

# Prévention des accidents sur les voies aériennes

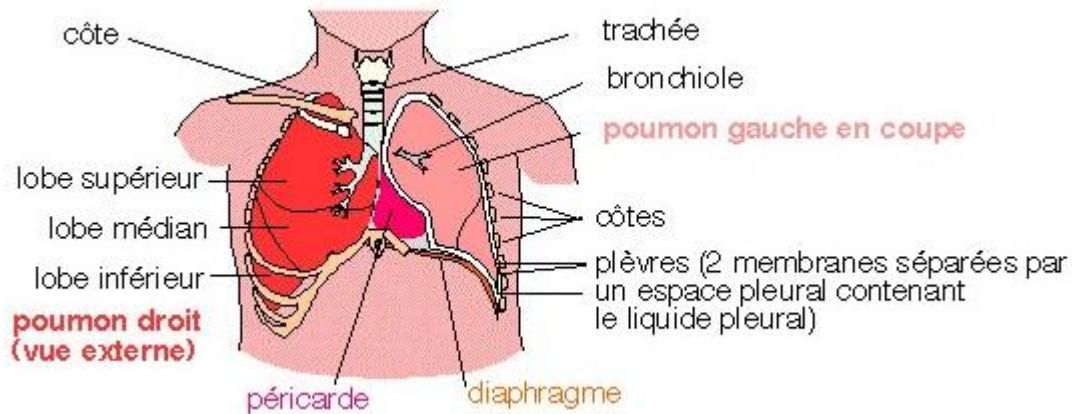
Objectif de séance : Connaître comment peuvent survenir  
l'essoufflement, la surpression pulmonaire, l'intoxication et la noyade

- I/ Quelques rappels d'anatomie
- II/ L'essoufflement
- III/ La surpression pulmonaire
- IV/ Intoxication au CO
- V/ La noyade
- VI/ Rôle du guide de palanquée dans tout ça

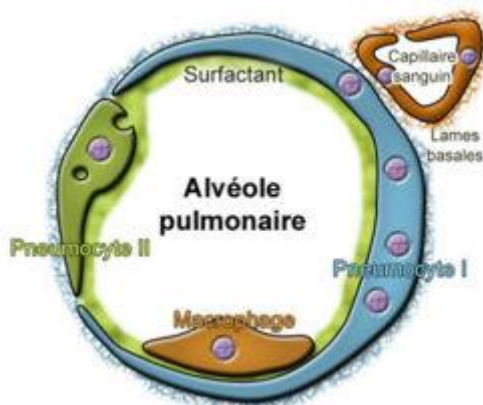
Les voies aériennes sont le siège de possibles accidents qui sont souvent graves étant donné qu'ils portent atteintes aux échanges gazeux.  
Sans oxygène, la vie est beaucoup plus difficile...

# I/ Quelques rappels d'anatomie

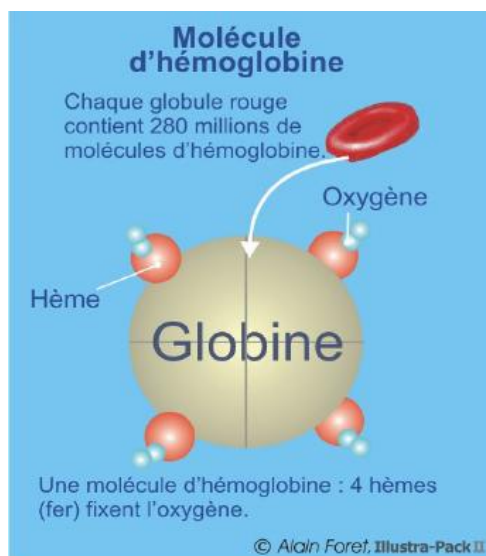
## 1. Voies aériennes inférieures



## 2. Schéma en coupe d'une alvéole



## 3. Molécule d'hémoglobine



## II/ L'essoufflement

On se souvient que l'adaptation du rythme et/ou de l'amplitude ventilatoire est commandée (entre autres) par des informations en teneur sanguine en CO<sub>2</sub>.

Les causes conduisant à une augmentation non supportable du CO<sub>2</sub> peuvent être classées en causes externes (exogènes) ou internes (endogènes).

L'essoufflement est la manifestation ventilatoire de l'hypercapnie (intoxication au CO<sub>2</sub>).

### **1. Causes et facteurs favorisants**

- Mauvaise qualité de l'air respiré
- Fin de bouteille, bloc mal ouvert
- Détendeur mal réglé, trop dur donc tirage plus fort de l'air
- Espace mort (tuba trop long et trop étroit)
- Apnée prolongée en plongée bouteille
- Manque de maîtrise technique (lestage trop important, mauvaise position...)
- Effort non contrôlé ou non adapté (mauvaise condition physique)
- Facteurs émotifs : peur, angoisse
- Réaction au froid...

*Cette liste n'est évidemment pas exhaustive...*

L'eau étant 800 fois plus dense que l'air, elle entraîne donc une production plus importante de CO<sub>2</sub>.

Ce phénomène étant encore amplifié avec la profondeur...

Quelques chiffres :

<b>Gaz</b>	<b>Air inspiré</b>	<b>Air expiré</b>
O <sub>2</sub>	21 %	16 %
N <sub>2</sub>	79 %	79 %
CO <sub>2</sub>	0,03 %	<b>5 %</b>

## 2. Mécanisme et symptômes de l'hypercapnie

La teneur maximum en CO<sub>2</sub> que nous pouvons supporter sans troubles est de 1%, soit à la pression atmosphérique PpCO<sub>2</sub> = 0,01 bar. Au delà les problèmes commencent :

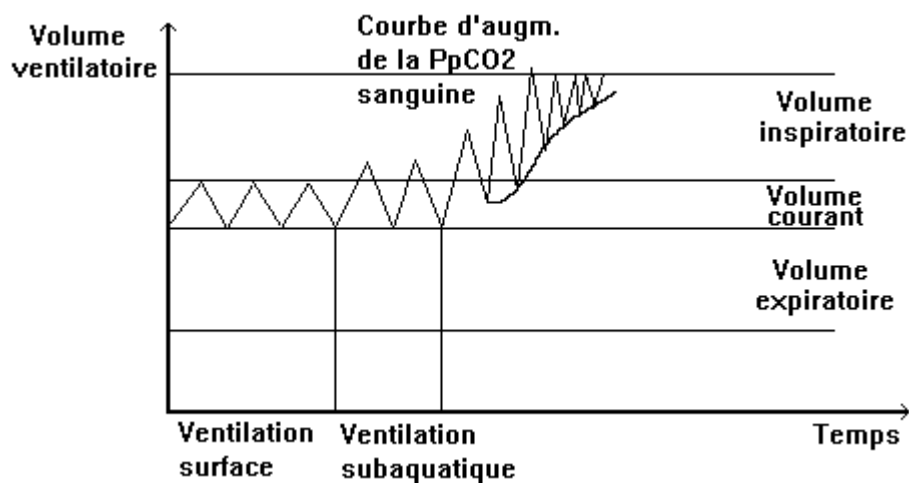
<b>Si la PpCO<sub>2</sub> atteint :</b>	
0,02 bar (2% en surface)	Augmentation de la fréquence ventilatoire
0,03 bar (3% en surface)	Maux de tête
0,04 bar (4% en surface)	Maux de tête violents - Sensation d'oppression
0,06 bar (6% en surface)	Suffocation
0,07 bar (7% en surface)	Perte de connaissance
Au delà	Mort

Exemple d'aggravation du problème avec la profondeur :

Si la pression partielle de CO<sub>2</sub> en surface atteint 2%

	<b>10 mètres</b>	<b>20 Mètres</b>	<b>30 mètres</b>	<b>40 mètres</b>
<b>2% de CO<sub>2</sub></b>	4%	6%	8%	10%

Le diagramme ventilatoire varie de la manière suivante :



\* Conséquences en plongée :

- Favorisation de la narcose en profondeur et de l'hyperoxie
- Favorisation de l'accident de décompression et/ou de la surpression pulmonaire
- Favorisation de la noyade

En résumé,

Tout effort nécessite un apport accru d'O<sub>2</sub> aux cellules qui, en contrepartie, rejettent une plus grande quantité de CO<sub>2</sub>.

L'essoufflement apparaît quand la régulation de la ventilation atteint ses limites : fréquence élevée mais faible amplitude, la PP CO<sub>2</sub> augmente au niveau alvéolaire puis au niveau artériel et le cercle vicieux se déclenche. La respiration devient de plus en plus superficielle et l'asphyxie s'installe.

### **3. Conduite à tenir**

- Faire arrêter tout effort
- Calmer le plongeur
- Remonter pour faire baisser la PpCO<sub>2</sub>, assistance ou sauvetage
- Expirer ou faire expirer à fond
- Augmenter le temps de palier si possible
- Si essoufflement sévère, mettre sous O<sub>2</sub> au retour

Au premier signe exprimé ou visible d'augmentation du rythme ventilatoire, remonter le plongeur en maintenant le détendeur en bouche. En effet, deux types de situation peuvent se présenter :

- Plongeur débutant : il aura probablement pas mal de difficultés à « récupérer » en immersion et il faudra de toute manière le remonter.
- Plongeur confirmé : il aura probablement déjà tenté de combattre son début d'essoufflement et devra être remonté pour reprendre un rythme normal.

Attention néanmoins à vous adapter : si vous constatez juste un début d'essoufflement sans aucune panique, une assistance peut être suffisante...

### **4. Prévention**

La prévention de l'essoufflement reste avant tout du domaine de l'information et de la connaissance de ses propres limites. Une mauvaise orientation de la palanquée dans un courant, un effort violent non contrôlé (ex : mise en place du mouillage), un froid intense, un mauvais palmage de sustentation... conduisent à l'augmentation importante du rythme ventilatoire et, donc à un risque d'essoufflement. C'est la maîtrise de la technique individuelle personnelle qui est la meilleure prévention.

En faisant également attention à la prise d'air pour le gonflage des bouteilles...

**Important : Ne pas plonger avec un début d'essoufflement**

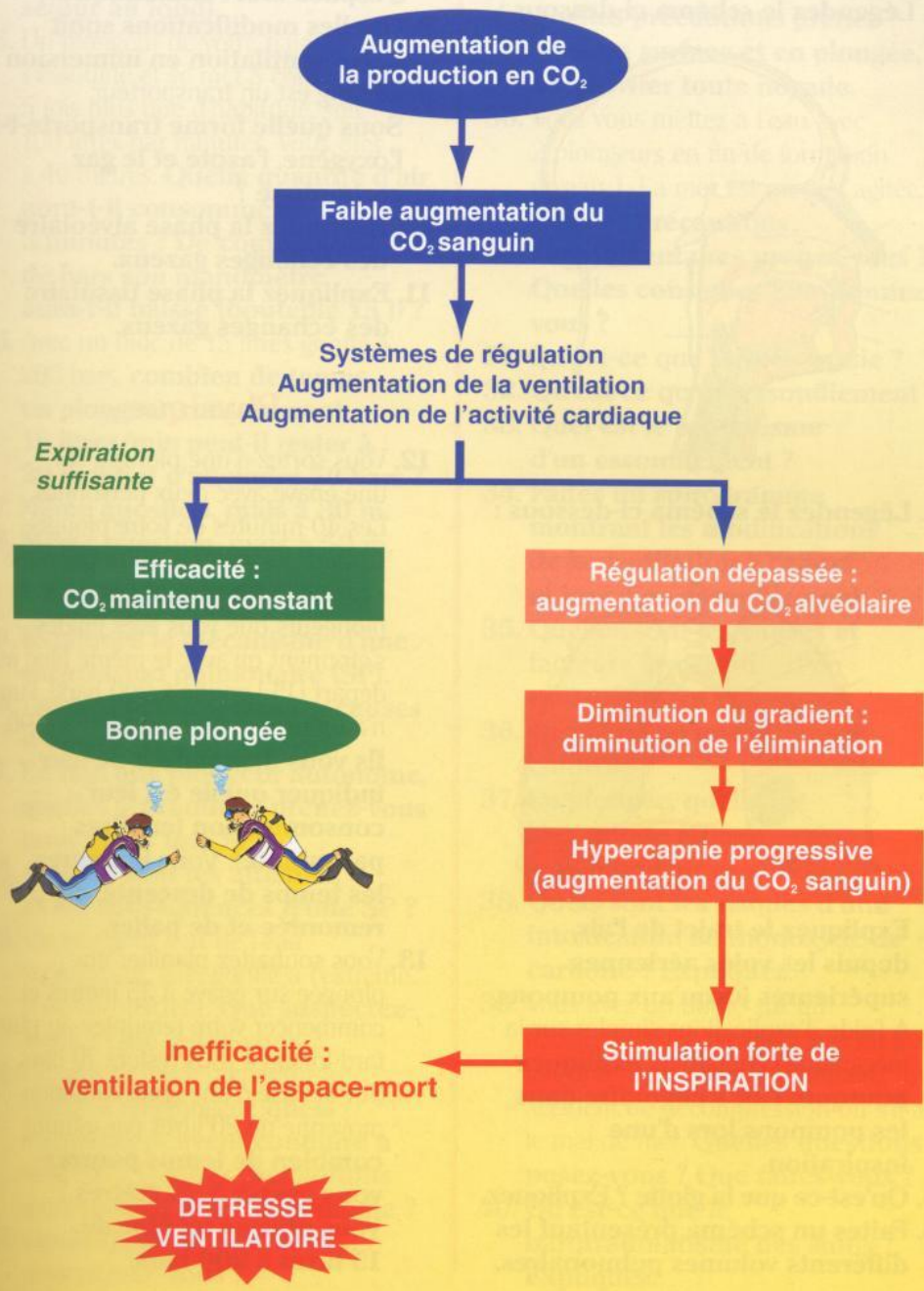




**AIDE-MÉMOIRE**

# LA MONTEE VERS L'ESOUFLEMENT

Tableau d'après Claude Duboc, revue SUBAQUA (FFESSM) n° 172



- C1
- C2
- C3
- C4
- C5
- C6
- C7

## III/ La surpression pulmonaire

C'est un barotraumatisme qui est souvent des plus graves mais qui peut heureusement être évité.

### **1. Causes et mécanisme**

2 causes :

- Non-expiration à la remontée (blocage)
- Mauvaise expiration à la remontée (insuffisante)



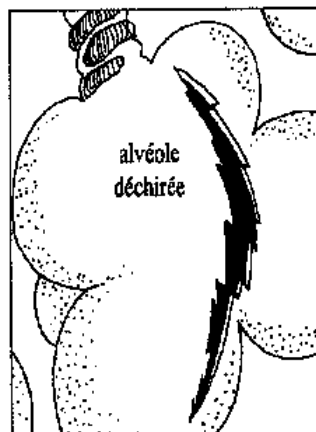
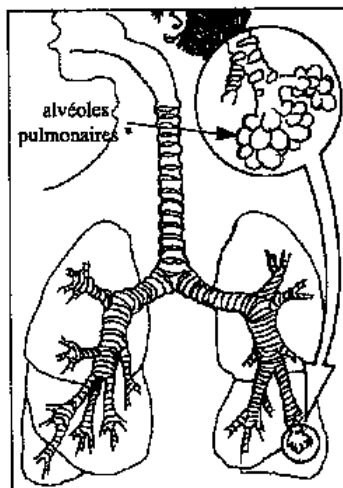
L'air se dilate jusqu'à la limite d'élasticité des poumons (300 g/cm<sup>2</sup>), entraînant une rupture des alvéoles pulmonaires (si la différence de pression entre les alvéoles et l'extérieur est supérieure à 0,106 bar) ou une effraction d'air. Si les alvéoles se déchirent, les échanges gazeux ne peuvent plus s'effectuer correctement. L'oxygène vital n'est plus ou presque plus acheminé par le sang vers les cellules de l'organisme. L'air contenu dans les alvéoles pénètre dans la circulation sanguine.

Cette mauvaise expiration ou ce blocage peuvent être engendrés par :

- Méconnaissance (du phénomène, technique...)
- Un blocage de la glotte (spasmes glottiques, tasse avalée, allergies, effort, mauvais réflexe du débutant...).
- Malformation anatomique occultée à la visite médicale (bronches ou alvéoles à clapets, laryngocèle (*petite poche emplies d'air. Il peut être consécutif à une déformation de la paroi laryngée, en saillie à l'intérieur du larynx ou bien à l'extérieur sous la peau. Il peut aussi provenir d'une malformation congénitale, épilepsie*)).
- Crise d'asthme.
- Technique de la remontée sans embout ou de la remontée à 2 sur un embout non ou mal maîtrisée.
- Anxiété
- Remontée trop rapide avec expiration insuffisante.
- Détendeur bloqué empêchant l'expiration (phénomène rare), ne pas hésiter à l'enlever ou à expirer par le nez.
- Valsalva en cours de remontée ; efforts intenses en bloquant la respiration ; apnée pendant ou après la plongée.
- Apnéiste ayant pris de l'air au fond (à ne jamais faire)...

En cas d'éclatement de l'alvéole, le sang passe dans l'alvéole (lavage du surfactant), l'air passe dans le sang (bulle d'où risque d'accident de décompression ou de paralysie par retour veineux), rupture de la plèvre (ou pneumothorax).

Même s'il n'y a pas d'éclatement de l'alvéole, il y a passage d'air à travers la paroi alvéolo-capillaire par diffusion, avec risque neurologique (paralysie), sans signes cliniques.



\* sacs contenant l'air des poumons et permettant les échanges gazeux avec le sang.



## **2. Symptômes**

Ils varient selon la gravité de l'accident.

Signes neurologiques par embolie cérébrale (cas le plus fréquent) : passage de bulles dans le circuit artériel et atteinte du cerveau :

- Etat de choc
- Pouls rapide
- Pâleur, visage livide, bleuissement
- Convulsions
- Troubles de la parole et/ou de la vision
- Paralysies (hémi ou quadriplégie)

### **SYMPTÔMES TRÈS EVOLUTIFS**

Signes d'effraction alvéolaire :

- *pneumothorax* : air dans la cavité pleurale, désolidarisation de l'ensemble poumons/cage thoracique :
  - troubles respiratoires
  - sensation de suffoquer, risque d'asphyxie
- *emphysème* : l'air remonte jusqu'au cou ou pénètre dans le médiastin
  - gêne respiratoire
  - douleur à la poitrine
  - voix rauque
  - troubles cardiaques
  - toux, bave ou crachats sanglants

Les symptômes apparaissent très rapidement, dans l'eau ou à la sortie de l'eau.

## **3. Conduite à tenir**

- déséquiper et sortir la victime de l'eau
- allonger la victime, les jambes relevées
- proposer de l'aspirine et entreprendre immédiatement une inhalation d'oxygène pur
- alerter les secours

## **4. Prévention**

Pour éviter la surpression pulmonaire, il faut :

- avertir le débutant
- apprendre à plonger
- laisser un libre jeu à la respiration et surtout à l'expiration lors de la remontée
- ne jamais passer son embout à un plongeur en apnée
- rester maître de sa remontée même si elle doit être rapide
- pas de Vasalva à la remontée
- souffler si on remonte sans embout



## **IV/ Intoxication au Monoxyde de carbone (MO)**

### ***1. Causes***

C'est un gaz insidieux (inodore, incolore, sans saveur), donc très dangereux, issu d'une combustion incomplète.

Le CO prend la place de l'O<sub>2</sub> dans l'association avec l'hémoglobine provoquant une anoxie (il se combine sur les mêmes sites que l'O<sub>2</sub>). L'association du CO avec l'hémoglobine est beaucoup plus stable qu'avec l'O<sub>2</sub> ou le CO<sub>2</sub>.

Le seuil de toxicité du CO est de 0,02 bar.

La présence de 0,1% de CO suffit à réduire de moitié la capacité de transport de l'oxygène par le sang.

### ***2. Symptômes***

- Maux de tête, céphalée, troubles de la vision.
- Asphyxie.
- Syncope et mort.

### ***3. Conduite à tenir***

On assimile l'intoxication au CO à un essoufflement important.

=> Bien se ventiler.

=> Mettre rapidement sous oxygène pour dissocier le CO de l'hémoglobine (il faut 300 à 400 fois plus d'O<sub>2</sub>).

=> Eviter le soleil.

=> Ne pas prendre froid.

=> Evacuation et traitement médical (parfois caisson hyperbare).

### ***4. Prévention***

Essentiellement au niveau du matériel : bon air dans la bouteille.

Attention aux compresseurs à moteur thermique mal placés par rapport à la direction du vent ou dans un local mal ventilé ; c'est la seule cause pouvant faire intervenir le CO en plongée.

## V/ La noyade

Il s'agit d'une asphyxie aiguë suite à l'inondation des voies aériennes. C'est souvent la phase finale d'un premier accident.

### **1. Noyade primaire** (noyé "bleu" cyanosé)

Dans ce premier cas, la victime est consciente avant de se noyer ; pénétration d'un peu d'eau.

Plusieurs causes possibles :

- Maladresse, déficience du matériel, fatigue, essoufflement, panique.
- Manque de technicité du noyé ou de l'intervenant.
- Agitation en surface (« au secours ! »).
- Apnée réflexe en submersion due au CO<sub>2</sub>, panique.
- Inspiration d'eau.

### **2. Noyade secondaire** (de type syncopal primaire, noyé "blanc" pâle)

Noyade qui survient après une perte de connaissance.

Plusieurs causes possibles :

- Perte de conscience et descente au fond.
- Arrêt respiratoire et bradycardie (= ralentissement cardiaque).
- Hypercapnie.
- Reprise respiratoire.
- Inhalation d'eau.

### **3. Autre vision...**

Pour certains, une autre distinction peut aussi se faire entre :

- **Eau avalée** : c'est la plus grande part des noyades ; la victime peut avaler de 2 à 5 litres d'eau et de sel qui, dans l'estomac et l'intestin, provoque :
  - . diarrhée importante,
  - . passage d'eau dans le sang,
  - . risque de régurgitation.
- **Eau inhalée** : toujours en faible quantité, l'eau inhalée provoque un œdème toxique et détruit le surfactant, ce qui empêche les échanges gazeux de s'effectuer.

## 4. **Symptômes**

On classifie les noyades en quatre stades :

### **Stade I : Aquastress**

Apparaît lorsque l'eau est avalée (eau dans l'estomac mais pas dans les poumons)

Conscience : normale

Respiration : normale

Circulation : normale

Le sujet a froid, il est en hypothermie, épuisé et angoissé.

### **Stade II : Petit hypoxique**

Apparaît lorsque l'eau est avalée et modérément inhalée (un peu d'eau dans les poumons)

Conscience : normale

Respiration : difficile

Circulation : normale

Le sujet a froid, il est en hypothermie, épuisé, angoissé et il présente une gêne respiratoire avec toux.

### **Stade III : Grand hypoxique**

Apparaît lorsque l'eau est avalée et inhalée (dans estomac + poumon)

Conscience : somnolence, coma stade I et II avec agitation

Respiration : difficile

Circulation : tachycardie (pouls rapide)

Cyanose des lèvres et des extrémités ; le sujet est en hypothermie et présente un encombrement pulmonaire majeur avec régurgitation et vomissement. Risques de fausses routes aggravant l'encombrement pulmonaire. Oedème pulmonaire.

A ce stade, le danger est d'ordre respiratoire.

### **Stade IV : Anoxique**

Apparaît lorsque l'eau est avalée et inhalée

Conscience : inconscience, coma stade III

Respiration : arrêt respiratoire suite à des lésions alvéolaires

Circulation : pouls très filant et très faible, tension artérielle imprenable. Arrêt circulatoire complet possible avec état de mort apparente.

L'estomac est plein.

## 5. **Conduite à tenir**

Sortir la victime hors de l'eau, alerter les secours, réanimation :

- Protéger : Sortir le noyé de l'eau et le mettre en PLS

NE PAS RECHAUFFER (Le froid serait un antidote de l'anoxie cérébral).

- Bilan : Faire un premier bilan des fonctions vitales : conscience, respiration, circulation

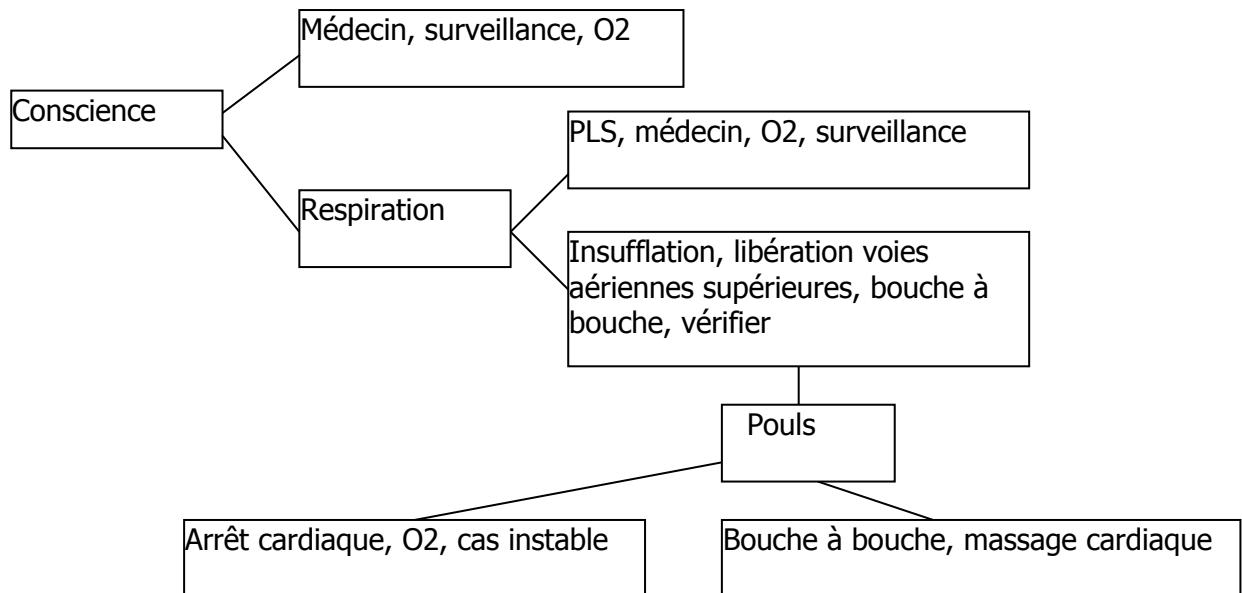
- Alerter : Alerter les secours

- Secourir : pratiquer les premiers gestes de secourisme (oxygénothérapie, bouche à bouche et massage cardiaque si nécessaire).

Dans tous les cas : **ALLER TRES VITE**

Un noyé secouru dans la première minute a 95% de chance de s'en sortir, seulement 25% après 6 mn, et 3% après 8 minutes.

En cas de noyade avec entrée d'eau dans les poumons, l'œdème aigu du poumon est systématique. La surveillance en milieu hospitalier est donc indispensable, même si l'accidenté semble avoir complètement récupéré.



## 6. Prévention

### Générale

- Savoir nager.
- Ne pas présumer de ses possibilités.
- Baignade sous surveillance.
- Pas de bain si eau froide ou mauvaise forme physique ou après un gros repas bien arrosé.
- Prudence en bateau (mettre des gilets de sauvetage ou des combinaisons).

### En plongée

- Matériel en très bon état.
- Port d'une combinaison.
- Port d'une ceinture largable et d'une bouée contrôlable.
- Une bonne aquacité et une bonne technicité apprise par un entraînement régulier.
- Respecter les règles élémentaires de sécurité.
- Ne jamais plonger seul.
- Bien agir sur les incidents débouchant sur la noyade (essoufflement, narcose, angoisse, panique, piqûres et morsures d'animaux).
- Visite médicale annuelle.

## **VI/ Rôle du guide de palanquée dans tout ça**

Si on reprend accident par accident...

« La prévention de l'essoufflement reste avant tout du domaine de l'information » certes pour soi-même mais en tant que guide de palanquée, vous devrez anticiper pour que vos plongeurs ne s'essouffent pas.

Donc attention au sens du courant (on part contre pour revenir avec), demander la mise en place d'une ligne de vie si besoin, faire une immersion au mouillage, vérifier qu'ils ont bien une tenue appropriée au milieu (ex : cagoule), pas de surlestage... A vous de faire en sorte que les plongeurs ne s'essouffent pas avant l'immersion. Et qu'ils aient le moins de stress possible, vu qu'également un facteur favorisant...

Idem pendant la descente et au fond. Pas de palmage intempestif où vos plongeurs devront à tout pris vous suivre. Pas besoin de leur prouver que vous avez une bonne condition physique... !

Pour éviter la surpression pulmonaire, votre rôle sera important pour les débutants mais pas uniquement. Pendant le briefing, bien insister sur l'expiration, quel signe vous ferez pour le leur rappeler le long de la remontée, bien discuter avec eux pour avoir une idée de leur passé de plongeurs, expérience, connaissance de la manipulation du gilet... L'information et la proximité de palanquée seront essentielles. A voir si besoin de faire faire une RCE pour vérifier les acquis (par exemple, peut être nécessaire si vous encadrez l'été des plongeurs n'ayant pas plongés depuis très longtemps).

Et en fonction du niveau, privilégier une remontée le long du bout pour sécuriser.

La noyade est très souvent un sur-accident. Donc là votre rôle sera principalement d'avoir une bonne réaction sur l'incident de base voire mieux, de l'éviter complètement !

Après, restent les indispensables maintiens des détenteurs en surface, avant et après immersion, en remontant sur le bateau... Bien rappeler les consignes si perte ou échange de détenteurs à faire au fond, notamment si vous basculez un plongeur sur votre détenteur de secours pour finir la plongée...

**De manière générale, votre rôle est surtout préventif.**

**Vous devrez sécuriser au maximum vos plongeurs, pensez à toutes ces petites choses que vous faites automatiquement désormais mais qui ne le sont pas forcément pour eux... à faire appliquer discrètement sans les faire paniquer en disant « attention à ci, attention à ça... » !!!**

Merci et bonne soirée à tous !!!