



PLONGEUR NITROX





PLAN DU COURS

- **Définition, avantages et inconvénients du NITROX**
- **Histoire du NITROX civil, militaire et commerciale**
- **Thérapie et médecine hyperbare**
- **Plongée loisir et technique**
- **Le futur...**
- **qualification nitrox dans le monde**



PLAN DU COURS

- **La réglementation**
- **Les dangers de l'Oxygène**
- **Le matériel**
- **Le remplissage des blocs**
- **Le registre de remplissage EANx**
- **L'analyse des mélanges**
- **L'étiquetage des blocs**

Définition du NITROX

- **Le Nitrox désigne toute combinaison d'azote (nitrogène en anglais) et d'oxygène.**
- **Nous sommes nés en respirant du nitrox.**
- **Enriched Air NitroX (EANX ou NX) désigne tout mélange nitrox contenant une part d'oxygène supérieure à celle de l'air en pourcentage.**
- **Par convention, le NITROX est identifié de la façon suivante :**

NX 30 : 30 % d'O₂ et 70 % d'N₂

Les Avantages du NITROX

→ La part de l'azote dans le mélange respiré est inférieure à celle de l'air et celle de l'oxygène est supérieure entraîne une limite sans palier plus longue.

Exemple:

| | | |
|--------------|------------|-------------|
| A l'air : | 20m = 40' | à 30m = 10' |
| Au nitrox 40 | 20m = 2h15 | à 30m = 35' |

→ La décompression est plus courte pour des temps de plongée plus longs.

→ La réduction possible de l'intervalle de plongée entre les successives ou avant de prendre l'avion.

Les Avantages du NITROX

- Une fatigue moindre après la plongée.
- Utilisé en saison, prévient la fatigue physiologique générale.
- Une tolérance supérieure lors des exercices

Exemple:

Nitrox 40 à 20m ← → à l'air à 13 m

- Une diminution des risques d'ADD pour le même profil de plongée qu'à l'air.
- Une diminution de la consommation de gaz respiré.
- Une diminution du risque d'essoufflement pour un effort donné.

Les inconvénients du NITROX

→ **Limitation de la profondeur par rapport à l'air.**



→ **Risque d'Hyperoxie si la profondeur limite est dépassée ou en cas d'essoufflement.**

→ **Manipulation des gaz plus contraignante.**

Les inconvénients du NITROX

→ Moins d'azote signifie moins de risque d'accident de décompression mais souvent les plongeurs en profitent pour augmenter les plongées aux limites de saturation.

→ Ne pas essayer de contourner les règlements

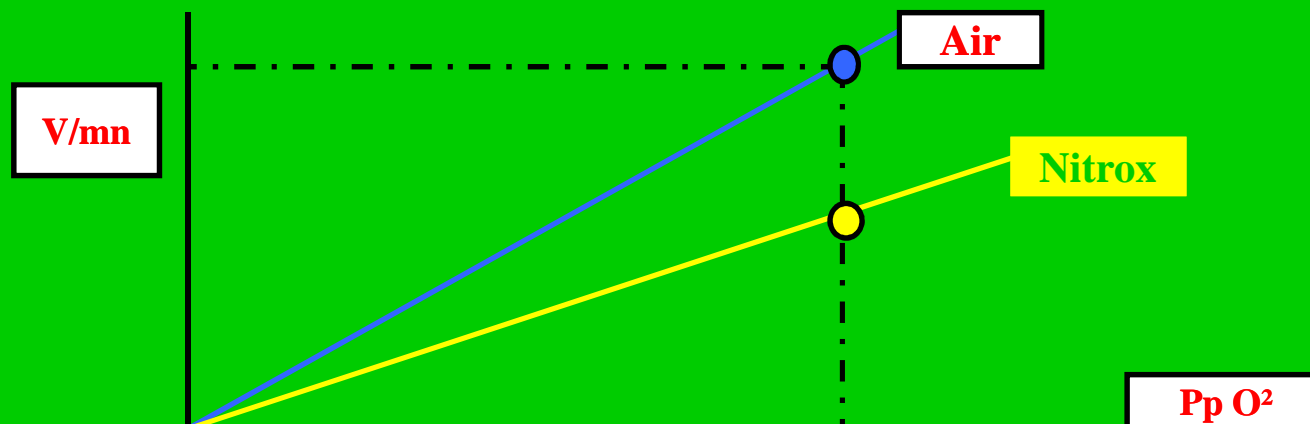
DANGER

→ L'oxygène aurait un pouvoir narcotique proche de l'azote...  **NON PROUVE**


→ Euphorie... bonne humeur... après une plongée au nitrox...  **NON PROUVE**

Les inconvénients du NITROX

- Diminue le risque d'essoufflement mais attention peut contribuer à ne pas déclencher l'inspiration en cas d'augmentation de la concentration de CO_2 .
- Diminution de l'amplitude thoracique donc création de poche de CO_2 non évacuée par l'automatisme respiratoire. Les chémorécepteurs ne déclenchent pas l'inspiration.



Quel sont les problèmes ?

- La toxicité de l'O₂ est plus brutale que la narcose. 
- A pression partielle d'oxygène (Pp O₂) élevée, il y a un risque de convulsion si vous allez trop profond ou si vous restez trop longtemps : **c'est l'hyperoxie**
- Les problèmes rencontrés avec l'air sont toujours présents : risques d'accidents de décompression.
- Risques associés à la manipulation des gaz comprimés.
- Toxicité de l'Oxygène. (un homme consomme en moyenne 1 litre d'O₂ à la minute.)

L'histoire du NITROX civil

- **En 1770 : LAVOISIER propose le terme O_2 .**
- **En 1774 : Joseph PRIESTEY (anglais) réalise la 1^{er} production d' O_2 en chauffant de l'oxyde de mercure.**
- **En 1785 : LAVOISIER distingue les éléments constitutifs de l'air et réalise sa célèbre expérience de décomposition et de synthèse de l'eau.**
« Rien ne se perd tout se transforme »
- **En 1794 : REDDOES utilise l'EANX comme gaz médical.**
- **En 1874 : Paul BERT identifie la toxicité du Système Nerveux Central (SNC) et utilise l'EANX comme mélange d'altitude pour les aérostats.**

L'histoire du NITROX civil

- **En 1879: Henry FLEUSS réalise la 1^{er} plongée au nitrox avec un mélange (50/50 O²)**
- **En 1912: En Angleterre, un scaphandrier SIEBE GORMAN'S FLEUSS-DAVIS utilise un mélange O²/Air.**
- **En 1912: En Allemagne, un scaphandrier WESFALIA MASCHINENFABRIK utilise un mélange nitrox 45.**
- **En 1913: En Allemagne, DRAGERWERK fabrique un scaphandre produisant automatiquement du nitrox 60.**

L'histoire du NITROX militaire

→ **1940 : Développement du recycleur semi-fermé qui utilise le nitrox 60 pour les plongées à 20 m.**

La Pp O₂ limite de 2 b est identifiée comme limite cruciale par la Royal Navy et l' US Navy



IMPORTANT

A cette époque, les plongées aux mélanges sont du domaine du «secret militaire».

Des recycleurs à circuit fermé avec 60% O₂ sont utilisés dans des opérations commandos lors de la seconde guerre mondiale.

→ **1950 : Les descendants dans ses systèmes sont utilisés par les militaires.**

→ **1959 : Parution des premiers livres qui dévoilent la plongée militaire aux mélanges.**

Le NITROX commerciale

- **1950** : EANX et O₂ sont utilisés en mélanges fond et décompression à l'ombilical en circuit ouvert et en chambre de décompression.
- **1995** : plus de 15000 plongées sans incidents réalisées au nitrox en mer du nord.
- **1970** : Le National Océanographic Atmosphéric Administration (NOAA) aux USA commence à développer les procédures et les tables nitrox.
- **1979** : Première publication dans la 2^{ème} édition du NOAA Diving Manual mais impose un caisson pour chaque plongée avec paliers. Ces normes professionnelles sont trop contraignantes pour les plongées loisirs et donc non applicables.

Thérapie et médecine hyperbare

→ **Le nitrox est utilisé régulièrement comme gaz thérapeutique depuis + de 40 ans.**

→ **L'O₂ et le nitrox sont utilisé de façon croissante dans les traitements non liés à la plongée.**

→ **Les traitements des maladies de décompression utilisent l'O₂ jusqu'à une Pp O₂ de 3 bars et des profondeurs de 50 mètres (suppression pulmonaire)**

Plongée loisir et technique

- **Les spéléologues et les archéologues sont les premiers plongeurs à utiliser les mélanges suroxygénés en plongée.**
- **Les plongeurs profonds utilisent depuis longtemps l'O₂ pur pour raccourcir leur décompression.**
- **1986 : Dick RUTKOWSKI est reconnu comme le promoteur initial de l'EANX en plongée loisir. Création de International Association Nitrox Diver (IAND) première fédération de loisirs.**
- **Des milliers de plongeurs loisirs utilisent actuellement le nitrox pour augmenter leur plaisir et augmenter leur sécurité en plongée.**

Le futur...

- **Le nitrox deviendra le gaz de choix entre 10 et 50 mètres.**
- **La qualité standard des gaz augmentera.**
- **Le matériel se développera pour faciliter une pratique du nitrox en toute sécurité.**
- **Le nitrox sera disponible en plusieurs mélanges.**
- **Vous serez des plongeurs Nitrox...**

Qualifications padi ffessm tdi



| | PLONGEUR | | MONITEUR | |
|---------------|----------|-----------------|----------|-----------------|
| | Nitrox | Nitrox confirmé | Nitrox | Nitrox confirmé |
| PADI | 2 | / | 20 | / |
| FFESSM | 2 | 6 | / | MINI 6 |
| TDI | 2 | 10 | 10 | 25 |



Arrête du 9 juillet 2004

Arrête du 9 juillet relatif aux règles techniques et de sécurité dans les établissements organisant la pratique et l'enseignement des activités sportives et de loisir en plongée autonome aux mélanges autres que l'air

- **Art I : les établissements**
- **Art II : les différents mélanges**
- **Art III : qualifications et conditions de pratique**
- **Titre I : limites d'utilisation des mélanges**
- **Titre II : confection et analyse des mélanges**
- **Titre III : usage des recycleurs**

- **Titre IV : procédures de décompression**
- **Titre V : espaces et conditions évolution**
- **Titre VI : le directeur de plongée**
- **Titre VII : le guide de palanquée**
- **Titre VIII : équipement d'un plongeur**
- **Titre VIX : matériel d'assistance et de secours**
- **Titre X : Dispositions générales**
- **Annexe I : conditions de délivrance des qualifications nitrox et trimix**
- **Annexe II a : pratique de la plongée au nitrox en enseignement**
- **Annexe II b : pratique de la plongée au nitrox en exploration**
- **Annexe III a : pratique de la plongée au trimix ou héliox en enseignement**
- **Annexe III b : pratique de la plongée au trimix ou héliox en exploration**



Plongeur nitrox ffessm

CONDITIONS DE CANDIDATURE

- **AVOIR AU MOINS 14 ANS (date de la délivrance)**
- **ETRE TITULAIRE DU N 1 OU EQUIVALENCE**
- **AVOIR EFFECTUE 10 PLONGEES DANS LA ZONE DES 20 M**
- **PRESENTER LE CARNET DE PLONGEE**
- **AVOIR UN CERTIFICAT MEDICAL ETABLI PAR :(un médecin fédéral ou CES de médecine du sport ou médecin hyperbare ou médecin de la plongée)**
- **ETRE TITULAIRE DE LA LICENCE FFESSM en cours de validité**

ORGANISATION GENERALE

- **LA QUALIFICATION DE PLONGEUR NITROX N' EST PAS UN BREVET.**
- **OBTENTION APRES FORMATION ASSUREE PAR UN MONITEUR NITROX CONFIRME FFESSM DANS LE CADRE D'UN STAGE PONTUEL.**
- **LA PLONGEE AVEC CONTRÔLE PARFAIT DE LA STABILISATION CONDITIONNERA LA SUITE DE LA FORMATION .**
- **LA FORMATION S'EFFECTUE EN MILIEU NATUREL OU EN BASSIN SUBAQUATIQUE (prof sup. à 15 mètres)**

QUALIFICATION

- **VALIDATION PAR UN MONITEUR NITOX CONFIRME FFESSM AYANT ASSURE LA FORMATION .**

PREROGATIVES

- **UTILISATION DU MELANGE NITROX LE PLUS APPROPRIE AVEC UN MAXIMUM DE 40%**
- **LE PLONGEUR NITROX A LES MEMES PREROGATIVES QUE CELLES DEFINIES PAR L'ARRETE DU 30 07 2004 CORRESPONDANTES A LEUR NIVEAU DE PLONGEE**

DELIVRANCE DE LA CARTE DE CERTIFICATION

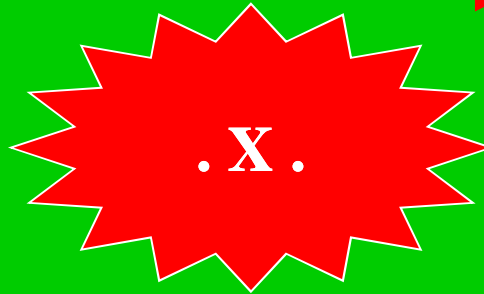
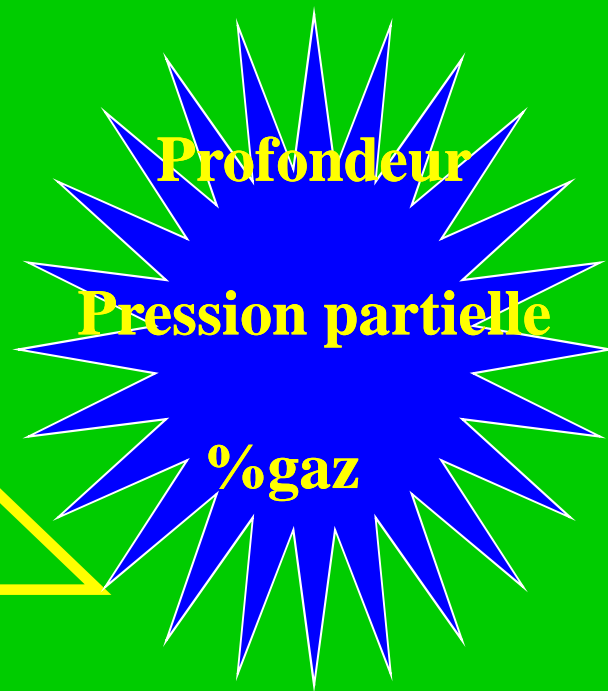
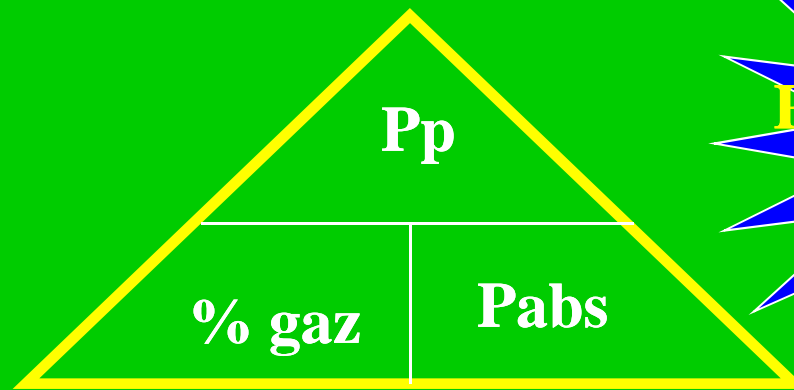
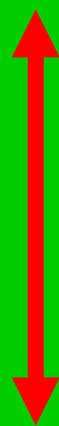
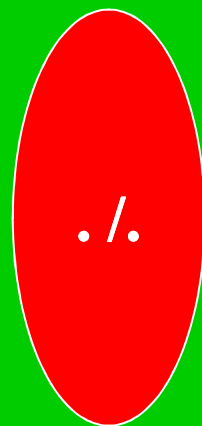
- **ELLE SERA DELIVREE PAR LA STRUCTURE ORGANISATRICE**
- **LA STRUCTURE ORGANISATRICE DOIT REMETTRE AU LAUREAT LES 2 COUPONS DU CARNET A SOUCHES QUI LUI PERMETTRONT DE FAIRE ETABLIR PAR LE SIEGE FEDERAL LA CARTE DOUBLE FACE FFESSM/CMAS**

COMPETENCES PLONGEUR NITROX

- ❖ **IDENTIFICATION DU MATÉRIEL NITROX**
 - ❖ **MARQUAGE : BLOCS, DETENDEURS, PA, RACCORDS AUX NORMES OXYGENE**
- ❖ **CONTROLE ET VERIFICATION:**
 - ❖ **ETABLISSEMENT DE LA FICHE**
 - ❖ **MESURE %O2**
 - ❖ **VERIFICATION MUTUELLE ENTRE BINOME.**
- ❖ **ENTRETIEN COURANT:**
 - ❖ **INTERDICTION DE MELANGE DU MATÉRIEL NITROX ET AIR**
 - ❖ **C.A.T FACE AUX PANNES USUELLES.**
- ❖ **CONNAISSANCES SUCCINTES SUR :**
 - ❖ **LES RISQUES ENCOURUS SUR LA MANIPULATION DES MELANGES SUROXYGENES**

- ❑ **ORGANISATION ET CONDUITE DANS LA PALANQUEE**
- ❑ **CONNAISSANCE DE LA PROFONDEUR PLANCHER POUR LE MATRISE DE LA STABILISATION .**
- ❑ **NITROX40/60**
 - **DIFFERENCES ENTRE AIR ET NITROX**
 - **AVANTAGES ET INCONVENIENTS**
 - **CAUSES, SYMPTOMES,PRÉVENTION ,CAT**
 - **ENSEMBLE DES RISQUES SUPPLEMENTAIRES DU A LA PLONGEE NITROX**
 - **FACTEURS FAVORISANTS**
 - **SEUIL HYPEROXYQUE**
 - **CALCUL DE PROFONDEUR EQUIVALENTE**
 - **COURBE DE SÉCURITÉ**
 - **TABLE NITROX ,ORDINATEUR NITROX**

Rappel ? TOUT calculer avec dalton



L'hyperoxie ou « le risque Nitrox »

Deux notions

Notion de:

Profondeur maximale
ou
Profondeur plancher

Notion de:

Durée d'exposition à
l'oxygène.

Limites de l'oxygène (titre I art 4)

| CONCENTRATION | EFFET |
|---------------|---|
| 0 b | Coma ou mort |
| 0,10 b | Perte de connaissance |
| 0,12 b | Sérieux signes hypoxie |
| 0,16 b | 1 ^{er} signes de l'hypoxie |
| 0,16 b | Limite minimale de concentration O₂ pour la réglementation Française |
| 0,21 b | Pp O ₂ normale de l'air |
| 0,35 b | Exposition normale à saturation et signes des effets Lorrain-Smith |
| 0,50 b | Exposition maximale à saturation |
| 1,40 b | Pp recommandée en plongée loisir |
| 1,50 b | Limite maxi d'utilisation en travail offshore par HSE |
| 1,60 b | Limite maximale d'utilisation en plongée loisir et sans effort pour l'US Navy et la réglementation Française |
| 2,40 b | 60/40 nitrox thérapeutique à 6 b |
| 3,00 b | 50/50 nitrox thérapeutique à 6 b |

Profondeur maximale ou Profondeur plancher

MOD (Maximum Operating Depth)

La crise hyperoxique (effet Paul BERT) menace le plongeur Nitrox. En effet cette crise convulsive peut survenir brutalement sans signes annonciateurs lorsque la PpO₂ dépasse 1.6 bar.

La Profondeur maximale (MOD) est la profondeur pour laquelle la PpO₂ atteint donc 1.6 bar.

PpO₂ à retenir pour la plongée Nitrox.

1.6 bar: valeur maximale à utiliser pour vos calculs et à réserver le plus possible pour la décompression (O₂ pur, Nitrox).

1.5 bar: valeur à prendre en considération pour la plongée normale.

1.4 bar: valeur recommandée si un des facteurs de risque hyperoxique existe (probabilité d'accident pratiquement nulle).

✕ effort

✕ essoufflement

✕ anxiété

✕ fatigue

✕ inconfort thermique (9° - 29°)

✕ certains médicaments

Trois zones sont donc à retenir

- ✘ **En dessous de 1.4 b: Probabilité de présenter une toxicité à l'O₂ pratiquement nulle. Cette « zone verte » est à préférer à toute autre pour limiter les risques.**
- ✘ **Entre 1.4 et 1.6 b: Probabilité de toxicité de l'O₂ est faible mais non nulle. Les variations individuelles selon les facteurs de risques augmentent le risque d'accident. Dans cette « zone orange » la prudence est de mise.**
- ✘ **Au-delà de 1.6 b: Dépasser cette « limite rouge » est à déconseiller fortement, car ici un exercice modéré peut déclencher une crise hyperoxique. Une incursion au-delà n'est envisageable que pour une courte durée et ne se justifie que pour porter secours à un plongeur en difficulté par exemple**

Détermination de la profondeur plancher

La profondeur maximale d'utilisation (**MOD** ou prof plancher) de différents mélanges nitrox en fonction du choix de la PpO₂ maximale admissible

$$\begin{aligned} \text{Prof plancher} &= \frac{\text{PpO}_2\text{max}}{\% \text{ O}_2 \text{ gaz}} \\ &= \text{Pabs} - 1 = \text{Phydro} \times 10 \\ &= \text{mtrs} \end{aligned}$$

| | 1,2bar | 1,3 bar | 1,4 bar | 1,5 bar | 1,6 bar |
|-----|--------|---------|---------|---------|---------|
| 21% | 47m | 52 m | 57 m | 61 m | 66 m |
| 24% | 40m | 44 m | 48 m | 53 m | 57 m |
| 26% | 36 m | 40 m | 44 m | 48 m | 52 m |
| 28% | 33m | 36 m | 40 m | 44 m | 47 m |
| 30% | 30m | 33 m | 37 m | 40 m | 43 m |
| 32% | 28m | 31 m | 34 m | 37 m | 40 m |
| 34% | 25m | 28 m | 31 m | 34 m | 37 m |
| 36% | 23m | 26 m | 29 m | 32 m | 34 m |
| 40% | 20 m | 23 m | 25 m | 28 m | 30 m |
| 50% | 14 m | 16 m | 18 m | 20 m | 22 m |

Choix du meilleur mélange

- Détermination du mélange idéal « Best mix » en fonction de la PpO2 choisie et de la profondeur de la plongée.

$$\% \text{Best mix} = 100 \times \frac{PpO_2}{P_{abs}}$$

Prof
réelle

PpO2 max

| | 1,2 bar | 1,3 bar | 1,4 bar | 1,5 bar | 1,6 bar |
|-----|------------|------------|------------|------------|------------|
| 12m | 54,5 % | 59,1 % | 63,6 % | 68,2 % | 72,7 % |
| 15m | 48 % | 52 % | 56 % | 60 % | 64 % |
| 18m | 42,9 % | 46,4 % | 50 % | 53,6% | 57,1 % |
| 21m | 38,8% | 41,9% | 45,2% | 48,4% | 51,6% |
| 24m | 35,3% | 38,2% | 41,2% | 44,1% | 47,1% |
| 27m | 32,4% | 35,1% | 37,8% | 40,5% | 43,2% |
| 30m | 30% | 32,5% | 35% | 37,5% | 40% |
| 33m | 27,9% | 30,2% | 32,6% | 34,9% | 37,2% |
| 36m | 26,1% | 28,3% | 30,4% | 32,6% | 34,8% |
| 39m | 24,5% | 26,5% | 28,6% | 30,6% | 32,7% |

Tableau donnant la valeur des PpO₂ en fonction de la profondeur et du mélange respiré

| Profondeur | Air | Nitrox 32 | Nitrox 36 | Nitrox 40 | Nitrox 50 |
|------------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 6 m | 0.33 bar | 0.51 bar | 0.57 bar | 0.64 bar | 0.80 bar |
| 9 m | 0.40 bar | 0.60 bar | 0.68 bar | 0.76 bar | 0.95 bar |
| 12 m | 0.46 bar | 0.70 bar | 0.79 bar | 0.88 bar | 1.10 bar |
| 15 m | 0.52 bar | 0.80 bar | 0.90 bar | 1.00 bar | 1.25 bar |
| 18 m | 0.59 bar | 0.90 bar | 1.01 bar | 1.12 bar | 1.40 bar |
| 21 m | 0.65 bar | 0.99 bar | 1.12 bar | 1.24 bar | 1.55 bar |
| 24 m | 0.71 bar | 1.09 bar | 1.22 bar | 1.36 bar | 1.72 bar |
| 27 m | 0.77 bar | 1.18 bar | 1.33 bar | 1.48 bar | |
| 30 m | 0.84 bar | 1.28 bar | 1.44 bar | 1.60 bar | |
| 33 m | 0.90 bar | 1.38 bar | 1.55 bar | 1.72 bar | |
| 36 m | 0.97 bar | 1.47 bar | 1.66 bar | | |
| 39 m | 1.03 bar | 1.57 bar | | | |
| 42 m | 1.09 bar | 1.66 bar | | | |
| 45 m | 1.15 bar | | | | |

Tableau des profondeurs maximales suivant le % d' O2 et la Pp O2 désirée

| Nitrox (%O ₂) | $PpO_2 = 1.4$ | $Pp O_2 = 1.5$ | $PpO_2 = 1.6$ |
|---------------------------|---------------|----------------|---------------|
| 26 | 43 m | 47 m | 51 m |
| 28 | 40 m | 43 m | 47 m |
| 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 |
| 50 | 18 m | 20 m | 22 m |

Si la crise hyperoxique survient

Signes annonciateurs (avec de la chance)

- Troubles visuels (réduction du champ visuel, points lumineux, déformations)
- Troubles auditifs (bourdonnements, sons de cloche, sifflements)
- Contractions involontaires des muscles de la face.
- Nystagmus (va et vient rapide des yeux)

La crise: trois phases

- Phase tonique (1') maintenir l'embout en bouche et le niveau d'immersion (car apnée et blocage de la glotte).
- Phase clonique (2 à 3') maintenir l'embout et attendre car là aussi le larynx est fermé et le risque de SP est important.
- Phase résolutive (10') Entamez la remontée en maintenant l'embout.

Réglementation

En plus de l'arrêté du 22 juin 1998 réglementant la plongée sous marine à l'air, la pratique de la plongée au mélange est réglementée par l'arrêté du 30 JUILLET 2004 :

L'arrêté précise :

- Les plongeurs NITROX plongent suivant leur niveau de compétence et de qualification à l'air. (Art 15)
- Le directeur de plongée peut être titulaire au minimum d'un niveau 3 d'encadrement et de la qualification afférente au mélange respiratoire utilisé jusqu'à 40 m en enseignement et 70 en explo.(Art 19)
- Au delà de 40 m, en enseignement et de 70m en exploration le DP est niveau 4 d'encadrement (art 19)


Réglementation

- **Le guide de palanquée est titulaire au minimum d'un niveau 4 de plongeur et des qualifications afférentes aux mélanges respireés par les plongeurs de sa palanquée. (Art 21)**
- **Un guide de palanquée est autorisé à plonger au NITROX, si les plongeurs de sa palanquée sont à l'air. (Art 22)**
- **Conditions de pratique de la plongée nitrox
Annexes II a b**

Les dangers de l'Oxygène



IMPORTANT

- L'oxygène est incompatible avec les graisses 
- L'Oxygène doit être manipulé avec précaution.
- Seule les graisses compatibles Oxygène doivent être utilisées (VOLTAFLEX[©] et KRYTOX[©])
- Les joints silicones doivent être remplacés par des joints compatibles NITRILE[©]
- La rouille et les débris de combustibles doivent être enlevés (absence de particules)
- Le matériel doit être compatible avec le mélange utilisé.

Le matériel

Conformément à l'arrêté du 30 juillet 2004 réglementant la pratique de la plongée au mélange :

- **Sans préjudice des autres dispositions réglementaire applicables en la matière lorsque la fabrication des mélanges entraîne une circulation de gaz comprimé avec des taux sup. à 40% O₂**

L'ensemble du matériel doit être compatible avec une utilisation en oxygène pur (Titre II Art 5)

Le matériel doit pouvoir être facilement identifié

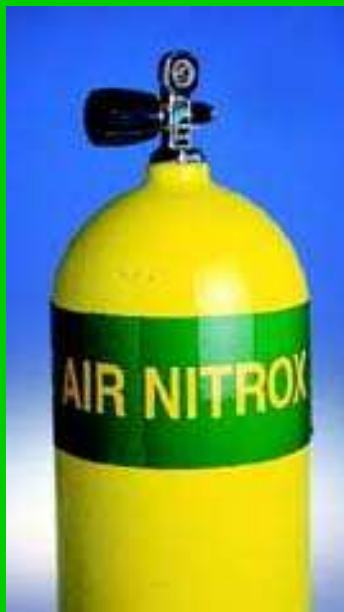
Le bloc de plongée doit comporter :



→ **Une étiquette NITROX de couleur verte
écriture jaune**

Le matériel doit pouvoir être facilement identifié

Le bloc de plongée doit comporter :



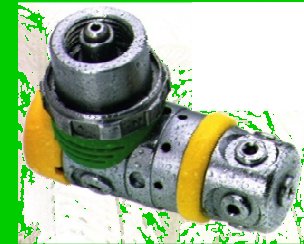
Un robinet de conservation de couleur jaune ou verte



Des bouchons d'obturation des orifices de sortie HP.

Les détendeurs :

- Pour des plongées avec un gaz de concentration en oxygène $> 40 \%$, ils doivent être compatibles O_2 .
- Pour des plongées avec un gaz de concentration en oxygène $< 40 \%$, tous détendeurs et blocs peuvent être utilisés et doivent posséder un mano immergeable.



Les embouts :

- doivent être facilement identifiables si le plongeur utilise différentes bouteilles à différentes concentrations.
- doivent être munis de système détrompeur pour empêcher tout risque de confusion en plongée.





**Tout matériel NITROX, ou
Oxygène Service ne doit plus être
utilisé pour la plongée classique**

Le remplissage des blocs

- **Le calcul du mélange et de l'apport en Oxygène avant gonflage doit être effectué par un technicien qualifié.**
- **Le gonflage des blocs ne doit pas être supérieur à un débit de 2 b / minutes pour l'oxygène.**
- **Un filtre supplémentaire doit être ajouté avant le complément en air du bloc.**
- **Le remplissage à l'air doit respecté une vitesse de remplissage de 5 à 10 b / minutes.**

L'analyse des mélanges

- **Un registre de remplissage NITROX doit être rempli par la personne qui a conçu le mélange et signé par le plongeur l'utilisant.**
- **Pour signer ce registre, le plongeur NITROX doit présenter au préparateur sa qualification NITROX.**
- **L'analyse du mélange est obligatoirement réalisée par :**
 - **Le fabricant ou le professionnel**
 - **L'utilisateur**

L'analyse des mélanges

L'analyse doit être réalisée par le plongeur 24h00 au moins après la réalisation du mélange par Pp et 6h00 si le mélange est fait par injection directe .

→ L'analyse est réalisée avec un Oxygénomètre :

➤ Calibrer l'Oxygénomètre :

à l'air pour une concentration $<$ à 50 %

à l'O₂ pour une concentration $>$ à 50 %



➤ Relier la sonde au bloc

➤ Ouvrir tout doucement le bloc et laisser un très faible flux de gaz pendant 10 à 15 '' environ

➤ Lire l'analyse et calculer votre profondeur d'utilisation

L'étiquetage des blocs

**Deux étiquettes doivent être apposées sur le bloc
(Titre II article 6)**

- **Par le fabricant du mélange**
- **Par le plongeur NITROX**



Celle faite par le fabricant doit comprendre :

- Nom ou initiales du Fabricant**
- Date de la première analyse**
- Résultat de la première analyse**
- La concentration en Oxygène du bloc**

G.D 21/03/02 Analyse : 29,6 %

NX 30 / 70

Celle faite par le plongeur doit comprendre :

- Son nom ou ses initiales**
- La date de la deuxième analyse**
- Le résultat de la deuxième analyse**
- La concentration en Oxygène du bloc**
- La profondeur MAXI d'utilisation**
- La pression du bloc**

C.C 22/03/02 Analyse : 30%

***NX 30 / 70** 230b*

Prof. Maxi : 43 m

- **Consignation des résultats des mélanges sur un registre d'indentification**
- **Obligation de manomètre immergeable**
- **Embouts de détendeur montés sur des bouteilles contenant des mélanges différents doivent être munis de systèmes de détrompeurs**
- **Le directeur de plongée adapte les paramètres de la plongée en fonction du résultat des vérificateurs de mélange**
- **Procédure de décompression (titre IV)**
 - **Tables spécifiques ou ordinateurs conçus pour plongée aux mélanges**
- **Espace et conditions évolution (titre V)**
 - **Evolution des plongeurs en fonction de leur niveau air et de leur qualification**
 - **Création de deux qualifications nitrox et nitrox confirme**

Normes sur le matériel nitrox **attention**

- **EN 13049** projet de norme concernant les appareils destinés à être utilisés avec un mélange supérieur à 21% O₂
 - Il a été admis par l'ensemble des délégations et par le CEN que tout matériel utilise avec un mélange comportant plus de 21%O₂ devait être qualifié (**OXYGENE**)
- **EN 144- 3** projet de norme relative aux robinet de bouteilles à gaz raccord de sortie nitrox
 - Raccord fileté pour nitrox respirable pression max 230 bar
 - Raccord fileté pour nitrox respirable pression max 300 bar
- Ces normes vont être appliquées par les fabricants car elles sont la garantie de présomption de conformité à la directive PED 97 .23 CE

- **POUR L'INSTANT NOUS NOUS TROUVONS DANS UNE PERIODE TRANSITOIRE !!!! DONC L'ARRETE DU 9 07 2004 EST VALIDE (art 5) jusqu'en novembre 2008**

Procédures de décompression

La décompression d'une plongée au nitrox ne suit pas les mêmes règles que celles d'une plongée à l'air.

Il existe trois méthodes pour calculer une décompression à la suite d'une plongée nitrox.

- **Utilisation de tables à l'air . Cette décompression est fondée sur le concept de la profondeur équivalente (PEA)**
- **Utilisation de tables spécifiques pour le nitrox (ffessm ; iantd)**
- **Utilisation d'un ordinateur de plongée spécifique nitrox.**

Choix de la table de décompression

- **Utilisation de la table air sans modification**
 - **hypothèse la plus sécurisante est d'ignorer que l'on respire du nitrox et de décompresser selon la table air**
- **Utilisation de la table air avec la PEA**
 - **le calcul doit être fait avant la plongée**
- **Utilisation d'une table spécialement calculée pour le nitrox.**
 - **Elles permettent en particulier d'utiliser le nitrox 50% ou 75% en mélange déco (iantd) ou O2 pur(ffessm)**

Concept de la profondeur équivalente

Si on considère que la charge des tissus en azote est le facteur critique de la décompression on peut se raccrocher pour la remontée à une procédure équivalente à l'air. Pour cela, on définit une plongée fictive à l'air dont la profondeur serait telle que la Pp N2 inspirée serait la même que celle du nitrox.

Cette définition est la base du calcul dont les formules sont :

$$\text{Prof équivalente} = \frac{(1-f_{O_2}) \times (\text{profondeur} + 10)}{0,79} - 10$$

$$\text{Pabs équivalente} = \text{Pabs réelle} \times \frac{\%N_2 \text{ mélange}}{\%N_2 \text{ air}}$$

Tables équivalentes à l'air

Calcul de la prof équivalente sert de base pour le choix d'une table de décompression. A partir du mélange et de la prof du plongeur on calcule la prof équivalente à l'air. On peut aussi se contenter de lire dans le tableau

➤ Si cette profondeur n'existe pas dans la table elle est arrondie à la prof supérieure

| Profondeur réelle en mètre | Profondeur équivalente pour les tables MN 90 | | |
|----------------------------|--|---------|---------|
| | 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 | Danger |
| 35 | 30 | Danger | Danger |
| 38 | 32 | Danger | Danger |
| 40 | 35 | Danger | Danger |

Tableau de profondeur équivalente

| % O ₂ Nitrox | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 |
|----------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 14 m | 14 | 14 | 14 | 13 | 13 | 13 | 12 | 12 | 12 | 11 | 11 | 11 | 11 | 10 | 10 | 10 | 9 | 9 | 9 |
| 16 m | 16 | 16 | 16 | 15 | 15 | 15 | 14 | 14 | 14 | 13 | 13 | 13 | 12 | 12 | 12 | 11 | 11 | 11 | 10 |
| 18 m | 18 | 18 | 17 | 17 | 17 | 16 | 16 | 16 | 15 | 15 | 15 | 14 | 14 | 14 | 13 | 13 | 12 | 12 | 12 |
| 20 m | 20 | 20 | 19 | 19 | 19 | 18 | 18 | 17 | 17 | 17 | 16 | 16 | 16 | 15 | 15 | 14 | 14 | 14 | 13 |
| 22 m | 22 | 22 | 21 | 21 | 20 | 20 | 20 | 19 | 19 | 18 | 18 | 18 | 17 | 17 | 16 | 16 | 16 | 15 | 15 |
| 24 m | 24 | 24 | 23 | 23 | 22 | 22 | 21 | 21 | 21 | 20 | 20 | 19 | 19 | 18 | 18 | 18 | 17 | 17 | 16 |
| 26 m | 26 | 26 | 25 | 25 | 24 | 24 | 23 | 23 | 22 | 22 | 21 | 21 | 21 | 20 | 20 | 19 | 19 | 18 | 18 |
| 28 m | 28 | 28 | 27 | 27 | 26 | 26 | 25 | 25 | 24 | 24 | 23 | 23 | 22 | 22 | 21 | 21 | 20 | 20 | 19 |
| 30 m | 30 | 29 | 29 | 28 | 28 | 27 | 27 | 26 | 26 | 25 | 25 | 24 | 24 | 23 | 23 | 22 | 22 | 21 | 21 |
| 32 m | 32 | 31 | 31 | 30 | 30 | 29 | 29 | 28 | 28 | 27 | 27 | 26 | 26 | 25 | 25 | 24 | 23 | | |
| 34 m | 34 | 33 | 33 | 32 | 32 | 31 | 31 | 30 | 29 | 29 | 28 | 28 | 27 | 26 | | | | | |
| 36 m | 36 | 35 | 35 | 34 | 34 | 33 | 32 | 32 | 31 | 31 | 30 | 30 | 29 | | | | | | |
| 38 m | 38 | 37 | 37 | 36 | 35 | 35 | 34 | 34 | 33 | 32 | 32 | 31 | | | | | | | |
| 40 m | 40 | 39 | 39 | 38 | 37 | 37 | 36 | 35 | 35 | 34 | 34 | | | | | | | | |

DANGER



calcul de la PEA

EXERCICE :

Soit un plongeur qui s'immerge avec un nitrox 36 à 28 m

→ Calculer la profondeur équivalente air

calcul des PEA

On plonge avec un nitrox 36 à 28 mètres → Le % N² est de 64%

FORMULE DE CALCUL

$$\text{PEA} = \frac{\% \text{ N}^2 (\text{prof} + 10)}{0,79} - 10$$

ou

$$\text{PEA} = \frac{\% \text{ N}^2 (\text{P.abs})}{0,79} = \text{P.abs équivalente}$$

Tables MN 90 avec PEA

- **La profondeur à prendre pour le calcul de la décompression est la PEA (profondeur fictive)**
- **La durée de la remontée part de profondeur réelle (et non de la PEA)**
- **Les temps de plongée se prennent selon les normes :table à l'air**
- **La vitesse de remontée et les procédures sont identiques table à l'air**
- **Remontée rapide palier $\frac{1}{2}$ profondeur pr réelle**
- **Les profondeur des paliers éventuels sont identiques à ceux de la table air**
- **Si la PEA n'existe pas choisir la profondeur immédiatement supérieure**

Décompression O2 pur au palier mn90

Rappel important

- **Profondeur des paliers 6m et 3m**
 - Pas ou peu de gain réel pour celui de 6m dans la plongée sportive et des risques supplémentaires
- **Durée de chacun des palier à l'o2 pur est égale au 2/3 de la durée de palier à l'air avec un minimum de 5mn**
 - Si le palier air est inférieur à 5mn le palier O2 est de la même durée que celui à l'air
- **Effectuer un palier deco O2 pur ne modifie pas le GPS de la plongée**

Tenir compte de ce type de palier pour le calcul de la toxicité de l'oxygène (snc otu uptd)

Tables de décompression nitrox

- Elles ne nécessitent pas de calcul de la PEA, puisque l'on se reporte directement dans ces tables avec la profondeur réelle.
- leur utilisation est identique à celle des tables traditionnelles mais leur manque d'adaptation ne les rendent utilisables que pour des nitrox précis NX 32, NX36, NX40.
- Si la table ne correspond pas il faut:

Changer de mélange pour avoir un mélange adapté à la table

Ou calculer la PEA et rentrer avec les tables air

**Beaucoup de tables nitrox existent : FFESSM IANTD NOAA
US NAVY**

TABLES FEDERALES NITROX

Remarques importante

- **Extrapolation des tables à l'air sans modification du modèle**
 - Maintient des paliers au nitrox comme ceux à l'air
 - Maintient de la vitesse de remontée comme à l'air
 - Paliers à l'o2 pur: lire dans la colonne < durée palier 3m O2
 - Pas de palier à l'o2 pur à 6m car risque supplémentaire sans gain réel dans la pratique en plongée sportive.
 - Durée maximale de 120 mn (recommandation fressm)
 - Des profondeurs limites si PpO2 sup. 1,6 bar **chiffre prof grisé**

Extrait de la table FFESSM pour le Nitrox 40

| Profondeur | Durée de la plongée | Durée palier à 3 m | Durée palier O ₂ à 3 m | Durée totale remontée | GPS |
|------------|---------------------|--------------------|-----------------------------------|-----------------------|-----|
| 26 m | 0h15 | | | 2 | C |
| | 0h20 | | | 2 | D |
| | 0h25 | | | 2 | E |
| | 0h30 | | | 2 | F |
| | 0h35 | | | 2 | F |
| | 0h40 | | | 2 | G |
| | 0h45 | | | 2 | H |
| | 0h50 | | | 2 | H |
| | 0h55 | 1 | 1 | 3.5 | I |
| | 1h00 | 5 | 5 | 7.5 | J |
| | 1h05 | 8 | 6 | 10.5 | J |
| | 1h10 | 11 | 8 | 13.5 | K |
| | 1h15 | 14 | 10 | 16.5 | K |
| | 1h20 | 17 | 12 | 19.5 | L |
| | 1h25 | 21 | 14 | 23.5 | L |
| | 1h30 | 23 | 16 | 25.5 | M |

Plongées successives nitrox ;calcul deco,;

- **Quatre possibilités :**
 - 1ère plongée Nitrox, 2ème plongée air, utilisation MN 90 avec PEA
 - 1ère plongée air, 2ème plongée Nitrox, utilisation MN 90 avec PEA
 - 2 plongées successives au même Nitrox, utilisation tables fédérales Nitrox
 - 2 plongées successives au Nitrox différent, utilisation tables fédérales Nitrox

Ordinateur nitrox

Utilisation d'un ordinateur adaptatif nitrox + gestion de l'air (air z o2 ; nitrox Aladin)

- Intègre la PpO₂ dans la mémoire active (22...99%)
- Intégrer la Ppo₂ limite : 1,2,,,1,95 standard 1,5 bar
- Utilise le modèle de calcul ZHL-L8 ADT différent des autres modèles car prise en compte de processus physiologique supplémentaire(t°, respiration) .
- **attention tout les ordinateurs** ne permettent pas de planifier à l'avance les détails donc calcul avec une table nitrox adaptée au mélange ;

 **Ne pas plonger avec un ordinateur nitrox ,sans se munir de tables de secours nitrox**

PLANIFICATION DE PLONGEE NITROX



Planification des plongées

un plongeur nitrox confirme doit savoir planifier sa plongée.

la plongée nitrox nécessite de poser quelques calculs. On peut évidemment les éviter en utilisant des tableaux ou mieux encore un logiciel de plongée. Quoi qu'il en soit planifier nécessite de la méthode. Les étapes incontournables de la planification sont aux nombres de sept .

Planification de plongée nitrox

Règles sur les consommations

Choix de la PpO_2 limite

Choix du meilleur mélange

Détermination profondeur plancher

Calcul de la profondeur équivalente

Choix de la table de décompression

Calcul des indices de toxicité oxygène

Choix de la PpO2 limite

- La première étape dans la planification est de choisir la PpO2 limite à utiliser.
- Pour un plongeur nitrox confirme ffessm cette PpO2 est déjà limitée à **1,6 bar** (1,4bar plongeur nitrox confirme iantd)
- Cette valeur peut être encore adaptée en fonction des conditions de plongée .Un facteur de risque supplémentaire, qu'il soit environnemental (froid, courant, houle etc.) ou personnel (forme physique, repos) doit être pris en compte.
- On peut donc amener à réduire encore la valeur PpO2 limite de **1.6 bar** à **1,5.....1,4.....1,3.....1,2**

Choix du meilleur mélange

PpO2 max

- Détermination du mélange idéal « Best mix » en fonction de la PpO2 choisie et de la profondeur de la plongée.

$$\% \text{Best mix} = 100 \times \frac{PpO2}{Pabs}$$

Prof
réelle

| | 1,2 bar | 1,3 bar | 1,4 bar | 1,5 bar | 1,6 bar |
|-----|------------|------------|------------|------------|------------|
| 12m | 54,5 % | 59,1 % | 63,6 % | 68,2 % | 72,7 % |
| 15m | 48 % | 52 % | 56 % | 60 % | 64 % |
| 18m | 42,9 % | 46,4 % | 50 % | 53,6% | 57,1 % |
| 21m | 38,8% | 41,9% | 45,2% | 48,4% | 51,6% |
| 24m | 35,3% | 38,2% | 41,2% | 44,1% | 47,1% |
| 27m | 32,4% | 35,1% | 37,8% | 40,5% | 43,2% |
| 30m | 30% | 32,5% | 35% | 37,5% | 40% |
| 33m | 27,9% | 30,2% | 32,6% | 34,9% | 37,2% |
| 36m | 26,1% | 28,3% | 30,4% | 32,6% | 34,8% |
| 39m | 24,5% | 26,5% | 28,6% | 30,6% | 32,7% |

Détermination de la profondeur plancher

La profondeur maximale d'utilisation (MOD ou prof plancher) de différents mélanges nitrox en fonction du choix de la PpO₂ maximale admissible

Prof plancher = $\frac{PpO_2max}{\% O_2 gaz}$
= Pabs - 1 = Phydro x 10
= mtrs

| | 1,2bar | 1,3 bar | 1,4 bar | 1,5 bar | 1,6 bar |
|-----|--------|---------|---------|---------|---------|
| 21% | 47m | 52 m | 57 m | 61 m | 66 m |
| 24% | 40m | 44 m | 48 m | 53 m | 57 m |
| 26% | 36 m | 40 m | 44 m | 48 m | 52 m |
| 28% | 33m | 36 m | 40 m | 44 m | 47 m |
| 30% | 30m | 33 m | 37 m | 40 m | 43 m |
| 32% | 28m | 31 m | 34 m | 37 m | 40 m |
| 34% | 25m | 28 m | 31 m | 34 m | 37 m |
| 36% | 23m | 26 m | 29 m | 32 m | 34 m |
| 40% | 20 m | 23 m | 25 m | 28 m | 30 m |
| 50% | 14 m | 16 m | 18 m | 20 m | 22 m |

Calcul de la profondeur équivalente

Dans une plongée effectuée avec les tables à l'air il est nécessaire de calculer la profondeur équivalente. C'est une bonne précaution en cas de panne d'ordinateur ou perte de table nitrox

$$PEA = P_{abs} \text{ réelle} \times \underline{\%N_2}$$

0,79

| % O ₂ Nitrox | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 |
|----------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 14 m | 14 | 14 | 14 | 13 | 13 | 13 | 12 | 12 | 12 | 11 | 11 | 11 | 11 | 10 | 10 | 10 | 9 | 9 | 9 |
| 16 m | 16 | 16 | 16 | 15 | 15 | 15 | 14 | 14 | 14 | 13 | 13 | 13 | 12 | 12 | 12 | 11 | 11 | 11 | 10 |
| 18 m | 18 | 18 | 17 | 17 | 17 | 16 | 16 | 16 | 15 | 15 | 15 | 14 | 14 | 14 | 13 | 13 | 12 | 12 | 12 |
| 20 m | 20 | 20 | 19 | 19 | 19 | 18 | 18 | 17 | 17 | 17 | 16 | 16 | 16 | 15 | 15 | 14 | 14 | 14 | 13 |
| 22 m | 22 | 22 | 21 | 21 | 20 | 20 | 20 | 19 | 19 | 18 | 18 | 18 | 17 | 17 | 16 | 16 | 16 | 15 | 15 |
| 24 m | 24 | 24 | 23 | 23 | 22 | 22 | 21 | 21 | 21 | 20 | 20 | 19 | 19 | 18 | 18 | 18 | 17 | 17 | 16 |
| 26 m | 26 | 26 | 25 | 25 | 24 | 24 | 23 | 23 | 22 | 22 | 21 | 21 | 21 | 20 | 20 | 19 | 19 | 18 | 18 |
| 28 m | 28 | 28 | 27 | 27 | 26 | 26 | 25 | 25 | 24 | 24 | 23 | 23 | 22 | 22 | 21 | 21 | 20 | 20 | 19 |
| 30 m | 30 | 29 | 29 | 28 | 28 | 27 | 27 | 26 | 26 | 25 | 25 | 24 | 24 | 23 | 23 | 22 | 22 | 21 | 21 |
| 32 m | 32 | 31 | 31 | 30 | 30 | 29 | 29 | 28 | 28 | 27 | 27 | 26 | 26 | 25 | 25 | 24 | 23 | | |
| 34 m | 34 | 33 | 33 | 32 | 32 | 31 | 31 | 30 | 29 | 29 | 28 | 28 | 27 | 26 | | | | | |
| 36 m | 36 | 35 | 35 | 34 | 34 | 33 | 32 | 32 | 31 | 31 | 30 | 30 | 29 | | | | | | |
| 38 m | 38 | 37 | 37 | 36 | 35 | 35 | 34 | 34 | 33 | 32 | 32 | 31 | | | | | | | |
| 40 m | 40 | 39 | 39 | 38 | 37 | 37 | 36 | 35 | 35 | 34 | 34 | | | | | | | | |

DANGER

Tableau de profondeur équivalente

| % O ₂ Nitrox | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 |
|----------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 14 m | 14 | 14 | 14 | 13 | 13 | 13 | 12 | 12 | 12 | 11 | 11 | 11 | 11 | 10 | 10 | 10 | 9 | 9 | 9 |
| 16 m | 16 | 16 | 16 | 15 | 15 | 15 | 14 | 14 | 14 | 13 | 13 | 13 | 12 | 12 | 12 | 11 | 11 | 11 | 10 |
| 18 m | 18 | 18 | 17 | 17 | 17 | 16 | 16 | 16 | 15 | 15 | 15 | 14 | 14 | 14 | 13 | 13 | 12 | 12 | 12 |
| 20 m | 20 | 20 | 19 | 19 | 19 | 18 | 18 | 17 | 17 | 17 | 16 | 16 | 16 | 15 | 15 | 14 | 14 | 14 | 13 |
| 22 m | 22 | 22 | 21 | 21 | 20 | 20 | 20 | 19 | 19 | 18 | 18 | 18 | 17 | 17 | 16 | 16 | 16 | 15 | 15 |
| 24 m | 24 | 24 | 23 | 23 | 22 | 22 | 21 | 21 | 21 | 20 | 20 | 19 | 19 | 18 | 18 | 18 | 17 | 17 | 16 |
| 26 m | 26 | 26 | 25 | 25 | 24 | 24 | 23 | 23 | 22 | 22 | 21 | 21 | 21 | 20 | 20 | 19 | 19 | 18 | 18 |
| 28 m | 28 | 28 | 27 | 27 | 26 | 26 | 25 | 25 | 24 | 24 | 23 | 23 | 22 | 22 | 21 | 21 | 20 | 20 | 19 |
| 30 m | 30 | 29 | 29 | 28 | 28 | 27 | 27 | 26 | 26 | 25 | 25 | 24 | 24 | 23 | 23 | 22 | 22 | 21 | 21 |
| 32 m | 32 | 31 | 31 | 30 | 30 | 29 | 29 | 28 | 28 | 27 | 27 | 26 | 26 | 25 | 25 | 24 | 23 | | |
| 34 m | 34 | 33 | 33 | 32 | 32 | 31 | 31 | 30 | 29 | 29 | 28 | 28 | 27 | 26 | | | | | |
| 36 m | 36 | 35 | 35 | 34 | 34 | 33 | 32 | 32 | 31 | 31 | 30 | 30 | 29 | | | | | | |
| 38 m | 38 | 37 | 37 | 36 | 35 | 35 | 34 | 34 | 33 | 32 | 32 | 31 | | | | | | | |
| 40 m | 40 | 39 | 39 | 38 | 37 | 37 | 36 | 35 | 35 | 34 | 34 | | | | | | | | |

DANGER

Choix de la table de décompression

- **Utilisation de la table air sans modification**
 - **hypothèse la plus sécurisante est d'ignorer que l'on respire du nitrox et de décompresser selon la table air**
- **Utilisation de la table air avec la PEA**
 - **le calcul doit être fait avant la plongée**
- **Utilisation d'une table spécialement calculée pour le nitrox.**
 - **Elles permettent en particulier d'utiliser le nitrox 50% ou 75% en mélange déco (iantd) ou O2 pur(ffessm)**

Calcul indices de toxicité oxygène % SNC

Le principe est de quantifier la quantité de dose en % accumulée durant la plongée et par tranche de profondeur.

La somme accumulée en fin de plongée doit être inférieure à 100 %

A retenir

- de 50 % à 79 % en 24 heures, intervalle 45 mn en surface air
- de 80 % à 99 % en 24 heures, intervalle au moins 2 heures surface air
- à 100 % attendre au moins 12 heures surface air

Calcul :

$$\% \text{ SNC} = K \times \text{temps exposition minute}$$

| PpO2 maximale atteinte au cours de la plongée | % SNC par minute d'immersion |
|---|------------------------------|
| 0.6 bar | 0.14 |
| 0.7 bar | 0.18 |
| 0.8 bar | 0.22 |
| 0.9 bar | 0.27 |
| 1.00 bar | 0.33 |
| 1.10 bar | 0.41 |
| 1.20 bar | 0.47 |
| 1.30 bar | 0.55 |
| 1.40 bar | 0.66 |
| 1.50 bar | 0.83 |
| 1.60 bar | 1.00 |

Calcul des indices de toxicité 02

PpO2

| 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,5 | 1,6 | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 36 | 29 | 23 | 18 | 15 | 12 | 11 | 9 | 8 | 6 | 2 | 5% |
| 72 | 57 | 45 | 36 | 30 | 24 | 21 | 18 | 15 | 12 | 4 | 10% |
| 108 | 86 | 68 | 54 | 45 | 36 | 32 | 27 | 23 | 18 | 6 | 15% |
| 114 | 114 | 90 | 72 | 60 | 48 | 42 | 36 | 30 | 24 | 9 | 20% |
| | | 113 | 90 | 75 | 60 | 53 | 45 | 38 | 30 | 11 | 25% |
| | | | 108 | 90 | 72 | 63 | 54 | 45 | 36 | 13 | 30% |
| | | | | 105 | 84 | 74 | 63 | 53 | 42 | 15 | 35% |
| | | | | 120 | 96 | 84 | 72 | 60 | 48 | 18 | 40% |
| | | | | | 108 | 95 | 81 | 68 | 54 | 20 | 45% |
| | | | | | 120 | 105 | 90 | 75 | 60 | 22 | 50% |
| | | | | | | 116 | 99 | 83 | 66 | 24 | 55% |
| | | | | | | | 108 | 90 | 72 | 27 | 60% |
| | | | | | | | 117 | 98 | 78 | 29 | 65% |
| | | | | | | | | 105 | 84 | 31 | 70% |
| | | | | | | | | 113 | 90 | 33 | 75% |
| | | | | | | | | 120 | 96 | 36 | 80% |
| | | | | | | | | | 102 | 38 | 85% |

lire le tableau
en fonction
de la ppO2
et du tps
de plongée

**TEMPS
DE PLONGEE**

**%
EXPOSITION**

Règles sur les consommations

Un plongeur Nitrox confirmé doit gérer le déroulement de sa plongée afin d'éviter la panne d'air. Pour cela, il doit convenir à l'avance avec son binôme, une règle de surveillance des pressions permettant d'assurer que chacun des plongeurs possède une réserve raisonnable de mélange en fin de plongée.

Généralement la règle utilisée est la suivante (règle des tiers).

- **1/3 de la pression bouteille aller**
- **1/3 de la pression sert au retour**
- **1/3 est gardé en sécurité**

Exemple : deux plongeurs plongent avec 180 bars dans les bouteilles
Quelles sont les différentes pressions respectées ? Pression 1/2 retour et pression résiduelle

Réponse 1 : la pression de 1/2 retour = $180 - 180/3 = 120$ bars

Réponse 2 : la pression résiduelle surface = $180/3 = 60$ bars surface

Exercice de planification

Un plongeur veut faire une plongée sur un bas de tombant à 33M .Il veut utiliser un mélange fond nitrox .Il prend 1,4 bar de PpO₂ sur le fond

1/ Quel est le mélange idéal nitrox?

En fait ,il va utiliser une bouteille préparée la veille qui contient après analyse du plongeur du NX 32

2/ Quel est la profondeur plancher du nitrox 32% avec 1,5 bar de PpO₂ max?

Le plongeur prévoit de plonger 40 mn

3/ Quel est la profondeur équivalente de la plongée?

Il choisi une table nitrox 32 % + palier NX50%

4/ Durée de décompression?

5/ Quel est son % oxygène SNC en fin de plongée?

Réponses

- **Meilleur mélange**

$$100 \times (PpO_2 / P_{abs})$$

$$1,4 / 4,3 = \mathbf{32,55\% O_2}$$

- **Profondeur plancher (MOD)**

$$PpO_2 \text{ max} / \%O_2 \text{ du gaz}$$

$$1,5 / 0,32 = \mathbf{4,68 \text{ bars}}$$

$$= \mathbf{36,8 \text{ mtrs}}$$

- **Profondeur équivalente (PEA) =**

$$P_{abs} \text{ réelle} \times (\%N_2 / 0,79)$$

$$4,3 \times (0,68 / 0,79) = \mathbf{3,7 \text{ bars}}$$

$$= \mathbf{27 \text{ mtrs}}$$



deco

- **Tables deco fressm 32%**

33mtrs(34) $\xrightarrow{\quad}$ 40mn

Durée remontée 1er palier

= 2mn (15mtrs/mn)

Durée des palier

19 mn NX 50%

19mn NX 32%

13mn 02 pur

DTR 2+19 +0,5=21,5 mn

- **Tables deco iantd 32%**

33m $\xrightarrow{\quad}$ 40mn

Durée remontée 1er palier

= 3 mn (9mtrs/mn)

Durée des paliers

= 2+13 mn = 15mn NX 50

Durée totale de remontée

=15+3= 18mn

Horloge oxygène

• Iantd

Fond +remontée palier

=43mn

$P_{pO_2} = 0,32 \times 4,3 = 1,34 \text{ bars}$

%O₂=

$43 \times 0,66 = 28,3\%$

Paliers 6...4,5

$P_{pO_2} \text{ 6mtr} = 1,6 \times 0,5 = 0,8$

%O₂

$2 \times 0,22 = 0,4\%$

$15 \times 0,22 = 3,3\%$

total 32%

• FFESSM

Fond +remontée palier

=42mn

%O₂

$42 \times 0,66 = 27,7\%$

Palier 3mtrs NX50 O₂ pur

$P_{pO_2} \text{ 3mtrs} = 1,3 \times 0,5 = 0,65 \text{ b}$

$1,3 \times 1 = 1,3 \text{ b}$

%O₂

$19 \times 0,18 = 3,42\%$

$13 \times 0,55 = 7,15\%$ total 31,12%