



# **Avantages et Contraintes de l'utilisation des mélanges gazeux dans le domaine de la plongée Subaquatique.**



**La plongée aux mélanges se développe depuis plusieurs années dans nos clubs et au sein des structures professionnelles ce qui nous à valu en 2004, la mise en place d'un arrêté légalisant la pratique de la plongée autonome autre que l'air.**

**De plus en plus, dans ces clubs et ces structures professionnelles, on nous vente les mérites de l'utilisation de ces mélanges mais nous allons voir ici aussi leurs contraintes.**

# Les principaux mélanges utilisés en plongée.

- + L'air.
- + Les mélanges suroxygénés (Nitrox).
- + Les mélanges ternaires (Trimix).
- + Les mélanges spécifiques (Héliox et Hélair).

**Nota :**

**Chaque mélange est destiné à une utilisation particulière, suivant le type de plongée.**



# **l'Air.**

## **Avantages :**

- + Sa gratuité.**
- + Son moindre coût à la compression.**
- + Aucune précaution particulière et aucun risque de manipulation.**
- + Maitrise parfaite des pourcentages d'oxygène et d'azote.**








# **l'Air.**

## **Contraintes :**

- ✚ L'obligation de décompression suivant le temps et la profondeur (Azote).**
- ✚ Diminution des capacités intellectuelles et physiques entre 30 et 60 mètres (Narcole).**
- ✚ Risque d'essoufflement dû à la densité de l'air.**
- ✚ L'hyperoxie sous forme neurotoxique au-delà des 70 mètres.**

# Les mélanges suroxygénés (Nitrox)

## Avantages :

-  **Diminution de la saturation et facilite la décompression.**
-  **Diminution des paliers.**
-  **Diminution des risques de Narcose.**
-  **A profondeur et temps égale, plus de sécurité et de confort qu'à l'air.**
-  **Rester plus longtemps qu'à l'air sans avoir de palier.**

# Les mélanges suroxygénés (Nitrox)

## Contraintes :

- ✚ Limite très rapidement les profondeurs suivant le pourcentage d'O<sup>2</sup> (entre 21% et 100% d'O<sup>2</sup>).
- ✚ Risques de toxicité suivant la PpO<sup>2</sup> et le temps d'exposition ( effets Paul Bert et Lorrain Smith).
- ✚ Précautions à la manipulation et au gonflage.



# Les mélanges ternaires (Trimix)

## Avantages :

- ✚ Ils permettent de palier aux inconvénients des 2 précédents mélanges pour les plongées profondes.
- ✚ Avec la mise en place de l'Hélium, diminution de la  $PpO^2$  et des risques narcotiques.
- ✚ La densité de l'hélium étant 7 fois inférieure à l'Azote, il facilite la respiration et diminue le risque d'essoufflement.





# Les mélanges ternaires (Trimix)

Profondeur plongée	Trimix			Profondeur équivalente	
	% O <sup>2</sup>	% N <sup>2</sup>	% Hé	Effort resp.	Narcole
50 m	22	51	27	36	29
70 m	18	42	40	42	33
90 m	14	33	53	43	32
110 m	12	29	59	48	34
130 m	10	23	67	49	31



# Les mélanges ternaires (Trimix)

## Contraintes :

- ✚ L'hélium étant très léger il se diffuse plus rapidement dans l'organisme.
- ✚ Vitesse de remontée plus lente.
- ✚ Début des paliers plus profonds et les derniers paliers plus longs.

Exemple		1 <sup>er</sup> Palier	
Profondeur	Temps	Air	Trimix
50 m	20 mn	9 m	15 m
50 m	40 mn	15 m	27 m



# Les mélanges ternaires (Trimix)

## Contraintes :

### Le trimix et le froid.

- + L'hélium est beaucoup plus conducteur de la chaleur que l'azote, aussi une forte concentration dans les mélanges respirés va perturber fortement les échanges thermiques et provoquer une déperdition de chaleur importante et aggraver les effets du froid en plongée.
- + Il est donc fortement conseillé de ne pas brancher son vêtement étanche sur des mélanges composés d'hélium.
- + Les réactions à ces agressions apparaissent tardivement, entraînent une hyperventilation, elle-même génératrice de pertes thermiques qui en profondeur devient un cercle vicieux.



# Les mélanges spécifiques (L'héliox et l'hélaïr)

## L'héliox.

- + C'est un mélange gazeux composé uniquement d'hélium et d'oxygène. Ce mélange respirable est utilisé généralement, par les militaires ou les professionnels pour des plongées très profondes.
- + L'inconvénient de ce mélange est qu'il coûte très cher vu les quantités nécessaires lors de son utilisation. De plus, à partir de pressions importantes (atteintes en plongée professionnelle ou technique), l'hélium lui-même devient toxique, provoquant le syndrome nerveux des hautes pressions (SNHP). Les plongeurs profonds utilisent donc plus souvent un trimix constitué d'hélium, d'azote et d'oxygène : une faible proportion d'azote permet de retarder l'apparition du SNHP sans entraîner de toxicité narcotique notable.



# Les mélanges spécifiques (L'héliox et l'hélaïr)

## L'hélaïr.

- ✚ Il existe également un mélange qui se rapproche du trimix : c'est l'hélaïr qui est aussi appelé communément "le trimix du pauvre".
- ✚ Il consiste à mettre une « giclette » d'hélium dans l'air respiré pour être plus confortable à 50 ou 60 mètres puis utiliser les tables de plongée à l'air. Il est à noter que le pourcentage d'hélium ne doit pas dépasser 10%.
- ✚ C'est un procédure acceptée, bien que peu orthodoxe. Cette technique est limitée à 60 mètres et il ne s'agit pas d'une véritable plongée aux mélanges.



# Les contraintes liés à la pratique de la plongée mélange.

- ✚ La fabrication des mélanges.
- ✚ Le matériel.
- ✚ Les coûts financiers.
- ✚ L'organisation des plongées.



# Les contraintes liés à la fabrication des mélanges.

## Manipulation de l'O<sup>2</sup>.

- + Même si l'oxygène est ininflammable il favorise la combustion.
- + Lorsque que de l'huile pulvérisée est en contact avec l'O<sup>2</sup> ou un mélange suroxygéné, une explosion peut se produire spontanément. Les risques de combustion lente n'existe pas (c'est tout ou rien).
- + Les conditions dépendent de la teneur en huile, de la pression, de la température, du pourcentage d'oxygène et de la vitesse de passage du gaz.



# Les contraintes liés à la fabrication des mélanges.

## Manipulation de l'O<sup>2</sup>.

- ✚ Cet accident peut se produire au cours de différentes manipulations suivantes :
  - lors du transfert d'O<sup>2</sup> ou de gaz suroxygéné dans un bouteille.
  - lors du gonflage d'une bouteille de plongée contenant de l'O<sup>2</sup> ou du gaz suroxygéné avec un compresseur ordinaire.
- ✚ Afin d'éviter ces problèmes il est donc conseillé de prendre les précautions suivantes :





# Les contraintes liés à la fabrication des mélanges.

## Manipulation de l'O<sup>2</sup>.

- dégraisser les bouteilles de plongées.
- Utiliser du matériel dégraissé : détendeur, robinetteries, tuyaux de transfert, raccords, etc.
- Favoriser du matériel spécifique oxygène mais beaucoup plus coûteux.
- ajouter un filtre à charbon supplémentaire au compresseur avant d'ajouter de l'air.
- Privilégier les compresseurs à membrane et les supprimeurs, matériel malheureusement plus coûteux aussi et ayant beaucoup moins de rendement.



# Les contraintes liés à la fabrication des mélanges.

## Manipulation de l'O<sup>2</sup>.

- # Il est à rappeler que lorsque la fabrication des mélanges entraîne une circulation de gaz comprimés avec des taux supérieurs à 40% d'oxygène, les bouteilles de plongée et les robinetteries doivent être compatibles pour une utilisation en oxygène pur.
- # Il convient donc de distinguer deux types de bouteilles :
  - Les bouteilles service "AIR". Ces bouteilles sont destinées à recevoir soit de l'air où soit un mélange suroxygéné inférieur à 40 % d'O<sup>2</sup>.
  - Les bouteilles service "AIR OXYGÈNE". Ces bouteilles sont destinées à recevoir à un moment donné un mélange supérieur à 40 % d'O<sup>2</sup>.



# Les contraintes liés à la fabrication des mélanges.

## Le mélange des gaz.

- ✚ Par leur nature les gaz utilisés ont tous des poids moléculaires différents à savoir :

Hélium : 4 - Azote : 28 - Air : 29 - Oxygène : 32

- ✚ Et les pressions de chargement étant élevées, les gaz ne vont donc pas se mélanger spontanément lors de leur introduction dans la bouteille et ils resteront stratifiés dans l'ordre de leur introduction.
- ✚ Ce problème est d'autant plus important lorsque l'hélium est ajouté à la fin.



# Les contraintes liés à la fabrication des mélanges.

## Le mélange des gaz.

- # Pour améliorer le mélange, on peut augmenter les surfaces d'échanges en cours de fabrication en plaçant les bouteilles horizontalement sur le sol, on peut également agiter les bouteilles après leur remplissage en les faisant simplement rouler sur le sol.
- # L'homogénéisation des mélanges n'étant pas instantané, **il est interdit d'utiliser les mélanges immédiatement après leur fabrication** et il est recommandé de les laisser reposer plus de 24 heures. Ce qui veut dire qu'une plongée au trimix doit se préparer très en aval voir plusieurs jours avant.



# Les contraintes liés au matériel.

La plongée à l'air ne nécessite pas plus de matériel que celui que vous connaissez ce qui n'est pas le cas des plongées Nitrox et Trimix.





# Les contraintes liés au matériel.

## Plongée Nitrox :

Sauf si le gonflage s'effectue à l'aide d'un compresseur à membrane, la plongée Nitrox nécessite du matériel spécifique, bloque, robinetterie détenteur et un modèle de décompression adapté.





# Les contraintes liés au matériel.

## Plongée Trimix:

Dans ce domaine la liste du matériel nécessaire à cette activité est vaste suivant le profile de la plongée envisagée.





# Les contraintes liés au matériel.

## Plongée Trimix :

- ✚ Etant donné les problèmes posés par le froid, il est préconisé d'utiliser une combinaison étanche et des sous-vêtements chauds.
- ✚ Pour lutter contre l'augmentation des temps de paliers, les plongeurs Trimix diminuent dès que possible le pourcentage de gaz saturant dans leurs mélanges en utilisent donc de nombreux blocs (Trimix, air, nitrox, O<sup>2</sup> pure).
- ✚ Au minimum un détendeur et un manomètre par bouteille.
- ✚ Au vu du matériel « embarqué » par le plongeur il est préconisé d'utiliser un SSG adapté.





# Les contraintes liés au matériel.

## Plongée Trimix :

A moins d'avoir la chance de trouver des tables immergeables exactement adaptées au plan de plongée prévu, le plongeur Trimix doit aussi se doter d'un logiciel de planification (Abyss, Decom X, Pro Planner, Voyager ou Z-Plan) ou éventuellement un ordinateur Trimix beaucoup plus onéreux.





# Les coûts financiers.

En plus de l'achat du matériel nécessaire à la pratique des plongées Nitrox et Trimix et le prix de la sortie en mer, il faut rajouter le prix des gaz qui peuvent aller de 10 à 15€ supplémentaire pour une Nitrox jusqu'à près de 100€ pour une plongée profonde avec des temps de paliers interminables.

# Les contraintes liées à l'organisation des plongées.

- ✚ Pour une plongée à l'air ou au Nitrox, la planification d'une plongée se résume souvent à connaître la profondeur maximale du site et la composition du gaz utilisé.
- ✚ Le déroulement de la décompression pour un plongeur au Nitrox est simple, soit il utilise une table de décompression Nitrox correspondante à son mélange et à sa profondeur soit il utilise les tables de décompression à l'air.

# Les contraintes liées à l'organisation des plongées.

Pour une plongée au Trimix c'est une toute autre histoire :

- ✚ Choix du site plusieurs jours au paravent et consultation de la météo.





# Les contraintes liées à l'organisation des plongées.

**Pour une plongée au Trimix c'est une toute autre histoire :**

- ✚ Choix du site plusieurs jours au paravent et consultation de la météo.
- ✚ Choix judicieux des mélanges gazeux (fond, déco).
- ✚ Le principal danger reste l'autonomie du plongeur. Il doit gérer seul (même s'il plonge en binôme) l'ensemble des décisions qu'il aura à prendre au cours de sa plongée.



# Les contraintes liées à l'organisation des plongées.

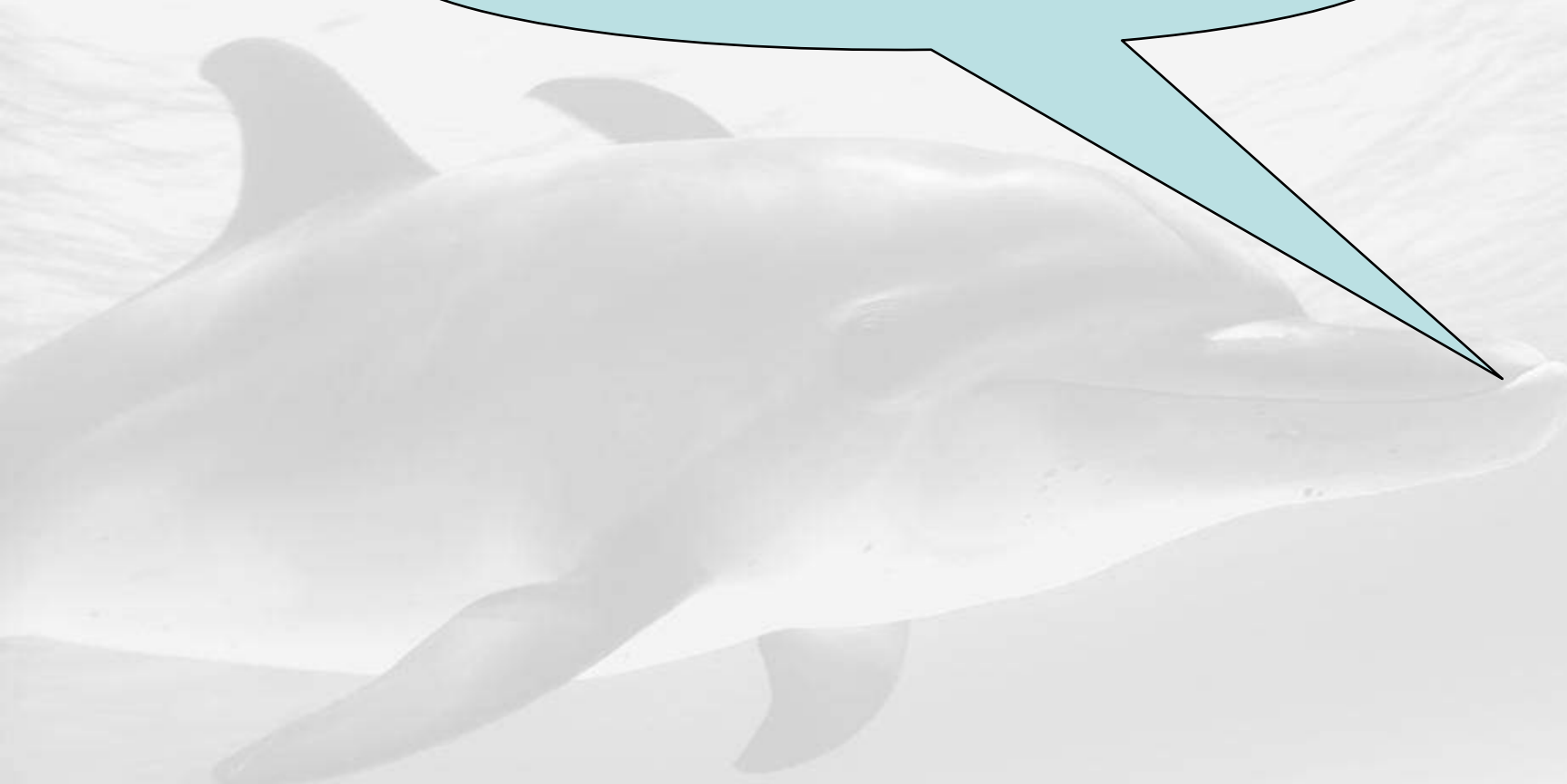
**Calcul du volume des mélanges gazeux nécessaires.**

## Nota :

La règle veut que l'on prévoie une réserve de gaz plus importante sur l'ensemble des gaz, afin de pallier à toute éventualité, et d'emporter cette réserve avec soi. Il faut donc connaître sa consommation de gaz en fonction de l'effort que l'on va fournir, et prévoir un facteur de sécurité supplémentaire, qui varie le plus souvent suivant les écoles entre 10 à 30% de stock en plus.



# Des Questions ?





**Merci de votre  
attention**