

Formation Nitrox Élémentaire

- Sommaire
- Présentation
- Pré-requis
- Sigles utilisés
- Avantages – Inconvénients
 - Avantages
 - Inconvénients
- Stratégie d'utilisation
 - Peinard
 - Optimisée
- Danger du Nitrox
 - Troubles neurologiques
 - Troubles pulmonaires
- Triangle de Dalton
- Formule
- Formules diverses
- Profondeur maximum
- Profondeur équivalente
- Calcul du Best Nitrox
- Prérogatives
- Mise en œuvre
 - Planification
 - Fabrication
 - Analyse
 - Marquage des blocs
- Mises à jour
- Fin



Formation Nitrox Élémentaire



Sommaire

Bonjour à toutes et tous, vous allez passer du côté obscur de la plongée. Vous allez faire de la plongée dite « **Technique** » ou « **TEK** » pour les puristes.

Nous allons lors de cette formation, démystifier tout cela et vous ouvrir les portes de futures plongées encore plus envoutantes...

Imaginez la découverte de superbes épaves avec des temps de paliers minimisés ou des plongées sans fin (ou presque) et sans paliers...

MAIS...

Car il y a toujours un **MAIS**, cela impose certaines règles strictes pour ne pas avoir de problèmes ou d'accidents.

En attendant, bonne formation avec le CSAG Metz

Sommaire

Présentation

Pré-requis

Sigles utilisés

Avantages – Inconvénients

Avantages

Inconvénients

Stratégie d'utilisation

Peinard

Optimisée

Danger du Nitrox

Troubles neurologiques

Troubles pulmonaires

Triangle de Dalton

Formule

Formules diverses

Profondeur maximum

Profondeur équivalente

Calcul du Best Nitrox

Prérogatives

Mise en œuvre

Planification

Fabrication

Analyse

Marquage des blocs

Mises à jour

Fin

Formation Nitrox Élémentaire

Sommaire

Présentation

Pré-requis

Sigles utilisés

Avantages – Inconvénients

Avantages

Inconvénients

Stratégie d'utilisation

Peinard

Optimisée

Danger du Nitrox

Troubles neurologiques

Troubles pulmonaires

Triangle de Dalton

Formule

Formules diverses

Profondeur maximum

Profondeur équivalente

Calcul du Best Nitrox

Prérogatives

Mise en œuvre

Planification

Fabrication

Analyse

Marquage des blocs

Mises à jour

Fin

Présentation

L'air que nous respirons est essentiellement composé d'**Azote** et d'**Oxygène**. Les autres gaz sont présents dans des quantités modiques et ne sont pas pris en compte dans les calculs de décompression. Par facilité pour les calculs on définit que l'air est composé de **79%** d'**Azote** et de **21%** d'**Oxygène**.

Le terme Nitrox est une contraction des mots anglais **NITR**ogen et **OX**ygène qui désignent l'**Azote** et l'**Oxygène** qui compose l'air que nous respirons.

Le terme **Nitrox** désigne de manière générale tous les mélanges d'oxygène et d'air dont la teneur en oxygène est supérieure à **21%** d'oxygène.

La formation que vous êtes en train de suivre vous permettra de respirer, sous l'eau, des mélanges contenant jusqu'à **40%** d'oxygène maximum.

Formation Nitrox Élémentaire



- Sommaire
- Présentation
- Pré-requis**
- Sigles utilisés
- Avantages – Inconvénients
 - Avantages
 - Inconvénients
- Stratégie d'utilisation
 - Peinard
 - Optimisée
- Dangers du Nitrox
 - Troubles neurologiques
 - Troubles pulmonaires
- Triangle de Dalton
 - Formule
 - Formules diverses
 - Profondeur maximum
 - Profondeur équivalente
 - Calcul du Best Nitrox
- Prérogatives
- Mise en œuvre
 - Planification
 - Fabrication
 - Analyse
 - Marquage des blocs
- Mises à jour
- Fin

Pré-requis

- Etre âgé de 14 ans au minimum
- Avoir une licence **FFESSM** en cours de validité
- Etre titulaire du niveau 1 **FFESSM** ou équivalent
- Avoir au minimum 10 plongées dans la zone des 20m
- Avoir un certificat médical de non contre-indication à la plongée sous-marine de moins de 1 an, délivré par un médecin fédéral ou un médecin du sport.
- Maîtriser parfaitement la stabilité avant tout exercice en milieu naturel.

Pour être qualifié **Nitrox élémentaire**, il faudra avoir effectué au minimum 2 plongées au Nitrox sous la conduite d'un moniteur Nitrox.

Formation Nitrox Élémentaire

- Sommaire
- Présentation
- Pré-requis
- Sigles utilisés**
- Avantages – Inconvénients
 - Avantages
 - Inconvénients
- Stratégie d'utilisation
 - Peinard
 - Optimisée
- Dangers du Nitrox
 - Troubles neurologiques
 - Troubles pulmonaires
- Triangle de Dalton
 - Formule
 - Formules diverses
 - Profondeur maximum
 - Profondeur équivalente
 - Calcul du Best Nitrox
- Prérogatives
- Mise en œuvre
 - Planification
 - Fabrication
 - Analyse
 - Marquage des blocs
- Mises à jour
- Fin

Sigles utilisés



PpO2 : Pression partielle d'oxygène du mélange.

PpN2 : Pression partielle d'azote du mélange.

Nx ou **EANX** : Désigne un mélange Nitrox. Le nombre qui suit définit le % d'oxygène du mélange.

PAE ou **END** : Désigne la profondeur air équivalente ou profondeur dite « **narcotique** » d'un mélange.
(Equivalent **Narcotic Depth**)

PME ou **MOD** : Profondeur maximum d'évolution d'un mélange. (**Max Operating Depth**)

Personnellement je vous conseille d'utiliser les termes anglais car ceux-ci sont internationaux et de plus si vous évoluez par la suite dans les plongées mélanges, la plupart des organismes formateurs sont d'origine anglo-saxonnes. (IANTD, TDI, SSI, etc.)

Formation Nitrox Élémentaire

- Sommaire
- Présentation
- Pré-requis
- Sigles utilisés
- Avantages – Inconvénients**
- Avantages
- Inconvénients
- Stratégie d'utilisation
- Peinard
- Optimisée
- Dangers du Nitrox
 - Troubles neurologiques
 - Troubles pulmonaires
- Triangle de Dalton
- Formule
- Formules diverses
- Profondeur maximum
- Profondeur équivalente
- Calcul du Best Nitrox
- Prérogatives
- Mise en œuvre
- Planification
- Fabrication
- Analyse
- Marquage des blocs
- Mises à jour
- Fin

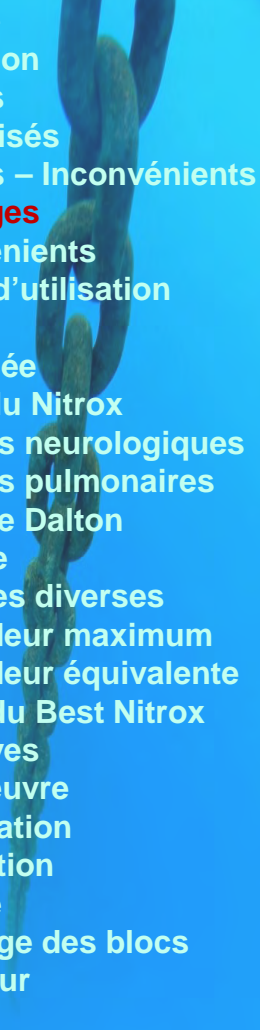
Avantages - Inconvénients

Comme toute chose dans la vie, il y a des avantages et des inconvénients.

Heureusement les avantages sont plus nombreux que les inconvénients et la pratique régulière de la plongée aux mélanges forge des automatismes qui nivèlent les inconvénients pour ne laisser que les avantages.



Formation Nitrox Élémentaire



- Sommaire
- Présentation
- Pré-requis
- Sigles utilisés
- Avantages – Inconvénients
- Avantages**
- Inconvénients
- Stratégie d'utilisation
- Peinard
- Optimisée
- Dangers du Nitrox
- Troubles neurologiques
- Troubles pulmonaires
- Triangle de Dalton
- Formule
- Formules diverses
- Profondeur maximum
- Profondeur équivalente
- Calcul du Best Nitrox
- Prérogatives
- Mise en œuvre
- Planification
- Fabrication
- Analyse
- Marquage des blocs
- Mises à jour
- Fin

Avantages

- Augmentation de la courbe de sécurité, par augmentation du temps de plongée sans paliers.
- Diminution du temps de paliers par une meilleure désaturation car le mélange respiré est plus pauvre en azote, qui n'est pas métabolisé par le corps humain.
- Réduction du temps d'intervalle surface en cas de plongées successives.
- Diminution de la fatigue après la plongée
- Diminution de la sensibilité au froid
- Diminution de la narcose à profondeur équivalente par rapport à une plongée à l'air
- Responsabilisation du plongeur car une planification de la plongée est nécessaire.

Formation Nitrox Élémentaire

- Sommaire
- Présentation
- Pré-requis
- Sigles utilisés
- Avantages – Inconvénients
 - Avantages
 - Inconvénients**
- Stratégie d'utilisation
 - Peinard
 - Optimisée
- Dangers du Nitrox
 - Troubles neurologiques
 - Troubles pulmonaires
- Triangle de Dalton
 - Formule
 - Formules diverses
 - Profondeur maximum
 - Profondeur équivalente
 - Calcul du Best Nitrox
- Prérogatives
- Mise en œuvre
 - Planification
 - Fabrication
 - Analyse
 - Marquage des blocs
- Mises à jour
- Fin

Inconvénients

- Contrainte du respect de la profondeur maximum d'évolution.
- Risque d'accident plus élevé en cas de dépassement des valeurs limites de profondeur ou de temps.
- Prix de la plongée plus élevé qu'une plongée à l'air.
- Remplissage et fabrication des mélanges plus contraignantes et longues.
- Manipulation éventuelle d'oxygène pur. Cela requiert une certaine expérience et connaissance.
- Matériel spécifique dès que le pourcentage d'oxygène dépasse 40%.

Formation Nitrox Élémentaire

- Sommaire
- Présentation
- Pré-requis
- Sigles utilisés
- Avantages – Inconvénients
 - Avantages
 - Inconvénients
- Stratégie d'utilisation**
- Peinard
- Optimisée
- Dangers du Nitrox
 - Troubles neurologiques
 - Troubles pulmonaires
- Triangle de Dalton
- Formule
- Formules diverses
- Profondeur maximum
- Profondeur équivalente
- Calcul du Best Nitrox
- Prérogatives
- Mise en œuvre
 - Planification
 - Fabrication
 - Analyse
 - Marquage des blocs
- Mises à jour
- Fin

Stratégie d'utilisation

Il y a quelques années, la plongée aux mélanges dont fait partie le Nitrox était soit disant réservée à des plongeurs de type combat. (En France seulement)

Dans les pays anglo-saxons, la plongée Nitrox est beaucoup plus développée et beaucoup de clubs n'utilise plus d'air pour leurs plongeurs.

De plus en plus souvent la plongée Nitrox est au même prix que la plongée air du fait de l'évolution des compresseurs à membranes, qui permettent la fabrication de Nitrox à partir de l'air ambiant.

Généralement la plongée Nitrox est utilisée pour satisfaire 2 besoins :

1. Rester plus longtemps sous l'eau sans paliers
2. Rester moins longtemps au paliers

Formation Nitrox Élémentaire

- Sommaire
- Présentation
- Pré-requis
- Sigles utilisés
- Avantages – Inconvénients
 - Avantages
 - Inconvénients
- Stratégie d'utilisation
 - Peinard**
 - Optimisée
- Dangers du Nitrox
 - Troubles neurologiques
 - Troubles pulmonaires
- Triangle de Dalton
 - Formule
 - Formules diverses
 - Profondeur maximum
 - Profondeur équivalente
 - Calcul du Best Nitrox
- Prérogatives
- Mise en œuvre
 - Planification
 - Fabrication
 - Analyse
 - Marquage des blocs
- Mises à jour
- Fin

La stratégie peinard

le plongeur veut augmenter sa sécurité et minimiser sa fatigue.

Il utilise un modèle de décompression à l'air (table ou ordinateur) et plonge au nitrox.

Cette stratégie est bien adaptée

- aux personnes d'un certain âge
- à ceux qui sont dans une condition physique très moyenne
- aux pratiquants de plongées à profils « malheureux » (remontés rapides, yoyo, profils inversés, etc)
- aux pauvres plongeurs qui claquent irrémédiablement des dents au palier
- à ceux qui, avec ou sans raison, choisissent de transformer leur plongée en marathon olympique ou en séance de musculation.

Formation Nitrox Élémentaire

- Sommaire
- Présentation
- Pré-requis
- Sigles utilisés
- Avantages – Inconvénients
 - Avantages
 - Inconvénients
- Stratégie d'utilisation
 - Peinard
 - Optimisée**
- Dangers du Nitrox
 - Troubles neurologiques
 - Troubles pulmonaires
- Triangle de Dalton
 - Formule
 - Formules diverses
 - Profondeur maximum
 - Profondeur équivalente
 - Calcul du Best Nitrox
- Prérogatives
- Mise en œuvre
 - Planification
 - Fabrication
 - Analyse
 - Marquage des blocs
- Mises à jour
- Fin

La stratégie optimisée

il s'agit de faire des plongées plus longues en bénéficiant de temps de palier « **promotionnels spécial nitrox** ».

Une option parfaite pour ceux qui préfèrent se balader tranquillement au fond plutôt que rester suspendu à trois mètres sous la surface à regarder les minutes s'égrener avant de pouvoir remonter boire un café sur le bateau.

Il est alors indispensable d'utiliser un protocole de décompression adapté au nitrox utilisé (tables nitrox, ordinateur nitrox ou utilisation de tables à l'air en faisant un petit calcul pour les adapter au nitrox).

Formation Nitrox Élémentaire

- Sommaire
- Présentation
- Pré-requis
- Sigles utilisés
- Avantages – Inconvénients
 - Avantages
 - Inconvénients
- Stratégie d'utilisation
 - Peinard
 - Optimisée
- Dangers du Nitrox**
 - Troubles neurologiques
 - Troubles pulmonaires
- Triangle de Dalton
 - Formule
 - Formules diverses
 - Profondeur maximum
 - Profondeur équivalente
 - Calcul du Best Nitrox
- Prérogatives
- Mise en œuvre
 - Planification
 - Fabrication
 - Analyse
 - Marquage des blocs
- Mises à jour
- Fin

Dangers du Nitrox

L'oxygène, indispensable à la vie, doit cependant être respiré dans des conditions particulières. La PpO₂ du mélange respiré ne doit pas dépasser la valeur de **1,6 bar**. Cela a été mis en évidence dès le 19^{ème} siècle par les travaux de **Paul BERT**.

L'oxygène respiré sous pression devient un poison pour l'homme et ses méfaits peuvent être de 2 types :

- **Troubles neurologiques** lors du dépassement du seuil de tolérance à l'oxygène.
- **Troubles pulmonaires** lors d'une exposition prolongée à des pressions partielles d'oxygène supérieure à 0,21 bar

La plage normale de pression partielle d'oxygène supportée est comprise entre **0,16 bar** et **1,6 bar**.

En France, le seuil maximum de **1,6 bar** est fixé par une loi sur l'utilisation de l'oxygène en plongée sous-marine.

Formation Nitrox Élémentaire



- Sommaire
- Présentation
- Pré-requis
- Sigles utilisés
- Avantages – Inconvénients
 - Avantages
 - Inconvénients
- Stratégie d'utilisation
 - Peinard
 - Optimisée
- Dangers du Nitrox
 - Troubles neurologiques**
 - Troubles pulmonaires
- Triangle de Dalton
 - Formule
 - Formules diverses
 - Profondeur maximum
 - Profondeur équivalente
 - Calcul du Best Nitrox
- Prérogatives
- Mise en œuvre
 - Planification
 - Fabrication
 - Analyse
 - Marquage des blocs
- Mises à jour
- Fin

Troubles neurologiques

La plus grave conséquence d'une crise neurologique est la crise hyperoxique.

C'est une crise convulsive généralisée, comparable à une crise d'épilepsie. Elle survient souvent sans signes annonciateurs. La tolérance à une **PpO2** élevée est variable suivant les individus et la plongée comme celle de la **PpN2** communément appelée « Narcose des profondeurs ».

Les facteurs favorisant une crise hyperoxique sont :

- ❖ L'effort
- ❖ L'essoufflement
- ❖ L'anxiété
- ❖ La fatigue
- ❖ L'eau très froide (< 9°C) ou très chaude (> 29°C)
- ❖ Certains médicaments, notamment ceux contenant de la PSEUDOEPHEDRINE
- ❖ Un matériel de plongée défectueux (Détendeurs)

Formation Nitrox Élémentaire

- Sommaire
- Présentation
- Pré-requis
- Sigles utilisés
- Avantages – Inconvénients
 - Avantages
 - Inconvénients
- Stratégie d'utilisation
 - Peinard
 - Optimisée
- Dangers du Nitrox
 - Troubles neurologiques**
 - Troubles pulmonaires
- Triangle de Dalton
 - Formule
 - Formules diverses
 - Profondeur maximum
 - Profondeur équivalente
 - Calcul du Best Nitrox
- Prérogatives
- Mise en œuvre
 - Planification
 - Fabrication
 - Analyse
 - Marquage des blocs
- Mises à jour
- Fin

Troubles neurologiques

Avec de la chance, on peut ressentir quelques symptômes avant la crise

- o Accélération de la fréquence cardiaque et respiratoire sans effort particulier.
- o Sensation de malaise général, vertiges et nausées
- o Troubles du comportement comme hallucinations, panique, dépression, euphorie ou désorientation.
- o Troubles visuels comme vision en tunnel, points lumineux, déformations des objets.
- o Troubles auditifs comme des bourdonnements ou des sifflements
- o Crampes musculaires
- o Contractions involontaires des muscles de la face principalement les lèvres et paupières.

En cas de symptôme, engager la remontée à vitesse contrôlée le plus vite possible pour faire baisser la PpO₂.

Formation Nitrox Élémentaire

- Sommaire
- Présentation
- Pré-requis
- Sigles utilisés
- Avantages – Inconvénients
 - Avantages
 - Inconvénients
- Stratégie d'utilisation
 - Peinard
 - Optimisée
- Dangers du Nitrox
 - Troubles neurologiques**
 - Troubles pulmonaires
- Triangle de Dalton
 - Formule
 - Formules diverses
 - Profondeur maximum
 - Profondeur équivalente
 - Calcul du Best Nitrox
- Prérogatives
- Mise en œuvre
 - Planification
 - Fabrication
 - Analyse
 - Marquage des blocs
- Mises à jour
- Fin

Troubles neurologiques

Une crise hyperoxique se déroule en 3 phases.

Phase 1 : La phase tonique d'une durée d'une minute environ.

- **CONTRACTIONS GÉNÉRALISÉES DES MUSCLES DU CORPS.**
- **EXTENSION EN APNÉE.**
- **BLOCAGE DE LA GLOTTE.**

CONDUITE À TENIR

- **NE PAS REMONTER DURANT CETTE PHASE EN RAISON DU RISQUE DE SURPRESSION PULMONAIRE DÛ AU BLOCAGE DE LA GLOTTE.**
- **MAINTIEN DE LA VICTIME AU MÊME NIVEAU.**
- **D'IMMERSION AVEC MAINTIEN DE SON EMBOUT EN BOUCHE.**
- **NE PAS DESCENDRE.**

Formation Nitrox Élémentaire

- Sommaire
- Présentation
- Pré-requis
- Sigles utilisés
- Avantages – Inconvénients
 - Avantages
 - Inconvénients
- Stratégie d'utilisation
 - Peinard
 - Optimisée
- Dangers du Nitrox
 - Troubles neurologiques**
 - Troubles pulmonaires
- Triangle de Dalton
 - Formule
 - Formules diverses
 - Profondeur maximum
 - Profondeur équivalente
 - Calcul du Best Nitrox
- Prérogatives
- Mise en œuvre
 - Planification
 - Fabrication
 - Analyse
 - Marquage des blocs
- Mises à jour
- Fin

Troubles neurologiques

Phase 2 : La phase clonique d'une durée de deux minutes environ.

<ul style="list-style-type: none">➤ CONVULSIONS.➤ MORSURE DE LA LANGUE.➤ ÉMISSION D'URINE	<p style="text-align: center;">CONDUITE À TENIR</p> <ul style="list-style-type: none">➤ ENTAMER SI POSSIBLE LA REMONTÉE À LA VITESSE CONTRÔLÉE (ASSISTANCE).➤ VISUALISER ET ÉVENTUELLEMENT PROVOQUER UNE BONNE EXPIRATION DE LA VICTIME (REMONTÉE DE LA VICTIME, TÊTE EN HYPERTENSION).
--	---

Formation Nitrox Élémentaire

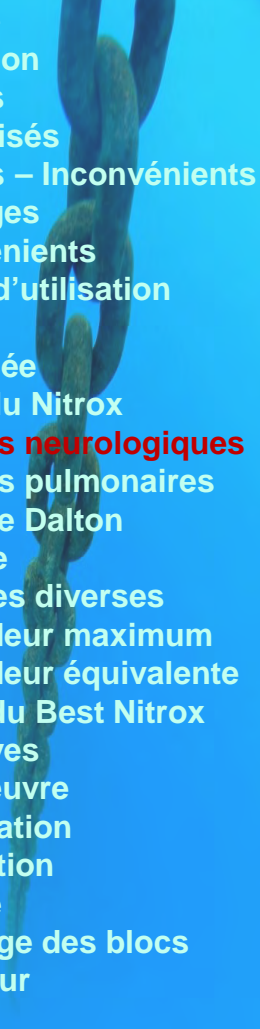
- Sommaire
- Présentation
- Pré-requis
- Sigles utilisés
- Avantages – Inconvénients
 - Avantages
 - Inconvénients
- Stratégie d'utilisation
 - Peinard
 - Optimisée
- Dangers du Nitrox
 - Troubles neurologiques**
 - Troubles pulmonaires
- Triangle de Dalton
 - Formule
 - Formules diverses
 - Profondeur maximum
 - Profondeur équivalente
 - Calcul du Best Nitrox
- Prérogatives
- Mise en œuvre
 - Planification
 - Fabrication
 - Analyse
 - Marquage des blocs
- Mises à jour
- Fin

Troubles neurologiques

Phase 3 : La phase résolutive d'une durée de dix minutes environ.

<ul style="list-style-type: none">➤ RELÂCHEMENT MUSCULAIRE.➤ REPRISE PROGRESSIVE DE LA CONSCIENCE.➤ ÉTAT CONFUS ET AGITÉ.➤ RÉCUPÉRATION POUVANT DURER PLUSIEURS HEURES➤ AMNÉSIE DE LA CRISE.	<p style="text-align: center;">CONDUITE À TENIR</p> <ul style="list-style-type: none">➤ REMONTER EN CONTINUANT DE LUI MAINTENIR L'EMBOUT EN BOUCHE.➤ EN SURFACE, EFFECTUER DES SIGNES DE DÉTRESSE.➤ MANOEUVRES DE SECOURISME SUR LE BATEAU.
---	---

Formation Nitrox Élémentaire



- Sommaire
- Présentation
- Pré-requis
- Sigles utilisés
- Avantages – Inconvénients
 - Avantages
 - Inconvénients
- Stratégie d'utilisation
 - Peinard
 - Optimisée
- Dangers du Nitrox
 - Troubles neurologiques**
 - Troubles pulmonaires
- Triangle de Dalton
 - Formule
 - Formules diverses
 - Profondeur maximum
 - Profondeur équivalente
 - Calcul du Best Nitrox
- Prérogatives
- Mise en œuvre
 - Planification
 - Fabrication
 - Analyse
 - Marquage des blocs
- Mises à jour
- Fin

Troubles neurologiques

Pour prévenir la crise hyperoxique, il faut :

- Ne jamais dépasser la profondeur maximum (MOD) que l'on s'est imposée.
- Ne jamais dépasser une PpO₂ de 1,6 bar et calculer son Nitrox fond avec une PpO₂ moindre.
- Savoir reconnaître les signes précurseurs et remonter sans attendre.
- Si des facteurs risques existent, choisir une PpO₂ fond plus faible. (Effort, eau trop froide ou trop chaude, etc.)

Formation Nitrox Élémentaire

- Sommaire
- Présentation
- Pré-requis
- Sigles utilisés
- Avantages – Inconvénients
 - Avantages
 - Inconvénients
- Stratégie d'utilisation
 - Peinard
 - Optimisée
- Dangers du Nitrox
 - Troubles neurologiques
 - Troubles pulmonaires**
- Triangle de Dalton
 - Formule
 - Formules diverses
 - Profondeur maximum
 - Profondeur équivalente
 - Calcul du Best Nitrox
- Prérogatives
- Mise en œuvre
 - Planification
 - Fabrication
 - Analyse
 - Marquage des blocs
- Mises à jour
- Fin

Troubles pulmonaires

- Limiter la durée de la plongée au temps imposé par la PpO₂ choisie, soit 45 minutes maximum pour une PpO₂ de 1,6 bar.

Ces troubles sont liés aux effets **Lorrain-Smith**.

Les autres valeurs de temps pour des **PpO₂** moindres sortent du cadre de la plongée loisirs Nitrox élémentaire car elles sont pratiquement impossibles en circuit ouvert.

PpO ₂	Temps maximum d'une plongée
1,5 bar	2h00
1,4 bar	2h30
1,3 bar	3h00
1,2 bar	3h30
1,1 bar	4h00

Formation Nitrox Élémentaire



- Sommaire
- Présentation
- Pré-requis
- Sigles utilisés
- Avantages – Inconvénients
 - Avantages
 - Inconvénients
- Stratégie d'utilisation
 - Peinard
 - Optimisée
- Dangers du Nitrox
 - Troubles neurologiques
 - Troubles pulmonaires
- Triangle de Dalton**
 - Formule
 - Formules diverses
 - Profondeur maximum
 - Profondeur équivalente
 - Calcul du Best Nitrox
- Prérogatives
- Mise en œuvre
 - Planification
 - Fabrication
 - Analyse
 - Marquage des blocs
- Mises à jour
- Fin

Triangle de Dalton

Dès que l'on aborde la plongée aux mélanges ou dite « **technique** », la seule formule à connaître absolument est celle du triangle de Dalton.

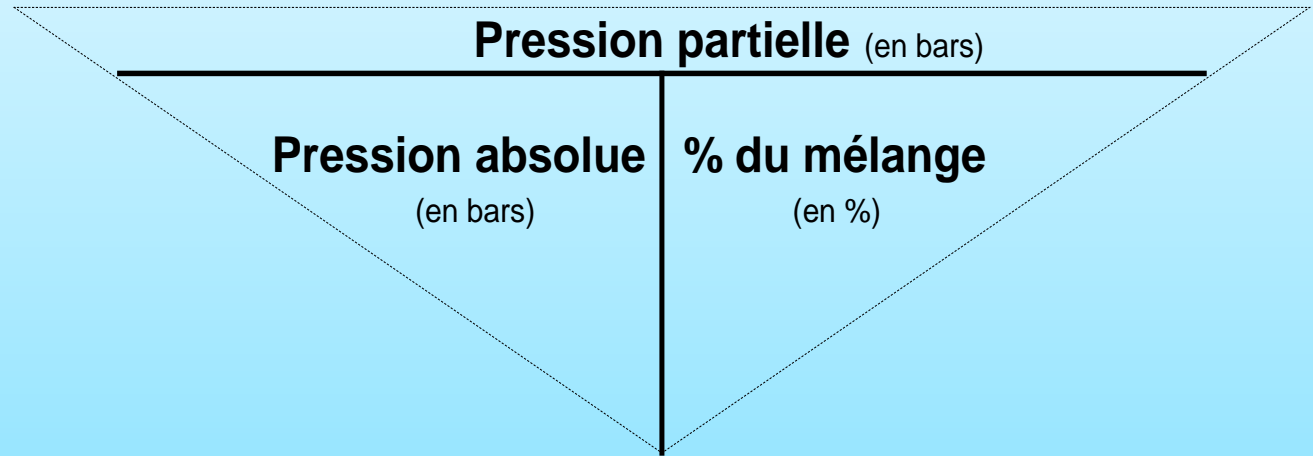
Celle-ci permet

- De connaître la profondeur maximum d'un mélange en fonction de son pourcentage d'oxygène.
- De connaître la PpO₂ d'un mélange respiré pour une profondeur donnée.
- De connaître le pourcentage d'oxygène d'un mélange respiré à une profondeur donnée.
- De connaître le pourcentage d'oxygène d'un mélange respiré à PpO₂ constante.
- De calculer le meilleur nitrox pour une PpO₂ et une profondeur donnée.

Formation Nitrox Élémentaire

- Sommaire
- Présentation
- Pré-requis
- Sigles utilisés
- Avantages – Inconvénients
 - Avantages
 - Inconvénients
- Stratégie d'utilisation
 - Peinard
 - Optimisée
- Dangers du Nitrox
 - Troubles neurologiques
 - Troubles pulmonaires
- Triangle de Dalton
- Formule**
- Formules diverses
- Profondeur maximum
- Profondeur équivalente
- Calcul du Best Nitrox
- Prérogatives
- Mise en œuvre
 - Planification
 - Fabrication
 - Analyse
 - Marquage des blocs
- Mises à jour
- Fin

Formule de Dalton



La loi de **Dalton** (nommée en l'honneur du physicien britannique **John Dalton**) nous dit que dans le cas de gaz parfaits, la pression totale exercée par un mélange est égale à la somme des pressions partielles des constituants de ce mélange.

Cette loi est une conséquence de l'équation des gaz parfaits

Formation Nitrox Élémentaire

- Sommaire
- Présentation
- Pré-requis
- Sigles utilisés
- Avantages – Inconvénients
 - Avantages
 - Inconvénients
- Stratégie d'utilisation
 - Peinard
 - Optimisée
- Dangers du Nitrox
 - Troubles neurologiques
 - Troubles pulmonaires
- Triangle de Dalton
 - Formule
 - Formules diverses**
 - Profondeur maximum
 - Profondeur équivalente
 - Calcul du Best Nitrox
- Prérogatives
- Mise en œuvre
 - Planification
 - Fabrication
 - Analyse
 - Marquage des blocs
- Mises à jour
- Fin

Formules diverses

A partir de la pression absolue, on en déduit la profondeur en considérant que la pression ambiante est de 1 bar par la formule suivante :

$$Profondeur_{m\grave{e}tre} = (PAbs_{Bar} - 1) \times 10$$

Une valeur exprimée en pourcentage (%) est en fait sa valeur divisée par 100 et permet d'obtenir un coefficient évoluant entre 0 et 1 pour une échelle de 0 à 100%.

$$Coefficient_{R\acute{e}el} = \frac{Pourcent_{\%}}{100}$$

Formation Nitrox Élémentaire

- Sommaire
- Présentation
- Pré-requis
- Sigles utilisés
- Avantages – Inconvénients
 - Avantages
 - Inconvénients
- Stratégie d'utilisation
 - Peinard
 - Optimisée
- Dangers du Nitrox
 - Troubles neurologiques
 - Troubles pulmonaires
- Triangle de Dalton
 - Formule
 - Formules diverses
 - Profondeur maximum**
 - Profondeur équivalente
 - Calcul du Best Nitrox
- Prérogatives
- Mise en œuvre
 - Planification
 - Fabrication
 - Analyse
 - Marquage des blocs
- Mises à jour
- Fin

Profondeur maximum

En récupérant son bloc de plongée Nitrox, on connaît après analyse son pourcentage d'oxygène.

Par rapport à la plongée à l'air où on n'attend plus que le moment de sauter à l'eau, c'est là qu'intervient le terme de planification de la plongée. En effet pour le moment on ne sait pas à quelle profondeur maximum on pourra aller avec ce Nitrox.

Il faut que l'on s'impose une PpO₂ maximum d'utilisation du mélange. Généralement comprise en 1,2 et 1,6 bar en fonction des conditions personnelles et météo.

Une fois la PpO₂ connue, on peut enfin calculer sa profondeur maximum par la formule de Dalton.

Exemple : Après analyse de mon bloc, je trouve un % d'O₂ de 36% soit un Nitrox 36 ou **Nx36**. Pour avoir une marge de sécurité je décide de m'imposer une PpO₂ de 1,5 bar.

Ma profondeur maximum sera de : $1,5 / 0,36$ soit 4,16 bar soit une profondeur maximum (**MOD**) de 31 mètres.

Formation Nitrox Élémentaire

- Sommaire
- Présentation
- Pré-requis
- Sigles utilisés
- Avantages – Inconvénients
 - Avantages
 - Inconvénients
- Stratégie d'utilisation
 - Peinard
 - Optimisée
- Dangers du Nitrox
 - Troubles neurologiques
 - Troubles pulmonaires
- Triangle de Dalton
 - Formule
 - Formules diverses
 - Profondeur maximum**
 - Profondeur équivalente
 - Calcul du Best Nitrox
- Prérogatives
- Mise en œuvre
 - Planification
 - Fabrication
 - Analyse
 - Marquage des blocs
- Mises à jour
- Fin

Profondeur maximum

En faisant le calcul inverse, on peut vérifier que ma PpO2 pour une profondeur de 34m et un pourcentage d'oxygène de 36% est bien de :

$$31\text{m} = 4,1 \text{ bar de pression absolue} \times 0,36 = 1,476 \text{ bar}$$

soit la valeur arrondie de **1,5 bar**

ATTENTION : Pour minimiser les effets à long terme de l'exposition à l'oxygène sous pression et pour garder une marge de sécurité quand à la profondeur, il est conseillé de ne pas utiliser une PpO2 de 1,6 bar pour le mélange utilisé au fond.

Cette valeur de PpO2 est généralement utilisée pour les gaz utilisés en décompression (Gaz respirés aux paliers lors des plongées techniques)

Formation Nitrox Élémentaire

- Sommaire
- Présentation
- Pré-requis
- Sigles utilisés
- Avantages – Inconvénients
 - Avantages
 - Inconvénients
- Stratégie d'utilisation
 - Peinard
 - Optimisée
- Dangers du Nitrox
 - Troubles neurologiques
 - Troubles pulmonaires
- Triangle de Dalton
 - Formule
 - Formules diverses
 - Profondeur maximum
 - Profondeur équivalente**
 - Calcul du Best Nitrox
- Prérogatives
- Mise en œuvre
 - Planification
 - Fabrication
 - Analyse
 - Marquage des blocs
- Mises à jour
- Fin

Profondeur équivalente air

La profondeur équivalente à l'air (**END** en anglais) nous sert à utiliser les tables **MN90** dans le cas où on n'aurait pas d'ordinateur **Nitrox** ou en cas de défaillance de celui-ci.

Pour moi, elle est à calculer à chaque fois pour savoir à quoi s'attendre en cas de problème. C'est le début de la planification et de l'autonomie.

Pour calculer cette profondeur, on utilise toujours notre triangle de Dalton, mais cette fois avec les données liées à l'azote contenu dans notre mélange. Hé oui, c'est l'azote du mélange qui conditionne la décompression !

Exemple : Soit notre **Nx36** de tout à l'heure et notre profondeur maximum de 31m (**MOD**)

$$\text{END} = [(100 - 36) / 79] \times 4,1 = 3,32 \text{ bars de PpN}_2$$

soit une profondeur de 23,2m, arrondie à 23 mètres

Les tables **MN90** ne comportant pas la profondeur de **23m** on retiendra la profondeur équivalente air de **25m**.

Formation Nitrox Élémentaire

- Sommaire
- Présentation
- Pré-requis
- Sigles utilisés
- Avantages – Inconvénients
 - Avantages
 - Inconvénients
- Stratégie d'utilisation
 - Peinard
 - Optimisée
- Dangers du Nitrox
 - Troubles neurologiques
 - Troubles pulmonaires
- Triangle de Dalton
 - Formule
 - Formules diverses
 - Profondeur maximum
 - Profondeur équivalente**
 - Calcul du Best Nitrox
- Prérogatives
- Mise en œuvre
 - Planification
 - Fabrication
 - Analyse
 - Marquage des blocs
- Mises à jour
- Fin

Profondeur équivalente air

Cela signifie que pour une plongée à **31m** avec un **Nitrox 36** c'est comme si l'on plongeait à **25m** à l'air.

- Si je plonge à 31m avec un Nitrox 36 pendant 30mn, j'aurais un palier de **2mn à 3m** d'après les tables **MN90**.
- Si je réalise la même plongée à l'air, soit 30mn à 31m, j'aurais un palier de **14mn à 3m** toujours d'après les tables **MN90**.

Le gain de durée peut ne pas paraître significatif sur ce type de plongée, mais par contre le gain en fatigue sera évident.

Formation Nitrox Élémentaire

- Sommaire
- Présentation
- Pré-requis
- Sigles utilisés
- Avantages – Inconvénients
 - Avantages
 - Inconvénients
- Stratégie d'utilisation
 - Peinard
 - Optimisée
- Dangers du Nitrox
 - Troubles neurologiques
 - Troubles pulmonaires
- Triangle de Dalton
 - Formule
 - Formules diverses
 - Profondeur maximum
 - Profondeur équivalente
 - Calcul du Best Nitrox**
- Prérogatives
- Mise en œuvre
 - Planification
 - Fabrication
 - Analyse
 - Marquage des blocs
- Mises à jour
- Fin

Calcul du « Best Nitrox »

De la même façon on peut vérifier que le meilleur Nitrox, souvent appelé « **Best Nitrox** » est bien un Nx36 pour une PpO2 de 1,5 et une profondeur de 31m

$$\text{PpO}_2 \text{ 1,5 / 4,1 bar (31m) = 0,3658} \rightarrow \mathbf{36,58\%}$$

soit la valeur arrondie de **36%**

Formation Nitrox Élémentaire

- Sommaire
- Présentation
- Pré-requis
- Sigles utilisés
- Avantages – Inconvénients
 - Avantages
 - Inconvénients
- Stratégie d'utilisation
 - Peinard
 - Optimisée
- Dangers du Nitrox
 - Troubles neurologiques
 - Troubles pulmonaires
- Triangle de Dalton
 - Formule
 - Formules diverses
 - Profondeur maximum
 - Profondeur équivalente
 - Calcul du Best Nitrox
- Prérogatives**
- Mise en œuvre
 - Planification
 - Fabrication
 - Analyse
 - Marquage des blocs
- Mises à jour
- Fin

Prérogatives

Les plongeurs titulaires de la qualification **PLONGEUR NITROX** ou **Nitrox élémentaire** pourront utiliser le mélange nitrox le plus approprié avec au maximum 40% d'oxygène.

Les plongeurs nitrox ont les mêmes prérogatives que celles définies dans la partie du Code du Sport relative à la plongée aux mélanges, correspondantes à leur niveau de plongée.

Formation Nitrox Élémentaire

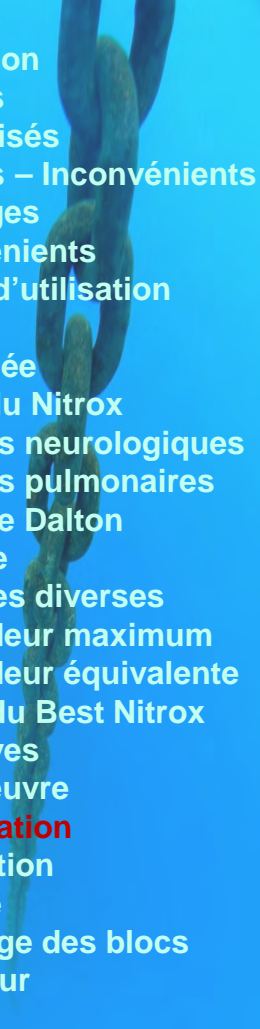
- Sommaire
- Présentation
- Pré-requis
- Sigles utilisés
- Avantages – Inconvénients
 - Avantages
 - Inconvénients
- Stratégie d'utilisation
 - Peinard
 - Optimisée
- Dangers du Nitrox
 - Troubles neurologiques
 - Troubles pulmonaires
- Triangle de Dalton
 - Formule
 - Formules diverses
 - Profondeur maximum
 - Profondeur équivalente
 - Calcul du Best Nitrox
- Prérogatives
- Mise en œuvre**
 - Planification
 - Fabrication
 - Analyse
 - Marquage des blocs
- Mises à jour
- Fin

Mise en œuvre

La mise en œuvre d'une plongée Nitrox est un tout petit peu plus contraignante qu'une plongée à l'air car il faut se poser quelques questions avant de tremper ses palmes dans notre élément favori.

C'est le but de la **PLANIFICATION**

Formation Nitrox Élémentaire



- Sommaire
- Présentation
- Pré-requis
- Sigles utilisés
- Avantages – Inconvénients
 - Avantages
 - Inconvénients
- Stratégie d'utilisation
 - Peinard
 - Optimisée
- Dangers du Nitrox
 - Troubles neurologiques
 - Troubles pulmonaires
- Triangle de Dalton
 - Formule
 - Formules diverses
 - Profondeur maximum
 - Profondeur équivalente
 - Calcul du Best Nitrox
- Prérogatives
- Mise en œuvre
 - Planification**
 - Fabrication
 - Analyse
 - Marquage des blocs
- Mises à jour
- Fin

Planification

C'est un grand mot mais décrit uniquement des opérations de bon sens pour valider et étudier les paramètres de sa plongée. Comme un automobiliste consulte une carte pour planifier son déplacement, un plongeur se renseigne sur les données de la plongée.

Il se doit de se poser certaines questions et d'y trouver des réponses pour être totalement serein pendant sa plongée.

- Quelle va être ma profondeur maximum lors de la plongée ?
- Quelle PpO₂ allons-nous nous imposer pour la palanquée ?
- Quel sera la stratégie de la plongée : Relax ou Optimisée ?
- Les mélanges doivent être fabriqués au moins 24h avant la plongée !
- Réglage des ordinateurs Nitrox avec les résultats des analyses ou calcul de la profondeur équivalente air (**END**) pour utiliser les tables **MN90**.

Formation Nitrox Élémentaire

- Sommaire
- Présentation
- Pré-requis
- Sigles utilisés
- Avantages – Inconvénients
 - Avantages
 - Inconvénients
- Stratégie d'utilisation
 - Peinard
 - Optimisée
- Dangers du Nitrox
 - Troubles neurologiques
 - Troubles pulmonaires
- Triangle de Dalton
- Formule
- Formules diverses
- Profondeur maximum
- Profondeur équivalente
- Calcul du Best Nitrox
- Prérogatives
- Mise en œuvre
 - Planification
 - Fabrication**
 - Analyse
 - Marquage des blocs
- Mises à jour
- Fin

Fabrication

La fabrication de Nitrox peut s'effectuer de plusieurs façons. Les 2 plus utilisées sont :

- **Par pression partielle.** On mélange de l'oxygène pur avec de l'air. Cette méthode est la plus simple et la moins chère à mettre en œuvre mais impose des règles de sécurité strictes car on manipule de l'oxygène pur. Le bloc à remplir doit être estampillé Oxygène car celui-ci est rempli avec de l'oxygène pur à un moment de son gonflage.

- **Par filtration de l'air ambiant** grâce à des tamis (membrane) qui permettent d'extraire l'azote contenu dans l'air et ne garder que l'oxygène. Cette méthode est onéreuse à l'acquisition du compresseur et nécessite un deuxième compresseur basse pression pour assurer l'alimentation de la membrane de séparation des gaz. Les blocs classiques air peuvent être remplis avec cette méthode car le pourcentage maximum possible avec cette solution est de l'ordre de 38-39% d'oxygène maximum.

Formation Nitrox Élémentaire

- Sommaire
- Présentation
- Pré-requis
- Sigles utilisés
- Avantages – Inconvénients
 - Avantages
 - Inconvénients
- Stratégie d'utilisation
 - Peinard
 - Optimisée
- Dangers du Nitrox
 - Troubles neurologiques
 - Troubles pulmonaires
- Triangle de Dalton
 - Formule
 - Formules diverses
 - Profondeur maximum
 - Profondeur équivalente
 - Calcul du Best Nitrox
- Prérogatives
- Mise en œuvre
 - Planification
 - Fabrication
 - Analyse**
 - Marquage des blocs
- Mises à jour
- Fin

Analyse du mélange

Un bloc Nitrox subit au minimum 2 analyses entre sa fabrication et son utilisation.

Il est analysé après la fabrication pour savoir s'il est conforme au souhait du plongeur et il est analysé par le plongeur avant son utilisation. Il faut en principe respecter un délai de 24 heures entre les 2 analyses. Ce délai peut être réduit si le bloc est secoué et stocké couché après son remplissage.

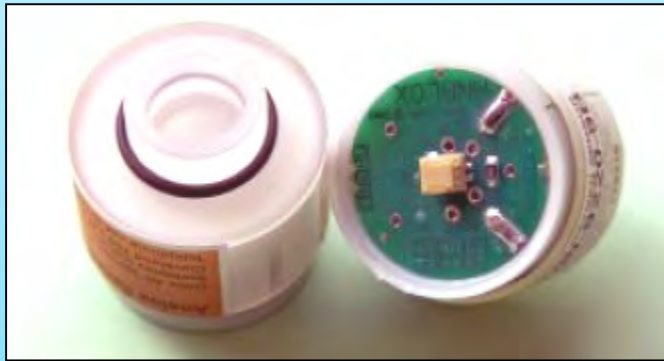
Pour l'analyse du pourcentage d'oxygène du mélange on utilise un capteur de type analogique qui est relié à un afficheur disposant d'une conversion analogique/numérique pour avoir une valeur interprétable par l'homme.

Formation Nitrox Élémentaire

- Sommaire
- Présentation
- Pré-requis
- Sigles utilisés
- Avantages – Inconvénients
 - Avantages
 - Inconvénients
- Stratégie d'utilisation
 - Peinard
 - Optimisée
- Dangers du Nitrox
 - Troubles neurologiques
 - Troubles pulmonaires
- Triangle de Dalton
- Formule
- Formules diverses
- Profondeur maximum
- Profondeur équivalente
- Calcul du Best Nitrox
- Prérogatives
- Mise en œuvre
 - Planification
 - Fabrication
- Analyse**
- Marquage des blocs
- Mises à jour
- Fin

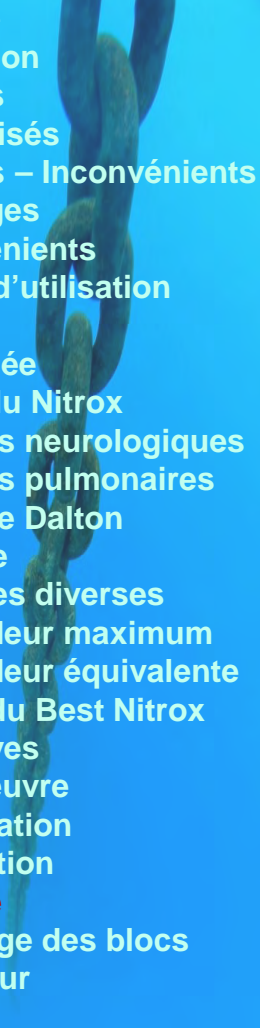
Analyse du mélange

Principe : Le capteur génère une tension en fonction du pourcentage d'oxygène du mélange qui le traverse. Le convertisseur analogique/numérique fait une règle de trois en fonction de l'échelle du capteur.



Les principales cellules délivrent une tension comprise entre 8 et 13mV pour 21% d'oxygène.

Formation Nitrox Élémentaire



- Sommaire
- Présentation
- Pré-requis
- Sigles utilisés
- Avantages – Inconvénients
 - Avantages
 - Inconvénients
- Stratégie d'utilisation
 - Peinard
 - Optimisée
- Dangers du Nitrox
 - Troubles neurologiques
 - Troubles pulmonaires
- Triangle de Dalton
 - Formule
 - Formules diverses
 - Profondeur maximum
 - Profondeur équivalente
 - Calcul du Best Nitrox
- Prérogatives
- Mise en œuvre
 - Planification
 - Fabrication
 - Analyse**
 - Marquage des blocs
- Mises à jour
- Fin

Analyse du mélange

Différentes sortes d'analyseur existent sur le marché, mais ils fonctionnent tous sur le même principe. Ce n'est pas du matériel particulièrement fragile mais néanmoins il faut respecter certaines consignes d'utilisation :

- Ouvrir le bloc à analyser avant de présenter la sonde devant. Les sondes ne supportent pas une pression supérieure à 1 bar et peuvent claquer si l'on ouvre trop grand le bloc.
- Le calibrage de l'appareil n'est pas à faire à chaque mesure. Un calibrage par campagne de mesure est suffisant.
- Pas besoin d'agiter la sonde pour faire redescendre la valeur entre deux analyses.
- Protéger la sonde de la chaleur et de l'humidité. C'est un appareil de mesure et il faut en prendre soin.
- Remplacer régulièrement la sonde ou la contrôler avec un gaz connu pour la contrôler.

Formation Nitrox Élémentaire

- Sommaire
- Présentation
- Pré-requis
- Sigles utilisés
- Avantages – Inconvénients
 - Avantages
 - Inconvénients
- Stratégie d'utilisation
 - Peinard
 - Optimisée
- Dangers du Nitrox
 - Troubles neurologiques
 - Troubles pulmonaires
- Triangle de Dalton
- Formule
- Formules diverses
- Profondeur maximum
- Profondeur équivalente
- Calcul du Best Nitrox
- Prérogatives
- Mise en œuvre
- Planification
- Fabrication
- Analyse**
- Marquage des blocs
- Mises à jour
- Fin

Analyse du mélange

Exemples d'analyseurs oxygène du marché



Formation Nitrox Élémentaire

- Sommaire
- Présentation
- Pré-requis
- Sigles utilisés
- Avantages – Inconvénients
 - Avantages
 - Inconvénients
- Stratégie d'utilisation
 - Peinard
 - Optimisée
- Dangers du Nitrox
 - Troubles neurologiques
 - Troubles pulmonaires
- Triangle de Dalton
 - Formule
 - Formules diverses
 - Profondeur maximum
 - Profondeur équivalente
 - Calcul du Best Nitrox
- Prérogatives
- Mise en œuvre
 - Planification
 - Fabrication
 - Analyse
 - Marquage des blocs**
- Mises à jour
- Fin

Marquage du bloc

La loi impose le marquage des blocs contenant des mélanges autres que l'air. 6 indications doivent être apposées sur les blocs de mélange.

- La date de fabrication du mélange
- Les initiales de la personne qui à fabriqué le mélange
- Le contenu du mélange. Exemple : **Nx31**

Après analyse personnelle, le plongeur appose les indications suivantes :

- Date de l'analyse du mélange. 1 écart de 24H doit être respecté entre la date de fabrication et celle d'utilisation.
- Les initiales de la personne qui va respirer le mélange.
- Le contenu du mélange analysé. Exemple : Nx35 pour un Nitrox 36 théoriquement fabriqué.

Formation Nitrox Élémentaire

- Sommaire
- Présentation
- Pré-requis
- Sigles utilisés
- Avantages – Inconvénients
 - Avantages
 - Inconvénients
- Stratégie d'utilisation
 - Peinard
 - Optimisée
- Dangers du Nitrox
 - Troubles neurologiques
 - Troubles pulmonaires
- Triangle de Dalton
 - Formule
 - Formules diverses
 - Profondeur maximum
 - Profondeur équivalente
 - Calcul du Best Nitrox
- Prérogatives
- Mise en œuvre
 - Planification
 - Fabrication
 - Analyse
- Marquage des blocs**
- Mises à jour
- Fin

Marquage du bloc

Généralement en plus de l'étiquette de fabrication et de mélange, on appose sur le bloc une étiquette spécifique pour les plongeurs qui indique :

- Le nom de l'utilisateur du bloc
- La nature du contenu du mélange sous la forme **Nx31**
- La profondeur maximum d'utilisation imposée sous la forme **MOD 31** pour désigner une profondeur maximale de 31m.
- Eventuellement l'indication **END 25** pour indiquer que la profondeur narcotique équivalente est de 25m.

Cette étiquette sera de grande dimension et bien visible si l'on doit passer son bloc à un autre plongeur afin d'éviter toute confusion sur les gaz respirés.

En plus des étiquettes, il vous faudra également remplir un cahier de gonflage où les indications de l'étiquette obligatoire seront reportées et que vous devrez signer.

Ne pas oublier de programmer son/ses ordinateurs avec le gaz respiré lors de la plongée.

Formation Nitrox Élémentaire

- Sommaire
- Présentation
- Pré-requis
- Sigles utilisés
- Avantages – Inconvénients
 - Avantages
 - Inconvénients
- Stratégie d'utilisation
 - Peinard
 - Optimisée
- Dangers du Nitrox
 - Troubles neurologiques
 - Troubles pulmonaires
- Triangle de Dalton
 - Formule
 - Formules diverses
 - Profondeur maximum
 - Profondeur équivalente
 - Calcul du Best Nitrox
- Prérogatives
- Mise en œuvre
 - Planification
 - Fabrication
 - Analyse
- Marquage des blocs**
- Mises à jour
- Fin

Marquage du bloc



Etiquette obligatoire
F pour fabrication
U pour utilisation

Nom du plongeur utilisateur de ce bloc.

Etiquette propre aux plongeurs et apposée sur le bloc par le plongeur utilisateur

Formation Nitrox Élémentaire

Mises à jour

Date	Initiales	Désignation
23/03/2011	DF	Création du document
15/04/2011	DF	Modification suite à une relecture
19/04/2011	DF	Correction suite au cours du 18/04/2011
05/05/2020	DF	Modification des couleurs pour plus de visibilité

- Sommaire
- Présentation
- Pré-requis
- Sigles utilisés
- Avantages – Inconvénients
 - Avantages
 - Inconvénients
- Stratégie d'utilisation
 - Peinard
 - Optimisée
- Dangers du Nitrox
 - Troubles neurologiques
 - Troubles pulmonaires
- Triangle de Dalton
 - Formule
 - Formules diverses
 - Profondeur maximum
 - Profondeur équivalente
 - Calcul du Best Nitrox
- Prérogatives
- Mise en œuvre
 - Planification
 - Fabrication
 - Analyse
 - Marquage des blocs
- Mises à jour**
- Fin

Formation Nitrox Élémentaire

- Sommaire
- Présentation
- Pré-requis
- Sigles utilisés
- Avantages – Inconvénients
 - Avantages
 - Inconvénients
- Stratégie d'utilisation
 - Peinard
 - Optimisée
- Dangers du Nitrox
 - Troubles neurologiques
 - Troubles pulmonaires
- Triangle de Dalton
 - Formule
 - Formules diverses
 - Profondeur maximum
 - Profondeur équivalente
 - Calcul du Best Nitrox
- Prérogatives
- Mise en œuvre
 - Planification
 - Fabrication
 - Analyse
 - Marquage des blocs
- Mises à jour
- Fin**

Merci pour votre écoute

Et à bientôt

Au bord et sous l'eau...