

COURS OW- PA 20

Open Water ISO 24801-2 / CMAS* Plongeur Autonome 20m

Session N°5

Sujet :

Je suivais jusqu'à présent un guide de palanquée et en autonomie,
comment faire pour savoir quand remonter ?

Le 13 février 2025

Présentation par

Louis JOAQUIM





PLAN DE LA SEANCE

INTRO Avant d'aller plus loin..... Notions
Vues la dernière fois

1 - COMPOSITION DE L AIR

2 - APPAREIL CIRCULATOIRE

3 - SATURATION / DESATURATION (Henry)

4 – PRESSIONS PARTIELLES / TOXICITE
(Dalton)

4- LA COURBE DE SECURITE

CONCLUSION

Introduction – avant d’aller plus loin...

Qu’avez-vous retenu du précédent cours ?

- Fréquence du cycle ventilatoire en surface, en plongée ?
- Volumes ventilatoires ?

(Volume de Reserve Inspiratoire + Volume Courant + Volume de Reserve Expiratoire + Volume Résiduel et enfin le Volume Mort).

- **Mécanismes de l’essoufflement ?** (chémorécepteurs commandent augmentation de fréquence et amplitude ventilatoire... insistent sur l’inspiration et négligent l’expiration)
- **Facteurs favorisants de l’essoufflement ?** (milieu, humain, matériel..)
- **Comment les limiter ?** (Condition physique, s’entraîner, matériel adapté et entretenu, prendre son temps réduire le stress...)
- **Conduite a tenir ?** (fin de plongée, faire durer les paliers obligatoires, revenir au calme, pas d’efforts superflus....)

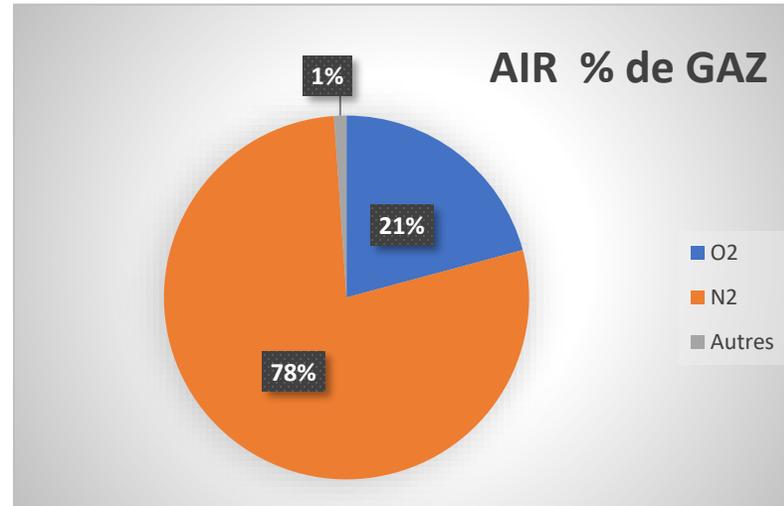
La composition de l'air

L'air que nous respirons est composé de

21 % d'oxygène (O₂)

78 % d'Azote (N₂)

1 % Autres Gaz dont 0,033% de CO₂



Nom du gaz	% présent
Diazote (N ₂)	78 %
Dioxygène (O ₂)	21 %
Argon (Ar)	0,93 %
Vapeur d'eau (H ₂ O)	0 - 4 %
Gaz carbonique (CO ₂)	0,033 %
Néon (Ne)	0,0018 %
Krypton (Kr)	0,000114 %
Dihydrogène (H ₂)	0,00005 %
Protoxyde d'azote (N ₂ O)	0,00005 %
Xénon (Xe)	0,0000087 %
Ozone (O ₃)	0 - 0,000001 %

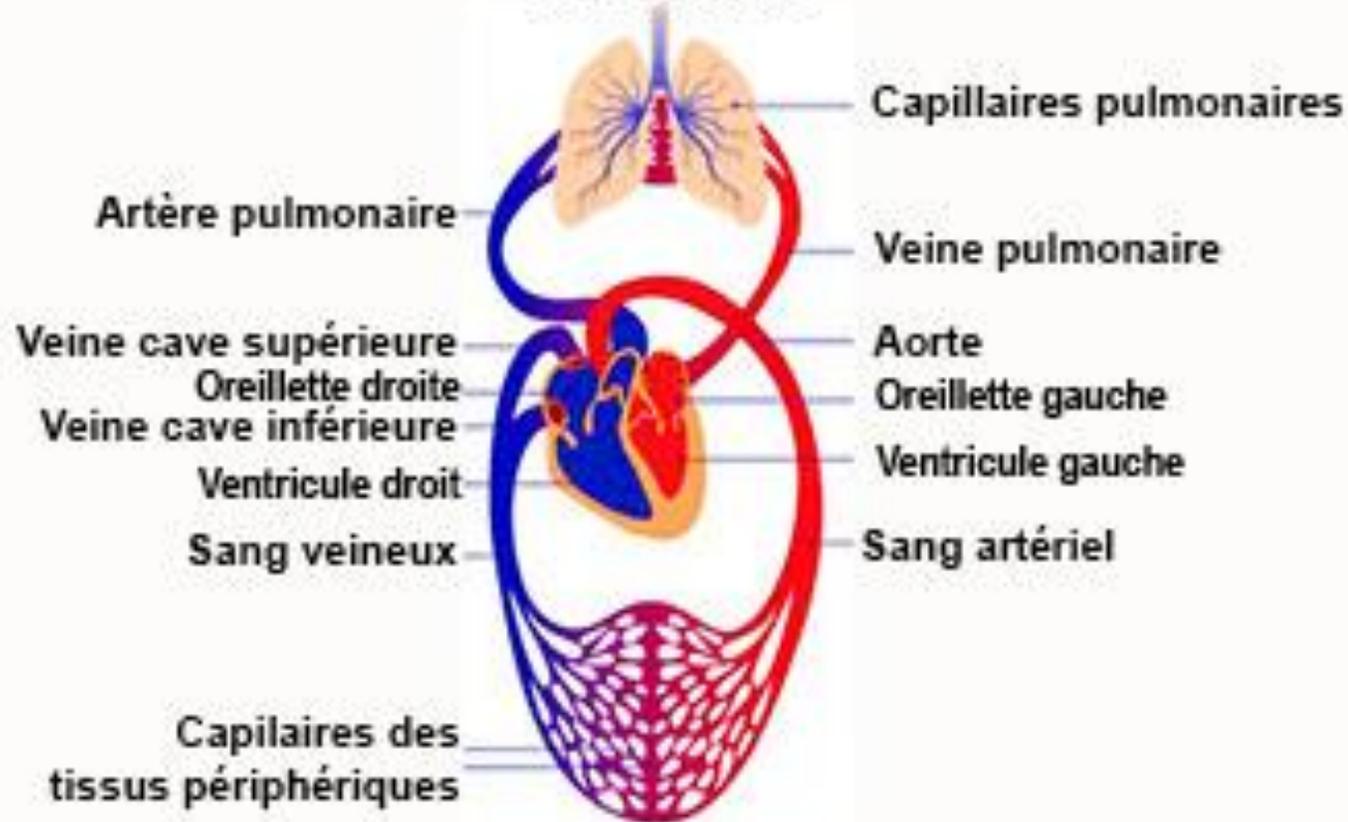
L'azote n'est pas utilisé par notre organisme, il sert de diluant à l'oxygène dont nous avons un besoin vital mais qui deviendrait toxique si nous le respirions pur.

Pour simplifier l'air est composé de 79% de gaz non consommés par notre organisme seuls les 21% restants permettent la respiration.

L'appareil circulatoire

Circulation du sang

Schéma



- Notre corps est une formidable machine à échanger du gaz par l'intermédiaire de nos poumons et de notre sang, que le cœur propulse au travers de tout l'organisme.
- Cet échange s'effectue toujours depuis la plus forte concentration vers la plus faible.

La loi de HENRY

William Henry (1775 - 1836) physicien et chimiste britannique.

En 1803, il énonce la loi sur la dissolution des gaz dans les liquides, appelée Loi de Henry.

« A saturation et à température constante, la concentration de gaz dissout dans un liquide est proportionnelle à la pression qu'exerce ce gaz sur le liquide. »

Illustration : Dans une boisson gazeuse comme le soda, le dioxyde de carbone (CO_2) se dissout dans le liquide sous haute pression pendant le processus de carbonatation.

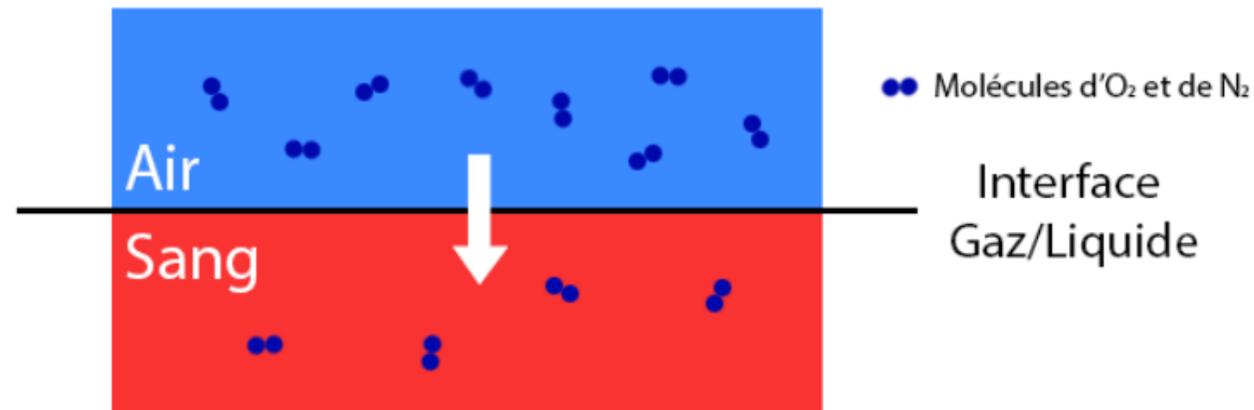
Au fur et à mesure que la canette ou la bouteille est ouverte, la pression sur la boisson diminue et le CO_2 commence à s'échapper sous forme de bulles.



Application en Plongée de la loi de HENRY

En plongée, où nous respirons de l'air comprimé. Cela fait naître un déséquilibre entre la quantité d'azote dans l'air des poumons et la concentration en azote dans le sang.

A chaque cycle respiratoire, une petite partie de cet azote passe vers notre organisme ou il est stocké. Nous allons ainsi dissoudre de l'azote tout au long de notre plongée



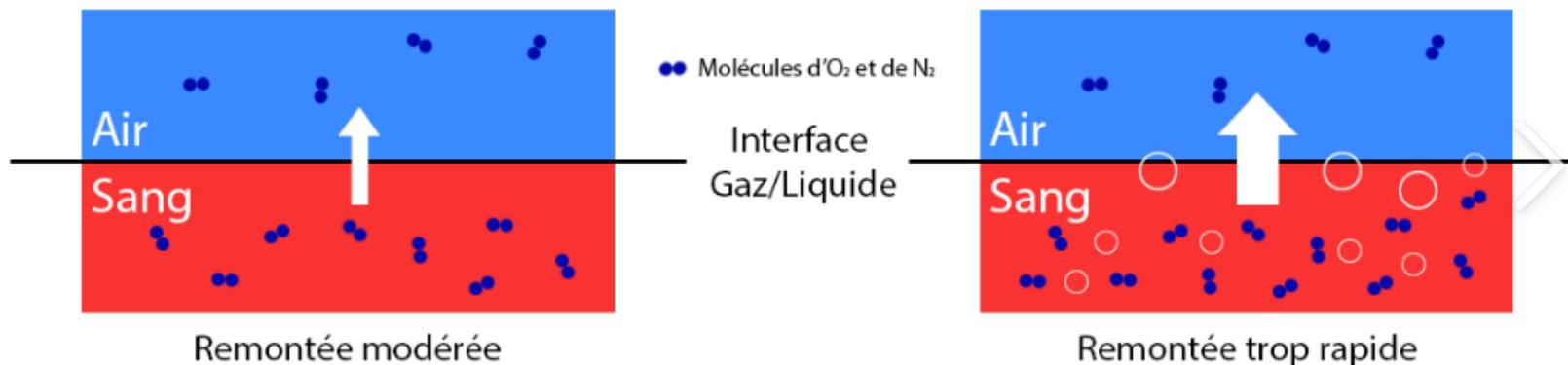
Lors de la remontée, le mécanisme s'inverse .

Application en Plongée de la loi de HENRY

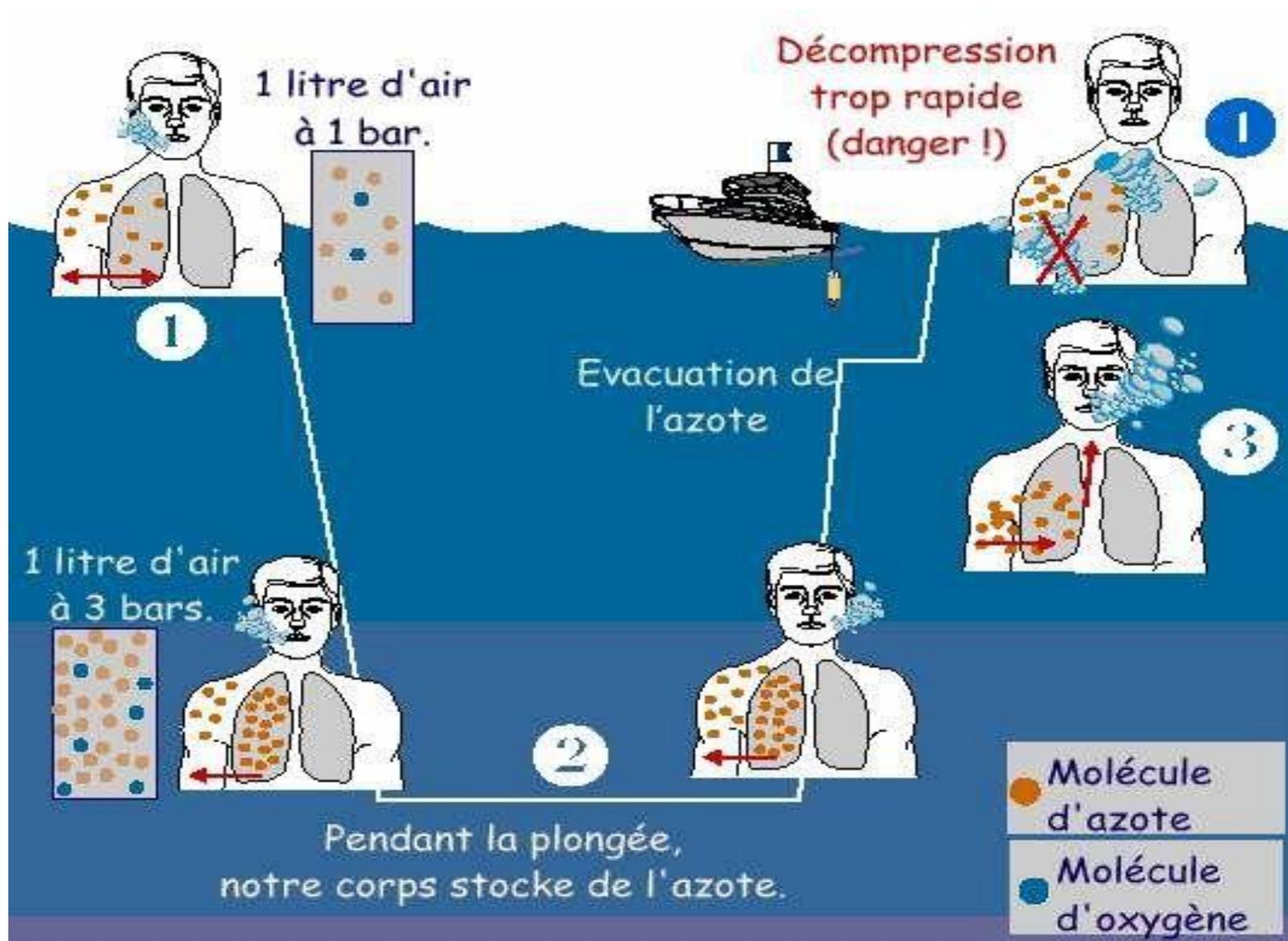
Notre sang contient plus d'azote que l'air des poumons et cet azote passe alors peu à peu dans les poumons où il est évacué par l'expiration comme le CO₂ à la remontée, la pression baisse et nous devons restituer cet azote.

Si la remontée est lente (9 à 12 mètres par minute), cet azote est évacué par le jeu normal de notre ventilation. De retour en surface, l'élimination complète de l'azote stocké au cours d'une plongée s'effectue en 12 à 24 heures, parfois plus.

En revanche si la remontée est beaucoup trop rapide, l'azote dissous reprend sa forme gazeuse directement dans notre sang sans avoir eu le temps d'être évacué par les poumons. Les bulles formées dans la circulation sanguine peuvent alors provoquer des accidents graves appelés Accidents De Désaturation (ADD) ou encore Maladie De Décompression (MDD).



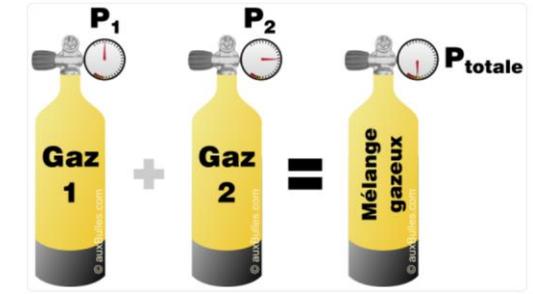
Application en Plongée de la loi de HENRY



La loi de DALTON ou **loi des pressions partielles**

(nommée en l'honneur de John Dalton, qui en a fait la découverte empirique en 1801)

« A température donnée, la pression d'un mélange gazeux est égale à la somme des pressions qu'aurait chacun des gaz s'il occupait seul tout le volume. »



La loi de Dalton énonce que la pression au sein d'un mélange de gaz parfaits est égale à la somme des pressions partielles de ses constituants

$$P = \sum_i P_i = P_1 + P_2 + P_3 + \dots$$



La pression partielle d'un gaz constituant d'un mélange est égale à la pression totale du mélange (encore appelée pression absolue ou pression ambiante) multipliée par le pourcentage du gaz dans le mélange.

$$P_{\text{partielle, gaz}} = P_{\text{absolue, mélange}} \times \% \text{ gaz}$$

La loi de Dalton va nous aider à déterminer la pression partielle des gaz qui nous intéressent en plongée sous-marine et tout particulièrement l'azote, en fonction de la pression absolue à laquelle est soumis le plongeur lorsqu'il évolue sous l'eau

Application En Plongée de la loi de DALTON

Toxicité des Gaz à certaines profondeurs :

• PpO₂ ↗ Hyperoxie

Dalton permet de calculer la toxicité de l'oxygène dont la pression partielle doit être limitée à 1,6% . A 20m pour de l'air la PpO₂ est de 0,63 % = $(0,21 \times (1+(20m/10)))$

Le risque est limité pour un PA20. S'il est aussi certifié Nitrox Confirmé alors il est autorisé à utiliser des Nitrox avec plus de 40 % d'Oxygène (la limite à 20m pour une PpO₂ de 1,6% est un Nitrox 53)

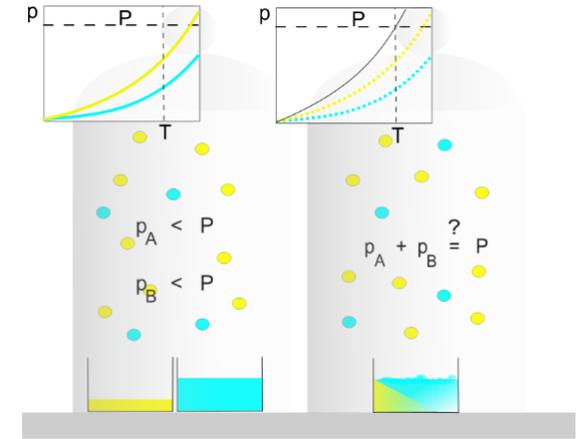
Exemples : Pour un mélange composé à 100% d'O₂ la profondeur d'utilisation maximum sera de 6 m maximum
6 m pour 100% de PpO₂ car $(100\%/100\%) \times 1,6\% = (1+(6m/10))$

• PpN₂ ↗ Narcose

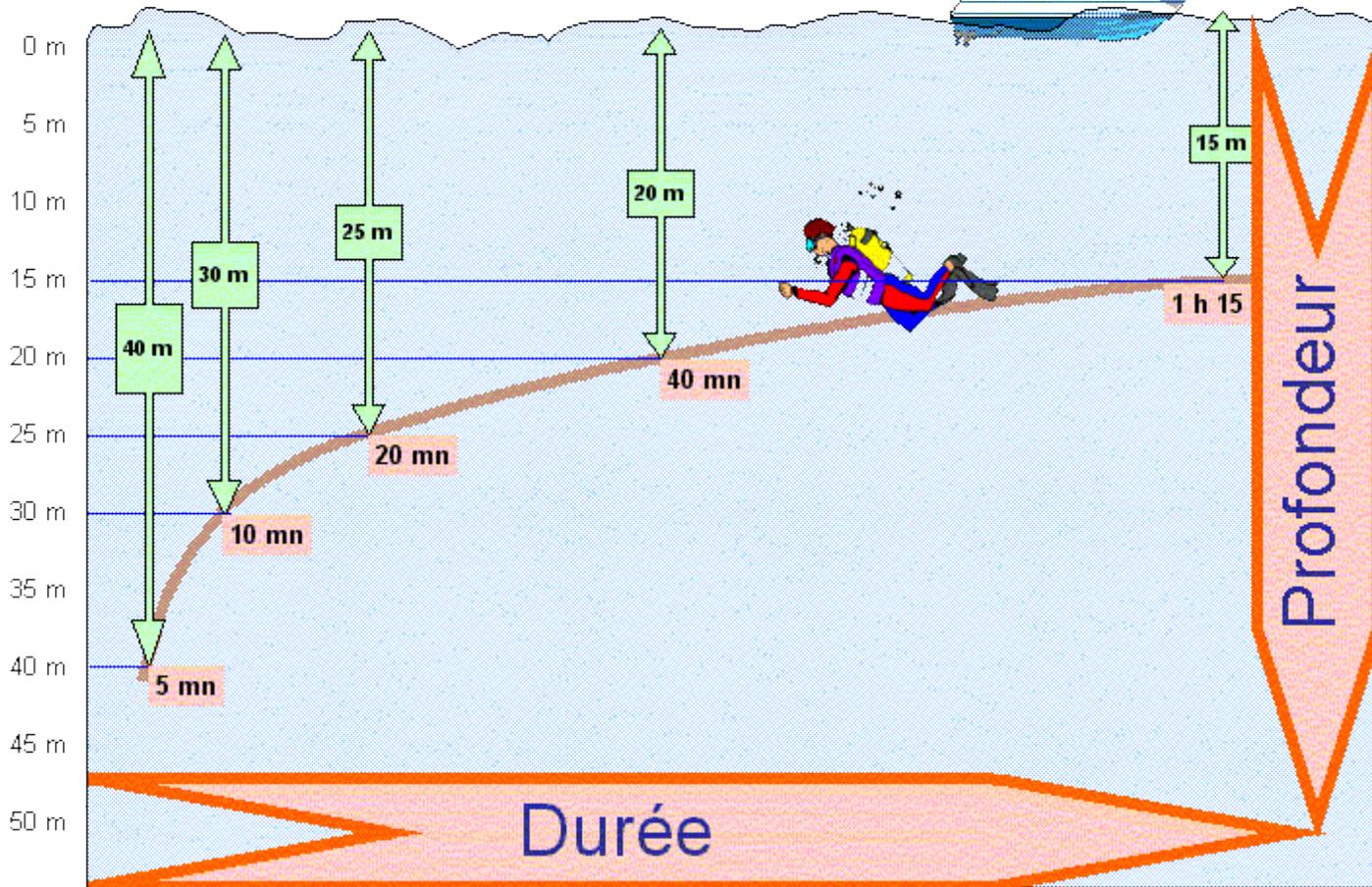
La narcose à l'azote, aussi appelée "ivresse des profondeurs", est responsable de 9% des décès en plongée. Malgré cela, elle reste méconnue, les effets variant de caractère et d'intensité d'un individu à l'autre, Chez l'homme, il est possible de faire l'expérience d'une narcose dès 30 mètres (4b), ou de ne pas présenter d'effets jusqu'à une cinquantaine de mètres (6b), mais les individus « narcosent » généralement autour de 40 mètres de profondeur (5b).

L'azote sous pression change de structure moléculaire et de ce fait, a un effet sur les cellules nerveuses. Il perturbe certains neurotransmetteurs, ralentissant la diffusion des signaux et causant des symptômes...

Remarque : Pas de risque pour un PA20, la narcose sera vue plus en détail lors de la préparation de la certification PE40



Courbe de sécurité



A Savoir :

Au niveau du OW-PA20 les plongées doivent être réalisées sans paliers obligatoires.

Rappels, il faut :

- Suivre les directives du directeur de plongée et les prérogatives qu'il vous accordera sur le site (durée, temps, profondeur)
- Remonter avec 50b sur le bateau.
- Appliquer la procédure en cas de perte de palanquée.

Remarque : La courbe de sécurité est issue des tables de plongée MN90, elle est le fruit d'un modèle théorique relativement ancien. Cette courbe illustre les limites au-delà desquelles les paliers deviennent obligatoires, cela sans préjuger des limites sans palier que peuvent donner les ordinateurs de plongée plus récents. Les temps sans palier sont fonction des mesures enregistrées et des algorithmes utilisés en temps quasi réel par les ordinateurs. (les réglages peuvent être plus ou moins conservateurs).

Rappel : dans tous les cas il conviens de suivre les limites du moyen de décompression le plus pénalisant de sa palanquée.

Conclusion – nous avons abordé...

Rappels sur les notions abordées lors du précédent cours

Thématiques abordées : au regard du livret de certification OW-PA20

- Notions de désaturation : mécanismes de saturation et désaturation d'azote, paliers et courbe sans palier, vitesse de remontée
- Prévention des risques : Notions élémentaires sur la narcose, et l'intoxication à l'O₂ (hyperoxie).



MERCI POUR VOTRE PARTICIPATION

Prochaine Session le 4/03/2025

Sujet - Planification d'une 2ème plongée dans la journée

