



LE CITRON BLEU

Association Sportive pour le Développement des
Activités Nautiques

Aérodrome de POINTE A PITRE
LE RAIZET BP460
97183 ABYMES cedex

site Internet : <http://citronbleu.org>
mail : citronbleu.asso@gmail.com

fax : 0590482005

THEORIE DU NIVEAU 2 DE PLONGEE SUBAQUATIQUE

les Gaz

La DISSOLUTION des GAZ dans les LIQUIDES – Applications à la plongée

- Rappels d'anatomie et de physiologie : l'appareil circulatoire
l'appareil respiratoire
les échanges gazeux

- Les accidents de décompression : ADD (ou MDD : maladie de décompression)
mécanisme
les différents types d'accidents : signes
Prévention – facteurs favorisants – CAT

- La Narcose

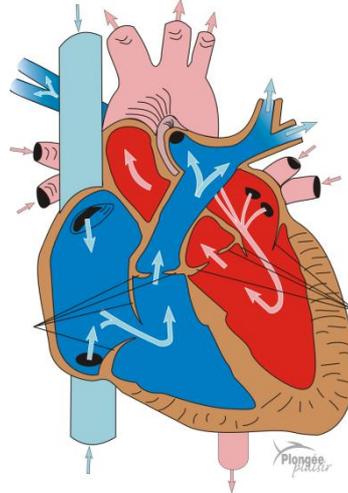
RAPPELS d'ANATOMIE et de PHYSIOLOGIE

1- L'appareil circulatoire

1-1- le cœur – Muscle épais creux gros comme le poing (280 gr), c'est une pompe aspirante et refoulante du sang à travers tout un réseau de vaisseaux : artères – artérioles – capillaires et retour par les veinules et les veines. Fonctionnement entièrement automatique, susceptible de variation en fonction de l'activité physique ou psychique – fréquence cardiaque : 70 pulsations / minute + ou – mais ne doit jamais dépasser 220 pulsations minute – âge

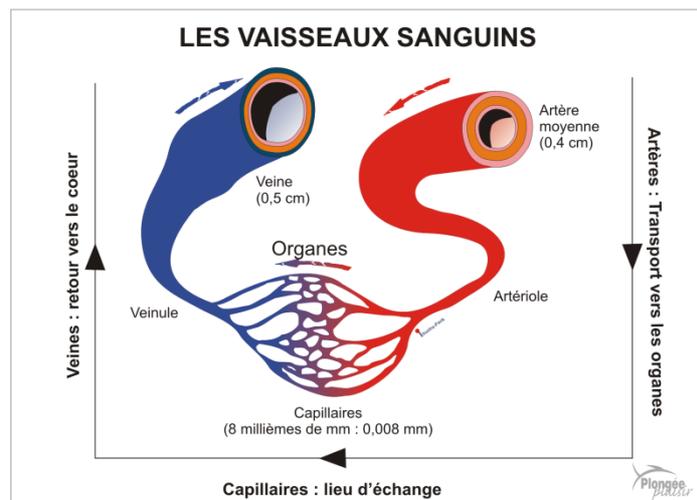
Exemple : $220 - 45 \text{ ans} = 175 \text{ pulsations/m}$

Deux cœurs : cœur droit – sang pauvre en O₂ et cœur gauche – sang riche en O₂



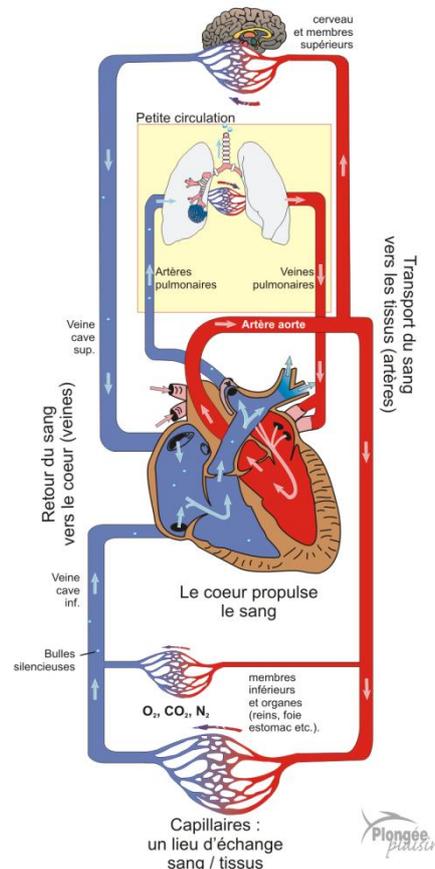
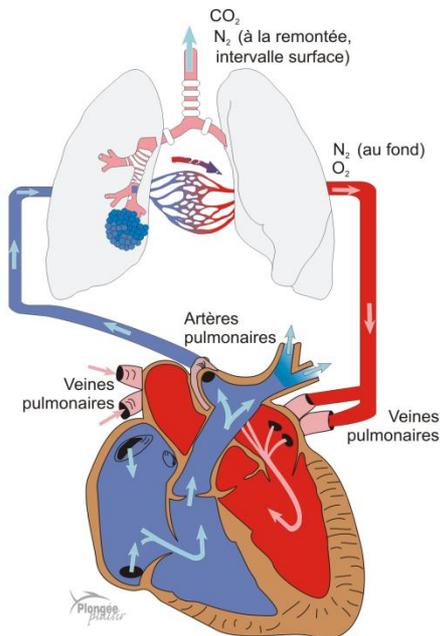
La révolution cardiaque se compose d'une phase de contraction ou *systole* et à ce moment-là, la Tension Artérielle est maximale soit : 12 à 14 mm de Hg. L'onde de choc de la contraction permet la perception du pouls. Puis suit une phase de repos ou *diastole* et la TA minima est d'environ de 7 mm de Hg

1-2- les vaisseaux – Les artères puis les artérioles transportent le sang riche en O₂ par les capillaires à travers tout l'organisme. Des échanges gazeux se font entre le sang et les tissus : muscles, os ... et le retour du sang pauvre en O₂ se fait par les veinules – les veines – C'est un réseau de 100 000 km.



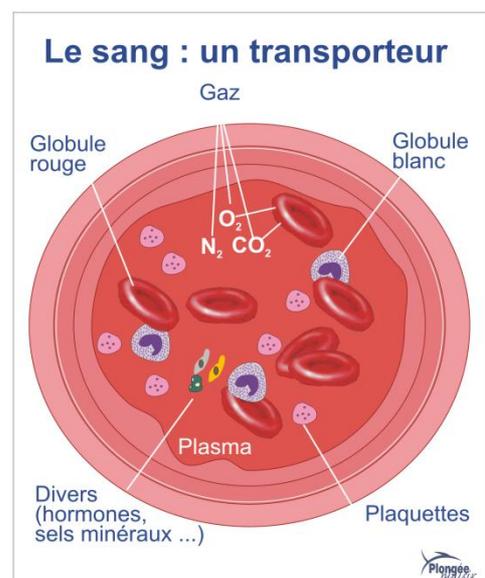
On peut distinguer sur l'ensemble de ce réseau :

- Une petite circulation → vers les poumons (seul organe qui reçoit intégralité du débit cardiaque ... importance au niveau des échanges gazeux)
- Et la grande circulation



1-3-/ Le sang – Liquide qui transporte les gaz, les nutriments, les hormones, les déchets ... soit environ 5 litres soit 8% du poids du corps – Composé :

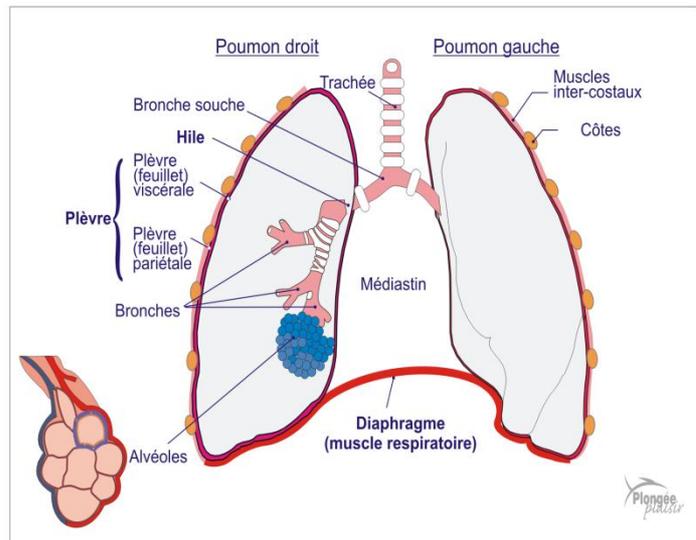
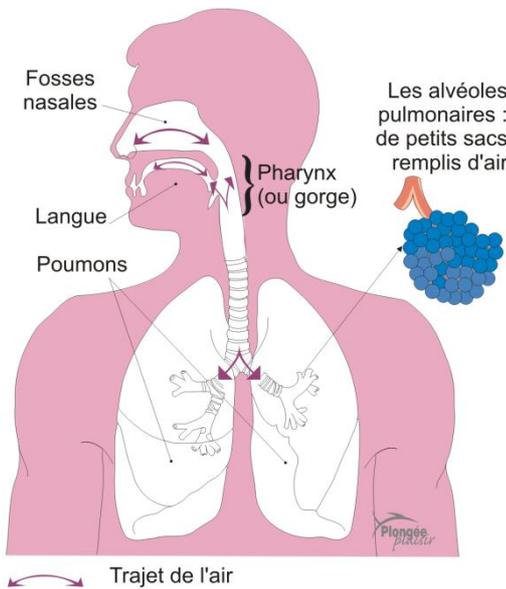
- Du plasma 5% ou sérum physiologique (eau salée)
- Des globules rouges ou hématies – transport des gaz
- Des globules blancs ou leucocytes – défense de l'organisme contre les agressions microbiennes et immunité
- Des plaquettes ou thrombocytes pour la coagulation du sang



2- L'appareil respiratoire

Les poumons sont une pompe à soufflet à circuit ouvert à la différence de l'appareil circulatoire – Il apporte l'O₂ nécessaire aux cellules de l'organisme et élimine le CO₂ (résultat de la combustion de l'O₂).

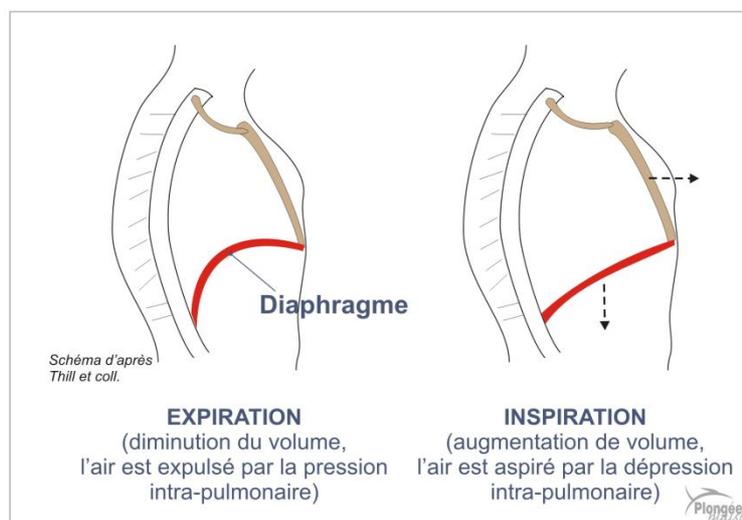
Les alvéoles : 300 à 400 millions soit 100 à 150 m²



La respiration, acte non volontaire se déroule à un rythme de 15 à 20 /minute (fonction de la taille, de l'âge et de l'effort) soit 8 à 20 litres/minute jusqu'à 40 litres/minute pour un effort intense. Ce qui représente 20 m³ / jour nécessaire. Elle se décompose en deux phases :

INSPIRATION – prise de l'air ambiant – phase active : abaissement du diaphragme et soulèvement des côtes ce qui entraîne une dépression intra pulmonaire et inspiration d'un air riche en O₂

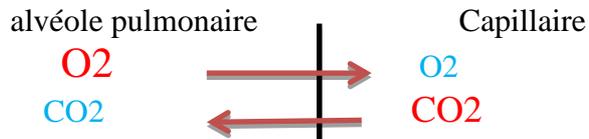
EXPIRATION – rejet de l'air vicié – phase passive : relâchement musculaire et expulsion d'un air chargé en CO₂



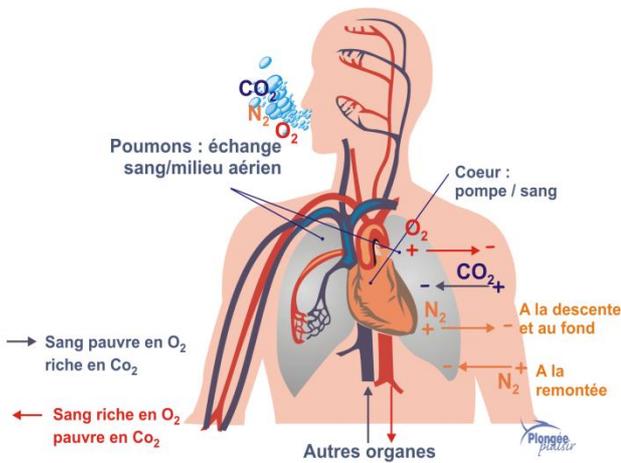
3-/ Les échanges gazeux

Ils vont toujours se faire dans le sens du plus concentré vers le moins concentré. Exemple : pression partielle d'O₂ dans l'alvéole pulmonaire supérieure à la tension d'O₂ dans le sang, le sang va capter des molécules d'oxygène.

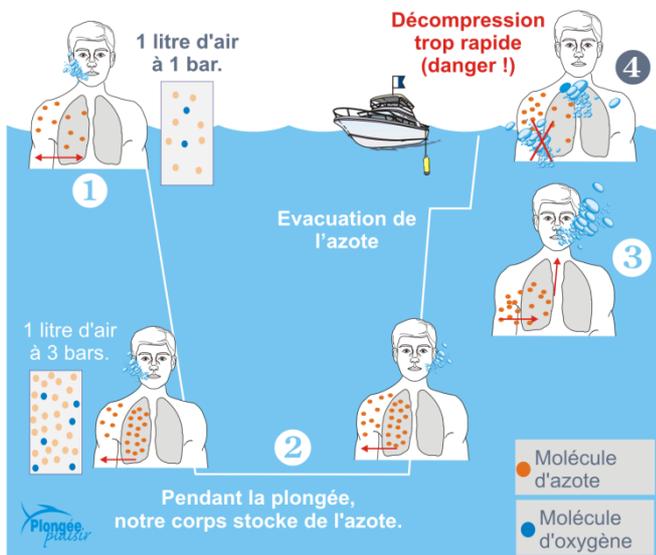
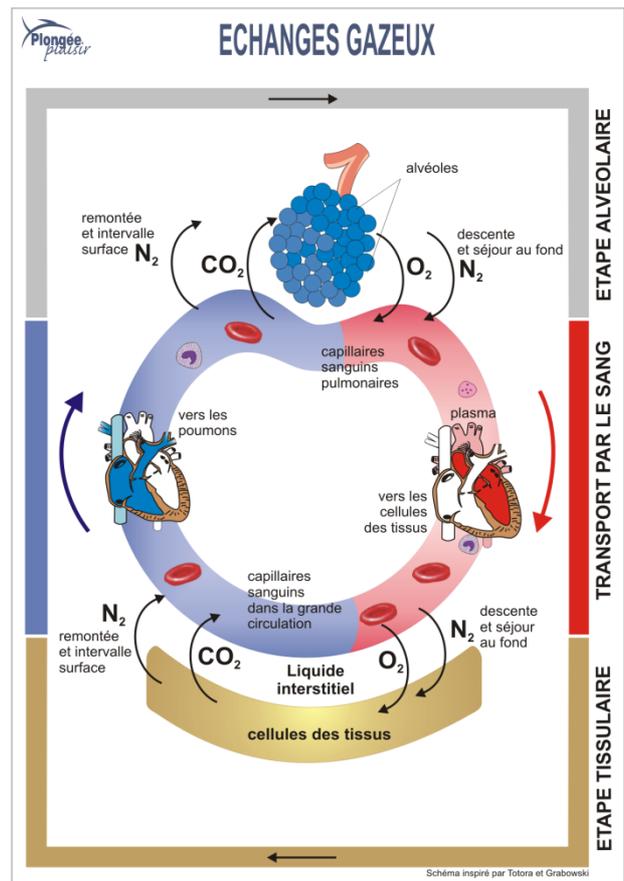
Etape pulmonaire :



Etape tissulaire : c'est l'inverse qui se produit. Les capillaires vont distribuer l'O₂ aux tissus de l'organisme (tension d'O₂ inférieure dans le corps) et absorber le CO₂ (tension supérieure)



Et il se passe exactement la même chose avec un autre gaz qui va nous intéresser l'azote N₂



Les Accidents de Décompression – ADD ou MDD

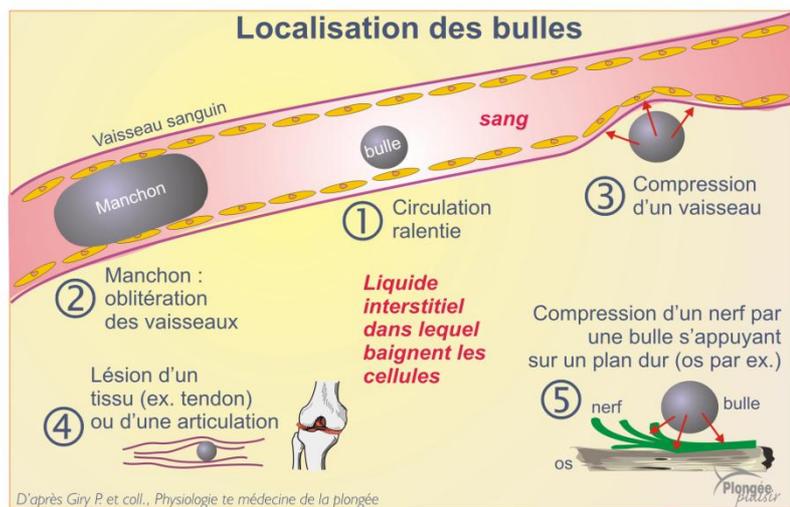
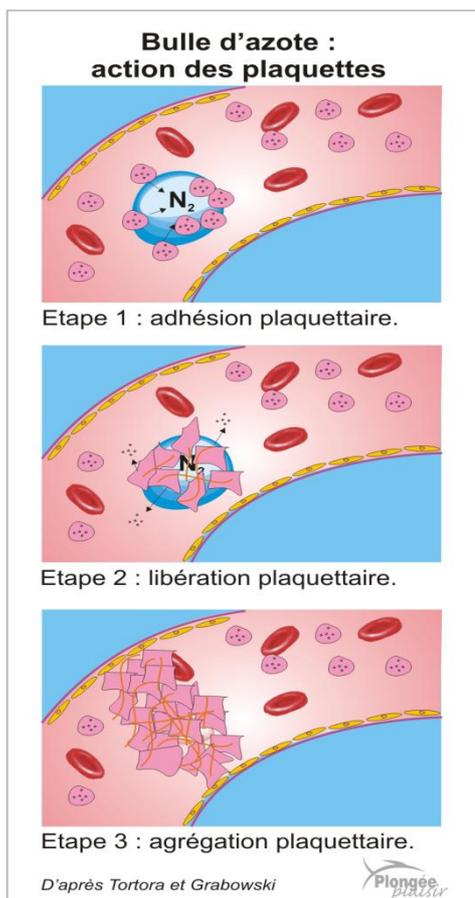
Application directe des lois de Henry et Mariotte

« On ne paie qu'à la sortie »

Cela arrive pendant la remontée / au palier / à la surface ou à terre : 50% dans la ½ heure
4% dans les 3 à 6H - Accident dû à l'ignorance ou l'imprudence.

Mécanisme :

A la remontée (mal ou non contrôlée), la tension de N₂ dans l'organisme dépasse un seuil de sursaturation critique et il y a un dégazage anarchique de bulles de N₂ : c'est l'accident de décompression ADD ou maladie de décompression MDD car la présence de bulles d'azote a un impact dans le sang. Comme pour une blessure : réaction plaquettaire et formation d'un caillot sanguin d'où une augmentation de la viscosité du sang et une possible oblitération d'un capillaire ou vaisseau sanguin



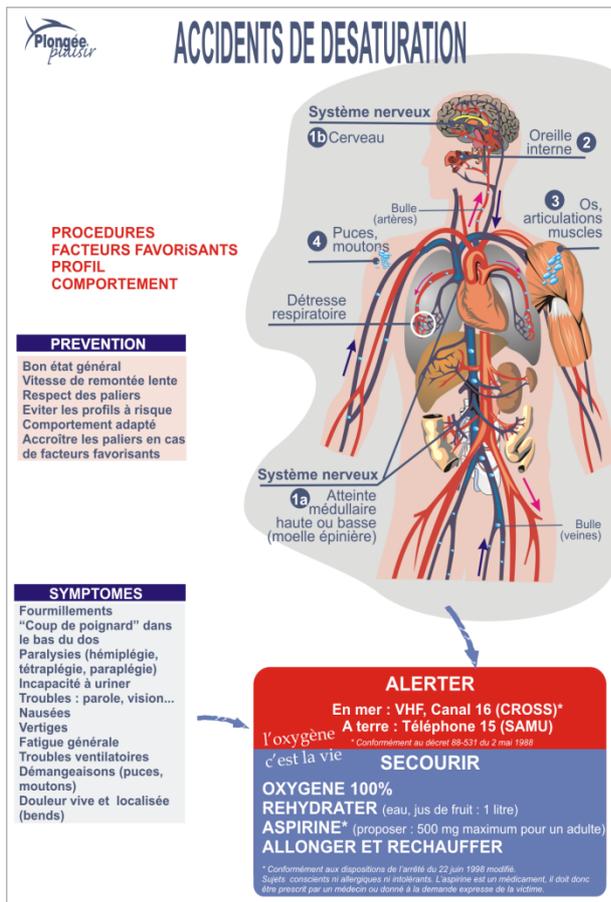
Les différents types d'accidents :

Tous les tissus de l'organisme ne saturent pas l'azote de façon identique. Pour résumer, il y a des tissus dits courts qui saturent très vite N₂ et des tissus plus longs. De la même façon, les tissus courts désatureront plus vite que les tissus longs et donc la nature et la gravité des ADD sera fonction de ces tissus et de l'importance et de la quantité des bulles émises.

- **Accidents cutanés** : puces et moutons / marbrures

Dégazage sous la peau – attention, peut précéder un ADD plus

grave



- **Accidents ostéo articulaires** : bends – dégazage au niveau des articulations – plongée peu profonde, très longue avec de gros efforts – ex : palmage dans le courant
- **Accidents de l'oreille interne** (très vascularisée avec de fins canaux et beaucoup de liquide gras) – souvent dû à un état de fatigue
- **Accident médullaire** : souvent succession de plongées longues avec effort – dégazage dans la moelle épinière. Conséquences : paralysie (hémiplegie – para/quadruplégie ...)
- **Accident céphalique** : souvent plongée profonde avec remontée explosive – excès de bulles non éliminées par les poumons souvent lié à une suppression pulmonaire – accident grave (atteinte du système nerveux central)

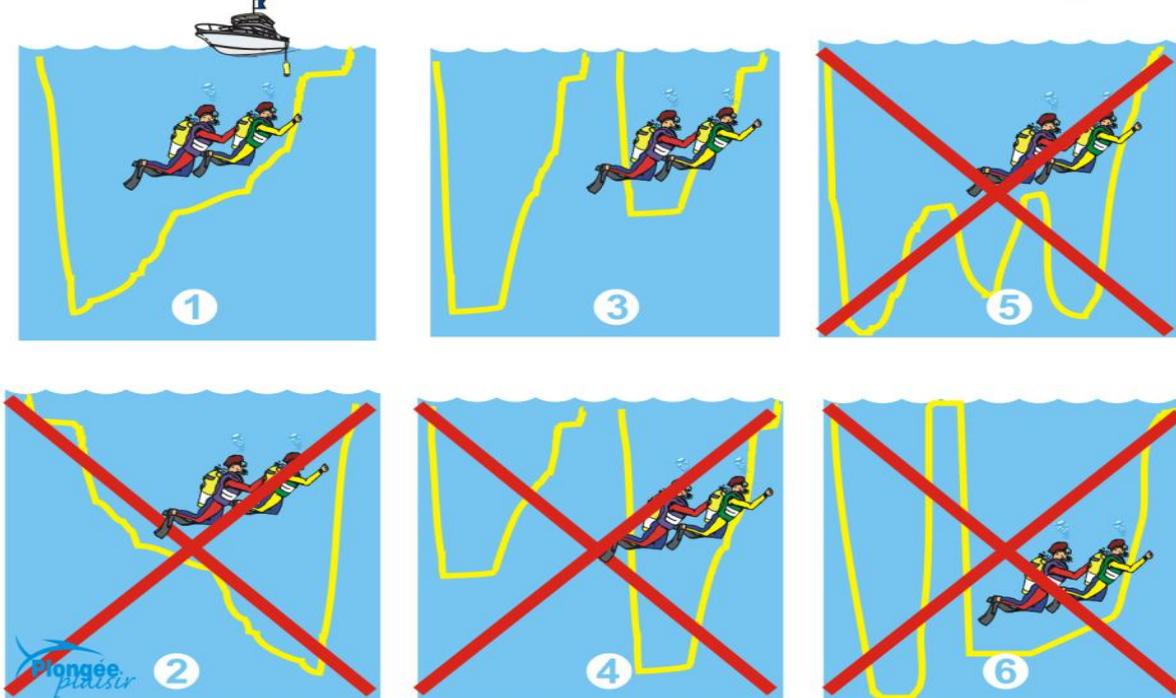
Facteurs favorisants :

- Hygiène de vie : âge – alcool – tabac – poids
- Profondeur / durée
- Agitation / les efforts
- N2 grande affinité pour les tissus lipidiques : graisse – gaine de myéline des nerfs – moelle épinière
- Fatigue / stress / prise de médicaments
- Température
- Déshydratation

Prévention :

- **AVANT** : planifier la plongée
Ne pas plonger fatigué (soirée, voyage ...)
S'hydrater
- **PENDANT** : respect des procédures : tables
Pas d'effort excessif
Pas de yoyo
Pas de Valsalva à la remontée
Attention à la consommation : ventilation normale
Palier de sécurité

Profils à risques



Attention à la consommation : ventilation normale
Palier de sécurité

- **APRES** : pas d'effort – pas d'apnée

Boire

Pas d'avion ni de montagne

CAT : dépend des circonstances mais si soupçon, arrêt de la plongée mais surtout pas de ré- immersion

- Porter assistance : stab + détendeur en bouche + retour au bateau
- Organiser les secours
- Secours à la victime : sécher – réchauffer – rassurer – O2 – eau + aspirine et ne pas arrêter jusqu'à l'arrivée des secours

➡ Mais aussi surveiller les compagnons de plongée

Les accidents chimio toxiques

La tolérance de l'organisme humain à certains gaz varie selon les pressions sous lesquelles ces gaz sont respirés – application de la loi de Dalton



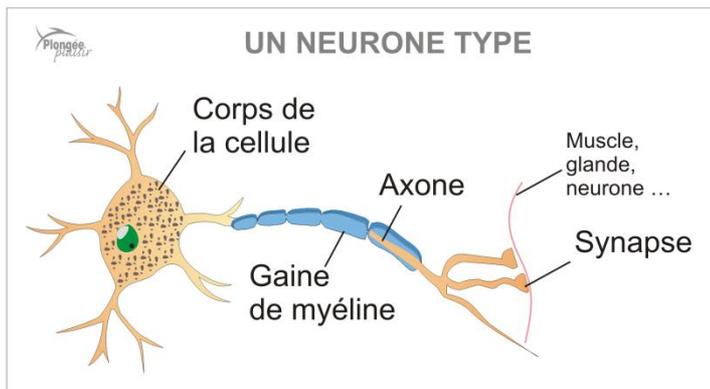
1-/ La Narcose –

L'AZOTE – N₂

Ou « ivresse » des profondeurs

N₂ n'est pas consommé par l'organisme – c'est un diluant. Dès que la Pp de l'azote atteint 5,6 bars c'est-à-dire à partir de 60 m : seuil dangereux. A ce stade, tout le monde est + ou – narcosé et ça peut commencer dès 40 mètres pour certaines personnes. Cela est très variable d'une personne à l'autre et pour une même personne, d'un jour à l'autre !

Mécanisme : action du N₂ direct sur le système nerveux – fixation sur la myéline des cellules nerveuses et modification de la transmission de l'influx nerveux



Signes : variables d'un sujet à l'autre et même variable chez un même sujet d'un jour sur l'autre.

Altération de la conscience et réactions incontrôlées.

Signes avant-coureur : affaiblissement de l'attention

Lenteur dans les réactions – gestes répétitifs

Diminution de la coordination motrice

Augmentation de la perception de bruits (détendeur)

Diminution de la perception visuelle (effet « tunnel »): difficulté à lire un ordinateur par exemple

Prostration qui peut aller jusqu'à l'inconscience

Donc un certain endormissement mais on a décrit au contraire des réactions euphoriques : rire sans raison ... jusqu'à enlever son masque, son détendeur pour « respirer comme les poissons » pour voir ... !

Facteurs favorisants : froid – effort musculaire – fatigue – stress

Vitesse de descente trop rapide après 30m

Conditions : eau trouble / noire ou sans repère : dans le bleu
Médicaments contre le mal de mer (endormissement)

Prévention : liée à la profondeur – limiter les plongées « normales » à 40m – 50m est une plongée profonde réservée aux expérimentés – ne pas plonger après une longue période d'inactivité à plus de 30m

Pas de recordite

Eviter la fatigue, les efforts violents au fond, l'essoufflement

CAT : remonter de quelques mètres vers 30m – jamais redescendre et parfois aucun souvenir...

2-/ L'essoufflement -

LE GAZ CARBONIQUE (dioxyde de carbone) - CO₂

Gaz toxique cependant indispensable en faible quantité à notre organisme car c'est l'excitant des centres nerveux qui commandent les mouvements réflexes de la respiration. L'air atmosphérique contient 0,03% de CO₂. La profondeur va augmenter les effets toxiques du CO₂. Ainsi un exercice réalisé sans difficulté en surface peut être à l'origine d'un essoufflement en profondeur.

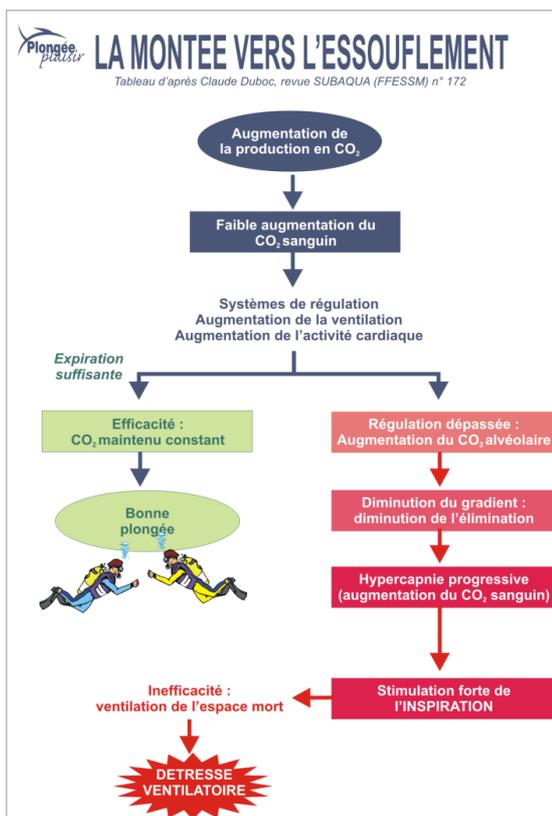
Mécanisme :

→ 1^{er} stade : hyperventilation

Au début de tout exercice physique, il se produit une ventilation plus importante, c'est « l'accrochage ventilatoire » : la respiration s'adapte aux besoins.

→ 2^{ème} stade : le second souffle

La respiration se régule en fonction de la pression partielle de CO₂ pour assurer son élimination. Dans l'essoufflement, le corps fabrique plus de CO₂, l'excitation respiratoire est plus importante, le rythme augmente. Mais si le rythme devient trop rapide, la ventilation est superficielle donc inefficace : l'augmentation de la fréquence se fait au détriment du volume, l'élimination se fait mal, le taux de CO₂ augmente et l'organisme finit par s'asphyxier.



Signes :

Détresse respiratoire pouvant aller jusqu'à la syncope :

- Accélération du rythme respiratoire
- Ventilation superficielle : rythme de plus en plus court ... DANGER
- Respiration haletante, impossibilité croissante d'expirer et un besoin avide de « chercher » de l'air en inspirant
- Maux de tête, sueurs, bourdonnements, nausées ... syncope

Avant la syncope, des réactions incontrôlées se produiront : lâcher d'embout, affolement, panique avec risque de noyade et surpression pulmonaire. D'autre part l'excès de CO₂ dans le sang est un facteur favorisant les ADD et la narcose.

Causes :

- Tout exercice entraînant une accélération du rythme respiratoire : palmage inefficace, lestage important, le courant, la houle ...
- Le froid, l'anxiété, l'émotivité
- Un débit d'air insuffisant du soit à un matériel mal réglé soit à une bouteille mal ouverte
- Un air respiré de mauvaise qualité ou une augmentation des espaces morts (tuba très étroit)

Prévention :

- *Au niveau du plongeur* : pas d'efforts excessifs, bien se ventiler et faire des apnées expiratoires de contrôle de quelques secondes pour déceler un éventuel début essoufflement, bonnes conditions physiques et psychiques, bonne technicité
→ Ne pas s'immerger avec un début d'essoufflement
- *Au niveau matériel* : veiller à la qualité de l'air, posséder un matériel bien réglé, bouteille bien ouverte, et bien se protéger du froid.

CAT :

- *dans l'eau* : cesser tout effort, alerter un équipier, se forcer à expirer à fond, se raisonner, remonter sans palmer (assistance stab/Sgs) ... les symptômes disparaissent à partir de 15 m
- *à terre* : bien se ventiler et si nécessaire O₂, éviter de prendre froid.

3-/ L'Oxyde de carbone – CO

Gaz incolore, inodore et sans saveur donc indécélable, ayant une très grande affinité pour l'hémoglobine et forme un composé très stable : la carboxyhémoglobine (il faut 300 à 400 fois plus d'oxygène pour dissocier le Co de l'hémoglobine que pour dissocier le CO₂)

Provenance : gaz de ville – gaz d'échappement des moteurs thermiques

Signes : asphyxie progressive

Maux de tête, troubles de la vue, bourdonnements, respiration difficile, paralysie des jambes, perte de connaissance, syncope ... mort.

Prévention : pas de gonflage de bloc dans un local fermé utilisant un moteur thermique

Faire attention à la prise d'air du compresseur

Pas de cigarette avant une plongée

CAT : Oxygène et évacuation urgente vers un centre de recompression pour oxygénothérapie hyperbare

**ET SURTOUT...
BEAUCOUP DE PLAISIR SOUS L'EAU...
DANS TOUTES LES MERS...
DANS TOUTES LES EAUX...**