

## **Oxygène : problème de toxicité...**

*L'oxygène est bon pour le plongeur, l'oxygène est bon pour la décompression... C'est vite vu et vite compris!!! Très tôt, c'est à dire entre les deux guerres, les responsables de l'US Navy introduisent de l'Oxygène pure en fin de décompression. À une époque où les scientifiques avaient des notions limitées des calculs de tables, l'Oxygène apparaissait comme un remède merveilleux à toutes leurs lacunes... Aujourd'hui c'est tout aussi vrai, mais avec le développement de la plongée technique, la nécessité est apparue de rationaliser son utilisation...*

La plongée technique avec décompression utilise de très loin certains concepts de la plongée commerciale. Le plongeur est seul, avec une réserve de gaz limitée, sans communication avec la surface et il doit gérer, souvent seul, des situations extrêmes.

À une certaine époque, les plus grands scientifiques dans le domaine disaient que lorsqu'ils ne savaient plus trop quoi faire pour gérer un problème de décompression, ils rajoutaient de l'O<sub>2</sub> pendant la remontée... À mes débuts, il y a de nombreuses années!!!, j'ai moi-même utilisé cette recette pour sortir des profils de décompression un peu trop « poussés » ... Tout le monde disait « c'est simple té couillon! Tu prends le tiers de ton temps de déco de 3 m et tu le fais à l'O<sub>2</sub>... ça passe, té regarde, j'ai rien...» Il est facile de se donner bonne conscience parce que l'O<sub>2</sub> à des tas de bonnes raisons pour améliorer la décompression, pourtant en y regardant de plus près, il n'est pas évident de comprendre le rôle exact de l'O<sub>2</sub> et de doser les effets...

Si vous avez essayé les logiciels de décompression, vous avez sûrement noté les accélérations foudroyantes des remontées dès que vous ajoutez de l'O<sub>2</sub> pure en déco. De même si vous avez expérimenté la plongée au Nitrox ou si vous commencez dans le domaine de la plongée technique. Vous savez alors que la décompression n'est autre que de gérer un problème de quantité de gaz dissous et que le succès dépend de sa vitesse d'élimination. Ça marche quand on parle de gaz inerte, mais l'O<sub>2</sub> n'est pas un gaz inerte et on s'est aperçu récemment que trop d'ajout d'Oxygène dans les tissus au moment de la désaturation pouvait déstabiliser l'équilibre de l'échange... Hé oui, de l'O<sub>2</sub> au palier certes mais attention aux effets aléatoires et hyperoxiques... Jusqu'à maintenant les théories raisonnaient en terme de gaz dissous en phase gazeuse alors que depuis peu on parle en terme de noyaux gazeux et de perméabilité...

**Dans un prochain numéro vous pourrez lire des articles complets sur *le rôle exact de l'Oxygène, et la fenêtre Oxygène...* à suivre!**

Mais revenons à nos bulles d'O<sub>2</sub>! Pour certain, il serait bon de se rafraîchir la mémoire avec un bref rappel des lois physiques appliquées en plongée; concentrons-nous seulement sur *Dalton, Henry* et les dérivations de *Paul Bert* et *Lorrain-Smith*.

### **Dalton :**

*À température donnée, la pression d'un mélange gazeux est égale à la somme des pressions de chaque gaz entrant dans la composition s'ils occupaient seuls le volume total.*

$$P_p = P_{abs} \times \%$$

## Henry:

*À température donnée, la quantité de gaz dissout à saturation dans un fluide est proportionnelle à la pression qu'il règne à la surface ou autour de ce fluide.*

*La tension est la pression d'un gaz dissous dans un fluide.*

## Effet Paul Bert :

Causes : 100% O<sub>2</sub> ou PpO<sub>2</sub> supérieure à 1.6b, valeurs PpO<sub>2</sub> des mélanges (fractions) respiratoires trop élevées. Effet narcotique de l'O<sub>2</sub> à grande profondeur.

## Effet Lorrain-Smith :

Cause : lors d'une exposition au-delà de 2 heures à une Pp O<sub>2</sub> supérieure à 0.5b, il survient des altérations de la surface alvéolaire diminuant les échanges gazeux respiratoires.

Pour le plongeur qui commence à « sortir » des tables ordinaires, le dilemme est de bien réussir sa décompression en optimisant le plus possible ces fractions O<sub>2</sub> afin de faire surface « rapidement ». Le choix des gaz devient alors un calcul précis, relatif à l'environnement de la plongée à faire et de son propre niveau d'acceptation. Tout le monde connaît la Narcose, mais combien d'entre-vous on déjà expérimenté celle causé par l'O<sub>2</sub>... ou tout simplement un « Black-out » total dans la zone des 11b de fond...

*On parle ici de la toxicité de l'Oxygène et du danger potentiel d'un « shoot » à l'O<sub>2</sub> !!!*

Les symptômes et les réactions de chaque individu sont très reliés à sa propre susceptibilité et son état physiologique du moment. Des tests réalisés en milieu hyperbare et commercial montrent que l'O<sub>2</sub> peut souvent être utilisé à des pressions plus grandes que 1.6b de Pp (traitements thérapeutiques ou décompression d'urgence en commercial) Le principal facteur imposant le choix du 1.6b est tout simplement *l'environnement*... vous êtes dans l'eau, avec un détendeur, pas un casque, vous avez une limite en gaz, pas de narguilé depuis la surface, souvent sans communication et pendu à un bout au dessus des abysses...

*je choisis 1.6 max ou 2.2 voire 2.8 de PpO<sub>2</sub> ???...*

La sélection de votre gaz de fond devient donc primordiale. Il doit être toujours en dedans des 1.6b (MOD) ou il vous permet d'atteindre « *accidentellement* » une profondeur à 1.6b (COD) D'autant plus que l'O<sub>2</sub> est aussi un gaz narcotique en profondeur et l'association de la narcose à l'Azote, l'augmentation du CO<sub>2</sub> dans la respiration et votre propre rythme respiratoire n'améliore pas la situation...

Les gaz de décompression eux peuvent être optimisés à 1.6b pour vous permettre un processus d'échange plus rapide. En général, la profondeur de changement de gaz est moindre et les effets narcotiques sont alors éliminés. Par contre, ces manipulations et ces changements radicaux dans les fractions respiratoires sont délicates et c'est ici que l'accident hyperoxique peut arriver plus facilement. Il suffit de faire une erreur de profondeur de changement, de se tromper de gaz, d'avoir un mauvais mélange et une mauvaise analyse et vous commencez à voir des étoiles...

Causes : 100% O<sub>2</sub> ou PpO<sub>2</sub> supérieure à 1.6b, valeurs PpO<sub>2</sub> des mélanges (fractions) respiratoires trop élevées. Effet narcotique de l'O<sub>2</sub> à grande profondeur. Un mélange respiratoire très riche et à forte pression d'O<sub>2</sub> entraîne des réactions chimiques dé-stabilisantes dans le réseaux neurologique et cérébrale.

Symptômes : face rosée, sueur dans le masque, brusque changement de caractère, réduction du champ visuel (effet tunnel), contractions musculaires (mouvements de la face, lèvres et paupières), picotements au bout des doigts, crise de type épileptique :

- **phase tonique** : contraction intense des muscles
- **phase clonique** : spasmes musculaires
- **phase résolutive** : inertie, reprise de conscience

**Perte de connaissance** si la PpO<sub>2</sub> est maintenue et risque de nouvelles crises avec accélération des phases jusqu'à la syncope et la mort.

Conduite à tenir : baisser la PpO<sub>2</sub> en remontant sauf en phase clonique (risque de surpression pulmonaire) et en cas de palier de décompression (prévoir des gaz moins riches en O<sub>2</sub>, avoir un *plongeur-sécu* avec de l'air, ou transférer sur les gaz de fond)

Prévention : *bonne condition physique. Ne pas dépasser les limites de 1.6b de PpO<sub>2</sub>. Attention à la plongée profonde à l'air (max 65m) et à la plongée Nitrox et Trimix (profondeur max des gaz de décompression)*

Mouais... Il vaut mieux être avec un bon binôme ce jour là... Autant l'apparition des symptômes de la narcose à l'azote est progressive, ceux de l'hyperoxie, une fois commencés, sont très rapides. Il faut tout de suite changer de gaz et attendre que les fractions alvéolaires se ventilent et baissent en PpO<sub>2</sub>. Il faut donc avoir toute sa lucidité pour manipuler le bon détendeur au bon moment alors imaginez la même situation à 75m, narcosé et en début d'essoufflement... Il est difficile de sentir le picotement au bout des doigts avec des gros gants et dans l'eau froide, mais votre sale caractère soudain va s'entendre dans la palanquée!!! Une petite goutte de sueur qui vous brûle l'œil et vous démange dans le masque, un rictus sur la lèvre supérieur qui vous fait rentrer de l'eau glacée dans la bouche, et salée en plus!!! Ce sont des signes précurseurs et une atteinte est en train de sourdre dans vos profondeurs physiologiques...

Je vous rassure tout de suite, à part avoir fait grimper votre CNS au plafond, il n'y a pas de conservation des effets après la plongée, votre déco n'est pas ratée mais juste modifiée par une ventilation avec un autre gaz mais vous pouvez avoir une certaine susceptibilité à l'O<sub>2</sub> pour la prochaine plongée.

Ce qu'il risque d'apparaître est un symptôme lié à l'effet *Lorrain-Smith* qui démontre une altération des capacités et des surfaces d'échanges gazeux lors d'une atteinte hyperoxique ou d'une trop longue exposition à l'O<sub>2</sub>. Pour le plongeur autonome, cette situation est difficile atteindre pour des raisons de limite de réserve de gaz en une seule plongée mais elle doit être calculée dans les expositions successives ou consécutives lors de plongées répétées et sur plusieurs jours... on choisira à ce moment-là des procédures de décompression intégrant des ventilations avec un gaz moins riche toutes les 20 ou 30 minutes consécutives à l'O<sub>2</sub> (selon votre modèle de décompression)

Cause : lors d'une exposition au-delà de 2 heures à une Pp O<sub>2</sub> supérieure à 0.5b, il survient des altérations de la surface alvéolaire diminuant les échanges gazeux respiratoires. L'Oxygène étant un gaz « corrosif » et très sec car il est utilisé pur, il détruit la fine membrane de surfactant alvéolaire qui permet la diffusion des gaz à travers le tissu. Il en résulte des lésions irréversibles dans les poumons.

Symptômes : face rosée, *gêne respiratoire*, toux, brûlures rétro-sternales, crampes musculaires (face), irritations cutanées (marbrures).

Conduite à tenir : baisser la PpO<sub>2</sub> au plus vite

*Prévention : ne jamais dépasser les limites des durées d'exposition à une Pp O<sub>2</sub> supérieure à 0.5b (voir formation en plongée technique Nitrox et Trimix)  
Utiliser les tables NOAA pour le calcul des OTU, CNS et UPTD pour chaque plongée et par jour.*

Le principe de *Lorrain-Smith* est surtout appréhendé en plongée commerciale où les durées d'exposition des plongeurs atteignent souvent plusieurs semaines... En saturation par exemple, le *niveau vie* (caisson) est toujours maintenu à 500mb de PpO<sub>2</sub> pendant toute la durée des opérations et de la décompression. Seule la fraction O<sub>2</sub> changera pendant les procédures de remontée. Dans les tourelles de travail, il peut régner une atmosphère de 700mb mais l'exposition à ces pressions est dû aux efforts que les plongeurs ont à faire à de grandes profondeurs et elles ne dépasseront pas la durée de la sortie. Les plongées *isolées* en commercial déployées depuis une cloche de travail elles, peuvent atteindre 1.6b mais sur de courtes périodes et, n'oubliez pas, il y a 4 personnes en surface avec un caisson pour 1 plongeur en bas... ça change les données!!!

***À lire dans un prochain numéro de D/Press : Life Support Technician, principe de saturation en plongée offshore... à suivre!!!***

La toxicité à l'O<sub>2</sub> est une affaire très sérieuse et pour cette raison, parmi des centaines d'autres, la plongée avec décompression planifiée avec des gaz différents nécessite une solide formation, une parfaite attitude et une connaissance de ses propres limites physiologiques... Néanmoins, la plongée, même « extrême » reste une activité tellement passionnante que ce n'est pas MM Paul Bert et Smith qui vont nous faire rester à la maison devant la télé !!!

Stéphane Coucke

[www.marinventure.ca](http://www.marinventure.ca)