

**Ce n'est pas parce que les
choses**

sont difficiles que nous n'osons

**pas, c'est parce que nous
n'osons**

pas qu'elles sont difficiles

BIENVENUE A TOUTES ET TOUS

POURQUOI UTILISER DE L'O₂

EN PLONGEE, c'est ce que nous

allons voir.....

**PAS TROUVE DE TITRE ALORS
COMMENCONS....**



Le nitrox c'est quoi ?

- Nitrox vient de la contraction de
 - **NITR**ogen (Azote en anglais)
 - **OX**ygen (Oxygène en anglais)
- Chez les anglo-saxons on l'appelle aussi EAN pour Enriched Air Nitrox
- En général, on appelle nitrox un mélange d'azote et d'oxygène autre que l'air et contenant plus d'oxygène que l'air.

Un mélange identifié **40/60** signifie qu'il contient **40% d'O2** et **60% d'azote**

Les formations nitrox FFESSM

Nitrox simple

- le niveau 1 et 12 ans au moins
- la licence FFESSM en cours de validité et un certificat médical de moins d'un an

Objectifs :

- Utiliser un mélange nitrox avec maximum **40 %** d'oxygène
- Connaître les risques hyperoxique
- Éléments de physique
- Savoir trouver les profondeurs équivalentes
- Le matériel du plongeur nitrox

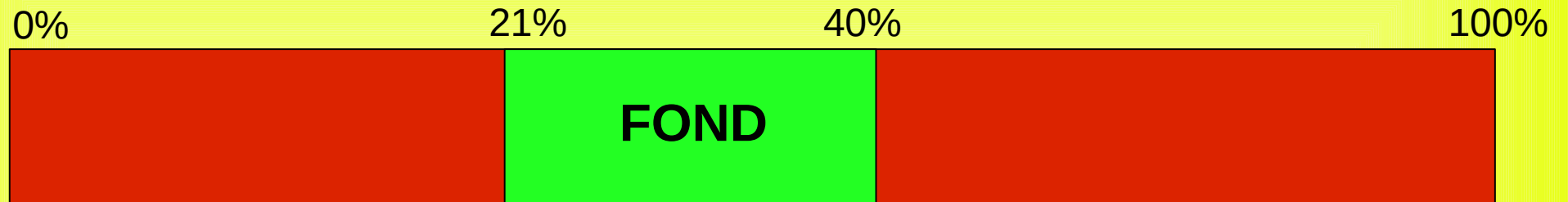
Nitrox confirmé

Il faut être niveau 2 minimum et plongeur nitrox

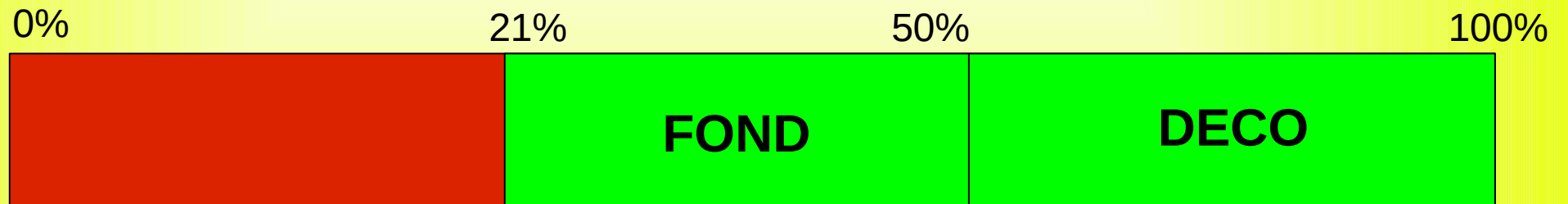
Objectifs :

- Savoir effectuer un palier à l'oxygène pur (**100%**)
- Planifier une plongée au nitrox en fonction du mélange
- Calculer un mélange en fonction de la plongée
- Savoir calculer les indices de toxicité de l'O2
- Savoir utiliser les tables nitrox et les ordinateurs multi mélanges
- La crise hyperoxique, le compteur SNC
- La toxicité pulmonaire UPTD,OTU

Nitrox simple



Nitrox confirmé



Avantages du nitrox

La réduction de la quantité d'azote apporte quelques avantages :

- Durée des paliers diminuée.
- Risque d'accident de désaturation diminué.
- Dilution d'azote moins importante.
- Diminution du risque de narcose.
- Moins de fatigue post plongée.
- Diminution de la consommation d'environ 10%.
- Permet d'augmenter la durée de plongée sans palier.

Inconvénients du nitrox

L'augmentation de la quantité d'oxygène présente quelques inconvénients :

- Pour une même profondeur la pression partielle d'O₂ est plus importante.
- Risque d'accident lié à l'O₂ augmenté.
- La stabilisation doit être maîtrisée.
- Ne permet pas de plonger aussi profond qu'à l'air.
- Configuration plus lourde.
- Demande de l'attention dans la préparation du mélange.
- Matériel adapté à l'O₂.
- Coût plus élevé.

Pression partielle

- La pression partielle d'un gaz est donnée par la formule :

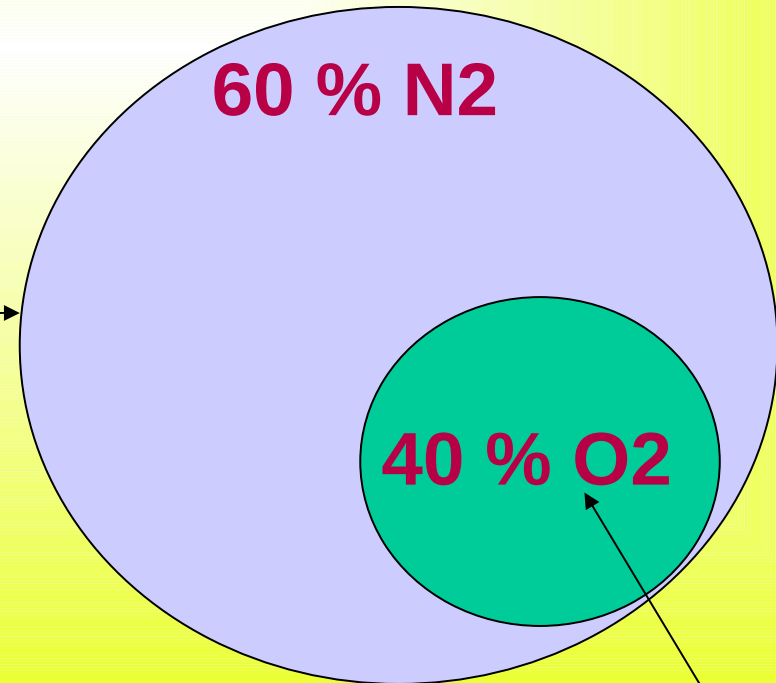
Pp du gaz = Pression absolue X % du gaz

exemple: soit un mélange 40/60 à 30 m

PpO2 = 4 x 0,40 = 1,6 b

PPN2 = 0.6x4 = 2.4 bars

Prof = 30m



PPO2 = 0.4x4 = 1.6 bars

Pression partielle

Tableau des pressions partielles en fonction de la profondeur Pour un nitrox 40/60

Profondeur (m)	absolue (bars)	PP Oxygène Air	PP Oxygène Nitrox 40/60
0	1,00	0,21	0,40
5	1,50	0,32	0,60
10	2,00	0,42	0,80
15	2,50	0,53	1,00
20	3,00	0,63	1,20
25	3,50	0,74	1,40
30	4,00	0,84	1,60
35	4,50	0,95	1,80
40	5,00	1,05	2,00
45	5,50	1,16	2,20
50	6,00	1,26	2,40
55	6,50	1,37	2,60
60	7,00	1,47	2,80
65	7,50	1,58	3,00

Seuil PpO₂
maxi en France

Danger
PPO₂ > 1,6 b

Risques

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

Nous devons nous assurer en fonction du mélange utilisé à ne pas dépasser une profondeur maxi ou plancher

Profondeur plancher ou limite(MOD)

- Pour calculer la profondeur limite nous allons chercher la pression absolue qui correspond à cette profondeur.

$$\mathbf{Pabs = PpO2 / \%O2}$$

exemple : profondeur limite pour un 40/60

$$\mathbf{Pabs = 1,6 / 0,4 = 4b \text{ soit } 30 \text{ m}}$$

1,6 étant le seuil maxi de toxicité de l'O2 en France
1,4 dans certains pays , Egypte....

Quelques valeurs

Quelques profondeurs limites à connaître

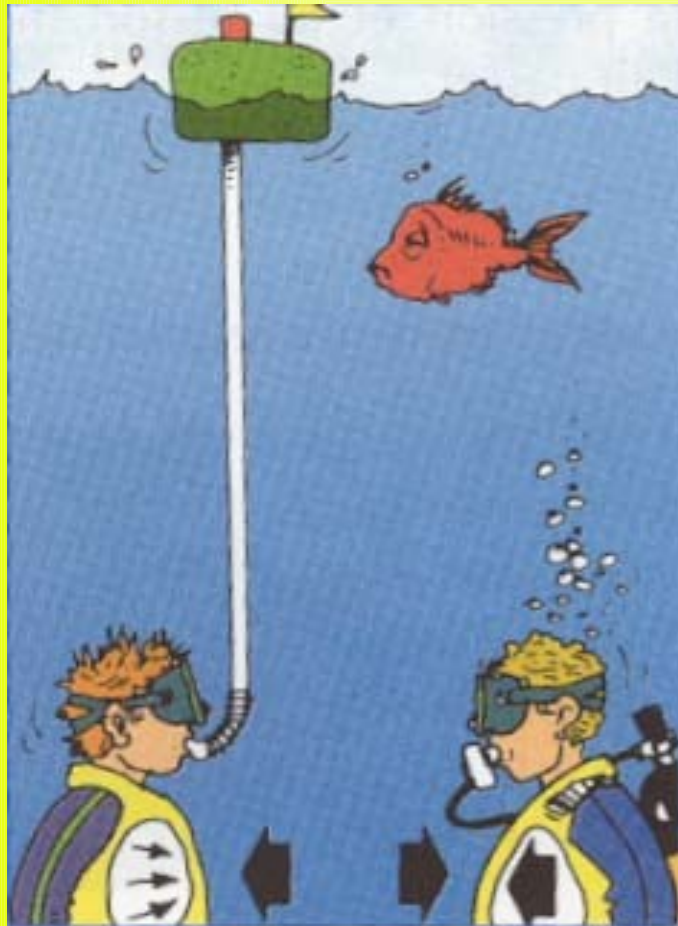


PPO2 Maxi	NITROX 40/60	NITROX 36/64	NITROX 32/68
1,6 bars	30m	34m	40m

Quelques durées maxi d'exposition

PPO2 maxi	durée max/plongée	durée max/ jour
1,6 bars	45 min	150 min

Quelques valeurs



Profondeurs plancher nitrox			
% O ₂	PPO ₂ max		
	1,4 bar	1,5 bar	1,6 bar
30%	36 m	40 m	43 m
32%	33 m	36 m	40 m
34%	31 m	34 m	37 m
36%	28 m	31 m	34 m
38%	26 m	29 m	32 m
40%	25 m	27 m	30 m

Utilisation des tables



Profondeur équivalente

Elle permet d'utiliser les tables à l'air avec un mélange nitrox

C'est la profondeur au nitrox pour laquelle , **à l'air** nous aurions la même pression partielle **d'azote**

Comment ?:

Calculer la pression absolue équivalente:

En déduire la profondeur équivalente

Profondeur équivalente

Exemple :

Plongée à 30 m de profondeur réelle

Utilisation d'un nitrox 40/60, soit **60% de N2**

Pression abs équivalente =

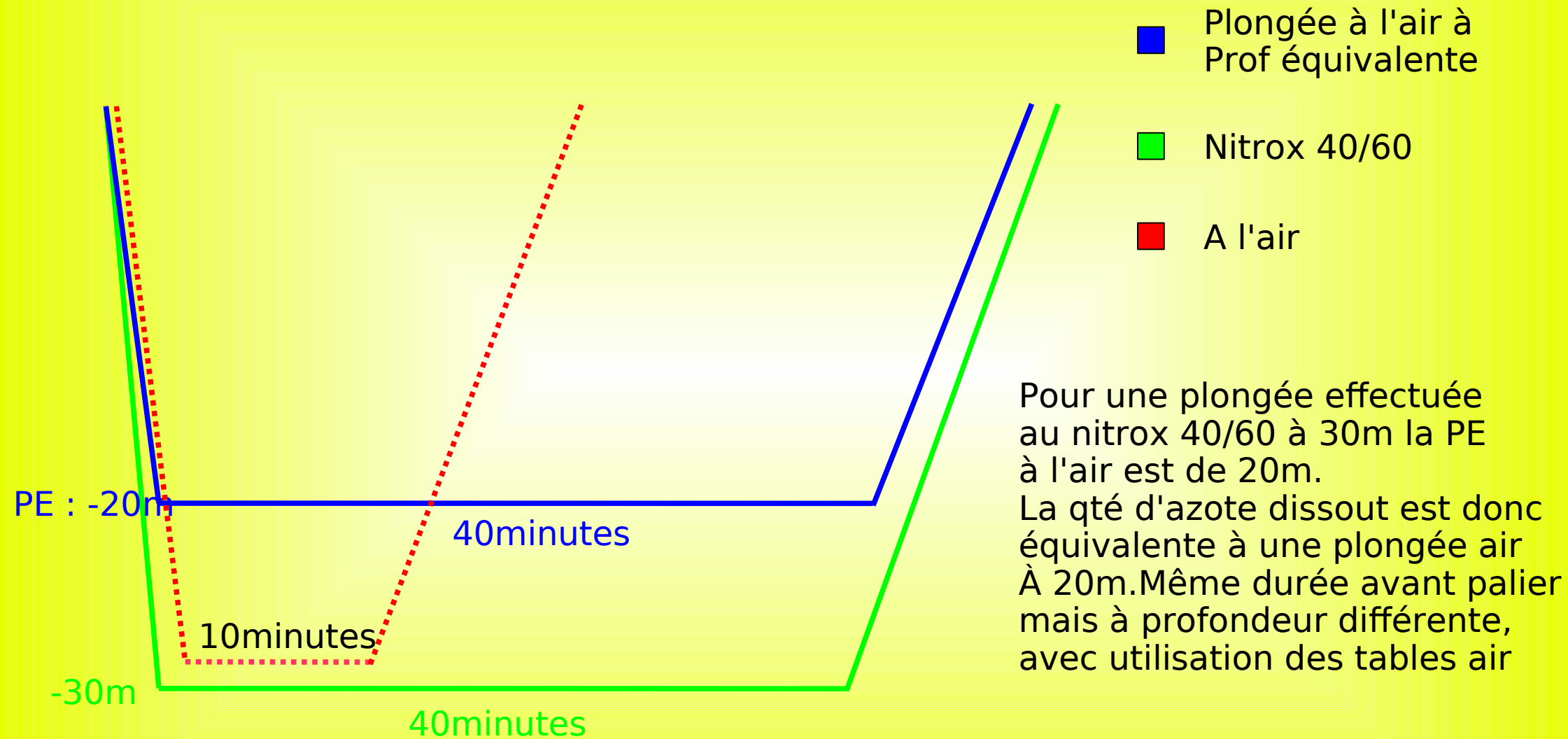
Pression abs réelle x %N2 nitrox / % N2 air

$$PE = 4 \times 60/79 = 3 \text{ bars}$$

Profondeur équivalente = 20 m

Les tables air seront utilisées avec la profondeur **de 20m**

Profondeur équivalente



Hé Bruno

t'es battu !!!!

Ti tiens pas

dans le Zod!!



Toxicité de l'oxygène

L'oxygène devient toxique s'il dépasse le seuil fixé(1,6k au delà des troubles peuvent apparaître

Neurologiques : **la crise hyperoxique**
« **effet Paul Bert**(physicien) »

Pulmonaires : **atteinte pulmonaire**
« **effet Lorrain Schmit** »

L'hyperoxie



Conditions d'apparition :

- $PpO_2 > 1,6$ b
- Durée d'exposition à des PpO_2 trop importantes

Signes annonciateurs

Convulsion

Rythme cardiaque s'accroît,

Nausées

Vertiges

Crampes

Troubles visuel, auditif

Euphorie

L'hyperoxie

Les 3 phases de la crise :

1- Phase tonique (1')

- Contractions généralisées associées à de l'apnée

2 - Phase clonique (2 à 3)

- Convulsions, morsures de la langue, perte d'urine

3 - Phase résolutive (10')

- Dépression, retour progressif à la normale, confusion



L'hyperoxie: conduite à tenir

Durant la **phase tonique**, l'agitation du plongeur peut être dangereuse pour le sauveteur

Une surpression pulmonaire peut survenir(blocage respiration)

- ne rien faire surtout pas remonter, attendre fin crise tonique.

- Maintient de l'embout en bouche

Puis dès que l'excité est calmé, le remonter en maintenant embout en bouche et l'évacuer

Il s'agit d'une urgence.

L'hyperoxie: prévention

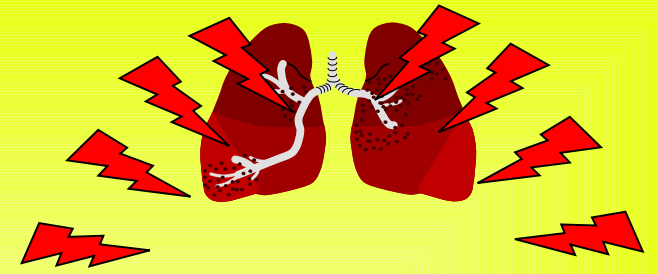
Respecter scrupuleusement la profondeur maxi permise

(ne pas dépasser le seuil maxi de PpO_2)

Diminuer sa durée de plongée en cas de froid.

Calculer avant les durées d'exposition à l' O_2 . (voir pages compteur SNC)

L'effet Lorrain schmit



Irritation pulmonaire due à une utilisation prolongée d'O₂,

Longues expositions de plusieurs heures à $PpO_2 > 0,5b$

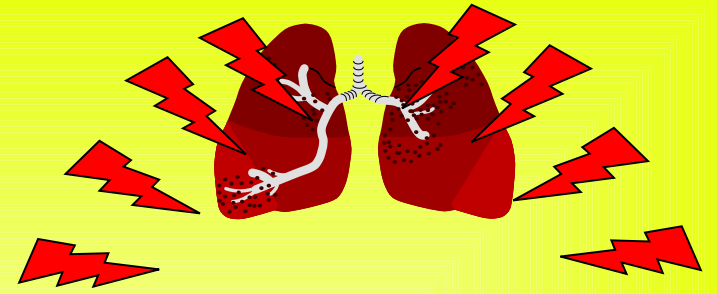
Disparaît si $PpO_2 < 0,5b$

Ne concerne pas les plongeurs à l'air

Attention à :

- L'hyperbarie
- Le nitrox
- Les paliers à l'O₂ pur

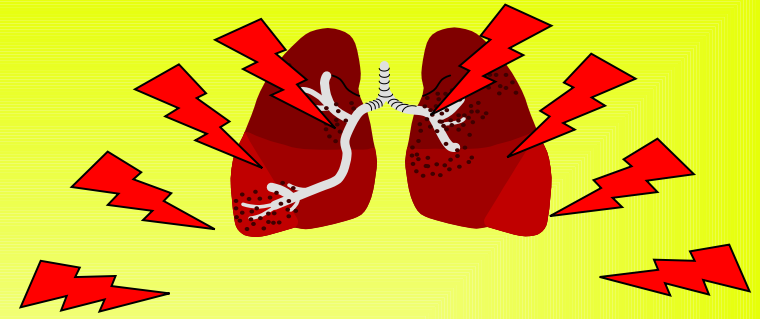
L'effet Lorrain schmit



Quels sont les signes ?:

- Toux qui augmente avec le temps
- Oedème pulmonaire
- Broncho pneumonie réversible

L'effet Lorrain schmit



Quel est la prévention?:

Limiter la durée de plongée à 2 heures maximum

Paliers à l'oxygène pur

Pourquoi ?:

Meilleure désaturation ----> sécurité

Réduction des durées de paliers de 1/3
(si ≥ 5 ' sinon 5 ' incompressibles)

- 1 ' $\rightarrow$ 5 ' à l'O₂
 - 6' $\rightarrow$ 5' à l'O₂
 - 7' $\rightarrow$ 5 ' à l'O₂
 - 18' $\rightarrow$ 12 ' à l'O₂
- etc

Paliers compris entre 3 et 6 m ($P_{pO_2} = 1,6b$)

Paliers à l'oxygène pur

Cette réduction n'intervient que si et seulement si la durée des paliers à l'O₂ calculée est supérieure ou égale à 5 minutes

Effectuer ses paliers à l'O₂ ne modifie pas le GPS

L'équipement au nitrox

Blocs spécifiques

- o Gonflage par un spécialiste
- o Etiquetage Nitrox
- o Contrôle des % avant chaque plongée



Détendeurs spécifiques

- o compatible Oxygène
- o nettoyage qualifié Oxygène
- o Nettoyage O2 obligatoire après utilisation à l'air

Dégraissage Ultra-sons, Fréon
+ graisse Krytox

En Pony





Planification des plongées

Organisation de la palanquée

Détermination du site et des paramètres

(Profondeur, PpO₂, durée au fond, type plongée)

Choix du Nitrox et validation des paramètres

Contrôle du mélange dans les blocs

Détermination de la Profondeur Limite (MOD)

Choix de la procédure de décompression: tables ou ordi
Air ou Nitrox

Procédures

Vérifier personnellement le % d'oxygène de son bloc

Faire personnellement l'analyse de son mélange

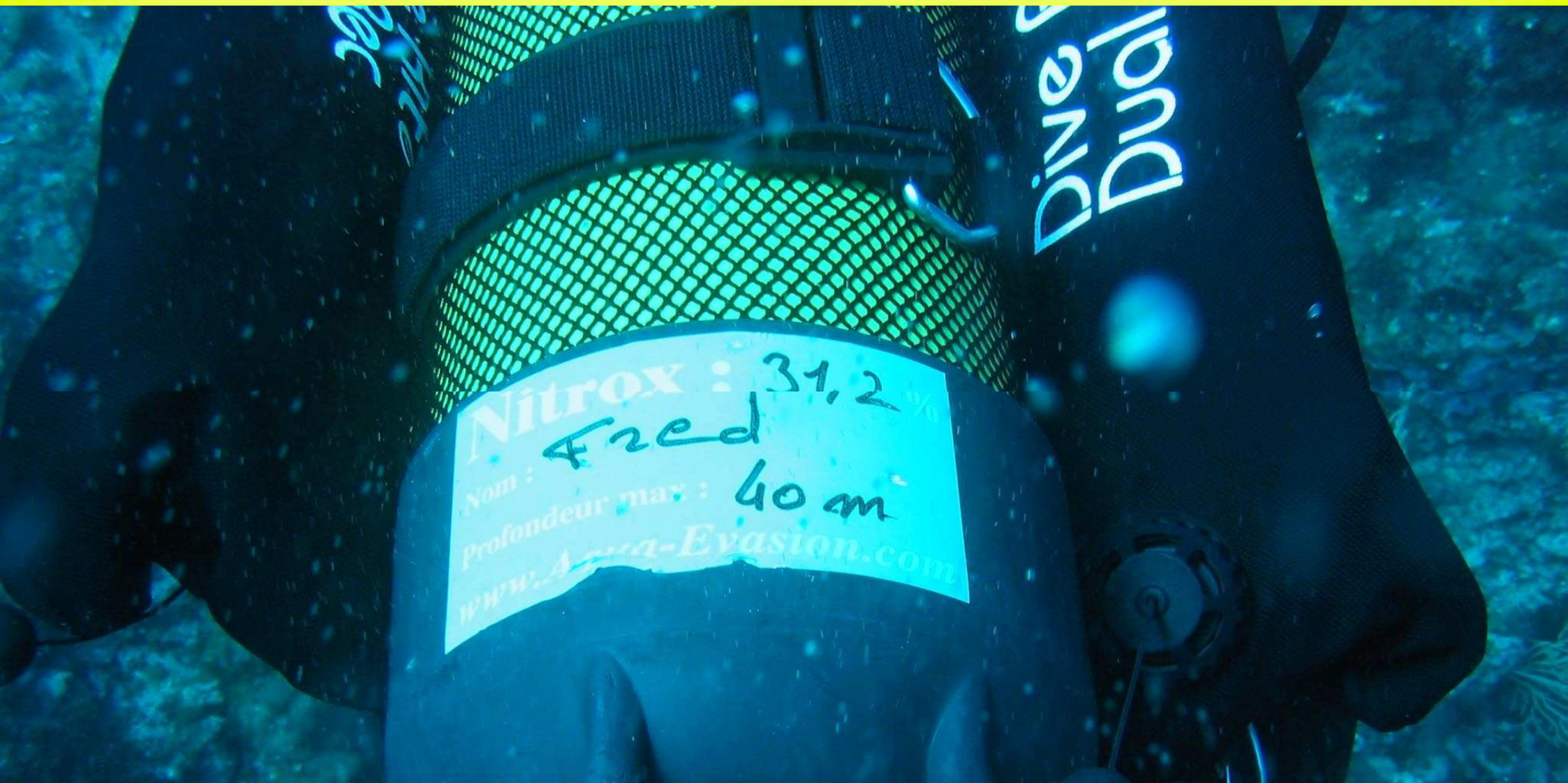
Notez :- Sur un registre- Sur le bloc

- Date
- Nom
- %O₂ mesuré
- Profondeur plancher

Mesure du mélange



% de nitrox et profondeur maxi



Le nom et la date

Euh !! ben pause café.....



Le compteur SNC

Quésako ?

Dépassement de la PpO₂ de 1,6 b et temps d'exposition trop long à des PpO₂ élevés

Pour protéger de la **crise hyperoxique**

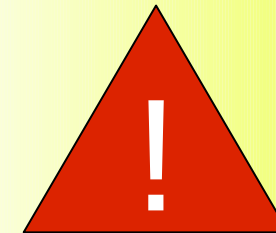
La NOAA (National Organisation Atmosphérique Administration) (agence américaine étudie Ocean et atmosphère)

Préconise l'utilisation d'un compteur qui cumule les effet de l'O₂ sur le système nerveux humain le **SNC**
Ou **horloge SNC**

Le compteur SNC

Avec une $PpO_2 = 1,6$ bar nous ne devons pas passer plus de 45 minutes.
A cette limite, le compteur du Système Neurologique Central ou SNC atteint une toxicité neurologique de 100 %

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION PRESSIONS PARTIELLES D'OXYGENE ET DUREES LIMITE D'EXPOSITION POUR DES PLONGEES AU NITROX		
ATA	Simple exposition (mn)	Durée maximale d'exposition pendant 24 h (mn)
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



La crise hyperoxique peut survenir

Durée exposition maximale par 24 heures à condition de respecter 2 heures d'intervalle entre 2 plongées

Le compteur SNC

Exemples:

le matin une plongée à 30m avec du nitrox 32% pendant 40 minutes

$PpO_2 = 4 \times 0,32 = 1,28 \text{ b} \rightarrow$ prendre 1,3 b dans la table
À 180 minutes maxi

L'après midi une plongée à 20m avec du nitrox 40%
Pendant 60 minutes

$PpO_2 = 3 \times 0,4 = 1,2 \text{ b} \rightarrow$ prendre 1,3 b dans la table
pour la journée limite à 210 minutes

Le compteur SNC

La durée maximale de plongée convient bien pour des mélanges inférieurs à 50% d'O₂ mais est mal adaptée A des déco avec mélange > 50 % ou des plongées à multi niveaux

Il existe donc le concept “**SNC clock**” qui permet de calculer Le SNC en multipliant le temps passé à une PpO₂ donnée par La PpO₂ accumulée par minute passée à la PpO₂

La quantité cumulée doit être inférieure à 100%(NOAA)

Les doses peuvent être calculées par tranche de profondeur

Le compteur “SNC clock”

Exemple : plongeur en immersion par 30m avec un nitrox 32% pendant 30 '.A la fin de la plongée 5' avec de l'O2 80% à 3 m

A 30 m PpO2 = 4 x 0,32 = 1,28b

Il reste 30' - 5' exposé à PpO2 de 1,28b

Soit un SNC de 25 ' x 0,56 = 14%

A 3 m → PpO2 = 1,3 x 80% = 1,04b

Prendre dans tableau = 0,48

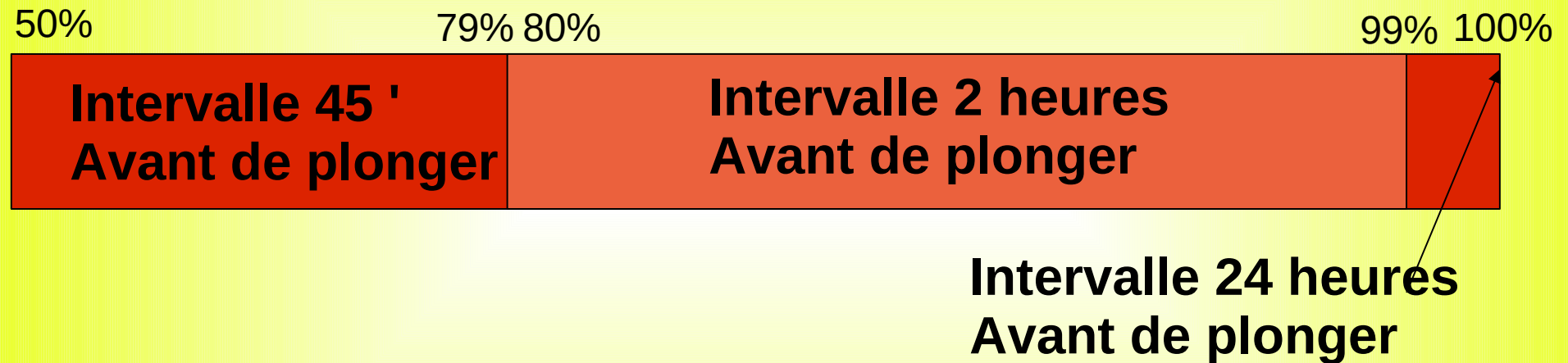
Soit un SNC de 5' x 0,48 = 2,4%

Donc SNC total = 14 + 2,4= arrondi à 17%

PPO2(bars) normales	0,6	0,8	1	1,2	1,3	1,4
% par minute	0,14	0,22	0,33	0,48	0,56	0,65
PPO2(bars) normales	1,5	1,6	1,7			
% par minute	0,83	2,22	2,86			

Le compteur SNC

Si au cours d'une ou plusieurs plongées le SNC atteint



En surface en respirant de l'air le SNC diminue de moitié toutes les 1h30.

Pour une successive le plongeur part avec un % de SNC du à la première, il s'agit d'une majoration du SNC

La toxicité pulmonaire : UPTD ou OTU

Pour estimer les doses admissibles par l'organisme ,des unités de mesure ont été créées les : **UPTD**
(**U**nit of **P**ulmonary **T**oxic **D**ose

Il s'agit de la dose toxique pulmonaire sous O2
à **1 bar durant 1 minute.**

Sur certains ordinateurs il est utilisé les **OTU**
(**O**xygen **U**nit **T**oxic

OTU par minute d'immersion

PPO2 maxi Atteinte	O.T.U	PPO2 maxi Atteinte	O.T.U
0,5	0,0	1,35	1,55
0,6	0,27	1,40	1,63
0,7	0,47	1,45	1,70
0,8	0,65	1,5	1,78
0,9	0,83	1,55	1,85
1	1	1,6	1,92
1,1	1,16		
1,2	1,32		
1,25	1,40		
1,3	1,48		

Exemple :

Plongée à 25m pendant 40 ' avec nitrox 32%.

$$PpO2 = 3,5 \times 0,32 = 1,12 \text{ b}$$

Sur la table prendre 1,2
Ce qui donne 1,32 OTU par minute soit au total

$$50 ' \times 1,32 = 66 \text{ OTU}$$

Le maximum admis est :

625 OTU ou UPTD / jour

Quoi utiliser ?

Entre les OTU , le SNC que choisir ?

Et bien c'est simple

-Pour la plongée loisir les doses UPTD ou OTU ne sont
Pratiquement jamais atteinte.

Donc en fonction de votre plongée se poser la question
du SNC dans le cas de plongée proche de la profondeur
plancher et durant les déco à l'O₂ pur.

Ordinateurs nitrox

Ceux-ci affichent la profondeur réelle.

Paramétrage avant la plongée:

- seuil PpO_2 : de 1,2 à 1,6 b
- % O_2 du mélange
- > l'ordi affiche alors la profondeur plancher

Pendant la plongée:

- Alarmes si Pression plancher atteinte
- Affichage %SNC et parfois OTU

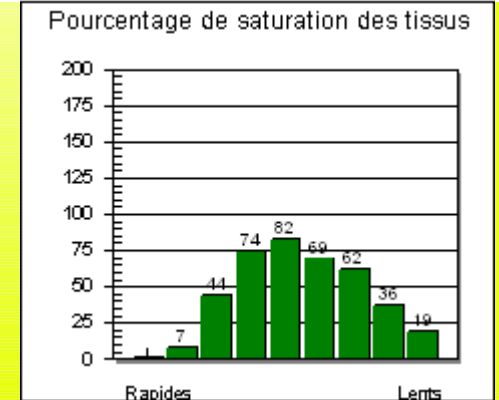
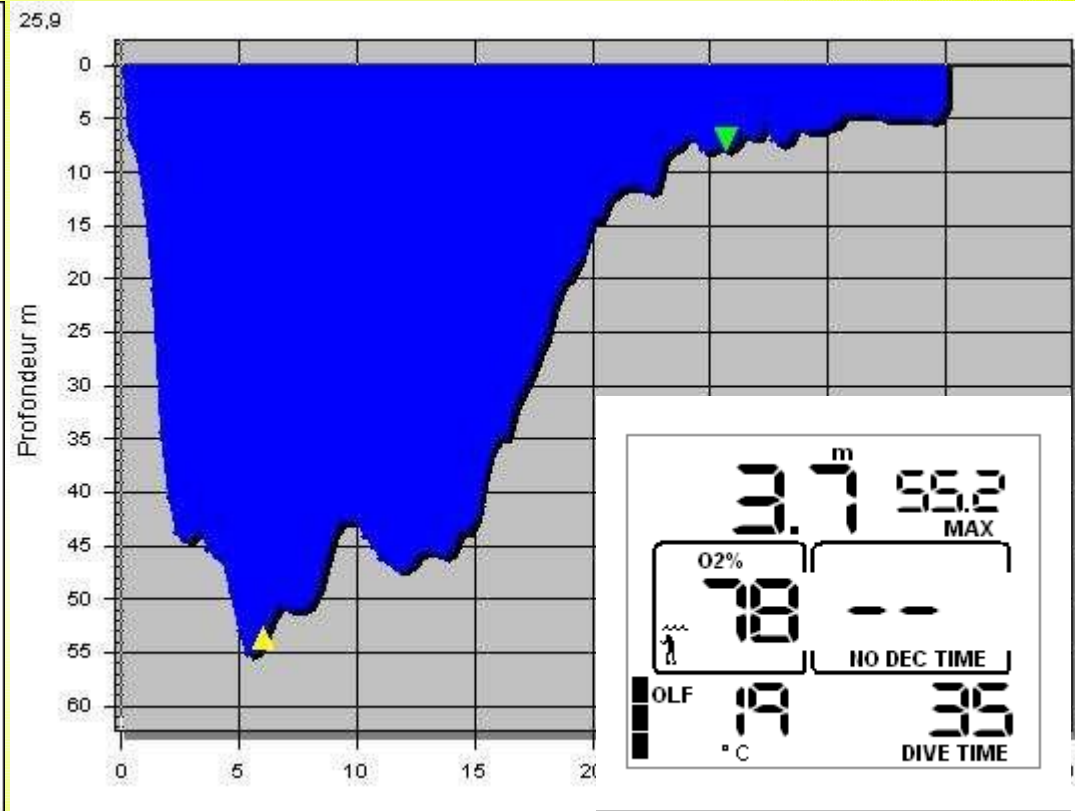
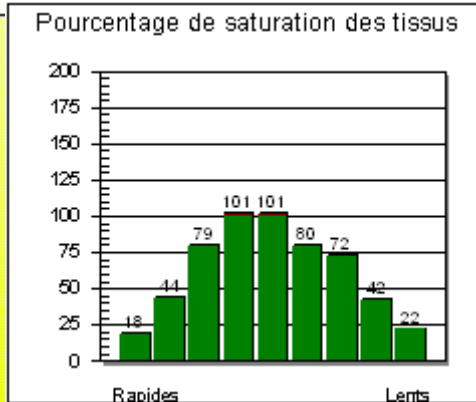
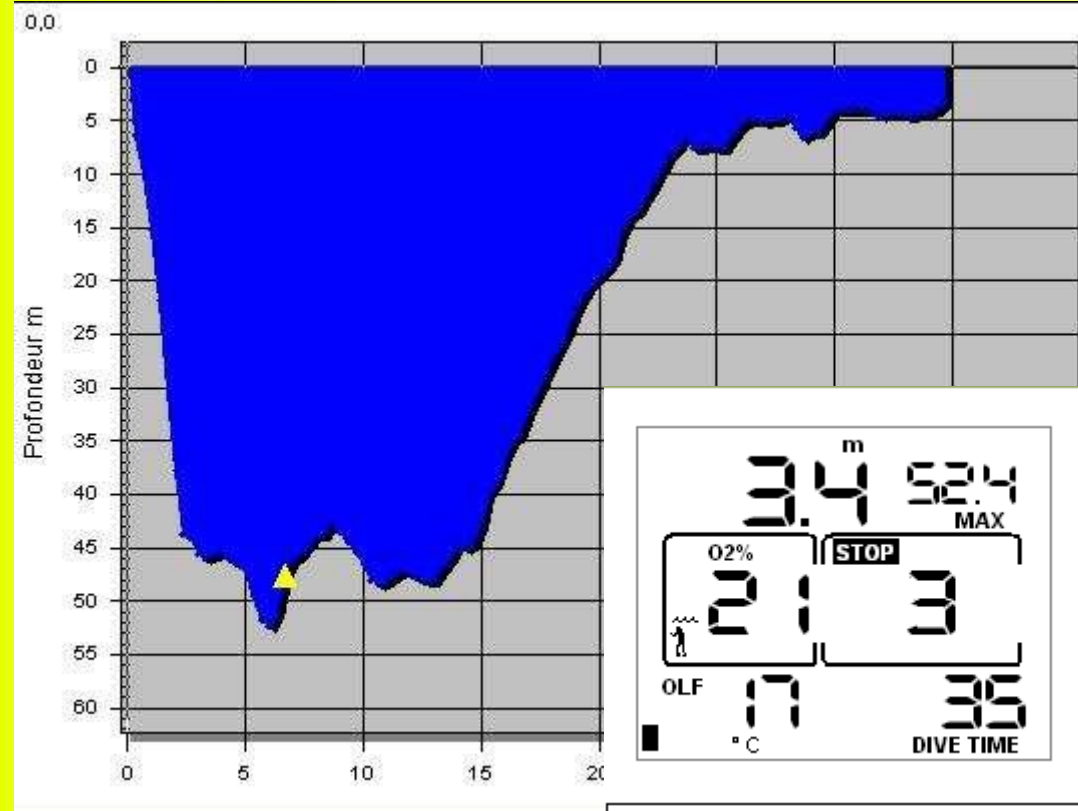
Après la plongée :

- Affichage %SNC

Ordinateurs nitrox

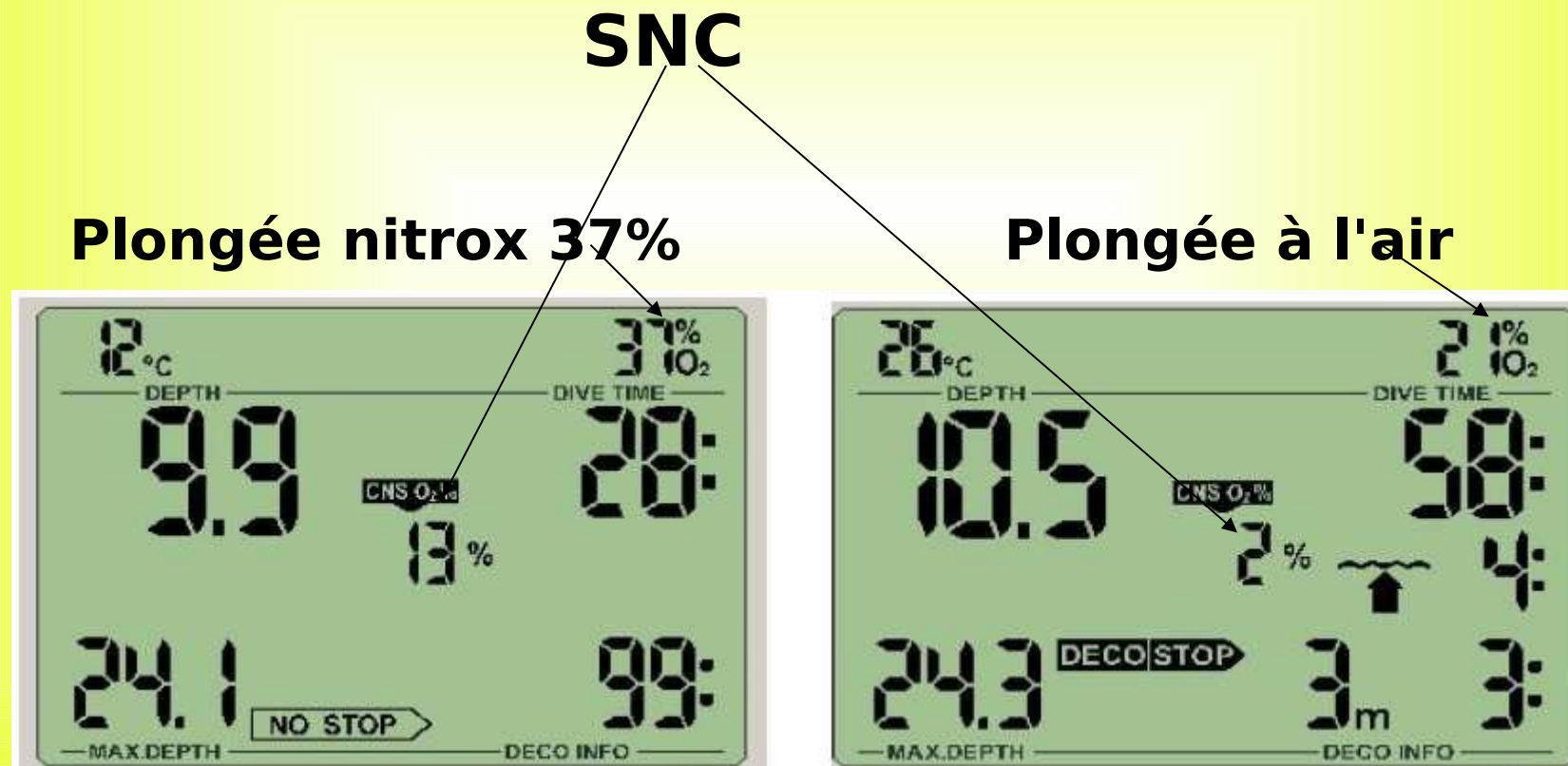
Plongée à l'air

Plongée à l'air, Déco au nitrox 78% O₂



Ordinateurs nitrox

Prise en compte du SNC par les ordinateurs



Dans la pratique : rappels

Phase de préparation plus importante

Analyser son mélange avec un analyseur O₂

Identifier sur son bloc et sur le registre le %O₂, la profondeur plancher, la date, le nom

Utiliser du matériel compatible nitrox

Dans le cas de déco O₂ 100% attention au SNC et pas de paliers en dessous de 6m !!

Trimblez ou pas votre pony (pas poney ...)et bonnes plongées.....

Que dit la législation : matériel

Pour une utilisation avec un NITROX jusqu'à 40 % d'oxygène le matériel "AIR" peut être utilisé conformément au code du sport (disposition réglementaire).

Pour une utilisation avec un NITROX supérieur à 40 % d'oxygène

1-Depuis novembre 2008 : NF EN 144-3 et EN 13949 (CE) la bouteille est marquée "NITROX" ou "OXYGENE" ou "AIR OXYGENE" et dispose d'une robinetterie munie d'une connexion M 26 x 200, elle est conforme à la norme EN 144-3 et à la réglementation.

2-Robinet ancien modèle (M25) : cas des blocs "NITROX" avant nov 2008 elle demeure conforme à la réglementation. Elle pourra donc continuer d'être utilisée par un particulier ou mise à disposition par une structure.

Dans la pratique : rappels

Vous pouvez plonger au nitrox avec les tables air ou un ordinateur programmé air.

Cela va dans le sens de la sécurité

Toujours penser à calculer la profondeur plancher ou la trouver à partir d'un tableau prédéfini

bonnes plongées.....

Un peu de concret

Techniques déco à l'O2 :

Au narguilé sous le bateau

- surtout utilisé pour l'O2 pur
- simple à mettre en oeuvre
- autonomie inportante
- respect profondeur simple

Au pendeur

- indépendance par rapport au bateau
- soulage nos lombaires
- respect profondeur simple

Emporté avec soi

- indépendant du bateau
- plongée dérivante

mais : oblige à trimbaler le bloc, confort amoindri

mais : oblige un respect totale de la profondeur, parachute

Et puis la suite dans l'eau

Besoins :

Equilibrage maîtrisé

4 plongées en milieu naturel avec déco O2



FIN

Ah j'oubliais voici le titre.....

LE BRUNOX



</opt/video/avi/requinbaleine.mov>