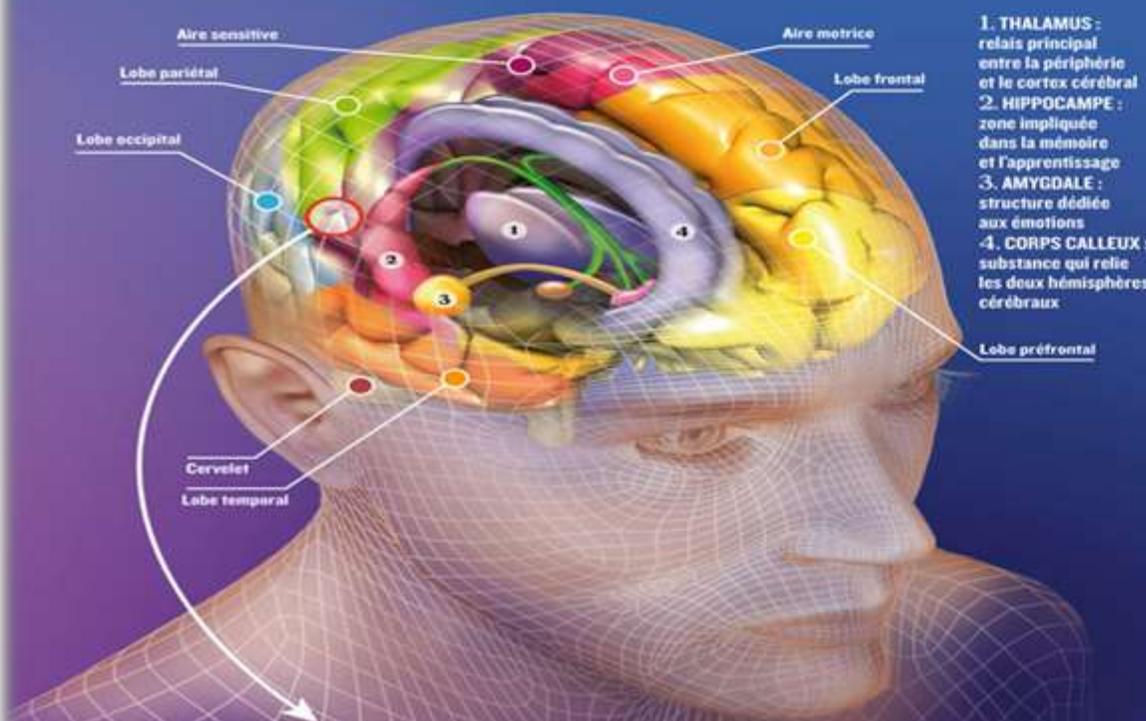


Influence de la plongée sur le système nerveux

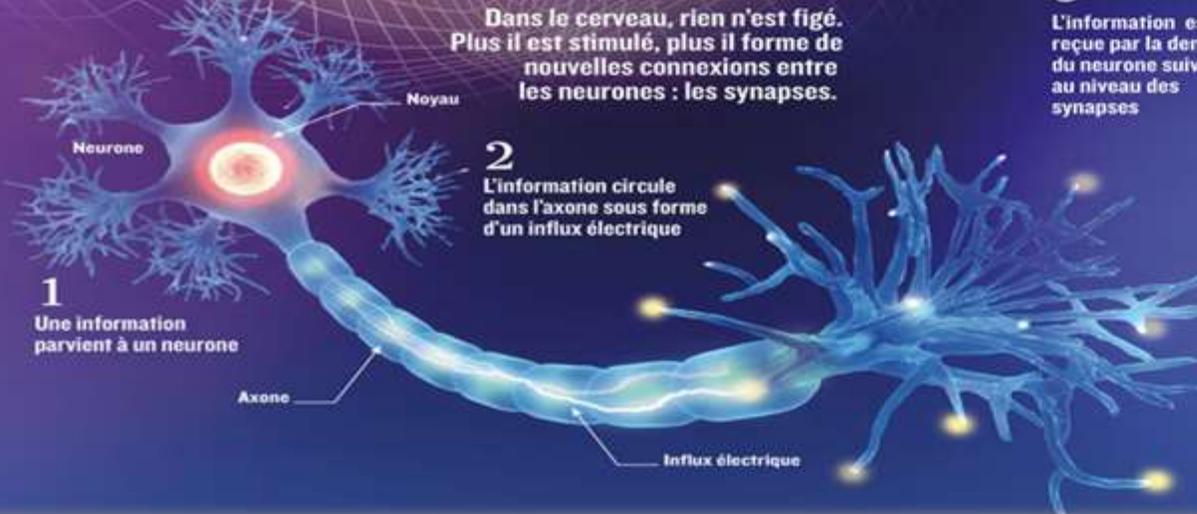
1^{er} partie



- 1. THALAMUS : relais principal entre la périphérie et le cortex cérébral
- 2. HIPPOCAMPE : zone impliquée dans la mémoire et l'apprentissage
- 3. AMYGDALÉ : structure dédiée aux émotions
- 4. CORPS CALLEUX : substance qui relie les deux hémisphères cérébraux

COMMENT LE CERVEAU SE RENFORCE

Dans le cerveau, rien n'est figé. Plus il est stimulé, plus il forme de nouvelles connexions entre les neurones : les synapses.



1
Une information parvient à un neurone

2
L'information circule dans l'axone sous forme d'un influx électrique

3
L'information est reçue par la dendrite du neurone suivant au niveau des synapses



Ce qui se passe dans la synapse

Parvenu au bout de la synapse, l'influx libère des molécules chimiques (neurotransmetteurs) qui transfèrent l'information en se fixant sur la dendrite du neurone suivant. Cette activité renforce les connexions existantes ou en crée de nouvelles.

Influence de la plongée sur le système nerveux

Introduction

Le GP doit connaître l'influence de la plongée sur le système nerveux pour mieux appréhender les difficultés et mieux

- Répondre aux attentes
- Répondre aux questions
- Intervenir auprès d'un plongeur en difficulté
- Guider, gérer

Comprendre c'est mieux réagir

Influence de la plongée sur le système nerveux

Sommaire

Comprendre le système nerveux

- les neurones
- fonctionnement du système nerveux
 - système nerveux central
 - système nerveux périphérique
 - système nerveux autonome

Système hormonal

Les réflexes et automatismes

Les effets des gaz

- Rappels de physique
- Narcose: cause, effet, rôle du GP
- Hypèroxie: cause, effet rôle du GP
- Hypoxie: cause, effet, rôle du GP

L'apnée

Réflexe respiratoire

L'hypoxie en Apnée

L'hyper ventilation

Le stress

Influence de la plongée sur le système nerveux

Le corps a deux moyens de communiquer :

–Système nerveux

- signaux électriques ou électrochimique
- rapide

–Système hormonal

- Molécules messagères
- Lent mais durable

Sommaire

Comprendre le système nerveux

- les neurones
- fonctionnement du système nerveux
 - système nerveux central
 - système nerveux périphérique
 - système nerveux autonome

Système hormonal

Les réflexes et automatismes

Les effets des gaz

- Rappels de physique
- Narcose: cause, effet, rôle du GP
- Hypèroxie: cause, effet rôle du GP
- Hypoxie: cause, effet, rôle du GP

L'apnée

- Réflexe respiratoire
- L'hypoxie en Apnée
- L'hyper ventilation

Comprendre le système nerveux

Les neurones:

Un neurone est une cellule du système nerveux, spécialisée dans la communication et le traitement d'informations

Il est présent dans tout le corps,

- le cerveau
- la moelle épinière
- les nerfs

Sommaire

Comprendre le système nerveux

- les neurones
- fonctionnement du système nerveux
 - système nerveux central
 - système nerveux périphérique
 - système nerveux autonome

Système hormonal

Les réflexes et automatismes

Les effets des gaz

- Rappels de physique
- Narcose: cause, effet, rôle du GP
- Hypéroxye: cause, effet rôle du GP
- Hypoxie: cause, effet, rôle du GP

L'apnée

- Réflexe respiratoire
- L'hypoxie en Apnée
- L'hyper ventilation

Comprendre le système nerveux

Les neurones: *composition*

Noyau :

- Corps de la cellule
- Prolongé par les dendrites ou l'axone

Les dendrites :

- Reçoivent les impulsions électriques
- Des autres neurones
- Des cellules sensorielles

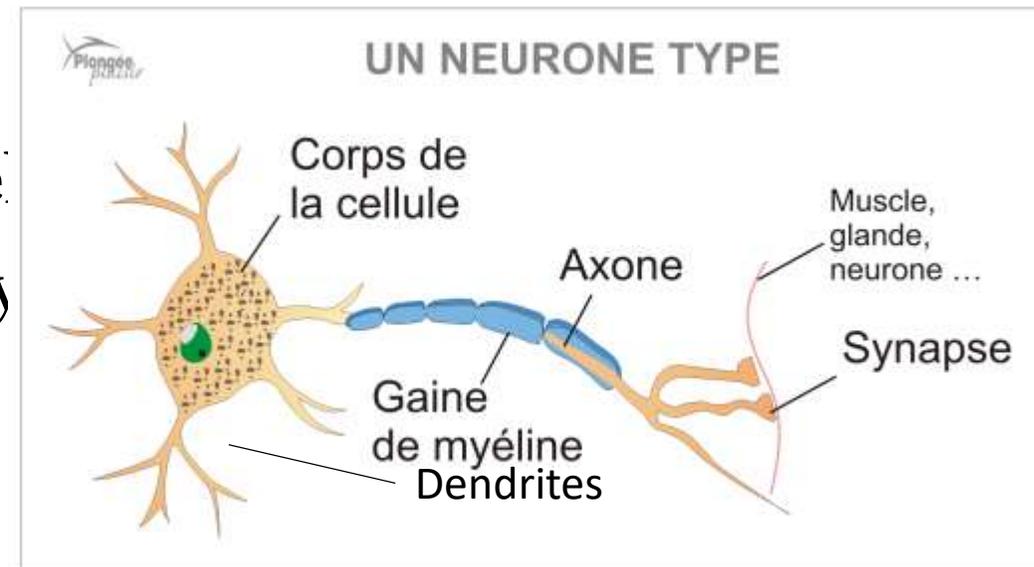
transmet le message au noy

L'Axone :

- Conduit le message

Vers les terminaisons synaptique

(muscle, glande, autre neurone)



Sommaire

Comprendre le système nerveux

- les neurones
- fonctionnement du système nerveux
 - système nerveux central
 - système nerveux périphérique
 - système nerveux autonome

Système hormonal

Les réflexes et automatismes

Les effets des gaz

- Rappels de physique
- Narcose: cause, effet, rôle du GP
- Hypéroxye: cause, effet rôle du GP
- Hypoxie: cause, effet, rôle du GP

L'apnée

- Réflexe respiratoire
- L'hypoxie en Apnée
- L'hyper ventilation

Comprendre le système nerveux

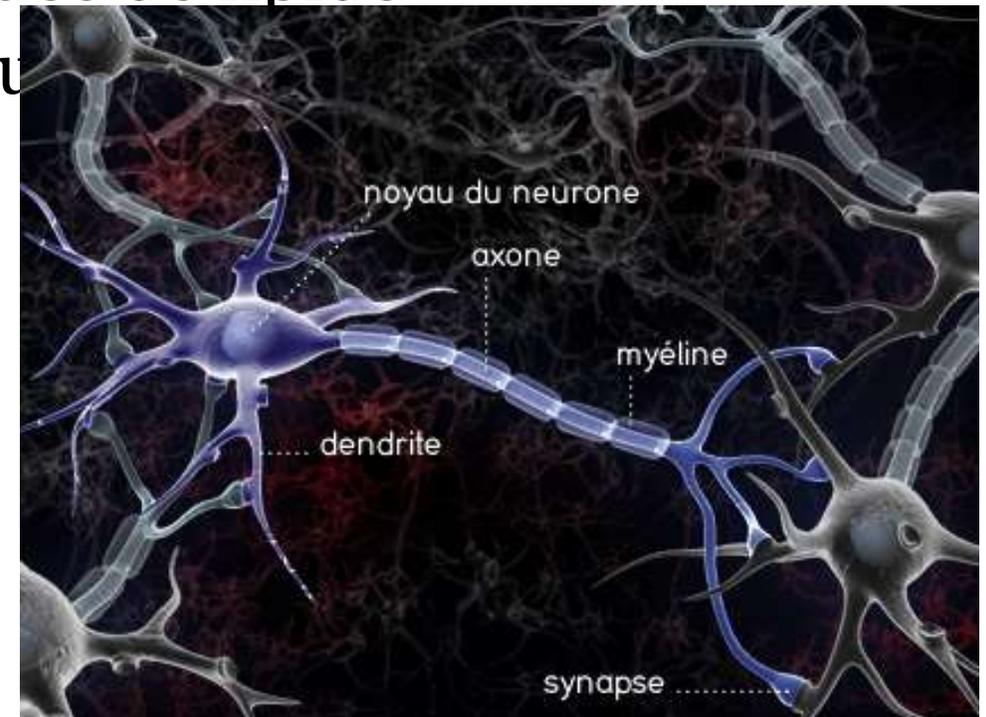
Les neurones: composition

Myéline :

- Gaine l'axone, Constituée de lipide
- Accélère l'influx nerveux

Les synapse reliées à:

- Un autre neurone
- Une fibre musculaire
- Une glande



Sens de la transmission de l'influx nerveux

Dendrite ► Corps cellulaire ► Axone ► Synapse

Sommaire

Comprendre le système nerveux

- les neurones
- fonctionnement du système nerveux
 - système nerveux central
 - système nerveux périphérique
 - système nerveux autonome

Système hormonal

Les réflexes et automatismes

Les effets des gaz

- Rappels de physique
- Narcose: cause, effet, rôle du GP
- Hypéroxye: cause, effet rôle du GP
- Hypoxie: cause, effet, rôle du GP

L'apnée

- Réflexe respiratoire
- L'hypoxie en Apnée
- L'hyper ventilation

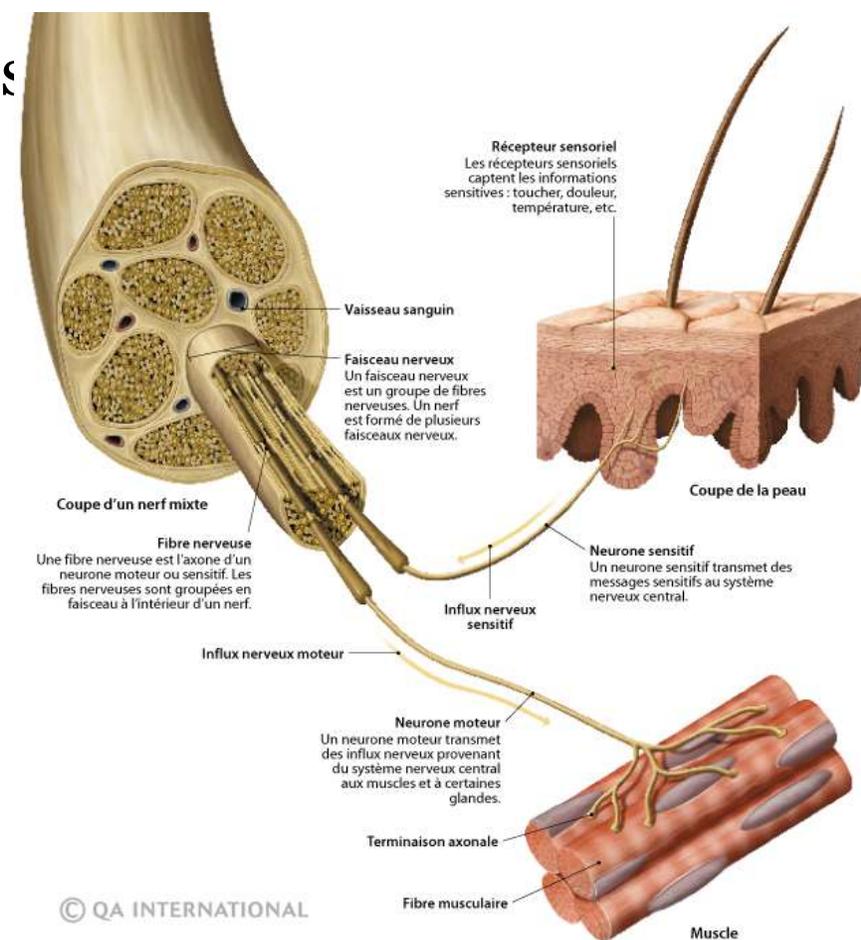
Comprendre le système nerveux

Les neurones:

Un nerf = plusieurs milliers de neurones

En l'absence d'O₂, les cellules nerveuses ont une durée de vie très courte (quelques minutes).

Si (noyade, ADD, surpression pulmonaire), il est impératif de mettre l'accidenté sous Oxygène, seul moyen d'assurer la survie des cellules nerveuses.



Sommaire

Comprendre le système nerveux

- les neurones
- fonctionnement du système nerveux
 - système nerveux central
 - système nerveux périphérique
 - système nerveux autonome

Système hormonal

Les réflexes et automatismes

Les effets des gaz

- Rappels de physique
- Narcose: cause, effet, rôle du GP
- Hypéroxye: cause, effet rôle du GP
- Hypoxie: cause, effet, rôle du GP

L'apnée

Réflexe respiratoire

L'hypoxie en Apnée

L'hyper ventilation

Comprendre le système nerveux

Les neurones:

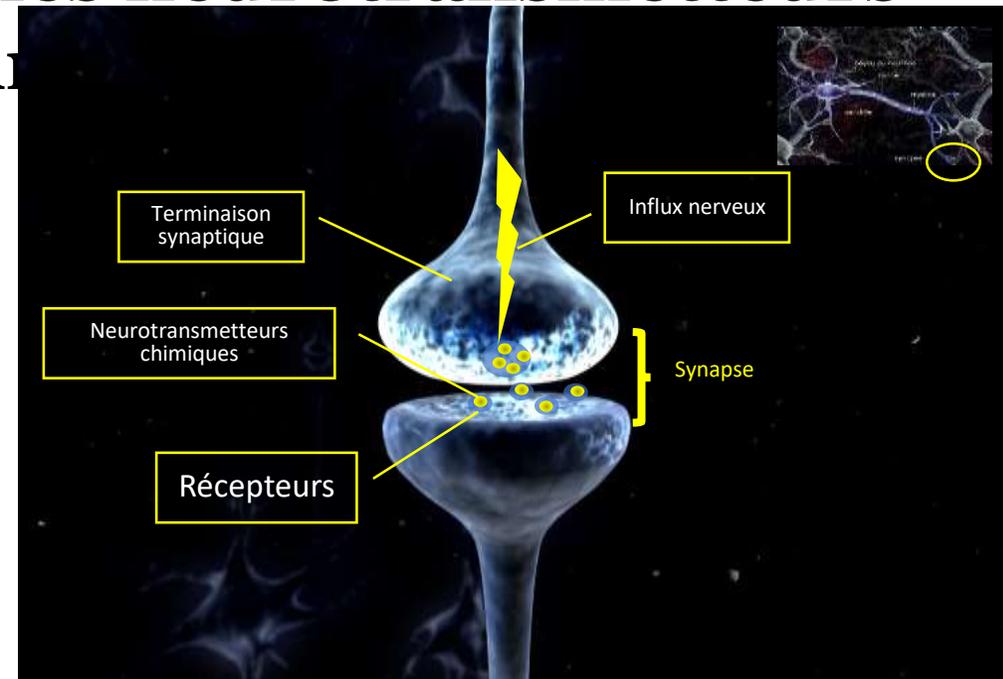
Les terminaisons synaptiques

La synapse = transmission des messages

- entre deux neurones,
 - un neurone et un musculaire ou une glande.
 - Cette transmission a lieu par l'intermédiaire de substances chimiques, **les neurotransmetteurs**
- L'influx est **électrochimique**

+ il y a de synapses

+ le cerveau est efficace



Sommaire

Comprendre le système nerveux

- les neurones
- fonctionnement du système nerveux
 - système nerveux central
 - système nerveux périphérique
 - système nerveux autonome

Système hormonal

Les réflexes et automatismes

Les effets des gaz

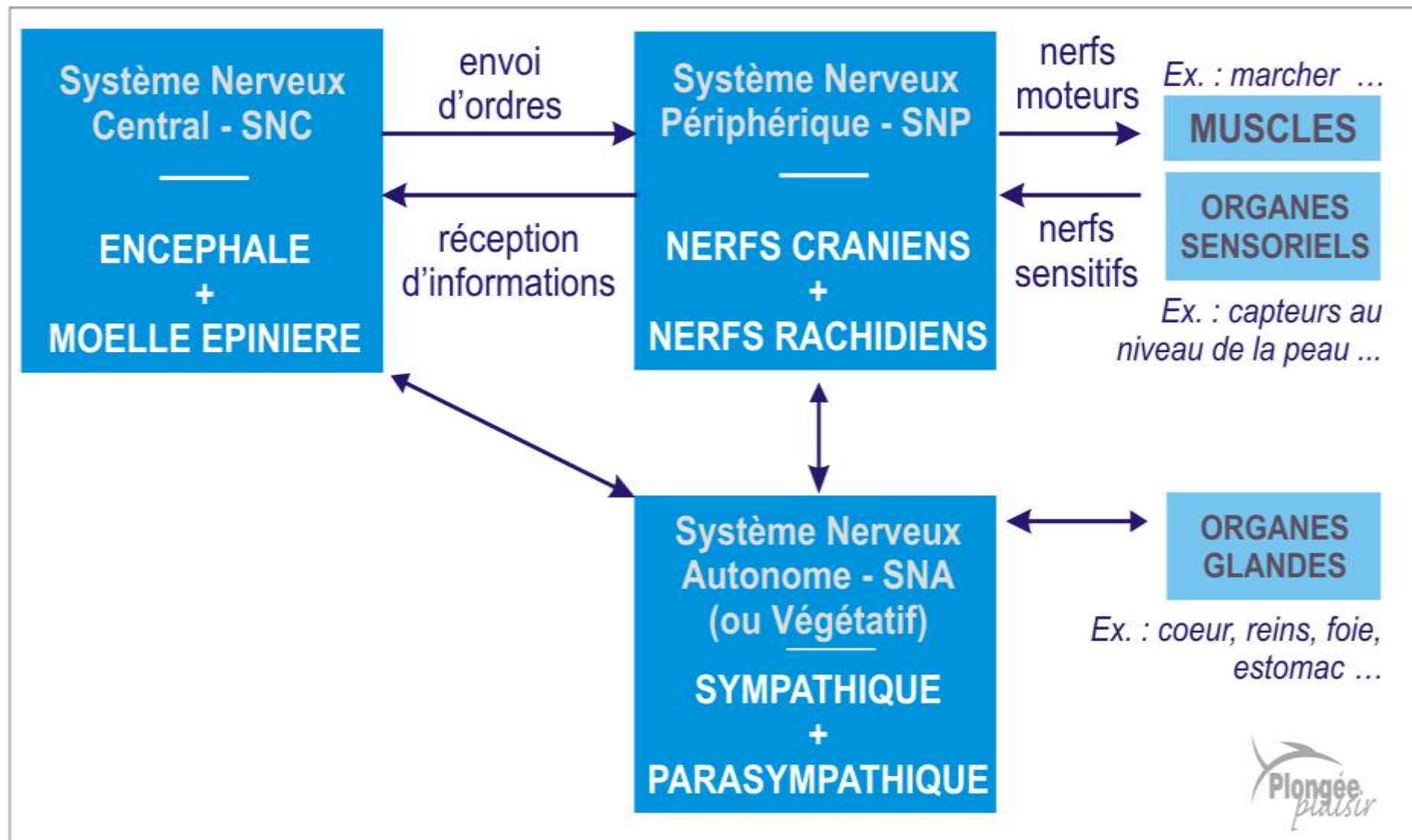
- Rappels de physique
- Narcose: cause, effet, rôle du GP
- Hypèroxie: cause, effet rôle du GP
- Hypoxie: cause, effet, rôle du GP

L'apnée

- Réflexe respiratoire
- L'hypoxie en Apnée
- L'hyper ventilation

Comprendre le système nerveux

Principe de fonctionnement du système nerveux



Sommaire

Comprendre le système nerveux

- les neurones
- fonctionnement du système nerveux
 - système nerveux central
 - système nerveux périphérique
 - système nerveux autonome

Système hormonal

Les réflexes et automatismes

Les effets des gaz

- Rappels de physique
- Narcose: cause, effet, rôle du GP
- Hypéroxye: cause, effet rôle du GP
- Hypoxie: cause, effet, rôle du GP

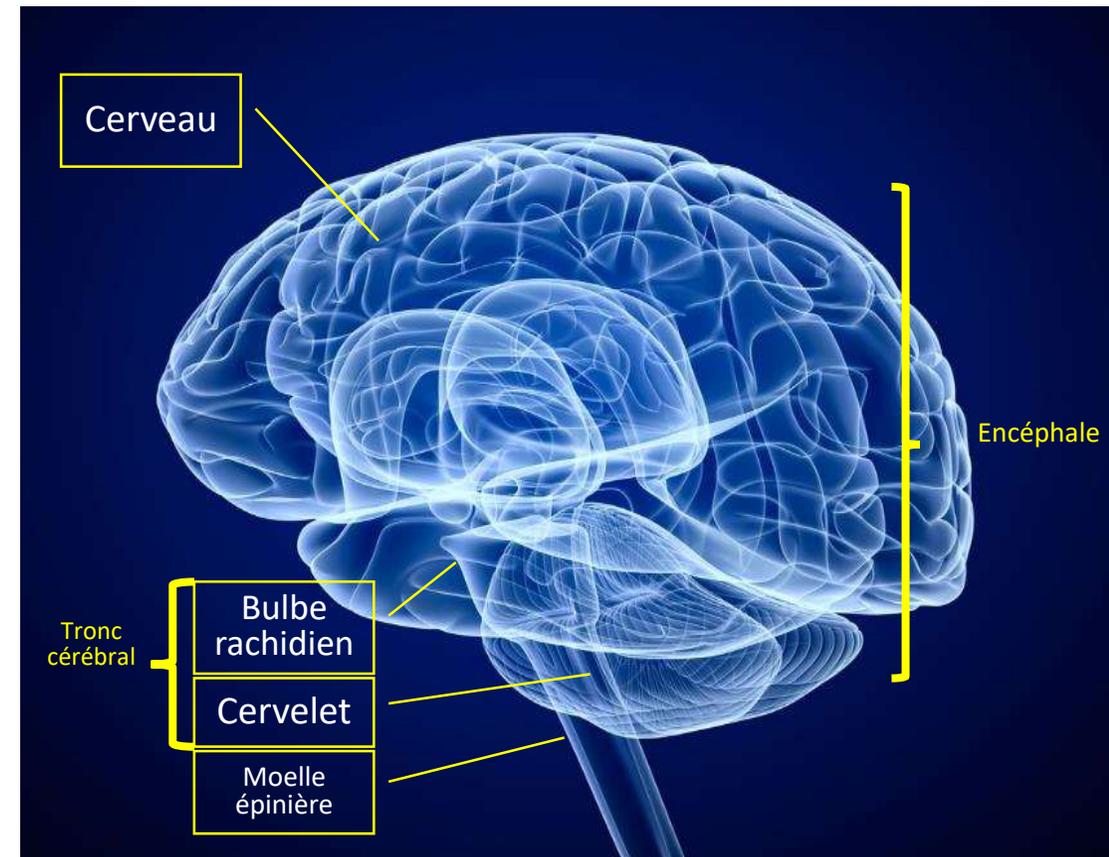
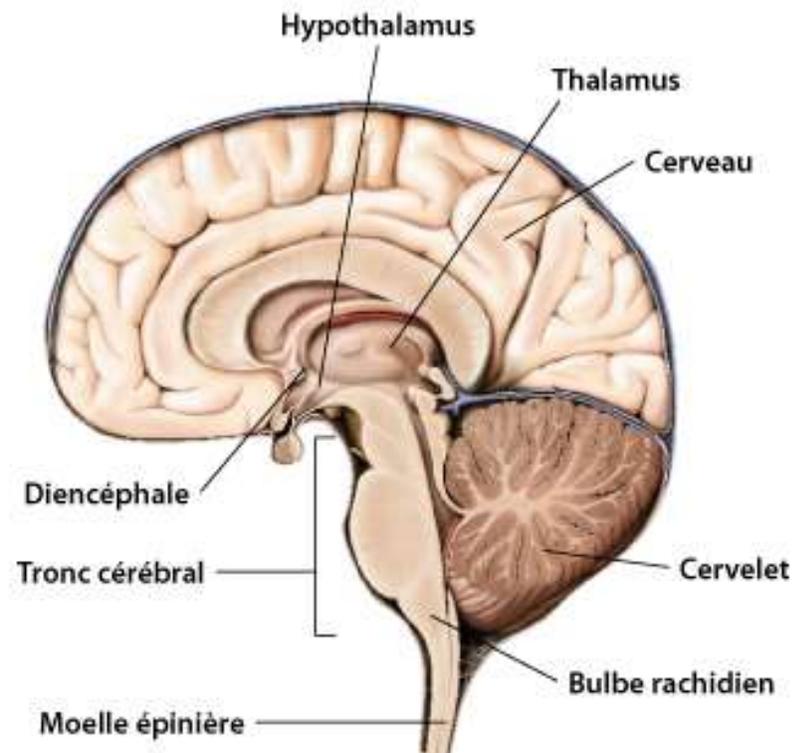
L'apnée

- Réflexe respiratoire
- L'hypoxie en Apnée
- L'hyper ventilation

Comprendre le système nerveux

système nerveux central (SNC)

- Le cerveau
- Le tronc cérébral
- La moelle épinière



Sommaire

Comprendre le système nerveux

- les neurones
- fonctionnement du système nerveux
 - système nerveux central
 - système nerveux périphérique
 - système nerveux autonome

Système hormonal

Les réflexes et automatismes

Les effets des gaz

- Rappels de physique
- Narcose: cause, effet, rôle du GP
- Hypèroxie: cause, effet rôle du GP
- Hypoxie: cause, effet, rôle du GP

L'apnée

- Réflexe respiratoire
- L'hypoxie en Apnée
- L'hyper ventilation

Comprendre le système nerveux

système nerveux central (SNC)

Le cerveau:

C'est le centre de commande

Contrôle la plupart de nos acte volontaires

Centre de traitement des informations

Siège des opérations de la pensée

- 2% de la masse corporelle mais gros besoins:
 - 18% de l'O₂ total capté par les poumons
 - 15% du flux sanguin (très vascularisé)
- Produit beaucoup de chaleur évacuée par le cuir chevelu

Un acte volontaire est **lent** et énergétiquement coûteux.

Sommaire

Comprendre le système nerveux

- les neurones
- fonctionnement du système nerveux
 - système nerveux central
 - système nerveux périphérique
 - système nerveux autonome

Système hormonal

Les réflexes et automatismes

Les effets des gaz

- Rappels de physique
- Narcose: cause, effet, rôle du GP
- Hypèroxie: cause, effet rôle du GP
- Hypoxie: cause, effet, rôle du GP

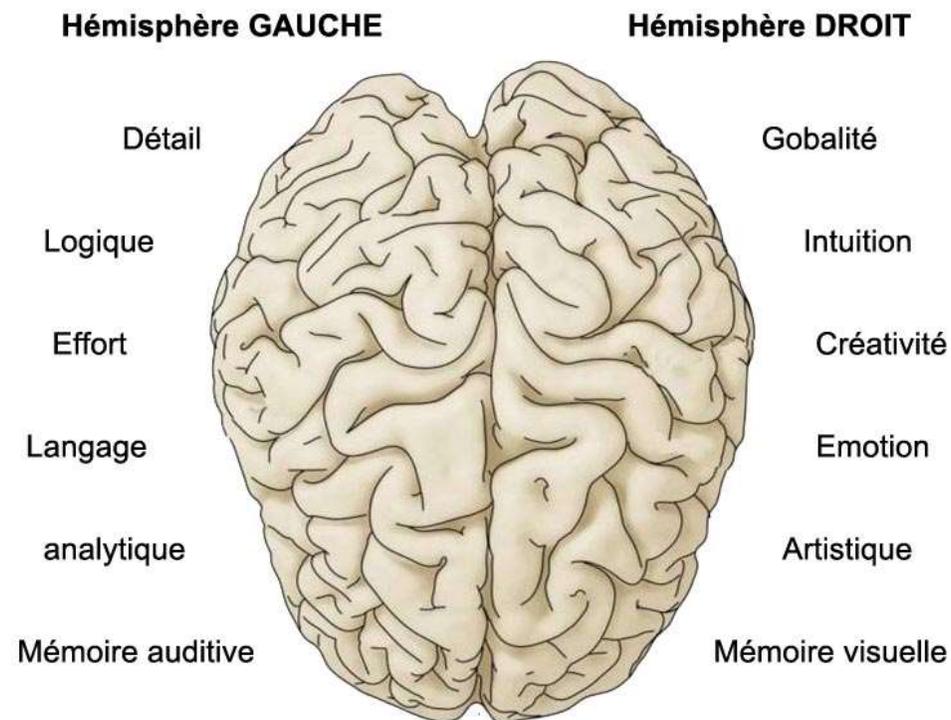
L'apnée

- Réflexe respiratoire
- L'hypoxie en Apnée
- L'hyper ventilation

Comprendre le système nerveux système nerveux central (SNC)

Le cerveau:

- 2 hémisphères : commande la partie du corps opposé Siège de la conscience et mémoire



Sommaire

Comprendre le système nerveux

- les neurones
- fonctionnement du système nerveux
 - système nerveux central
 - système nerveux périphérique
 - système nerveux autonome

Système hormonal

Les réflexes et automatismes

Les effets des gaz

- Rappels de physique
- Narcose: cause, effet, rôle du GP
- Hypèroxie: cause, effet rôle du GP
- Hypoxie: cause, effet, rôle du GP

L'apnée

- Réflexe respiratoire
- L'hypoxie en Apnée
- L'hyper ventilation

Comprendre le système nerveux système nerveux central (SNC)

- Le cerveau

Le tronc cérébral

Il contient plusieurs organes

- Le cervelet : Contrôle moteur, Équilibre, Langage, Attention, automatisme **apprentissage**

Un acte automatique est *rapide* et énergétiquement économique.

- le bulbe rachidien: Rythme cardiaque, Respiration, pression artérielle

-Il relaie les ordres en provenance du cerveau et les informations collectées

- zone de liaisons moelle épinière, cerveau et cervelet

-Centre d'où émerge les nerfs crâniens

Sommaire

Comprendre le système nerveux

- les neurones
- fonctionnement du système nerveux
 - système nerveux central
 - système nerveux périphérique
 - système nerveux autonome

Système hormonal

Les réflexes et automatismes

Les effets des gaz

- Rappels de physique
- Narcose: cause, effet, rôle du GP
- Hypèroxie: cause, effet rôle du GP
- Hypoxie: cause, effet, rôle du GP

L'apnée

- Réflexe respiratoire
- L'hypoxie en Apnée
- L'hyper ventilation

Comprendre le système nerveux système nerveux central(SNC)

- Le cerveau
- Le tronc cérébral

La moelle épinière

Elle fait suite au bulbe rachidien

C'est le Lien entre les nerfs et l'encéphale

- Cerveau \Leftrightarrow reste du corps
 - Cerveau \Rightarrow vers les muscles
 - Capteurs sensoriels \Rightarrow cerveau

Centre de commande des mouvements **réflexes**

Logée dans la colonne vertébrale

Sommaire

Comprendre le système nerveux

- les neurones
- fonctionnement du système nerveux
 - système nerveux central
 - système nerveux périphérique
 - système nerveux autonome

Système hormonal

Les réflexes et automatismes

Les effets des gaz

- Rappels de physique
- Narcose: cause, effet, rôle du GP
- Hypéroxye: cause, effet rôle du GP
- Hypoxie: cause, effet, rôle du GP

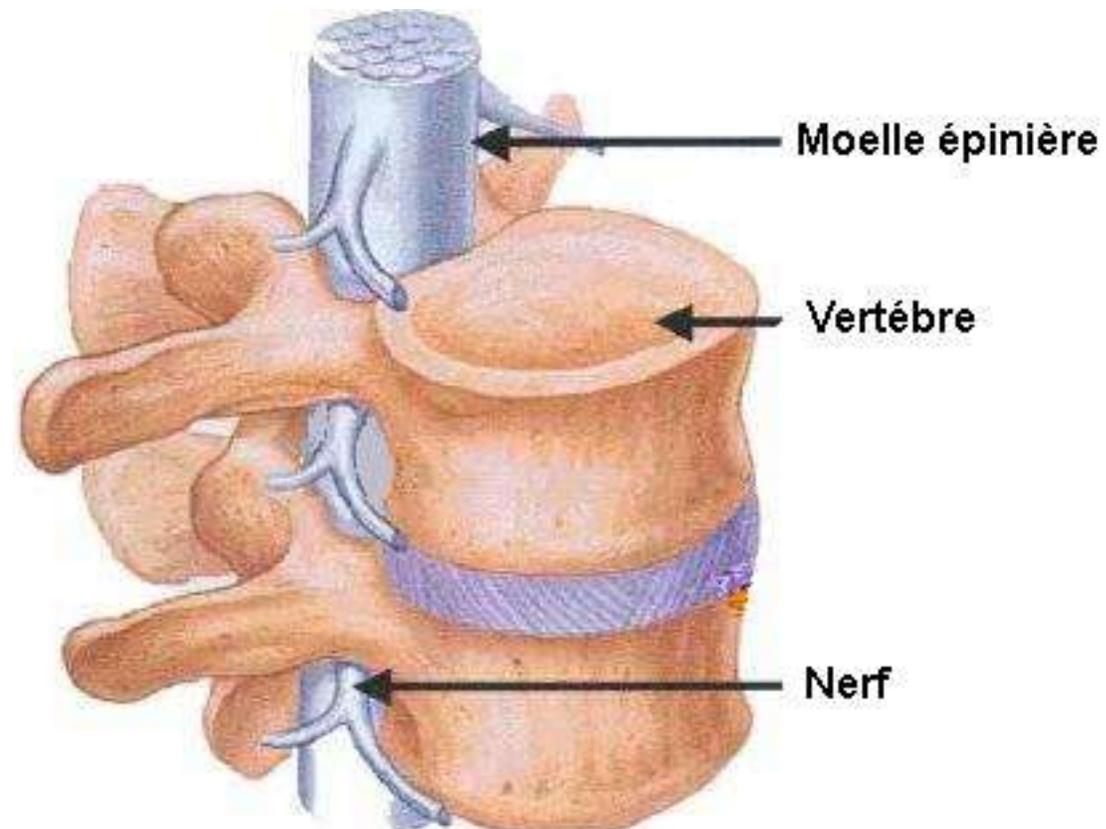
L'apnée

- Réflexe respiratoire
- L'hypoxie en Apnée
- L'hyper ventilation

Comprendre le système nerveux système nerveux central(SNC)

- Le cerveau
- Le tronc cérébral

La moelle épinière



Sommaire

Comprendre le système nerveux

- les neurones
- fonctionnement du système nerveux
 - système nerveux central
 - système nerveux périphérique
 - système nerveux autonome

Système hormonal

Les réflexes et automatismes

Les effets des gaz

- Rappels de physique
- Narcose: cause, effet, rôle du GP
- Hypèroxie: cause, effet rôle du GP
- Hypoxie: cause, effet, rôle du GP

L'apnée

- Réflexe respiratoire
- L'hypoxie en Apnée
- L'hyper ventilation

Comprendre le système nerveux système nerveux périphérique (SNP)

Il est composé de

- 12 paires de nerfs crâniens
- 31 paires de nerfs rachidiens

- les **nerfs sensitifs** → retour d'informations (peau, muscles, articulations...) vers le SNC : permettent les sensations de température, douleur, tact, position du corps et renseignent sur l'état du milieu intérieur... →
- les **nerfs moteurs** → transmissions d'information du SNC vers les **organes effecteurs** ou muscles. permettent les mouvements volontaires ou involontaires

Sommaire

Comprendre le système nerveux

- les neurones
- fonctionnement du système nerveux
 - système nerveux central
 - système nerveux périphérique
 - système nerveux autonome

Système hormonal

Les réflexes et automatismes

Les effets des gaz

- Rappels de physique
- Narcose: cause, effet, rôle du GP
- Hypéroxye: cause, effet rôle du GP
- Hypoxie: cause, effet, rôle du GP

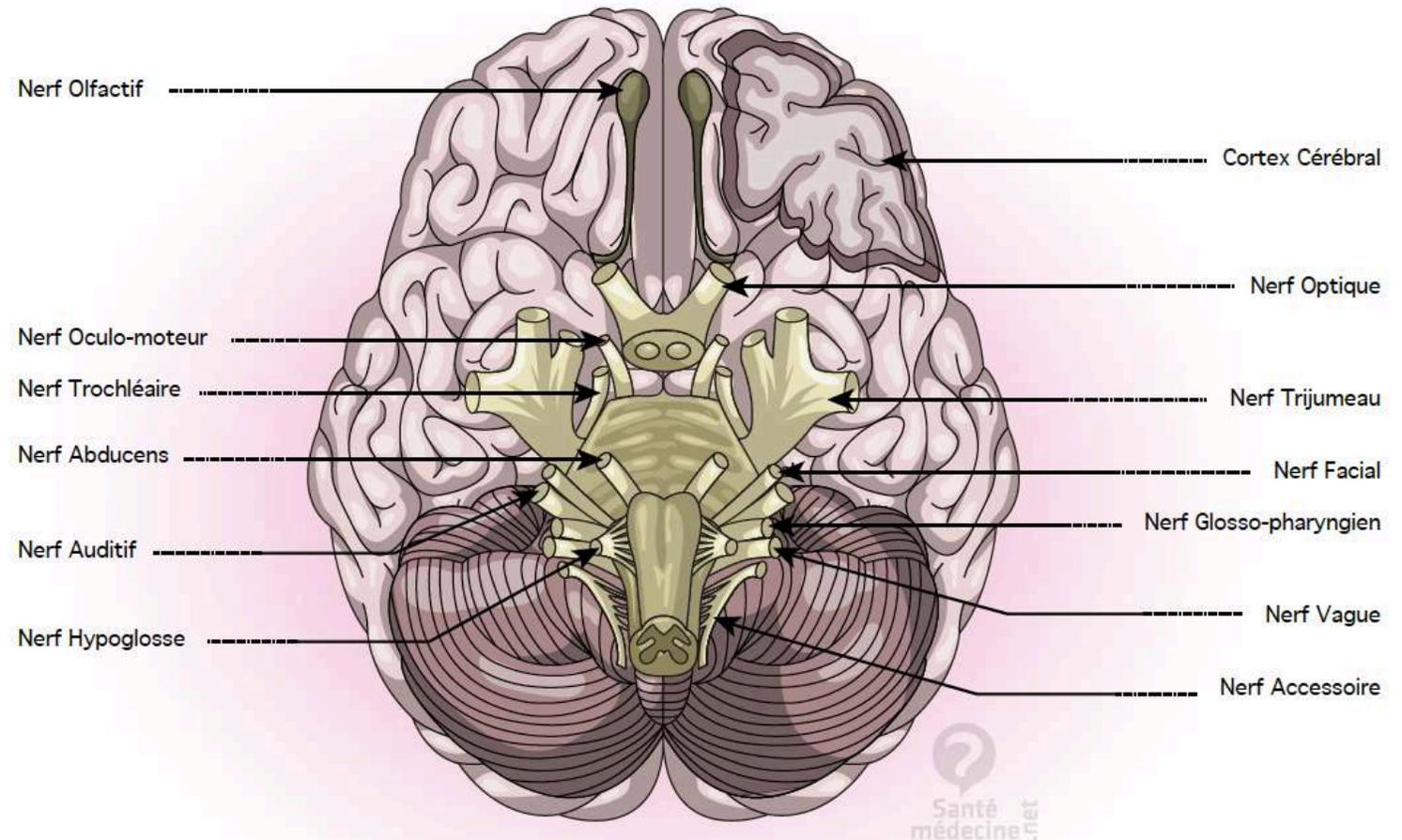
L'apnée

- Réflexe respiratoire
- L'hypoxie en Apnée
- L'hyper ventilation

Comprendre le système nerveux système nerveux périphérique (SNP)

Nerfs crâniens

12 paires du tronc cérébral vers le cerveau + nerf optique



Sommaire

Comprendre le système nerveux

- les neurones
- fonctionnement du système nerveux
 - système nerveux central
 - système nerveux périphérique
 - système nerveux autonome

Système hormonal

Les réflexes et automatismes

Les effets des gaz

- Rappels de physique
- Narcose: cause, effet, rôle du GP
- Hypéroxye: cause, effet rôle du GP
- Hypoxye: cause, effet, rôle du GP

L'apnée

- Réflexe respiratoire
- L'hypoxie en Apnée
- L'hyper ventilation

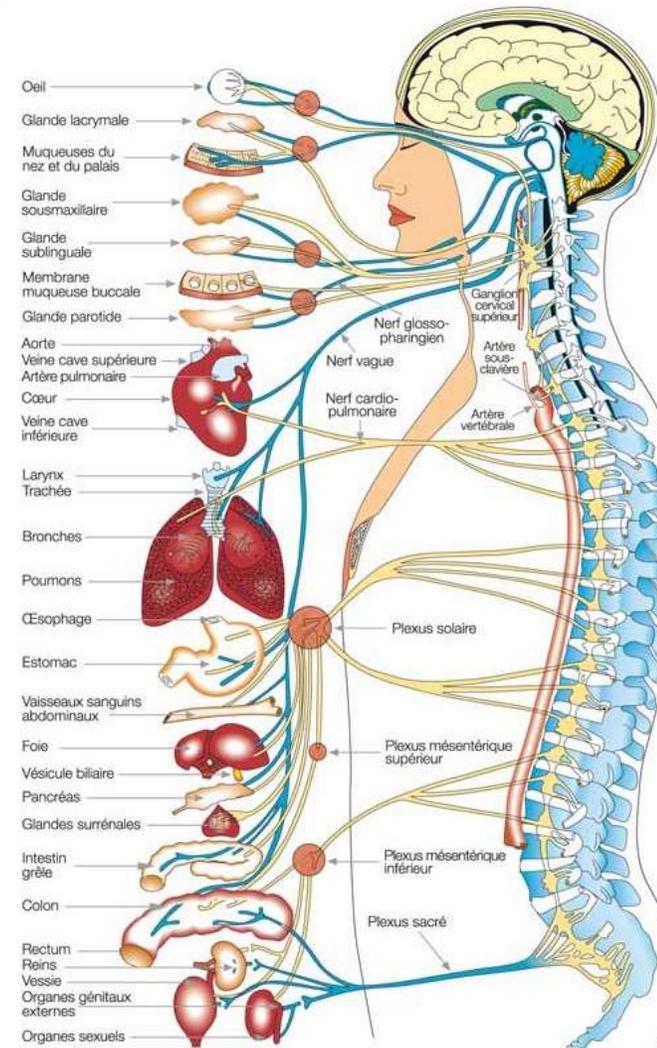
Comprendre le système nerveux

système nerveux périphérique (SNP)

Nerfs rachidiens

31 paires partent de la moelle épinière → l'ensemble du corps

8 paires de nerfs cervicaux,
12 paires de nerfs thoraciques,
5 paires de nerfs lombaires,
5 paires de nerfs sacrés
1 paire de nerfs coccygiens.



VERTEBRES	ZONES ET PARTIES DU CORPS	SYMPTOMES POSSIBLES
CERVICALES		
C 1	• Nuque	Maux de tête (migraine, douleur du nuque, derrière les yeux, au niveau des tempes, tension frontale, douleur pulsatile dans la partie supérieure ou postérieure de la tête)
C 2	• Tête	
C 3	• Face avant et latérale du cou	
C 4	• Partie haute du cou	
C 5	• Partie médiane du cou, épaules et bras	Muscles de la mâchoire ou douleurs d'articulations
C 6	• Partie basse du cou, bras et coudes	Nausées, vertiges, nervosité
C 7	• Partie basse des bras et des épaules	Douleur ou irritation de la gorge et tension dans la nuque
DORSALES		
D 1	• Mains, poignets, doigts et thyroïde	Douleur et difficulté de mouvement dans les épaules
D 2	• Cœur, valves coronaires et artères	Bursites et tendinites
D 3	• Poumons, bronches, plèvre et poitrine	Douleurs et gênes dans les bras, mains, coudes et doigts
D 4	• Vésicule biliaire, cholédoque	
D 5	• Foie, plexus solaire	Douleurs thoraciques, asthme, difficultés respiratoires
D 6	• Estomac et partie médiane du tronc, diaphragme	Douleur et gêne thoracique
D 7	• Pancréas, duodénum	Nombreux symptômes dus au mauvais fonctionnement de:
D 8	• Rate, partie basse du tronc	- Thyroïde
D 9	• Glandes surrénales	- Cœur
D 10	• Reins	- Poumons
D 11	• Utrères	- Vésicule biliaire
D 12	• Intestin grêle, circulation lymphatique	- Foie
		- Estomac
		- Rate
		- Pancréas
		- Rate
		- Surrénales
		- Reins
		- Intestin grêle et colon
		- Organes sexuels
		- Utrère
		- Vessie
		- Prostate
LOMBAIRES		
L 1	• Valve iléo-caecale, colon	
L 2	• Abdomen, appendice	
L 3	• Organes sexuels, utérus, vessie, genoux	Douleur et gêne lombaire
L 4	• Prostate, sciatique	Marche difficile
L 5	• Sciatique, mollets, pieds, chevilles	Douleurs aux pieds, genoux, chevilles
SACRUM		
	• Hanches, fessier	Sciatique, douleur de hanches et des fessiers
COCCYX		
	• Rectum, anus	Problèmes rectaux

Sommaire

Comprendre le système nerveux

- les neurones
- fonctionnement du système nerveux
 - système nerveux central
 - système nerveux périphérique
 - **système nerveux autonome**

Système hormonal

Les réflexes et automatismes

Les effets des gaz

- Rappels de physique
- Narcose: cause, effet, rôle du GP
- Hypèroxie: cause, effet rôle du GP
- Hypoxie: cause, effet, rôle du GP

L'apnée

- Réflexe respiratoire
- L'hypoxie en Apnée
- L'hyper ventilation

Comprendre le système nerveux système nerveux autonome(SNA)

Le SNA appelé aussi **végétatif**

centres et nerfs permettant d'agir de façon inconsciente à la régulation des fonctions

- vitales : (Respiration, Circulation)
- Nutritionnelles : (digestion)
- De survie (attaque fuite)

- Centres : tronc cérébral, hypothalamus, moelle épinière
- Réseaux nerveux :

Il est composé du *SN* sympathique et du *SN* parasymphathique

Sommaire

Comprendre le système nerveux

- les neurones
- fonctionnement du système nerveux
 - système nerveux central
 - système nerveux périphérique
 - **système nerveux autonome**

Système hormonal

Les réflexes et automatismes

Les effets des gaz

- Rappels de physique
- Narcose: cause, effet, rôle du GP
- Hypèroxie: cause, effet rôle du GP
- Hypoxie: cause, effet, rôle du GP

L'apnée

- Réflexe respiratoire
- L'hypoxie en Apnée
- L'hyper ventilation

Comprendre le système nerveux système nerveux autonome (SNA)

Système nerveux sympathique:

S'active en situation d'urgence prépare l'organisme à affronter un danger, un effort.

- Augmentation de la fréquence cardiaque

Par vasoconstriction périphérique

- Augmentation de la pression artérielle

Sommaire

Comprendre le système nerveux

- les neurones
- fonctionnement du système nerveux
 - système nerveux central
 - système nerveux périphérique
 - **système nerveux autonome**

Système hormonal

Les réflexes et automatismes

Les effets des gaz

- Rappels de physique
- Narcose: cause, effet, rôle du GP
- Hypéroxye: cause, effet rôle du GP
- Hypoxie: cause, effet, rôle du GP

L'apnée

- Réflexe respiratoire
- L'hypoxie en Apnée
- L'hyper ventilation

Comprendre le système nerveux système nerveux autonome (SNA)

Système parasympathique

rôle: ralentir l'activité pour conserver l'énergie.

- Abaisse le rythme cardiaque
- Abaisse la tension artérielle par vasodilatation
- Facilite la digestion

Les deux systèmes s'opposent pour réguler (tantôt accélérer, tantôt freiner) en particulier la fréquence cardiaque, la

Sommaire

Comprendre le système nerveux

- les neurones
- fonctionnement du système nerveux
 - système nerveux central
 - système nerveux périphérique
 - système nerveux autonome

Système hormonal

Les réflexes et automatismes

Les effets des gaz

- Rappels de physique
- Narcose: cause, effet, rôle du GP
- Hypéroxye: cause, effet rôle du GP
- Hypoxie: cause, effet, rôle du GP

L'apnée

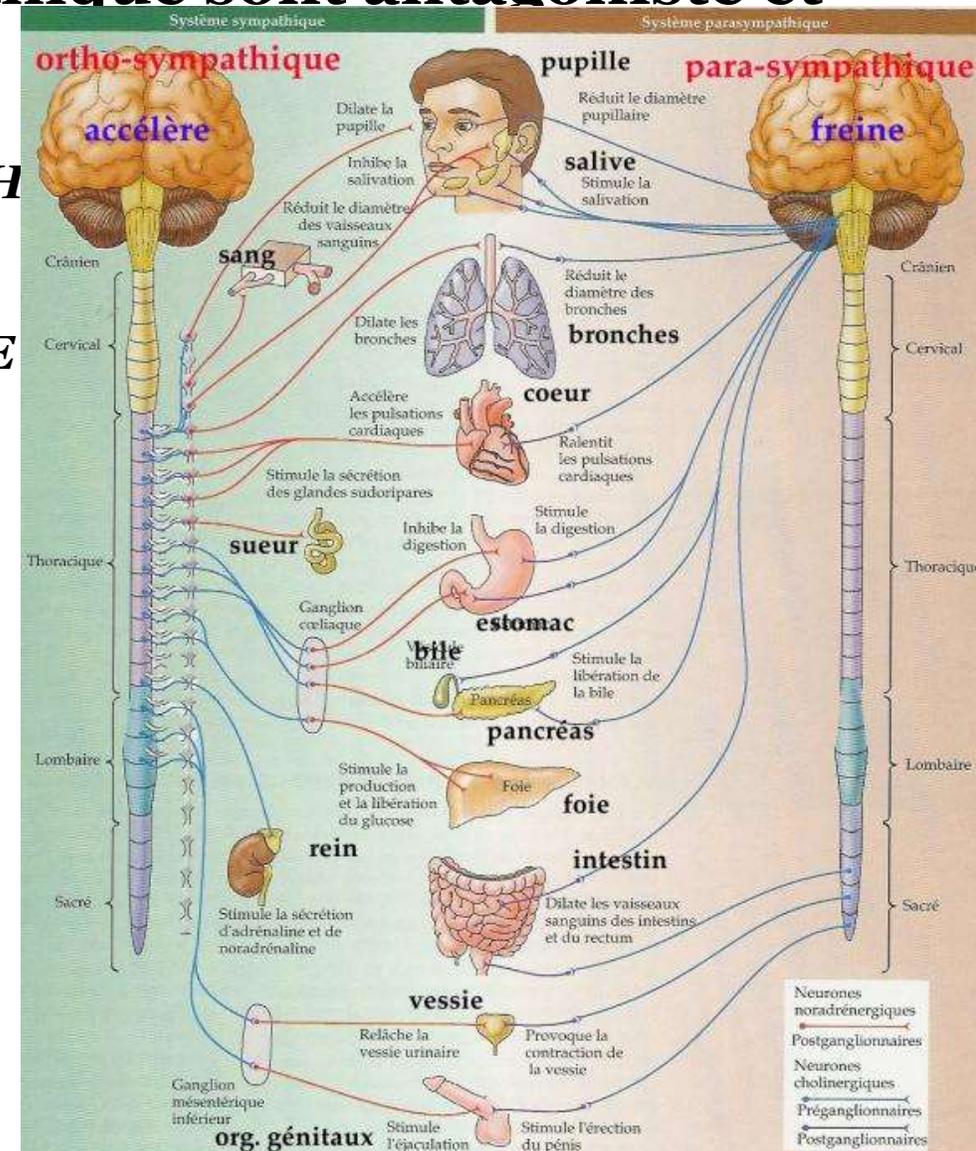
- Réflexe respiratoire
- L'hypoxie en Apnée
- L'hyper ventilation

Comprendre le système nerveux autonome (SNA)

Sympathique et parasympathique sont antagoniste et s'équilibre

SYSTÈME NERVEUX PARASYMPATHIQUE (CRANIO-SACRAL)

SYSTÈME NERVEUX SYMPATHIQUE (THORACO-LOMBAL)



Sommaire

Comprendre le système nerveux

- les neurones
- fonctionnement du système nerveux
 - système nerveux central
 - système nerveux périphérique
 - système nerveux autonome

Système hormonal

Les réflexes et automatismes

Les effets des gaz

- Rappels de physique
- Narcose: cause, effet, rôle du GP
- Hypéroxye: cause, effet rôle du GP
- Hypoxye: cause, effet, rôle du GP

L'apnée

- Réflexe respiratoire
- L'hypoxie en Apnée
- L'hyper ventilation

Le système hormonal

Au côté du système nerveux la régulation des fonctions de l'organisme est également assurée par un autre système, complémentaire : le système hormonal.

Les hormones sont secrétées par des glandes de l'organisme (tyroïde, surrénale...Etc.) en présence d'effort, de stress, de froid.

Les hormones ont pour effet de modifier la composition chimique du sang. La détection de cette modification déclenche une adaptation (davantage durable dans le temps qu'une adaptation par le S.N.) de différents systèmes de vie, notamment la circulation

Régulation de du rythme cardiaque

Diurèse (le froid modifie les sécrétions d'hormones)

Sept glandes principales

Sommaire

Comprendre le système nerveux

- les neurones
- fonctionnement du système nerveux
 - système nerveux central
 - système nerveux périphérique
 - système nerveux autonome

Système hormonal

Les réflexes et automatismes

Les effets des gaz

- Rappels de physique
- Narcose: cause, effet, rôle du GP
- Hypéroxye: cause, effet rôle du GP
- Hypoxie: cause, effet, rôle du GP

L'apnée

- Réflexe respiratoire
- L'hypoxie en Apnée
- L'hyper ventilation

Le système hormonal

Les hormones

Sept glandes principales:

1 et 2 Épiphyse, hypophyse et hypothalamus

3 - Thyroïde

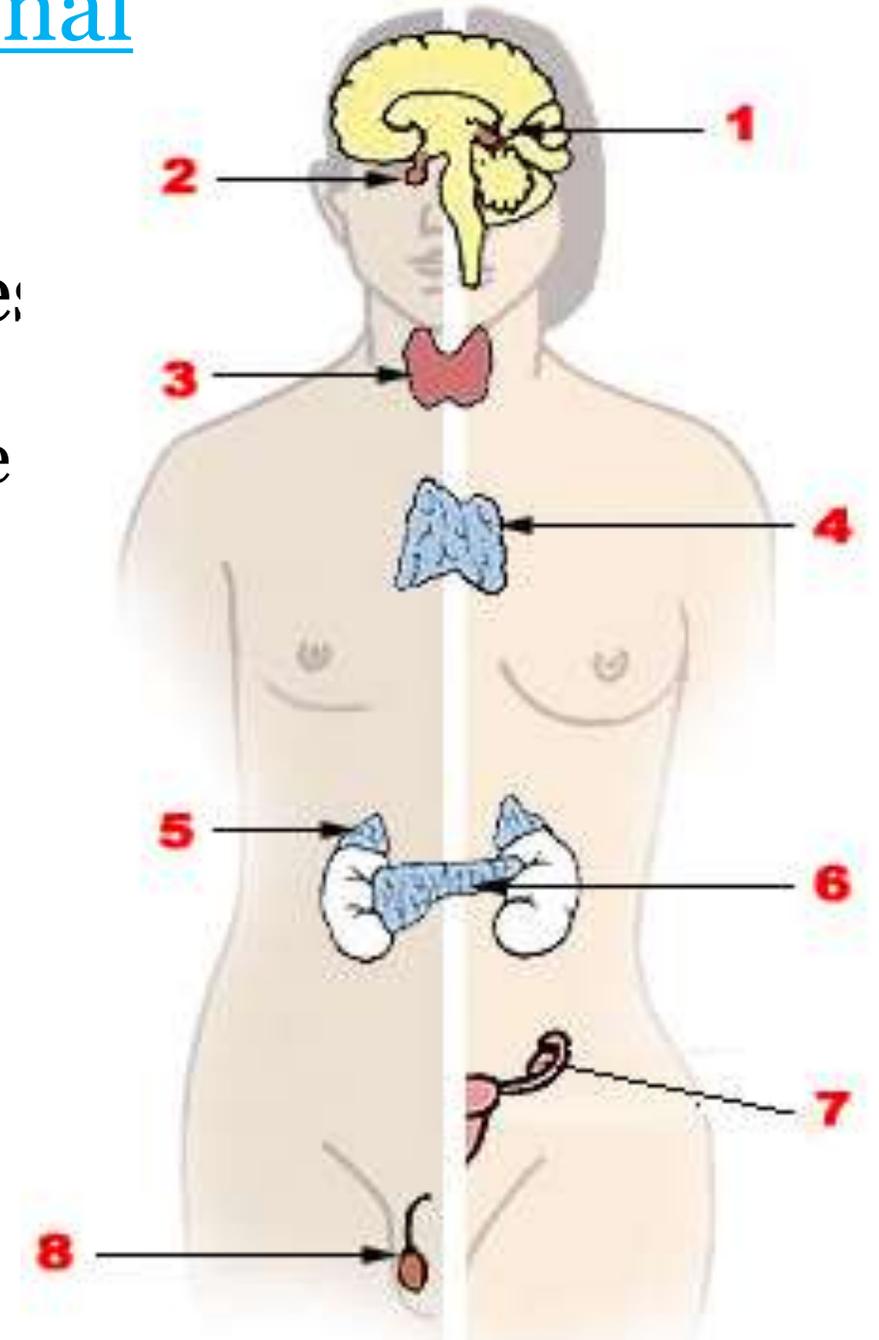
4 - Thymus

5 - Surrénales

6 - Pancréas endocrine

7 - Ovaires

8 - Testicules



Sommaire

Comprendre le système nerveux

- les neurones
- fonctionnement du système nerveux
 - système nerveux central
 - système nerveux périphérique
 - système nerveux autonome

Système hormonal

Les réflexes et automatismes

Les effets des gaz

- Rappels de physique
- Narcose: cause, effet, rôle du GP
- Hypèroxie: cause, effet rôle du GP
- Hypoxie: cause, effet, rôle du GP

L'apnée

- Réflexe respiratoire
- L'hypoxie en Apnée
- L'hyper ventilation

Les réflexes et automatismes

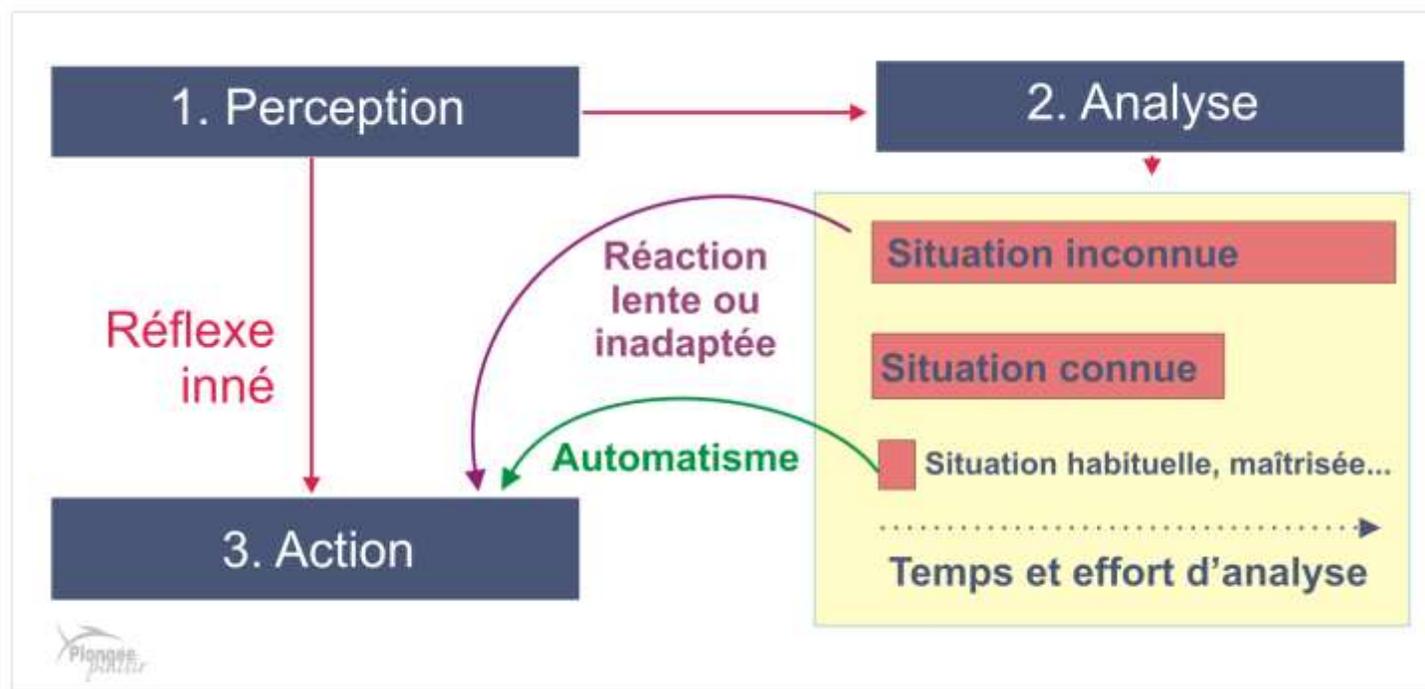
les mouvements de notre corps font appel à une chaîne de décision:

- 1- Perception (je remonte)
- 2- Analyse/réflexion (il faut purger le gilet)
- 3- Action (je purge).

La phase d'analyse est plus longue et inadapté que la situation est nouvelle et complexe.

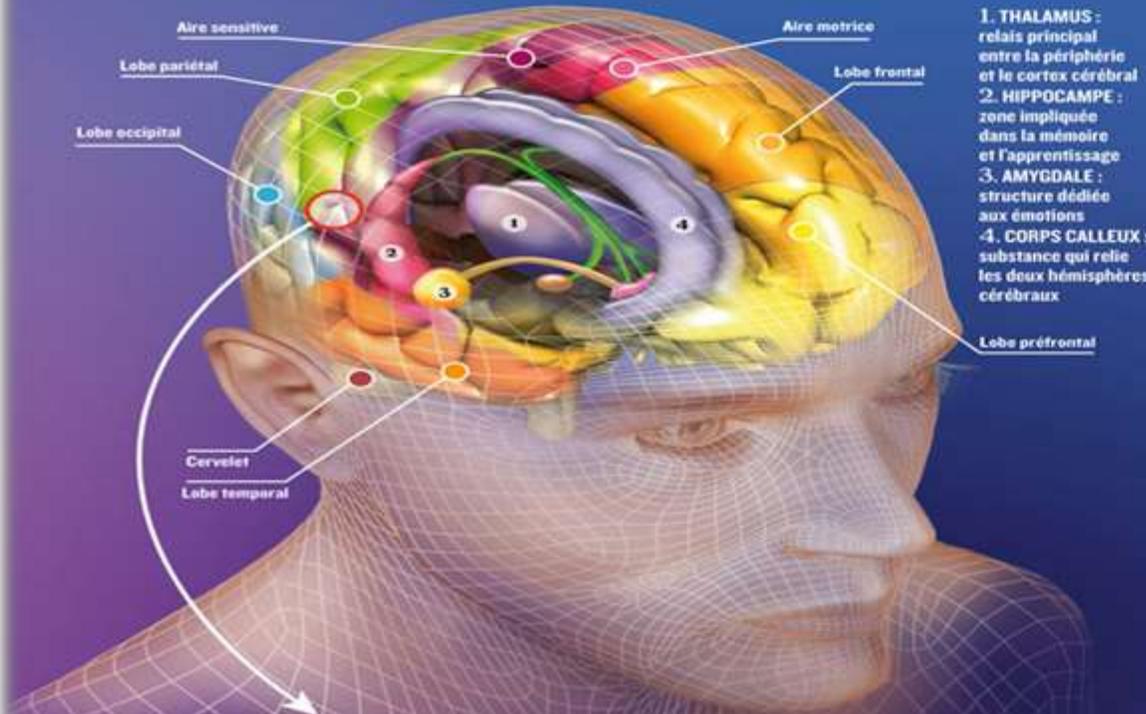
Les réflexes sont des actions qui échappent à la volonté

Les automatismes: réaction rapide et adaptée à force de répétitions



Influence de la plongée sur le système nerveux

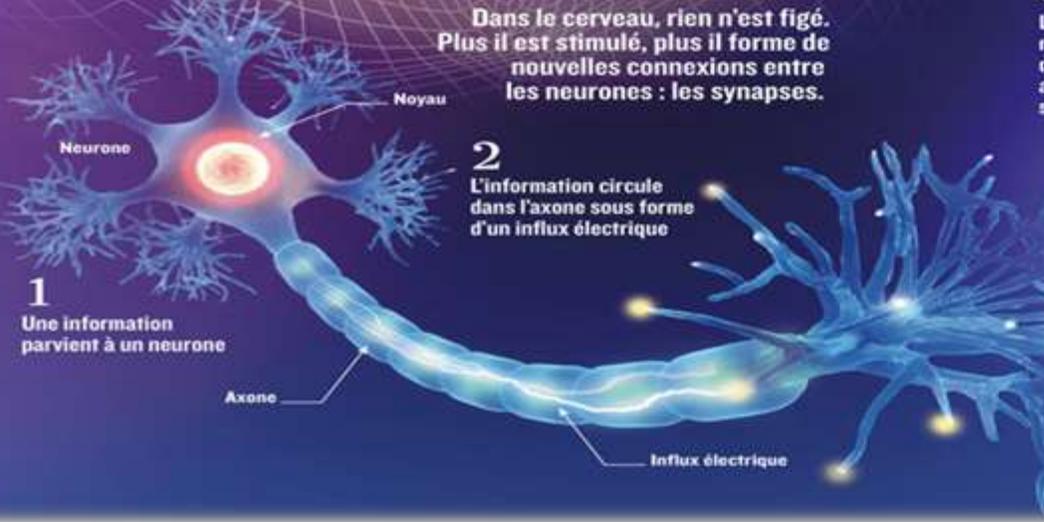
2 ème partie



- 1. THALAMUS : relais principal entre la périphérie et le cortex cérébral
- 2. HIPPOCAMPE : zone impliquée dans la mémoire et l'apprentissage
- 3. AMYGDALÉ : structure dédiée aux émotions
- 4. CORPS CALLEUX : substance qui relie les deux hémisphères cérébraux

COMMENT LE CERVEAU SE RENFORCE

Dans le cerveau, rien n'est figé. Plus il est stimulé, plus il forme de nouvelles connexions entre les neurones : les synapses.



1 Une information parvient à un neurone

2 L'information circule dans l'axone sous forme d'un influx électrique

3 L'information est reçue par la dendrite du neurone suivant au niveau des synapses



Ce qui se passe dans la synapse

Parvenu au bout de la synapse, l'influx libère des molécules chimiques (neurotransmetteurs) qui transfèrent l'information en se fixant sur la dendrite du neurone suivant. Cette activité renforce les connexions existantes ou en crée de nouvelles.

Sommaire

Comprendre le système nerveux

- les neurones
- fonctionnement du système nerveux
 - système nerveux central
 - système nerveux périphérique
 - système nerveux autonome

Système hormonal

Les réflexes et automatismes

Les effets des gaz

- **Rappels de physique**
- Narcose: cause, effet, rôle du GP
- Hypéroxye: cause, effet rôle du GP
- Hypoxie: cause, effet, rôle du GP

L'apnée

- Réflexe respiratoire
- L'hypoxie en Apnée
- L'hyper ventilation

Les effets des gaz

Rappels de physique

Pressions Partielles (Pp)

Loi de DALTON

La pression totale (ou absolue) d'un mélange gazeux se répartit en proportion de chacun des gaz qui le compose

La pression exercée par chacun de ces gaz au sein du mélange gazeux s'appelle la Pression Partielle (Pp) .

Elle se calcule en multipliant la pression absolue par le % du g

$$P_{pgaz} = P_{abs} \times \%gaz$$

En surface

$$P_{pO_2} = 1 \times 0.21 = 0.21 \text{ bar}$$

$$P_{pN_2} = 1 \times 0.79 = 0.79 \text{ bar}$$

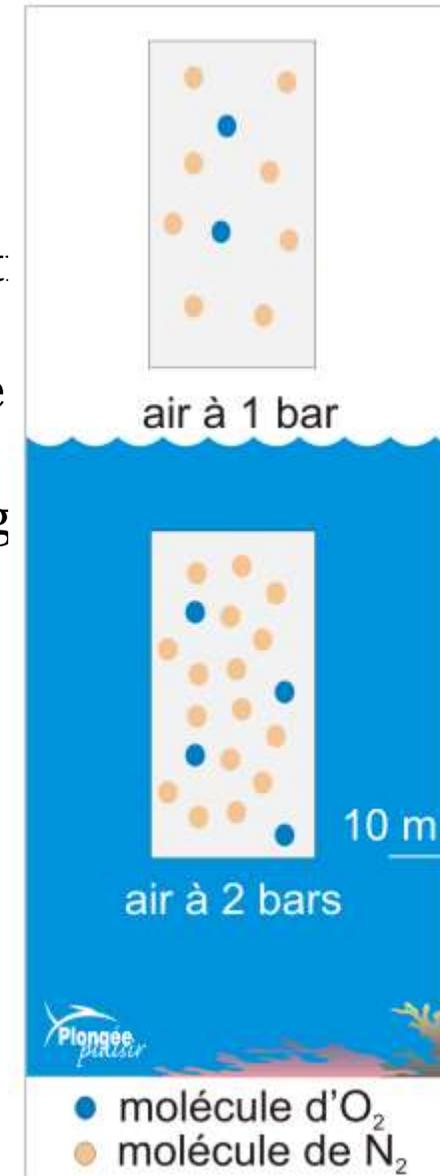
$$0.21 + 0.79 = 1 \text{ bar.}$$

A 10 mètres:

$$P_{pO_2} = 2 \times 0.21 = 0.42 \text{ bar}$$

$$P_{pN_2} = 2 \times 0.79 = 1.58 \text{ bar}$$

$$0.42 + 1.58 = 2 \text{ bar.}$$



Sommaire

Comprendre le système nerveux

- les neurones
- fonctionnement du système nerveux
 - système nerveux central
 - système nerveux périphérique
 - système nerveux autonome

Système hormonal

Les réflexes et automatismes

Les effets des gaz

- Rappels de physique
- **Narcose: cause, effet, rôle du GP**
- Hypèroxie: cause, effet rôle du GP
- Hypoxie: cause, effet, rôle du GP

L'apnée

- Réflexe respiratoire
- L'hypoxie en Apnée
- L'hyper ventilation

Les effets des gaz

La Narcose

Pour info le seuil est fixé à une $P_{pN_2} = 5,6 \text{ b}$ maximum.

→ $5,6 \text{ b} = 60 \text{ m}$ prof

la Narcose peu apparaître dès 30 mètres pour les + sensibles

- **Cause**

Sur le neurone, la myéline sert à propager le signal électrique plus rapidement

l'azote se **dissoudraient** dans les graisses (myéline)des neurones provoquant des perturbations de transmission

Le CO_2 joue lui aussi un rôle dans l'apparition de la Narcose (il faut éviter l'essoufflement)

ainsi que les situations de stress

Sommaire

Comprendre le système nerveux

- les neurones
- fonctionnement du système nerveux
 - système nerveux central
 - système nerveux périphérique
 - système nerveux autonome

Système hormonal

Les réflexes et automatismes

Les effets des gaz

- Rappels de physique
- Narcose: cause, effet, rôle du GP
- Hypèroxie: cause, effet rôle du GP
- Hypoxie: cause, effet, rôle du GP

L'apnée

- Réflexe respiratoire
- L'hypoxie en Apnée
- L'hyper ventilation

Les effets des gaz

La Narcose

• **Effet**

Ralentissement des signaux dans le SNC
Baisse des capacités de raisonnement et de concentration

• **Symptômes**

Dialogue intérieur

Lenteur intellectuelle

Troubles de la perception

Altération mémoire immédiate

Consultations trop fréquentes des instruments

Perte des repères spatio-temporels

Sommaire

Comprendre le système nerveux

- les neurones
- fonctionnement du système nerveux
 - système nerveux central
 - système nerveux périphérique
 - système nerveux autonome

Système hormonal

Les réflexes et automatismes

Les effets des gaz

- Rappels de physique
- **Narcose: cause, effet, rôle du GP**
- Hypèroxie: cause, effet rôle du GP
- Hypoxie: cause, effet, rôle du GP

L'apnée

- Réflexe respiratoire
- L'hypoxie en Apnée
- L'hyper ventilation

Les effets des gaz

La Narcose

Attention: risques sur l'autonomie en air

- **Rôle de GP**

Si: Non-réponse ou une réponse inadaptée
Détachement de l'intérêt pour le groupe
Attitude incohérente
Non-respect des consignes

Alors: suspicions de narcose et
garantir la ventilation

On remonte (abaisser immédiatement la pression partielle d'Azote)

Ne pas redescendre

Stopper la plongée si nécessaire

Vérifier l'état de conscience sur le bateau

Sommaire

Comprendre le système nerveux

- les neurones
- fonctionnement du système nerveux
 - système nerveux central
 - système nerveux périphérique
 - système nerveux autonome

Système hormonal

Les réflexes et automatismes

Les effets des gaz

- Rappels de physique
- **Narcose: cause, effet, rôle du GP**
- Hypèroxye: cause, effet rôle du GP
- Hypoxie: cause, effet, rôle du GP

L'apnée

- Réflexe respiratoire
- L'hypoxie en Apnée
- L'hyper ventilation

Les effets des gaz

La Narcose

• **Rôle de GP**

Evitez les situations à risques (descente rapide dans le bleu, fatigue, effort, prise de certain médicament adapter son lestage)

Favorisez des conditions de descente confortables: descente lente le long d'un repère visuel ou d'un tombant, plutôt qu'en pleine eau

Attitude de Guide (rassurante): positionnement à proximité des plongeurs, une attitude sécurisante (le stress est communicatif) et une technique maîtrisée , une communication avec les plongeurs, ...

Sommaire

Comprendre le système nerveux

- les neurones
- fonctionnement du système nerveux
 - système nerveux central
 - système nerveux périphérique
 - système nerveux autonome

Système hormonal

Les réflexes et automatismes

Les effets des gaz

- Rappels de physique
- Narcose: cause, effet, rôle du GP
- **Hypèroxie: cause, effet rôle du GP**
- Hypoxie: cause, effet, rôle du GP

L'apnée

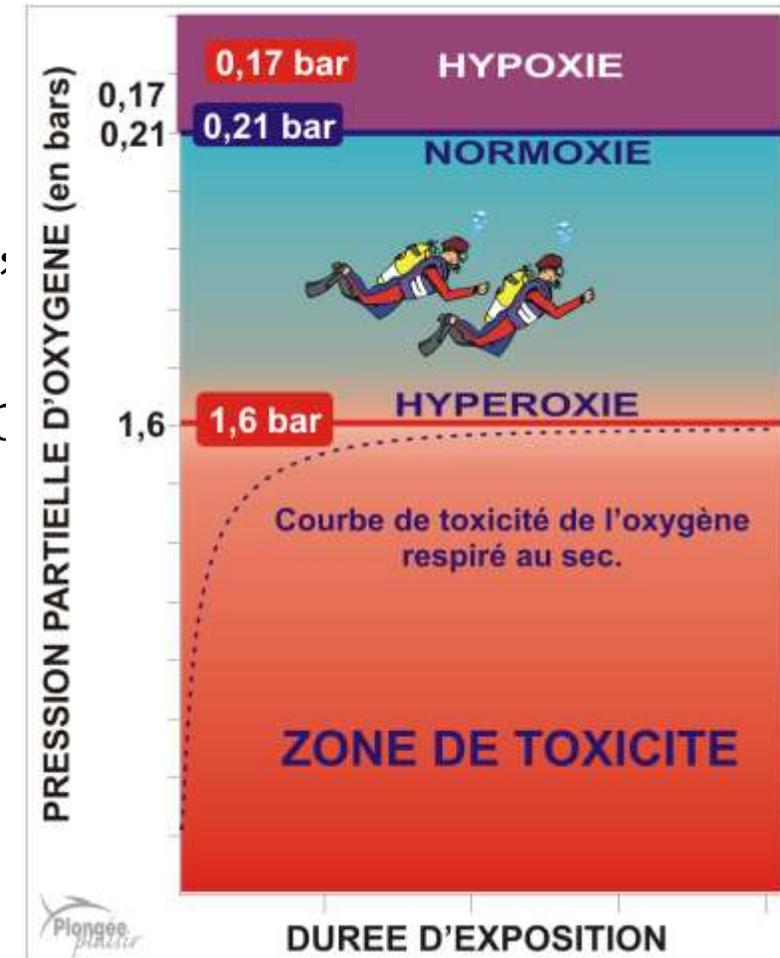
- Réflexe respiratoire
- L'hypoxie en Apnée
- L'hyper ventilation

Les effets des gaz

L'hyperoxie

Nous respirons un air composé de 21% d'oxygène à la pression atmosphérique (de 1 bar, au niveau de la mer). Ces conditions sont dites « normoxiques ».

Au delà les conditions sont dites « hyperoxiques ». $P_{pO_2} > 1$,
En deçà elles sont dites « hypoxiques ». $P_{pO_2} < 0,16$



Sommaire

Comprendre le système nerveux

- les neurones
- fonctionnement du système nerveux
 - système nerveux central
 - système nerveux périphérique
 - système nerveux autonome

Système hormonal

Les réflexes et automatismes

Les effets des gaz

- Rappels de physique
- Narcose: cause, effet, rôle du GP
- **Hypèroxie: cause, effet rôle du GP**
- Hypoxie: cause, effet, rôle du GP

L'apnée

- Réflexe respiratoire
- L'hypoxie en Apnée
- L'hyper ventilation

Les effets des gaz

L'hyperoxie

Cette neurotoxicité de l'O₂ est aussi appelée « effet de Paul Bert ».

Les risques d'hyperoxie:

Nitrox et palier à l'O₂.

En plongée à l'air ~~les~~ risques apparaissent au-delà de 66m.

$$P_{pO_2} = P_{abs} * \%gaz \quad 1,6 / 0,21 = 7,6 \text{ donc } 66m$$

prof

(prof limite à l'air = 60m)

- **Causes**

Sommaire

Comprendre le système nerveux

- les neurones
- fonctionnement du système nerveux
 - système nerveux central
 - système nerveux périphérique
 - système nerveux autonome

Système hormonal

Les réflexes et automatismes

Les effets des gaz

- Rappels de physique
- Narcose: cause, effet, rôle du GP
- **Hypèroxie: cause, effet rôle du GP**
- Hypoxie: cause, effet, rôle du GP

L'apnée

- Réflexe respiratoire
- L'hypoxie en Apnée
- L'hyper ventilation

Les effets des gaz

L'hyperoxie

• Effets

l'O₂ en excès stimule les centres nerveux et provoque **une crise de type épileptique.**

1- une phase d'alarme: crampes, diminution du champ visuel (effet tunnel), gêne ventilatoire, accélération du pouls modification de l'humeur, secousses musculaires involontaires, nausées.

phase rapidement réversible si diminution de la PpO₂

2- une phase d'apnée:

Tonique caractérisé par des contractions musculaires généralisées et incontrôlable (attention surpression pulmonaire)

3- phase convulsive: 2 à 3 minutes de contractions et décontractions musculaires **observables.**

4- phase post-convulsive: 10 à 15 minutes retour à la normale

Sommaire

Comprendre le système nerveux

- les neurones
- fonctionnement du système nerveux
 - système nerveux central
 - système nerveux périphérique
 - système nerveux autonome

Système hormonal

Les réflexes et automatismes

Les effets des gaz

- Rappels de physique
- Narcose: cause, effet, rôle du GP
- **Hypèroxie: cause, effet rôle du GP**
- Hypoxie: cause, effet, rôle du GP

L'apnée

- Réflexe respiratoire
- L'hypoxie en Apnée
- L'hyper ventilation

Les effets des gaz **L'hyperoxie**

- **Rôle du GP**
 - sensibilisation de la planquée.
 - s'assurer qu'il ne se noie pas et attendre des conditions favorables pour remonter.
 - 1- saisie et maintien de l'embout en bouche;
 - 2- rejoindre progressivement la surface en respectant les procédures de désaturation;
 - 3- sécher et le couvrir qu'il puisse s'endormir, évacuer vers équipe médicalisée.
- PREVENTION:**
- 1- contrôle du mélange NITROX;
 - 2- identifications des bouteilles;
 - 3- respecter la profondeur;
 - 4- palier à l'O₂ ne pas dépasser 6 mètres;

Sommaire

Comprendre le système nerveux

- les neurones
- fonctionnement du système nerveux
 - système nerveux central
 - système nerveux périphérique
 - système nerveux autonome

Système hormonal

Les réflexes et automatismes

Les effets des gaz

- Rappels de physique
- Narcose: cause, effet, rôle du GP
- **Hypèroxie: cause, effet rôle du GP**
- Hypoxie: cause, effet, rôle du GP

L'apnée

- Réflexe respiratoire
- L'hypoxie en Apnée
- L'hyper ventilation

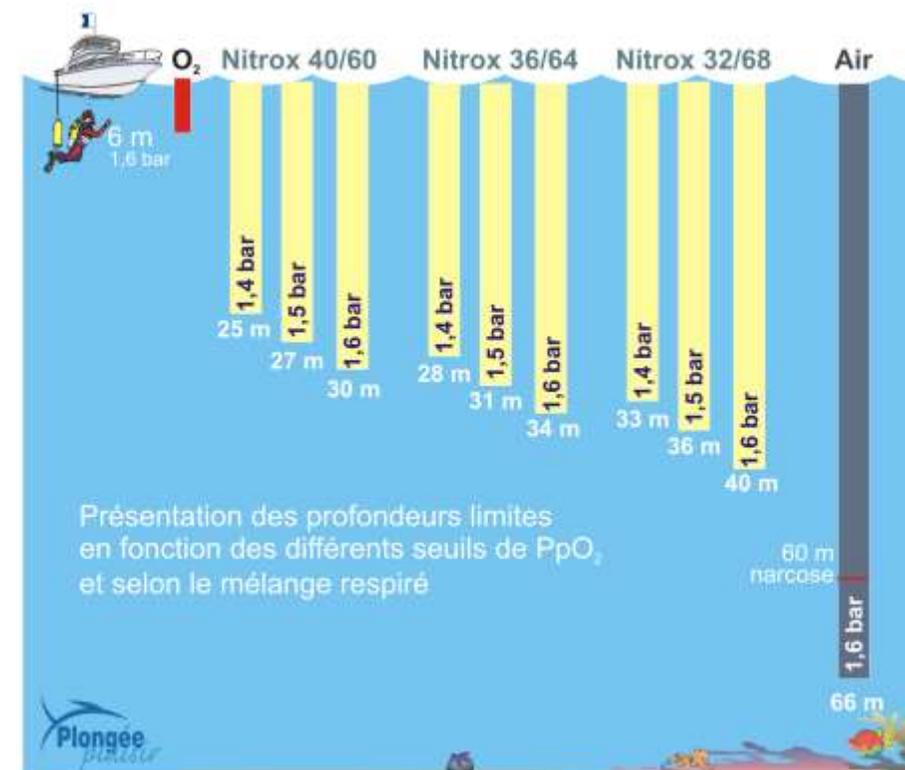
Les effets des gaz **L'hyperoxie**

- **Rôle du GP**

GP et NITROX:

Vous devez être capable de faire quelques calculs:

- Vérifier la profondeur plancher à ne pas dépasser;
- Déterminer le mélange NITROX à utiliser en fonction de la profondeur max;
- Calculer la profondeur Équivalente pour des plongées à l'air.



Sommaire

Comprendre le système nerveux

- les neurones
- fonctionnement du système nerveux
 - système nerveux central
 - système nerveux périphérique
 - système nerveux autonome

Système hormonal

Les réflexes et automatismes

Les effets des gaz

- Rappels de physique
- Narcose: cause, effet, rôle du GP
- Hypéroxye: cause, effet rôle du GP
- **Hypoxie: cause, effet, rôle du GP**

L'apnée

- Réflexe respiratoire
- L'hypoxie en Apnée
- L'hyper ventilation

Les effets des gaz

L'hypoxie

• Cause

Lorsque la quantité d'O₂ est trop faible, le corps met en place des solutions de régulation.

• Effet

Accélération de la ventilation, apnée et syncope afin de préserver les organes vitaux (cerveau, cœur).

La syncope arrive sans signe précurseur, brutale pouvant conduire à la mort.

Attention :

Avec recycleurs par défaut d'apport d'O₂.

En plongée TRIMIX. O₂ < 21%

Pratique de l'apnée

Sommaire

Comprendre le système nerveux

- les neurones
- fonctionnement du système nerveux
 - système nerveux central
 - système nerveux périphérique
 - système nerveux autonome

Système hormonal

Les réflexes et automatismes

Les effets des gaz

- Rappels de physique
- Narcose: cause, effet, rôle du GP
- Hypèroxie: cause, effet rôle du GP
- Hypoxie: cause, effet, rôle du GP

L'apnée

- Réflexe respiratoire
- L'hypoxie en Apnée
- L'hyper ventilation

L'Apnée

Le réflexe respiratoire:

-inspiration d'O₂

-L'O₂ est consommé et transformé en CO₂

-Le CO₂ et l'O₂

-L'excès de CO₂ est détecté par des récepteurs sanguins qui alertent le centre respiratoire du SNC

-Le SNC déclenche le signal d'inspirer.

Habituellement le réflexe inspiratoire est déclenché avant que l'O₂ atteigne la limite basse de la syncope hypoxique.

Sommaire

Comprendre le système nerveux

- les neurones
- fonctionnement du système nerveux
 - système nerveux central
 - système nerveux périphérique
 - système nerveux autonome

Système hormonal

Les réflexes et automatismes

Les effets des gaz

- Rappels de physique
- Narcose: cause, effet, rôle du GP
- Hypéroxye: cause, effet rôle du GP
- Hypoxie: cause, effet, rôle du GP

L'apnée

- Réflexe respiratoire
- L'hypoxie en Apnée
- L'hyper ventilation

L'Apnée

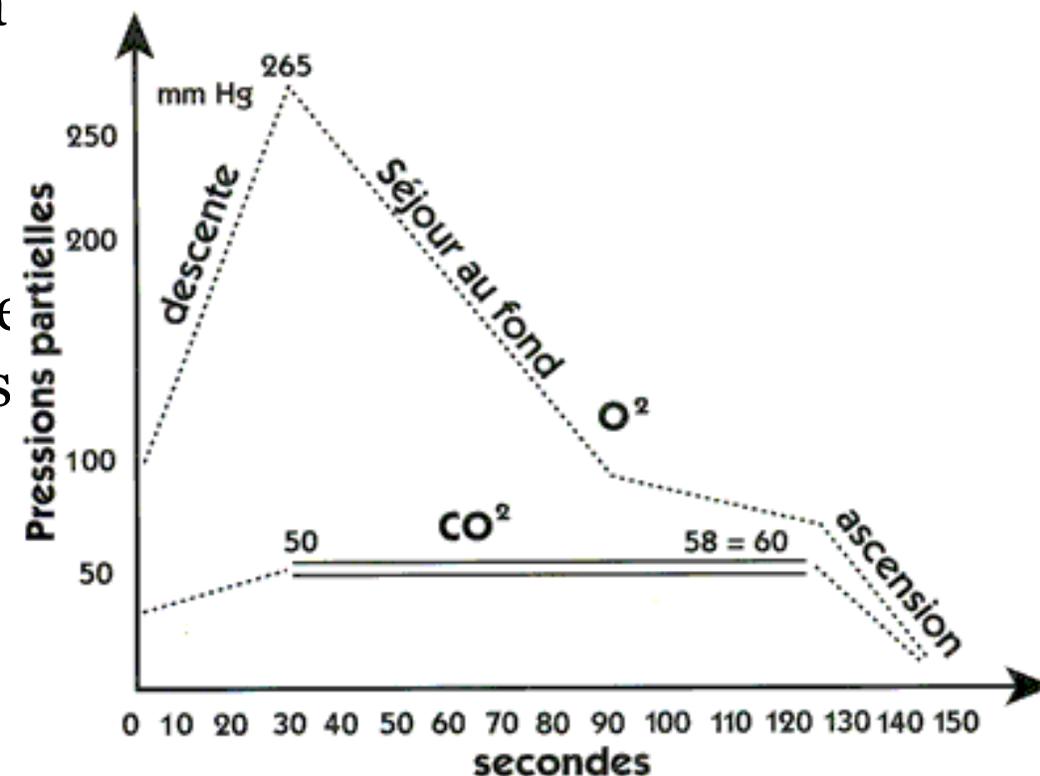
L'hypoxie en Apnée

L'Apnée en immersion:

- A la descente la P_{pO_2} car la pression augmente
- Au fond le CO_2 (effort) et l' O_2 (consommation)
- Lorsque le taux de CO_2 atteint SNC signal de remontée
- A la remontée la P_{pO_2} diminue brutalement et proportionnellement a la Pa

Si cette chute de P_{pO_2} dépasse
Le seuil bas de tolérance alors

syncope



Sommaire

Comprendre le système nerveux

- les neurones
- fonctionnement du système nerveux
 - système nerveux central
 - système nerveux périphérique
 - système nerveux autonome

Système hormonal

Les réflexes et automatismes

Les effets des gaz

- Rappels de physique
- Narcose: cause, effet, rôle du GP
- Hypéroxye: cause, effet rôle du GP
- Hypoxie: cause, effet, rôle du GP

L'apnée

- Réflexe respiratoire
- L'hypoxie en Apnée
- **L'hyper ventilation**

L'Apnée

L'hyper ventilation

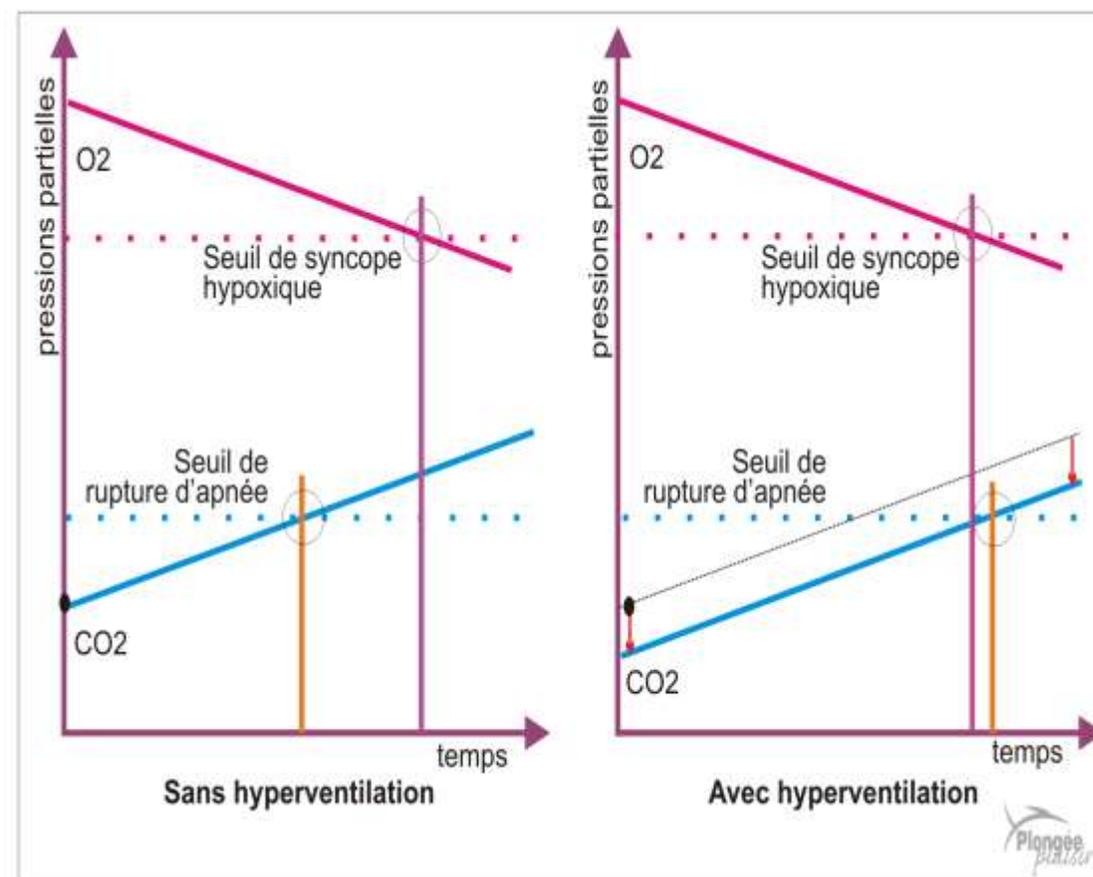
Inspirations, expirations profondes et rapides avant une apnée,

le but est de renouveler davantage l'air alvéolaire et

PpO₂ Mais la PpO₂ beaucoup,

donc Le réflexe inspiratoire est décalé dans le temps.

Il survient plus tard, c'est la syncope avant



Sommaire

Comprendre le système nerveux

- les neurones
- fonctionnement du système nerveux
 - système nerveux central
 - système nerveux périphérique
 - système nerveux autonome

Système hormonal

Les réflexes et automatismes

Les effets des gaz

- Rappels de physique
- Narcose: cause, effet, rôle du GP
- Hypèroxie: cause, effet rôle du GP
- Hypoxie: cause, effet, rôle du GP

L'apnée

- Réflexe respiratoire
- L'hypoxie en Apnée
- **L'hyper ventilation**

L'Apnée

L'hyper ventilation

Conduite à tenir

- sauvetage et maintenir les voies respiratoire hors de l'eau; signe de détresse surface;
- favoriser le retour à la conscience dans les 30'' (souffler sur le visage, parler, claquer).

Prévention

- pas d'apnée seul;
- pas d'hyperventilation;
- sécurité surface
- ne pas dépasser ses limites
- adopter un lestage afin d'être positif à la remonté

Sommaire

Comprendre le système nerveux

- les neurones
- fonctionnement du système nerveux
 - système nerveux central
 - système nerveux périphérique
 - système nerveux autonome

Système hormonal

Les réflexes et automatismes

Les effets des gaz

- Rappels de physique
- Narcose: cause, effet, rôle du GP
- Hypèroxie: cause, effet rôle du GP
- Hypoxie: cause, effet, rôle du GP

L'apnée

- Réflexe respiratoire
- L'hypoxie en Apnée
- L'hyper ventilation

Le stress

-Le plongeur débutant est soumis à des sensations nouvelles.

Cela peut engendrer peur, stress, anxiété

-SN sympathique est stimulé et des réponses et actes inappropriés peuvent le mettre en péril

Ex : eau dans le masque, danger rencontré au fond...
risque de remontée rapide, surpression pulmonaire.

-il est essentiel de développer des automatismes (cervelet) répétition, apprentissages jusqu'au stockage (automatisme) pour réagir en toute sécurité: réaction à la panne d'air, remontée sur expiration...

Sommaire

Comprendre le système nerveux

- les neurones
- fonctionnement du système nerveux
 - système nerveux central
 - système nerveux périphérique
 - système nerveux autonome

Système hormonal

Les réflexes et automatismes

Les effets des gaz

- Rappels de physique
- Narcose: cause, effet, rôle du GP
- Hypèroxie: cause, effet rôle du GP
- Hypoxie: cause, effet, rôle du GP

L'apnée

- Réflexe respiratoire
- L'hypoxie en Apnée
- L'hyper ventilation

Le stress

Le G.P. doit contrôler son propre stress et savoir le mesurer afin de garder les plongeurs de sa palanquée dans toutes les conditions nécessaires de sécurité.

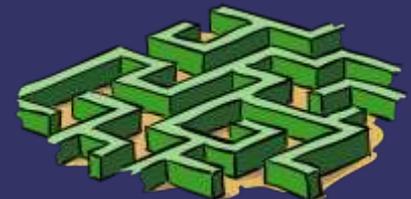
Il doit également être attentif au stress de sa palanquée et adapter la plongée (informer le DP)

- Les rassurer
- Ne pas les bousculer
- L'expérience récente de plongée
- La condition physique
- Condition de mise à l'eau
- Le trajet surface
- Les conditions de réalisation de la décompression

Le stress augmente le rythme cardiaque et la ventilation donc modifie la saturation et désaturation.

La pression

1



La pression

2

Un plongeur tout équipé pèse 100 kg et déplace un volume de 105 l.

1) Combien de plombs doit il mettre pour être équilibré à 3 m :

En eau de mer : densité 1,03

En eau douce : densité 1,0

2) Combien de plombs doit il enlever ou remettre entre l'eau de mer et l'eau douce ?

1) Combien de plombs doit il enlever entre l'eau de mer et l'eau douce ? :

Poussée d'Archimède en eau douce : $105 \times 1 = 105 \text{ kg}$

Poussée d'Archimède en eau de mer : $105 \times 1,03 = 108,15 \text{ kg}$

En eau douce, il devra mettre $105 - 100 = 5 \text{ kg}$

En eau de mer, il devra mettre $108,15 - 100 = 8,15 \text{ kg}$.

Il doit enlever entre l'eau de mer et l'eau douce : 3,15 kg



La pression

3

Loi de MARIOTTE

état 1 ---> état 2
 $P1 \cdot V1 = P2 \cdot V2$

Cette loi nous permet de :

- Calculer la capacité d'un bloc :

Contenance en litre d'air détendu à 1 bar

= Pression de service x Volume interne

Exemple : 200 bars x 12 litres = 2400 litres d'air à 1 bar

- Comprendre et mesurer le poids de l'air.

- Calculer notre autonomie au fond en fonction de notre consommation d'air

- Calculer la capacité d'une bouée.

- Comprendre et éviter les accidents mécaniques et de décompression.

Toutes les cavités gazeuses de notre corps sont soumises à cette loi (sinus, oreilles, poumons, ...)



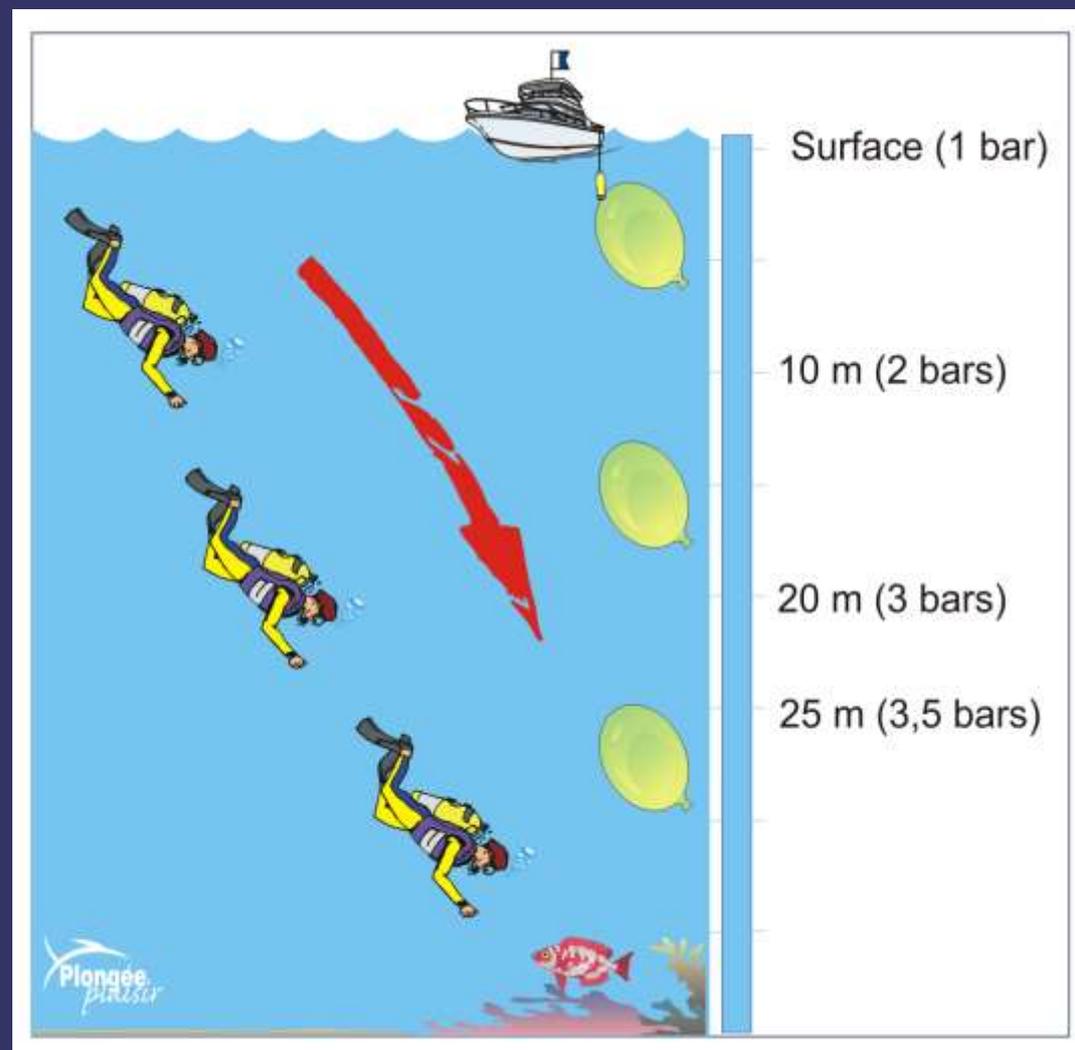
La pression

3

En plongée, la loi de Mariotte et le principe d'Archimède sont fortement liés.

- Poumon-ballast afin d'assurer sa stabilité durant son évolution dans l'eau.
- Calculs de lestage et de levage.

Le lestage doit être évolutif ; il varie suivant la densité du corps, la Combinaison, la densité de l'eau, le poids et le volume du bloc, L'équipement complémentaire et la technique et l'aisance du plongeur.



La loi de DALTON

1

Dans un mélange gazeux, chaque gaz se comporte comme s'il était seul à occuper

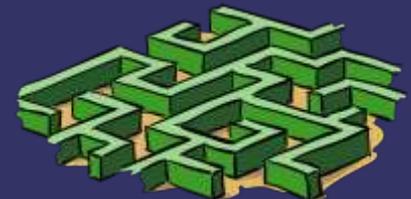
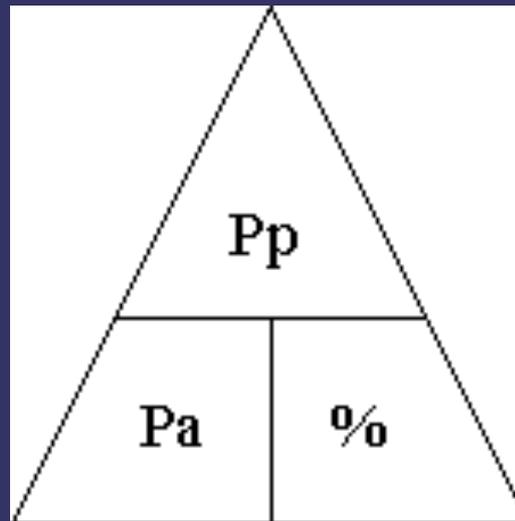
Dans un mélange gazeux, la somme des pressions partielles de chaque gaz est égale

La pression partielle d'un gaz dans un mélange est égale au produit de la pression

$$P_p = P_a * \%$$

$$P_a = P_p / \%$$

$$\% = P_p / P_a$$



La loi de dalton

4

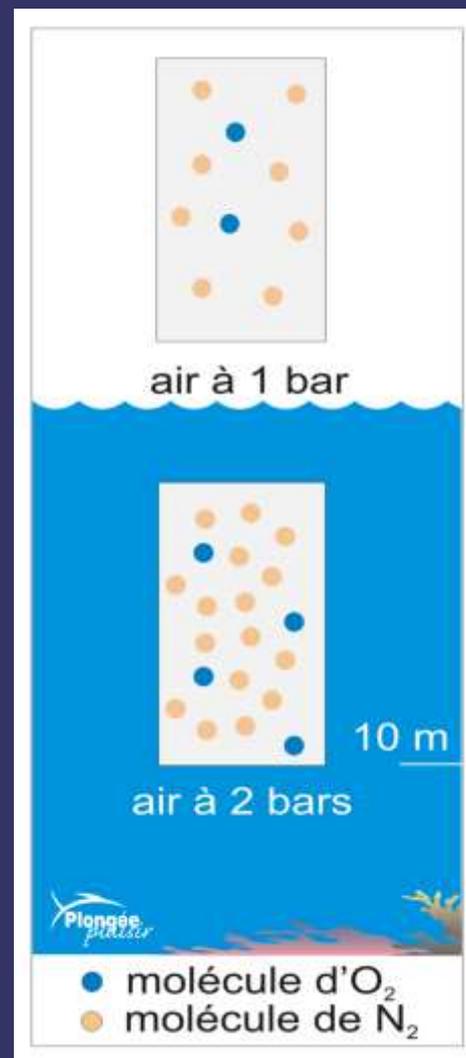
$$P_{pgaz} = P_{abs} \times F_{gaz}$$

$$P_{pO_2} = 1 \times 0,21 = 0,21 \text{ bars}$$

$$P_{pN_2} = 1 \times 0,79 = 0,79 \text{ bars}$$

$$P_{pO_2} = 2 \times 0,21 = 0,42 \text{ bars}$$

$$P_{pN_2} = 2 \times 0,79 = 1,58 \text{ bars}$$



La loi de DALTON

2

Air 80% N₂ et 20% O₂

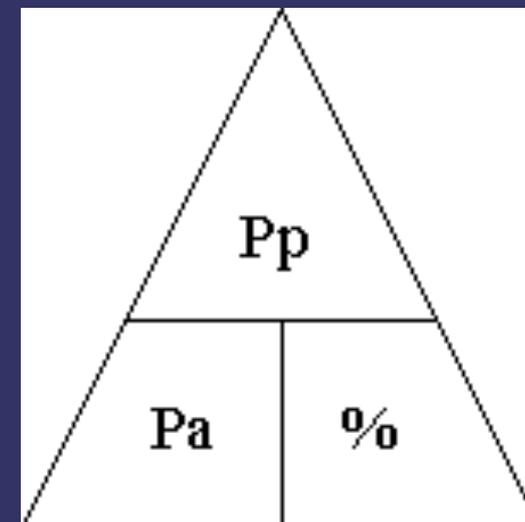
Pp O₂ et Pp N₂ à 40 mètres ?

Pp O₂ = 5 * 20% = 1 b

Pp N₂ = 5 * 80% = 4 b ==> Pp O₂ + Pp N₂ = 5 b

Quelle est la Pp N₂ contenu dans l'air respiré à 20 mètres ?

Pp = Pa * % ==> Pp = 3 * 0.80 = 2.4 b



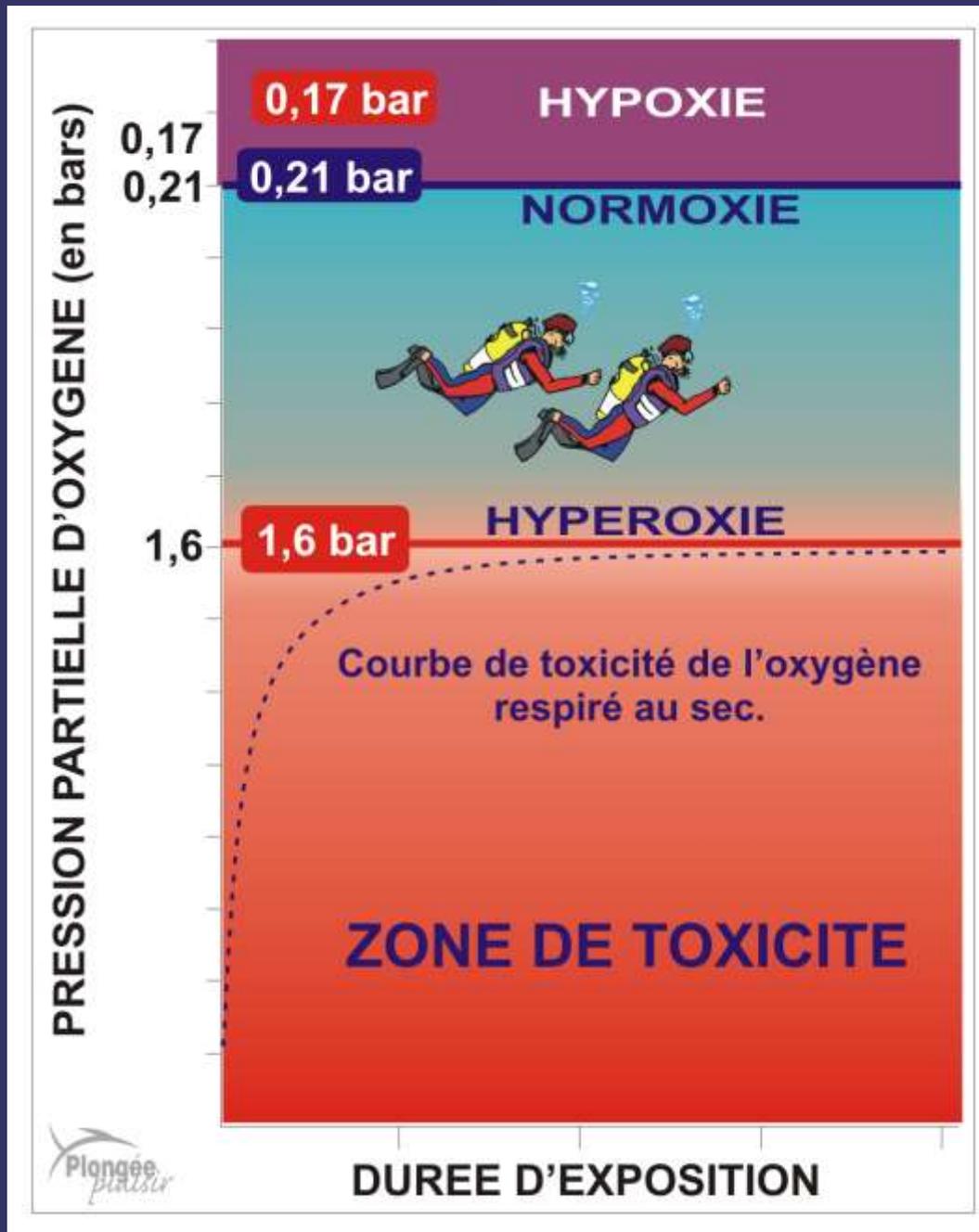
La crise hyperoxique et hypoxique

1



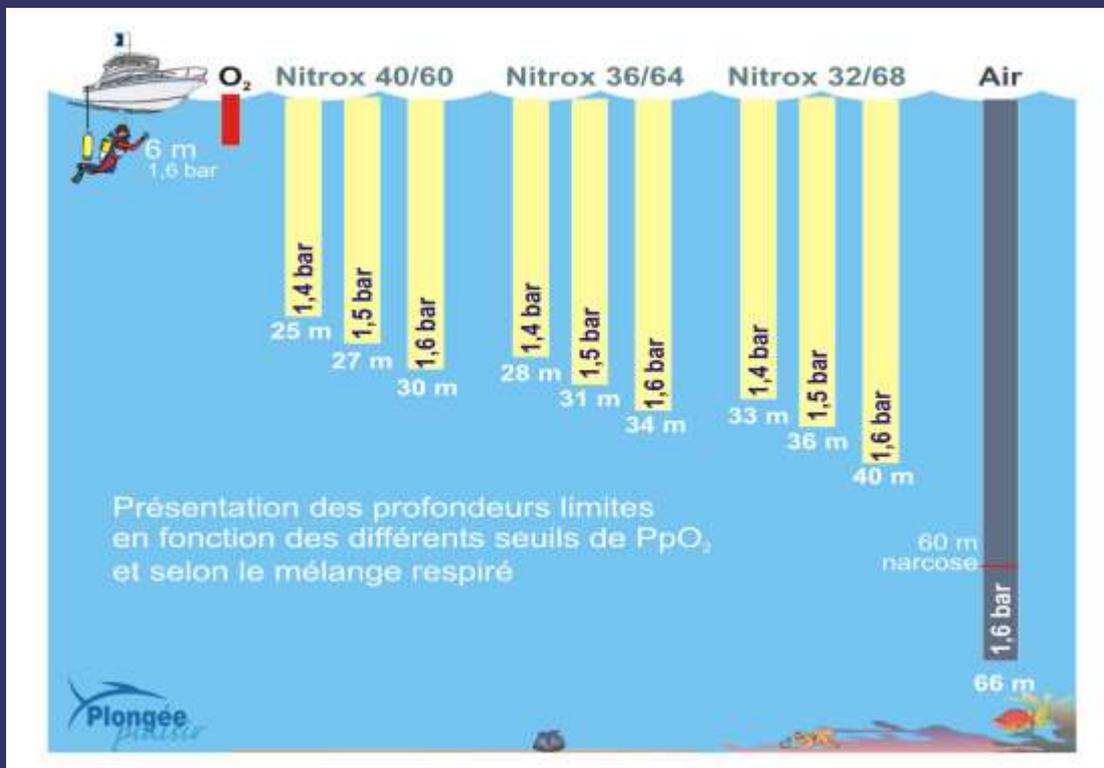
La crise hyperoxique

2



La crise hyperoxique

3



ALARME

APNEE

CONVULSIONS
 (2 a 3 minutes)

RETOUR A LA NORMALE
 SI BAISSSE PpO₂
 (10 a 15 minutes)



La crise hypoxique

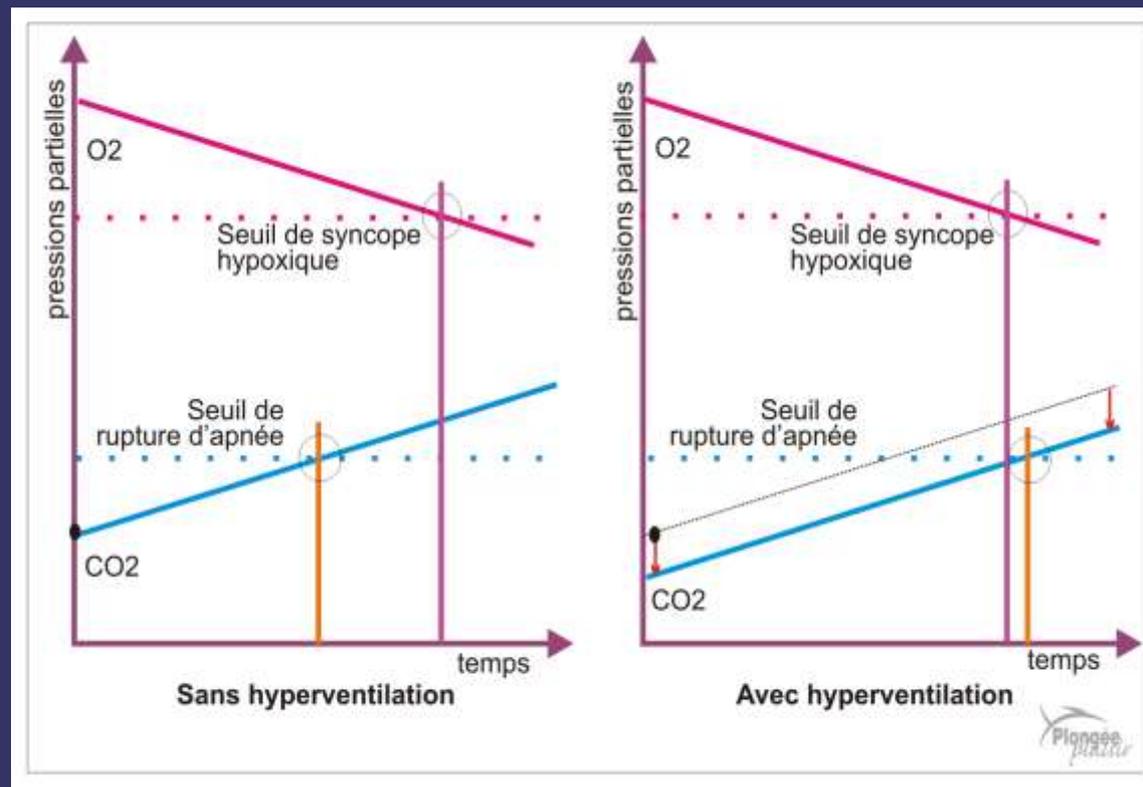
5

Symptôme:

Face rose
Douleur à l'inspiration profonde
Toux
Brûlures alvéolaires avec diminution
de la capacité vitale
Et de la diffusion alvéolo-dentaire
Œdème pulmonaire

Conduite à tenir :

Soustraire le plongeur à cette PpO₂ toxique
Traitement médical



La crise hypoxique

5

**REVENTION PASSE PAR LE RESPECT DES REGLES DE SECURITE E
DEJA ENONCEES A PROPOS DE LA SYNCOPE HYPOXIQUE**

**Pas d'hyperventilation
Relaxation
Récupération entre deux apnées
Effort limites
Lestage adapte
Limiter les temps d'apnées**

Jamais effectuer d'apnée seul

