

Accidents de Plongée

NIVEAU 3



1. BAROTRAUMATISMES

Oreilles

La surpression pulmonaire

Les sinus

Le visage - Masque

Les dents

Les intestins

2. Accidents Biochimiques / Toxicité des gaz

Narcose

Essoufflement

Hyperoxie

3. Accidents de désaturation (ADD)

Types ADD

Shunt

Prévention et CAT

4. La consommation en air selon la profondeur

5. Œdème pulmonaire d'immersion (OPI)

6. Le froid

7. La noyade

8. Avion, altitude et plongée



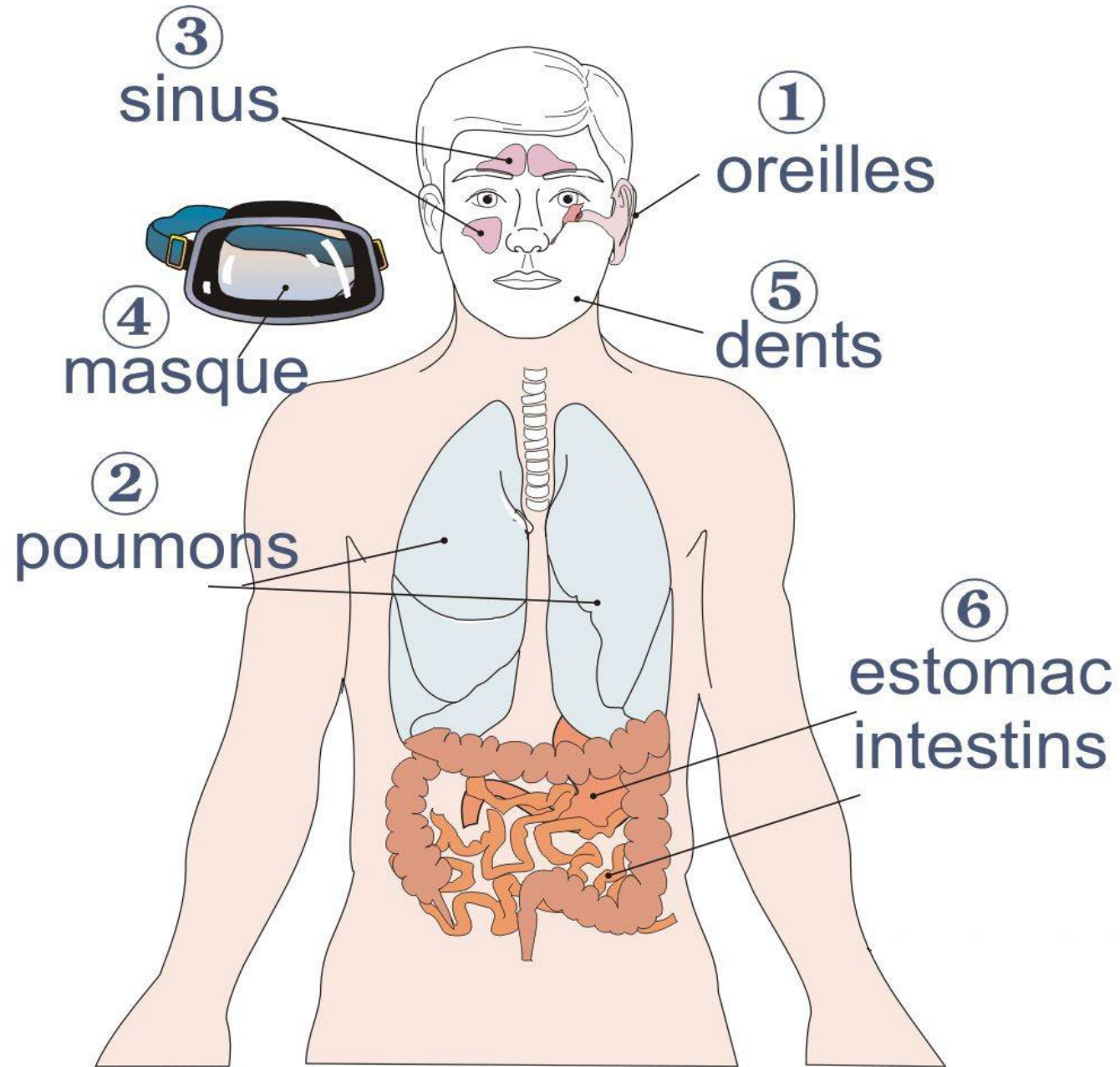
BAROTRAUMATISMES

- * Dus à la pression (variation)

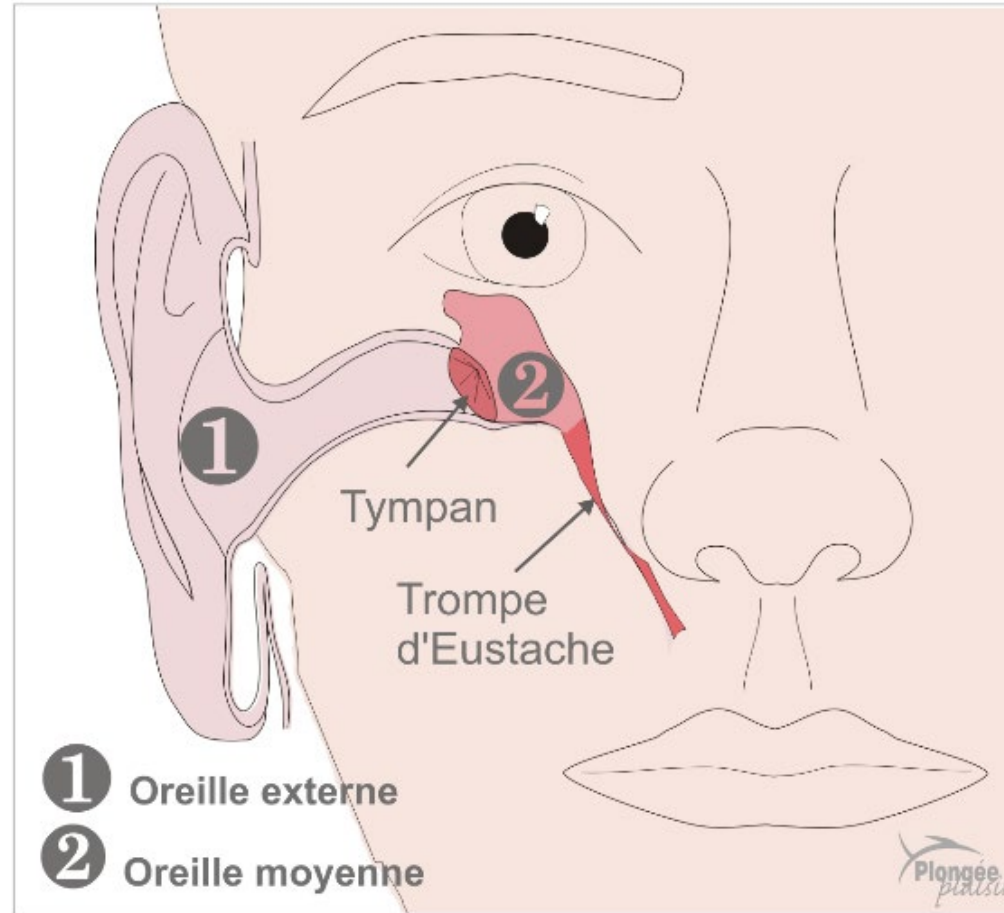
- * Loi de Boyle-Mariotte

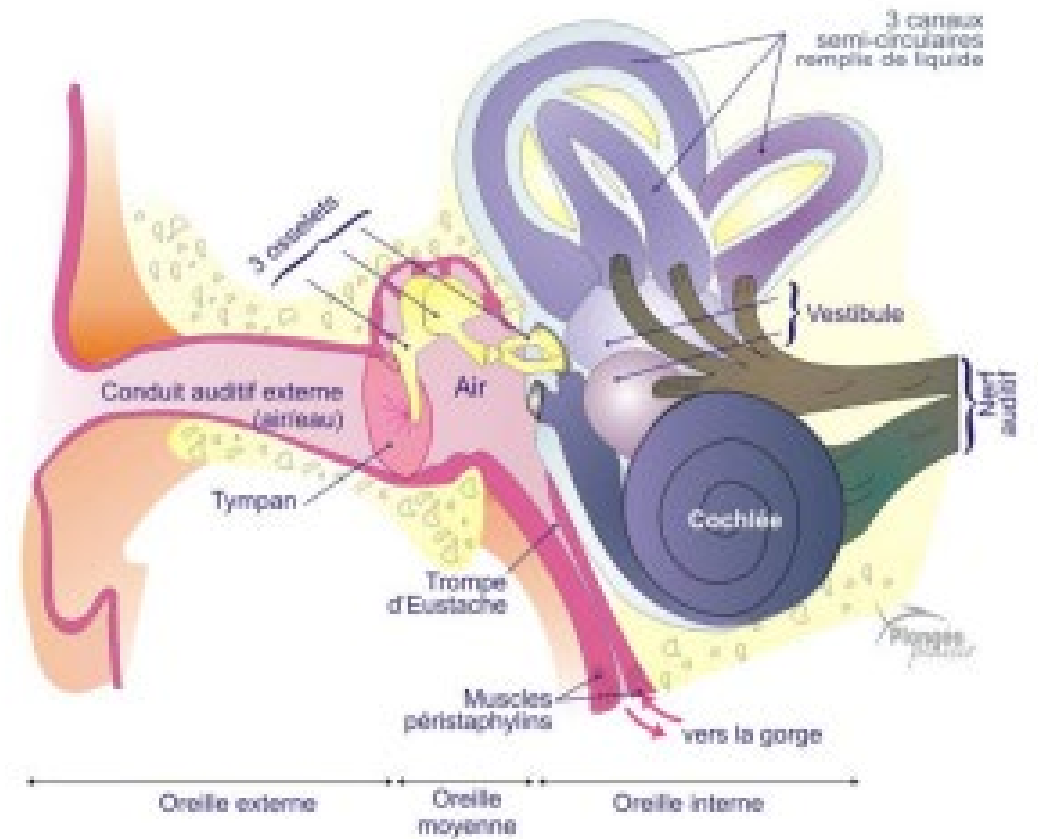
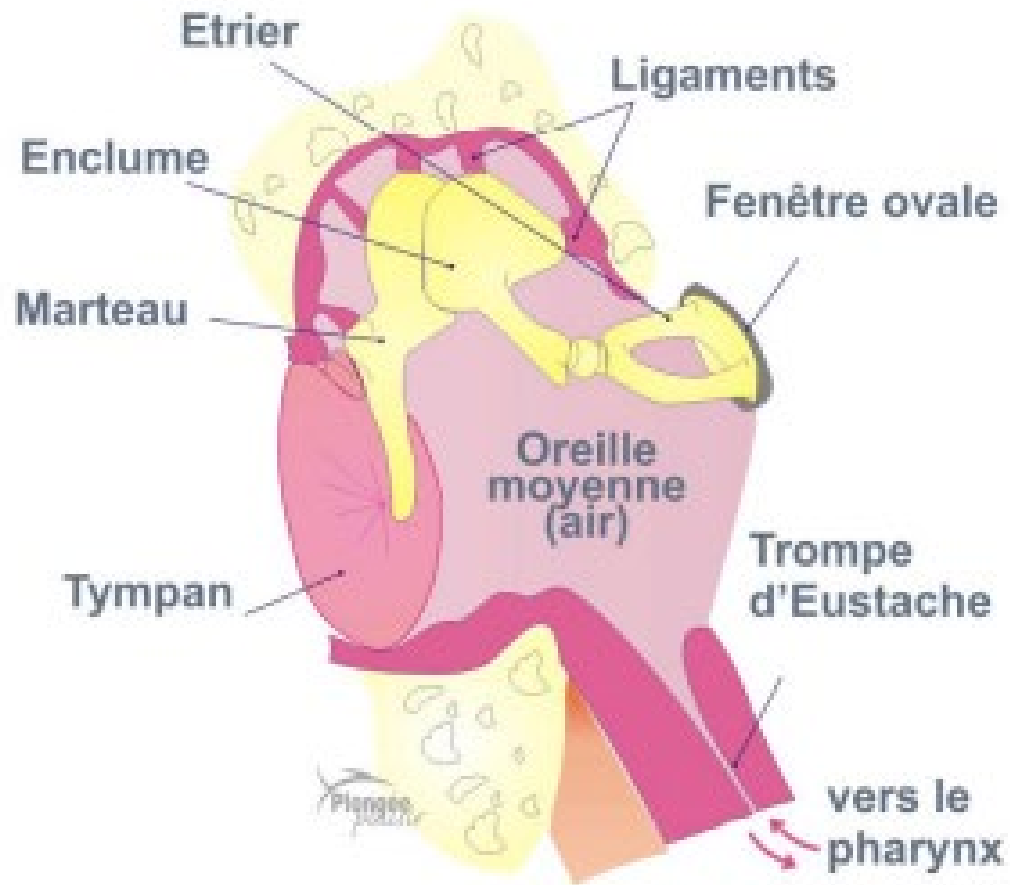
A température constante, le volume d'un gaz est inversement proportionnel à la pression qu'il reçoit

$$P_1V_1 = P_2V_2 = \text{Constante}$$



1. Oreilles







- Prévention

- Ne pas plonger si otite ou rhume
- Valsalva, Béance Tubaire Volontaire (BTV), Frenzel, lors de la descente et dès la surface
- Jamais de Valsalva à la remontée
- Pas de *gouttes anesthésiantes* !!

- Conduite à tenir

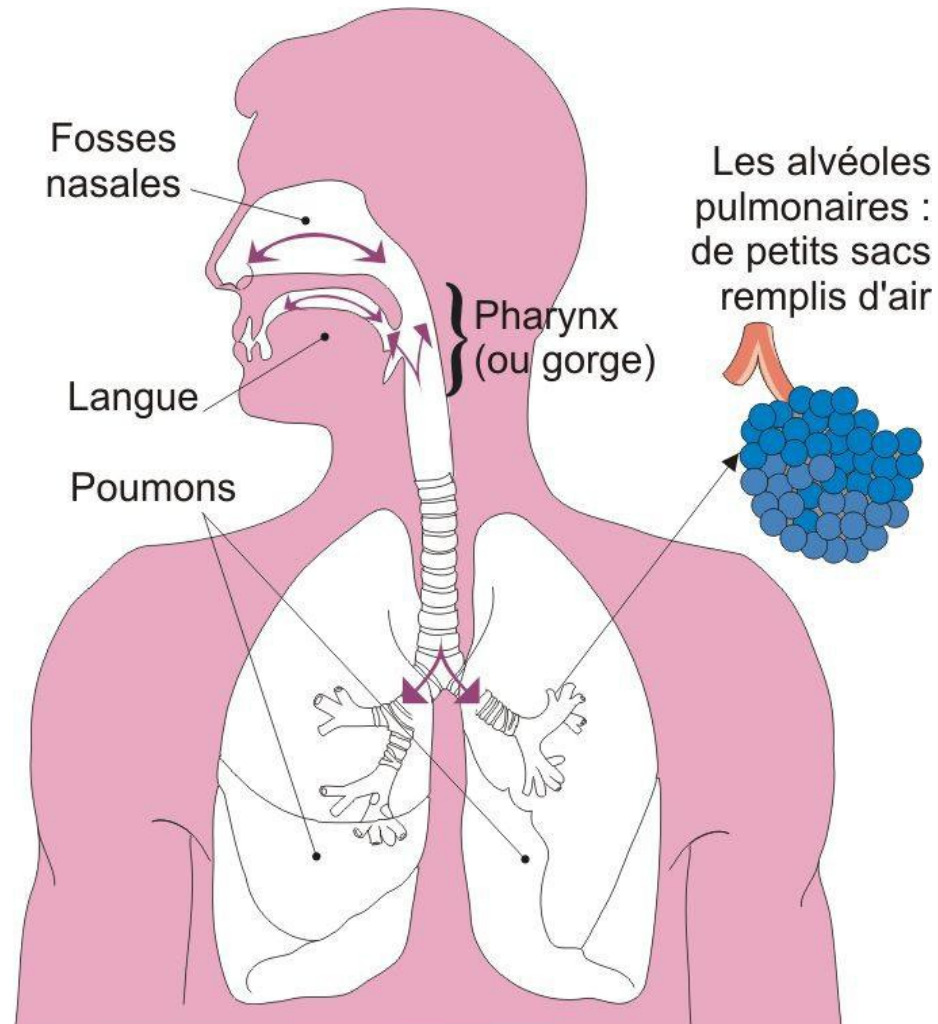
- si douleurs, STOP plongée : simple en début de plongée, très compliqué en fin de plongée
- si douleurs (bouchon) en surface après plongée : consulter un médecin (ORL si possible)

ATTENTION : risque de syncope, vertiges alterno-barique et de noyade

2. La surpression pulmonaire



- * Organe vital
- * Organe fragile





- * ***Accident Barotraumatique le plus grave !!!***

- * Concerne tous les plongeurs de tous niveaux

- * Loi du TOUT ou RIEN :
 - Accident : toujours grave, toujours sérieux, toujours hôpital => lésions tissulaires !!

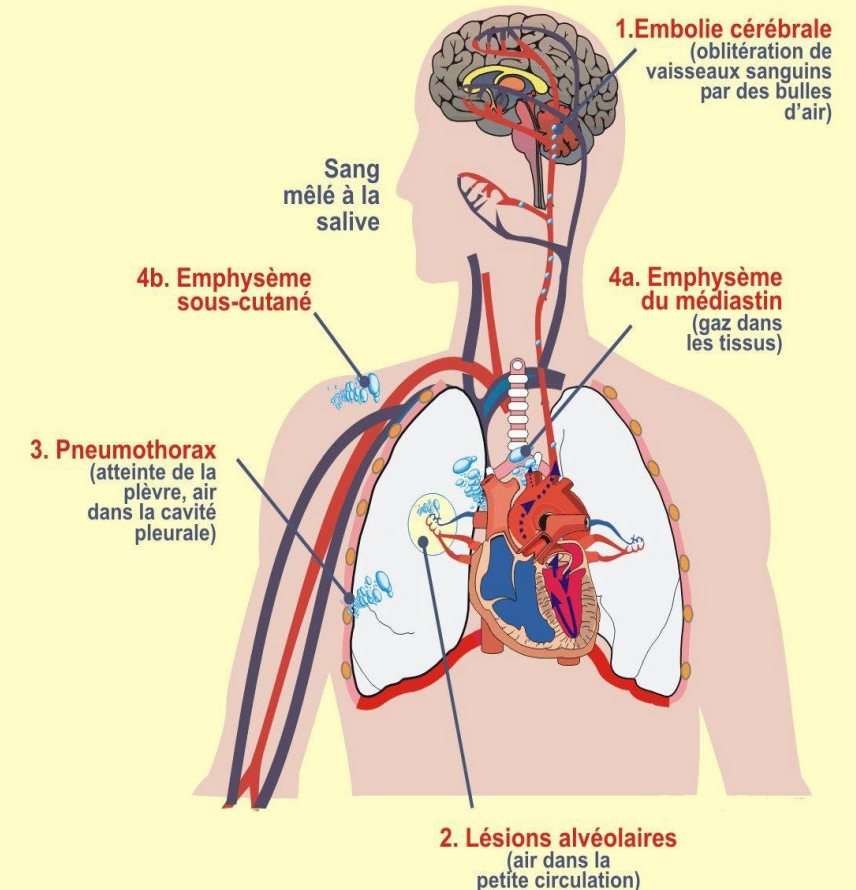
 - Pas d'accident : pas grave, pas sérieux, pas d'hôpital => pas de lésions.



- Signes 100 % pulmonaires

- Gênes thoraciques, toux
- Douleurs thoraciques
- Dyspnée (respiration difficile et inconfortable)
- Hémoptysie (toux ramenant du sang en provenance des voies respiratoires)
- Pneumothorax (présence anormale d'air dans la cavité pleurale)
- Pneumo médiastin (présence d'air dans la cavité au centre du thorax)
- Emphysème sous-cutané (la diffusion sous la peau d'air ou de gaz divers)

SURPRESSION PULMONAIRE





- Signes 80 % neurologiques

- Troubles de la vigilance
- Troubles visuels
- Accident vasculaire cérébral
- Hémiplégie (paralysie)
- Convulsions
- Souvent associés aux signes pulmonaires

- Prévention

- jamais de remontée glotte fermée
- toujours **expirer à la remontée**
- jamais d'air à un apnéiste
- remontée à **vitesse contrôlée** <10m/min





- Conduite à tenir

- déséquiper le plongeur
- faire respirer de l'oxygène au masque à 15 l/min
- allonger le plongeur dans la position la plus confortable
- position $\frac{1}{2}$ assise si difficultés respiratoires
- PLS si inconscient
- appel des secours
- rester auprès du plongeur, si son état devait se dégrader

ATTENTION : risque de décès

3. Les sinus

- * 2 maxillaires
- * 1-2 frontaux

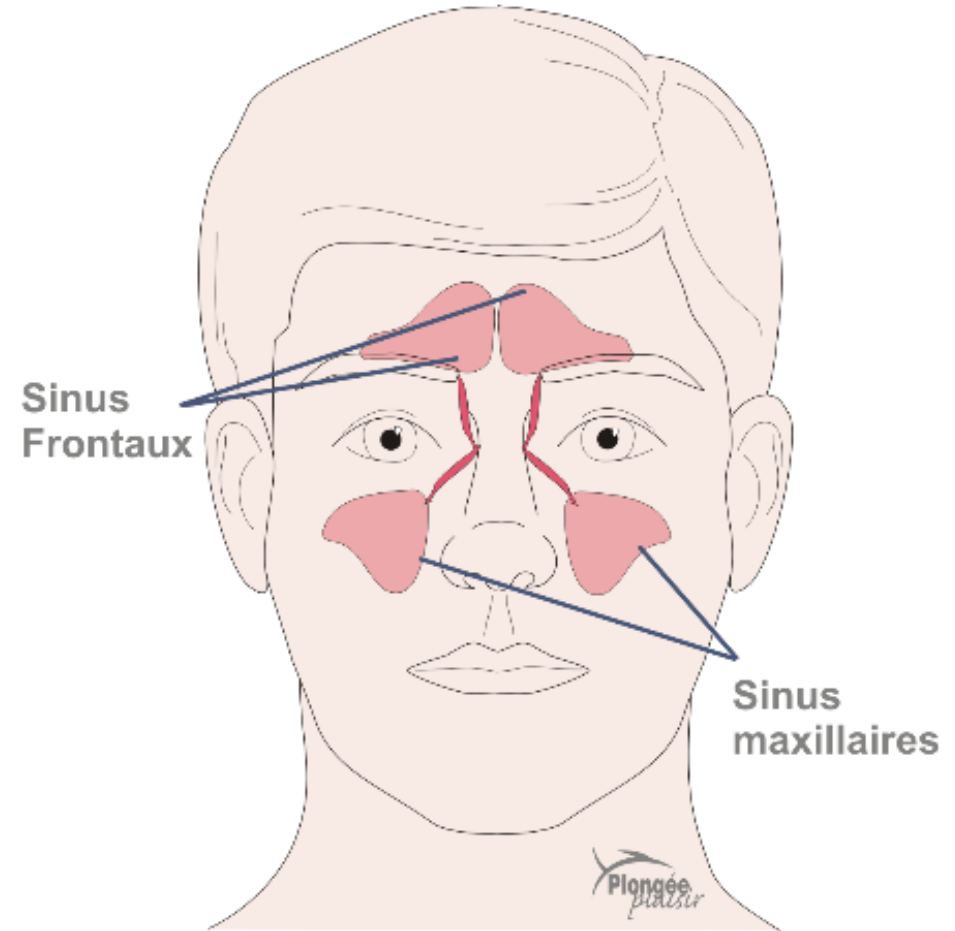
- * Reliés par un fin canal à la cavité nasale

Cavité remplie d'air :

Sert à humidifier et réchauffer l'air

Sert à alléger la boîte crânienne

Obstruction des canaux nez / sinus => Équilibrage pression difficile





- Mécanismes

- A la descente - effet ventouse
- A la remontée - effet surpression

- Prévention

Ne pas plonger si état grippal ou rhume

Immersion de type phoque plutôt que canard

Eviter le froid !!

Anti-douleurs, anti-congestionnant

- Conduite à tenir

- Si douleurs à la descente : ne pas forcer, STOP plongée et remontée
- Si douleurs à la remontée : remontée lente
- Fin des plongées en fonction de la gravité
- Attendre la guérison complète et rechercher les facteurs favorisants

- Signes

- Douleurs de type sinusite
- Douleurs de type « coups de couteau »
- Rhinorragies (saignements du nez)

=> Favorisés par rhume, grippe, allergies

4. Le visage - masque



- Mécanismes

- A la descente
- Effet ventouse. Surpression extérieure. Dépression intérieure

- Prévention

- Sangle du masque peu serrée
- A la descente : souffler par le nez, équilibrer les pressions

- Conduite à tenir

- Accident bénin
- Pas de traitements
- Si problème persiste, consulter un médecin (ORL si possible)

- Signes

- Œdèmes et ecchymoses du visage
- Hémorragies conjonctivales
- Empreinte de la jupe du masque

5. Dents



- Effet ventouse (descente) - effet pression (remontée)
- Douleurs - Plombage qui saute - Eclatement
- Dentiste - Vérifier les plombages

CT: A la descente, interrompre la plongée

A la remontée, interrompre la remontée voir redescendre, remontée lente

6. Intestins

- Dilatation (remontée)
- Douleurs (colique) - Gaz - Rupture intestinale (très rare)
- Aliments sans ferments - Boissons non gazeuse - Mouvements

CT: Interrompre la remontée, voir redescendre, évacuer les gaz



Accidents biochimiques / toxicité des gaz

Loi de Dalton : à température donnée, la pression d'un mélange gazeux est égale à la somme des pressions qu'auraient chacun des gaz s'il occupait le volume seul.

Pression partielle

La pression exercée par chacun de ces gaz au sein du mélange

$P_{pg} = \text{Pression absolue} \times \% g$

$P_{abs} = P_{pg1} + P_{pg2} + P_{pg3} + P_{pg4} + \dots$

Air et Nitrox

$P_{abs} = P_{pO_2} + P_{pN_2}$

Chaque gaz devient toxique à partir d'un certain seuil, d'une certaine Pression partielle (Pp)



1. La narcose

- Mécanismes

La narcose est due à l'augmentation de la pression partielle d'azote ($P_p N_2$).

- 4 bars pour tout le monde
- 3,2 bars pour les personnes les plus sensibles.
- Dangereuse à 5,6 bars

- Signes

étourdissement, vertiges, altération du raisonnement, troubles de l'attention, absence de signes, non respect des consignes



- Conduite à tenir

- Réduire la pression partielle de N₂
- Remontée assistée
- Surveillance
- Poursuite de la plongée : dépend de l'environnement et du plongeur (ne pas redescendre !!)

- Prévention

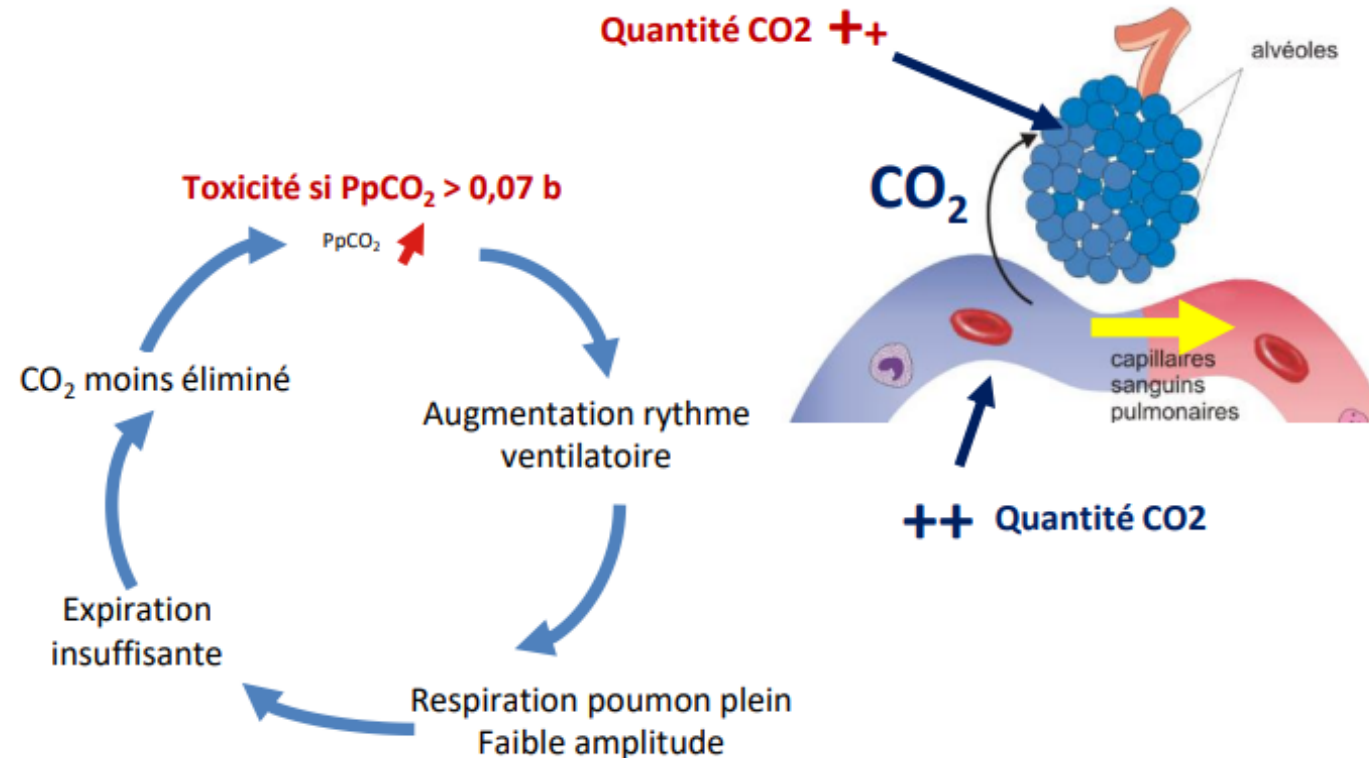
- Se méfier des profondeurs en eaux claires
- Se connaître
- Descente le long d'un tombant ou bout
- Si descente tête en bas, faire feuille-morte avant de se retourner

2. Essoufflement



- Mécanismes

L'essoufflement est dû à l'augmentation de la quantité de dioxyde de carbone (CO_2) dans le sang





- Causes

Fatigue, froid, effort, stress, profondeur, matériel (détendeur, bouteille)

- Conduite à tenir

- Cesser tout effort
- Forcer l'expiration
- Evacuer le CO₂
- Remontée assistée
- Arrêt de la plongée (si espace 30-60 m)

3. HYPEROXIE



- Mécanismes

Neurotoxicité de l'O₂ - Effet Paul Bert si PpO₂ > 1,6

- Causes

Profondeur, les mélanges suroxygénés, le Nitrox

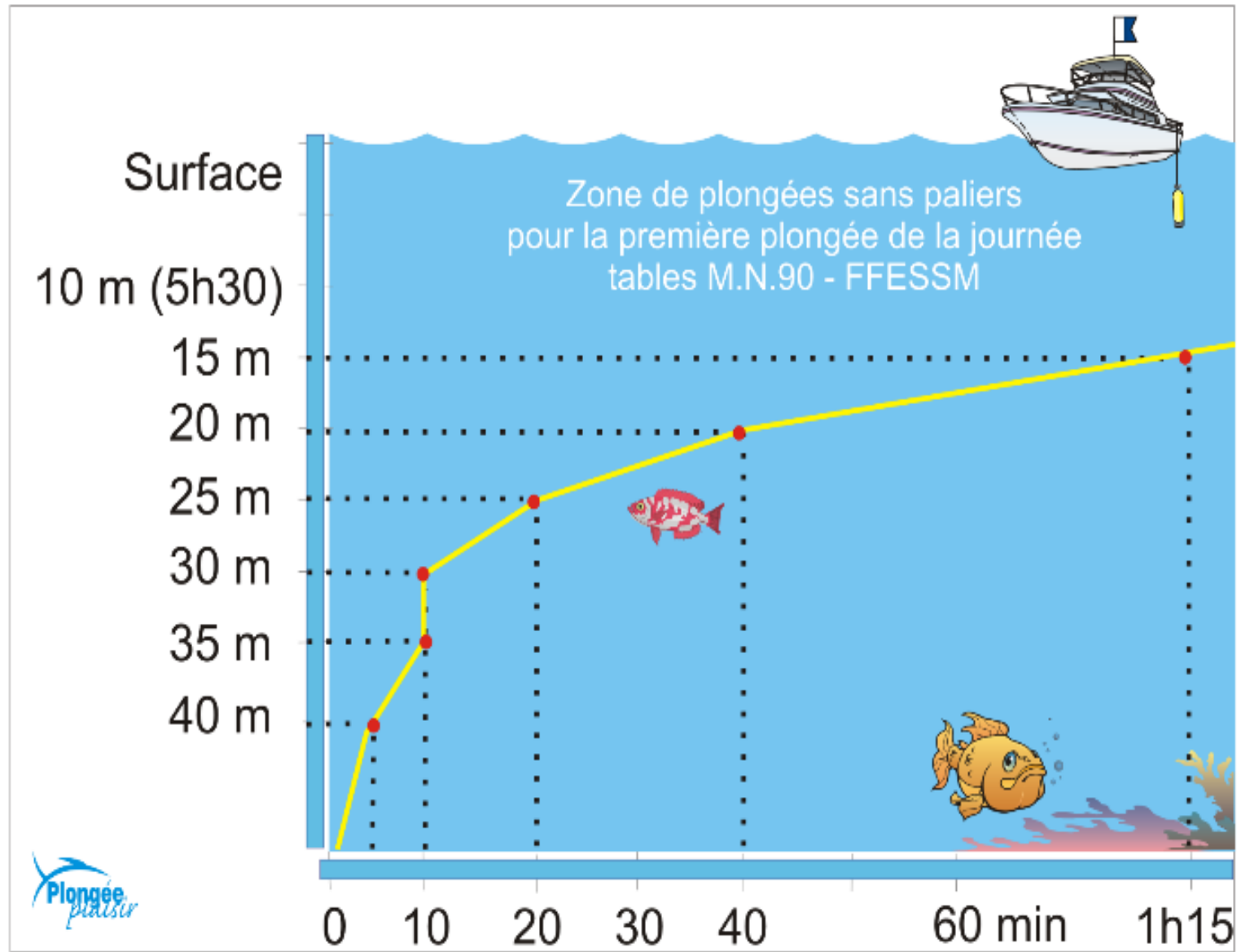
- Conduite à tenir

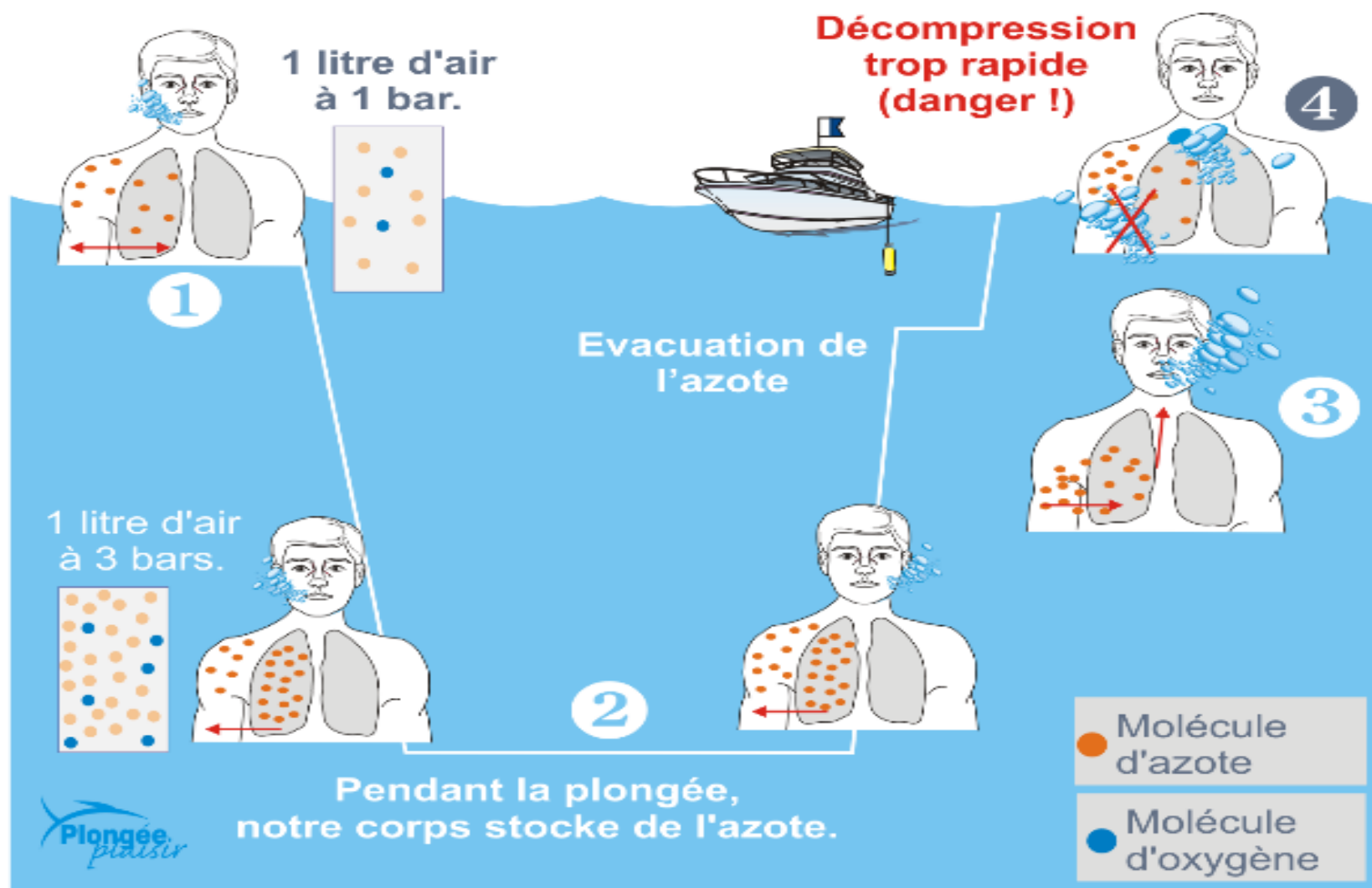
- Cesser tout effort
- Forcer l'expiration
- Evacuer le CO₂
- Remontée assistée
- Arrêt de la plongée (si espace 30-60 m)



ACCIDENTS DE DECOMPRESSION

- Le plus connu
 - Mécanisme très complexe
 - Conséquences parfois dramatiques
 - Causes pas toujours très claires
-
- Mécanismes
 - Le responsable : l'azote (N_2), la bulle, le plongeur
 - Dégazage anarchique, non contrôlé, en plongée scaphandre à saturation selon des modalités environnementales peu précises







- Différents types d'ADD

- Accident de type central (cerveau) : hémiparésie, monoparésie, parésies...
- Accident de type médullaire : coup de poignard, fourmillements et parésies...
- Accident labyrinthiques : oreille interne. Vertiges, nausées, déséquilibre, vomissements

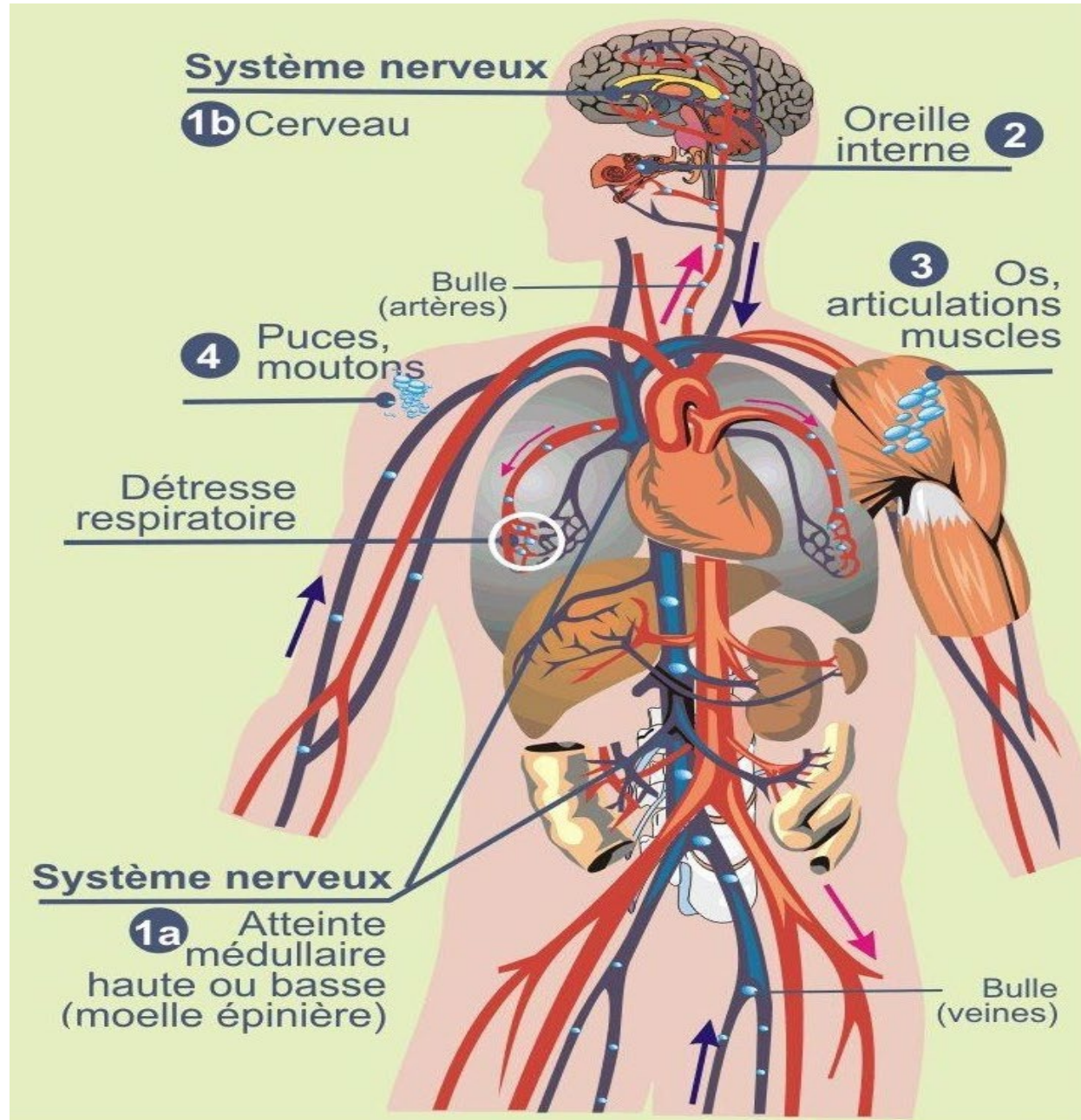
85 % des signes apparaissent en moins d'1 heure

- Autres types d'ADD

- Bends : douleurs violentes aux articulations (coude, épaule, poignet, hanche, genou, cheville...). Capsule articulaire inextensible
- Puces et moutons : bout du nez, pavillon des oreilles
- Malaise général, fatigue brusque et intense

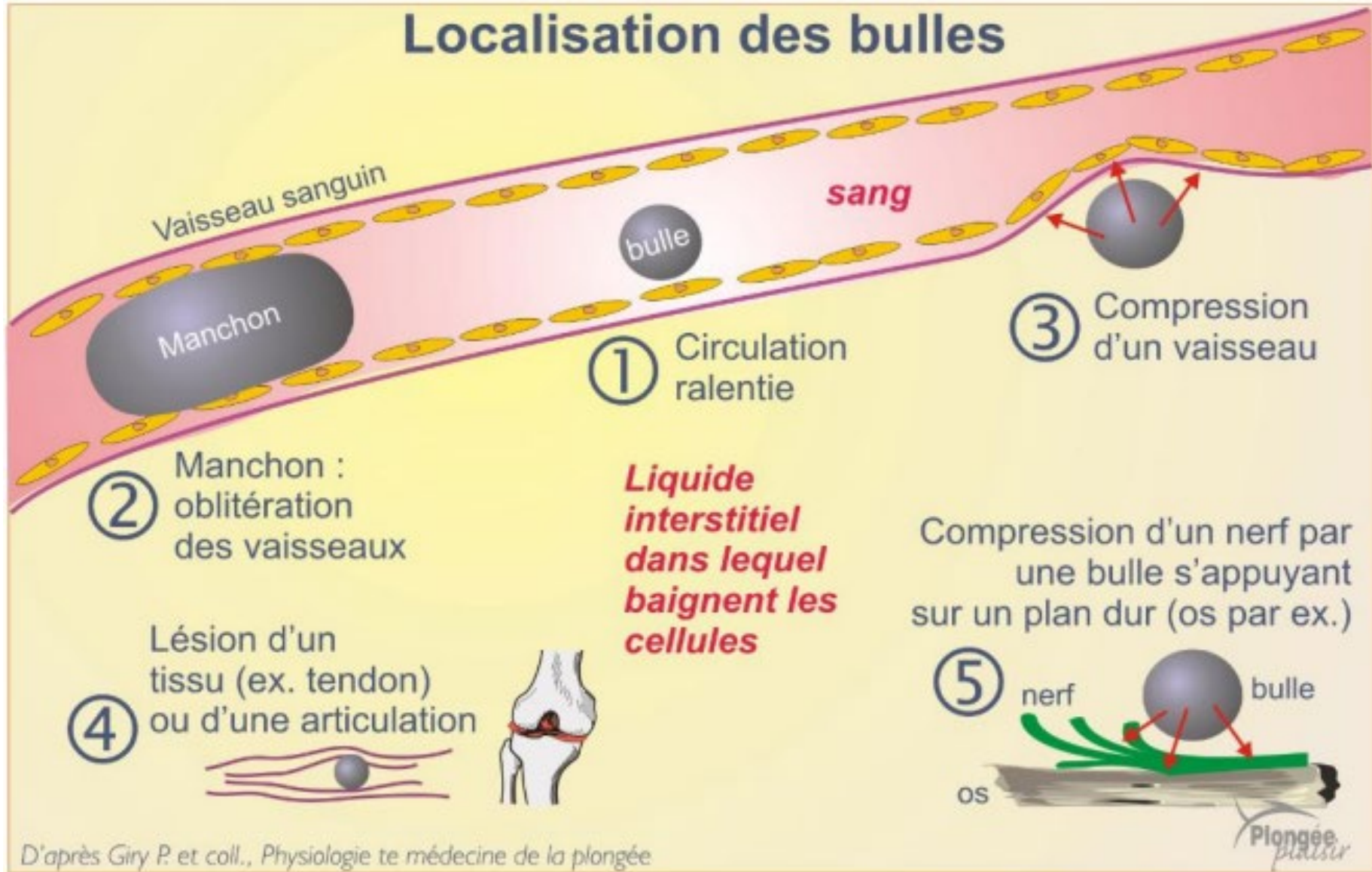
Apparition entre 2 et 12 heures...

Signes d'un ADD plus grave !!





Localisation des bulles



D'après Giry P. et coll., Physiologie et médecine de la plongée

Shunt (court-circuit)

Les bulles passent du sang veineux au sang artériel sans avoir été évacuées par les poumons

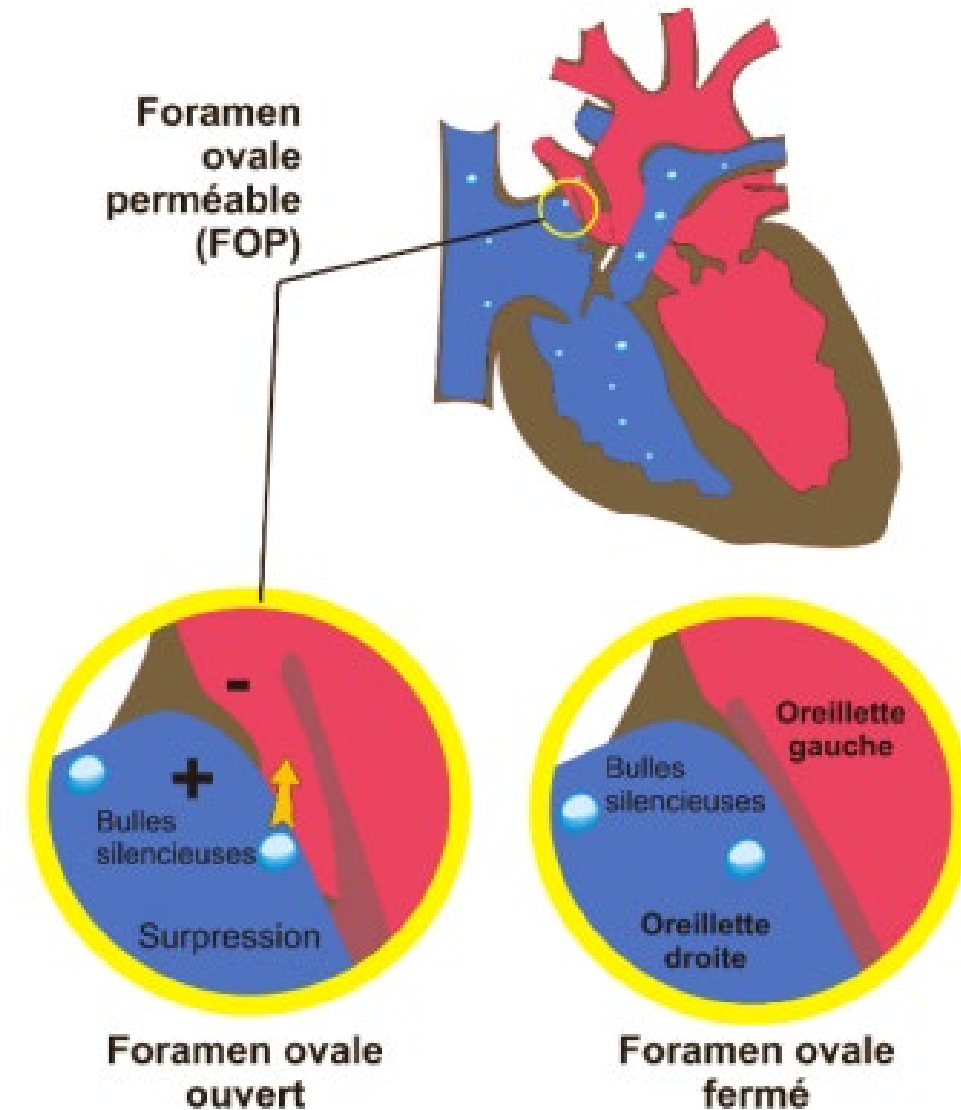
Soit un shunt pulmonaire

Les bulles passent dans le sang artériel au niveau des poumons

Soit un shunt cardiaque (FOP)

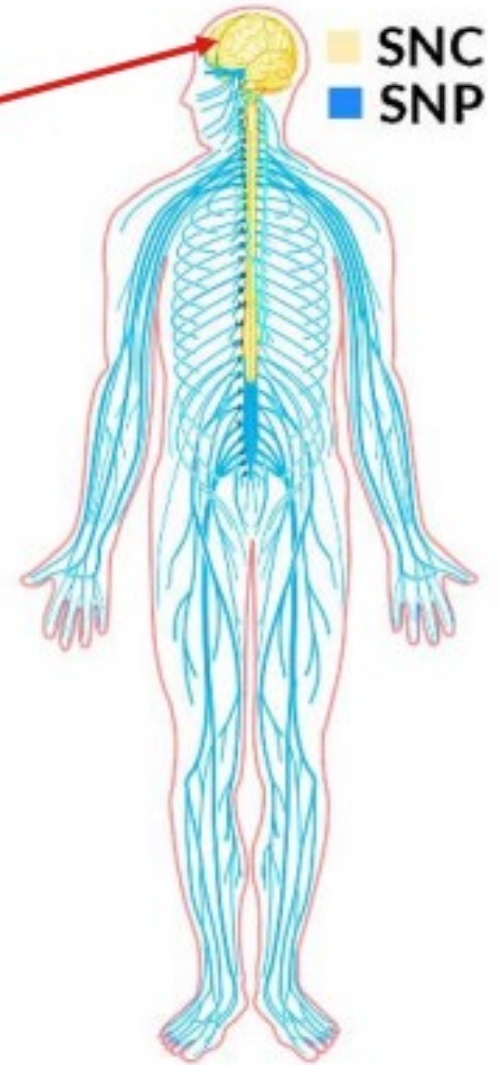
Les bulles passent d'un côté du cœur à l'autre

Pas de Valsalva à la remontée





Marmorata



• Prévention :



- **Avant la plongée** : pas de profils inversés, ni yoyo, 2 plongées par jour, 1 jour de repos / 6 jours
- **Pendant la plongée** : pas d'apnées, attention au froid !!
- **Après la plongée** : pas d'efforts, pas d'apnées, pas d'altitude, pas d'avion, hydratation !!

• Conduite à tenir :

- Prise en charge rapide
- O₂ à 15l/min au masque en permanence
- Allonger, couvrir et hydrater
- Evacuation vers un centre OHB (< 3 heures !!)
- Surveillance du blessé, surveillance de la palanquée

- Palier de décompression



**PALIER DE SECURITE 3 min
entre 3-5m**



- Replonger après un ADD

Pas de vrai consensus...

Rapport bénéfice / risque !!

Loisir VS professionnel

Médecin fédéral

Commission médicale et assurance

**Lorsqu'on suspecte un ADD
C'est un ADD
jusqu'à preuve du contraire**

La consommation en air selon la profondeur

Les facteurs d'augmentation de la consommation :

- la profondeur : l'air respiré est plus lourd en raison de sa compression. L'effort inspiratoire est plus important.
- le froid
- le stress
- l'effort
- la physiologie de chaque individu

RISQUE DE PANNE D'AIR

profondeur	Pression absolue	volume pulmonaire	volume d'air détendu	masse volumique de l'air	poids du volume d'air
0	1 b	6 l	6 l	1,3	7,8 g
10 m	2 b	6 l	12 l	1,3	15,6 g
30 m	4 b	6 l	24 l	1,3	31,2 g
70 m	8 b	6 l	48 l	1,3	62,4 g

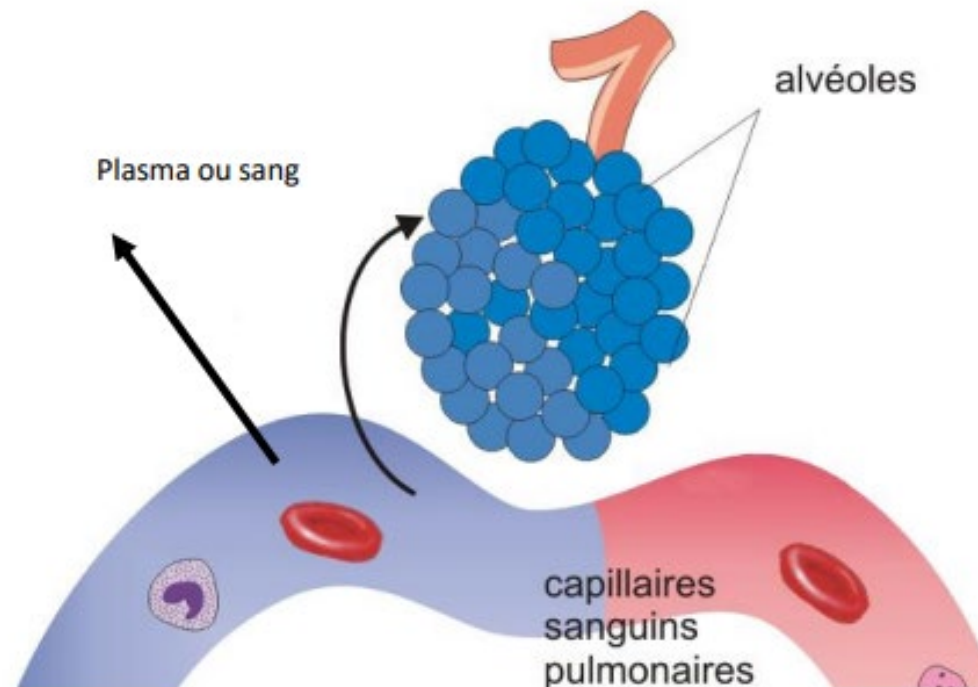
Œdème pulmonaire d'immersion (OPI)



Effraction barrière entre alvéoles et capillaires

Défaillance cardiaque Immersion => Blood shift => Régulé par la diurèse d'immersion

À lieu à la remontée



• Symptômes

- Ressentis et observés déjà sous l'eau
- À lieu à la remontée
- Je suis essoufflé, difficultés respiratoires (dyspnée)
- Toux, crachats sanglants
- Les cas extrêmes : Arrêt cardiaque, mort
- Risque d'ADD : rupture palier / remontée rapide

• Facteurs favorisants

- Froid plongée profonde (effet blood shift + air plus visqueux + bulles circulantes)
- Effort physique
- Le stress
- Hypertension artérielle (attention aux bêta-bloquant)
- Le sexe féminin
- L'hyperoxie (Nitrox)
- L'âge





- Conduite à tenir

- Alerter secours - VHF canal 16 - Tel 196 ou le 15
- O2 à 15 l / min
- Proposer de l'eau
- Réchauffer
- Vérifier les autres membres de la palanquée
- Mettre les ordinateurs de côté



Comparatif

	OPI	Surpression Pulmonaire	ADD
Apparition des symptômes	Début au fond et lors de la remontée. S'aggrave à la remontée. Au début similaire à un essoufflement, sauf qu'il ne passera pas.	Immédiatement après la plongée, en surface. Contrairement à l'OPI, ne se déclenche pas sous l'eau.	Après la plongée et jusqu'à 24 h après la plongée.
Causes	Multiplés : Hypertension Nitrox Effort physique Plongée profonde	Expiration inexistante ou insuffisante à la remontée. Vitesse de remontée trop rapide.	Plongée saturante Non respect procédure de désaturation
Profil plongeur	Tous	Débutant	Expérimenté
Spécificités	Tendance à la récurrence Peut survenir chez l'apnéiste	Peut arriver chez le GP débutant qui oublie de se protéger lui-même en voulant aider les membres de sa palanquée.	Si ADD neurologique (oreille, marmorata, etc.) tendance à la récurrence Nécessite détection d'un FOP (échographie transoesophagienne)

Le froid en plongée



- Le froid

Est une agression thermique qui entraîne des pertes énergétiques. Ces pertes vont se solder par un refroidissement du corps qui peuvent être causes d'accident (hypothermie) voir la plupart du temps de facteurs aggravants (essoufflement, risque ADD).

- L'homme est homéotherme

Il ne peut survivre qu'à la condition de maintenir sa température centrale (cerveau, organes du thorax et de l'abdomen) aux alentours de 37°C . Dans l'eau, nous nous refroidissons 25 fois plus vite que dans l'air. La neutralité thermique dans l'eau (pas d'échange thermiques) est à 33°C , contre $24/26^{\circ}\text{C}$ dans l'air.



Pour lutter contre le froid, l'organisme va réagir de deux phénomènes physiologiques

▪ Réduire les pertes caloriques : Vasoconstriction périphérique

Diminution de la surface d'échanges thermiques, en réduisant la circulation sanguine aux extrémités (doigts, mains, pieds), et la concentration de la chaleur vers les organes internes.
Création de chaleur : thermogénèse.

▪ Création de chaleur (thermogénèse) :

Lorsque la vasoconstriction ne suffit plus à faire remonter la température interne, un deuxième phénomène entre alors en jeu par un travail musculaire :

- Chair de poule, frissons
- Crampes, tremblements
- Hyperventilation
- Grande pâleur ou vasoconstriction cutanée

La noyade



- Définition

Toute intrusion de liquide dans les voies aériennes pulmonaires entraînant le **décès**

- Etape finale de **TOUT** accident de plongée non maîtrisé correctement
- Anoxie cérébrale après 3 min avec des lésions irréversibles

- 2 formes

- Noyade primaire : inhalation active et consciente de liquide. Estomac se remplit d'abord, puis les poumons (noyé bleu)
- Noyade secondaire : inhalation **réflexe** et **inconsciente** du liquide. Perte de connaissance et réflexe inspiratoire par stimulation secondaire du CO₂ (noyé blanc)

Avion, altitude et plongée



- Cas général

Après une plongée, l'azote résiduel met 12 à 24 heures pour être évacué quasiment en totalité. Durant cet intervalle, toute baisse de la pression ambiante peut favoriser un dégazage anarchique de l'azote en excès et augmenter les risques d'accident de désaturation. Pour se prémunir contre ce risque, il suffit d'appliquer des consignes simples.

- Avion

Ne pas prendre l'avion dans les heures qui suivent une plongée. Les cabines étant pressurisées à 0,8 bar environ, les passagers passent en quelques minutes d'une pression atmosphérique de 1 bar au niveau de la mer à 0,8 bar, ce qui équivaut à une altitude de 2000 m.

Sur les ordinateurs de plongée un pictogramme s'affiche indiquant le temps minimum avant de pouvoir prendre l'avion.

Pour des vols à une altitude inférieure à quelques centaines de mètres (300 ou 500 m) à bord d'avions non pressurisés - c'est le cas pour certaines liaisons inter îles - cette question ne se pose pas.



- Altitude

Ne pas monter en altitude dans les 12 heures qui suivent une plongée, par exemple pour skier.

Il faut être d'autant plus vigilant que la phase de montée est rapide (exemple téléphériques).

Ce délai standard peut être raccourci, soit en utilisant des tables de plongée spécifiques (exemple Bühlmann, Hahn), soit en utilisant un ordinateur de plongée indiquant l'altitude maximum autorisée après une plongée

Attendre 24h avant de prendre l'avion permet de réduire le risque d'accident de désaturation quasiment à zéro et laisse **une grande marge de sécurité dans bon nombre de cas (par exemple, une plongée à 15 m sans palier ne produit pas le même niveau de saturation qu'une plongée à 40 m avec paliers**



MERCI





Vertige alerno-barique

Ce phénomène, souvent bénin, se produit généralement lors de la remontée. Assez fréquent (10% des plongeurs), il est dû à un manque de perméabilité de l'une des deux trompes d'Eustache, ce qui retarde l'équilibre des pressions dans l'une des deux oreilles moyennes. Les informations transmises aux organes de l'équilibre (vestibule) n'étant pas symétriques, il en résulte un vertige bref et fugace avec désorientation. La conduite à tenir consiste à déglutir, sans jamais faire de Valsalva.



BLOOD SHIFT

Lors de l'immersion, l'augmentation de la pression environnante provoque un transfert de sang, appelé blood-shift, depuis la périphérie vers le thorax. Cela correspond à un volume estimé entre 250 et 700 ml qui conduit à une élévation de la pression artérielle pulmonaire (PAP)

DIURESE D'IMMERSION

Réaction du corps humain cherchant à diminuer le volume sanguin par production d'urine. Elle produit chez le plongeur une sensation d'envie d'uriner, légitime et naturelle.