J
	1 h 25	4	6	K
	1 h 30	6	8	K
	1 h 35	8	10	L
	1 h 40	11	13	L
	1 h 45	13	15	L
	1 h 50	15	17	M
	1 h 55	17	19	M
	2 h 00	18	20	M
18m	5 min		2	B
	10 min		2	B
	15 min		2	C
	20 min		2	D
	25 min		2	E
	30 min		2	F

Prof.	Durée	3 m	DTR	GPS
18m	35 min		2	F
	40 min		2	G
	45 min		2	H
	50 min		2	H
	55 min	1	3	I
	60 min	5	7	J
	1 h 05	8	10	J
	1 h 10	11	13	K
	1 h 15	14	16	K
	1 h 20	17	19	L
	1 h 25	21	23	L
	1 h 30	23	25	M
	1 h 35	26	28	M
	1 h 40	28	30	M
	1 h 45	31	33	N
	1 h 50	34	36	N
	1 h 55	36	38	N
	2 h 00	38	40	O
20m	5 min		2	B
	10 min		2	B
	15 min		2	D
	20 min		2	D
	25 min		2	E
	30 min		2	F
	35 min		2	G
	40 min		2	H
	45 min	1	3	I
	50 min	4	6	I
	55 min	9	11	J
	60 min	13	15	K
	1 h 05	16	18	K
	1 h 10	20	22	L
	1 h 15	24	26	L
	1 h 20	27	29	M
	1 h 25	30	32	M
	1 h 30	34	36	M
22m	5 min		2	B
	10 min		2	C
	15 min		2	D
	20 min		2	E
	25 min		2	F
	30 min		2	G
	35 min		2	H
	40 min	2	4	I
	45 min	7	9	I
	50 min	12	14	J
	55 min	16	18	K
	60 min	20	22	K
	1 h 05	25	27	L
	1 h 10	29	31	L
	1 h 15	33	35	M
	1 h 20	37	39	M
	1 h 25	41	43	N
	1 h 30	44	46	N

Prof.	Durée	6 m	3 m	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
28m	5 min			2	B
	10 min			2	D
	15 min			2	E
	20 min		1	4	F
	25 min		2	5	G
	30 min		6	9	H
	35 min		12	15	I
	40 min		19	22	J
	45 min		25	28	K
	50 min		32	35	L
	55 min	2	36	41	M
	60 min	4	40	47	M
	1 h 05	8	43	54	N
	1 h 10	11	46	60	N
	1 h 15	14	48	65	O
	1 h 20	17	50	70	O
	1 h 25	20	53	76	O
	1 h 30	23	56	82	P
30m	5 min			2	B
	10 min			2	D
	15 min		1	4	E
	20 min		2	5	F
	25 min		4	7	H
	30 min		9	12	I
	35 min		17	20	J
	40 min		24	27	K
	45 min	1	31	35	L
	50 min	3	36	42	M
	55 min	6	39	48	M
	60 min	10	43	56	N
	1 h 05	14	46	63	N
	1 h 10	17	48	68	O
32m	5 min			3	B
	10 min			3	D
	15 min		1	4	F
	20 min		2	5	H
	25 min		3	6	I
	30 min		4	7	J
	35 min		5	8	K
	40 min		6	9	L
	45 min		7	10	M
	50 min		8	11	N
	55 min		9	12	N
	60 min		10	13	O
	1 h 05		11	14	O
	1 h 10		12	15	O

Prof.	Durée	9 m	6 m	3 m	DTR	GPS
32m	20 min			3	6	G
	25 min			6	9	H
	30 min			14	17	I
	35 min			22	25	K
	40 min		1	29	33	K
	45 min		4	34	41	L
	50 min		7	39	49	M
	55 min		11	43	57	N
	60 min		15	46	64	N
	1 h 05		19	48	70	O
	1 h 10		23	50	76	O
35m	5 min				3	C
	10 min				3	D
	15 min			2	5	F
	20 min			5	8	H
	25 min			11	14	I
	30 min		1	20	24	J
	35 min		2	27	32	K
	40 min		5	34	42	L
	45 min		9	39	51	M
	50 min		14	43	60	N
	55 min		18	47	68	N
	60 min		22	50	75	O
	1 h 05	2	26	52	84	*
	1 h 10	4	28	57	93	*
38m	5 min				3	C
	10 min			1	4	E
	15 min			4	7	F
	20 min			8	11	H
	25 min		1	16	21	J
	30 min		3	24	31	K
	35 min		5	33	42	L
	40 min		10	38	52	M
	45 min		15	43	62	N
	50 min		20	47	71	N
	55 min	2	23	50	79	O
	60 min	5	27	53	89	P
	1 h 05	8	29	58	99	*
	1 h 10	11	31	62	108	*
40m	5 min				3	C
	10 min			2	5	E
	15 min			4	7	G
	20 min		1	9	14	H
	25 min		2	19	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
	1 h 05	12	31	61	108	*
	1 h 10	15	33	66	118	*

Prof.	Durée	12 m	9 m	6 m	3 m	DTR	GPS
42m	5 min					3	C
	10 min				2	6	E
	15 min				5	9	G
	20 min			1	12	17	I
	25 min			3	22	29	J
	30 min			6	31	41	L
	35 min			11	37	52	M
	40 min		1	16	43	64	N
	45 min		3	21	47	75	*
	50 min		6	24	50	84	*
	55 min		8	29	55	96	*
	60 min		13	30	60	107	*
45m	5 min					3	C
	10 min				3	7	F
	15 min			1	6	11	H
	20 min			3	15	22	I
	25 min			5	25	34	K
	30 min			9	35	48	L
	35 min		1	15	40	60	M
	40 min		3	20	46	73	N
	45 min		6	24	50	84	*
	50 min		10	28	54	96	*
	55 min		14	30	60	108	*
	60 min	1	18	32	65	121	*
48m	5 min					4	D
	10 min				4	8	F
	15 min			2	7	13	H
	20 min			4	19	27	J
	25 min			7	30	41	K
	30 min		1	12	37	55	M
	35 min		3	18	44	70	N
	40 min		6	23	48	82	O
	45 min		10	27	53	95	*
	50 min	1	14	30	59	109	*
	55 min	2	18	32	64	121	*
	60 min	5	19	36	70	135	*
50m	5 min				1	5	D
	10 min				4	8	F
	15 min			2	9	15	H
	20 min			4	22	30	J
	25 min		1	8	32	46	L
	30 min		2	14	39	60	M
	35 min		5	20	45	75	N
	40 min		9	24	50	88	O
	45 min	1	12	29	55	102	*
	50 min	2	17	30	62	116	*
	55 min	5	19	34	67	130	*
52m	5 min				1	5	D
	10 min			1	4	10	F
	15 min			3	10	18	I
	20 min		1	5	23	34	K
	25 min		2	9	34	50	L

Prof.	Durée	15 m	12 m	9 m	6 m	3 m	DTR	GPS
52m	30 min			4	15	41	65	M
	35 min			6	22	47	80	O
	40 min		1	10	26	52	94	O
	45 min		2	15	29	59	110	*
	50 min		5	17	32	64	123	*
	55 min		8	19	36	71	139	*
55m	5 min					1	5	D
	10 min				1	5	11	G
	15 min				4	13	22	I
	20 min			1	6	27	39	K
	25 min			3	11	37	56	M
	30 min			6	18	44	73	N
	35 min		1	9	23	50	88	O
	40 min		3	12	29	55	104	P
	45 min		5	17	31	62	120	*
	50 min		8	19	35	69	136	*
	55 min		12	22	37	76	152	*
58m	5 min					2	7	D
	10 min				2	5	12	G
	15 min			1	4	16	26	J
	20 min			2	7	30	44	K
	25 min			4	13	40	62	M
	30 min		1	7	21	46	81	N
	35 min		2	11	26	52	97	O
	40 min		5	15	30	59	115	P
	45 min		8	18	33	66	131	*
	50 min	1	11	21	37	74	150	*
	55 min	3	14	23	39	83	168	*
60m	5 min					2	7	D
	10 min				2	6	13	G
	15 min			1	4	19	29	J
	20 min			3	8	32	48	L
	25 min			5	15	41	66	M
	30 min		1	8	22	48	85	O
	35 min		4	11	28	54	103	P
	40 min		6	17	30	62	121	P
	45 min	1	9	19	35	69	139	*
	50 min	2	13	22	37	78	158	*
	55 min	5	15	24	40	88	178	*
62m	5 min					2	7	*
	10 min				2	7	14	*
	15 min			1	5	21	33	*
65m	5 min					3	8	*
	10 min				3	8	16	*
	15 min			2	5	24	37	*

* Plongée successive interdite

Tableau I : Détermination de l'azote résiduel

Groupe de plongée successive	Intervalles de surface																								
	15 min	30 min	45 min	1 h	1 h 30	2 h	2 h 30	3 h	3 h 30	4 h	4 h 30	5 h	5 h 30	6 h	6 h 30	7 h	7 h 30	8 h	8 h 30	9 h	9 h 30	10 h	10 h 30	11 h	11 h 30	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	
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	
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	0,82	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	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

Tableau III : Diminution de l'azote résiduel par respiration d'oxygène pur en surface

Groupe de plongée successive	Equivalent Azote résiduel	Durée de l'inhalation d'oxygène													
		15 min	30 min	45 min	1 h	1 h 15	1 h 30	1 h 45	2 h	2 h 15	2 h 30	2 h 45	3 h	3 h 15	3 h 30
A	0,84	0,80													
B	0,89	0,85	0,82	0,79											
C	0,93	0,89	0,85	0,82	0,79										
D	0,98	0,94	0,90	0,86	0,82	0,80									
E	1,02	0,98	0,94	0,90	0,86	0,82	0,80								
F	1,07	1,02	0,98	0,94	0,90	0,86	0,82	0,80							
G	1,11	1,06	1,02	0,97	0,93	0,90	0,86	0,82	0,80						
H	1,16	1,11	1,06	1,02	0,97	0,93	0,89	0,86	0,82	0,80					
I	1,20	1,15	1,10	1,05	1,01	0,97	0,93	0,89	0,85	0,81	0,80				
J	1,24	1,19	1,14	1,09	1,04	1,00	0,96	0,92	0,89	0,86	0,81	0,79			
K	1,29	1,24	1,18	1,13	1,08	1,04	0,99	0,95	0,91	0,87	0,84	0,80			
L	1,33	1,27	1,22	1,17	1,12	1,07	1,03	0,99	0,94	0,91	0,86	0,83	0,79		
M	1,38	1,32	1,27	1,21	1,16	1,11	1,06	1,02	0,98	0,93	0,89	0,86	0,82	0,79	
N	1,42	1,36	1,30	1,25	1,19	1,14	1,09	1,05	1,00	0,96	0,92	0,88	0,84	0,81	0,79
O	1,47	1,41	1,35	1,29	1,24	1,19	1,13	1,09	1,04	1,00	0,95	0,91	0,88	0,84	0,80
P	1,51	1,45	1,38	1,33	1,27	1,22	1,16	1,11	1,07	1,02	0,98	0,94	0,90	0,86	0,82

Tableau IV : Durée de remontée jusqu'au premier palier plus temps inter-paliers (en minutes)

Profondeur du premier palier	Profondeur de remontée																								
	6 m	8 m	10 m	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	62 m	65 m
sans palier	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	5	5
3 m	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5
6 m	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5
9 m			2	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	6	6
12 m				2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6	6
15 m					3	3	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6

Utilisation des tables MN90 : plongée simple

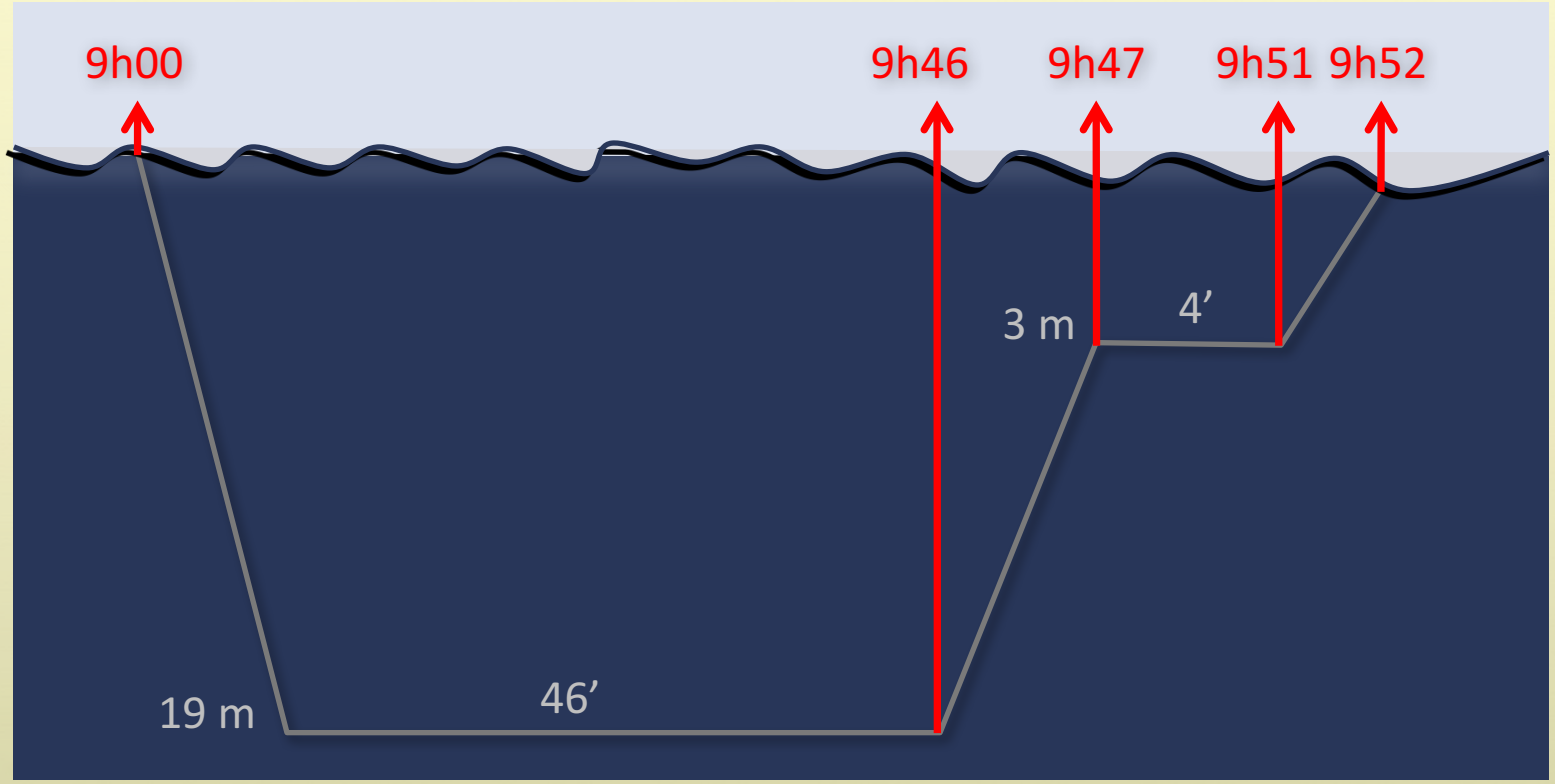
- Une seule plongée dans un intervalle de 12h

- En utilisant la profondeur maximale atteinte et le temps de plongée, on lit les paliers directement :
  - pas de palier : remonter à 15 m/min jusqu'à la surface
  - avec des paliers : remonter à 15 m/min jusqu'au premier, et à 6 m/min entre les paliers et jusqu'à la surface (30 sec)

Exercices

- Qu’est-ce que la « ~~*courbe de sécurité*~~ », « *courbe de plongée sans palier* » ?
- Lisez-la sur les tables pour les profondeurs de 10 m, 20 m, 30 m, 40 m
- Si je plonge à 18 m pendant 45 min, quels sont mes paliers ?
- Et si je plonge à 19 m pendant 46 min ?
- 35 m / 42 min ?

Exercices



Durée de remontée :

- du fond jusqu’au palier :
  (19-3) / 15 = 1,06’ ≈ 1’
- du palier à la surface : 30”

Heure de sortie :
9h + 46’ + 1’ + 4’ + 30” ≈ 9h52

Et avec un ordinateur ?

L'ordinateur suit le profil réel de la plongée et adapte le protocole de désaturation

…Il suit le profil de celui qui le porte (importance de la cohésion de palanquée)

… Il n'est pas au courant du déroulement exact de la plongée (froid, stress, efforts…)

Utilisation des tables MN90 : plongées consécutives

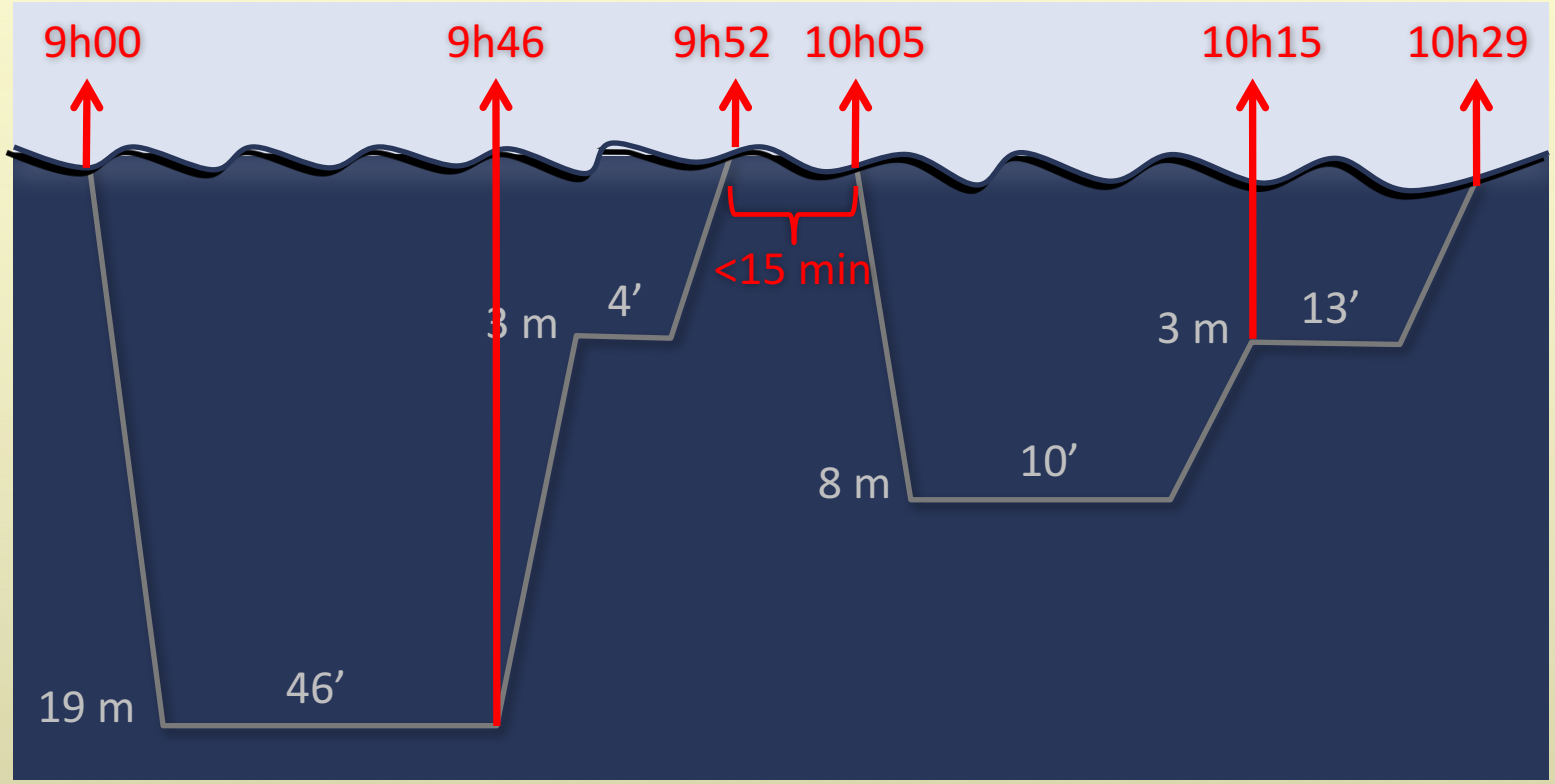
- Intervalle de surface strictement **inférieur à 15 min**
- On considère qu'il s'agit d'une seule et même plongée
- On lit la table en utilisant la **profondeur maximale atteinte** et la somme des **durées des deux plongées**
- On n'intègre pas la durée des premiers paliers ni l'intervalle de surface

Exercices

- *À 9h, une palanquée fait une plongée à 19 m pendant 46 min*
- *Arrivé en surface, l'un d'eux perd son tuba qui tombe sur un fond de 8 m*
- *A 10 h 05, ils se réimmergent pendant 10 min*

- *Quelle doit être leur désaturation ?*

Exercices



Durée de remontée :

- du fond jusqu’au palier :
  (8-3) / 15 = 0,33’ ≈ 30”
- du palier à la surface : 30”

Heure de sortie :
10h05 + 10’ + 30” + 13’ + 30” ≈ 10h29

Et avec un ordinateur ?

En général, si on se réimmerge rapidement après une première plongée, l'ordinateur reprend là où il en était dans le calcul de la désaturation

Sinon il repart sur une nouvelle plongée

C'est un profil déconseillé

Utilisation des tables MN90 : plongées successives

- Deux plongées déparées par un intervalle de surface compris **entre 15 min à 12 h**

- Le principe :

  À l'issue de la première plongée, l'organisme contient un surplus d'azote

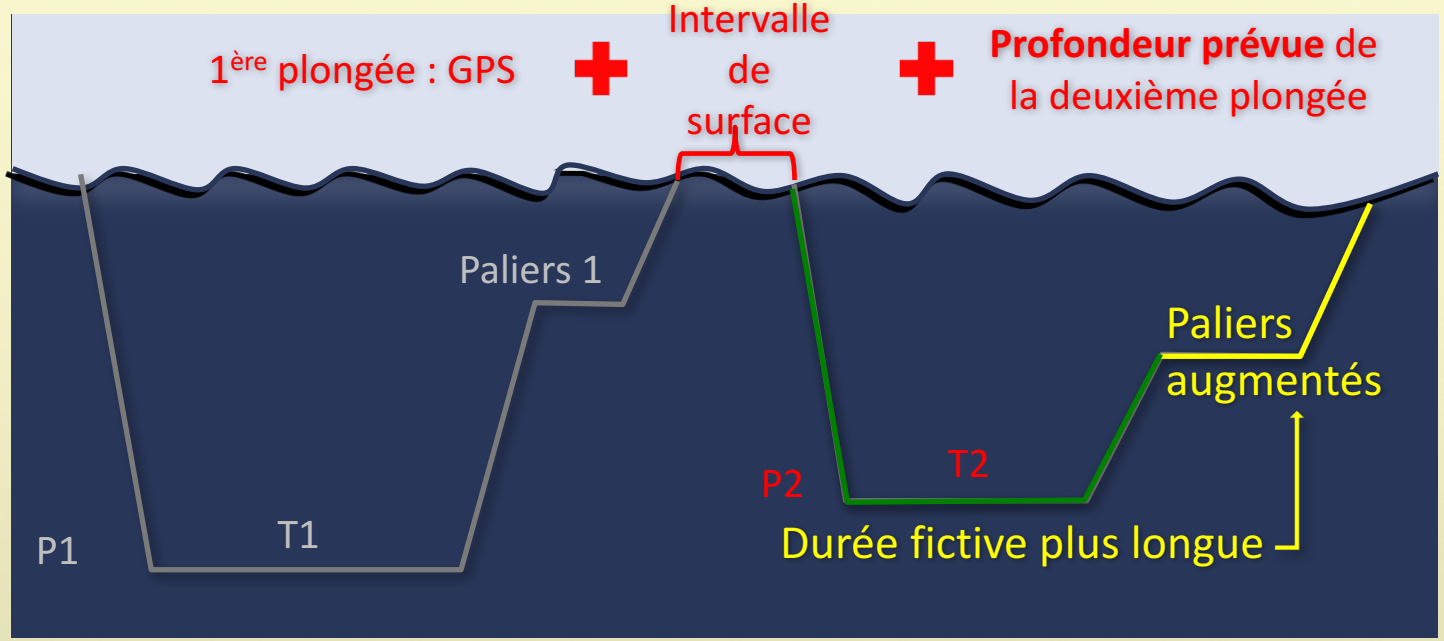
  Durant l'intervalle de surface, seule une partie sera éliminée et on entamera la plongée suivante avec une quantité d'azote résiduel dans l'organisme

  On ajoute donc à la deuxième plongée la durée correspondant à la charge du N_2 en surplus

Plongées successives : pas à pas

- La première plongée donne un « groupe de plongée successive » (GPS) (lettre de A à P)
- Le tableau I, avec l'intervalle de surface, donne le taux d'azote résiduel
- Le tableau II, avec la profondeur de la deuxième plongée, donne la majoration
- La désaturation de la deuxième plongée s'obtient en utilisant la durée réelle ajoutée à la majoration

Plongées successives : pas à pas



- Si la **profondeur réelle** de la deuxième plongée est supérieure à celle planifiée, on <u>conserve la majoration</u> calculée mais on utilise la vraie profondeur pour déterminer les paliers

- Si la **profondeur réelle** est inférieure, on <u>conserve la majoration</u> et on calcule la désaturation avec la profondeur prévue

On utilise la profondeur la plus importante pour aller dans le sens de la ***<u>sécurité</u>***

Exercices

Une palanquée s'immerge à 10h sur un fond de 37 m.

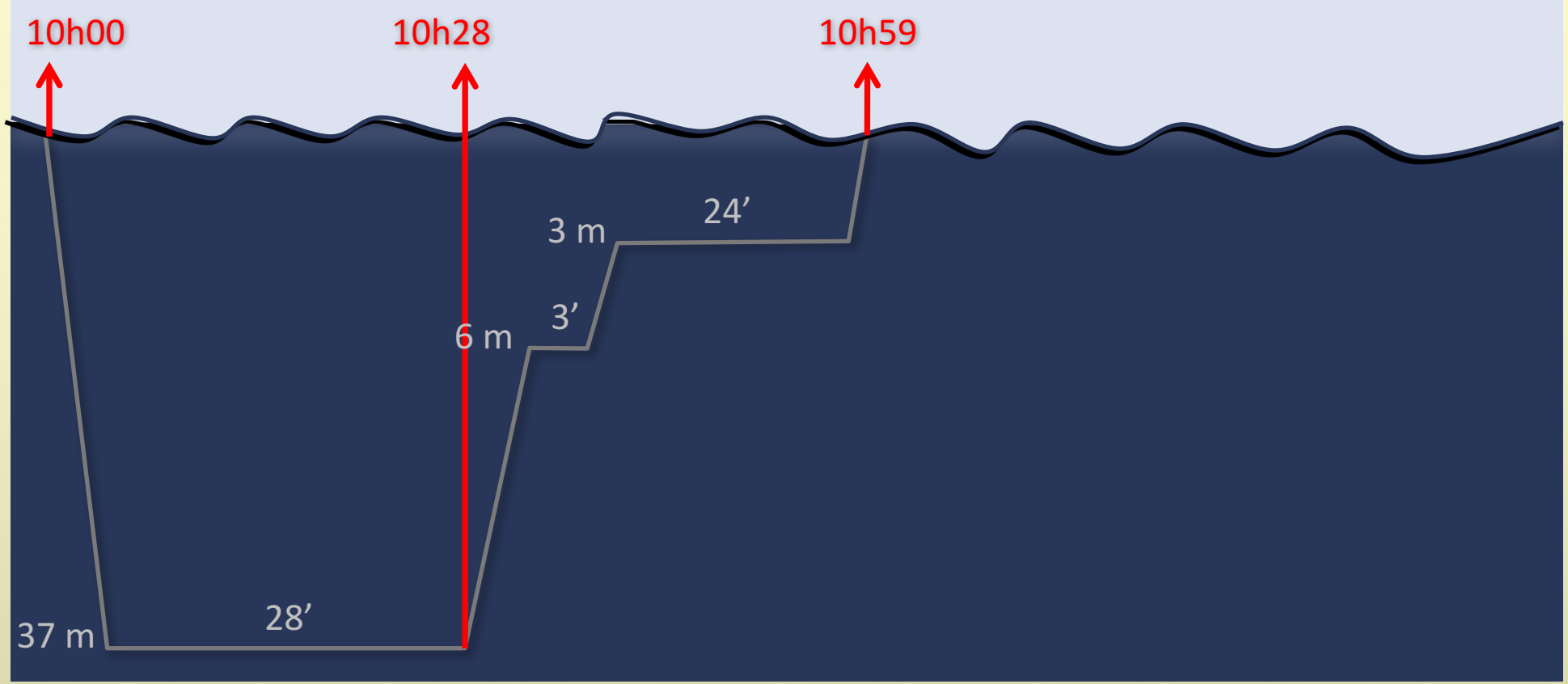
À 10h28 ils entament la remontée.

- *Quelle est le GPS de cette plongée ?*
- *Dessiner le profil de la plongée*

2h30 après cette plongée, ils se réimmergent à 17 m pendant 40 min.

- *Représenter le profil et donner leur procédure de désaturation*

Exercices



Durée de remontée 1 :

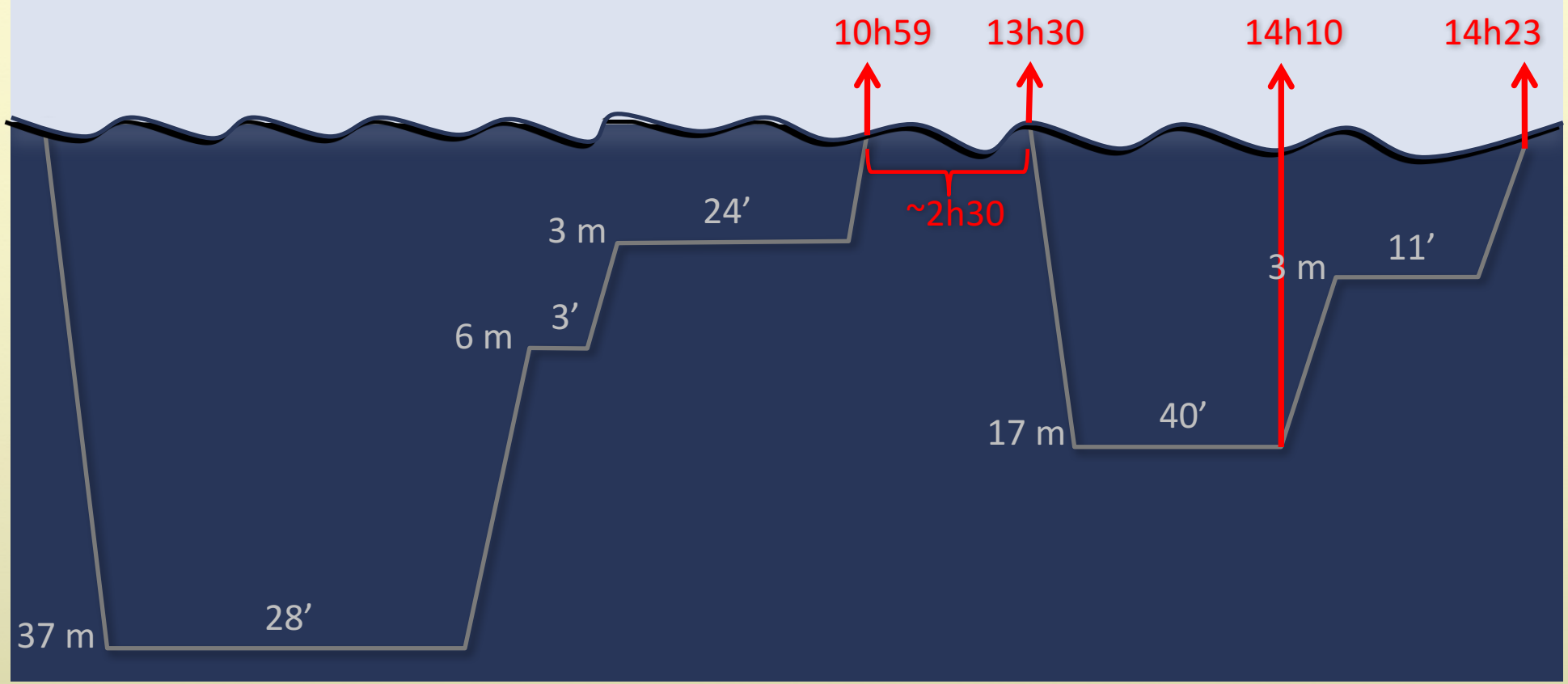
- du fond jusqu’au palier : (37-6) / 15 = 2,06’ ≈ 2’30”
- du 1er au 2ème palier : 30”
- du 2ème palier à la surface : 30”

DTR : 2’30” + 3’ + 30” + 24’ + 30” ≈ 31’

Heure de sortie : 10h + 28’ + 31’ ≈ 10h59

GPS = K

Exercices



Durée de remontée 2 :

- du fond jusqu’au palier : (17-3) / 15 = 0,93’ ≈ 1’
- du palier à la surface : 30”

GPS = K

Plongée à 17 m → 18 m et majoration : +30’

Heure de sortie :

13h30 + 40’ + 11’ + 1’30” ≈ 14h23

Et avec un ordinateur ?

Un ordinateur mémorise toutes les plongées effectuées sur un séjour, et a fortiori sur une journée

Il adapte donc la désaturation de la plongée de l'après-midi en fonction de celle du matin (et même de celles des jours précédents)

*L'**historique** de plongée des membres de la palanquée est donc une donnée importante pour **planifier** une plongée*

TABLES DE PLONGÉE MN90 : PROCÉDURES DE RATTRAPAGE

Procédures de rattrapage

Elles servent à diminuer les risques induits par un déroulement anormal ou une **mauvaise gestion de la plongée** :

- remontée trop lente
- remontée trop rapide
- palier interrompu

Procédures de rattrapage : remontée lente

- Avec les tables, on considère qu'une **vitesse de remontée inférieure à 15 m/min** est une vitesse lente
- La durée de la remontée lente est alors comptée comme du temps de plongée
- La remontée réelle commence quand la vitesse atteint 15 m/min
- On lit les tables avec un temps de plongée incluant la durée de l'immersion et la durée de la remontée lente

Et avec un ordinateur ?

Les modèles d'ordinateurs utilisent généralement une vitesse de remontée de l'ordre de 10 m/min

Ils adaptent leur protocole en cas de vitesse plus lente

Néanmoins, ***la désaturation est optimale lorsqu'on respecte les conditions d'utilisation*** *de l'ordinateur (vitesse de remontée, profondeur des paliers)*

Procédures de rattrapage : remontée rapide

- La remontée est rapide quand la **vitesse est supérieure à 17 m/min**
- Si aucun accident n’est déclaré, la palanquée doit redescendre en moins de 3 min et rester **5 min à mi-profondeur** maximale atteinte durant la plongée*
- Pour le calcul de la désaturation, on lit les tables en utilisant la profondeur maximale atteinte et le temps de l’immersion jusqu’à la fin des 5 min
- Au minimum, on fera un palier de **2 min à 3 m**

Et avec un ordinateur ?

Tous les ordinateurs affichent des alertes en cas de remontée rapide

La plupart vont créer ou durcir les paliers de la plongée et ceux de la suivante

Certains ordinateurs peuvent se bloquer, se mettre en mode « profondimètre » et ne proposent plus de protocole désaturation

Aucun ordinateur ne propose de procédure de rattrapage particulière

Remonter trop rapidement est dangereux et doit être évité car cela favorise l'apparition des ADD

Procédures de rattrapage : interruption de palier

- Lorsqu’un palier n’a pas été fait ou n’a pas été effectué complètement (panne d’air, mer agitée…), la palanquée a **moins de 3 min** pour effectuer la procédure de rattrapage

- Il faut reprendre la procédure de désaturation à partir du **début du palier interrompu** et faire les suivants

Et avec un ordinateur ?

Les ordinateurs peuvent tolérer une interruption momentanée des paliers (ex. : remonter en surface chercher un bloc de secours)

Ils rallongent alors les paliers

Si l'ensemble des paliers ne peut être réalisé, on considère qu'un accident est déclaré :

- ***prévenir le DP qui décidera de la suite à donner***
- ***en cas de situation douteuse, il préviendra les secours et mettra les plongeurs sous O_2 normobare***

C’est fini pour aujourd’hui !

Merci de votre attention et bonnes plongées