
Accidents autres

Table des matières

1.	Introduction	2
2.	Accidents toxiques	3
2.1.	Rappels	3
2.2.	Toxicité du gaz carbonique.....	3
2.3.	Narcose à l'Azote.....	6
2.4.	Toxicité de l'oxygène.	7
2.5.	Intoxication au monoxyde de carbone.....	11
3.	L'hyperventilation.....	12
3.1.	Principe	12
3.2.	Pourquoi	12
3.3.	Hypoxie.....	13
3.4.	Dangers	13
3.5.	Prévention	14
4.	La noyade	15
4.1.	Généralités	15
4.2.	Les différents types de noyade.....	15
5.	La plongée libre	17
5.1.	Le rendez-vous syncopal des 7 m.....	17
5.2.	Barotraumatismes	17
5.3.	Question de bon sens.....	19
6.	L'hypothermie	20
6.1.	Principe et dangers.....	20
6.2.	Les secours	22
6.3.	La prévention	23
7.	Conclusion	25
8.	Références	26

1. Introduction

Dans les pages qui suivent nous allons parler principalement de quatre sujets auxquels il faut apporter une attention particulière lors de la pratique de la plongée pour éviter tout accidents ou d'incidents: la toxicité de certains gaz, l'hyperventilation, la noyade, la plongée libre et l'hypothermie.

La compréhension des mécanismes qui seront présentés permettent d'expliquer les règles de sécurité qui vous sont données lors de votre formation. De plus, cela vous permettra de réfléchir lors de situations nouvelles et de faire les choix les mieux adaptés.

2. Accidents toxiques

2.1. *Rappels*

- ✓ *Pression absolue (P.A.)*

$$P.A. = P_{atm} + P_{hydrostatique}$$

$$P_{hydrostatique} = 1\text{bar} / 10\text{m d'eau}$$

$$\Rightarrow \text{à } 40\text{m } P.A. = 5\text{ bar}$$

- ✓ *Loi de Dalton*

A température constante donnée, la pression totale d'un mélange est égale à la somme des pressions qu'aurait chaque gaz s'il occupait seul le volume .

- ✓ *Pression partielle et pression absolue*

$$Pp. (\text{gaz } x) = P.A. (\text{mélange}) * \% (\text{gaz } x \text{ dans le mélange})$$

- ✓ *Composition de l'air*

Inspiration: 20% O₂ - 80% N₂ - traces de CO₂ (0,03%)

Expiration: 16% O₂ - 80% N₂ - 4% CO₂

2.2. *Toxicité du gaz carbonique*

2.2.1. *Généralités :*

L'air contient normalement très peu de CO₂ (0,04%). Il est principalement produit par la respiration cellulaire qui utilise l'oxygène et le sucre pour donner de l'énergie. Le CO₂ est un produit de cette combustion. Lorsque ce taux de CO₂ augmente, le rythme respiratoire augmente par stimulation bulbaire. L'état correspondant à une Pp. de gaz carbonique supérieure à la normale (normocapnie) s'appelle l'hypercapnie. La croissance inconsiderée de la Pp. de CO₂ conduira à des symptômes de plus en plus graves.

2.2.2. Causes :

2.2.2.1. personnelles:

- le stress
- l'appréhension (peur, anxiété, ...)
- le froid
- l'effort physique
- eau sombre (☞ anxiété)

2.2.2.2. externes:

- le remplissage des bouteilles près d'une sortie de gaz d'échappements

2.2.3. Différents stades de l'essoufflement :

2.2.3.1. Pp. CO₂ de 0,02 bar

A pression atmosphérique le taux de CO₂ peut augmenter jusqu'à 2% (0,02 bar) sans entraîner d'autre effet qu'une hyper ventilation modérée compensatrice qui permettra au corps de rester en normocapnie. Sous l'eau cet effet entraîne d'autres.

- hyper ventilation modérée.
- premiers signes de fatigue respiratoire.

2.2.3.2. Pp. CO₂ de 0,05 bar

- le rythme respiratoire s'accélère (polypnée).
- céphalées.
- nausées à la remontée.

La polypnée engendre rapidement un essoufflement qui est une forme mineure de l'intoxication au dioxyde de carbone pour autant que l'on ne laisse pas l'essoufflement s'aggraver.

2.2.3.3. Pp. CO₂ de 0,07 bar

- état d'excitation intense par stimulation bulbaire.

- respiration haletante.
- transpiration abondante.
- face congestionnée.

2.2.3.4. Pp. CO₂ supérieure à 0,07 bar

- syncope brutale par dépression bulbaire.

Notes:

La cause de l'essoufflement est l'excitation du bulbe rachidien par le CO₂. Les seuils des différents états sont définis par des Pp. Pour la plongée cela conduit aux remarques suivantes:

- ✓ Plus la profondeur augmente, plus la pression absolue augmente et donc la Pp. de CO₂ aussi.
- ✓ L'essoufflement se produira donc d'autant plus facilement que la profondeur est grande.
- ✓ Ce qui est bénin à la surface devient critique en plongée:
 - 2% CO₂ en surface → Pp. CO₂ 0,02 bar.
 - 2% CO₂ à 30 m (P.A. 4 bar) → Pp. CO₂ 0,08 bar: au-delà de la limite acceptable.
- ✓ La qualité de l'air est primordiale.
- ✓ L'essoufflement caractérisé par une fréquence respiratoire croissante mène à une respiration inefficace. Le CO₂ n'est plus évacué et la détresse respiratoire ne fait que s'accroître.

2.2.4. Conduite à adopter :

- Cesser tout effort quel qu'il soit.
- Remonter l'accidenté pour diminuer la Pp. CO₂ (+ prévenir le reste de la palanquée).
 - profondeur de soulagement.
- Inciter à forcer l'expiration.
- Entrer dans les tables avec le temps supérieur.
- Successive interdite (si retour en surface nécessaire)

2.2.5. Prévention :

- mettre les débutants en confiance.
- descente progressive.
- efforts modérés.
- avoir confiance en son matériel.
- contrôler sa respiration.
- se protéger du froid.

Quelques chiffres en plus:

L'air est *pesant*: 1,3 gr/l à 1 bar.

A 50 m il y a 6 bar et l'air pèse 7 gr/l.

➔ en plus de l'inertie du détendeur et de la Pp. CO₂ qui augmente *naturellement* avec la profondeur, il y a un certain effort inspiratoire qui provient de la densification de l'air.

2.3. Narcose à l'Azote

2.3.1. Généralités:

Il s'agit de l'ivresse des profondeurs. C'est un trouble du système nerveux. La narcose est due au gaz inerte contenu dans l'air: l'azote. L'oxygène étant utilisé par les cellules de notre corps.

Cette narcose entraîne un sentiment de bien-être vers les 30 - 40 mètres, pour autant que le plongeur soit à l'aise dans l'eau. Si le plongeur continue sa descente, il peut atteindre un état d'euphorie grave se traduisant par un comportement irraisonné. Cet état peut mener à des accidents très graves, voir mortels comme la **noyade** †.

2.3.2. Conséquences:

- inconscience du danger
- altération de la mémoire
- relâchement de l'attention

- lenteur des réflexes
- incoordination des réflexes
- troubles de l'équilibre
- perte de conscience

2.3.3. *Conduite à adopter:*

Généralement il suffit de remonter le plongeur de quelques mètres pour que les symptômes disparaissent. La plongée pourra se poursuivre mais la successive est interdite (si grave).

2.3.4. *Prévention:*

Il faudra donc être particulièrement **prudent avec des débutants**, ceux qui pour la première fois vont atteindre des profondeurs importantes ou qui n'ont plus plongé depuis longtemps. La descente devra se faire **progressivement**, mètre après mètre si nécessaire. Il sera nécessaire de tenir compte des facteurs pouvant provoquer une narcose:

- le stress
- le manque d'entraînement
- le froid
- les particules tournoyantes

Du coté de la théorie:

Toxicité de l'azote:	Pp. de 6,4 bar
Azote dans l'air:	80 % → Pp. 0,8 bar par atmosphère.
Pression absolue permise:	$6,4 / 0,8 = 8$ bar
Profondeur:	$8\text{bar} - 1\text{bar (atmosphère)} = 7\text{bar} = 70$ mètres

La surveillance de ses compagnons de plongée est le meilleur moyen d'éviter qu'un incident devienne un accident.

2.4. *Toxicité de l'oxygène.*

2.4.1. *Généralités :*

L'oxygène qui nous permet de vivre peut aussi nous être fatal. Selon la Pp. de l'O₂ respiré, nous pouvons dégager trois types d'états.

2.4.2. Définitions :

2.4.2.1. La normoxie

Cela représente l'état normal de la Pp. de l'O₂ qui est défini comme la Pp. de l'O₂ dans l'air atmosphérique. C'est à dire 0,2 bar.

Air: 20 % O₂

Surface: 1 bar

Pp. O₂=20%.1 bar=0,2 bar

2.4.2.2. L'hypoxie

Lorsque l'oxygène dans l'air respiré se trouve à une Pp. inférieure à 0,2 bar, il s'agit d'un état d'hypoxie (trop peu d'oxygène). Ce cas ne se produit pas en plongée mais bien en montagne. En effet, la pression atmosphérique diminue avec l'altitude.

Cette diminution de la Pp. de l'O₂ n'est pas sans risques. Lorsqu'elle descend en dessous de 0,1 bar, la personne perd connaissance (cas de l'air à 5000 m d'altitude → nécessité d'adaptation)

Lorsqu'il n'y a plus d'O₂ du tout, on parle d'anoxie.

Altitude:2000 m

P.A.: 0,8 bar

O₂: 20 %

Pp. O₂= 20 %. 0,8 bar=0,16 bar ← hypoxie

2.4.2.3. L'hyperoxie

Il s'agit du dernier état, lorsque la Pp. d'O₂ est supérieure à 0,2 bar. Ce cas peut se produire en surface lorsque à la pression atmosphérique nous respirons de l'oxygène pur (sa Pp. est en effet de 1bar).

Ce cas intéresse également les plongeurs. Puisque nous plongeons avec de l'air, nous nous retrouvons donc directement en hyperoxie lorsque nous descendons. Cet état d'hyperoxie est d'autant plus prononcé que la profondeur atteinte est grande.

Cet état devient dangereux lorsque l'on dépasse certaines limites de Pp. et de durée. C'est ce qui est traité dans les paragraphes suivants.

Oxygène: 20 %

Profondeur	Pression absolue	Pp. O ₂
10 m	2 bar	0,4 bar
30 m	4 bar	0,8 bar
60 m	7 bar	1,4 bar

2.4.3. Effets toxiques de l'O₂ :

2.4.3.1. Effet Lorain-Smith

Un séjour prolongé sous de Pp. O₂ supérieures à 0,5 bar produit une inflammation pulmonaire. Les premiers symptômes apparaissent après environ 4 heures. Cela ne concerne donc pas le plongeur sportif.

2.4.3.2. Effet Paul Bert

C'est le cas qui préoccupe le plus le plongeur. Lorsque la Pp. O₂ est supérieure à 1,7 bar pour l'oxygène pur et 2 bar en mélange, le système nerveux peut être atteint, engendrant chez le plongeur un comportement ressemblant à une crise d'épilepsie.

Conséquences:

- secousses musculaires.
- crispation des lèvres, de la mâchoire.
- tachycardie (augmentation du rythme cardiaque).
- syncope brutale.

Cette crise ne peut être arrêtée et vu l'environnement hostile dans lequel se trouve le plongeur, les implications sont dramatiques. Un accident bénin en surface devient mortel dans ces conditions. Les principaux risques sont:

- une surpression pulmonaire. (Remontée rapide et blocage de la respiration à cause de la crise)
- une noyade (l'embout est recraché et il sera impossible de le remettre car la mâchoire est crispée).

La latence d'apparition de ce problème est fonction de la Pp. de l'O₂ mais également des conditions environnantes et de la condition physique du plongeur.

2.4.3.3. Effet Gesel

Ce nom traduit l'effet de saturation de l'hémoglobine par l'oxygène. Le sang ne peut donc plus évacuer le CO₂ contenu dans les tissus et l'on se retrouve en hypercapnie (trop de dioxyde carbone) qui entraîne une acidose (trop acide). Les vaisseaux sanguins se contractent et il y a risque d'A.D.D. dans les parties terminales.

Du côté de la théorie:

O₂ mélange: air

limite: 2 à 2,3 bar

composition: 20 % O₂

0,2 bar de Pp. O₂ ← 1bar de P_{abs}.

2 bar de Pp. O₂ ← 10 bar de P_{abs}.

10 bar de P_{abs} - 1bar P_{atm} = 9 bar P_{eau}.

9 bar P_{eau} = 90 m.

Limite oxygène en mélange :90 m

O₂ pur

limite: 1,7 bar

Atmosphère: 1 bar

Pp. restante: 1,7-1 = 0,7 bar

Prof. équivalente: 0,7 * 10 m = 7 m

Limite oxygène pur : 7 m

2.5. *Intoxication au monoxyde de carbone.*

2.5.1. *Généralités :*

Le CO est le produit d'une combustion incomplète des moteurs à explosion qui sont trop richement alimenté en carburant. Cette intoxication est rare en plongée si la prise d'air du compresseur avec lequel vous gonflez vos bouteilles est saine. Heureusement car elle est grave.

En effet, l'affinité de l'hémoglobine pour le CO est 200 fois supérieure à celle pour l'O₂. Dès lors, l'hémoglobine ne fixe plus l'oxygène. Il s'en suit une hypoxie suivie d'une anoxie tissulaire.

2.5.2. *Signes et symptômes :*

- lèvres rouges couleurs dues à la combinaison du CO et de
- teint rose de la peau l'hémoglobine.
- contraction des muscles faciaux
- céphalées
- étourdissements
- vomissements
- perte de connaissance

2.5.3. *Conduite à adopter :*

Donner de l'O₂ pur. }

2.5.4. *Prévention :*

Eloigner la prise d'air du compresseur de tout moteur pouvant vicier l'air.

3. L'hyperventilation

Cette pratique est courante lorsque vous faite de l'apnée. Que ce soit en piscine ou en extérieur lors de la pratique de la plongée libre, l'hyperventilation doit être mesurée pour ne pas essayer le revers de la médaille.

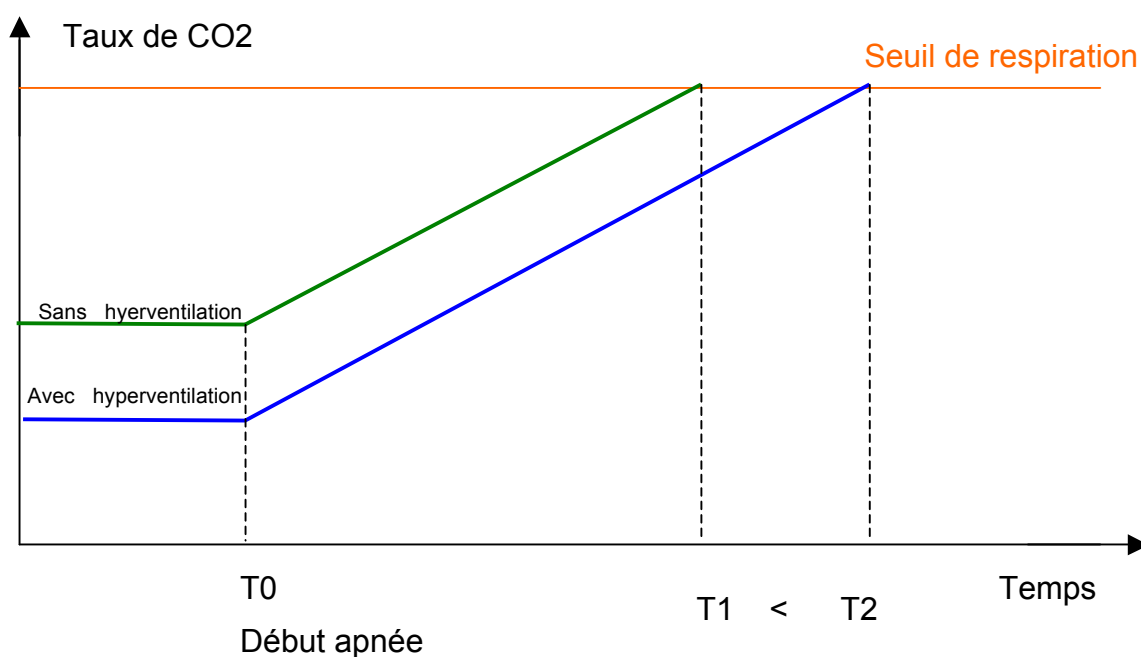
3.1. Principe

L'hyperventilation consiste à une accélération du rythme respiratoire avant d'effectuer une apnée. Cette augmentation du rythme s'accompagne d'une augmentation de l'amplitude. De la sorte le débit d'air qui passe dans nos poumons est augmenté.

3.2. Pourquoi

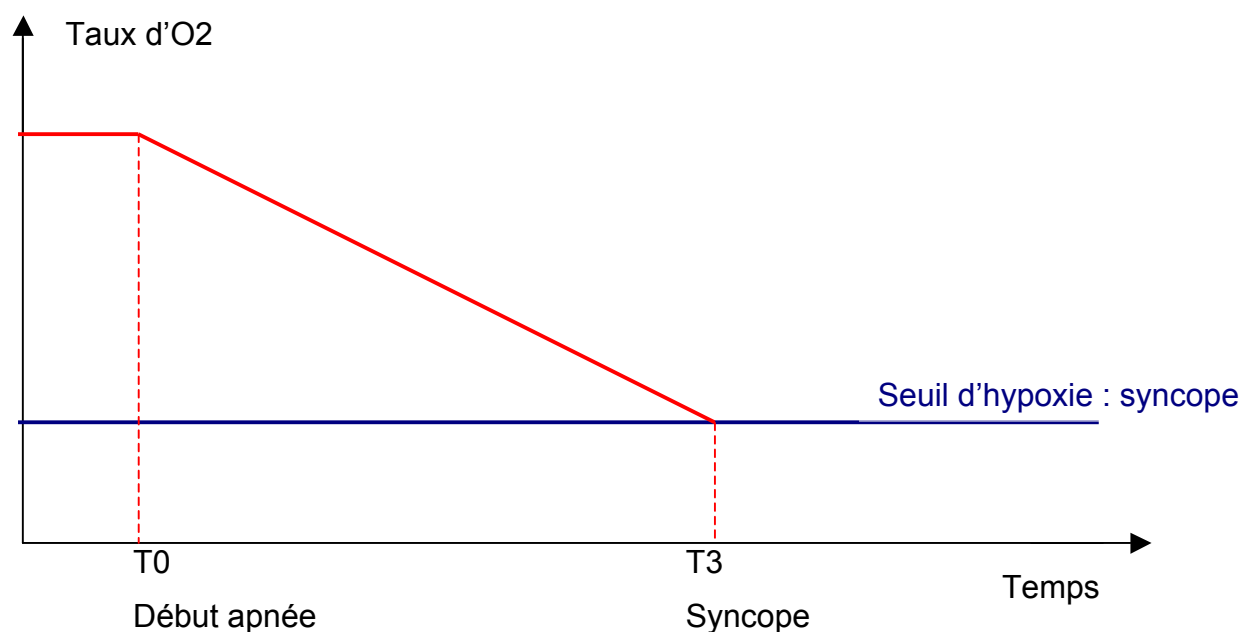
Si nous pratiquons cela c'est pour diminuer le taux de CO₂ dans notre organisme. En effet, c'est ce dernier qui nous pousse à respirer puisque sa tension dissoute dans le sang est mesurée par notre bulbe rachidien. Passé un certain seuil, le bulbe rachidien commande alors le réflexe respiratoire.

Si nous supposons que la quantité de CO₂ produite par notre corps est fonction du temps (pour un même effort), plus le temps passe plus notre taux de CO₂ dissout augmente. Si nous diminuons la quantité de départ de CO₂ dans le sang par une hyperventilation, il faudra plus de temps à notre organisme pour arriver au seuil de la respiration. Nous améliorons ainsi notre durée d'apnée.



3.3. Hypoxie

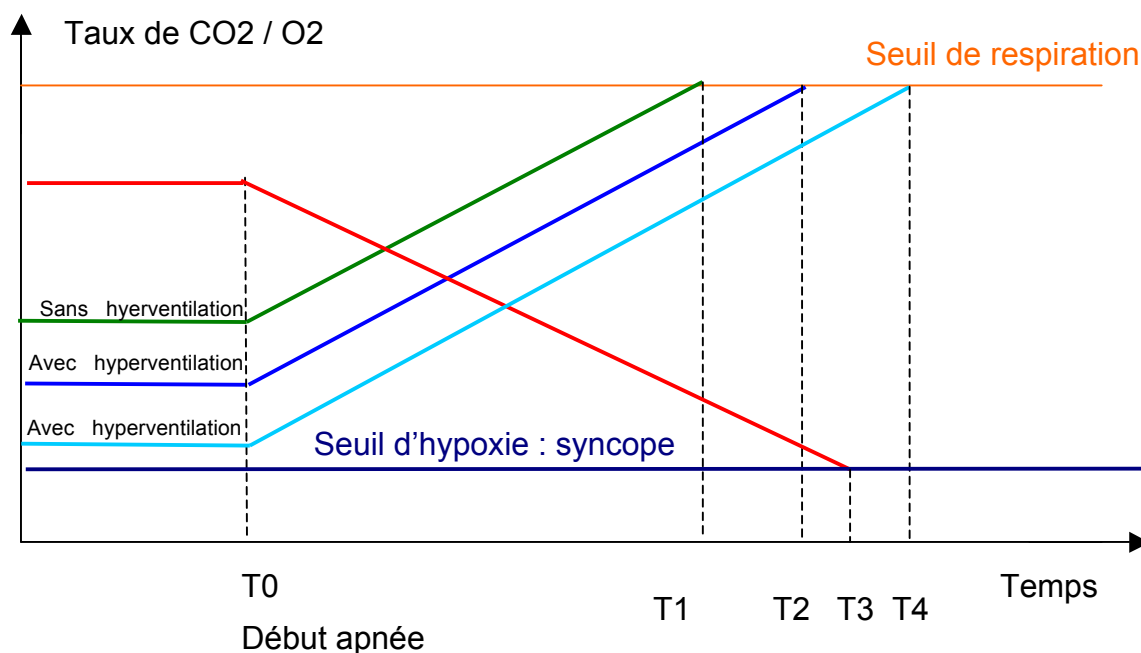
Notre organisme consomme de l'oxygène par son métabolisme et produit ce gaz carbonique. Notre corps est également sensible au taux d'O₂. Si ce dernier est trop faible, nous perdons connaissance. Dès lors en apnée, puisqu'il n'y a pas d'apport de d'oxygène, si son taux passe en dessous d'une certaine limite, c'est la syncope. Cela peut se produire si après une hyperventilation trop importante, le taux d'oxygène passe en dessous de son seuil critique avant que nous ayons eu envie de respirer.



3.4. Dangers

Les deux points précédents se déroulent en même temps et trois cas peuvent alors se produire :

- Le réflexe respiratoire arrive avant la syncope : vous faites donc surface pour respirer, obéissant aux ordres de votre corps.
- La syncope arrive avant le réflexe respiratoire : vous êtes au fond de l'eau sans connaissance et l'on vous remonte avant que le réflexe respiratoire n'arrive. Vous êtes sauvés.
- La syncope arrive avant le réflexe respiratoire : vous êtes au fond de l'eau sans connaissance et le réflexe respiratoire arrive avant que l'on ait eu le temps de vous remonter à la surface. Vous buvez la tasse : c'est la noyade.



3.5. Prévention

Afin d'éviter ces cas, il y a lieu de modérer l'hyperventilation. Une règle simple de limitation est celle dite du « tiers-temps ». Assis, bien au sec, vous vous hyperventilez jusqu'à ce que vous sentiez des picotements autour des yeux, de la bouche ou encore aux extrémités des doigts. Vous divisez le temps d'hyperventilation mis pour arriver à cet état par trois. La durée ainsi trouvée est celle durant laquelle vous pouvez vous hyperventiler.

Ex : 1 minute pour voir arriver les symptômes particuliers de l'hyperventilation. Lors d'une apnée, vous pouvez alors vous ventiler durant 20 secondes.

Ces symptômes, sont dûs à la trop faible quantité de CO2 dissous dans le sang (hypocapnie ou alcalose).

4. La noyade

4.1. Généralités

Il y a noyade lorsqu'un fluide rentre dans les voies respiratoires. Stricto sensu on ne peut parler de noyade que s'il y a décès.

Dans la plupart des cas d'accident mortel en plongée, la noyade en est la raison. Cependant, elle n'est qu'une conséquence d'un autre malaise qui a amené le corps à l'inconscience et donc à une diminution de notre spasme laryngien. Ce dernier permet de repousser les corps autres que l'air qui entrent dans le système respiratoire en provoquant la toux.

Le liquide introduit dans les poumons empêche dès lors l'oxygène d'arriver dans le sang puisque les poumons sont en tout ou en partie inondés et ne peuvent plus effectuer les échanges gazeux comme il se doit. L'on se dirige alors vers un cas l'hypoxie. La respiration arrêtée, le cœur s'arrêtera peu de temps après.

4.2. Les différents types de noyade.

4.2.1. Hydrocution

Lorsque le corps est immergé dans une eau dont la température est trop basse. Le sang est alors appelé vers les muscles qui entraîne une chute brutale de la pression sanguine (la tension) et conduit à une perte de connaissance.

4.2.2. Immédiate

C'est lorsque l'on boit la tasse. L'eau remplit les poumons et l'organisme n'arrive pas à récupérer sa fonction respiratoire. L'hypoxie s'installe et c'est la perte de connaissance.

4.2.3. Retardée

Lorsqu'une personne est sauvée de la noyade, il est possible qu'une grande quantité de ses alvéoles soit en mauvais état. Dès lors soit par réaction inflammatoire, infectieux ou affaissement des parois alvéolaire suite à la disparition du surfactant, la capacité respiratoire des poumons diminue.

Dans les deux premiers cas, il s'agit d'œdème pulmonaire, de transudation du plasma dans les alvéoles. Les poumons sont alors remplis de liquide ou de pus. Que cela soit de l'eau ou un de ces liquides, le résultat est le même : l'hypoxie.

Dans le troisième cas le surfactant est un liquide qui tapisse les parois alvéolaire et qui par sa forte tension superficielle permet de les garder ouverte pour l'échange gazeux.

Lorsque ce dernier disparaît (fragilité et dissolution par d'autre liquides), l'alvéole s'effondre. Les échanges gazeux sont interrompus.

4.2.4. *Eau douce, salée, chlorée*

Lors de l'introduction d'un liquide dont la concentration en ions est différente de celle du sang, il y a un transfert de liquide afin d'équilibrer les pressions osmotiques. Le liquide solvant passe de la solution la moins concentrée vers la solution la plus concentrée.

- Eau douce

L'eau va passer dans la circulation sanguine. Il y a une hémodylution. Cette dernière entraîne une 'explosion' des globules rouges. Ce faisant, des ions de potassium (K⁺) sont libérés. Malheureusement, ces derniers altèrent le rythme cardiaque et provoquent un infarctus.

- Eau salée

C'est le cas inverse. Le sang va se concentrer (hémodyconcentration) car l'eau salée est plus concentrée en sel que le sérum physiologique. Il y a donc un œdème pulmonaire qui se produit (passage de liquide du sang vers les poumons : cf précédemment).

- Eau chlorée

C'est ce qui peut se produire en piscine. Les mécanismes sont les mêmes que ceux de l'eau douce avec un petit plus : l'effet d'irritation et de destruction du surfactant qu'apporte le chlore. Cette noyade est donc plus grave et délicate à traiter.

- Noyé blanc ou bleu

Il ne s'agit pas d'un label de qualité mais simplement la différence entre une noyade sans inondation des voies respiratoires (blanc) d'une noyade avec introduction d'eau (bleu).

Dans le premier cas il s'agit plus exactement d'une perte de connaissance sous eau et la personne est remontée à la surface avant le retour du réflexe respiratoire.

Dans le second cas, il y a introduction de l'eau dans les voies respiratoires soit directement, soit en seconde phase lors du retour du réflexe respiratoire qui suit la syncope.

Cfr. Hyperventilation.

5. La plongée libre

La plongée libre, bien qu'elle ne s'accompagne pas de la respiration d'air à pression ambiante, elle recèle d'autres risques qui ne sont pas négligeables.

5.1. Le rendez-vous syncopal des 7 m

La plongée en apnée est souvent précédée d'une phase de relaxation et d'hyperventilation. Les risques liés à celle-ci ont été évoqués précédemment. Cependant lors de la plongée en milieu naturel, il y a un facteur supplémentaire qui intervient : la pression absolue.

Ce facteur passé sous silence précédemment, car restant relativement constant, prend son importance lorsque le plongeur

Rappelons-nous la loi de Dalton. A 20 mètres, la pression absolue est donc d'environ 3 bars. Les pressions partielles des deux gaz principaux constituant l'air deviennent respectivement :

O₂ : $3 \times 0.21 = 0.63$ bar

N₂ : $3 \times 0.79 = 2.34$ bar

Puisque la Ppa d'O₂ dans notre sang est plus élevée, nous sommes d'autant plus éloigné du seuil critique de l'hypoxie et donc de la syncope. Ce qui nous fera remonter sera la Ppa de CO₂ qui augmente. Si nous nous sommes bien hyperventilé, nous pouvons faire une 'belle apnée' avec notre Ppa d'O₂ qui ne chute pas sous le seuil critique des ... Cependant, lors de notre remontée, la pression absolue chute et donc les Ppa aussi. C'est donc lors de notre remontée que la Ppa d'O₂ peut chuter sous le seuil de la syncope.

L'expérience montre que cela se situe dans la zone des -10 à -5 mètres. C'est la raison pour laquelle cela « le rendez-vous syncopal des 7 mètres ».

5.2. Barotraumatismes

La descente en plongée libre rend délicat un certain nombre de manœuvres habituellement faciles en plongée avec scaphandre. Ceci tout simplement parce que nous n'avons pour tout air embarqué que celui présent dans nos poumons.

5.2.1. *Le masque*

Pour éviter le placage de masque et ses conséquences potentiellement graves il est toujours nécessaire d'y insuffler de l'air. Il est donc intéressant d'avoir un masque dont le volume est aussi petit que possible. A la descente on y insuffle de l'air. A la remontée on inspire ce précieux réservoir inutilisé.

Lors de descentes pour les grandes profondeurs, actuellement certains plongeurs n'ont plus de masques mais des lentilles correctrices, avec un fin film d'air pour garder leur vision sous-marine.

5.2.2. *Les oreilles*

Le mouvement de Valsalva est difficile car il constitue une augmentation de la pression pour envoyer de l'air dans les trompes d'Eustache. Malheureusement avec la profondeur le volume d'air se réduit considérablement et il est donc de plus en plus difficile de forcer une partie de celui-ci à se diriger vers les oreilles.

La solution réside en la manœuvre de béance tubulaire volontaire (BTV) qui consiste en un mouvement des muscles de l'arrière bouche (proche du baillement) ouvrant les trompes d'Eustache. L'équilibre se fait alors naturellement.

5.2.3. *Les sinus*

Ces cavités ne savent pas être compensées volontairement. Dès lors, il y a lieu d'être attentif à toute douleur qui survient et limiter la profondeur. De même qu'en plongée avec scaphandre, il vaut mieux remettre la plongée à un autre moment si vous êtes enrhumés.

Certains plongeurs qui se rendent à des profondeurs remarquables laissent volontairement l'eau entrer dans leurs voies aériennes supérieures afin de ne pas devoir y maintenir la pression de l'air (sinus, oreille, bouche, ...).

5.2.4. *Les poumons*

Ceux-ci subissent dans un premier temps l'effet de la pression en y répondant par une diminution de leur volume.

Cela ne dure qu'un temps. Lorsque les poumons se sont réduits à leur volume minimal et que le plongeur continue à descendre, il faut bien que le volume d'air continue à diminuer pour que sa pression augmente et soit équilibrée avec la pression ambiante.

Pour se faire, un œdème se produit. Le liquide provient du sang et remplit les poumons. Lors de la remontée, ce liquide retourne dans la circulation sanguine.

5.3. *Question de bon sens*

La pratique de la plongée libre n'est pas simple. Il y a lieu de la pratiquer avec toute la prudence qui lui est due. La LIFRAS possède une structure permettant l'apprentissage, l'évolution et le passage de brevets de plongée libre. Cet enseignement comporte, à l'instar de la plongée en scaphandre, ses cours théoriques et pratiques (piscine et extérieur).

6. L'hypothermie

6.1. *Principe et dangers*

6.1.1. *Le corps*

Dans des conditions habituelles la température des organes vitaux (cœur, cerveau, ...) est de 37 °C. Elle est appelée **température centrale**. Lorsque des écarts se produisent, des mécanismes de régulations se mettent en place.

6.1.2. *Hyperthermie*

Dans la pratique de la plongée, le plongeur ne se trouvera pas dans une situation d'hyperthermie. Sauf peut-être à l'extérieur, lors de destinations exotiques. A ce moment là, des mécanismes d'augmentation des échanges de chaleurs et de réduction de la production d'énergie se produisent.

6.1.3. *Hypothermie*

6.1.3.1. Définition

Scientifiquement il y a hypothermie lorsque la température centrale est inférieure à 35°C.

6.1.3.2. L'eau

Elle entoure le plongeur et lui prélève sa chaleur 25 fois plus efficacement que l'air et peut emmagasiner une quantité de chaleur 3.000 fois supérieure à l'air. Autant dire que notre corps ne fait pas le poids. Il est incapable de réchauffer assez vite la masse d'eau pour arriver à un équilibre thermique. C'est la raison pour laquelle il est nécessaire de se protéger à l'aide de combinaisons.

6.1.3.3. Les mécanismes

- Le métabolisme

Lorsque notre corps se retrouve dans une situation où il doit combattre le froid, il va commencer par augmenter la production d'énergie par une augmentation du métabolisme. Cela entraîne une augmentation du rythme respiratoire et l'apparition du sentiment de faim. Pour augmenter le métabolisme, une activité musculaire se met en route. Elle peut être soit volontaire soit réflexe (tremblements).

- La vaso-constriction

Afin de réduire les échanges de chaleur au niveau de la périphérie. Il y a vasoconstriction périphérique. Les membres externes ne sont plus correctement alimentés en oxygène. Il y a une anoxie localisée qui est perceptible extérieurement par la couleur bleutée de la peau.

- La tension artérielle

La diminution de la circulation périphérique a pour conséquence un apport de sang dans le système central. Le contenant doit recevoir plus de contenu. Nos artères et veines sont quelques peu élastique mais cela entraîne une augmentation de la tension artérielle. Notre cœur doit fournir un effort plus important. Cette situation ne peut durer. Notre corps élimine donc une partie de ce sang par les reins.

Il faut noter que ce phénomène d'élimination est également dû à l'immersion du corps dans l'eau. En effet, dès que le corps se trouve dans l'eau, il y a une partie du sang qui remonte des membres inférieurs vers le cœur. Les mécanismes d'élimination se mettent en route pour réguler l'augmentation de la pression artérielle.

Un troisième phénomène entre en ligne de compte : c'est la respiration d'O₂ à une Ppa plus élevée que la normale (>0.2 bar). Lorsque cela se produit, la pression artérielle augmente.

Ces trois raisons sont cumulées par les plongeurs. Ce sont les raisons pour lesquelles une défaillance cardiaque peut apparaître. Cela se produira d'autant plus facilement si le sujet présente une faiblesse cardiaque. Un plongeur en bonne condition physique se donne des marges de sécurité vis à vis de ces mécanismes.

L'enchaînement rapide et simultané de ces mécanismes explique également le phénomène d'hydrocution.

- La chute de température

Si le refroidissement ne peut être stoppé, la température centrale descendra en dessous des 35°C. La concentration du sujet va diminuer ainsi que sa capacité à faire

travailler ses muscles. Il se dirige vers l'inconscience et des convulsions peuvent apparaître.

Avec une température centrale comprise entre 25 et 30°C, le rythme cardiaque est altéré, affaibli et peut même s'interrompre.

Il se produit des cas d'hypothermie rapide qui peuvent être bien récupérée car les différents mécanismes corporels sont ralentit : y compris ceux de l'hypoxie. En effet, le métabolisme est ralenti, il consomme moins vite ses réserves d'oxygène, l'anoxie arrive plus lentement.

Lorsque les secours arrivent, les difficultés n'ont pas fini de nous poursuivre.

6.2. Les secours

6.2.1. Le réchauffement

Le réchauffement de la personne doit se faire de façon réfléchie. Si l'on réchauffe rapidement, de façon générale l'ensemble du corps, le sang se retrouve avec un grand volume à occuper. Il quitte donc le système central pour occuper la périphérie. La pression artérielle chute brusquement et la victime se retrouve en état de choc généralisé (comme lors d'une importante hémorragie). C'est la mort par réchauffement.

Pour éviter cela, il faut idéalement réchauffer la personne de la même façon qu'elle a été refroidie (rapidement ou lentement). En commençant par la partie centrale. Afin de la réchauffer, il est possible de réchauffer l'air respiré, de passer avec des compresses chaudes sur le buste et la tête, d'effectuer un lavage d'estomac avec de l'eau chaude ou encore d'injecter du plasma à température. Ces méthodes ne sont évidemment pas forcément applicables à la sortie d'une plongée.

Pour les plongeurs, il n'est pas forcément recommandé de dévêtir la personne. Cela ne peut être salutaire que si la personne peut être mise à l'abri du vent, du froid et placé dans une pièce à bonne température. D'autre part, les plongeurs peuvent réchauffer le corps de l'accidenté à l'aide de leur propre corps. Une couverture de survie (type aluminium) peut rendre de grands services et devrait donc se trouver dans le matériel de secours présent sur le lieu de plongée.

Il ne faut surtout pas faire de friction sur les bras et les jambes, ni donner de boissons alcoolisées. Ces dernières dilatent les vaisseaux sanguins (augmentation de la déperdition calorifique) et diminuent la quantité de sucre dans le sang (diminution du métabolisme par manque de « combustible »). Par contre, si la personne est consciente et ne nécessite pas d'intervention médicale (blessure, ...) une boisson chaude et énergétique lui fera le plus grand bien. Elle apportera de la chaleur, du liquide pour augmenter la pression artérielle et du sucre rapide pour le métabolisme.

6.2.2. *La position*

Afin d'éviter la chute de la tension artérielle, il est nécessaire de surélever les jambes par rapport au reste du corps allongé. Ceci favorise un plus grand retour de sang dans la partie centrale et prévient l'état de choc.

6.2.3. *L'oxygène*

La respiration d'oxygène pur augmente sa Ppa et donc la pression artérielle qui a tendance à être faible. De plus cela permettra au corps d'augmenter son métabolisme, surtout s'il y a eu ingestion d'une boisson énergétique. Enfin, l'oxygène permettra à l'organisme de se remettre plus vite et plus efficacement (moins ou pas de séquelles) de l'anoxie produite par l'hypothermie.

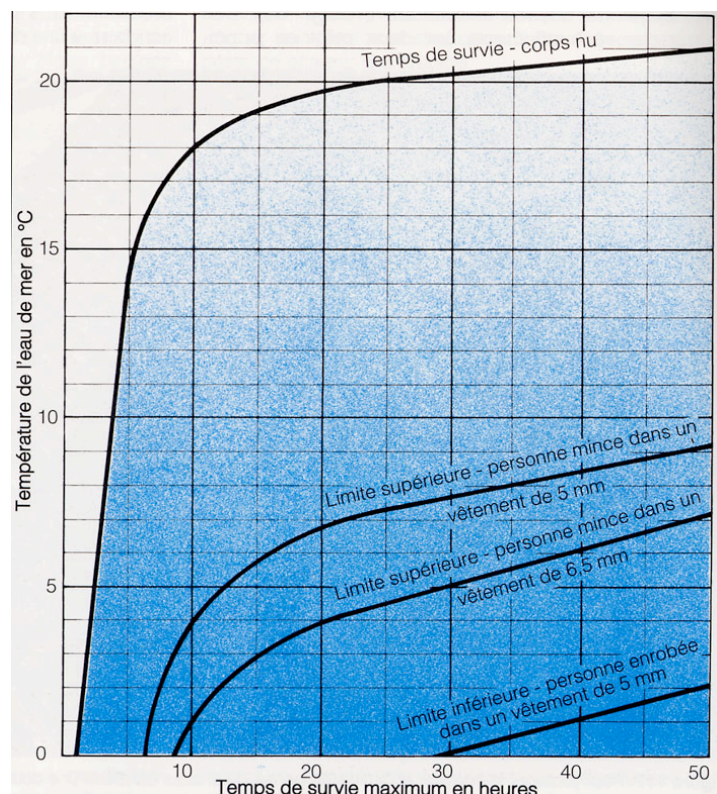
6.3. *La prévention*

6.3.1. *La combinaison*

Notre corps possède une protection naturelle contre le froid : les tissus adipeux. Les personnes en possession d'une bonne couche de protection, ont une baisse plus lente de leur température centrale. Ceci au sacrifice des lignes pour les courbes.

La première protection externe contre l'hypothermie et pour s'assurer un certain confort dans la pratique de votre sport favoris, est une bonne combinaison (taille, épaisseur, ... cfr cours sur le matériel). La tête, les aisselles et les aines sont des parties du corps pour lesquelles il faut particulièrement bien veiller à la bonne isolation car ce sont des lieux de grands échanges de chaleur. La tête entre autre a peu de protection vis à vis du froid et une grande surface et ne produit pas beaucoup de chaleur.

Le graphique montre les temps de survie de différents sujet en fonction de la température de l'eau.



6.3.2. *Position fœtale*

Si jamais une telle situation devait se rencontrer, la position la plus adaptée est la position fœtale qui se rapproche d'une sphère. Celle-ci a le plus faible rapport surface (déperdition de chaleur) / volume (production de chaleur). Il est donc déconseillé de nager sauf si les secours sont proches.

6.3.3. *Protection du vent*

La combinaison est bien adaptée à la protection vis à vis de l'eau mais n'est pas très efficace dans l'air. Elle peut même accentuer l'effet de froid surtout dans le vent. Que ce dernier soit le vent réel ou celui dû à la vitesse du bateau, il y a lieu de s'en protéger aussi bien durant le trajet aller, que retour. Un coupe vent, une veste en « polar », un grand essuie permettront de ne pas se refroidir avant la plongée et de se réchauffer après l'immersion. Le mieux, étant évidemment de pouvoir se changer et enfiler des vêtements secs et adaptés aux circonstances.

6.3.4. *L'habitude*

Notre corps peut s'habituer aux sensations de froid, il n'en devient pas pour autant plus résistant. Les symptômes passent plutôt inaperçus, nous devenons sourd à son langage. Les personnes qui plongent régulièrement et qui tombent en hypothermie, souffrent de ce que l'on appelle une hypothermie « silencieuse ».

6.3.5. *Connaissance des symptômes*

Comme dans bien d'autres situations, la connaissance des symptômes permet d'en détecter les premières apparitions et de réagir en conséquence. Pour l'hypothermie, le refroidissement des extrémités en est un. L'apparition des premiers tremblements, la difficulté d'actionner les muscles des pieds et/ou des mains, par exemple, nécessite de terminer la plongée pour aller se réchauffer au plus vite.

7. Conclusion

La plongée présente des facettes bien passionnantes de par les sensations, les couleurs, les variétés biologiques, les paysages, les connaissances nécessaires. Elle implique néanmoins un certain nombre de risques que le plongeur peut grandement minimiser par sa connaissance et par l'adoption d'une attitude responsable vis à vis de sa santé, mais aussi, et surtout, vis à vis de celle de ses compagnons de plongée.

Les quelques pages précédentes ont pour but de maintenir le plongeur éveillé à ces risques pour lui permettre de faire ses choix en toute connaissance de cause.

8. Références

Diverses revues Hippocampe.

Manuel de plongée (de la CMAS)

Ed. : Stanley Paul