

# **PLONGÉE NIVEAU 2**

## **THEORIE - Partie III**



**Saison 2007 - 2008**

# Sommaire

## 1ère Partie : Un peu de Physique

1- Les Pressions	Page 5
2- Le théorème d'Archimède	Page 7
3- La loi de Mariotte	Page 8
4- La loi de Dalton	Page 10
5- La loi de Henry	Page 11
6- Optique	Page 13
7- Acoustique	Page 15

## 2ème Partie : Anatomie/Physiologie

1- L'oreille	Page 17
2- Le système cardio-vasculaire	Page 19
3- Les échanges gazeux	Page 21

## 3ème Partie : Les accidents de plongée

1- Les barotraumatismes	Page 24
2- Les accidents de décompression	Page 28
3- L'essoufflement	Page 32
4- La noyade	Page 34
5- Le froid	Page 36
6- Les accidents liés au milieu	Page 38

## 4ème Partie : La Désaturation

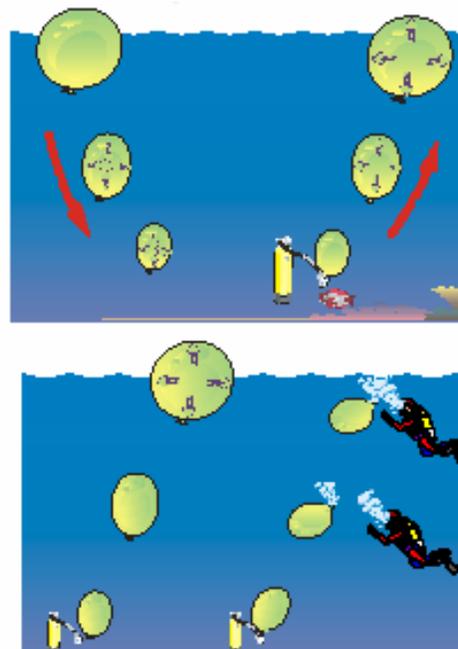
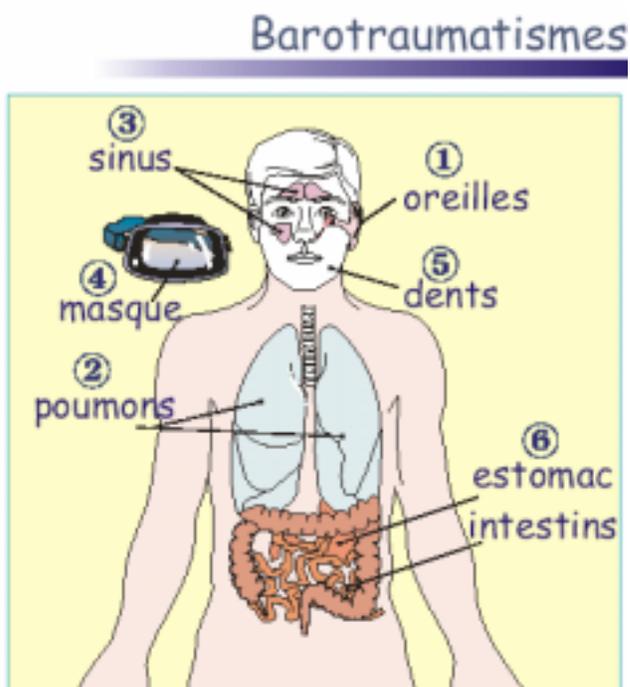
1- Les Tables	Page 41
---------------	---------

## 5ème Partie : Matériel et Réglementation

1- Matériel	Page 49
2- Réglementation	Page 53

## **3<sup>ème</sup> Partie : Accidents de plongée**

## 1- BAROTRAUMATISMES



Nous sommes constitués de solides (os), de liquides (sang...) et de cavités remplies de gaz (oreilles, sinus, poumons...).

Contrairement aux solides et aux liquides qui sont pratiquement incompressibles, les gaz suivent la Loi de Mariotte ; ils se compriment quand le plongeur descend et se détendent à la remontée.

Ce sont les variations de volume (liées à la variation de pression) qui peuvent être la cause des accidents mécaniques.

Nous allons donc porter notre attention sur les 6 régions concernées par les accidents barotraumatiques :

### 1. Les oreilles :

Elles sont très souvent sollicitées à la descente, et constituent le cas le plus fréquent d'atteintes barotraumatiques.

	<b>A la descente</b>	<b>A la remontée</b>
<b>Causes</b>	Augmentation de la pression sur le tympan => déformation	Possible décalage d'équilibre des pressions dans les trompes d'eustache
<b>Symptômes (effets)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Gêne qui devient vite une douleur vive et insoutenable pouvant aller jusqu'à la rupture du tympan (coup de poignard) =&gt; bourdonnement, sifflement...</li> <li>✓ Troubles des centres d'équilibre (vertige alerno-bariques : vertiges brefs et fugaces avec complète désorientation et nausée)</li> <li>✓ Troubles de l'audition...</li> </ul>	
<b>Conduite à tenir</b>	Si persistance des troubles, il est nécessaire de consulter un spécialiste	
<b>Prévention</b>	Pratique d'une technique d'équilibrage : méthodes dites « actives » ou méthodes dites « passives »	Eviter de pratiquer des méthodes dites actives, et en cas de vertiges alerno- bariques penser à déglutir très fréquemment

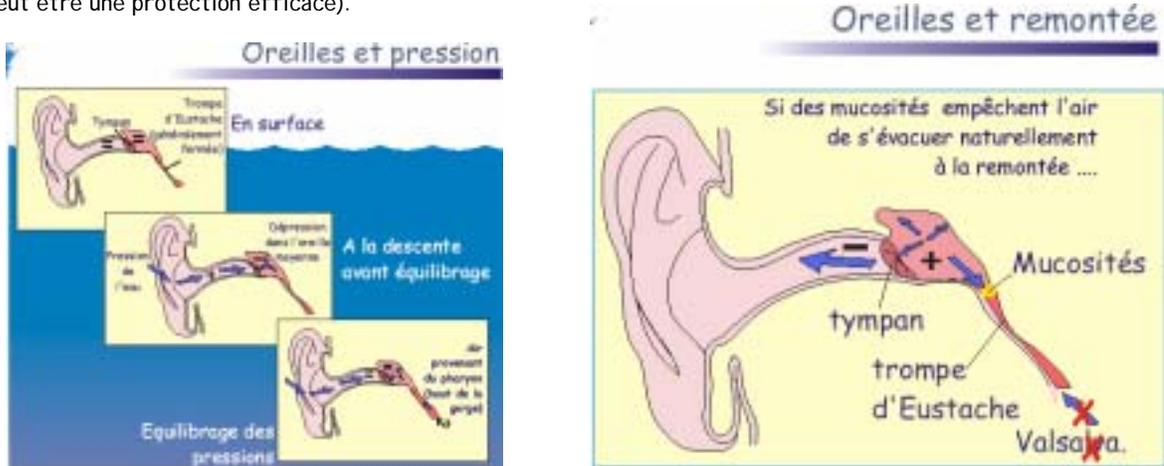
**NB : Les méthodes dites « actives »** conduisent à forcer l'ouverture de la trompe d'Eustache en créant une hyperpression mais qui peuvent être traumatisantes et à ne surtout jamais pratiquer à la remontée (Valsalva, Frenzel)

**Les méthodes dites « passives »** consistent à maintenir la trompe d'Eustache ouverte sans hyperpression, en jouant sur les muscles qui commandent son ouverture (déglutition, Bécance Tubulaire Volontaire)

**Remarques :**

Il est également conseillé, pour ne pas traumatiser les oreilles, de ne pas plonger enrhumé, et de privilégier les immersions « en phoque » plus lentes que les immersions « en canard » et en cas de douleur de remonter puis de redescendre doucement.

En mer chaude, rincer abondamment les oreilles à l'eau douce pour éviter tout risque d'otite infectieuse (un corps gras peut être une protection efficace).



**2. Les poumons :**

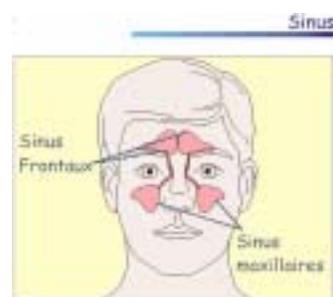
La surpression pulmonaire est l'accident barotraumatique le plus grave, et peut être facile à éviter.

	A la descente	A la remontée
<b>Causes</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Dilatation de l'air contenu dans les poumons</li> <li>✓ Blocage de l'expiration</li> <li>✓ Expiration insuffisante</li> </ul>
<b>Symptômes (effets)</b>	<p><b>EFFETS IMMEDIATS</b>  <u>1<sup>er</sup> cas : cas bénin</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Difficultés respiratoires</li> <li>✓ Douleurs thoraciques</li> <li>✓ Pas de crachats sanglants</li> <li>✓ Petit état de choc (agitation verbale et physique)...</li> </ul>	

	2 <sup>ème</sup> cas : cas grave	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Embolie cérébrale : convulsions (idem crise épilepsie), hémiplégie, quadriplégie, troubles de la parole et/ou vision</li> <li>✓ Trouble cardiaque</li> <li>✓ Emphysèmes : sous-cutané, du médiastin</li> <li>✓ Pneumothorax</li> <li>✓ Crachats sanglants...</li> </ul>	
<b>Conduite à tenir</b>	<b>Idem ADD</b> Alerter les secours, allonger, réchauffer, surveiller Administrer de l'oxygène pur en inhalation (diffusion en permanence si personne consciente) ou insufflation (remplace le bouche à bouche si personne inconsciente) Proposer de l'aspirine et hydrater	
<b>Prévention</b>	Avoir les poumons en bon état (pas d'asthme) Travailler et acquérir les bons automatismes	Ne jamais bloquer l'expiration et insister sur l'expiration en cas de remontée rapide : ne pas faire de Valsalva Etre vigilant dans les 10 derniers mètres

### 3. Les sinus :

Les sinus sont des cavités osseuses en communication avec l'extérieur (fosses nasales) par l'intermédiaire de petits canaux. Si ces voies de communication sont obstruées (rhume, sinusite, malformation...), l'équilibre des pressions ne peut pas s'effectuer.



	<b>A la descente</b>	<b>A la remontée</b>
<b>Causes</b>	L'air est comprimé et cette dépression peut provoquer une hypersécrétion des muqueuses, voire un décollement	L'air se dilate et ne peut s'échapper jusqu'à l'écrasement des muqueuses
<b>Symptômes (effets)</b>	✓ Violente douleur faciale, en général au front ou à la mâchoire supérieure...	
<b>Conduite à tenir</b>	Si persistance des troubles, il est nécessaire de consulter un spécialiste (ORL)	
<b>Prévention</b>	Remonter de quelques mètres, puis redescendre lentement Au besoin retirer le masque et se moucher Ne jamais insister en cas de douleur persistante	Redescendre un peu puis remonter très lentement

#### Remarques :

En cas de rhume ou de sinusite, il faut bien sur éviter de plonger.

### 4. Le masque :

Il s'agit d'un incident mineur qui touche surtout les débutants mal informés ou mal équipés (masque trop serré).



	<b>A la descente</b>	<b>A la remontée</b>
<b>Causes</b>	L'air contenu dans le masque se comprime. Le masque se déforme jusqu'à se plaquer sur le visage qui peut provoquer un « effet ventouse » qui crée un œdème de la face	
<b>Symptômes</b>	✓ Poche de sang sur l'œil (comme un œil au beurre noir)	

<b>(effets)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Troubles de la vision, douleurs aux yeux qui peuvent être injectés de sang</li> <li>✓ Saignement de nez</li> <li>✓ Paupières tuméfiées...</li> </ul>
<b>Conduite à tenir</b>	Il est conseillé de consulter un ophtalmologiste
<b>Prévention</b>	Très simple, il suffit de souffler de l'air par le nez dans le masque pendant la descente

### 5. Les dents :

Il y a un risque, en cas d'existence de cavité (carie mal soignée, couronne mal ajustée...).

	<b>A la descente</b>	<b>A la remontée</b>
<b>Causes</b>	De l'air emprisonné peut se comprimer	De l'air emprisonné peut se dilater. Si l'orifice est trop petit, l'air ne peut pas s'échapper librement et son volume augmente
<b>Symptômes (effets)</b>	✓ Violentes douleurs pouvant entraîner des syncopes ou des douleurs persistantes après la plongée	
<b>Conduite à tenir</b>	En cas de problème, remonter plus lentement que préconisé dans les derniers mètres	
<b>Prévention</b>	Consulter régulièrement son dentiste	

### 6. L'estomac :

	<b>A la descente</b>	<b>A la remontée</b>
<b>Causes</b>		Les gaz provenant de la fermentation des aliments ou de l'air avalé peuvent se dilater
<b>Symptômes (effets)</b>	✓ S'ils ne peuvent s'échapper naturellement, ils provoquent de fortes douleurs abdominales pouvant entraîner une syncope	
<b>Conduite à tenir</b>	Consulter un spécialiste	
<b>Prévention</b>	A titre préventif, éviter d'absorber trop de féculents	

## 2- LES ACCIDENTS DE DECOMPRESSION

### 1. Introduction :

Le niveau 2 représente l'autonomie du plongeur dans la zone médiane (20M). Vous devrez être en mesure de gérer votre plongée en totalité, de la mise à l'eau au retour sur le bateau, en respectant les procédures de décompression. La décompression est une phase essentielle qui exige une remontée lente et la réalisation de paliers (temps et profondeur) lorsqu'ils sont nécessaires.

Cette phase de décompression demande un comportement adapté du plongeur, avant, pendant et après la plongée. Un non respect peut amener le plongeur à l'accident de décompression (ADD). Les accidents de décompression (appelés encore accidents biophysiques), mettent en jeu plusieurs lois physiques (Dalton : composition du mélange respiré, Mariotte : diamètre des bulles et surtout Henry : dissolution des gaz).

### 2. Rappels :

#### 2.1. Loi de Dalton :

L'air est un mélange gazeux composé de 20% de O2 et 80% de N2.

$$PP_{\text{gaz}} = \%_{\text{gaz}} \times P_{\text{abs}}$$

Avec,  $PP_{\text{gaz}}$  : Pression partielle du gaz dans le mélange (bar)  
 $\%_{\text{gaz}}$  : Pourcentage du gaz dans le mélange (%)  
 $P_{\text{abs}}$  : Pression absolue (bar)

Exemple : A la surface,  $P_{\text{abs}} = 1 \text{ bar}$      $PP_{\text{N}_2} = 0,8 \times 1$                        **$PP_{\text{N}_2} = 0,8 \text{ bar}$**   
 $PP_{\text{O}_2} = 0,2 \times 1$                                        **$PP_{\text{O}_2} = 0,2 \text{ bar}$**

« La pression totale exercée par un mélange gazeux est égale à la somme des pressions partielles de chacun des gaz constituant le mélange ».

$$P_{\text{abs}} = \sum PP_{\text{gaz}}$$

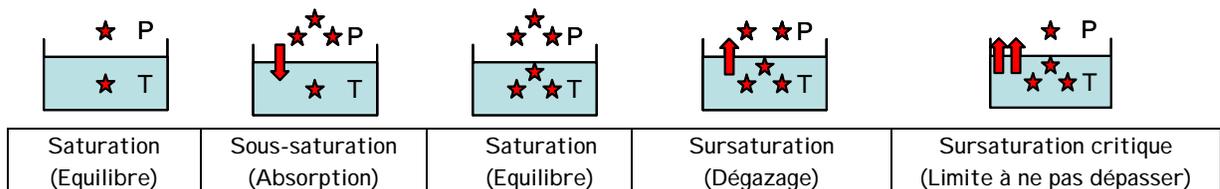
Exemple : Si  $PP_{\text{N}_2} = 0,8 \text{ bar}$  et  $PP_{\text{O}_2} = 0,2 \text{ bar}$ , alors  **$P_{\text{abs}} = 0,8 + 0,2 = 1 \text{ bar}$**

#### 2.2. Loi de Henry :

« A température donnée, la quantité de gaz dissous dans un liquide est proportionnelle à la pression du gaz exercée à la surface du liquide ».

On appelle « **P** » : la pression exercée par le gaz sur le liquide  
 « **T** » : la quantité de gaz dissous dans le liquide

Les différents états :



Le gaz met un certain temps pour être absorbé par les tissus, et inversement, l'organisme va le rejeter progressivement.

### 2.3. L'absorption (3):

Nous avons vu que les échanges gazeux se faisaient au niveau du filtre pulmonaire : à l'inspiration, le sang se charge en O<sub>2</sub> et en N<sub>2</sub> et à l'expiration, l'organisme rejette par les voies aériennes les déchets (dont le CO<sub>2</sub>) et le N<sub>2</sub>.

### 3. Le mécanisme :

Pendant la plongée, nous respirons de l'air comprimé. La pression absolue étant supérieure à la pression en surface, il y a déséquilibre entre la quantité de N<sub>2</sub> présente dans les alvéoles et la concentration de N<sub>2</sub> présente dans le sang et les tissus (sous saturation) : l'organisme va donc absorber et stocker l'Azote à chaque cycle respiratoire.

A la remontée, le déséquilibre va s'inverser : notre sang contient plus d'Azote que l'air des poumons (sursaturation). La quantité d'Azote supplémentaire dans l'organisme va passer dans le sang, sous forme de petites bulles d'Azote (dites silencieuses) pour être évacuée par les poumons.

A partir d'une certaine quantité de N<sub>2</sub> dissoute dans l'organisme (dépend du temps et de la profondeur de la plongée), il est nécessaire de faire des paliers de décompression, pour laisser le temps à l'organisme de libérer l'Azote naturellement à chaque expiration.

L'organisme a besoin de 12h à 24h, voire plus, pour désaturer complètement. La décompression continue donc après la fin de la plongée.

### 4. Les causes :

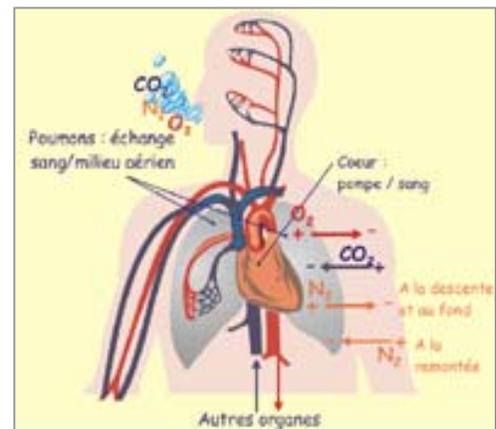
A la remontée, l'azote dissous peut reprendre sa forme gazeuse et former des bulles dans le sang et les tissus, en particulier si la vitesse de remontée est trop rapide.

Si le diamètre des bulles reste de petite taille, les bulles dites « silencieuses » sont éliminées par le filtre pulmonaire.

Si le diamètre devient trop important et/ou si les bulles s'associent entre-elles, nous sommes dans l'état dit de sursaturation critique (bouteille de champagne brutalement ouverte) : risque majeur d'accident pouvant survenir dans l'eau, en surface, dans les minutes ou les heures qui suivent.

### 5. Les symptômes :

Les symptômes dépendent de la localisation des bulles (présentent dans les veines, artères, tissus). Les bulles vont ralentir la circulation, boucher, comprimer un vaisseau, comprimer un nerf. Elles empêchent les tissus d'être oxygénés, les séquelles peuvent donc être irréversibles si on n'apporte pas de l'oxygène rapidement.



### 5.1. Système nerveux :

Cerveau :	Hémiplégie gauche ou droite Paralysie des 4 membres et du tronc (tetra / quadriplégie) Troubles de la parole et de la vision
Moelle épinière :	Monoplégie (paralysie des muscles d'un membre) Paralysie des 4 membres et du tronc (tetra / quadriplégie) Paraplégie (2 jambes et/ou tronc : vessie, intestins)

## 5.2. Oreille interne :

Vertiges, nausées, surdité

## 5.3. Os, articulation et muscles (les bends) :

Violentes douleurs très localisées, sans pertes fonctionnelles

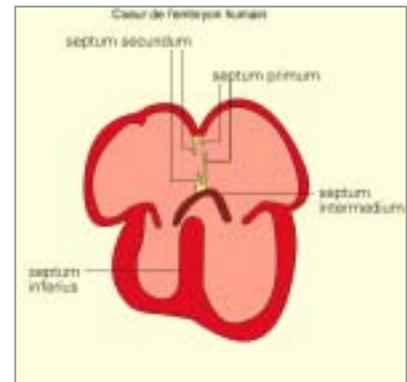
## 5.4. Manifestations cutanées (les puces et moutons) :

Principalement en plongée en combinaison étanche  
Démangeaisons localisées, boursouflures

## 5.5. En cas d'ouverture du FOP :

Si la cloison est rouverte à cause d'une surpression (Valsalva à la remontée ou effort), des bulles peuvent passer de la petite circulation vers la grande circulation et vont « instinctivement » monter vers le cerveau et/ou l'oreille et provoquer une embolie cérébrale.

**Un accident de décompression se traduit également par une grande fatigue générale : il faut toujours rester vigilant et attentif.**



## 6. Conduite à tenir :

**La rapidité des secours est primordiale !**

### 6.1. Oxygéner :

Pour assurer la survie des organes vitaux, mettre l'accidenté sous oxygène pur (15l/min), jusqu'à l'arrivée des secours.

### 6.2. Alerter les secours :

VHF : canal 16, portable : 112

### 6.3. Hydrater :

Pour fluidifier le sang et améliorer la circulation (eau plate : 1 à 2l)

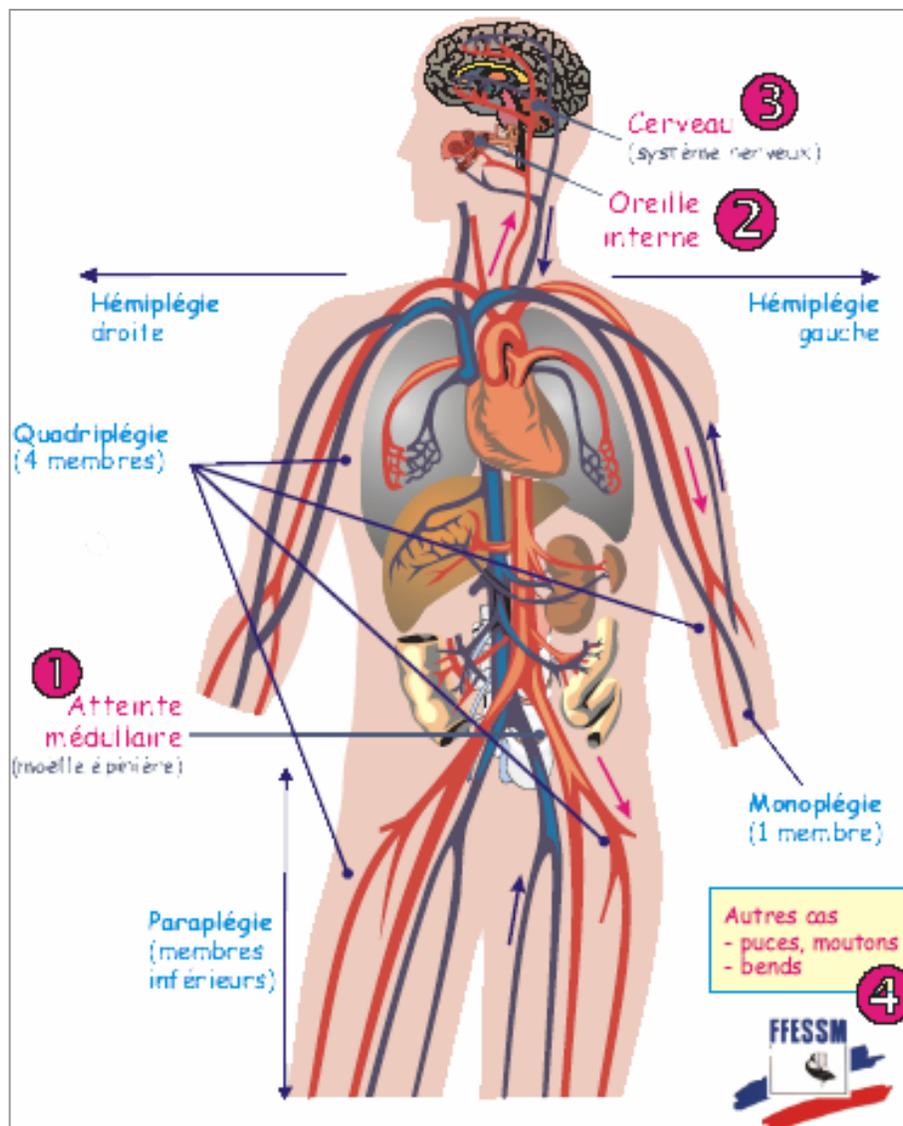
### 6.4. Proposer de l'aspirine :

Idem que §6.3 Il faut également penser à noter les paramètres de la plongée, les incidents éventuels...

## 7. Prévention :

**Avant la plongée :** Ne pas plonger en cas de stress, de fatigue...

- Pendant la plongée :** Plus grande profondeur en début de plongée  
Pas d'effort violent  
Equilibrer les oreilles en douceur  
Eviter les « Yo-Yo »
- En fin de plongée :** Ne pas faire de Valsalva à la remontée  
Respecter les procédures de décompression (temps/profondeur)  
En cas d'essoufflement, de froid, d'effort, augmenter le temps de palier  
Ne pas s'agiter au palier et se ventiler correctement
- Après la plongée :** Ne pas monter en altitude  
Ne pas faire d'efforts violents (remonter une ancre...)  
Attendre au minimum 6h avant de pratiquer de l'apnée



## 3- L'essoufflement

### 1. Introduction :

Nous avons tous été essoufflés, en pratiquant une activité sportive autre que la plongée ; la respiration est saccadée, difficile, haletante, mais il suffit de s'arrêter pour reprendre, comme on dit, son souffle.

Parce qu'il est plus difficile de récupérer en plongée comme nous le verrons dans le cours ; les conséquences sont différentes et peuvent devenir dramatiques.

L'essoufflement est une intoxication par le CO<sub>2</sub> (catégorie des accidents biochimiques).

### 2. Rappel :

Voir les cours sur *Le système respiratoire et Echanges gazeux*.

### 3. Le mécanisme :

Nous avons vu qu'en immersion, la ventilation est perturbée par :

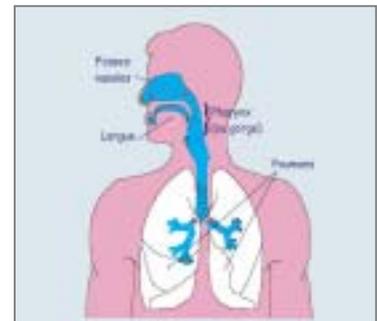
- La diminution des volumes pulmonaires
- Une expiration et une inspiration plus difficile à cause du détendeur (résistance mécanique)
- L'augmentation de la densité de l'air entraînant une diminution du débit ventilatoire

Lorsque nous faisons un effort, le système respiratoire s'adapte en augmentant l'amplitude et la fréquence de la ventilation. Mais lorsque ces limites sont atteintes (effort prolongé), la fréquence reste élevée mais pas l'amplitude :

➤ **Mauvais renouvellement de l'air** dans les alvéoles : **le CO<sub>2</sub> n'est pas évacué** et sa concentration augmente dans le sang.

Or, c'est cette concentration de CO<sub>2</sub> mesurée par un « récepteur » qui déclenche l'inspiration.

➤ **La ventilation devient de plus en plus rapide et superficielle jusqu'à l'essoufflement** => spirale



### 4. Les causes :

Les causes multiples peuvent être d'origine :

Humaine : Un effort inadapté (mauvaise condition physique) ou trop important (courant)  
 Une émotion, un stress, une angoisse favorisés par le milieu (conditions de la plongée, la profondeur, la visibilité...)

Technique : Un mauvais lestage, mauvais palmage, une position inconfortable dans l'eau

Matérielle : Un détendeur mal réglé, une bouteille mal ouverte  
 Une combinaison et /ou une stab trop serrées

Liée au Milieu : La visibilité, le courant, le froid.

## **5. Les symptômes :**

L'essoufflement va entraîner une consommation excessive non maîtrisée pouvant aller jusqu'à la panne d'air avec des **risques de noyade** et **d'accident de décompression** puisque les paliers ne seront pas réalisés.

Mais l'essoufflement peut également (et c'est souvent le cas) amener le plongeur à la panique qui alors n'a qu'une envie, celle de remonter respirer de l'air à la surface avec des **risques de noyade et de surpression pulmonaire**.

## **6. Conduite à tenir :**

Pour le plongeur confronté à un début d'essoufflement :

- Alerter ses coéquipiers
- Se forcer à expirer à fond
- Ne pas insister, même récupéré, un essoufflement peut récidiver

Si vous êtes confrontés à un plongeur essoufflé :

- Saisir le plongeur essoufflé
- Le remonter à l'aide des gilets à la vitesse préconisée
- Lui faire arrêter tout effort et tenter de le rassurer
- En surface, lui éviter tous les efforts supplémentaires, lui desserrer les sangles qui pourraient gêner sa ventilation et sur le bateau ouvrir sa combinaison pour l'aider à respirer.

## **7. Prévention :**

Ne pas plonger, si vous êtes déjà essoufflés en surface.

Si les conditions sont mauvaises (vagues, vent), immergez-vous à 3M et prenez le temps de récupérer de l'effort fourni pendant l'immersion avant de descendre plus profond.

En cas de courant, organisez votre plongée en conséquence : orientation (partir à contre-courant) et aidez-vous de l'environnement (se tenir aux rochers, rester à l'abri).

Rechercher des points d'appui si nécessaire (jamais plus profonds).

Ménagez vos efforts et ne plongez pas si vous êtes fatigués.

Apprenez à contrôler et adapter votre ventilation aux conditions de la plongée : insister sur l'expiration.

Entraînez-vous toute l'année pour travailler votre condition physique.

Utilisez du matériel révisé en bon état de fonctionnement.

## 4- LA NOYADE

Tout plongeur doit être conscient que l'eau n'est pas notre milieu. C'est là une évidence trop souvent oubliée. Muni de sa propre réserve d'air, un plongeur en scaphandre est moins soumis au risque de la noyade que les baigneurs ou les apnéistes.

### 1. Causes et mécanismes :

La noyade se définit par une inondation des voies aériennes qui entraîne un état de choc pouvant aller jusqu'à un arrêt respiratoire ou cardiaque. Les médecins distinguent deux types de noyades : primaires et secondaires.

#### 1.1. Primaire :

Il s'agit d'une inondation des voies aériennes sans perte de connaissance. Les causes possibles conduisant à cette noyade sont :

- ✓ l'inexpérience
- ✓ le manque de technique
- ✓ la panique
- ✓ un essoufflement
- ✓ une narcose
- ✓ le froid
- ✓ les conditions météorologiques (mer agitée, vague, vent, fort courant...)
- ✓ une mauvaise gestion du matériel
- ✓ le lestage
- ✓ une mauvaise gestion de sa réserve d'air...

#### 1.2. Secondaire :

Il s'agit d'une inondation des voies aériennes précédée d'une perte de connaissance consécutive à une syncope, un malaise cardiaque, un choc (roche, bateau...)

Dans ce cas, la reprise de conscience engendre le réflexe respiratoire (lorsque le taux de CO<sub>2</sub> dans notre organisme dépasse le seuil d'alerte - voir cours sur l'essoufflement) et donc l'inhalation d'eau.

#### 1.3. Symptômes :

Il existe différents degrés de gravité de la noyade, plus ou moins grave, allant d'une simple tasse à un état critique. Ils peuvent se caractériser par des difficultés respiratoires, un œdème pulmonaire, une perte de conscience, un arrêt ventilatoire, un arrêt cardiaque...

### 2. Conduite à tenir :

L'urgence des secours est primordiale. Si le cerveau n'est pas oxygéné en moins de 3 minutes il y a un risque de séquelles irréversibles. Passé ce délai, c'est la mort.

Par conséquent, les réflexes à prendre sont :

- ✓ Remonter l'accidenté
- ✓ Agir dans les secondes qui suivent l'incident

- ✓ En surface, maintenir les voies aériennes hors de l'eau en gonflant le gilet du noyé pour éviter l'inhalation d'eau en cas de reprise de conscience
- ✓ Alerter le bateau (signe de détresse, demande d'aide) et les secours
- ✓ Pratiquer des actes de secourisme (apport d'oxygène)
- ✓ Ne pas réchauffer

Le noyé sera évacué vers un centre hospitalier.

### 3. Prévention :

#### 3.1. En surface :

- ✓ Vérifier le matériel (bouteille ouverte, direct system branché, gilet...)
- ✓ Gonfler un peu son gilet avant de se mettre à l'eau
- ✓ Garder détendeur en bouche et masque sur le visage dès la mise à l'eau
- ✓ S'immerger rapidement en cas de mer agitée

#### 3.2. Sous l'eau :

- ✓ Rester groupé en palanquée (surveillance mutuelle)
- ✓ Surveiller la consommation d'air de la palanquée (retour surface avec 50 b minimum)
- ✓ Respecter ses prérogatives de profondeur

#### 3.3. A la remontée :

- ✓ Faire un tour d'horizon pour vérifier qu'il n'y a aucun obstacle (bateau...)
- ✓ Garder détendeur en bouche et masque sur le visage jusque sur le pont du bateau

Heureusement, le respect des consignes de sécurité comme rester groupé en palanquée ou le tour d'horizon avant de faire, ainsi qu'un apprentissage technique (nage) permettent de limiter les risques.

## 5- LE FROID

Le froid fait parti des risques (ou accidents) liés au milieu et peut être, par exemple, l'un des facteurs limitant la plongée.

Par ailleurs, l'homme est un animal à sang chaud qui doit maintenir sa température interne de son corps aux environs de 37 °C.

### 1. Causes et mécanismes :

Pour qu'il n'y ait aucune déperdition de chaleur au niveau de la peau dans l'eau, il faudrait que celle-ci soit à 33 °C, mais même dans les eaux les plus chaudes, ce n'est pas le cas. Nous nous refroidissons ainsi 25 fois plus vite dans l'eau que dans l'air, puisque nos mouvements dans l'eau dispersent la chaleur émise par notre corps.

Pour faire face à ce phénomène, nous utilisons des combinaisons de plongée (notre corps réchauffe l'eau emprisonnée dans notre combinaison).

Cependant, pour lutter contre le froid, l'organisme dispose d'un mécanisme de défense contre les variations de température du milieu ambiant : la thermorégulation. Cela consiste à réduire les pertes caloriques d'une part, et produire de la chaleur d'autre part.

#### 1.1. Réduction des pertes caloriques (vasoconstriction) :

Notre organisme va réduire ses pertes caloriques en diminuant l'afflux sanguin aux extrémités du corps (mains et pieds) pour concentrer la chaleur (le flux sanguin) sur les organes vitaux (cœur...). Par conséquent, nous allons ressentir un engourdissement des extrémités et une envie d'uriner (diurèse : le volume sanguin étant trop important au niveau du cœur, celui-ci va activer la fonction de vidange par les reins. Ainsi, une partie de l'eau contenue dans le sang passera dans la vessie, d'où ce besoin). Mais attention, si notre sang est appauvri en eau (fluidifiant), alors il sera de consistance plus épaisse limitant ainsi la circulation des bulles d'azote d'où un risque d'ADD.

#### 1.2. Production de chaleur (effort musculaire) :

L'organisme va, pour se défendre, émettre des frissons, puis des crampes, puis une hyperventilation pouvant entraîner un essoufflement (élimination insuffisante du CO<sub>2</sub> par la ventilation stimulant des chémorécepteurs qui commandent à l'organisme d'inspirer d'avantage, alors qu'il faudrait expirer).

Or ces mécanismes ne suffisent pas toujours. La température interne de notre corps va alors commencer à baisser, jusqu'à la perte de conscience dans les cas les plus extrêmes (longue exposition au froid).

#### Remarque :

Les enfants subissent plus rapidement les effets du froid en raison de leur morphologie. Ils sont ainsi limités à 25 minutes de plongée par jour (si la température de l'eau est inférieure à 23°C).

Nous pouvons noter comme facteurs favorisants : la profondeur (mer chaude), la fatigue, la mer, le vent, le courant, la déshydratation...

## 2. Conduite à tenir :

### 2.1. Avant immersion :

- ✓ S'alimenter et s'hydrater correctement : petit déjeuner et repas copieux (avec si possible des sucres lents). L'alcool est à proscrire.
- ✓ Se couvrir sur le pont du bateau (une sensation de froid avant immersion s'aggrave une fois dans l'eau)
- ✓ Avoir un équipement adapté au milieu (combinaison récente, bien ajustée, sans trous, avec manchons et suffisamment épaisse + gants, bottillons...)
- ✓ Ne pas plonger en cas de fatigue (manque de sommeil...)

### 2.2. En immersion :

- ✓ Éviter les mouvements brusques dans l'eau (augmentation de la circulation d'eau dans la combinaison)
- ✓ Limiter le temps de plongée, ainsi que les profondeurs
- ✓ Avertir votre palanquée dès les premiers symptômes et commencer à remonter tous ensemble
- ✓ Faire un palier de sécurité après une remontée à vitesse contrôlée pour éviter tout accident de décompression (le froid est un facteur favorisant)

### 2.3. Après immersion :

- ✓ Se sécher sans se frotter ni frictionner
- ✓ Se couvrir (et si possible se mettre à l'abri du vent)
- ✓ Boire une boisson chaude et sucrée (jamais d'alcool)
- ✓ Attendre que le corps se réchauffe progressivement

## 6- LES ACCIDENTS LIES AU MILIEU

### 1. Introduction :

Nous sommes sensibilisés aux accidents graves et nous avons tendance à mettre de côté les risques liés au milieu, qui souvent n'occasionnent que de simples « bobos », mais peuvent être à l'origine de situations plus dramatiques.

Les accidents abordés ci-dessous ne représentent pas une liste exhaustive, mais plutôt une mise en garde des dangers potentiels auxquels nous pouvons être confrontés, avant, pendant et/ou après la plongée.

### 2. Les animaux marins :

A part quelques espèces rarissimes (requins), les animaux marins ne se défendent que lorsqu'ils sont agressés. A nous de les éviter, encore faut-il pouvoir les voir !

Symptômes	Les responsables	Conduite à tenir	Prévention
Brûlures	Méduse, anémone, corail de feu...	Laver la plaie et consulter un médecin	Eviter de les toucher, porter une combinaison
Morsures	Congre, murène...	Désinfecter et consulter un médecin	Ne pas toucher, ne pas nourrir
Piqûres	Oursin, raie, étoile de mer, holothurie, rascasse, chapons, poisson pierre, cône...	Retirer l'épine ou le dard. Désinfecter et passer sous l'eau chaude. Risque d'hospitalisation	Ne pas toucher

### 3. Le courant :

Le courant n'est pas toujours considéré comme un danger. Il faut distinguer les plongées dérivantes et les plongées au mouillage (retour au bateau).

Plongée dérivante : le plongeur est « largué » et se laisse transporter par le courant. Il remonte au parachute pour être récupéré.

Plongée au mouillage : si le courant est mal apprécié au départ, le retour au bateau peut être très difficile (risque d'essoufflement), voire impossible et le plongeur peut rapidement être hors de vue du bateau.

Un fort vent peut être assimilé à du courant de surface.

Conduite à tenir :

- Etre vigilant sur le sens de l'exploration (partir à contre courant)
- Eviter de s'essouffler (ne pas perdre de temps en surface, s'accrocher à la ligne de vie)
- Signaler sa présence en surface (sifflet de la stab, parachute..)

### 4. Les vagues :

Pour les plongeurs sensibles au mal de mer, les vagues peuvent vite tourner au cauchemar. Quelques conseils pour éviter les situations désagréables :

- Sur le bateau : S'équiper dans le port au calme,  
Prendre un traitement contre le mal des transports,  
Lors de la mise à l'eau, veiller à ne pas être projeté sur le bateau

- En surface : Ne pas s'attarder,  
Se mettre à l'eau par palanquée en évitant de refaire surface,  
Ne pas se tenir au mouillage
- En fin de plongée : Eviter de devoir faire des paliers,  
Si palier, plutôt le réaliser vers 5 m (plus confortables qu'à 3 m),  
Ne pas se tenir au mouillage,  
Faire attention en remontant à l'échelle

### 5. Les eaux troubles :

Le manque de visibilité peut avoir 2 désagréments : perte de sa palanquée et orientation difficile.

Conduite à tenir :

- Perte de palanquée : Pour l'éviter, rester groupé, utiliser une lampe (à éclats)  
En cas de perte, se dégager du fond, observer les bulles autour de soi, remonter un peu, observer. Si personne, remonter à la surface (à la vitesse des petites bulles) et se signaler au directeur de plongée.
- Orientation : Limiter le temps et la profondeur de la plongée  
Limiter le champ d'exploration,  
S'adapter à l'environnement

### 6. Les plongées dites « techniques » :

Les grottes, les tunnels, les plongées de nuit et épaves sont des plongées « techniques ». Ceux sont des types de plongées spécifiques qui nécessitent un briefing particulier et précis du directeur de plongée.

Conseils : Etre vigilant sur la consommation de la palanquée (grotte, tunnel),  
Limiter la profondeur et les parcours compliqués (plongée de nuit),  
Eviter de rentrer dans les endroits trop confinés, à plusieurs et mal équilibrés (grotte, tunnel)  
Chaque plongeur doit posséder une lampe

### 7. Les pièges :

Les embarcations (l'été, sur la côte d'azur par exemple) :

Conduite à tenir : Eviter de remonter loin du mouillage,  
Remonter au parachute,  
Etre à l'écoute (même si dans l'eau ce sens est perturbé),  
Etre vigilant à l'approche en surface

Les filets et cordages :

Conduite à tenir : S'en tenir éloigné  
Si pris au piège, éviter de s'agiter et alerter son coéquipier : ne jamais décapeler, avoir sur soi un couteau ou une tenaille