

Cours Guide de Palanquée - Niveau 4

15 janvier 2014

Incidence de la plongée sur le système nerveux /accidents toxiques en plongée

Jean-Christophe MOREAU Medecin fédéral Stagiaire MF1

Objectifs

Être capable de mieux comprendre les mécanismes des accidents de plongée

Être capable de comprendre l'adaptation du corps en milieu hyperbare

Plan

A-Description et fonctionnement

1- Le Système Nerveux Central (SNC) :

Le cerveau Le cervelet Le bulbe rachidien La moelle épinière

2- Le système nerveux périphérique Nerfs et cellules nerveuses

3- Le Système Nerveux Autonome (SNA)

B-Reflexes et automatismes

C-Action de l'hyperbarie sur le Système nerveux

1-La Narcose à l'Azote

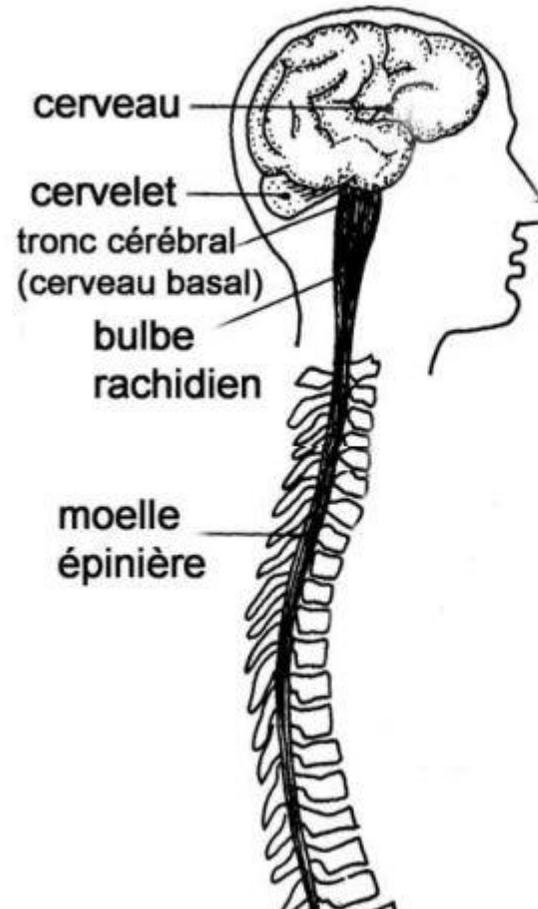
2-Les effets du stress

3-La crise d'hyperoxie

4-La syncope hypoxique

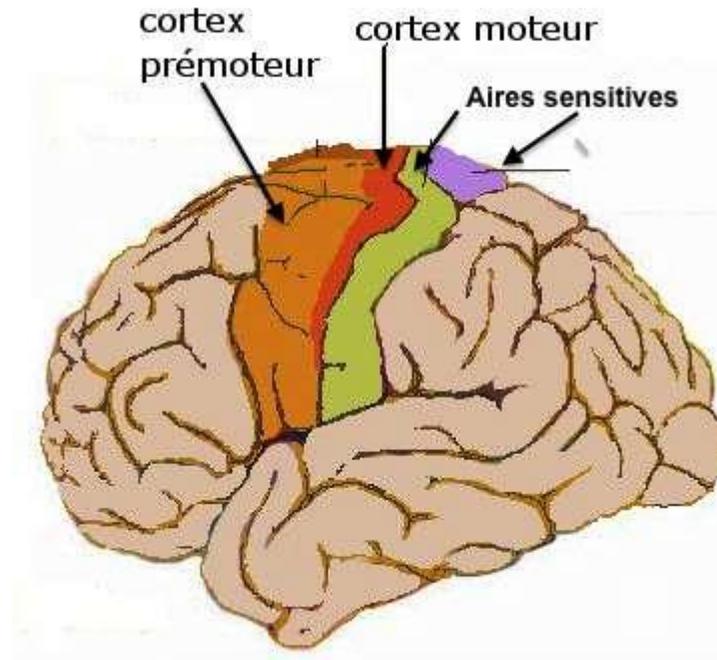
5-La Samba de l'apnéiste

A.1. Système nerveux central (SNC) le centre de



commande

Encéphale : Cerveau+ cervelet + tronc cérébral et bulbe rachidien



Le cerveau

Deux hémisphères cérébraux. Chaque hémisphère contrôle la partie opposée du corps.

Responsable de la motricité volontaire.

Responsable de la sensibilité consciente.

Informations reçues traitées par les régions spécialisées du cerveau.

Le cervelet Centre régulateur de la motricité volontaire et réflexe. Intervient dans l'équilibration et dans le maintien de la posture. En relation avec l'oreille interne par l'intermédiaire du nerf cochléo-vestibulaire.

Le bulbe rachidien Activité réflexe touchant la vie de relation. Rôle dans la régulation de la ventilation et de la circulation sanguine.

La moelle épinière Vascularisée, consommatrice d'O₂ Centre nerveux des mouvements réflexes et conducteurs nerveux mixtes.

Conduit vers les centres supérieurs les influx issus des récepteurs présents dans les muscles, tendons et articulations.

Conduit vers les muscles, les influx moteurs venus de l'encéphale.

A.2. Les voies nerveuses : système nerveux périphérique

12 paires de nerfs crâniens issus de l'encéphale

-I nerf olfactif

-II nerf optique

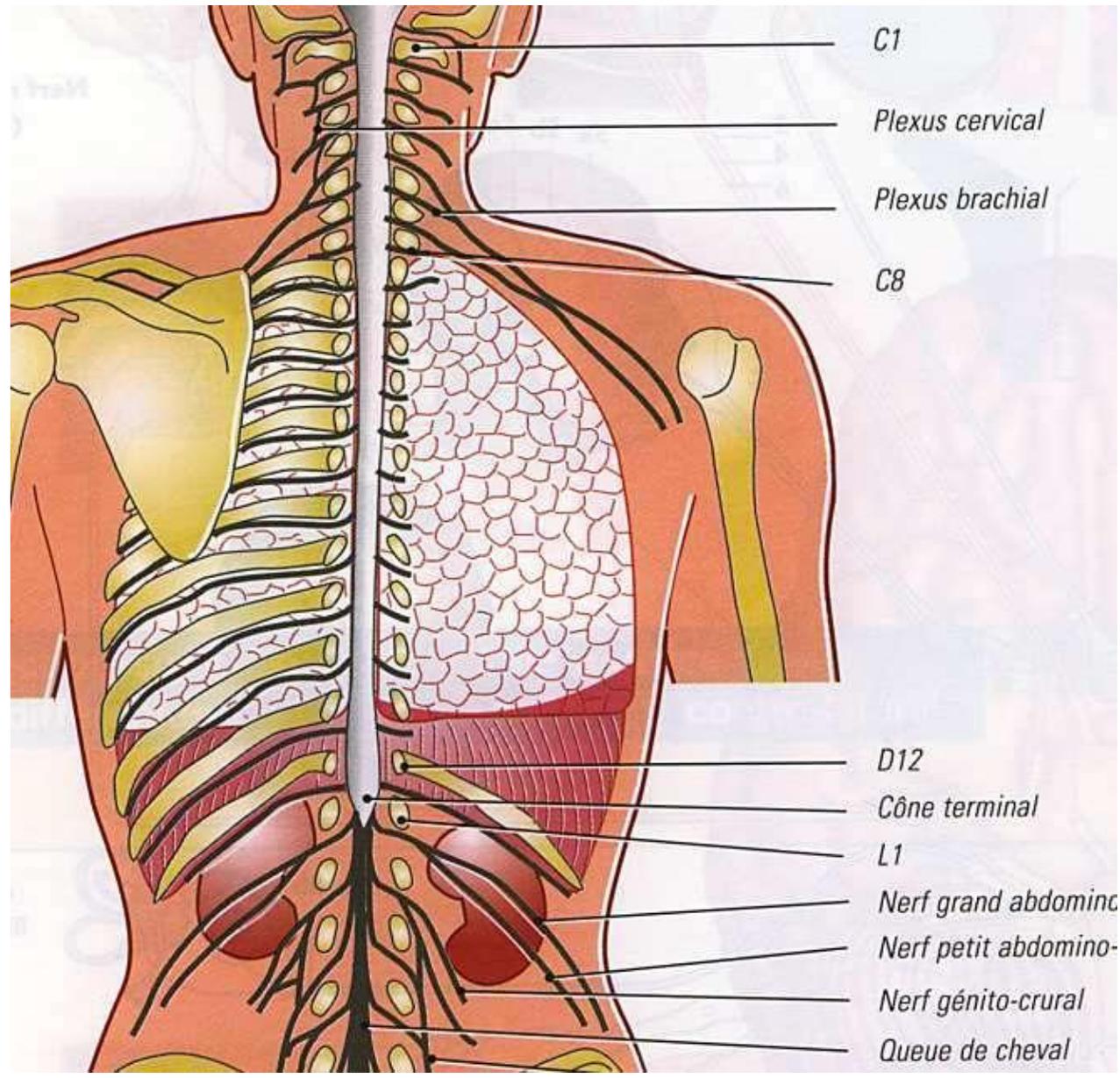
-VII nerf facial.....

31 paires de nerfs rachidiens issus de la moelle

-le nerf d'arnold

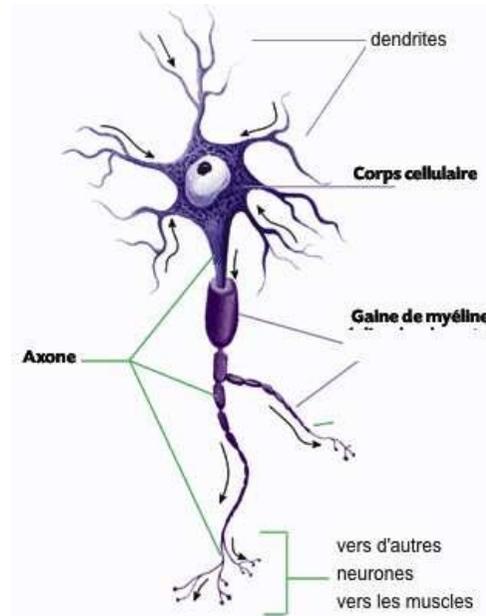
-le nerf sciatique

-le nerf honteux.....



Les cellules nerveuses Présentent dans tous les tissus du système nerveux

Un nerf est constitué de neurones.



Un neurone est entouré d'un tissu appelé gaine de myéline

Transmet une impulsion électrique appelée influx nerveux aux autres neurones ou aux muscles

En absence d'oxygène :Durée de vie très courte (quelques minutes) Destruction irréversible. ADD Samba, Syncope

Gaine de **myéline** : Riche en lipides Participe à la transmission du signal électrique

Possible interaction avec **l'azote dissout** Narcose

La transmission des informations

Nerfs sensitifs : transportent les informations vers le SNC

Nerfs moteurs : déclenchent les mouvements volontaires et involontaires en agissant sur les muscle

A.3.Système Nerveux Autonome (végétatif)

Des voies nerveuses vers les **organes (foie, reins,coeur....)**

Nerf sympathique

Nerf parasympathique

Système hormonal

Des médiateurs chimiques Sympathique : Nor-Adrenaline, Adrénaline

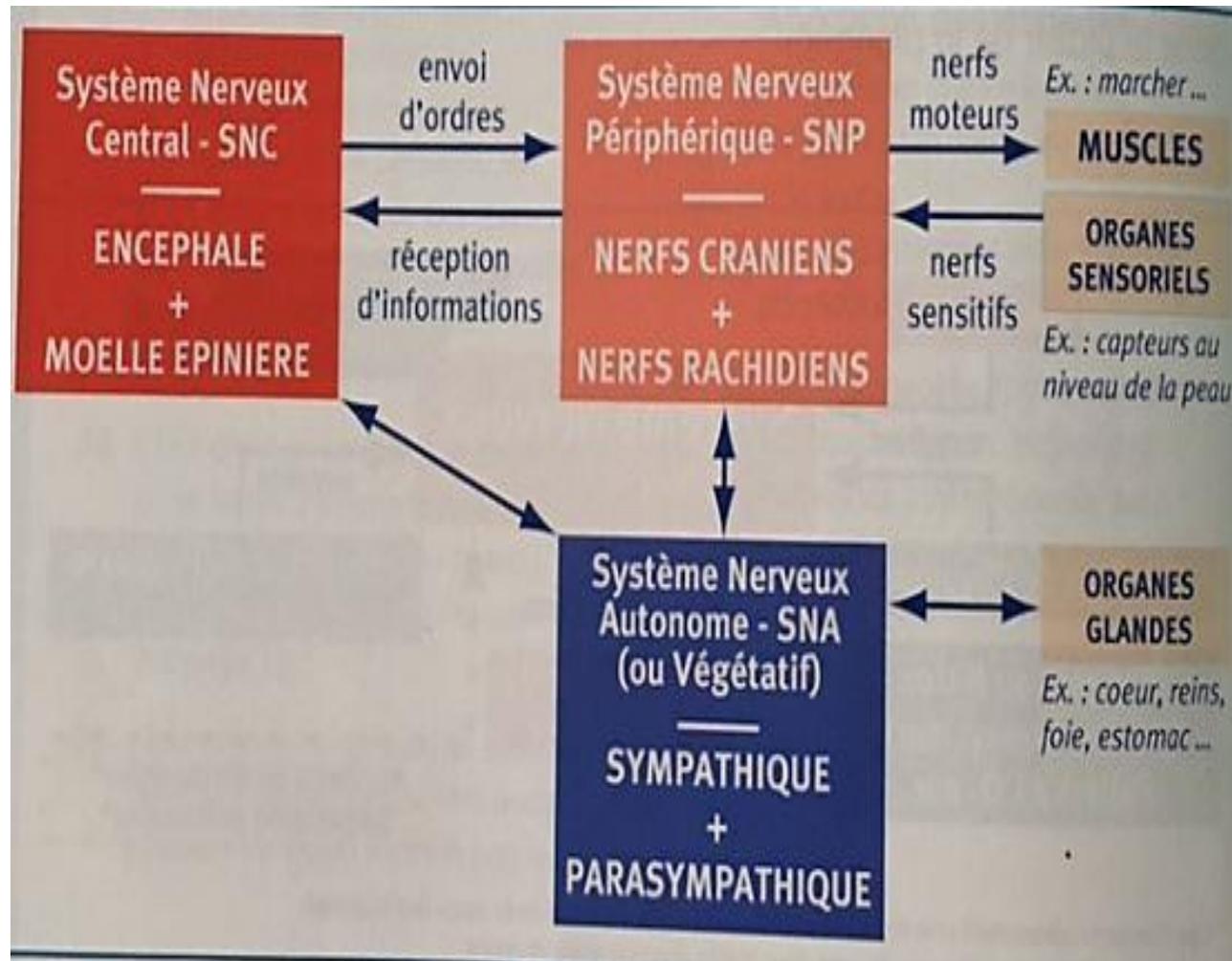
Parasympathique : Acetylcholine

Effets opposées des systèmes sympathiques et parasympathiques

Système sympathique : effet accélérateur Prépare l'organisme à l'activité physique ou intellectuelle.(Dilatation des bronches, accélération de la fréquence cardiaque vasoconstriction des artères...)

Système parasympathique: effet ralentisseur Conservation de l'énergie diminution de la fréquence cardiaque vasodilatation des artères.....

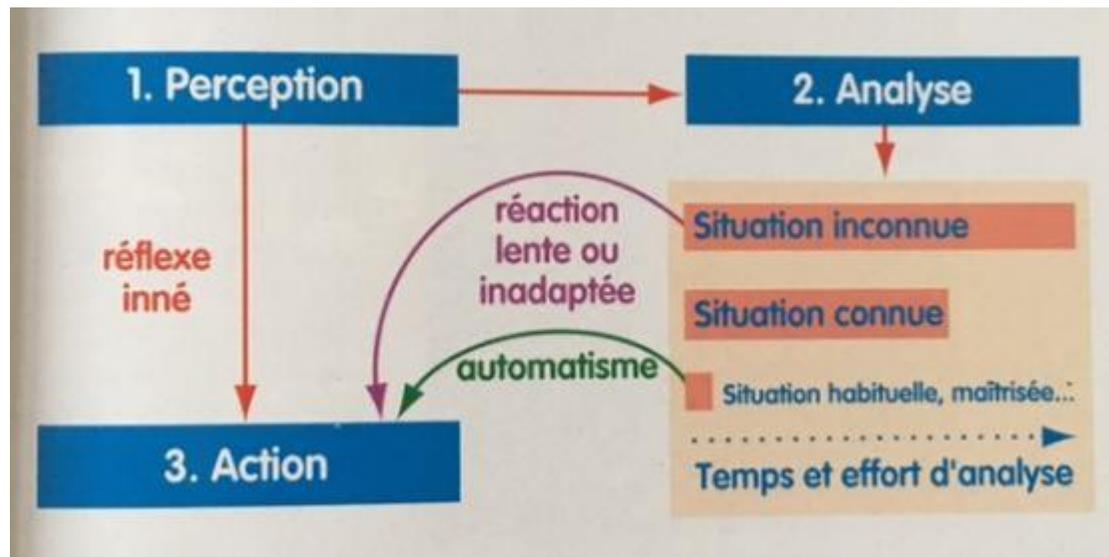
Résumé des mécanismes



B. Reflexes et automatismes

Reflexe = inné (pique ou brule je retire ma main. Pas de réflexion consciente)

Automatisme = acquis. Nécessite une analyse et une action.



Nécessité d'apprentissage : purger le gilet expirer à la remontée.....

C. EFFETS DE L'HYPERBARIE SUR LE SYSTEME NERVEUX

C.1.Narcose à l'azote (narkê= sommeil) :

définit les limites de la plongée à l'air

Seuil de tolérance à l'azote fixé par le code du sport : **5.6b de ppN2**

En surface $ppN2 = 0.8 \times 1 = 0.8b$ à 60m $ppN2 = 0.8 \times 7 = 5.6b$ Ex calculer la PpN2 à 50m

Causes : les gaz inertes se dissolvent dans la membrane grasseuse des neurones et perturbent leur fonctionnement (l'He 100 X moins narcotique que l'N2)

Survenue : dès 30m pour les plus sensibles, entre 40 et 60 communément, incontrôlable au-delà de 60m.

Symptômes : à bien observer en tant que GP

- ralentissement des réactions
- troubles de l'attention
- troubles de la mémoire
- troubles de l'humeur angoisse ou euphorie
- troubles perceptifs hallucinations
- désorientation temporospatiale.

Facteurs favorisants :

- facteurs individuels+++
- vitesse de descente sans repères visuels
- fatigue, stress, froid
- effort, l'excès de CO2 favorise la narcose
- médicaments

Prévention :

- entraînement +++
- vitesse de descente ralentie au-delà de 30m
- limitation efforts et entretenir bonne condition physique

CAT en cas de narcose : Assistance, remontée de la palanquée, interruption de plongée, vérifier la conscience sur le bateau (un train peut en cacher un autre !)

C.2.Stress et plongée

Biologique ou psychique (froid chaud, bruit../pensées désagréables peur...)

Stress positif : en cas de dangers mettre nos sens en alerte pour réagir vite

Stress négatif : des réactions indaptées, illogiques et dangereuses : le débutant qui remonte comme une fusée à la surface (surpression, ADD), qui oublie de gonfler son gilet (essoufflement, panne d'air noyade..)

Causes :

- manque de technique : eau dans le masque débutant ou confirmé à 60m
- situation nouvelle : nouveau matériel, matériel inadapté, profondeur, requins
- type et conditions de plongée : froid eau trouble courant, vagues

Prévention : en tant que GP, parler avec sa palanquée, expliquer le site, demander la date de la dernière plongée, d'où ils viennent, leurs expériences de plongée : éviter le vide pour créer un environnement sécurisant.

CAT : modifier les caractéristiques de la plongée ou de la palanquée en fonction des informations recueillies. Avertir le DP.

C.3.L'oxygène et l'hyperoxie

Rappels :

-normoxie : 21% d'O₂ à la pression atm 1b X0.21= 0.21b de PpO₂

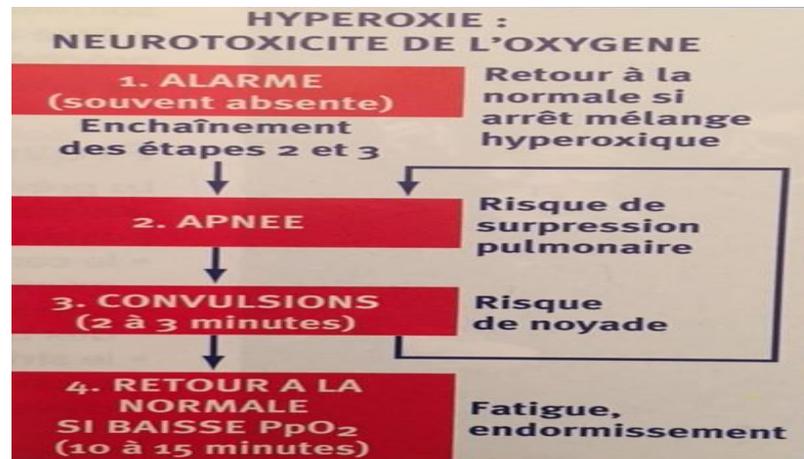
-hypoxie : limite inférieure tolérée par l'organisme : 0.16b de PpO₂ soit 2500m
(0.760X0.21) 2000m=0.8b 5000m= 0.5b (diminue de moitié entre 0 et 5000m)

-hyperoxie : limite supérieure tolérée : 1.6b de PpO₂ soit 66m (7.6X0.21)

Comme on ne dépasse pas 60m on est exposé à l'hyperoxie qu'en cas de plongée NITROX ou de paliers à l'O₂ pur

Effets : neurotoxicité de l'O₂ sur le SNC = effet Paul Bert dépend de la pression partielle de l'O₂ donc de la profondeur et du mélange respiré mais aussi de facteurs individuels entre deux personnes mais aussi sur un même individu (fatigue anxiété froid) et la tolérance est supérieure à sec (caissons 2.5 à 2.8 de PpO₂)

Symptômes : ceux d'une crise d'épilepsie



CAT : interrompre la plongée, saisir la personne et lui maintenir l'embout en bouche, se mettre en arrière pour se protéger, remonter en respectant la vitesse (attention à la surpression si est en apnée) et les paliers. Le mieux = Prévention

Prévention : être vigilant sur des plongées à risque : NITROX et paliers à l'O₂

-**paliers à l'O₂** : jamais en dessous de 6m ($P_{pO_2} 0.6 \times 0.21 = 1.6 \times 1.00$)

-**Nitrox** : enrichi en O₂ : 40/60, 36/64, 32/68 le premier chiffre = % O₂ = F_{O₂}

.notion de Pression de profondeur plancher : $P_{abs} = P_{pO_2 \max} / F_{O_2}$

Ex : Nitrox 32 : $P_{abs} = 1.6 / 0.32 = 5b$ soit 40m

Calculer pour N36 et N40.....

.notion de Teneur en O₂ max : $F_{O_2} = P_{pO_2 \max} / P_{abs}$

Ex : si on se limite à 30m quel mélange choisir $F_{O_2} = 1.6 / 4 = 0.4$ donc nitrox 40

Calculer pour 34m la fraction possible

.notion de profondeur équivalente air : pour pouvoir utiliser les tables à l'air

Ex : plonge à 30m avec un N40 la P_{pN_2} est $4 \times 0.6 = 2.4b$ Il faut trouver la profondeur où avec de l'air (0.79 d'azote) la P_{pN_2} serait de 2.4b. soit

$P_{abs} \times 0.79 = 2.4$. $P_{abs} = 2.4 / 0.79 = 3.03b$ soit 20,3m arrondi à 21m

Calculer à 40m avec un N32 ?

Quid des ordinateurs et les mélanges ?

Paramétrables % du mélange peut être réglé, le seuil de toxicité peut être durcit
1.5 ou 1.4b de PpO2

Donnent une alarme de profondeur plancher.

Calcule le pourcentage d'O2 accumulé (OLF) par le SNC

C.4.L'Oxygène et l'Hypoxie PpO2<0.16b, risque : la syncope
hypoxique

Causes :

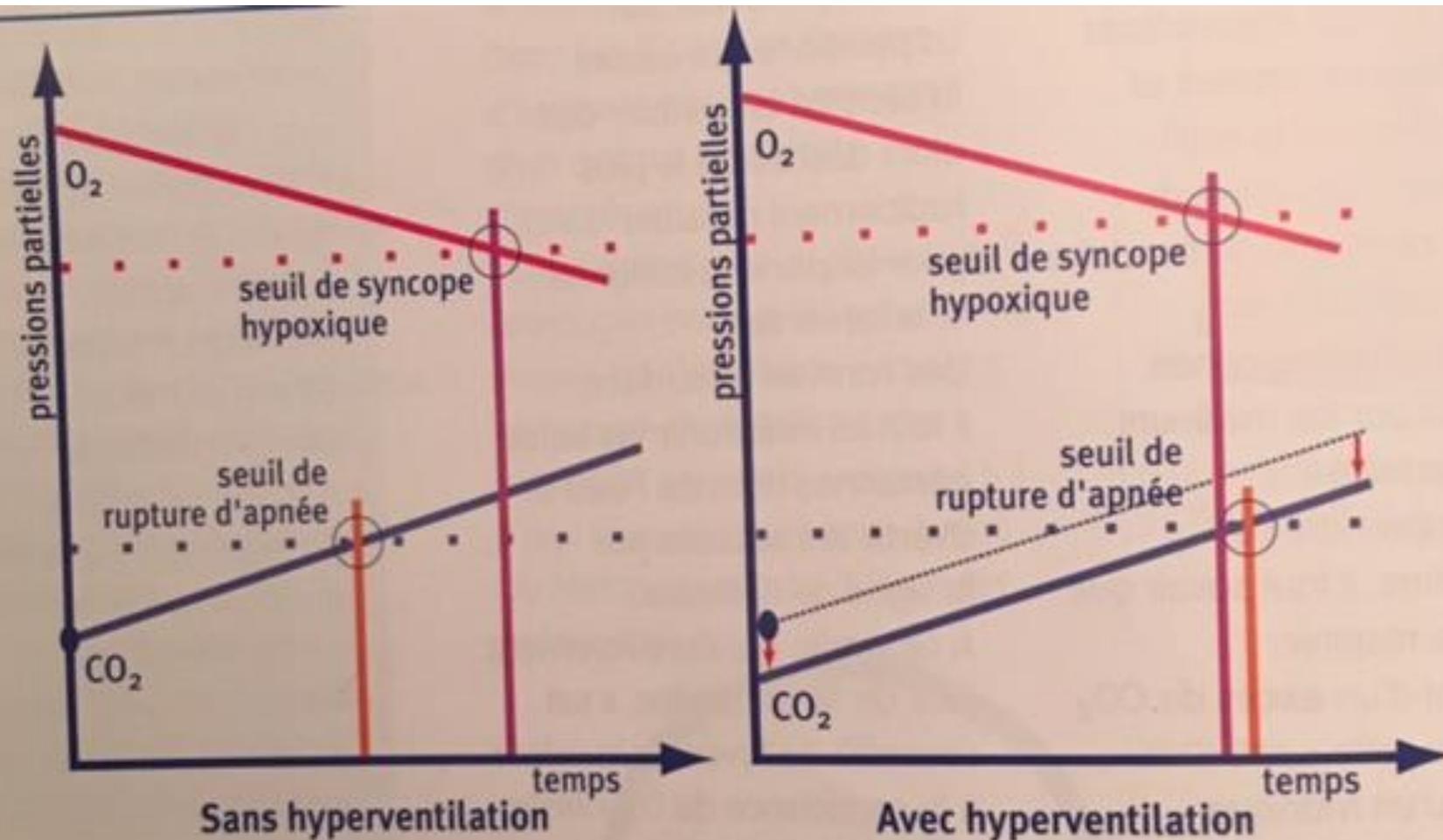
-gaz appauvri en O2 : recycleurs piègent le CO2 à l'expiration et rajoutent de l'O2
à l'inspiration (semi fermés nitrox, fermés pilotés par ordi qui fabriquent le

mélange au fur à mesure) Prévention : l'Oxyjauge permet de connaître à tout moment la teneur en O₂

-Trimix : He O₂ N₂ la fraction d'O₂ peut ne pas être respirée avant une certaine profondeur (0.16 donne une hypoxie à 1b)

-Apnée : risque hypoxie , syncope, noyade.

Cause, l'hyperventilation car fait baisser le taux de CO₂ alors que c'est le médiateur chimique qui donne le besoin de respirer et pas la baisse d'O₂ !



Sans hyperventilation, la rupture d'apnée (due à l'augmentation de CO_2) survient bien **avant** la syncope hypoxique (due à un manque d' O_2).

Avec hyperventilation, le taux de CO_2 est abaissé anormalement en début de plongée. Le seuil de rupture d'apnée est décalé, il survient **après** le seuil de syncope hypoxique.

Les risques de l'hyperventilation, approche schématique et imagée.

Note !: le rendez vous syncopal des 7m. N'est pas due à l'hypoxie car peut survenir après 30 secondes d'immersions chez le chasseur sous marin entraîné. ! Mécanisme Pas complètement élucidé. Ne jamais plonger seul !

C.5.SAMBA

Causes et mécanismes : survient dans les 30 secondes après l'arrêt de l'apnée (fréquente en compétition d'apnée) gesticulations incontrôlées avec mouvements saccadé de la tête (type samba) Serait due à une hypoxémie sévère qui se prolonge malgré la reprise de la respiration. Peut précéder la syncope.

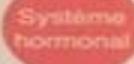
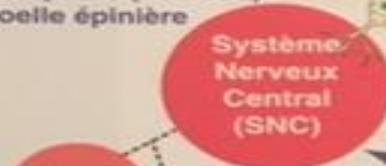
CAT maintenir l'apnéiste hors de l'eau retirer le masque, stimuler et parler. Mettre fin à la séance, repos hydrater voire Oxygéner.



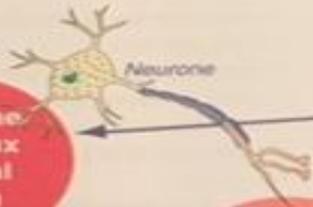
Le système nerveux

AIDE-MÉMOIRE

Encéphale (cerveau)
Moelle épinière



STRESS



Nerfs crâniens et rachidiens
Nerfs moteurs
Nerfs sensitifs



RISQUES EN PLONGÉE

Excès d'azote **5,6 +**

NARCOSE

automatismes
limiter profondeur
attention au delà de 40 m
limite air : 60 m
 $PpN_2 \leq 5,6$ bars

Excès d'oxygène **1,6 +**

HYPEROXIE

ne pas dépasser
1,6 bar de PpO_2
voire 1,5 ou 1,4 bar

Paliers O_2 pur / Nitrox

NITROX	$PpO_2 = Pabs \times FO_2$
	Prof plancher : $Pabs = \frac{PpO_2, max}{FO_2}$
	Teneur en O_2 : $FO_2 = \frac{PpO_2, max}{Pabs}$
	Prof équivalente : $Pabs_{air} = \frac{PpN_2, max \text{ Nitrox}}{0,79}$

Manque d'oxygène **0,16 -**

Apnée / Recycleur

SYNCOPE HYPOXIQUE

pas d'hyperventilation
jamais d'apnée seul
ne pas avoir une PpO_2
inférieure à 0,16 bar

Les atteintes du système nerveux suite à un accident de désaturation ou à une surpression pulmonaire sont traitées dans un autre chapitre.

Risque de noyade voire de surpression pulmonaire

