

Formation Plongeurs NITROX





La FFESSM et le NITROX

- Deux Qualifications Plongeurs
 - Plongeur NITROX
 - Plongeur NITROX Confirmé
- Une Qualification d'Enseignant
 - Moniteur NITROX



Plongeur NITROX

- Conditions de candidature
 - Licence FFESSM en cours de validité
 - 14 ans à la date de délivrance de la qualification
 - Niveau 1 FFESSM ou équivalence
 - Carnet de plongées
 - 10 plongées mini dans la zone des 20 m attestées sur le carnet ou mention sur passeport ou attestation
 - Certificat médical de moins d'1 an à la date d'exécution des épreuves



Organisation générale

- Formation assurée par Moniteur NITROX FFESSM au cours d'un stage
- Contrôle parfait de la stabilisation
- Formation en milieu naturel ou en bassin
- Minimum de 2 plongées au NITROX pendant la formation



Prérogatives

- Utilisation du mélange NITROX le plus approprié avec un maximum de 40% d'O²
- Mêmes prérogatives que celles définies dans l'arrêté du 28 février 2008, correspondant au niveau de plongeur Air.



Cursus de Formation

Compétence n° 1 : GÉRER ET UTILISER SON MATERIEL

Connaissances, savoir-faire et savoir-être	Commentaires et limites	Critères de réalisation
<ul style="list-style-type: none"> - Identification du matériel Nitrox : marquage sur les blocs, détenteurs, PA et raccords aux normes oxygène. 	<ul style="list-style-type: none"> - Il s'agit de vérifier que l'élève est autonome dans la gestion du matériel personnel, mais aussi dans l'utilisation du matériel des autres plongeurs Nitrox de sa palanquée. 	<ul style="list-style-type: none"> - Le critère important est l'efficacité que l'on constatera tout au long des séances de pratique.
<ul style="list-style-type: none"> - Contrôle et vérification : <ul style="list-style-type: none"> • Etablissement de la fiche • Mesure du % d'O₂ dans le mélange avant la plongée • Vérification mutuelle entre participants d'une même palanquée. 		<ul style="list-style-type: none"> - Savoir dérouler la "Check list" - Un second point est la capacité à aider efficacement un autre plongeur de sa palanquée rencontrant une difficulté dans son équipement.
<ul style="list-style-type: none"> - Entretien courant : interdiction de mélanger du matériel air (blocs, détenteurs, PA et raccords) et du matériel Nitrox. Conduite à tenir face aux pannes les plus fréquentes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Un plongeur Nitrox n'a pas à savoir réparer lui-même son matériel au delà des opérations d'entretien préconisées par le fabricant. 	
<ul style="list-style-type: none"> - Connaissances succinctes des risques encourus lors de la manipulation des mélanges suroxygénés. 		



Compétence n° 2 : PLONGÉE AU NITROX

Connaissances, savoir-faire et savoir-être	Commentaires et limites	Critères de réalisation
<ul style="list-style-type: none">- Parfaite maîtrise de la stabilisation à l'aide d'un gilet ou d'une bouée.	<ul style="list-style-type: none">- La vérification par le formateur est impérative.- Le niveau de stabilisation est maintenu pendant un temps raisonnable.	<ul style="list-style-type: none">- Surveillance sous l'eau par le formateur.
<ul style="list-style-type: none">- Organisation et conduite dans la palanquée, gestion du profil de plongée, du retour, des éventuelles successives et consécutives.	<ul style="list-style-type: none">- Cela concerne autant le respect des consignes données par le directeur de plongée, que la capacité à s'adapter dans le sens de la sécurité en cas d'imprévu.	<ul style="list-style-type: none">- Absence d'incidents dus à la gestion du profil, ou à l'utilisation de tables ou ordinateurs Nitrox.
<ul style="list-style-type: none">- Connaissance de la profondeur plancher pour le Nitrox 40/80.		<ul style="list-style-type: none">- Valeur donnée spontanément au cours de la formation.

Compétence n° 3 : CONNAISSANCES THÉORIQUES

Connaissances, savoir-faire et savoir-être	Commentaires et limites	Critères de réalisation
<ul style="list-style-type: none"> - Différences entre air et Nitrox, avantages et inconvénients de ce dernier. - Causes, symptômes, prévention et conduite à tenir pour l'ensemble des risques supplémentaires rencontrés lors de plongées Nitrox. - Facteurs favorisant la survenue d'un accident. - Seuil hyporexique. 	<ul style="list-style-type: none"> - Le plongeur Nitrox n'a pas à connaître les mécanismes fins, ni les traitements qui suivront. - Une information sur les actes de secourisme peut lui permettre d'aider ou au moins de ne pas gêner. 	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluation par oral ou par écrit.
<ul style="list-style-type: none"> - Calcul des profondeurs équivalentes - Exemples de courbes de sécurité au nitrox. 	<ul style="list-style-type: none"> - Les problèmes doivent être simples et réalistes. La plongée en altitude est exclue (à l'exception d'une information pour les plongeurs Nitrox pratiquant en altitude). 	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluation par écrit.
<ul style="list-style-type: none"> - Les tables Nitrox et les ordinateurs de plongée Nitrox. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aucune théorie : il s'agit seulement de préciser les conditions d'emploi et les limites d'utilisation. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pas d'évaluation mais seulement une information.
<ul style="list-style-type: none"> - Prérogatives 		<ul style="list-style-type: none"> - Idem



Le NITROX



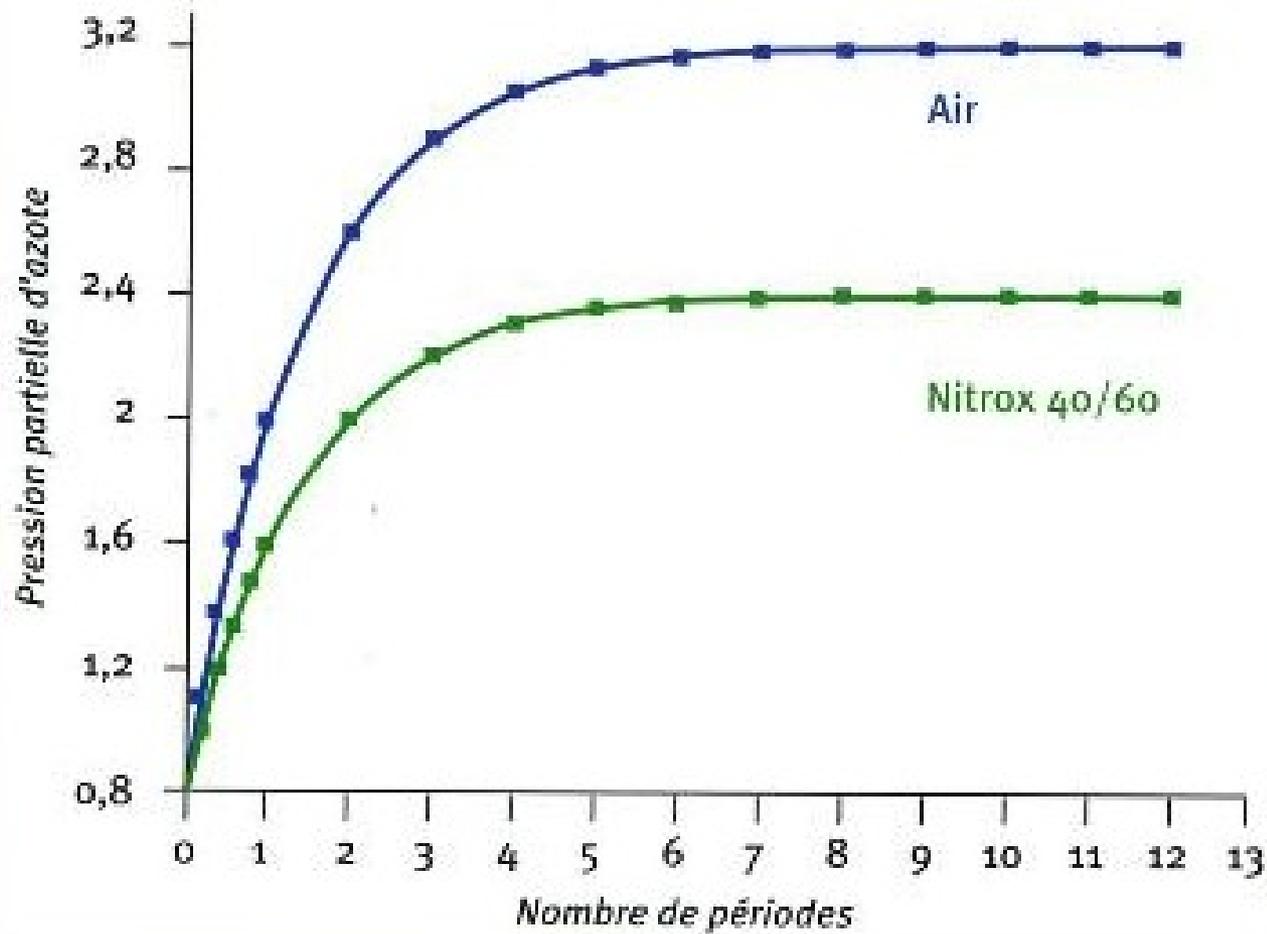
Avantages

- Par rapport à une plongée AIR à la même profondeur :
 - Augmenter la durée d'une plongée sans palier
 - ou
 - Diminuer la durée des paliers pour une même plongée



- Augmenter la qualité de la déco si l'on utilise les tables AIR (diminuer les risques d'ADD)
- Diminuer d'environ 10 à 15% le volume de gaz consommé
- Procurer un meilleur confort à l'issue de la décompression que dans le cas de la plongée à l'AIR
- Diminuer les risques d'essoufflement
- Diminuer les effets narcotiques de l'Azote dans la zone des 40 m

Courbe de dissolution de l'Air et du Nitrox pour une plongée à 30 m





Inconvénients

- Par rapport à une plongée AIR à la même profondeur :
 - Augmentation de la Pp O²
 - Atteinte du seuil de toxicité de l'O² plus rapide
 - Limitation de l'utilisation à des zones de profondeurs faibles et moyennes



Les NITROX standards

- NITROX 32 / 68 (EAN 32)
- NITROX 36 / 64 (EAN 36)
- NITROX 40 / 60 (EAN 40)

- AIR 21 / 79

(EAN : Enriched Air Nitrox)



Convention d'écriture

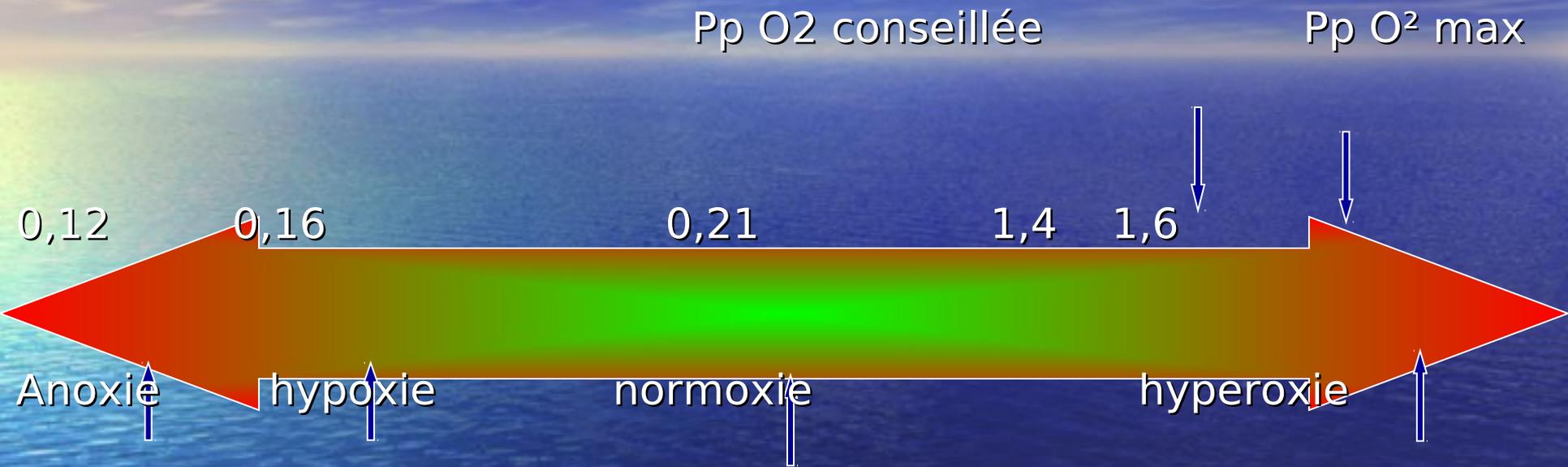
- Le NITROX **32 / 68** est composé de
 - **32** % d'Oxygène (O^2)
 - **68** % d'Azote (N^2)



Effets physiologiques de l'Oxygène



Limites d'exposition à la Pp O₂



On s'aperçoit qu'il peut être prudent d'abaisser le taux de la Pp O₂ pour ne pas être « limite »

- Pression partielle



Pression partielle d'O₂ en fonction de la profondeur (bar)

Profondeur (m)	Profondeur (Pieds)	Pression (ATA)	PpO ₂ Air	PpO ₂ Nitrox 32/68	PpO ₂ Nitrox 36/64	PpO ₂ Nitrox 40/60
0	0	1,00	0,21	0,32	0,36	0,40
5	15	1,50	0,32	0,48	0,54	0,60
10	30	2,00	0,42	0,64	0,72	0,80
15	45	2,50	0,53	0,80	0,90	1,00
20	61	3,00	0,63	0,96	1,08	1,20
25	76	3,50	0,74	1,12	1,26	1,40
30	91	4,00	0,84	1,28	1,44	1,60
35	106	4,50	0,95	1,44	1,62	1,80
40	121	5,00	1,05	1,60	1,80	2,00
45	136	5,50	1,16	1,76	1,98	2,20
50	152	6,00	1,26	1,92	2,16	2,40
55	167	6,50	1,37	2,08	2,34	2,60
60	182	7,00	1,47	2,24	2,52	2,80
65	197	7,50	1,58	2,40	2,70	3,00

la PpO₂ > 1,6 bar est toxique et impose des limites d'utilisation :

40 mètres pour le NITROX 32 / 68

34 mètres pour le NITROX 36 / 64

30 mètres pour le NITROX 40 / 60



Les risques de l'O²

L'oxygène est indispensable à la vie
Mais en trop grande quantité il agresse
l'organisme

- 2 atteintes possibles du S.N.C :
 - Crises Hyperoxiques
 - Effet PAUL BERT
 - Lésions consécutives à une exposition prolongée
 - Effet LORRAIN SMITH

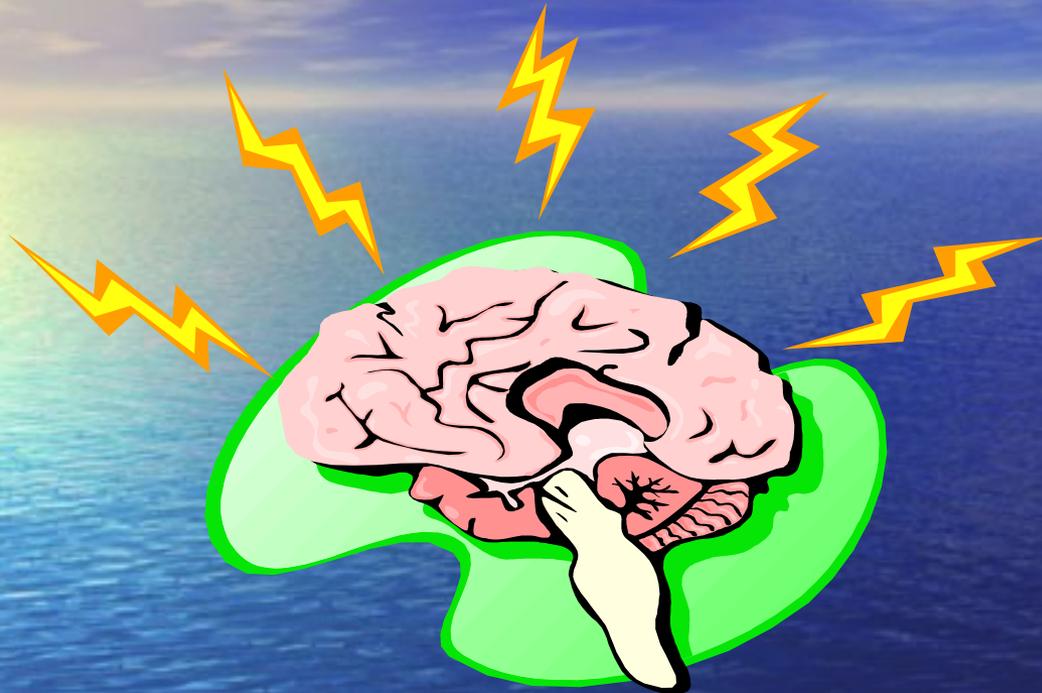


Effet PAUL BERT

- Exposition de courte durée à des pressions partielles supérieures à 1,6 bars
- Atteinte du système nerveux central



Crises hyperoxiques



- Exposition à une **Pp O2 > 1,6 b**
- Dépassement accidentel de la **profondeur limite !**
- Utilisation d'un **mélange non adapté à la profondeur !**

La crise Hyperoxique apparaît le plus souvent sans signes avant-coureurs.

Elle peut cependant être précédée de signes annonciateurs :

- Accélération de la fréquence cardiaque
- Nausées
- Crampes, contractures de la face
- Vertiges
- Troubles sensitifs (visuels et auditifs)
- Euphorie, troubles du comportement

- Leurs délais d'apparition sont très variables (sensibilité personnelle, Pp O₂, durée d'exposition, forme...)

La Crise Hyperoxyque

- C'est une crise convulsive comparable à une crise d'épilepsie.

On distingue 3 étapes :

- **La phase tonique** : contraction généralisé, apnée, (30 s à 1 mn)
- **La phase clonique** : convulsions, morsure de la langue, émission d'urine, (2 à 3 mn)
- **La phase dépressive post-convulsive** : confusion, retour de la conscience, (~ 10 mn)

Conduite à tenir

- NOUS DEVONS INTERVENIR MAIS **ATTENTION !**
- La phase Tonique : maintenir le plongeur à la même profondeur, maintien du détendeur. (**Risque de SP**)
- La phase clonique : remontée difficilement gérable
- La phase dépressive post-convulsive : remontée avec maintien du détendeur
 - **Dans l'eau** :
 - _ Votre prise doit être adaptée à ce type de situation (cf. : prise de côté, par derrière)
 - **En surface** :
 - _ geste de 1er secours, Alerter, Évacuer



Prévention

- Remontée immédiate si signes annonciateurs
- Pas d'O² pur en dessous de 6 m
- Respect de PpO² max 1,6 bar
- Respect des temps d'exposition (2 heures max pour 1 plongée aux mélanges suroxygénés)
- Respecter les durées recommandées par la table NOAA et le % d'exposition du compteur SNC (indication sur ordinateurs)

Table du NOAA

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATIONS
Pressions partielles d'oxygène et durées limites d'exposition
pour des plongées au Nitrox

ATA	Simple exposition (min)	Durée maximale d'exposition pendant 24h (min)
1,6	45	150
1,5	120	180
1,4	150	180
1,3	180	210
1,2	210	240
1,1	240	270
1	300	300
0,9	360	360
0,8	450	450
0,7	570	570
0,6	720	720

Effet LORRAIN - SMITH

- Irritation pulmonaire
- Pneumonie à l'oxygène
- Toxicité qui apparaît de manière lente et progressive, lors d'expositions de très longues durées.
- Elle ne concerne pas la plongée sportive à l'Air mais doit être prise en compte chez le plongeur profond à saturation ou lors de paliers prolongés en hyperoxie



Éléments de Physique

- Loi de Dalton
- Calcul des profondeurs équivalentes

Loi de Dalton



Pressions partielles

1 litre d'air
à 1 bar.



$$1 \text{ bar} \times 20 \% = 0,2 \text{ bar } O_2$$

$$1 \text{ bar} \times 80 \% = 0,8 \text{ bar } N_2$$

1 bar

La somme des pressions partielles est égale à la pression absolue.

1 litre d'air
à 3 bars.



$$3 \text{ bars} \times 20 \% = 0,6 \text{ bar } O_2 (PpO_2 = 0,6)$$

$$3 \text{ bars} \times 80 \% = 2,4 \text{ bars } N_2 (PpN_2 = 2,4)$$

3 bars

20 m (3 bars)

- Molécule d'azote
- Molécule d'oxygène



$$Pp \text{ gaz} = P \text{ Abs} \times \% \text{ gaz}$$



formulaire

- $P_p O^2 = P_{abs} \times X / 100$
- $P_{abs} = 1,6 \times 100 / X$
- $X = (1,6 \times 100) / P_{abs}$

Profondeur d'évolution maximale profondeur « plancher »



- NITROX 40 / 60
- $P_p O_2 \text{ max.} = 1,6 \text{ bars}$
- $P_{\text{abs}} (\text{max}) = P_p O_2 \times 100 / X (\% O_2 \text{ mélange})$
- $P \text{ abs max} = 1,6 \text{ bar} \times 100 / 40 = 4 \text{ bars}$
- Profondeur max pour ce mélange : **30 m**



- Réalisation pratique des mélanges

- Calcul des mélanges
 - Fonction de la profondeur d'évolution
 - Du profil de décompression souhaité
 - Des limites permises par le mélange.
- Exemple: Plongée à 33 m
 - Limite que l'on se donne $PpO_2 = 1,6$ b
 - Le pourcentage maximal d'O₂ dans le mélange sera de $1,6/4,3 = 37,2$ %
 - On choisira donc un mélange 37/63 ou 36/64



La décompression lors de plongées NITROX

- Utilisation de la MN 90
 - _ Calcul de la profondeur équivalente
- Utilisation des tables NITROX FFESSM
- Utilisation de l'ordinateur de plongée

Utilisation des tables à l'air MN 90 avec calcul de la Profondeur Equivalente (PE)

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

$$P_{abs\ Eq} = P_{abs} \times X / 0.79$$

ou encore

$$PE \text{ (en m)} = [(P \text{ réel} + 10) \times X / 0.79] - 10$$

valeur à utiliser pour entrer dans votre table MN 90
(Air)

Exemple

- Plongée sur 28 m avec un mélange nitrox 40/60.
- profondeur équivalente ?

$$PE = [(28 + 10) \times 0,6 / 0,79] - 10$$

$$PE = 18,86 \text{ m donc } 20 \text{ m dans les MN 90}$$

Principe d'utilisation

Pas de modification :

- La durée des paliers, la profondeur des paliers, la vitesse de remontée.
- On rentre dans la table en utilisant la profondeur équivalente.
- Ne pas dépasser **2 heures** d'immersion.
- Il est conseillé de ne pas dépasser 1,4 b de Pp O2 (1,6 b maximum)
- Majorations calculées à partir des profondeurs équivalentes.
- Gestion des consécutives, successives et des procédures d'urgences identiques à la plongée à l'air

Tableau simplifié des profondeurs équivalentes

TABLEAU DES PROFONDEURS EQUIVALENTES AIR

Profondeur réelle [m]	Profondeurs équivalentes Air pour la table MN90		
	32/68	38/64	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		

Les tables NITROX de la FFESSM



- Une table pour le NITROX 40 / 60
- Une table pour le NITROX 36 / 64
- Une table pour le NITROX 32 / 68
- Un tableau pour le calcul de l'Azote résiduel et de la majoration en cas de plongées successives
- Un jeu de mini tables immergeables



Tables de plongée Nitrox 40 / 60

tables basées sur les MN 90 actualisées, vitesse de remontée 15 à 17 m / mn, sauf palier / surface en 30 secondes.

les profondeurs surlignées correspondent à des PpO₂ comprises entre 1,5 et 1,8 bar

Prof.	durée de la plongée	duré du palier à 3m	durée palier O ₂ à 3m	durée totale remontée	GPS	Prof.	durée de la plongée	duré palier à 3m	durée du palier O ₂ à 3m	durée totale remontée	GPS
11 m	0h30			1	B	23 m	0h20			2	C
	0h45			1	C		0h40			2	F
	1h15			1	D		1h00			2	H
	2h15			1	F		1h15			2	J
							1h30	8	8	8	K
13 m	0h30			1	C	26 m	0h20			2	D
	0h45			1	D		0h50			2	H
	1h00			1	E		1h00	6	6	8	J
	1h30			1	F						
	2h15			1	H						
16 m	0h30			1	C	27 m	0h20			2	D
	0h45			1	D	28 m	0h30			2	F
	1h00			1	E	29 m	0h40			2	H
	1h15			1	F	0h50	4	4	7	K	
	2h15			1	I						
						30 m	0h30			2	G
19 m	0h35			1	D	0h45	7	6	10	I	
	0h55			1	F						
	1h30			1	I						
	2h15			1	L						





Tables de plongée Nitrox 36 / 64

tables basées sur les MN 80 actualisées, vitesse de remontée 16 à 17 m / mn, sauf palier / surface en 30 secondes.

les profondeurs soulignées correspondent à des PpO₂ comprises entre 1,5 et 1,8 bar

Prof.	durée de la plongée	duré du palier à 3m	durée palier O ₂ à 3m	durée totale remontée	GP3	Prof.	durée de la plongée	duré du palier à 3m	durée palier O ₂ à 3m	durée totale remontée	GP3
9 m	0h30			1	B	24 m	0h20			2	D
	1h15			1	D		0h30			2	F
	2h15			1	F		0h45			2	H
							1h00	5	6	8	J
12 m	0h30			1	C	27 m	0h30			2	F
	1h00			1	E		0h45	1	1	4	J
	1h30			1	F		1h00	13	8	18	L
	2h15			1	H						
14 m	0h30			1	C	29 m	0h30			2	G
	1h00			1	E		0h45	7	6	10	I
	1h45			1	G						
	2h15			1	J	30 m	0h20			2	E
						31 m	0h35	5	6	8	I
17 m	0h35			1	D	32 m	0h45	18	11	19	J
	1h05			1	G	33 m					
	1h30			1	I						
	2h15			1	L	34 m	0h15			2	E
							0h30	8	8	8	H
20 m	0h30			1	E						
	0h45			1	G						
	1h15			1	J						
	1h30	8	8	8	K						



Tables de plongée Nitrox 32 / 68

tables basées sur les MN 90 actualisées, vitesse de remontée 16 à 17 m / mn, sauf palier / surface en 30 secondes.

les profondeurs surlignées correspondent à des PpO₂ comprises entre 1,5 et 1,8 bar

Prof.	durée de la plongée	duré du palier à 3m	durée palier O ₂ à 3m	durée totale remontée	GP3	Prof.	durée de la plongée	duré du palier à 3m	durée palier O ₂ à 3m	durée totale remontée	GP3	
8 m	0h30			1	B	22 m	0h30			2	F	
	1h16			1	D		0h45			2	H	
	2h16			1	F		1h00	6	6	8	J	
							1h16	14	10	17	K	
11 m	0h30			1	C	24 m	0h30			2	F	
	1h00			1	E		0h45	1	1	4	J	
	1h30			1	F		1h00	13	9	18	L	
	2h16			1	H	27 m	0h30			2	G	
					0h45		7	6	10	I		
					1h00		20	14	28	K		
13 m	0h30			1	C	30 m	0h20			2	E	
	1h00			1	E		0h30	2	2	6	H	
	1h46			1	G		0h50	21	14	24	K	
	2h16			1	J		34 m	0h16			2	E
					0h30	8		8	9	H		
					0h50	32		22	36	L		
					36 m	0h15		1	1	4	E	
15 m	0h36			1		D	0h30	9	9	12	I	
	0h56			1		F	0h40	24	18	27	K	
	1h06			1		G	37 m	0h15	1	1	4	E
	1h30			1	I	38 m		0h30	14	10	17	I
					39 m			0h10			3	D
								40 m	0h20	6	6	9
19 m	0h30			1			E					
	0h50			1		G						
	1h00			1	H							
	1h30	8	8	8	K							



Détermination de l'azote résiduel

GPS	0h15	0h30	0h45	1h	1h30	2h	2h30	3h	4h	6h	8h	9h	10h	11h	12h
B	d	d	d	c	c	c	b	b	a	a	a				
C	e	e	e	d	d	d	c	c	b	a	a	a			
D	g	f	f	f	e	d	d	c	c	a	a	a	a		
E	h	g	g	g	f	e	d	d	c	b	a	a	a		
F	i	h	h	g	g	f	e	e	d	b	a	a	a	a	
G	j	i	i	h	g	g	f	e	d	b	a	a	a	a	a
H	k	j	j	i	h	g	g	f	d	c	a	a	a	a	a
I	l	k	j	j	i	h	g	f	e	c	b	a	a	a	a
J	l	l	k	j	i	h	g	g	e	c	b	a	a	a	a
K	n	m	m	k	j	i	h	g	e	c	b	a	a	a	a
L	n	n	m	l	k	i	h	g	f	d	b	a	a	a	a

Toujours vérifier scrupuleusement le % d'oxygène du mélange avant de plonger

Majoration en minutes pour plongée successive

40/60 Prof	36/64 Prof	32/68 Prof	n	m	l	k	j	i	h	g	f	e	d	c	b	a
19	17	15	124	106	93	81	68	57	47	38	29	23	17	11	7	4
23	20	19	91	79	70	62	52	44	37	30	23	18	13	9	6	3
26	24	22	72	63	56	50	42	36	30	24	19	15	11	7	5	2
29	27	24	63	56	50	44	37	32	27	22	17	13	10	7	4	2
30	29	27	56	50	45	40	34	29	24	20	15	12	9	6	4	2
	33	30	49	43	39	34	29	25	21	17	13	11	8	5	3	2
	34	34	43	38	34	30	26	22	19	15	12	10	7	5	3	2
		36	40	35	32	28	24	21	17	14	11	9	7	4	3	1
		38	37	33	29	26	22	19	16	13	10	8	6	4	3	1
		40	33	30	27	24	20	18	15	12	10	8	6	4	2	1



Les ordinateurs Nitrox

- Permettent de programmer le mélange.
- La profondeur affichée est toujours la profondeur réelle.
- Les paliers sont toujours affichés de 3 m en 3 m ou en continu.
- Prise en compte de la toxicité de l'Oxygène (Compteur SNC) ou OTU.
- Prise en compte originale des paliers à l'O₂ par « repérage de l'arrêt respiratoire » sur le bloc nitrox.



Modèles SUUNTO

Suunto	D 9	D 6	VYPER	GEKKO
Modèle de décompression	RGBM	RGBM	RGBM	RGBM
Réglage % O ²	3 mélanges 21 % à 99 %	2 mélanges 21 % à 99 %	21 % à 51 %	21 % à 51 %
Sélection du mélange pendant la plongée	OUI	OUI	NON	NON
Réglage seuil PpO ² %	0,5 à 1,6	0,5 à 1,6	1,2 à 1,6	1,2 à 1,6
CNS %	OUI	OUI	OUI	OUI



Modèles UWATEC

UWATEC	SMART TEC	SMART Z	Aladin TEC 2G	Aladin PRIME
Modèle de décompression	ZH-L8 ADT MB PMG	ZH-L8 ADT MB	ZH-L8 ADT MB PMG	ZH-L8 ADT
Réglage % O ²	3 mélanges 21 % à 100 %	21 % à 100 %	2 mélanges 21 % à 100 %	21 % à 51 %
Sélection du mélange pendant la plongée	OUI	NON	OUI	NON
Réglage seuil PpO ² %	1 à 1,95	1 à 1,95	1 à 1,95	NON
CNS %	OUI	OUI	OUI	OUI



Mise en pratique

- Utilisation, paramétrage de son ordinateur :
 - penser à amener la notice de son ordinateur.
- Présentation du matériel
 - Détendeur
 - Bouteille
- BEFFES le 09/03/2013 (Organisation)

