



# LE PLONGEUR NITROX

CLUB SUBAQUATIQUE ISLOIS

# Avertissement !

Ces transparents ne sont que le rappel des points-clés d'une formation dispensée au Club Subaquatique de l'Isle sur la Sorgue.

Ils ne se suffisent pas à eux-mêmes.

Seule une formation pratique et théorique peut faire de vous un plongeur NITROX capable de plonger en toute sécurité et avec plaisir, avec un mélange suroxygéné.

# Qu'est que le NITROX ?

C'est un mélange de deux gaz:

- L'azote noté N<sub>2</sub>
- L'oxygène noté O<sub>2</sub>

L'air est un NITROX 20/80

- 20 % d'O<sub>2</sub>
- 80% de N<sub>2</sub>

# Prérogatives

- Définies par l'arrêté du 9 juillet 2004, en correspondance avec le niveau de plongeur air
- Utilisation du mélange NITROX le plus approprié avec un maximum de 40 % d'O<sub>2</sub>

# Conditions de candidature

- Etre titulaire de la licence FFESSM en cours de validité
- Etre âgé d'au moins 14 ans le jour de la délivrance
- Etre titulaire du niveau 1 (ou diplôme admis en équivalence)
- Attester un minimum de 10 plongées dans la zone des 20 m
- Présenter le carnet de plongées
- Etre en possession d'un certificat médical de non contre indication à la pratique de la plongée sous-marine depuis moins d'un an, délivré par un médecin fédéral, de la plongée, hyperbare ou titulaire d'un C.E.S de médecine du sport

# La formation

- Théorique (en deux cours)
- Pratique (au cours d'un nombre suffisant de plongées en mer dépendant du niveau du plongeur, 2 au minimum)



# Les compétences théoriques

- Connaître les avantages et les inconvénients du NITROX
- Connaître ses prérogatives et la réglementation applicable au NITROX
- Connaître les risques liés à la respiration du NITROX et les moyens de les éviter

# Les compétences pratiques

- Choisir son mélange en fonction de la profondeur prévue
- Mesurer le % d'O<sub>2</sub> dans sa bouteille
- Etiqueter correctement son matériel
- Gérer sa décompression (sauf niveaux I)
- Maîtriser parfaitement sa stabilisation  
(Vérification ou enseignement)



# Qu'est qu'une plongée technique NITROX au C.S.I.?

C'est une plongée au cours de laquelle, l'élève :

- analyse son mélange (au local et avant de plonger)
- étiquette sa bouteille
- se stabilise correctement à différentes profondeurs
- gère sa décompression (maîtriser deux façons : PAE et tables nitrox) sauf niveaux I

Une plongée technique « Nitrox » se réalise avec un nitrox compris entre 32 et 40 %

# Avantages et inconvénients du Nitrox

# Les avantages ou intérêts

- Augmentation de la courbe de sécurité
- Moindre saturation à l'azote (si on utilise les tables air )
- Diminution des paliers éventuels si on utilise des tables « NITROX »
- Diminution de la majoration en cas de plongées successives
- Limite la narcose
- Moins de fatigue après la plongée
- Diminution de la consommation (environ 20%)

# Les inconvénients

- Limite la profondeur des plongées
- Nécessite le respect strict de la profondeur plancher
- Organisation et planification des plongées plus strictes
- Utilisation de matériel spécifique
- Fabrication du mélange plus rigoureuse
- Surcoût du prix du gonflage

# La réglementation de la plongée au Nitrox

Définie par l'arrêté du 9 juillet 2004  
qui réglemente la plongée bouteille aux mélanges  
autres que l'air



# Limite d'utilisation des mélanges

- La pression partielle maximale d'O<sub>2</sub> respirée par le plongeur NITROX est limitée à 1,6 bar
  - La profondeur maximale d'utilisation (profondeur plancher) est calculée en fonction de la pression partielle d'O<sub>2</sub>\* définie ci-dessus
- \* ***Pression partielle d'O<sub>2</sub> (PpO<sub>2</sub>): Pression de l'oxygène respirée par le plongeur***



# Définition d'une palanquée NITROX

Plusieurs plongeurs qui effectuent ensemble une plongée présentant les mêmes paramètres de durée, profondeur et trajet et dont l'un d'entre eux, au moins, respire un mélange NITROX, au fond ou durant la décompression, constituent une palanquée NITROX.

# Espaces et conditions d'évolution

- Pour les plongeurs NITROX, les espaces et conditions d'évolution restent identiques à ceux fixés par l'arrêté du 22 juin 1998 modifié et leurs prérogatives déterminées par leur niveau de plongeur air.

# Le directeur de plongée

**En milieu naturel et artificiel, il est E3 minimum (MF1 ou BEES 1) + Plongeur NITROX confirmé**

- Pour l'enseignement et l'exploration dans la zone de 0 à 40 mètres.
- Pour l'exploration au delà de 40 mètres (dans les limites de toxicité du mélange respiré)

# Le directeur de plongée (suite)

- Il est présent sur le site, organise l'activité, est responsable de la plongée et en fixe les caractéristiques
- Il assure l'application des règles définies par le présent arrêté.
- Il adapte les paramètres de plongée en fonction des résultats des vérifications des mélanges des plongeurs concernés

# Le guide de planquée (en milieu naturel et artificiel)

- Il est niveau 4 minimum + NITROX confirmé en EXPLORATION.
- Il est E3 minimum + NITROX confirmé en ENSEIGNEMENT.
- En enseignement et exploration, il est autorisé à plonger « NITROX » dans une palanquée «air» à condition de pouvoir intervenir à tout moment et en toute sécurité.



# Le plongeur en autonomie

- Les plongeurs majeurs de niveau 2 minimum, titulaires de la qualification **nitrox** sont autorisés à plonger en autonomie entre eux dans l'espace médian sur autorisation du directeur de plongée.
- En l'absence de directeur de plongée, les plongeurs niveau 3 minimum titulaires de la qualification **nitrox** peuvent plonger en autonomie entre eux et choisir le lieu, l'organisation et les paramètres de leur plongée.



# Analyse des mélanges

*L'utilisateur analyse personnellement son mélange et complète les informations portées sur la bouteille par le gonfleur. Il inscrit :*

- Le résultat de l'analyse d'O<sub>2</sub> réalisée par ses soins
- La profondeur maximale d'utilisation
- La date de l'analyse
- Son nom ou ses initiales



# Connaître les effets du Nitrox sur le corps humain

# Les risques liés à la respiration d'oxygène

L'oxygène est indispensable à la vie mais trop peu ou trop d'oxygène peut avoir des conséquences fatales sur le plongeur.

Les accidents chimiques dus à l'oxygène sont de trois types, mais un seul nous concerne en plongée sportive Nitrox :

- L'effet Paul Bert : Atteinte neurologique due à une hyperoxie importante.

Les deux autres sont :

- L'effet Lorrain-Smith : Atteinte pulmonaire due à une hyperoxie plus faible mais prolongée,
- L'hypoxie, impossible en circuit ouvert.

# La neurotoxicité

La toxicité sur le système nerveux central (SNC) aussi appelée effet Paul Bert constitue le risque majeur de la plongée au Nitrox.

Cet accident est la conséquence d'un dépassement, pour un mélange donné, soit de la profondeur plancher soit de la durée maximale admise, soit des deux.

La «dose» d'oxygène reçue par le système nerveux central est trop importante, il s'agit d'une hyperoxie aiguë.

## *Symptômes*

- troubles visuels (vision double, réduction champ visuel, effet de tunnel)
- troubles auditifs : bourdonnements
- vertiges, nausées
- contractions musculaires, en particulier des lèvres
- troubles d'anxiété
- crises convulsives type épilepsie



# La neurotoxicité

## *Conduite à tenir*

- éviter la perte d'embout
- éviter de remonter l'accidenté lorsqu'il est en contraction généralisée et en apnée (risque de SP)
- éviter la morsure de la langue
- maintenir la tête en extension
- si nécessaire, réanimation en surface et évacuation vers un caisson.

## *Prévention*

- respecter les profondeurs maximum d'évolution (1.6 bar de PpO<sub>2</sub>)
- respecter les durées d'exposition préconisées : 45 minutes pour une plongée à 1,6 bar de PpO<sub>2</sub> .
- reconnaître les éventuels signes annonciateurs



# Comment surveiller sa «dose» d'oxygène dans le corps



# Surveiller l'effet Paul Bert

Dans les années 70, la NOAA (administration américaine de la météo et de la Marine) a développé des tables donnant le temps maximum d'exposition à une pression partielle d'oxygène donnée ( $PpO_2$ ).

Ainsi, pour une  $PpO_2$  de 1.6 bar, je peux plonger :

- *45 minutes* maximum au cours d'une plongée simple.  
Ceci représente une plongée de 45 minutes à 30 mètres avec un NITROX 40. Ceci n'est possible qu'avec un bi-bouteille).
- *2h30* au maximum au cours d'une journée de plongée.

# Le compteur SNC

- Le compteur SNC (pour Système Nerveux Central) permet de surveiller sa «dose» d'oxygène dans le système nerveux.
- Pour une PpO<sub>2</sub> donnée, c'est le rapport entre le temps de plongée réalisé et la durée d'exposition maximale autorisée par la table NOAA.
  - Exemple : je plonge 20 minutes à 30 m avec un Nitrox 40.  
Mon compteur SNC est de 20/45 soit 44 % (de la dose maximale admissible)
- Cet indicateur est utilisé dans les ordinateurs de plongée Nitrox.

# Prévoir sa plongée

# Choisir le mélange le plus approprié

En fonction de la profondeur maximale prévue et pour avoir la plus forte PPO2 possible (1,6 bar), ce qui me permet de saturer au minimum.

Profondeur MAXI	NITROX
47 m	28/72
40 m	32/68
34 m	36/64
30 m	40/60

# Déterminer le NITROX le plus approprié à ma plongée

Je dois déterminer le pourcentage d'O<sub>2</sub> dans mon mélange NITROX.

Je cherche à plonger avec le mélange le plus riche possible pour une profondeur donnée pour profiter pleinement des avantages du NITROX.

On la calcule de la manière suivante :

$$\% O_2 = \frac{1.6 \text{ bar} * 100}{\text{Pabs prof maxi}}$$

Exemple :

Je dois plonger sur une épave à 32 mètres.

A 32 m, la pression absolue est de 4,2 bar.

$$\% O_2 = \frac{1,6 * 100}{4,2}$$

$$\% O_2 = 38,09$$



# Déterminer la profondeur maximale d'évolution

La profondeur maximale est la profondeur où la PpO<sub>2</sub> atteint la valeur de 1,6 bar.

$$\text{prof maxi} = 10 * [(1,6 \text{ bar} / \% \text{O}_2) - 1]$$

Si je plonge avec un NITROX 40/60,  
prof maxi =  $10 * [(1,6 \text{ bars} / 0,40) - 1]$   
soit 30 mètres.

***Je ne dois donc en aucun cas dépasser la profondeur de 30 mètres au cours de la plongée. Il s'agit d'une profondeur plancher.***

***Ma stabilisation doit être parfaitement maîtrisée.***

# Connaître ma courbe de sécurité

NITROX	Profondeur maximale	Profondeur équivalente	Temps sans palier
28/72	47 m	42 m	5 min
32/68	40 m	35 m	10 min
36/64	34 m	26 m	15 min
40/60	30 m	21 m	35 min



# Gérer sa décompression en plongée Nitrox

# Comprendre la plongée au NITROX

Jusqu'ici, nous avons parlé presque exclusivement d'oxygène qui constitue le principal danger du NITROX.

Son principal intérêt réside dans le fait que c'est un mélange *appauvri* en azote. En effet, l'azote s'accumule dans le corps au cours de la plongée nous obligeant parfois à faire des paliers pour l'évacuer.

Par conséquent, respirer un NITROX signifie que notre corps sera moins saturé en azote.

# Comprendre la plongée au NITROX

La plongée au NITROX va donc permettre :

- *soit d'améliorer ma sécurité* si j'effectue les mêmes paliers qu'avec de l'air. En effet, étant moins saturé en azote et effectuant malgré tout les mêmes paliers, je sors de plongée avec des tissus moins saturés en azote, ce qui diminue le risque de faire un accident de décompression et limite la fatigue (voire la narcose à certaines profondeurs).
- *Soit de diminuer mon temps de palier*. Cependant, dans ce cas, je n'améliore pas ma sécurité. En effet, mon corps s'est moins saturé pendant la plongée mais la désaturation a été plus courte. Je sors donc avec la même quantité d'azote dans le corps que si j'avais plongé à l'air et effectué une désaturation plus longue.



# Choisir son mode décompression

A ce jour, je dois choisir entre trois stratégies différentes pour gérer ma décompression :

1. j'utilise un mode de décompression air (tables ou ordinateur) sans tenir compte du fait que je respire un gaz différent de l'air.
2. j'utilise un mode de décompression air (tables) que j'adapte au fait que je respire un Nitrox (en calculant la PAE),
3. j'utilise un mode de décompression Nitrox (tables ou ordinateur).

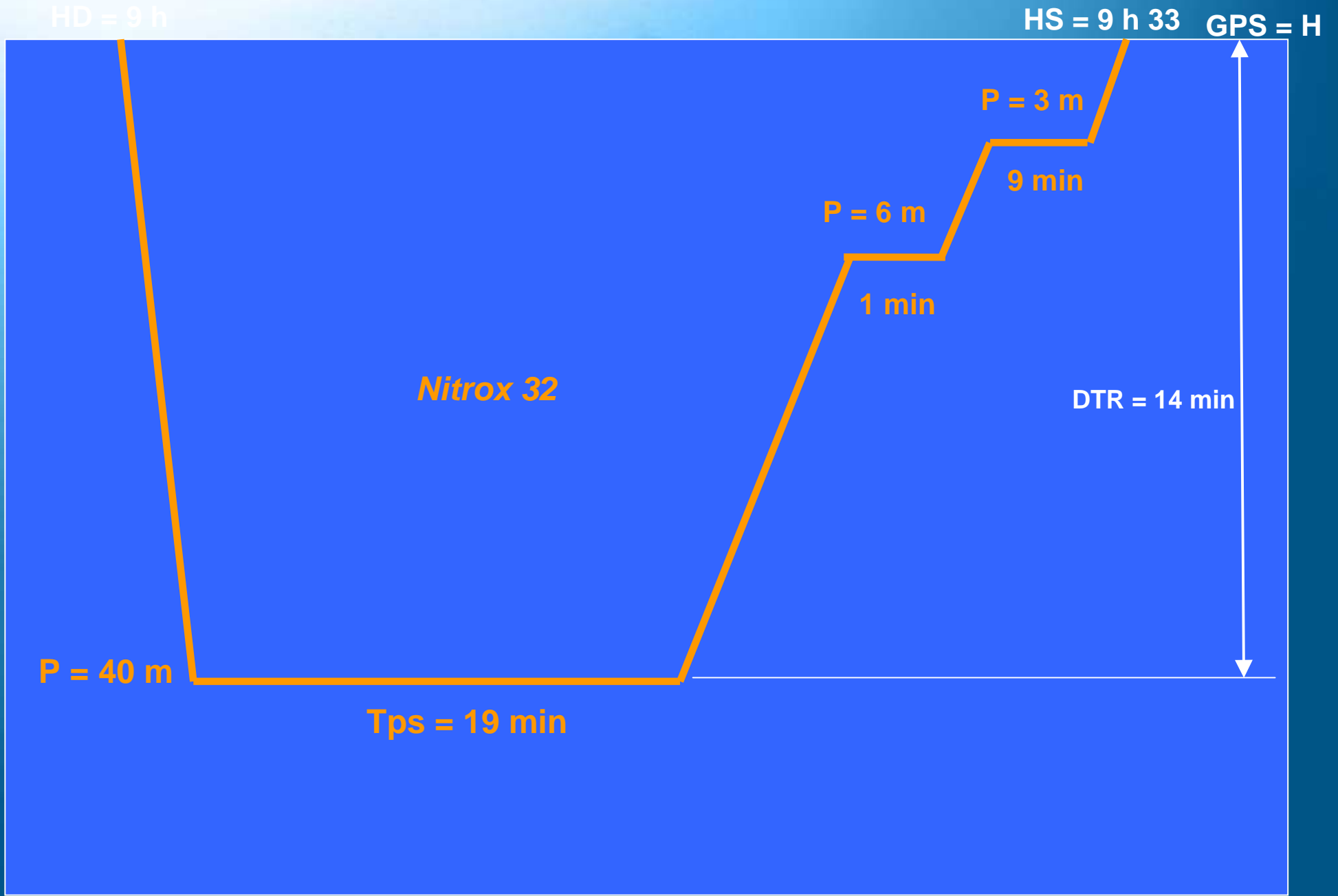
*1ère stratégie :*

## Utiliser mon ordinateur ou mes tables air sans modification

J'utilise mon ordinateur ou mes tables air (MN90 par exemple) comme si je plongeais à l'air et non au nitrox.

- Le principal avantage de cette méthode est sa simplicité. Je n'ai besoin d'aucun matériel spécifique.
- Le second avantage est que l'on effectue des paliers plus long que ce que nécessite le gaz utilisé. La gestion de l'azote dans le corps est bien meilleure. Le risque d'ADD est minoré, la fatigue diminuée.
- Le principal inconvénient de cette méthode est que je ne diminue pas la durée des paliers.
- C'est la méthode la plus simple et la moins coûteuse.

# Le Rubis à 40 m



## 2 ème stratégie :

# Utiliser les tables air avec la profondeur équivalente ou les tables Nitrox FFESSM

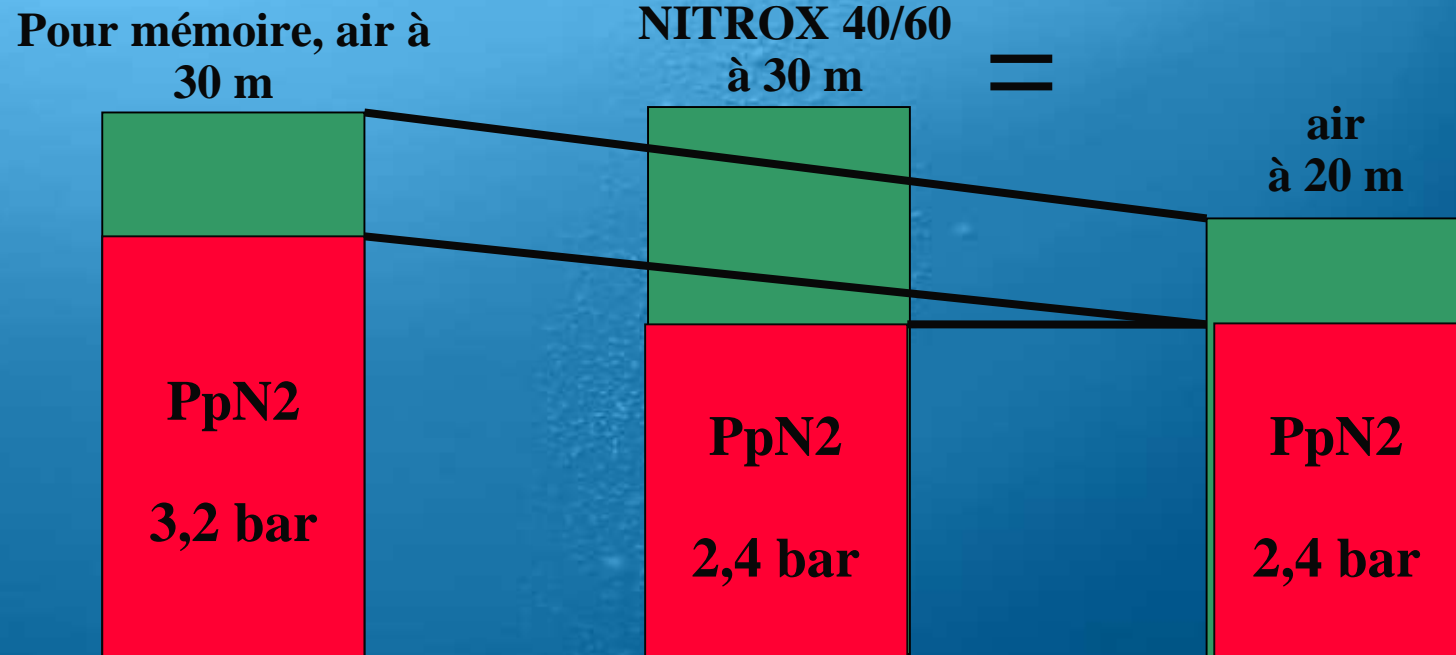
### Le principe :

Dans le NITROX, il y a plus d'O<sub>2</sub> et moins de N<sub>2</sub> que dans l'air. A une profondeur donnée, la PpN<sub>2</sub> est donc moins élevée que lors d'une plongée à l'air.

Je vais « transformer » mes tables air en tables NITROX à l'aide d'une table des profondeurs équivalentes.

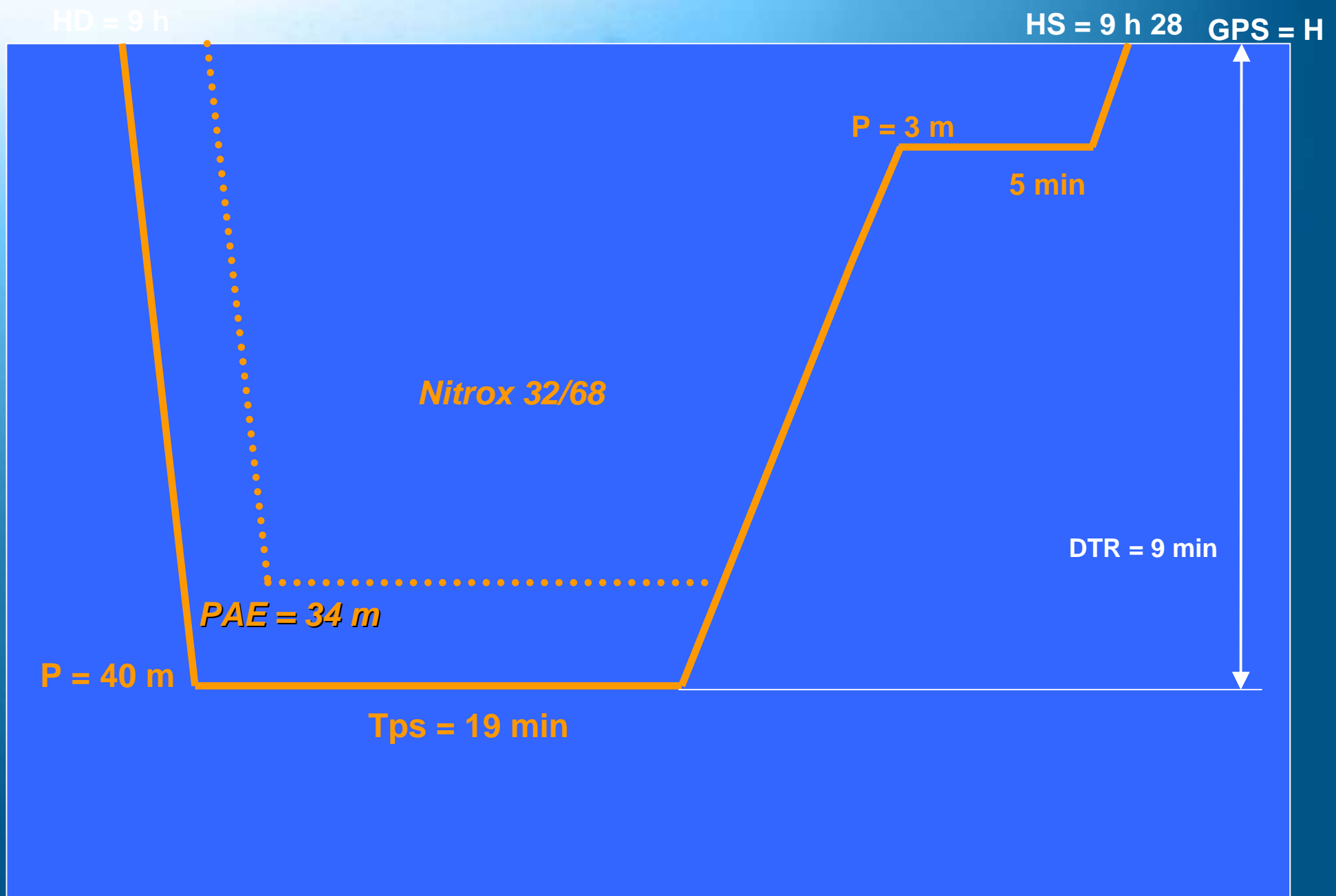
La FFESSM propose des tables Nitrox, ce sont des tables où la profondeur équivalente est déjà calculée.

Elles sont extrapolées des tables MN 90.



Je cherche la profondeur à laquelle j'aurais, si j'avais respiré de l'air, la même pression partielle d'azote que celle que j'ai eu lors de ma plongée en respirant du NITROX. On parlera de profondeur équivalente

# Le Rubis à 40 m





- Le principal avantage de cette méthode réside dans le fait que je profite des avantages du nitrox sur la courbe de sécurité : allongement du temps de plongée sans palier à une profondeur donnée et/ou une diminution de la durée des paliers quand ils existent avec une simple table à l'air adaptée.
- Par contre, je n'améliore pas ma sécurité (puisque mes paliers sont plus courts).

*NB : Je peux pratiquer cette méthode en utilisant mon ordinateur uniquement pour connaître la profondeur maximale atteinte (comme un profondimètre) puis ma table PAE.*

# Table des profondeurs équivalentes pour les NITROX 32, 36 et 40

Profondeur réelle (m)	Profondeur équivalente (m) pour les tables MN90		
	Nitrox 32	Nitrox 36	Nitrox 40
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		

### 3 ème stratégie :

## Utiliser un ordinateur Nitrox

- Le principal avantage, comme pour les ordinateurs air, c'est d'optimiser la durée de mes paliers.
- C'est la méthode qui va entraîner la réduction la plus importante des paliers puisque l'ordinateur prend en compte le profil réel de la plongée et le gaz utilisé.
- C'est la seule méthode qui utilise pleinement les avantages du Nitrox.
- Par ailleurs, c'est aussi la seule méthode de décompression qui permet de suivre sa toxicité oxygène SNC. Ils ont en général une alarme sonore en cas de dépassement.
- Le seul «risque» est de se tromper lors du réglage du pourcentage d'O<sub>2</sub> du Nitrox utilisé, ce qui entraînera des calculs faux de l'ordinateur.
- Ne pas oublier de paramétrer mon ordinateur avant chaque plongée.

Avant d'effectuer ma plongée, je dois régler mon ordinateur en lui indiquant :

- le pourcentage d'O<sub>2</sub> de mon Nitrox
- la PpO<sub>2</sub> que je souhaite ne pas dépasser.

# Quelques informations techniques sur la manipulation de l'oxygène



# Les dangers de l'oxygène

## Pourquoi des mesures particulières ?

- **L'oxygène est un gaz comburant, capable de permettre la combustion de quasiment tous les matériaux. La concentration d'oxygène ambiant est un facteur d'inflammation puissant.**
- **Tout matériau, à partir d'une certaine température s'enflamme spontanément (si, bien sûr, la concentration en O<sub>2</sub> ambiante est suffisante).**
- **Plus on comprime rapidement un gaz, plus la température s'élève. Le phénomène est connu par les plongeurs lors du gonflage des bouteilles.**



# La manipulation de l'oxygène

- **L'oxygène doit être manipulé avec précaution.**
- **L'oxygène est incompatible avec les graisses courantes .  
Seules des graisses et des huiles compatibles oxygène  
doivent être utilisées.**
- **Les joints doivent être remplacés par des joints  
compatibles.**
- **Le seul moyen d'obtenir un air propre demeure la mise en  
place d'un système de surfiltration en sortie de  
compresseur, associé à un entretien régulier de la station.**
- **Les bouteilles de plongée sont donc spécifiques.**

# Le bloc de plongée

**Il doit pouvoir être facilement identifié**

**Le bloc de plongée doit comporter :**

- **Un robinet de conservation de couleur jaune ou verte**
- **Une étiquette NITROX de couleur verte écriture jaune**



# Le remplissage des blocs

Conformément à l'arrêté du 09 juillet 2004 réglementant la pratique de la plongée aux mélanges :

*La personne qui fabrique les mélanges* est tenue de porter sur chaque bouteille et sur un registre les informations suivantes:

- Le résultat de l'analyse d'O<sub>2</sub>
  - La date de l'analyse
  - Son nom
- 
- ✓ *En plus sur le registre, l'identification et la pression de chaque bouteille*

# La tenue du registre des mélanges

- Le registre de remplissage Nitrox doit être rempli par la personne qui a conçu le mélange et par le plongeur qui utilise la bouteille.
- L'analyse du mélange est donc obligatoirement réalisée deux fois :
  - Par le gonfleur
  - Par l'utilisateur
- On utilise l'un ou l'autre des deux analyseurs du club.





# Analyser mon mélange

1) Je calibre l'analyseur



2) J'ouvre tout doucement mon bloc pendant 10 à 15'' environ



3) Je lis le pourcentage d'O2



4) Je marque mon bloc (pourcentage d'O2 et profondeur maxi.)



**A vous de jouer maintenant ....**

# Vous êtes maintenant plongeur Nitrox ...

**Demain matin, à Cavalaire, nous plongeons en exploration sur le Rubis, sous-marin posé sur un fond de 40 m.**

- 1. Quel mélange choisissez-vous ? .....**
- 2. Quelle profondeur ne devez-vous pas dépasser ? .....**
- 3. Quelle sera votre PpO2 au fond ? .....**
- 4. Combien de temps pouvez-vous rester au fond sans palier (courbe de sécurité) ?**
  - 1. Avec les tables MN 90 :.....**
  - 2. En utilisant la Profondeur Equivalente : .....**

**Cette fois, à Carry, nous plongeons sur l'Élevine. Les encadrants plongent font une plongée technique avec les NII sur 18/20m entre l'île et la côte, les NIII font une explo. du côté du large (prof max 36/38m)**

- 1. Quel mélange faut-il**
  - 1. Pour les encadrants ? .....**
  - 2. Pour les NIII ?.....**
- 2. Quelle profondeur ne devez-vous pas dépasser (les deux cas)? .....**
- 3. Quelle sera votre PpO2 au fond (idem)? .....**
- 4. Combien de temps pouvez-vous rester au fond sans palier (idem) ?**
  - 1. Avec les tables MN 90 :.....**
  - 2. En utilisant la Profondeur Equivalente : .....**

# Vous êtes maintenant plongeur Nitrox ...

**On prévoit une exploration sur le bois, à Carry, le haut se situe à 35m, le bas du tombant est à 38 m.**

- 1. Quel mélange choisirez-vous ?  
.....**
- 2. Quelle profondeur ne devez-vous pas dépasser ?  
.....**
- 3. Quelle sera votre PpO2 au fond ? .....**
- 4. Combien de temps maxi pouvez-vous rester au fond sans palier (courbe de sécurité) ?**
  - 1. Avec les tables MN 90 :.....**
  - 2. En utilisant la Profondeur Equivalente :  
.....**
- 5. Combien de temps seriez-vous rester à l'air ?**

# Conclusion

Le choix du mode de décompression doit être déterminé par :

- Le maintien ou l'augmentation de la sécurité pour chaque plongeur constituant la palanquée.
- La cohésion de la palanquée durant toute la plongée.

En aucun cas, plonger au NITROX ne doit entraîner une réduction de la sécurité individuelle pour gagner quelques minutes de palier.

Par ailleurs, la palanquée devra toujours rester groupée pendant la décompression et terminer sa plongée au même moment, y compris pour des palanquées comprenant des plongeurs air et NITROX.

La plongée au NITROX doit permettre d'améliorer la sécurité de l'ensemble des plongeurs d'une palanquée, pas simplement de quelques uns.

***BONNES PLONGEES AU NITROX***