

Le Nitrox confirmé

Vers l'infini et au-delà !

Partie 2 – Spécificités du Nitrox confirmé



Prévention de l'hyperoxie

Introduction

Tables de la NOAA

CNS Clock

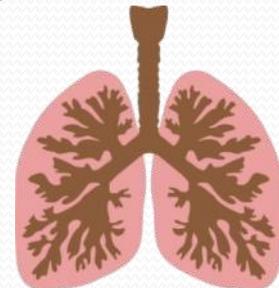
OTU / UPTD / REPEX

Prévention de l'hyperoxie

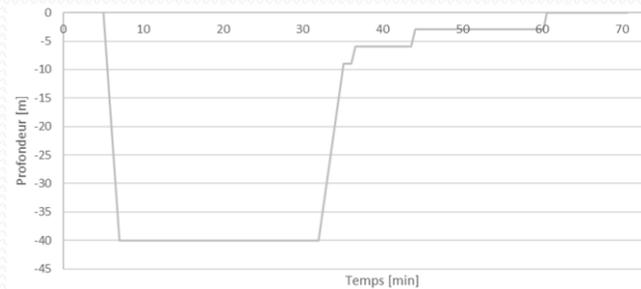
- Exposition plus ou moins longue à une $ppO_2 > 0.5\text{bar}$
- Effet Paul Bert (CNS / SNC):
 - toxicité du **système nerveux central**
 - Tables de la NOAA
 - Outil de calcul dérivé par IANTD
- Effet Lorrain Smith (OTU):
 - toxicité **pulmonaire**



RAPPEL



Paul Bert – Tables de la NOAA



Plongée « carrée »

mais...

Définition de limites
d'expositions

ppO ₂ max respirée [bar]	Durée max / plongée [min]	Durée max / jour [min]
0.6	720	720
0.7	570	570
0.8	450	450
0.9	360	360
1.0	300	300
1.1	240	270
1.2	210	240
1.3	180	210
1.4	150	180
1.5	120	180
1.6	45	150

Si ma ppO₂ atteint

Mon temps maximum de plongée est

Mon temps maximum de plongée par jour est

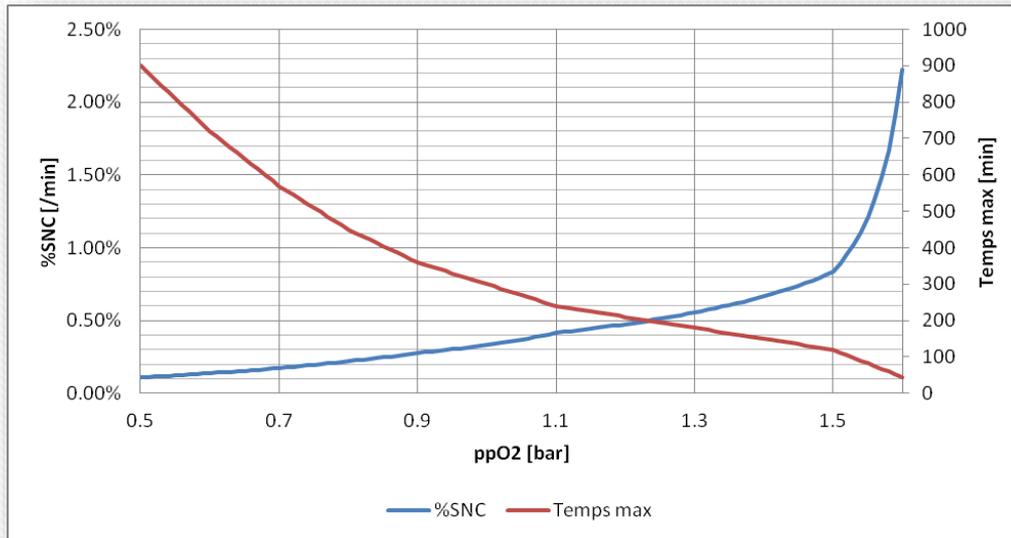
Introduction à la CNS clock

- Tables de la NOAA inadaptées pour les plongées multi-niveaux ou avec décompression > 50%
- IANTD propose de « découper » ces tables:
 - à ppO₂ donnée (mélange ou profondeur différente).
 - J'accumule un pourcentage SNC.
 - Je dois rester **inférieur à 100%**.
 - Le pourcentage diminue après la plongée.



La CNS clock

$$\%SNC = \frac{1}{t_{\max}}$$



ppO2 [bar]	% SNC [1/min]	Tps max [min]
0.60	0.14%	720
0.65	0.16%	645
0.70	0.18%	570
0.75	0.20%	510
0.80	0.22%	450
0.85	0.25%	405
0.90	0.28%	360
0.95	0.31%	330
1.00	0.33%	300
1.05	0.37%	270
1.10	0.42%	240
1.15	0.44%	225
1.20	0.48%	210
1.25	0.51%	195
1.30	0.56%	180
1.35	0.61%	165
1.40	0.67%	150
1.45	0.72%	135
1.50	0.83%	120
1.55	1.11%	82.5
1.60	2.22%	45

Pour ceux qui aiment les tables

Tableau du compteur du SNC pour le Nitrox 32/68

POURCENTAGE DU COMPTEUR SNC DE TOXICITÉ POUR le Nitrox 32/68 (Tables FFESSM)														
PROF. (m)	PRESSION (ATA)	PpO ₂ (bar)	Durée de la plongée (minute)											
			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
8	1,8	0,58	1,4	2,8	4,2	5,6	6,9	8,3	9,7	11,1	12,5	13,9	15,3	16,7
11	2,1	0,67	1,8	3,5	5,3	7,0	8,8	10,5	12,3	14,0	15,8	17,5	19,3	21,1
13	2,3	0,74	2,2	4,4	6,7	8,9	11,1	13,3	15,6	17,8	20,0	22,2	24,4	26,7
15	2,5	0,80	2,2	4,4	6,7	8,9	11,1	13,3	15,6	17,8	20,0	22,2	24,4	26,7
19	2,9	0,93	3,3	6,7	10,0	13,3	16,7	20,0	23,3	26,7	30,0	33,3	36,7	40,0
22	3,2	1,02	4,2	8,3	12,5	16,7	20,8	25,0	29,2	33,3	37,5	41,7	45,8	50,0
24	3,4	1,09	4,2	8,3	12,5	16,7	20,8	25,0	29,2	33,3	37,5	41,7	45,8	50,0
27	3,7	1,18	4,8	9,5	14,3	19,0	23,8	28,6	33,3	38,1	42,9	47,6	52,4	57,1
30	4	1,28	5,6	11,1	16,7	22,2	27,8	33,3	38,9	44,4	50,0	55,6	61,1	66,7
34	4,4	1,41	8,3	16,7	25,0	33,3	41,7	50,0	58,3	66,7	75,0	83,3	91,7	
36	4,6	1,47	8,3	16,7	25,0	33,3	41,7	50,0	58,3	66,7	75,0	83,3	91,7	
38	4,8	1,54	22,2	44,4	66,7	88,9								
40	5	1,60	22,2	44,4	66,7	88,9								

- Peut marcher en multi-niveaux
- Spécifiques au Nitrox choisi !

Et pour les plongées suivantes?

- A la fin de la plongée:
 - **100%** : Attendre 12h avant de replonger
 - **> 80%** : Intervalle d'au moins 2h à l'air
 - **> 50%** : Intervalle d'au moins 45' à l'air
- Le % SNC diminue lorsqu'on respire de **l'air**
- Baisse de **50% toutes les 90'** (1h30)

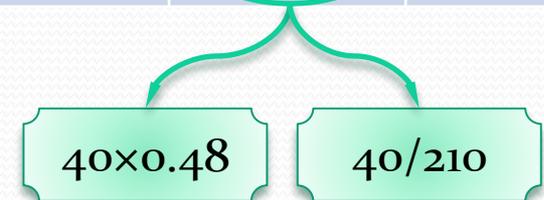
Calcul d'une majoration SNC ?

	00:30	01:00	01:30	02:00	02:30	03:00	03:30	04:00	04:30	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00
100%	80	63	50	40	32	25	20	16	13	10	7	4	3	2	1	1
95%	76	60	48	38	30	24	19	15	12	10	6	4	3	2	1	1
90%	72	57	45	36	29	23	18	15	12	9	6	4	3	2	1	1
85%	68	54	43	34	27	22	17	14	11	9	6	4	2	2	1	1
80%	64	51	40	32	26	20	16	13	10	8	5	4	2	2	1	1
75%	60	48	38	30	24	19	15	12	10	8	5	3	2	2	1	1
70%	56	45	35	28	22	18	14	11	9	7	5	3	2	2	1	1
65%	52	41	33	26	21	17	13	11	9	7	5	3	2	1	1	1
60%	48	38	30	24	19	15	12	10	8	6	4	3	2	1	1	1
55%	44	35	28	22	18	14	11	9	7	6	4	3	2	1	1	1
50%	40	32	25	20	16	13	10	8	7	5	4	2	2	1	1	1
45%	36	29	23	18	15	12	9	8	6	5	3	2	2	1		
40%	32	26	20	16	13	10	8	7	5	4	3	2	2	1		
35%	28	22	18	14	11	9	7	6	5	4	3	2	1			
30%	24	19	15	12	10	8	6	5	4	3	2	2	1			
25%	20	16	13	10	8	7	5	4	3	3	2	1	1			
20%	16	13	10	8	7	5	4	4	3	2	2	1	1			
15%	12	10	8	6	5	4	3	3	2	2	1	1				
10%	8	7	5	4	4	3	2	2	2	1	1					
5%	4	4	3	2	2	2	1	1	1	1						

Exemple (2 méthodes)

- Plongée de 40' à 30m au Nitrox 30
- Paliers de 19' @ 3m au Nitrox 80
- %SNC total de ?
 - 26%
- Au bout de 2h , quelle est ma SNC ?
 - 12%

	Plongée	Palier
%O ₂	0.3	0.8
Pabs	4.0	1.3
ppO ₂	1.20	1.04
t _{max}	210	278
K	0.48	0.36
t	40	19
%SNC	19.2	6.8



Lorrain Smith

- Accumulations d'unités avec les plongées :
 - OTU (Oxygen Toxicity Unit)
 - UPTD (Unit Pulmonary Toxicity Dose)
 - REPEX (Repetitive Exposure)

$$Kp = \left(\frac{ppO_2 - 0.5}{0.5} \right)^{\frac{5}{6}}$$

- Dose = Durée (min) × Kp (/min)

ppO ₂	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6
Kp	0.00	0.27	0.47	0.66	0.84	1.00	1.17	1.33	1.48	1.63	1.78	1.93

Jusqu'où aller ?

- 2 limites à respecter.
- Penser à faire le cumul le long du séjour (où planifier pour **rester dans les clous**)
- Seules les expositions très longues deviennent critiques.

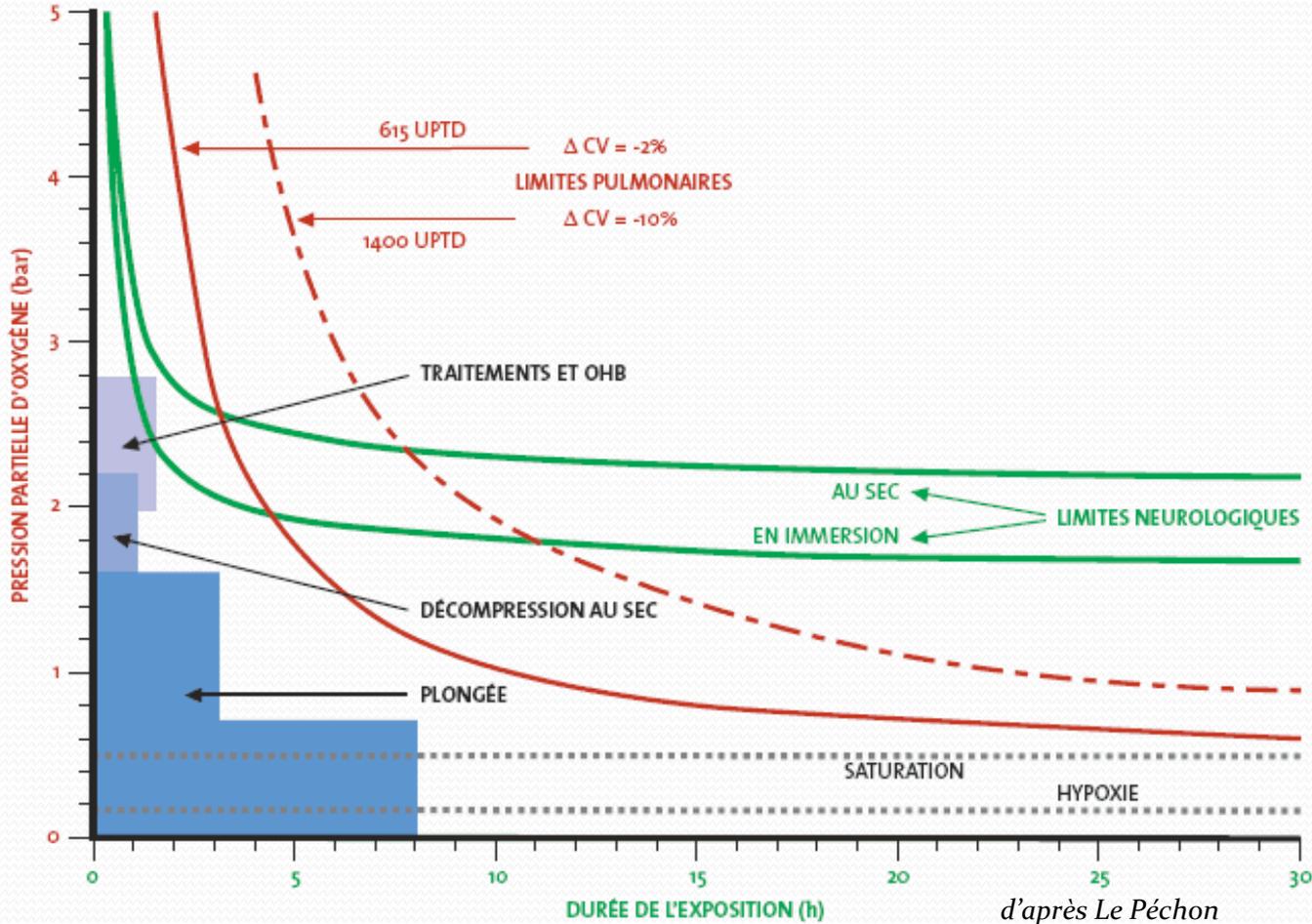
# jours	max /jour	max total
1	850	850
2	700	1400
3	620	1860
4	525	2100
5	460	2300
6	420	2520
7	380	2660
8	350	2800
9	330	2970
10	310	3100
11	300	3300
12	300	3600
13	300	3900
14	300	4200
15-20	300	-

Le même exemple

- Plongée de 40' à 30m au Nitrox 30
- Paliers de 19' @ 3m au Nitrox 80
- Nombre d'OTU ?
 - 73 !
- Si je fais la même plongée l'après-midi, combien d'OTU ?
 - 146 !

	Plongée	Palier
FO ₂	0.3	0.8
Pabs	4.0	1.3
ppO ₂	1.20	1.04
Kp	1.32	1.07
t	40	19
UPTD	53	20

Jusqu'où aller ?

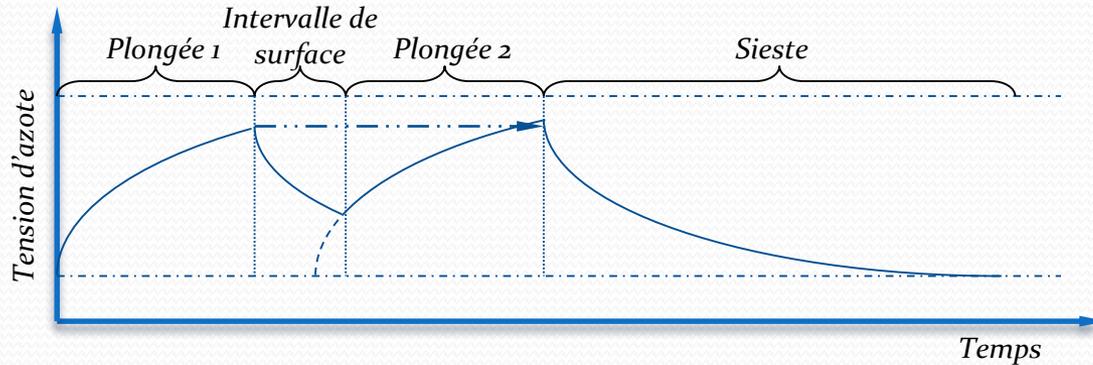


La décompression

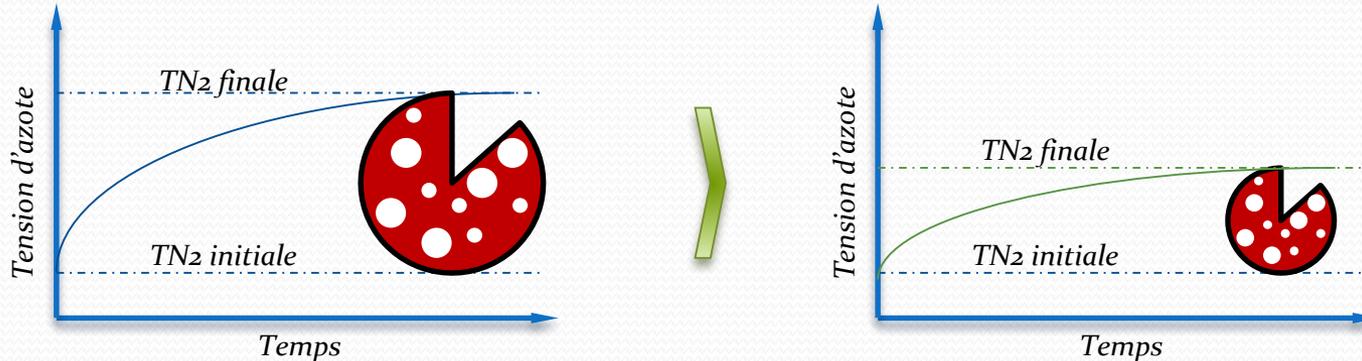
Intérêt de la plongée Nitrox

Exemple par logiciel

L'intérêt de la plongée Nitrox

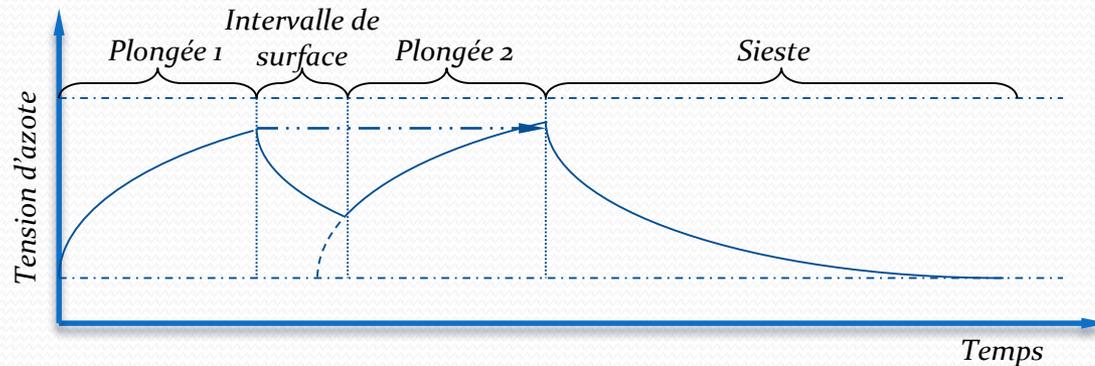


Exemple de deux plongées successives ayant exactement le même profil

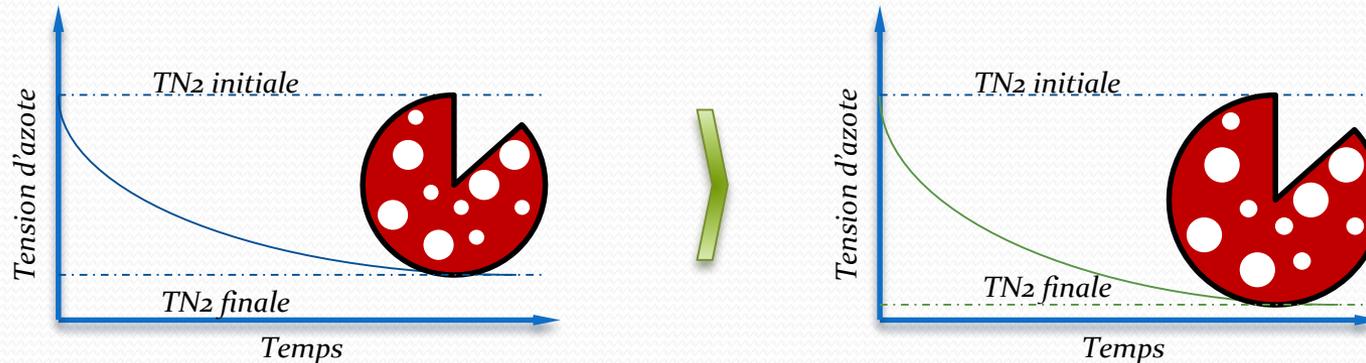


Plongée Nitrox

L'intérêt de la plongée Nitrox



Exemple de deux plongées successives ayant exactement le même profil



Décompression Nitrox

Mv - Plan

MV-Plan 1.5.2

Calculer Table Effacer Imprimer Préférences Charger Sauvegarder A propos de... Quitter

Intervalle Surface (min): 0

Profil de Plongée

Prof	Durée	Gaz	SP	valide
60	20	Trimix 20/40	1,3	<input checked="" type="checkbox"/>

Mettre 0 si C.O.

Déroulement de la Plongée

MV-Plan 1.5.2
Configuration : GF=30-80 multi-niveaux ZHL16C
m Durée Total Gaz SP

```

v 060 03:00 003 20/40 1,3
- 060 17:00 020 20/40 1,3
^ 027 03:17 023 20/40 1,3
~ 027 00:41 024 20/40 1,3
~ 024 01:00 025 20/40 1,3
~ 021 02:00 027 20/40 1,3
~ 018 01:00 028 20/40 1,3
~ 015 02:00 030 20/40 1,3
~ 012 03:00 033 20/40 1,3
~ 009 05:00 038 20/40 1,3
~ 006 06:00 044 20/40 1,3
~ 003 11:00 055 20/40 1,3
  
```

Choix des GF primordial

Préférences

Facteurs de gradient
Bas : 30
Haut : 80

Consommation
Plongée : 20.0
Déco : 15.0

Unités
 Métriques
 Impériales

Options Déco
 Début Surface
 Affichage Détaillé
 Mode Multi-Niveaux
ZHL16C

OK Annuler

Cocher si multi-niveaux

Liste des Gaz

Nom	POM	Autorisé
Air	66	<input type="checkbox"/>
Trimix 10/50	150	<input type="checkbox"/>
Trimix 20/40	70	<input type="checkbox"/>
Nitrox 80	10	<input checked="" type="checkbox"/>
Oxygène	6	<input type="checkbox"/>
Nitrox 50	18	<input type="checkbox"/>
Nitrox 32	34	<input type="checkbox"/>
Héliox 20/80	70	<input checked="" type="checkbox"/>

Cocher si C.O.

CO/Bailout

Consommation de gaz basée sur VRM Plongée =20.0, VRM Déco =15.0L/min
Toxicité oxygène - OTUs : 80 SNC : 30%

ATTENTION : Ce logiciel est expérimental et ne doit pas servir pour une plongée réelle.
Il contient probablement des erreurs pouvant entraîner des accidents de décompression.

Analyse d'un cas

MV-Plan 1.5.2

Configuration : GF=95-95 multi-niveaux ZHL16C

	m	Durée	Total	Gaz	SP
v	040	02:00	002	21	0,0
-	040	30:00	032	21	0,0
^	009	03:06	035	21	0,0
~	009	02:54	038	21	0,0
~	006	41:00	079	21	0,0

Air : 4400.6L

Toxicité oxygène - OTUs : 33 SNC : 13%

Conservatisme

MV-Plan 1.5.2

Configuration : GF=80-80 multi-niveaux ZHL16C

	m	Durée	Total	Gaz	SP
v	040	02:00	002	21	0,0
-	040	30:00	032	21	0,0
^	012	02:47	035	21	0,0
~	012	01:12	036	21	0,0
~	009	07:00	043	21	0,0
~	006	61:00	104	21	0,0

Air : 5024.7L

Toxicité oxygène - OTUs : 33 SNC : 13%

Analyse d'un cas

Conservatisme

MV-Plan 1.5.2

Configuration : GF=80-80 multi-niveaux ZHL16C

	m	Durée	Total	Gaz	SP
v	040	02:00	002	21	0,0
-	040	30:00	032	21	0,0
^	012	02:47	035	21	0,0
~	012	01:12	036	21	0,0
~	009	07:00	043	21	0,0
~	006	61:00	104	21	0,0

Air : 5024.7L

Toxicité oxygène - OTUs : 33 SNC : 13%

Plongée Nitrox

MV-Plan 1.5.2

Configuration : GF=80-80 multi-niveaux ZHL16C

	m	Durée	Total	Gaz	SP
v	040	02:00	002	32	0,0
-	040	30:00	032	32	0,0
^	009	03:06	035	32	0,0
~	009	00:54	036	32	0,0
~	006	28:00	064	32	0,0

Nitrox 32 4031.6L

Toxicité oxygène - OTUs : 62 SNC : 69%

Analyse d'un cas

Plongée Nitrox

MV-Plan 1.5.2

Configuration : GF=80-80 multi-niveaux ZHL16C

	m	Durée	Total	Gaz	SP
v	040	02:00	002	32	0,0
-	040	30:00	032	32	0,0
^	009	03:06	035	32	0,0
~	009	00:54	036	32	0,0
~	006	28:00	064	32	0,0

Nitrox 32 : 4031.6L

Toxicité oxygène - OTUs : 62 SNC : 69%

Déco Nitrox

MV-Plan 1.5.2

Configuration : GF=80-80 multi-niveaux ZHL16C

	m	Durée	Total	Gaz	SP
v	040	02:00	002	32	0,0
-	040	30:00	032	32	0,0
^	009	03:06	035	32	0,0
~	009	00:54	036	32	0,0
~	006	11:00	047	100	0,0

Oxygène : 264.0L

Nitrox 32 : 3359.6L

Toxicité oxygène - OTUs : 82 SNC : 93%

Analyse d'un cas

MV-Plan 1.5.2

Configuration : GF=95-95 multi-niveaux ZHL16C

m	Durée	Total	Gaz	SP
v 040	02:00	002	21	0,0
- 040	30:00	032	21	0,0
^ 009	03:06	035	21	0,0
~ 009	02:54	038	21	0,0
~ 006	41:00	079	21	0,0

Air : 4400.6L

Toxicité oxygène - OTUs : 33 SNC : 13%

Conservatisme

MV-Plan 1.5.2

Configuration : GF=80-80 multi-niveaux ZHL16C

m	Durée	Total	Gaz	SP
v 040	02:00	002	21	0,0
- 040	30:00	032	21	0,0
^ 012	02:47	035	21	0,0
~ 012	01:12	036	21	0,0
~ 009	07:00	043	21	0,0
~ 006	61:00	104	21	0,0

Air : 5024.7L

Toxicité oxygène - OTUs : 33 SNC : 13%

Plongée Nitrox

MV-Plan 1.5.2

Configuration : GF=80-80 multi-niveaux ZHL16C

m	Durée	Total	Gaz	SP
v 040	02:00	002	32	0,0
- 040	30:00	032	32	0,0
^ 009	03:06	035	32	0,0
~ 009	00:54	036	32	0,0
~ 006	28:00	064	32	0,0

Nitrox 32 : 4031.6L

Toxicité oxygène - OTUs : 62 SNC : 69%

Déco Nitrox

MV-Plan 1.5.2

Configuration : GF=80-80 multi-niveaux ZHL16C

m	Durée	Total	Gaz	SP
v 040	02:00	002	32	0,0
- 040	30:00	032	32	0,0
^ 009	03:06	035	32	0,0
~ 009	00:54	036	32	0,0
~ 006	11:00	047	100	0,0

Oxygène : 264.0L

Nitrox 32 : 3359.6L

Toxicité oxygène - OTUs : 82 SNC : 93%

Les ordinateurs

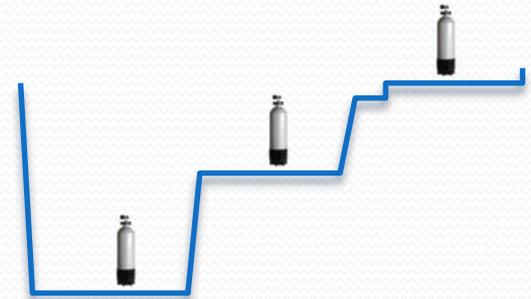
- Choix d'ordinateur multi-gaz ?
- Définir sa ppO_2 max et son mélange.
- Connaître et maîtriser son ordinateur (CNS? OTU?) :
 - Ne pas se caler sur les alarmes (mais sur la planification)
 - Ne pas le découvrir sous l'eau (changement de gaz ?)
- Garder son propre ordinateur le long d'un séjour.



Frog
Heinrich Weikamps

Quelques points

- Paliers O₂ à 3m → inutile pour la déco (les faire à 6m)
- Bien étager ses blocs le long du profil = déco optimisée
- **Respect des profondeurs** sinon :
 - Accident
 - Déco plus longue (ordi)



Quelques points

- Plongée à l'O₂ pur d'après les tables de la FFESSM :
 - 2/3 du temps
 - Un minimum de 5 minutes
 - Tient compte de l'effet vasoconstricteur de l'O₂.



- En altitude, la PEA peut être supérieure à la profondeur réelle

$$[P_{AE}]_{tables} = P_{abs} \times \frac{\% N_2}{0.79} \times \frac{1}{P_0}$$

Pression absolue équivalente

RAPPEL

$$PEA = (P_{AE} - 1) \times 10$$

Profondeur équivalente air

$$[T_{N_2}]_{tables} = [T_{N_2}]_{réel}$$

Et pour le fun !

	MN 90 air	Bühlmann air	VPM air	MN 90 O ₂	Bühlmann O ₂	VPM O ₂																																																	
3m	28	21	19	19	8	7																																																	
6m	4	9	10	4	5	5																																																	
9m	-	3	7	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Prof.</th> <th>Durée</th> <th>9 m</th> <th>6 m</th> <th>3 m</th> <th>DTR</th> <th>GPS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>40m</td> <td>5 min</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>3</td> <td>C</td> </tr> <tr> <td></td> <td>10 min</td> <td></td> <td></td> <td>2</td> <td>5</td> <td>E</td> </tr> <tr> <td></td> <td>15 min</td> <td></td> <td></td> <td>4</td> <td>7</td> <td>G</td> </tr> <tr> <td></td> <td>20 min</td> <td>1</td> <td>9</td> <td>14</td> <td></td> <td>H</td> </tr> <tr> <td></td> <td>25 min</td> <td>2</td> <td>19</td> <td>25</td> <td></td> <td>J</td> </tr> <tr> <td></td> <td>30 min</td> <td>4</td> <td>28</td> <td>36</td> <td></td> <td>K</td> </tr> </tbody> </table>	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	19	25		J		30 min	4	28	36		K	3	6
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	19	25		J																																																	
	30 min	4	28	36		K																																																	
12m	-		5			4																																																	
15m	-		3			3																																																	
18m	-		2			1																																																	

MV-Plan 1.5.2

Configuration : GF=95-95 multi-niveaux

m	Durée	Total	Gaz	SP
v 040	02:00	002	21	0,0
- 040	30:00	032	21	0,0
^ 009	03:06	035	21	0,0
~ 009	02:54	038	21	0,0
~ 006	09:00	047	21	0,0
~ 003	21:00	068	21	0,0

Consommation de gaz basée sur VRM Plong

Air : 4042.1L

Toxicité oxygène - OTUs : 33 SNC : 13%

Deco to 40m (2) on Air,
Level 40m 27:20 (30) on Air,
Asc to 21m (32) on Air,
Stop at 21m 0:53 (33) on Air,
Stop at 18m 2:00 (35) on Air,
Stop at 15m 3:00 (38) on Air,
Stop at 12m 5:00 (43) on Air,
Stop at 9m 7:00 (50) on Air, C
Stop at 6m 10:00 (60) on Air,
Stop at 3m 19:00 (79) on Air,
Asc to sfc. (79) on Air,

Off gassing starts at 29.3 m

OTU's this dive: 33
CNS Total: 11.8%

4404.5 ltr Air
4404.5 ltr TOTAL

MV-Plan 1.5.2

Configuration : GF=95-95 multi-niveaux

m	Durée	Total	Gaz	SP
v 040	02:00	002	21	0,0
- 040	30:00	032	21	0,0
^ 009	03:06	035	21	0,0
~ 009	02:54	038	21	0,0
~ 006	05:00	043	100	0,0
~ 003	08:00	051	100	0,0

Consommation de gaz basée sur VRM Plong

Air : 3416.6L

Oxygène : 276.0L

Toxicité oxygène - OTUs : 54 SNC : 29%

Deco to 40m (2) on Air,
Level 40m 27:20 (30) on Air,
Asc to 18m (32) on Air,
Stop at 18m 0:33 (33) on Air,
Stop at 15m 3:00 (36) on Air,
Stop at 12m 4:00 (40) on Air,
Stop at 9m 6:00 (46) on Air,
Stop at 6m 5:00 (51) on Oxyge
Stop at 3m 7:00 (58) on Oxyge
Asc to sfc. (58) on Ox

Off gassing starts at 29.3 m

OTU's this dive: 53
CNS Total: 24.0%

3546.5 ltr Air
288.3 ltr Oxygen
3834.9 ltr TOTAL

Planification

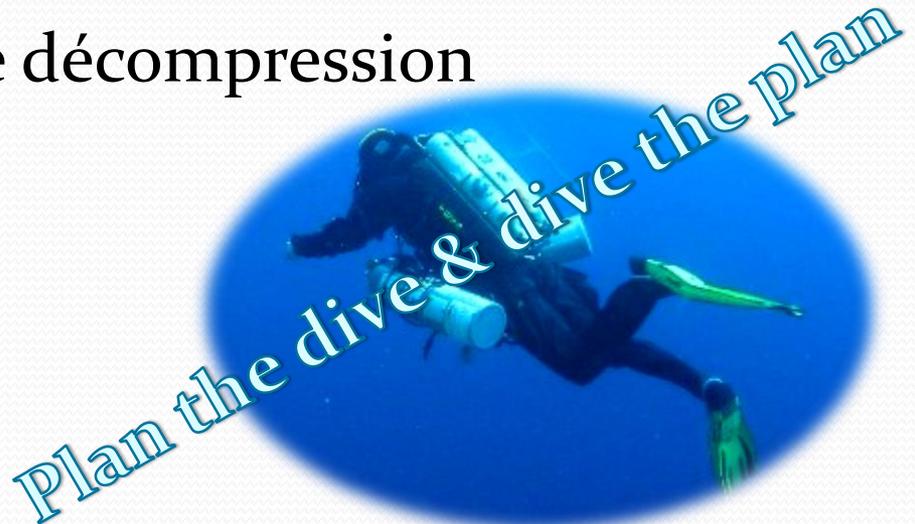
Savoir de qu'on va faire (?)

Calculs de consommation

Plan de secours et run-time

Savoir ce qu'on va faire

- 1 Se donner une ppO₂ max
- 2 Définir les mélanges optimaux et leur PMU (MOD)
- 3 Déterminer la procédure de décompression
- 4 Calculer son autonomie



What-if ?

- Plus l'engagement augmente, plus le risque augmente.

Problème	Solution
Perte d'une bouteille	Avoir des volumes suffisant pour retour surface
Perte du fil	Retrouver le fil
Panne d'ordinateur	Redondance avec run-time
Communication	Gestion communication binôme
Courant trop important	Minimiser la distance
Etanche percée	?

Une petite vérification avant plongée !

Calculs de consommation

- Etre honnête dans ses consommations :

- Gaz fond : 80l/min ?
- Retour: 20l/min ou +

- Tester des sensibilités

- Règle des tiers ? quarts ?

Type	Ventilation [l/min]
Repos	6
Déco	15
Progression	20
Configuration lourde	30
Exercice modéré	40-60
Essoufflement	80
Essoufflement critique	120

Pour étalonner sa consommation, noter régulièrement sur une plaquette temps / profondeur / pression restante.

Plan de secours & run-time

- Plan de secours - 3 scénarios :
 - Dépassement du temps
 - Dépassement de la profondeur
 - Perte d'une bouteille

- Run-time :
 - « je pars à... »
 - Rigueur...

MV-Plan 1.5.2

Configuration : GF=80-80 multi-niveaux=true ZHL16C

m	D	T	D	T	D	T	D	T	D	T	SP	Gaz
40	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0,0	32
40	30	32	35	37	35	37	25	27	40	42	0,0	32
9	1	36	2	42	2	42	2	4	4	49	0,0	32
6	11	47	14	14	14	55	8	38	16	65	0,0	100

Toxicité oxygène - SNC max : 127%



Planification de plongée

Calculatrice à mélanges



Plongée précédente	
Date	03/11/2014
Heure	10:00
CNS	100%
OTU	300

Plongée prévue	
Lieu	
Date	04/11/2014
Départ	11:30
Sortie	12:12
IS [hh:mm]	01:30
IS [min]	90

Choix mélange	
ppO2 max	1.4
Prof.	40
Alt. [m]	0
p0 [bar]	1.0
P abs	5.0
%O2 idéal	28%
%O2	25%
P abs fict.	4.7
PMU (MOD)	46.0
PEA (EAD)	37.5

ppO2	t max CNS		Kp CNS	Kp OTU
[bar]	[min]	[min]	[-]	[-]
0.6	720	720	0.14%	0.26
0.7	570	570	0.18%	0.47
0.8	450	450	0.22%	0.65
0.9	360	360	0.28%	0.83
1	300	300	0.33%	1.00
1.1	240	270	0.42%	1.16
1.2	210	240	0.48%	1.32
1.3	180	210	0.56%	1.48
1.4	150	180	0.67%	1.63
1.5	120	180	0.83%	1.78
1.6	45	150	2.22%	1.93

Table REPEX (OTU max)		
[# jours]	[/jour]	[total]
1	850	850
2	700	1400
3	620	1860
4	525	2100
5	460	2300
6	420	2520
7	380	2660
8	350	2800
9	330	2970
10	310	3100
11	300	3300
12	300	3600
13	300	3900
14	300	4200
15-20	300	

Mélange	Nom	FO2	FN2	ppO2 max	MOD	Prof max.	EAD	Besoin	Bouteille	P début	P fin
[-]	[-]	[%]	[%]	[bar]	[m]	[m]	[m]	[l]	[l]	[bar]	[bar]
A	Gaz fond	21%	79%	1.4	57	50	50	1986	24	133	50
B	Déco 1	50%	50%	1.6	22	15	6	243	10	74	50
C	Déco 2	100%	0%	1.4	4	6	0	363	7	102	50
D											50

Prof	Temps	Run-time	Conso.	Mélange	Volume	Pabs	ppO2	OTU		CNS	
								Unit	Total	Unit	Total
50	15	15	20	A	1800	6	1.26	21	21	8%	58%
21	3	18	20	A	186	3.1	0.651	1	22	0%	58%
15	2	20	20	B	100	2.5	1.25	3	25	1%	59%
9	5	25	15	B	142.5	1.9	0.95	5	30	2%	61%
6	7	32	15	C	168	1.6	1.6	14	43	16%	76%
3	10	42	15	C	195	1.3	1.3	15	58	6%	82%
P max=50m		t max=42'						OTU / jour:	58	CNS:	82%
								Cumul OTU	358	IS mini:	12h

	Gonflage		
	O2	N2	Mano.
% init.	60%	40%	200
pp init.	120	80	-
% fin.	50%	50%	200
pp fin.	100	100	-
Besoin	-20	20	-50 bar
1: Bloc	90	60	150
2: O2	0		150
3: Air	10	40	200

Calcul OTU/CNS			
ppO2	1.45	CNS	7.41%
Temps	10	OTU	17.07

Préparation

Préparer son mélange

Procédure de gonflage

Préparer son mélange

- Gonflage > 40% par pressions partielles uniquement
- Pression requise dans le bloc > Pression O₂ → **Booster**
- Le gonflage :
 - L'azote vient de la bouteille et de l'air
 - L'oxygène vient de la bouteille, de l'air et de la B50



Bloc (vider ?) → O₂ → Compresseur

1

2

3

Exemple #1

- 200 bar de **Nitrox 80** à partir d'un bloc vide

	O ₂	N ₂	Total	Mano.
% gaz initial	0	0	0	0
pp initiales	0	0	0	-
% gaz final	80	20	100	200
pp finales	160	40	200	-
Besoin	160	40	200	-
Etape 1 : Bloc	0	0	0	1 0
Etape 2 : O ₂	150	-	150	150
Etape 3 : Air	10	40	50	200

Exemple #1

- 200 bar de **Nitrox 80** à partir d'un bloc vide

	O ₂	N ₂	Total	Mano.
% gaz initial	0	0	0	0
pp initiales	0	0	0	-
% gaz final	80	20	100	200
pp finales	160	40	200	-
Besoin	160	40	200	-
Etape 1 : Bloc	0	0	0	0
Etape 2 : O ₂	150	-	150	150
Etape 3 : Air	10	40	50	200

Exemple #1

- 200 bar de Nitrox 80 à partir d'un bloc vide

	O ₂	N ₂	Total	Mano.
% gaz initial	0	0	0	0
pp initiales	0	0	0	-
% gaz final	80	20	100	200
pp finales	160	40	200	-
Besoin	160	40	200	-
Etape 1 : Bloc	0	0	0	0
Etape 2 : O ₂	150	-	150	150
Etape 3 : Air	10	40	50	200

$$\times \frac{0.21}{0.79} \approx \frac{1}{4}$$

Exemple #1

- 200 bar de **Nitrox 80** à partir d'un bloc vide

	O ₂	N ₂	Total	Mano.
% gaz initial	0	0	0	0
pp initiales	0	0	0	-
% gaz final	80	20	100	200
pp finales	160	40	200	-
Besoin	4 160	40	200	-
Etape 1 : Bloc	0	0	0	0
Etape 2 : O ₂	150	-	150	150
Etape 3 : Air	10	40	50	200

Exemple #2

- 200 bar de **Nitrox 50** à partir de 50 bar de **Nitrox 80**

	O ₂	N ₂	Total	Mano.
% gaz initial	80	20	100	50
pp initiales	40	10	50	-
% gaz final	50	50	100	200
pp finales	100	100	200	-
Besoin	60	90	150	-
Etape 1 : Bloc	40	10	50	1 50
Etape 2 : O ₂	37.5	-	37.5	87.5
Etape 3 : Air	22.5	90	112.5	200

Exemple #2

- 200 bar de **Nitrox 50** à partir de 50 bar de **Nitrox 80**

	O ₂	N ₂	Total	Mano.
% gaz initial	80	20	100	50
pp initiales	40	10	50	-
% gaz final	50	50	100	200
pp finales	100	100	200	-
Besoin	60	90	150	-
Etape 1 : Bloc	40	10	50	50
Etape 2 : O ₂	37.5	-	37.5	87.5
Etape 3 : Air	22.5	90	112.5	200

Exemple #2

- 200 bar de Nitrox 50 à partir de 50 bar de Nitrox 80

	O ₂	N ₂	Total	Mano.
% gaz initial	80	20	100	50
pp initiales	40	10	50	-
% gaz final	50	50	100	200
pp finales	100	100	200	-
Besoin	60	90	150	-
Etape 1 : Bloc	40	10	50	50
Etape 2 : O ₂	37.5	-	37.5	87.5
Etape 3 : Air	22.5	90	112.5	200

$$\times \frac{0.21}{0.79} \approx \frac{1}{4}$$

Exemple #2

- 200 bar de Nitrox 50 à partir de 50 bar de Nitrox 80

	O ₂	N ₂	Total	Mano.
% gaz initial	80	20	100	50
pp initiales	40	10	50	-
% gaz final	50	50	100	200
pp finales	100	100	200	-
Besoin	4 60	90	150	-
Etape 1 : Bloc	40	10	50	50
Etape 2 : O ₂	37.5	-	37.5	87.5
Etape 3 : Air	22.5	90	112.5	200

Exemple #3

- 200 bar de Nitrox 50 à partir de 125 bar d'O₂

	O ₂	N ₂	Total	Mano.
% gaz initial	100	0	100	125
pp initiales	125	0	125	-
% gaz final	50	50	100	200
pp finales	100	100	200	-
Besoin	-25	100	75	
Etape 1 : Bloc	75	0	75	1 75
Etape 2 : O ₂	0	0	0	75
Etape 3 : Air	25	100	125	200

Exemple #3

- 200 bar de Nitrox 50 à partir de 125 bar d'O₂

	O ₂	N ₂	Total	Mano.
% gaz initial	100	0	100	125
pp initiales	125	0	125	-
% gaz final	50	50	100	200
pp finales	100	100	200	-
Besoin	-25	100	75	
Etape 1 : Bloc	75	0	75	75
Etape 2 : O ₂	0	0	0	75
Etape 3 : Air	25	2	100	200

Exemple #3

- 200 bar de Nitrox 50 à partir de 125 bar d'O₂

	O ₂	N ₂	Total	Mano.
% gaz initial	100	0	100	125
pp initiales	125	0	125	-
% gaz final	50	50	100	200
pp finales	100	100	200	-
Besoin	-25	100	75	
Etape 1 : Bloc	75	0	75	75
Etape 2 : O ₂	0	0	0	75
Etape 3 : Air	25	100	125	200

$$3 \times \frac{0.21}{0.79} \approx \frac{1}{4}$$

Exemple #3

- 200 bar de Nitrox 50 à partir de 125 bar d'O₂

	O ₂	N ₂	Total	Mano.
% gaz initial	100	0	100	125
pp initiales	125	0	125	-
% gaz final	50	50	100	200
pp finales	100	100	200	-
Besoin	4-25	100	75	
Etape 1 : Bloc	75	0	75	75
Etape 2 : O ₂	0	0	0	75
Etape 3 : Air	25	100	125	200

Procédure de gonflage (1/2)

- Tout fermer
- Mise en pression puis gonfler en O₂
 1. Ouvrir la vanne de la B50, puis la fermer
 2. Ouvrir la vanne pointeau, puis la fermer,
 3. Ouvrir la vanne de la B50
 4. Ouvrir la bouteille à remplir
 5. Ouvrir la vanne pointeau et réguler à 5bar/min max

Lyre oxygène avec mano, vanne pointeau et clapet anti-retour



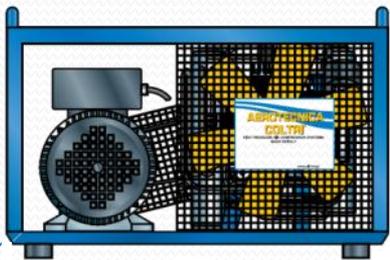
Oxygène



Procédure de gonflage (2/2)

- Tout fermer
- Gonfler en air
 1. Démarrer le compresseur purge ouverte
 2. Fermer la purge et ouvrir le bloc
 3. Fermer le bloc à pression voulue
 4. Ouvrir la purge
 5. Eteindre le compresseur

Utilisation d'un filtre



La plongée

Méthodes de décompression

Le bloc relais

Changement de gaz

Principes généraux

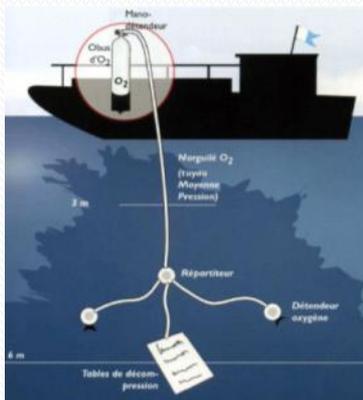
Différentes méthodes de déco

- Bloc avec soi



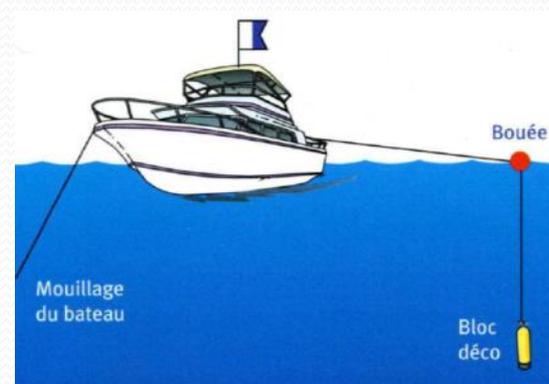
- Profondeur ⚠
- Bateau ok
- Equilibrage ⚠
- Effort ⚠

- Au Narghilé



- Profondeur ok
- Bateau ⚠
- Mise en place +
- Autonomie +

- Bloc au pendeur



- Profondeur ok
- Bateau ⚠
- Indépendance bateau

Le bloc relais

- Attention au poids sous l'eau (alu, carbone, acier)
- Un bon relais est bien rangé (flexibles, 2^{ème} étage)
- Mise à l'eau bloc sous pression mais fermé
- Marquage (bloc et 2^{ème} étage)



NITROX – Bloc #			
%O ₂		%O ₂	
PMU		PMU	
Pression		Pression	
Date		Date	
Gonfleur		Plongeur	



Changement de gaz sous l'eau

Plongeur 1

Ouvre le bloc

Lecture pression

3 cycles ventilatoires



Plongeur 2

Vérifie PMU bloc



On inverse les rôles !

Quelques principes

1 Je sais ce que je respire :

- Gaz correctement analysé
- Vérification avec le registre de gonflage
- Identification claire sur la bouteille & le 2^{ème} étage

2 Je sais trouver mon matériel :

- Mélanges riches à droite, pauvres à gauche
- Entretien son matériel 

Pour en savoir plus

Rappels sur l'O₂

Fenêtre oxygène

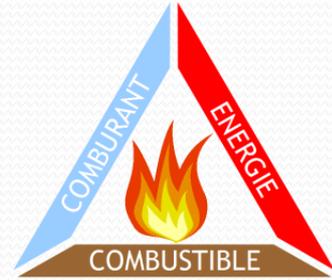
M-Values

Micro-noyaux gazeux

Gradient factors

Rappels sur l'O₂

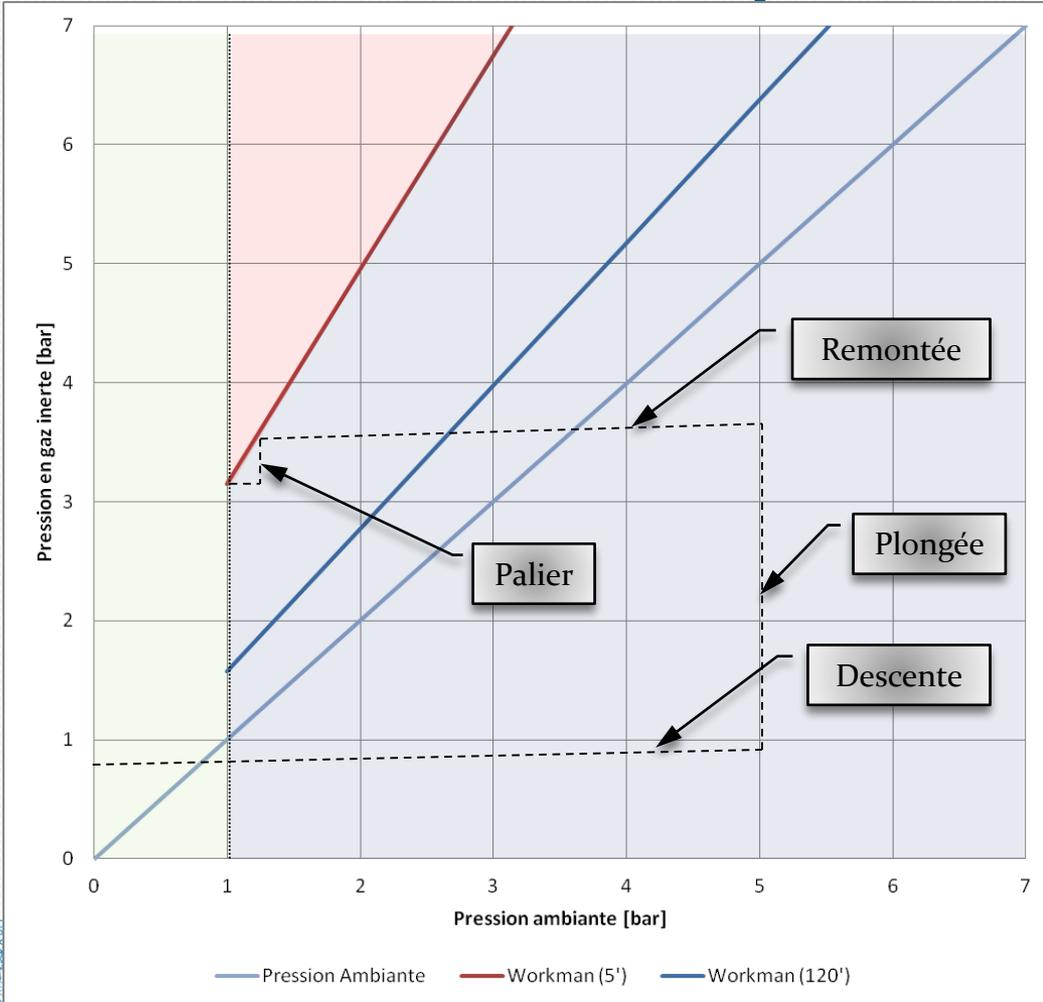
- Chaîne Oxyclean (pas de combustible) :
 - Bloc, robinet, détendeur
 - Graisses compatibles Fomblin, Voltalef, Krytox (silicone interdit)
 - Flexibles (polymères, Teflon gainé Inox), PVC interdits
 - Joints toriques (Viton, EPDF)
 - Métaux : Laiton, Cuivre, Inox (aciers interdits)
- Propreté et Nettoyage :
 - Poussières et rouille : acide orthophosphorique dilué à 10% ou bac à ultrasons
 - Huile : détergent à 60°C (Promoclean TP 108, SNET 90, St Marc, TEEPOL)
 - Silicone et graisses : Solvant chloré (non pétrolier) de type trichloroéthane ou perchloréthylène (sont interdits trichloréthylène, fréon, halon, eau oxygénée)
- Energie d'activation provenant de :
 - Feu (ne pas fumer)
 - Compression adiabatique (coup de piston à l'ouverture)



Service Oxygène



Les M-Values, mode d'emploi

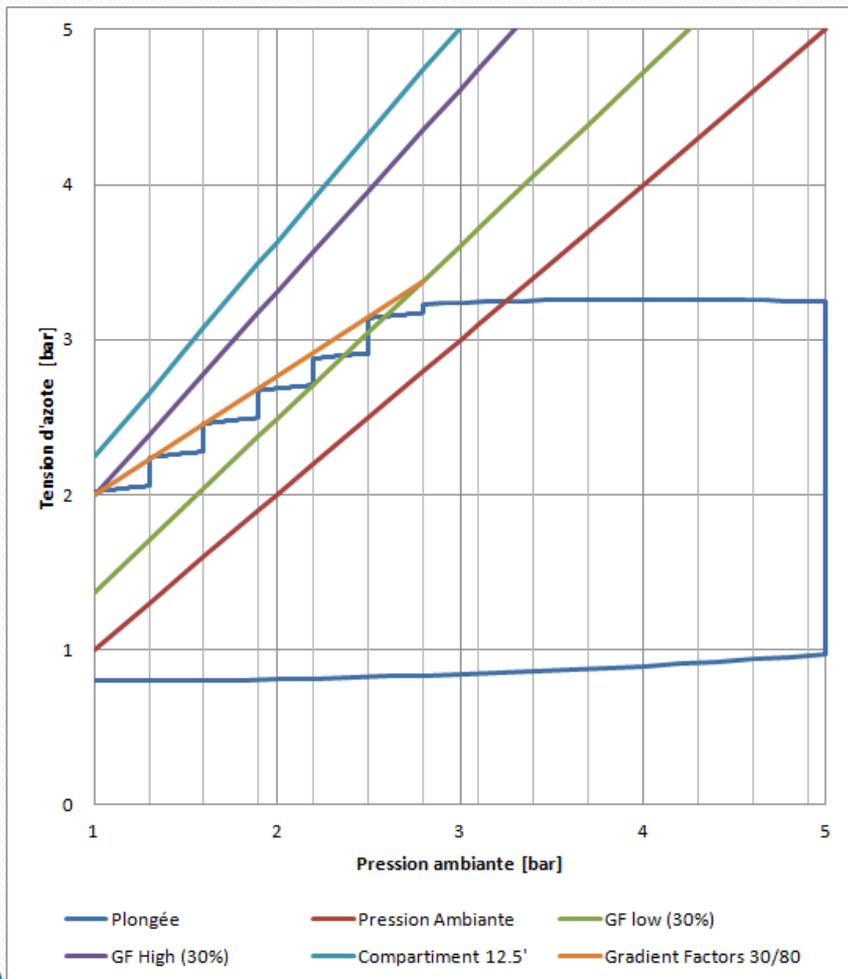


Exemple pour le compartiment 5' :

- Surface
- Pas de palier
- Palier



Et les Gradient factors?

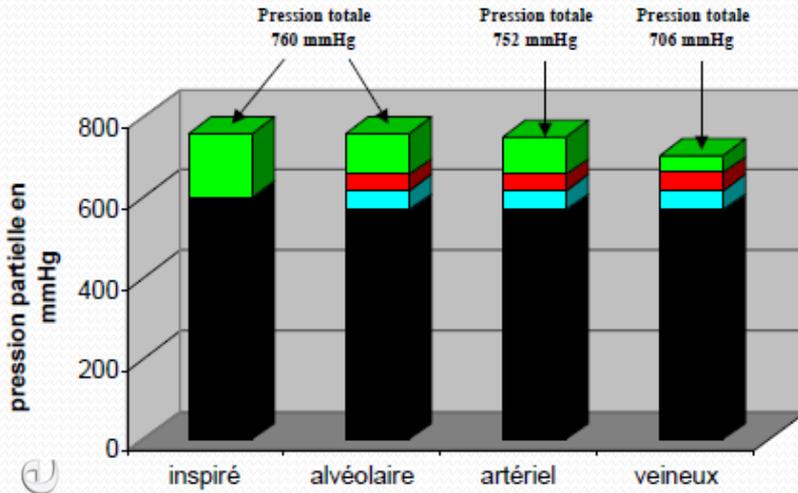


- GF bas donne le début des paliers
- GF haut donne la fin des paliers
- Exemple sur une plongée de 25' à 40m à l'air.

Conservatisme	GF Bas	GF Haut
1	90	95
2	75	95
3	90	90
4	75	90
5	75	85

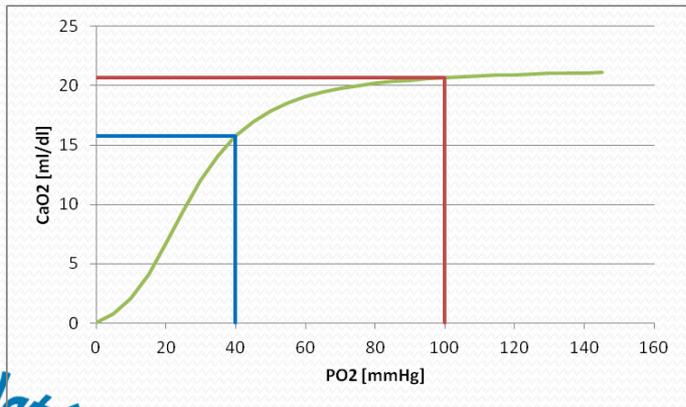
GF recommandés au Nitrox par AP Diving

Fenêtre oxygène

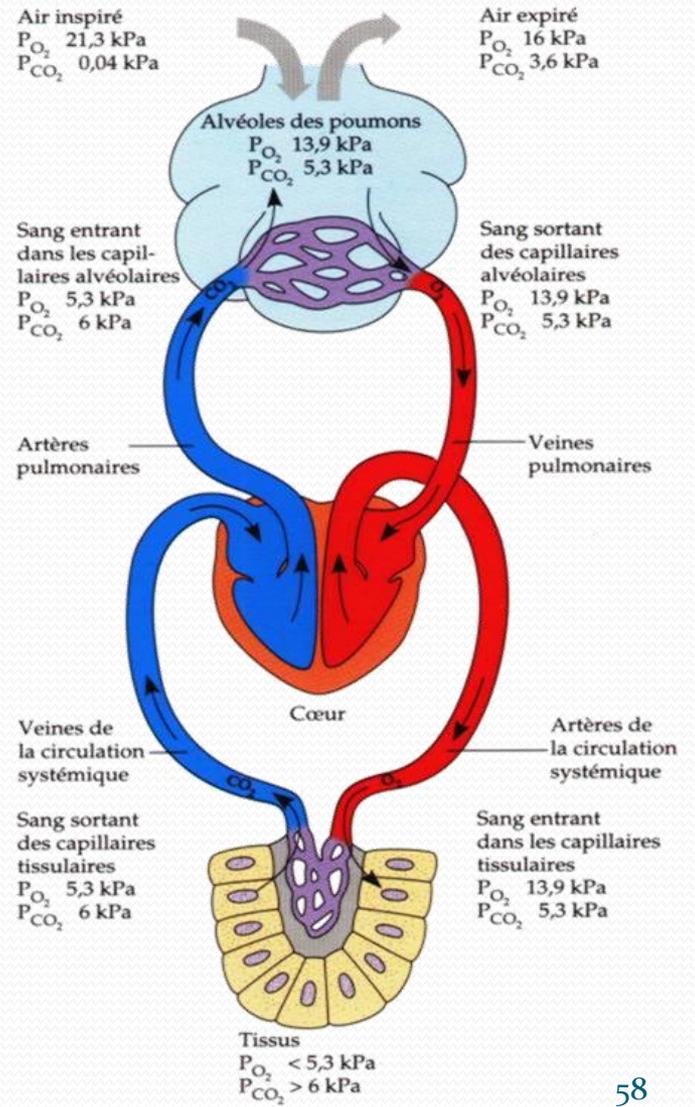


d'après E. Brian

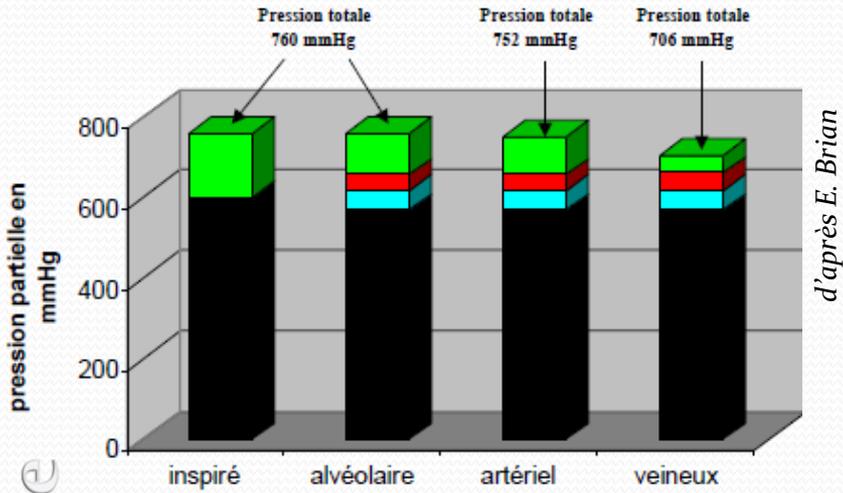
■ Azote ■ Vapeur d'eau ■ Gaz carbonique ■ Oxygène



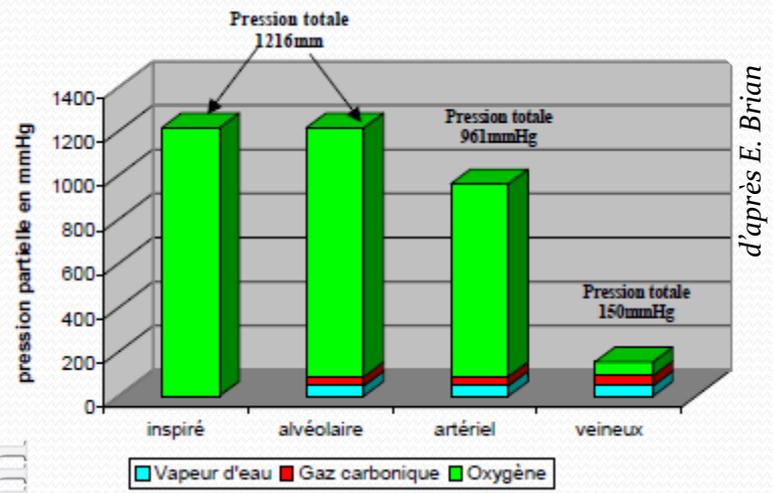
Échange O₂ — CO₂



Fenêtre oxygène



d'après E. Brian



d'après E. Brian

Air en surface

Oxygène à 6m

■ Azote ■ Vapeur d'eau ■ Gaz carbonique ■ Oxygène

