

# Plongée en altitude

Jonny CROISSANT

21/02/2013

1

---

---

---

---

---

---

---

---

## Introduction

- Une réalité pour les plongeurs «d'intérieur». Il y aurait en Europe plus de plongée effectuées en eau douce qu'en eau de mer!
- Dernier évènement :1988 Martin Weber (moniteur Suisse) réalise une plongée à 4780 m!!lac africain du Mont Kenya
- On convient qu'à partir de 300m nous effectuons une plongée d'altitude. (Baisse de Pat  $\approx 3,1\%$ )

21/02/2013

2

---

---

---

---

---

---

---

---

## Les désordres constatés

- Les tables ont été conçues pour des plongées altitude 0
- Les instruments « mécaniques » ne donnent plus une information directement exploitable.
- Les lacs d'altitude sont remplis d'eau douce, plutôt froide (Quelques rares mer intérieurs généralement en dessous des 300m) donc influence également sur:
  - Flottabilité
  - Equipement

21/02/2013

3

---

---

---

---

---

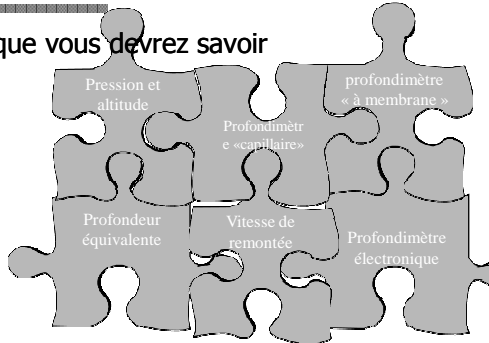
---

---

---

## Sujets de réflexion ...Voir d'examen...

### ■ Ce que vous devrez savoir



21.02.2013

---

---

---

---

---

---

---

---

## Pression atmosphérique (révisions)

- Unités
- Origine
- Variation

21.02.2013

5

---

---

---

---

---

---

---

---

## Souvenirs du cours « Elément de calcul des tables »

Comment sont caractérisés les différents tissus?

$$\text{Coefficient de sursaturation critique} = \frac{\text{Tension du Gaz dans le compartiment (Bars)}}{\text{Pression absolue du gaz à la profondeur considérée (Bars)}}$$

Compartiment (Csc)	2,72	2,54	2,38	2,2	2,04	1,82	1,68	1,61	1,58	1,56	1,55	1,54
Compartiment (Périodes)	5	7	10	15	20	30	40	50	60	80	100	120

21.02.2013

6

---

---

---

---

---

---

---

---

**Plongée à saturation à 9m de profondeur au niveau de la mer**

pression absolue totale à 9 m:	1.9 b
pression partielle azote à 9 m:	1.52 b
pression absolue à la surface:	1 Bar
P hydrostatique:	0.9 Bar
pression partielle azote à la surface:	0.8 b
tension moyenne azote dans tissus avant plongée	0.8
gradient initial calculé:	0.72 b
pression absolue actuelle à 0 m de profondeur	1 b

profondeur actuelle effective:	0 m	profondeur de la plongée:	9 m	durée de la plongée (min):	infinie
coef de saturation si saturation complète à profondeur plongée: 9m		1.52		si saturation complète: 0 compartiments en saturation critique	

21/02/2013 

Compartiments (Csc)	2.75	2.54	2.38	2.2	2.04	1.82	1.64	1.54	1.54	1.54	1.54
---------------------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------

 7

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Plongée à saturation à 9m de profondeur dans un lac d'altitude à 5000m par exemple**

pression absolue totale à 9 m:	1.4 b
pression partielle azote à 9 m:	1.12 b
pression absolue à la surface:	0.5 Bar
P hydrostatique:	0.9 Bar
pression partielle azote à la surface:	0.4 b
tension moyenne azote dans tissus avant plongée	0.4
gradient initial calculé:	0.72 b
pression absolue actuelle à 0 m de profondeur	0.5 b

$C_{sc} = \frac{1.12}{0.5} \cdot 2.24 = 2.24$

profondeur actuelle effective:	0 m	profondeur de la plongée:	9 m	durée de la plongée (min):	infinie
coef de saturation si saturation complète à profondeur plongée: 9m		2.24		si saturation complète: 9 compartiments en saturation critique	

21/02/2013 

Compartiments (Csc)	2.75	2.54	2.38	2.2	2.04	1.82	1.64	1.54	1.54	1.54	1.54
---------------------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------

 8

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Alors, que faire?**

- Il faut trouver le même rapport (Gradient de pression lors de la remontée)
- Notion de profondeur fictive

$$\text{Profondeur fictive} = \frac{\text{Profondeur réelle}}{\text{Patm du lac (Bars)}}$$

21/02/2013 9

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## La vitesse de remontée:

$$\text{Vitesse de remontée} = 15 \text{ m / mn} \frac{P_{\text{atm Lac (Bars)}}}{P_{\text{atm mer (Bars)}}$$

- **Par exemple à 2500m:**
  - $15 \times 0,75 = 11,25 \text{ m / minutes}$
- Par contre le temps de remontée indiqué par la table reste valable (utilisée avec des paramètres adaptés à l'altitude)

21.02.2013

10

---

---

---

---

---

---

---

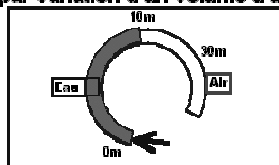
---

---

---

## Les instruments

### Profondimètre à capillaire (par variation d'un volume d'air)



En altitude: décalage en pré-ata de la différence de pression  
**Profondeur lue = profondeur tables**

21.02.2013

11

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Lecture d'un cadran «Capillaires»

- profondeur indiquée = prof. réelle / pression en altitude

Altitude =>	2000	3000
Profondeur Réelle	Profondeur donné par l'instrument (Capillaire)	
0	0,0	0,0
2,1	2,6	3,0
2,4	3,0	3,4
4,2	5,3	6,0
4,8	6,0	6,9
6,3	7,9	9,0
7,2	9,0	10,3
10	12,5	14,3
15	18,8	21,4
20	25,0	28,6
30	37,5	42,9
40	50,0	57,1
50	62,5	71,4

21.02.2013

12

---

---

---

---

---

---

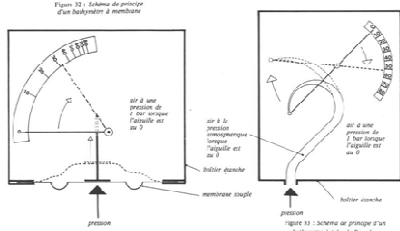
---

---

---

---

# Les profondimètres Mécaniques



Altitude : Décalage entre l'indication de la profondeur  
 Profondeur réelle plus importante  
 Retard = ( Patm.mer – Pat.lac ) x 10

21/02/2013

13

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

# Lecture d'un cadran «Mécanique»

■ profondeur indiquée = profondeur réelle - retard

Altitude =>	2000	3000
Profondeur Réelle	Profondeur donnée par l'instrument (Mécanique)	
0	0.0	0.0
2.1	0.1	0.0
2.4	0.4	0.0
4.2	2.2	1.2
4.8	2.8	1.8
6.3	4.3	3.3
7.2	5.2	4.2
10	8.0	7.0
15	13.0	12.0
20	18.0	17.0
30	28.0	27.0
40	38.0	37.0
50	48.0	47.0

21/02/2013

14

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

# Correspondances

■ profondeur indiquée = profondeur réelle - retard

Altitude =>	2000		3000	
	P. Fictive	Profondeur donnée par l'instrument (Mécanique)	P. Fictive	Profondeur donnée par l'instrument (Mécanique)
0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.1	2.6	0.1	3.0	0.0
2.4	3.0	0.4	3.4	0.0
4.2	5.3	2.2	6.0	1.2
4.8	6.0	2.8	6.9	1.8
6.3	7.9	4.3	9.0	3.3
7.2	9.0	5.2	10.3	4.2
10	12.5	8.0	14.3	7.0
15	18.8	13.0	21.4	12.0
20	25.0	18.0	28.6	17.0
30	37.5	28.0	42.9	27.0
40	50.0	38.0	57.1	37.0
50	62.5	48.0	71.4	47.0

21/02/2013

15

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Électroniques et Ordinateurs

- La Profondeur affichée est la profondeur réelle



21.02.2013

16

---

---

---

---

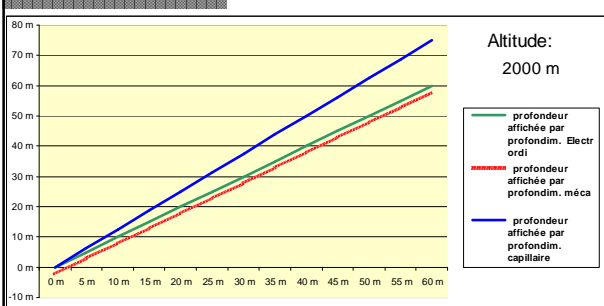
---

---

---

---

## Comparaison des indications des trois types de profondimètres en altitude:



21.02.2013

17

---

---

---

---

---

---

---

---

## Exemple 1

Plongée de 23minutes à 20m dans un lac situé à 2000m d'altitude

Patm = ?

Indication d'un profondimètre mécanique ?

Indication d'un profondimètre capillaire ?

21.02.2013

18

---

---

---

---

---

---

---

---

### Ex 1

**Exemple d'une plongée d'altitude: 20m/23mn**

altitude: **2000 m** heure de sortie calculée: 10h:26

pression absolue alt: 0.8 Bar  
 Profondeur plongée lue sur profondimètre mécanique: 18 m = profondeur-(1bar\_mer-palm\_lac)\*10  
 profondeur affichée profundim. Capillaire: 25 m = profondeur/pression en alt  
 profondeur affichée par profundim. Electr ord: 20 m = profondeur

Tension N2 à 2000 m: 0.63 Bar  
 durée totale de la plongée: 26 min  
 heure d'immersion plongée 1: 10 h  
 durée: 25 min  
 durée choisie dans la table: 25 min  
 palier 3 m: 1 min

Profondeur calculée pour entrer dans la table: 25 m = profondeur / P abs alt.  
 Profondeur max choisie dans la table: 25  
 type de profondimètre: A  
 durée de la remontée au 1er palier à 12 m/min: 1.417 min  
 Longueur de la remontée: 17 m  
 vitesse remontée adaptée à l'altitude: 12 m/min

Prof. Max	Durée	6m	3m	TTR	GPS
5					B
10					C
15					D
20					E
25	1				F
30	2				H
35	4				I
40	10				J
45	16				J
50	21				K
55	27				L
60	32				L
65	37				M
70	41				M
75	44				N
80	45				N

21/02/2013 19

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Exemple N°2 : Plongées successives

- Altitude : 1850m
- Profondeur max P1 = 35m
- Durée P1 = 13minutes
- H Départ P1 = 9h30
- Profondeur max P2 = 25m
- Durée P2 = 20minutes
- H Départ P2 = 15h15

21/02/2013 20

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Ex 2

**paramètres de la plongée 1 en altitude:**

altitude: **1850 m** heure de sortie calculée: **9 h 54 min**

pression absolue alt: 0.815 Bar  
 Profondeur plongée lue sur profondimètre mécanique: 33,15 m  
 profondeur affichée profundim. Capillaire: 42,94479 m  
 profondeur affichée par profundim. Electr ord: 35 m

Tension N2 à 1850 m: 0.64385 Bar  
 durée totale de la plongée (arrondie): 24 min  
 heure d'immersion plongée 1: 9 h 30 min  
 durée: 13 min  
 durée choisie dans la table: 15 min  
 DTR table (durée totale de la plongée): 11 min  
 DTR calculée-réelle depuis incident: 10 min

Profondeur maximum: 35 m  
 Profondeur calculée pour entrer dans la table: 42,94479 m  
 Profondeur max choisie dans la table: 45

type de profondimètre: A  
 tps remontée entre paliers (6m min): **palier 3 m 6 min**  
 tps remontée entre paliers: **palier 6 m 1 min**  
 tps remontée entre paliers: **palier 9 m 30 s**  
 tps remontée entre paliers: **palier 12 m 2 min**

13 min arrondi à 15 min  
 plongée simple (intervalle > 12h)  
 successive (15min < intervalle < 4h)  
 consécutive (intervalle < 15 min)

durée de la remontée au 1er palier à 12.225 m/min: 2 min  
 Longueur de la remontée: 29 m  
 vitesse remontée adaptée à l'altitude: 12.225 m/min

GPS (groupe de plongée successive): **H**

Prof. Max	Durée	6m	3m	TTR	GPS
5					C
10					F
15	1				H
20	3				H
25	5				K
30	9				L
35	1				M
40	3				N
45	6				*

Intervalle: 5 h 21

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Paramètres plongée successive

- Altitude : 1850m
- Profondeur max P2 = 25m
  - P fictive =
- Durée P2 = 20minutes
- H Départ P2 = 15h
  - Intervale surface 5h
  - GPS H

21/02/2013

22

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Ex 2

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

M.N. 90

Intervalle en surface

GPS	0h15	0h30	0h45	1h00	1h30	2h00	2h30	3h00	3h30	4h00	4h30	5h00	5h30
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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

21/02/2013 23

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Ex 2

Tableau II : Détermination de la majoration en minutes

Profondeur de la deuxième plongée

Azote résiduel	12	15	18	20	22	25	28	30	32	35	38	40	42	45	48	50	52	55	58	60
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	2	1
0.86	11	9	7	6	5	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	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	4	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

21/02/2013 24

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---





## Avantage d'un modèle

- Le modèle de BÜHLMANN est adapté à la plongée en altitude car :
  - il prend l'air alvéolaire comme référence de gaz respiré.
  - en altitude le pourcentage d'azote dans l'air alvéolaire s'éloigne nettement du pourcentage usuel reconnu dans l'air.
    - La pression de vapeur d'eau reste à peu près fixe malgré la modification d'altitude.
    - La pression partielle de gaz carbonique n'évolue que très peu.
  - En conséquent, la pression partielle d'azote n'est pas celle que fournit la loi de DALTON appliquée à l'air respiré.

21.02.2013

28

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Concentration à chaque étage

		Air ambiant					Gaz alvéolaire				
		O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	Ar	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	N <sub>2</sub>	Ar
Alt. 0	% air sec	21,0%	0,01%	78,1%		0,9%	14,6%	5,5%		79,0%	0,9%
760 mmHg	P mmHg	159,2	0,1	593,6		7,1	111,0	41,8		600,4	7,10
	air humide	156,3	0,7	582,7	14,0	7,0	104,0	39,0	47,0	563,0	7,00
Alt. 3050	% air sec	21,0%	0,01%	78,1%		0,9%	12,8%	8,2%		0,8	1%
523 mmHg	P mmHg	109,6	0,05	408,4		4,9	61,0	39,0		423,0	7,6
	air humide	105,3	0,1	392,6	20,3	4,7	57,2	36,4	41,4	396,7	7,5

21.02.2013

29

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Quelques lacs/barrages près de chez nous

	Altitude	Prof. max
Genin	850	24
Léman	370	372
Le Bourget	232	147
Laffrey	900	39
Nantua	475	43
Paladru	525	31
Tignes	1700	150
Le Chambon	1040	40
Sautet	765	115

21.02.2013

30

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## RESUME

### Ce qu'il faut retenir:

- Profondeur fictive TOUJOURS > Profondeur réelle:
  - $(PF = PR / Patm)$
- Profondeur palier TOUJOURS < Profondeur palier table:
  - $(PR_{palier} = P_{palier\ table} \times Patm)$
- Vitesse de remontée:
  - $VR = V_{table} \times Patm.$
- Accessoirement :
  - Profondeur réelle pour profondimètre tube capillaire:  $PR = P_{bathy} \times Patm$
  - Profondeur palier pour profondimètre tube capillaire:  $P_{bathy} = P_{palier\ table}$
  - Profondeur palier pour profondimètre tube bourdon/membrane:  $P_{bathy} = PR_{palier} - R$
  - Profondeur réelle pour profondimètre tube bourdon/membrane:  $R = 10 \times (1 - Patm)$
  - $PR = P_{bathy} + R$

Tous les calculs doivent **IMPERATIVEMENT** être effectués AVANT la plongée.

21/02/2013

31

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## PALIER A L'O2 PUR

21/02/2013

32

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Mode d'emploi.

- bouteille d'O2 pur à un pendeur.
- Bouteille embarquée sur le plongeur  
=> qualification nitrox confirmé  
nécessite une formation particulière.
- Attention : *pression partielle maximale d'oxygène inspirée par le plongeur en immersion limitée à 1,6 bar.*
- **Palier de 3m et de 6m maximum**

21/02/2013

33

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Conséquences

- Palier inférieur ou égale à **5 minutes**  
=> **même temps de palier.**
- Au-delà, réduction à **2/3** du temps prévu par les tables arrondie à la minute entière au dessus.

21.02.2013

34

---

---

---

---

---

---

---

---

Ex.: Plongée 15 minutes à 60m

Profondeur palier	Durée tables	Avec O2	Remarques
3m	19 mn	12,66 => 13mn	Arrondi sup
6m	4mn	4 mn	<5 pas d'incidence
9m	1mn	Pas d'O2 pur	

GPS : Celui de la table. La réduction du temps de palier conduit au même taux de N2 résiduel

21.02.2013

35

---

---

---

---

---

---

---

---

Autres Jeux de tables

## INHALATION D'O2 PUR APRÈS LA PLONGÉE

21.02.2013

36

---

---

---

---

---

---

---

---

## Ex plongée 45m / 40mn

Prof	T	12 m	9 m	6 m	3 m	DTR	GPS
	5					3	C
	10				3	7	F
	15			1	6	11	H
	20			3	15	22	I
	25			5	25	34	K
45	30			9	35	48	L
	35		1	15	40	60	M
	40		3	20	46	73	N
	45		6	24	50	84	*
	50		10	28	54	96	*
	55		14	30	60	108	*
	60	1	18	32	65	121	*

21/02/2013

37

## Tableau I des tables

		Intervalle en surface										
		0h15	0h30	0h45	1h00	1h30	2h00	2h30	3h00	3h30	4h00	4h30
Groupe de plongées successives	A	0.84	0.83	0.83	0.83	0.82	0.82	0.82	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
	C	0.92	0.91	0.90	0.89	0.88	0.87	0.85	0.85	0.84	0.83	0.83
	D	0.97	0.95	0.94	0.93	0.91	0.89	0.88	0.86	0.85	0.85	0.84
	E	1.00	0.98	0.97	0.96	0.93	<b>0.91</b>	0.89	0.88	0.87	0.86	0.85
	F	1.05	1.03	1.01	0.99	0.96	0.94	0.91	0.90	0.88	0.87	0.86
	G	1.08	1.06	1.04	1.02	0.98	0.96	0.93	0.91	0.89	0.88	0.87
	H	1.13	1.10	1.08	1.05	1.01	0.98	0.95	0.93	0.91	0.89	0.88
	I	1.17	1.14	1.11	1.08	1.04	1.00	0.97	0.94	0.92	0.90	0.88
	J	1.20	1.17	1.14	1.11	1.06	1.02	0.98	0.96	0.93	0.91	0.89
	K	1.25	1.21	1.18	1.15	1.09	1.04	1.01	0.97	0.95	0.92	0.90
	L	1.29	1.25	1.21	1.17	1.12	1.07	1.02	0.99	0.96	0.93	0.91
	M	1.33	1.29	1.25	1.21	1.14	1.09	1.04	1.01	0.97	0.94	0.92
	N	1.37	1.32	1.28	1.24	1.17	<b>1.11</b>	1.06	1.02	0.98	0.95	0.93
	O	1.41	1.36	1.32	1.27	1.20	1.13	1.08	1.04	1.00	0.97	0.94

21/02/2013

38

## Tableau III des tables

		Durée d'inhalation de l'O <sub>2</sub>															
		Equivalent		Arose													
		Stéidol		0h15	0h30	0h45	1h00	1h15	1h30	1h45	2h00	2h15	2h30	2h45	3h00	3h15	3h30
Groupe de plongées successives	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		

21/02/2013

39

## Lecture des majorations

Tableau I => détermine le taux d'azote résiduel en respirant de l'air  
 Tableau III => donne le taux de N<sub>2</sub> résiduel en respirant de l'O<sub>2</sub> pur

	0 → 2 heures surface	2 → 4 heures surface
Air puis O <sub>2</sub>	Tableau I GPS N après 2h Tn2 1,11	Tableau III 0,80 => plus de sursat. azote pas de majo
O <sub>2</sub> puis air	Tableau III GPS N après 2h Tn2 1	Tableau I <b>1 &lt;=&gt; 0,91</b> <b>E→C</b>

Reste à lire dans le tableau II la majoration en fonction de la profondeur programmée de la plongée successive.

Attention profondeur fictive en lac d'altitude

21.02.2013

40

---

---

---

---

---

---

---

---

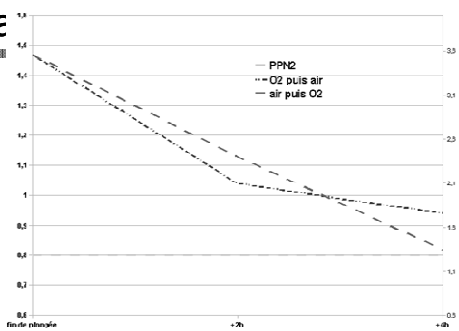
---

---

---

---

Avē



21.02.2013

41

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

- L'utilisation d'O<sub>2</sub> en surface reste une procédure exceptionnelle car il n'est pas simple sur le plan logistique d'avoir accès à une source d'oxygène pur pour des heures; De même rester avec un appareillage n'est ni pratique ni confortable.

21.02.2013

42

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## LE PALIER DE PRINCIPE

21.02/2013

43

---

---

---

---

---

---

---

---

## LE PALIER DE PRINCIPE

### ■ Définition

- Arrêt de principe en cours de remontée, classiquement 3 minutes à 3 mètres,
- Quand la saturation théorique donnée par les tables ne demande pas de palier de désaturation,
- Pour tout plongeur quelque soit son niveau, pour une plongée supérieure à 10 mètres

21.02/2013

44

---

---

---

---

---

---

---

---

## Intérêt :

### ■ Savoir s'arrêter :

- Prévention des accidents de surpression, les accidents de surface (entendre et voir, par exemple une hélice de bateau), regrouper ses plongeurs, vérifier son lestage (bouteille vide).

### ■ Élimination du CO<sub>2</sub> en excès :

- Découlant du métabolisme et de l'effort physique en cours
- Tamponné par l'organisme afin de maintenir la PpCO<sub>2</sub> à un taux proche de la normale pendant l'effort effectué,
- A la remontée : la baisse rapide de la pression engendre une augmentation rapide de la PpCO<sub>2</sub> dissous, qui se traduit par une fatigue après la plongée, des céphalées battantes quelquefois de type migraineuses chez des sujets sensibles à ce type de pathologie ;

*La PpCO<sub>2</sub> est un facteur favorisant la formation de bulles*

21.02/2013

45

---

---

---

---

---

---

---

---

## Intérêt :

- Prévention des "petits" accidents de décompression :
  - Pour les sujets hors courbe de Gauss des tables de décompression,
  - Pour les plongeurs temporairement hors table : libations la veille, palmage excessif (vitesse supérieure à 0,5 nœud), bêcheage de jardin la veille (bends !).
    - Pour ces plongeurs, outre le palier de principe, on conseille avant la remontée, un temps de repos au fond (surtout en cas d'effort physique) avec ventilation convenable. On peut aussi ajouter 5 minutes au temps de plongée réel (Dans le cas où l'on détermine la déco à la table).

21.02/2013

46

---

---

---

---

---

---

---

---

## Et maintenant à vous de jouer ...

- Exercice N°1

21.02/2013

47

---

---

---

---

---

---

---

---