



**NITROX**

**NITROX**

**NITROX**

**NITROX**



SUBA St-Louis

# PLONGEUR NITROX





SUBA St-Louis

# La qualification PLONGEUR NITROX

Ce n'est pas un brevet mais une qualification.

Il faut avoir :

- le niveau 1 et 14 ans minimum
- au moins 10 plongées dans l'espace médian
- la licence FFESSM en cours de validité
- un certificat médical de moins d'un an



# La qualification PLONGEUR NITROX

Le plongeur titulaire de la qualification **PLONGEUR NITROX** pourra utiliser le mélange Nitrox le plus approprié **avec au maximum 40 % d'oxygène.**

Ses prérogatives (arrêté du 09 juillet 2004) restent les mêmes.



Espace d'évolution	Niveau de prérogative des plongeurs	Compétence minimum du guide de palanqué	Effectif maximum de la palanquée. Guide non compris
Espace médian (*) 0 - 20 m	P1 + qualification Nitrox	P 4 + qualification nitrox confirmé	4
Espace médian (*) 0 - 20 m	P2 + qualification Nitrox	autonomie	3
Espace lointain (*) 20 - 40 m	P2 + qualification Nitrox	P 4 + qualification nitrox confirmé	4
Au-delà des 40 mètres	P3, P4 + qualification Nitrox confirmé	autonomie	3

(\*) Dans des conditions favorables, les espaces médian et lointain peuvent être étendus à la profondeur des mélanges utilisés.





# Qu'est ce que le NITROX ?



Nitrox vient de la contraction de

**NITR**ogen (Azote en anglais)

**OX**ygen (Oxygène en anglais)

Les anglo-saxons l'appellent aussi EAN pour Enriched Air Nitrox

L 'air contient

**21** % d 'oxygène

**79** % d 'azote

En général, on appelle Nitrox un mélange d 'azote et d 'oxygène autre que l 'air et contenant plus d 'oxygène que l 'air.



SUBA St-Louis



# Qu'est ce que le NITROX ?



Désignation des mélanges: nitrox X / Y

X pourcentage d'oxygène

Y pourcentage d'azote

Ainsi, un nitrox 40 / 60 contient :

40 % d'oxygène

60% d'azote

Plus couramment appelé Nitrox 40



SUBA St-Louis



# Avantages du NITROX

Le Nitrox est appauvri en azote (N<sub>2</sub>) :

- Moins d'effet narcose au fond.
- Saturation moins importante:
  - moins de paliers
  - ou plus de sécurité en faisant les paliers 'air'.
  - Moins de fatigue post-plongée
  - Majoration plus faible
  - délai "no fly" plus court.

Pour un même profil de plongée, diminuer les risques d'ADD,

Le Nitrox est enrichi en oxygène (O<sub>2</sub>):

Consommation réduite d'environ 10 %,



# Inconvénients du NITROX

Le Nitrox est enrichi en oxygène (O<sub>2</sub>):

Au delà d'une certaine profondeur l'oxygène devient toxique (Hyperoxie).

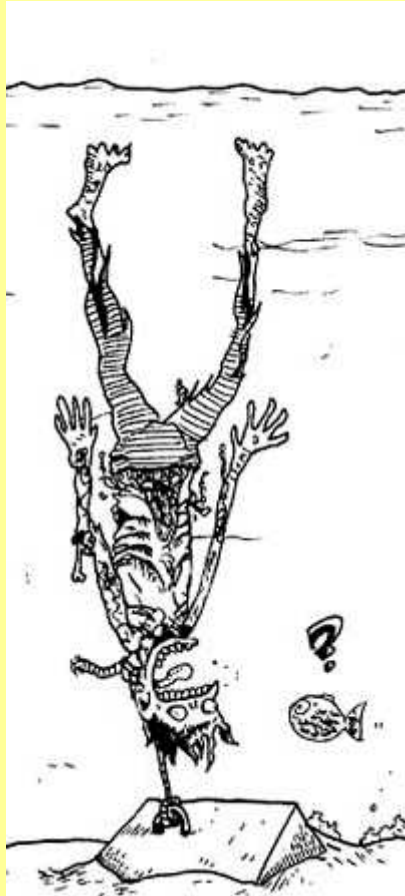
La fabrication du mélange demande une grande attention et un matériel spécifique.

Le matériel doit être compatible oxygène si le pourcentage d'O<sub>2</sub> est supérieur à 40 %.

La plongée est plus chère.



SUBA St-Louis

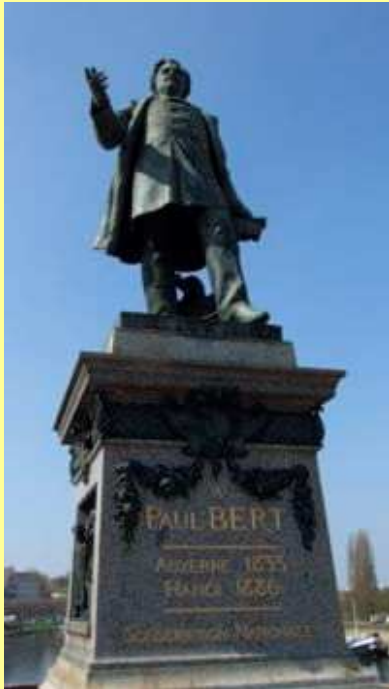


# Risques encourus

Le Nitrox est enrichi en oxygène (O<sub>2</sub>):

- Exposition maximale instantanée, avec toxicité sur le système nerveux central: effet Paul BERT
- Exposition dans la durée, avec toxicité pulmonaire: Effet LORRAIN-SMITH





# Effet Paul BERT

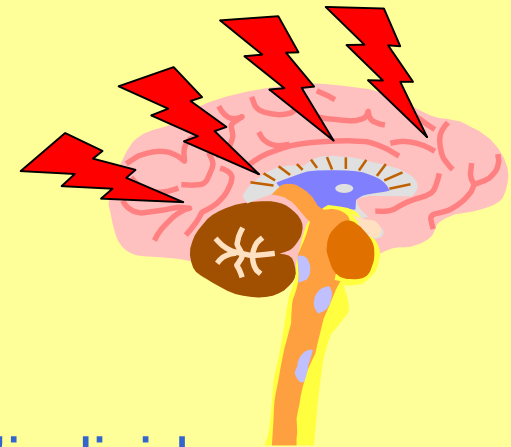
Il apparaît lorsque que l'organisme est exposé à une pression partielle d'O<sub>2</sub> supérieure à 1,6 bars.

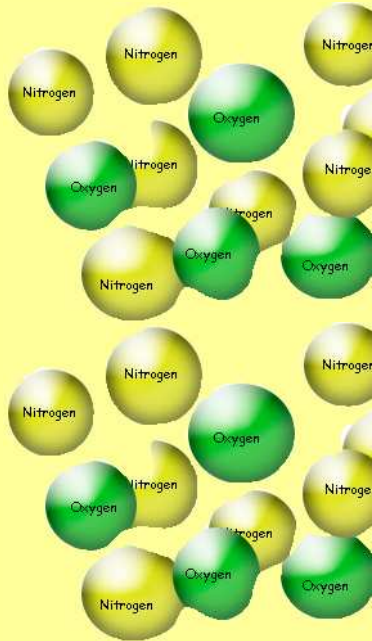
Soit une profondeur de 66m pour une plongée à l'air.

Soit une profondeur de 30m pour une plongée au Nitrox 40.

Il correspond à une atteinte du système nerveux central

Susceptibilité variable selon l'individu  
Susceptibilité variable chez le même individu  
de manière imprévisible





# Effet Paul BERT

**La crise convulsive hyperoxique apparaît le plus souvent sans signes avant-coureurs.**

Elle peut parfois être précédée de signes annonciateurs:

- accélération de la fréquence cardiaque
- Nausées
- Crampes
- Vertiges
- Troubles visuels et auditifs
- Euphorie

## Déroulement de la crise:

- Phase tonique de contracture généralisée en extension associée à une apnée.
- Phase clonique (2 à 3 min) de convulsions, morsure de la langue, perte d'urine.
- Phase de dépression (10 min) de retour progressif à la conscience, confusion.



# Effet Paul BERT

## Conduite à tenir:

L'agitation de l'accidenté présente un risque pour le sauveteur pendant la phase tonique.

Eviter la perte de l'embout.

Risque de surpression pulmonaire pendant la phase tonique: maintenir la profondeur.

Réanimation si nécessaire, évacuation.





# Effet Paul BERT

## Prévention:

Reconnaître les signes annonciateurs.

Dans ce cas, remonter immédiatement.

Respect de la limite de  $P_{pO_2}$  de 1,6 b maxi (soit 30 m maxi avec un Nitrox 40/60).

Diminuer ces limites ( $P_{pO_2} = 1,4b$  maxi) en cas de plongée au froid ou de travail au fond.

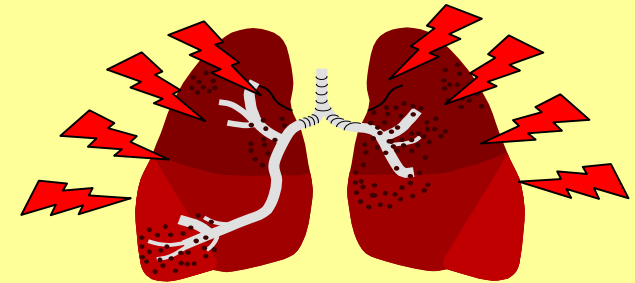
Limiter l'immersion à deux heures.





# Effet Lorrain-Smith

C'est une irritation pulmonaire due à une exposition prolongée à l'Oxygène



## Conditions d'apparition:

Apparition lente et progressive.

Longues expositions à une  $PpO_2 > 0,5$  b (plusieurs heures).

Disparaît si  $PpO_2 < 0,5$  b.

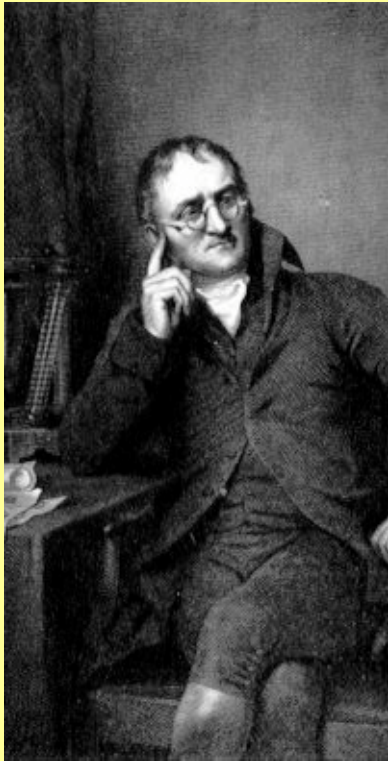
Ne concerne pas la plongée à l'air.

## Prise en compte pour:

l'oxygénothérapie hyperbare.

les plongées / palier prolongés en hyperoxie.

les plongées à saturation.



# Profondeur

Pression partielle  $P_p O_2$

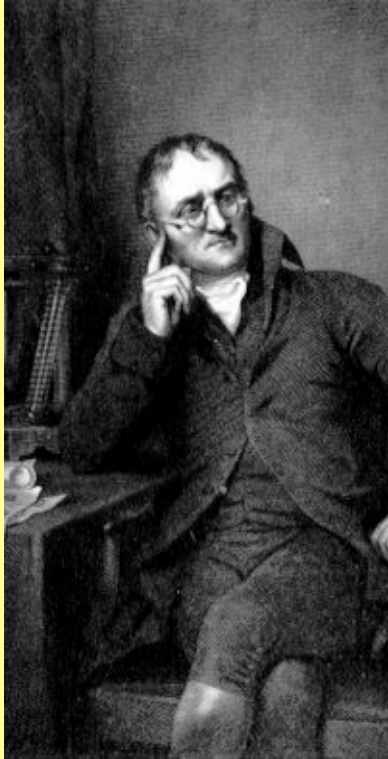
Pression partielle  $P_p N_2$

Pression absolue

Pourcentage  $O_2$

Profondeur équivalente

... **Un peu de physique**



# Profondeur et pression absolue

La pression relative augmente d'un bar tous les dix mètres.

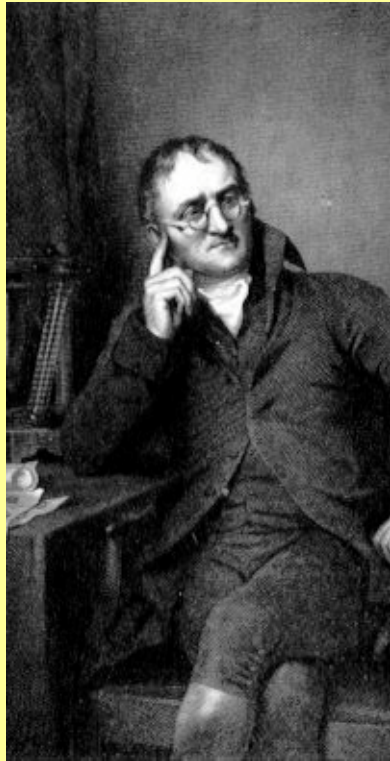
La pression atmosphérique est de 1 bar

La pression absolue est la somme de la pression relative et de la pression atmosphérique

$$P_{\text{abs}} = 1 + \text{prof}/10$$

Ou encore

$$\text{Prof} = 10 \times ( P_{\text{abs}} - 1 )$$



## Loi de Dalton

La pression partielle d'un gaz dans un mélange est la pression qu'aurait ce gaz s'il occupait à lui seul tout le volume du mélange de gaz.

**$P_p \text{ gaz} = \text{Pression du mélange} \times \% \text{ du gaz}$**

Un plongeur à 20m respire de l'air à 3 bars. la pression partielle de chacun des gaz est

$$P_p \text{ O}_2 = 0,63 \text{ bars} \quad (3 \times 21\%)$$

$$P_p \text{ N}_2 = 2,37 \text{ bars} \quad (3 \times 79\%)$$







## Loi de Dalton

◆ Un plongeur à 30m respire de l'air à **4 bars**.  
La pression partielle de chacun des gaz est

$$Pp O_2 = \mathbf{0,84 \text{ bars}} \quad (\mathbf{4 \times 21\%})$$

$$Pp N_2 = \mathbf{3,16 \text{ bars}} \quad (\mathbf{4 \times 79\%})$$

◆ Un plongeur à 30m respire du Nitrox 40.  
**Il respire du Nitrox à 4 bars**

La pression partielle de chacun des gaz est

$$Pp O_2 = \mathbf{1,6 \text{ bars}} \quad (\mathbf{4 \times 40\%})$$

$$Pp N_2 = \mathbf{2,4 \text{ bars}} \quad (\mathbf{4 \times 60\%})$$



# Loi de Dalton

Pression partielle de l'oxygène en fonction du mélange et de la pression



Profondeur (m)	Pression absolue (bars)	Pp oxygène Air	Pp oxygène Nitrox 32/68	Pp oxygène Nitrox 40/60
0	1	0,21	0,32	0,4
5	1,5	0,32	0,48	0,6
10	2	0,42	0,64	0,8
15	2,5	0,53	0,8	1
20	3	0,63	0,96	1,2
25	3,5	0,74	1,12	1,4
30	4	0,84	1,28	1,6
35	4,5	0,95	1,44	1,8
40	5	1,05	1,6	2
45	5,5	1,16	1,76	2,2
50	6	1,26	1,92	2,4
55	6,5	1,37	2,08	2,6
60	7	1,47	2,24	2,8
65	7,5	1,58	2,4	3



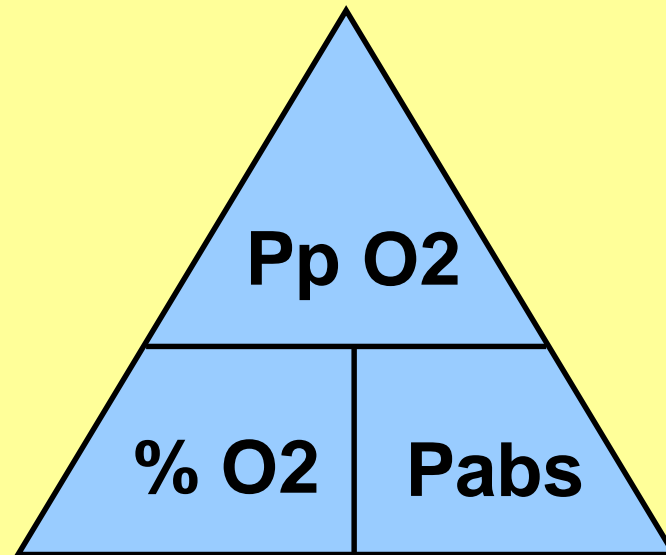
SUBA St-Louis



SUBA St-Louis

# Planification de la plongée

Quel mélange ? Quelle profondeur max?



$$Pp\ O2 = \%O2 \times Pabs$$

$$\% O2 = Pp\ O2 / Pabs$$

$$Pabs = Pp\ O2 / \% O2$$

La profondeur s'obtient par

$$Prof = 10 \times ( P_{abs} - 1 )$$

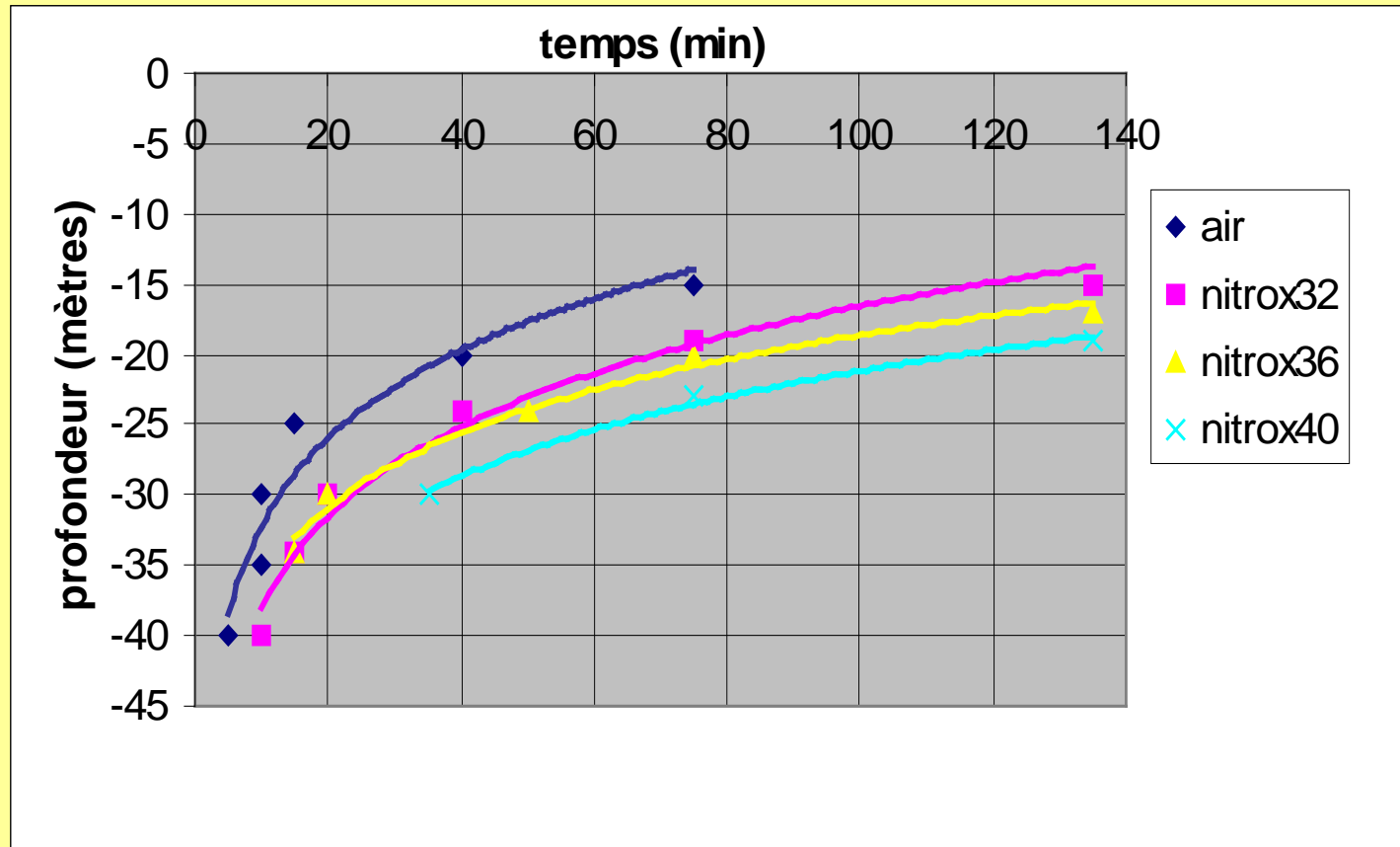
Rappel:  $Pp\ O2 < 1,6$  bars

$Pp\ O2 < 1,4$  bars si froid et efforts



# Planification de la plongée

## Courbes de sécurité



SUBA St-Louis



# Planification de la plongée

## Profondeurs maximales:



PROFONDEURS MAXIMALES (LIMITES OXYGÈNE) EN MÈTRES			
% O <sub>2</sub>	PpO <sub>2</sub> = 1,6 bar	PpO <sub>2</sub> = 1,5 bar	PpO <sub>2</sub> = 1,4 bar
21 %	66	61	57
22 %	63	58	54
23 %	60	55	51
24 %	57	53	48
25 %	54	50	46
26 %	52	48	44
27 %	49	46	42
28 %	47	44	40
29 %	45	42	38
30 %	43	40	37
31 %	42	38	35
32 %	40	37	34
33 %	38	35	32
34 %	37	34	31
35 %	36	33	30
36 %	34	32	29
37 %	33	31	28
38 %	32	29	27
39 %	31	28	26
40 %	30	28	25



SUBA St-Louis



# Gestion de la décompression

## Utilisation des tables AIR

On peut utiliser les tables AIR en calculant une profondeur équivalente.

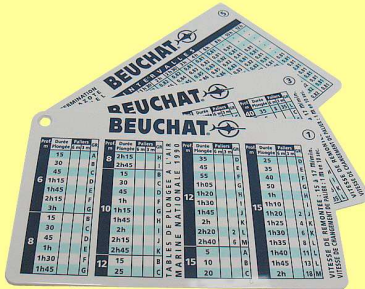
La profondeur équivalente en plongée nitrox est la profondeur pour laquelle, **avec de l'air**, on aurait la même pression partielle d'azote

On calcule la pression absolue équivalente air:

$$P_{\text{abs équiv}} = P_{\text{abs réelle}} \times (\% N_2 \text{ nitrox} / \% N_2 \text{ Air})$$

La profondeur équivalente s'obtient par

$$\text{Prof équiv.} = 10 \times (P_{\text{abs équiv}} - 1)$$



SUBA St-Louis



# Gestion de la décompression

## Utilisation des tables AIR



Plongée à 30 m de profondeur réelle

$$P_{\text{abs Réelle}} = 30/10 + 1 = 4 \text{ bars}$$

Utilisation d'un nitrox 40/60

soit 60% de  $N_2$

Pression absolue équivalente air:

$$P_{\text{abs Équivalente}} = 4 \times 60/79 = 3 \text{ bars}$$

donc Profondeur équivalente air = 20 m





# Gestion de la décompression

## Utilisation des tables AIR

2<sup>ème</sup> exemple

Plongée à 25 m de profondeur réelle

$$P_{\text{abs Réelle}} = 25/10 + 1 = 3,5 \text{ bars}$$

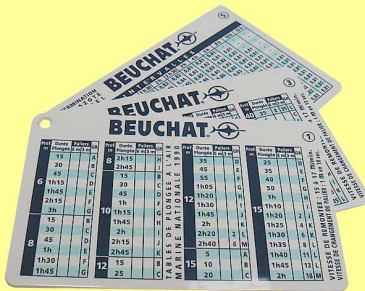
Utilisation d'un nitrox 32/68

soit 68% de N<sub>2</sub>

Pression absolue équivalente air:

$$P_{\text{abs Équivalente}} = 3,5 \times 68/79 = 3,01 \text{ bars}$$

donc Profondeur équivalente air = 22 m



SUBA St-Louis





# Gestion de la décompression

## Utilisation des tables AIR

### Profondeurs équivalentes:

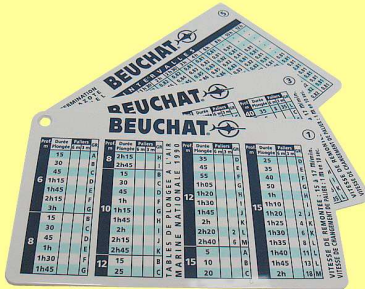


TABLEAU DES PROFONDEURS EQUIVALENTES AIR			
Profondeur réelle (m)	Profondeurs équivalentes Air pour la table MN90		
	32/68	36/64	40/60
12	10	8	8
15	12	12	10
18	15	15	12
20	18	15	15
22	18	18	15
25	22	20	18
28	25	22	20
30	25	25	22
32	28	25	
35	30		
38	32		
40	35		



SUBA St-Louis



# Gestion de la décompression

## Utilisation des tables NITROX



Tables de plongée Nitrox 40/60

Prof.	Durée de la plongée	Durée du palier à 3 m	Durée du palier O <sub>2</sub> à 3 m	Durée totale de la remontée	GPS	Prof.	Durée de la plongée	Durée du palier à 3 m	Durée du palier O <sub>2</sub> à 3 m	Durée totale de la remontée	GPS
11 m	0h15			1	A	19 m	0h05			1	A
	0h30			1	B		0h15			1	B
	0h45			1	C		0h25			1	C
	1h15			1	D		0h35			1	D
	1h45			1	E		0h45			1	E
	2h15			1	F		0h55			1	F
	3h00			1	G		1h05			1	G
	4h00			1	H		1h20			1	H
	5h15			1	I		1h30			1	I
	6h00			1	J		1h45			1	J
13 m	0h15			1	B	2h00			1	K	
	0h30			1	C	2h15			1	L	
	0h45			1	D	2h20	2	2	4	L	
	1h00			1	E	2h30	4	4	6	M	
	1h30			1	F	2h40	6	6	8	M	
	1h45			1	G	2h50	7	6	9	N	
	2h15			1	H	3h00	9	6	11	N	
	2h45			1	I	3h10	11	8	13	O	
	3h15			1	J	3h20	13	9	15	O	
	4h15			1	K	3h30	14	10	16	O	
16 m	5h00			1	L	3h40	15	10	17	O	
	6h00			1	M	3h50	16	11	18	O	
	0h15			1	B	4h00	17	12	19	O	
	0h30			1	C	4h10	18	12	20	P	
	0h45			1	D	4h15	19	13	21	P	
	1h00			1	E	4h30	22	15	24	P	
	1h15			1	F	4h45	24	16	26	P	
	1h45			1	G	5h00	26	18	28	P	
	2h00			1	H	23 m	0h05			2	A
	2h15			1	J		0h10			2	B
2h45			1	K	0h15				2	C	
3h00			1	L	0h20				2	C	
4h00			1	M	0h25				2	D	
4h15			1	N	0h30				2	E	
5h15			1	O	0h35				2	E	
5h30			1	P	0h40			2	F		
6h00	1	1	2	P	0h45			2	G		

S'utilisent comme les tables air

Choisir la table adaptée au mélange utilisé



SUBA St-Louis



# Gestion de la décompression

## Utilisation d'un ordinateur



Il calcule les pressions partielles d'azote auxquelles le plongeur est soumis durant la plongée pour afficher la décompression adaptée.

Il doit être configuré **avant chaque plongée**, avec :

- Le type de Nitrox utilisé : %O<sub>2</sub>.
- La Pression partielle d' O<sub>2</sub> maximale à ne pas dépasser.
- La profondeur maximale à ne pas dépasser.

Des alarmes se manifestent en cas de dépassement de la profondeur maxi ou de la PP O<sub>2</sub> maxi , ou si votre organisme atteint les 100 % de toxicité en Oxygène





# Matériel

## Mesures et marquages

Vérifier PERSONNELLEMENT la pression

Analyser PERSONNELLEMENT son mélange

Noter le taux mesuré et la profondeur réelle maxi autorisée avec ce taux

- sur le bloc
- sur le registre





SUBA St-Louis

# Matériel

## Indications obligatoires (1/2)

Sur le bloc:

Profondeur max. pour le mélange utilisé

Première analyse (fabricant du mélange)

Date

Nom ou initiales

Pourcentage d 'oxygène mesuré

Deuxième analyse (utilisateur du mélange)

Date

Nom ou initiales

Pourcentage d 'oxygène mesuré



SUBA St-Louis

# Matériel

## Indications obligatoires (2/2)

Sur le registre

Obligatoirement

Identifiant de la bouteille

Contenu (Nitrox, Trimix, Air ...)

Date de fabrication

Nom du gonfleur

Pression mesurée

Pourcentage d 'O2 mesuré

De manière facultative :

Date d 'utilisation

Nom du plongeur

Pression mesurée

Pourcentage d 'O2 mesuré

Profondeur maxi autorisée