

MEDECINE

Compétences 3*

Physiologie et accidents :

- ◆ Connaître le principe de tous les accidents mécaniques, en reconnaître les symptômes et en connaître le traitement
- ◆ Savoir également comment prévenir ces accidents.
- ◆ Comprendre comment se déclenche un accident de décompression, en connaître les symptômes, pouvoir entreprendre les actions vitales et en connaître le traitement. Connaître les facteurs aggravants de l'accident de décompression.
- ◆ Connaître et comprendre le phénomène de l'ivresse des profondeurs (narcose à l'azote - N₂), être à même d'en déceler les signes précurseurs, les symptômes en plongée, et de réagir en conséquence.
- ◆ Avoir une connaissance élémentaire de ce qu'est l'hyperoxie (savoir que l'O₂ sous pression peut avoir des effets toxiques).
- ◆ Connaître les causes de l'essoufflement et réagir en conséquence.
- ◆ Avoir des notions élémentaires de l'intoxication au CO.
- ◆ Connaître et comprendre le fonctionnement de l'hyperventilation et les dangers qui peuvent en découler.
- ◆ Savoir reconnaître les signes avant coureurs du stress et de la panique chez soi et ses compagnons, et agir en conséquence.
- ◆ Connaître et comprendre les dangers de la plongée libre et savoir comment les prévenir.
- ◆ Connaître et comprendre les principes de la noyade et de la noyade retardée.
- ◆ Etre capable d'expliquer une réanimation cardio-pulmonaire.
- ◆ Connaître le fonctionnement de la bouteille d'Oxygène et des différents détendeurs pouvant être utilisés (à débit constant et/ou à la demande).

Anatomie :

- ◆ Connaître les cavités de l'organisme : sinus, viscères, dentaires, ORL, etc. (sans détails)
- ◆ Connaître le fonctionnement de :
 - ◆ l'appareil circulatoire
 - ◆ l'appareil respiratoire
 - ◆ du système auditif et de l'équilibre
- ◆ Savoir la relation qui existe entre ces deux systèmes circulatoires et respiratoire et pouvoir expliquer les échanges gazeux au sein de l'organisme.

Physiologie et accidents :

1. Quel est le principe de l'effet de ventouse (masque, vêtements), comment l'éviter, comment en reconnaître les symptômes et pouvoir les traiter ? *Farde 7b p2-§1*

Cause :

Lors de la descente, l'accroissement de la pression de l'eau environnante pousse le masque de plus en plus sur le visage du plongeur.

Lorsque le masque est comprimé au maximum contre le visage et que le plongeur poursuit sa descente, il se crée une dépression dans le masque. C'est comme si son visage était aspiré vers le verre du masque. De fait, conformément à la loi de Boyle Mariotte, le volume dans le masque doit diminuer puisque la pression ambiante augmente.

Cette dépression provoque le gonflement des muqueuses des fosses nasales et des vaisseaux sanguins de la peau du visage. Ces derniers peuvent éclater et provoquer une ecchymose (hématome) sous la peau. Ce sont surtout les vaisseaux sanguins du globe oculaire qui gonflent et éclatent facilement.

Symptômes :

Le plongeur remonte avec les yeux injectés de sang. La peau sous le masque est gonflée et de couleur rouge violacée.

Traitement :

Surveiller l'évolution des symptômes et si nécessaire (en cas de problème de vue par exemple) consulter un ophtalmologue.

Prévention :

Le nez se trouve dans le masque, et pour équilibrer, il suffit d'expirer par le nez de manière régulière lors de la descente. A la remontée, l'air excédentaire s'échappera sans aucune intervention de la part du plongeur, grâce à l'élasticité de la jupe du masque.

L'EFFET VENTOUSE DE LA COMBINAISON :

De la même manière, avec des costumes trop serrant ou étanches des effets de ventouse peuvent provoquer des pincettes et autres hématomes sur la peau.

2. Expliquer le placage de masque et comment l'éviter ?

Cause :

Lors de la descente, l'accroissement de la pression de l'eau environnante pousse le masque de plus en plus sur le visage du plongeur.

Lorsque le masque est comprimé au maximum contre le visage et que le plongeur poursuit sa descente, il se crée une dépression dans le masque. C'est comme si son visage était aspiré vers le verre du masque. De fait, conformément à la loi de Boyle Mariotte, le volume dans le masque doit diminuer puisque la pression ambiante augmente.

Cette dépression provoque le gonflement des muqueuses des fosses nasales et des vaisseaux sanguins de la peau du visage. Ces derniers peuvent éclater et provoquer une ecchymose (hématome) sous la peau. Ce sont surtout les vaisseaux sanguins du globe oculaire qui gonflent et éclatent facilement.

Prévention :

Le nez se trouve dans le masque, et pour équilibrer, il suffit d'expirer par le nez de manière régulière lors de la descente. A la remontée, l'air excédentaire s'échappera sans aucune intervention de la part du plongeur, grâce à l'élasticité de la jupe du masque.

3. Quelle est la cause du placage du masque ?

Cause :

Lors de la descente, l'accroissement de la pression de l'eau environnante pousse le masque de plus en plus sur le visage du plongeur.

Lorsque le masque est comprimé au maximum contre le visage et que le plongeur poursuit sa descente, il se crée une dépression dans le masque. C'est comme si son visage était aspiré vers le verre du masque. De fait, conformément à la loi de Boyle Mariotte, le volume dans le masque doit diminuer puisque la pression ambiante augmente.

Cette dépression provoque le gonflement des muqueuses des fosses nasales et des vaisseaux sanguins de la peau du visage. Ces derniers peuvent éclater et provoquer une ecchymose (hématome) sous la peau. Ce sont surtout les vaisseaux sanguins du globe oculaire qui gonflent et éclatent facilement.

4. Quels sont les symptômes du placage du masque ?

Symptômes :

Le plongeur remonte avec les yeux injectés de sang. La peau sous le masque est gonflée et de couleur rouge violacée.

5. Quel est le mécanisme des coliques du scaphandrier, quels en sont les symptômes et comment les traiter ? 7b p7-§1

En principe, les cavités digestives, qui contiennent de l'air, vont tout simplement s'écraser à la descente et reprendre leur volume habituel à la remontée.

Par contre si du gaz gastrique ou intestinal est produit (fermentation) ou si de l'air est avalé en cours de plongée (détendeur défectueux, remontée en échange d'embout), des douleurs abdominales peuvent apparaître à la remontée dues à la distension des viscères (estomac et intestins) par les gaz qui se dilatent, s'ils ne sont pas évacués par les voies naturelles, orale ou anale.

Symptômes :

Crampes abdominales ou coliques très douloureuses.

Prévention :

Eviter les repas riches en féculents (fermentation) et les boissons gazeuses avant la plonge. Éviter de mâcher du chewing-gum en plongée.

Traitement :

En général l'air excédentaire sera évacué par les voies naturelles (anale ou orale).

Si ce n'est pas le cas et que les douleurs sont importantes voire insupportables, on ré immergera le plongeur à 6 m maximum (après avoir administré du BUSCOPAN) jusqu'à disparition des douleurs.

6. Avant de me mettre à l'eau, j'ai un petit coup de mou et je prends un soda sucré pour me donner un bon coup de fouet. Lors de la remontée, après avoir fait une petite plongée tranquille, j'ai soudain de violentes crampes abdominales. A ton avis, à quoi cela te fait penser ? Et comment l'aider?

Cela me fait penser à une colique du scaphandrier.

Symptômes :

Crampes abdominales ou coliques très douloureuses.

Traitement :

En général l'air excédentaire sera évacué par les voies naturelles (anale ou orale).

Si ce n'est pas le cas et que les douleurs sont importantes voire insupportables, on ré immergera le plongeur à 6 m maximum (après avoir administré du BUSCOPAN) jusqu'à disparition des douleurs.

7. Quel est le traitement des coliques du scaphandrier ?

Traitement :

En général l'air excédentaire sera évacué par les voies naturelles (anale ou orale).

Si ce n'est pas le cas et que les douleurs sont importantes voire insupportables, on ré immergera le plongeur à 6 m maximum (après avoir administré du BUSCOPAN) jusqu'à disparition des douleurs.

8. Comment traiteriez-vous une colique intestinale ?

Traitement :

En général l'air excédentaire sera évacué par les voies naturelles (anale ou orale).

Si ce n'est pas le cas et que les douleurs sont importantes voire insupportables, on ré immergera le plongeur à 6 m maximum (après avoir administré du BUSCOPAN) jusqu'à disparition des douleurs.

9. A quel moment de la plongée peut-on avoir un barotraumatisme de l'oreille moyenne ? 7b p3-4-5-6-7§1

A la descente l'oreille moyenne devra être équilibrée, l'extrémité inférieure de la trompe d'Eustache étant collabée.

Si l'équipression n'est pas maintenue au cours de la descente, la pression qui s'exerce sur la face externe du tympan va provoquer l'incurvation, la distension, de celui-ci vers l'intérieur de la caisse du tympan et provoquer une douleur. Cette distension peut aller jusqu'à la rupture (perforation) du tympan avec irruption d'eau dans l'oreille moyenne et vertiges. Il peut y avoir écoulement de sang par le conduit auditif externe.

Si la distension ne va pas jusqu'à la rupture, il y aura une réaction inflammatoire avec sécrétion de liquide dans la caisse du tympan et diminution de la capacité vibratoire du tympan et donc perte partielle ou totale de l'audition. Normalement à la remontée l'équilibre se réalise sans l'intervention du plongeur, sauf en cas de malformation

10. Comment éviter un barotraumatisme des sinus ?

Prévention :

Ne pas plonger avec un rhume, une infection des voies respiratoires supérieures (qui peuvent obstruer la trompe d'Eustache) ou une infection des sinus (sinusite) Stopper toute plongée dès l'apparition d'une douleur au niveau des sinus.

Tout cela peut être évité en arrêtant à temps la plongée ou en la reportant jusqu'à la disparition totale de la cause, notamment le rhume.

Les sinus s'équilibreront en général sans l'intervention des plongeurs tant à la descente qu'à la remontée. S'ils ne s'équilibrent pas à cause d'une infection, d'un bouchon muqueux ou d'un polype, le plongeur ressentira une vive douleur. Dès l'apparition de cette douleur il faut interrompre la plongée. Si elle apparaît en remontant il y a lieu de remonter très lentement de manière à laisser l'équilibre des sinus se faire spontanément. Le Valsalva est inutile (compte tenu de la physiologie).

11. Quels sont les symptômes d'un barotraumatisme des sinus ?

Les symptômes sont les suivants (en fonction des sinus):

Sinus Frontaux

Le plongeur ressent une douleur et une pression au-dessus du nez, qui se transforme en une douleur violente au front lorsqu'il descend plus bas. Il arrive fréquemment qu'apparaissent quelques traces de sang lorsque le plongeur se moche après la remontée.

Sinus maxillaires

La douleur lancinante, qui s'apparente souvent à une rage de dents, se situe entre la partie inférieure de la fosse orbitaire et les dents de la mâchoire supérieure.

A l'inverse, lors de la remontée, l'air se dilate dans le sinus, force la passage fermé vers les fosses nasales et pousse, par cette ouverture, le sang de la cavité sinusale vers les fosses nasales, la douleur est alors clairement atténuée.

12. Comment peut arriver un barotraumatisme des sinus ?

Ce sont surtout les sinus frontaux et maxillaires qui sont sensibles aux barotraumatismes. En cas de rhume ou de sinusite, les muqueuses sont gonflées et la jonction entre les cavités contenant de l'air et le nez est fortement rétréci. Des petites déviations de la cloison nasale peuvent également entraver le libre passage de l'air des fosses nasales vers un sinus (ou vice versa). Si, lors de la descente, l'air ne peut pas passer du nez vers ces cavités, il se crée une dépression par rapport à la pression ambiante. Les parties molles des parois sinusales gonflent. A une profondeur de 4 à 5 mètres, les vaisseaux sanguins dans les sinus éclatent, entraînant des saignements dans la muqueuse et des hématomes dans les sinus.

13. Comment prévenir un barotraumatisme d'une ou plusieurs dents ?

Avoir une bonne hygiène dentaire. Il est recommandé aux plongeurs de consulter régulièrement leur dentiste et de l'informer de la pratique de la plongée.

14. Expliquer le barotraumatisme d'une ou plusieurs dents ?

Normalement, les dents ne comprennent pas de cavité aérienne.

Il peut arriver que des cavités apparaissent dans les dents suite à des caries, des plombages non homogènes ou incomplets.

Il est bien sûr impossible d'équilibrer une dent.

15. A quel moment faut-il commencer l'équilibrage des oreilles ? Pourquoi ?

Durant la descente, les oreilles doivent être régulièrement équilibrées :

La trompe d'Eustache doit être régulièrement ouverte pour assurer l'équilibre des pressions entre la cavité de l'oreille moyenne et le pharynx. Cela peut se faire par des mouvements de déglutition, de bâillement ou par une expiration par à coups en fermant la bouche et le nez. Cette technique accroît la pression dans le rhinopharynx, ce qui ouvre brièvement la trompe d'Eustache et permet de faire entrer de l'air dans la cavité de l'oreille moyenne. Cette technique est appelée « manœuvre de Valsalva ».

16. Quelles sont les méthodes d'équilibrage des oreilles?

Valsalva

Il s'agit de la manœuvre la plus utilisée. Elle consiste à se pincer le nez et à souffler progressivement bouche fermée.

Elle a néanmoins pour inconvénient d'être relativement traumatisante pour les tympans, étant donné que le plongeur force l'équilibrage, mais pour avantage d'être une des plus aisées à mettre en pratique.

B.T.V. (béance tubaire volontaire)

Cette manœuvre se traduit par une stimulation de certains muscles permettant d'ouvrir les trompes d'Eustache. Ceci est réalisé en reproduisant les mouvements provoqués par un bâillement, tout en conservant la mâchoire quasi-fermée

17. Quelle méthode d'équilibrage est interdite lors de la remontée?

Valsalva

Il s'agit de la manœuvre la plus utilisée. Elle consiste à se pincer le nez et à souffler progressivement bouche fermée.

Elle a néanmoins pour inconvénient d'être relativement traumatisante pour les tympans,, étant donné que le plongeur force l'équilibrage, mais pour avantage d'être une des plus aisées à mettre en pratique.

18. Qu'est-ce qu'un barotraumatisme et énoncez les différents accidents possibles en plongée. Comment les prévenir ? 7b p8-15§1

C'est une lésion au corps humain, provoquée par une brusque variation de pression entre la pression ambiante et la pression de l'air, dans les cavités du corps ou des cavités artificielles contenant de l'air. Ils peuvent intervenir en descente comme à la remontée.

La surpression pulmonaire, aéroembolie, emphysème médiastinal et du cou, pneumothorax, bulle d'air dans l'aorte.
Prévention : expirer à la remontée. Accident qui peut arriver suite à une surpression pulmonaire.

Le plaquage de masque.

Prévention : souffler dans son masque à la descente.

Obstruction de la trompe d'eustache, obstruction des sinus.

Prévention : ne pas plongée malade et à la descente compenser les oreilles.

Colique du scaphandrier.

Prévention : ne pas boire des boissons pétillantes avant de plonger, ni manger des féculents.

Les dents.

Prévention bonne hygiène dentaire.

19. Quel est le mécanisme de la surpression pulmonaire, quels en sont les symptômes et quelles sont les actions vitales à entreprendre.

La surpression pulmonaire est un barotraumatisme qui survient à la remontée.

Le volume gazeux pulmonaire (contenu dans les alvéoles et espace trachéo-bronchique) communique avec l'extérieur, à pression ambiante, par les cavités naso-buccales. Il faut que la glotte soit largement ouverte pour permettre les débits gazeux nécessaires à l'équipression.

S'il y a un obstacle à l'écoulement de l'air, lors de la remontée, le volume d'air augmentera dans le poumon, en amont de l'obstacle. (Loi de Boyle et Mariotte)

Or le volume pulmonaire est limité par la cage thoracique qui est rigide. Il y aura donc augmentation de pression dans les alvéoles pulmonaires, jusqu'à la limite d'élasticité de celles-ci.

Il y a d'abord sur distension de l'alvéole avec surpression intra alvéolaire.

Si la pression hydrostatique, extérieure, diminue encore, la limite d'élasticité est dépassée et il y a rupture alvéolaire. Cette rupture survient pour des gradients de pression de 0,2 à 0,3 bar ce qui correspond à des différences de 2 à 3 mètres d'eau seulement.

Cet accident, la SP, peut donc survenir en piscine, lors d'une simple immersion/émersion sur une échelle ou au palier par mer houleuse, le long d'un tombant lorsqu'il y a du ressac, ...

La SP peut donc survenir à faible profondeur. C'est l'accident typique du plongeur débutant.

LÉSIONS ET SIGNES CLINIQUES

Les symptômes sont immédiatement visibles à l'émersion ou au plus tard dans les 5 minutes qui suivent la sortie de l'eau.

Tous les symptômes ne sont pas présents simultanément. Néanmoins, les troubles peuvent s'aggraver et évoluer vers un état de choc et vers la mort.

Respiration douloureuse et difficile, accompagnée de toux. Si des capillaires autour des alvéoles sont déchirés, il peut y avoir des crachats sanguinolents.

Respiration rapide, peu profonde et douloureuse.

La cage thoracique bouge asymétriquement durant la respiration.

Voix rauque, déglutition difficile, crépitations à hauteur du cou gonflé (emphysème sous cutané)

Symptômes neurologiques (troubles nerveux) : hémiplégie, confusion, troubles de l'équilibre, troubles de la vue et de la parole.

Perte de conscience, convulsions

Choc

TRAITEMENT :

Oxygénothérapie normobare à 100 % 15 l/min.

Si accidenté inconscient : position latérale stable (PLS), c'est-à-dire, couché sur le coté pour éviter l'inhalation d'éventuelles vomissures.

Si accidenté conscient et respire normalement: décubitus dorsal (couché sur le dos).

Si accidenté conscient et difficultés respiratoires : position de confort respiratoire (semi -assise)

Évacuation en ambulance médicalisée vers un centre de réanimation (toujours) pour prévenir et traiter le choc.

20. Que faut-il administrer à un accidenté par surpression pulmonaire?

TRAITEMENT :

Oxygénothérapie normobare à 100 % 15 l/min.

Si accidenté inconscient : position latérale stable (PLS), c'est-à-dire, couché sur le coté pour éviter l'inhalation d'éventuelles vomissures.

Si accidenté conscient et eupnéique (respire normalement) : décubitus dorsal (couché sur le dos).

Si accidenté conscient et difficultés respiratoires : position de confort respiratoire (semi -assise)

Évacuation en ambulance médicalisée vers un centre de réanimation (toujours) pour prévenir et traiter le choc.

21. Comment peut-on prévenir la suppression pulmonaire ?

Prévention :

Plusieurs affections des poumons et voies aériennes constituent des contre-indications à la plongée. Par exemple l'asthme et la bronchite chronique (BPCO). La raison de cette contre-indication réside dans le risque d'airtrapping et la réduction de la réserve pulmonaire indispensable à la pratique de la plongée.

Etre toujours conscient de la nécessité d'expirer lors de la remontée. Ne pas effectuer la manœuvre de Valsalva lors de la remontée (par exemple pour équilibrer les oreilles ou pour gonfler son gilet à la bouche).

Toujours effectuer une remontée contrôlée à l'aide du gilet et bien ralentir, surtout dans les dix derniers mètres.

Expirer continuellement durant le dernier mètre. S'il faut malgré tout inspirer, s'arrêter brièvement et ensuite poursuivre la remontée en expirant.

Retenir son binôme qui n'expire plus à la remontée par panique ou pour toute autre raison.

Mettre sa tête en extension afin d'ouvrir les voies respiratoires.

22. Quel est le principe de l'ivresse des profondeurs (narcose à l'azote), comment en reconnaître les symptômes et savoir agir en conséquence. 7b p1 §3

L'air contient environ 78% d'Azote, celui-ci est un gaz inerte, il ne participe pas aux échanges gazeux.

Selon la loi de Dalton, la pression partielle de l'azote augmente proportionnellement avec la profondeur (et la pression ambiante).

Une pression partielle d'azote accrue influence, entre autres, le système nerveux : la transmission normale des influx est perturbée et parfois même bloquée. On parle d'une intoxication à l'azote ou encore d'ivresse des profondeurs.

Les effets de l'azote deviennent perceptibles à partir d'une profondeur de 30 à 40mètres. Chez les plongeurs entraînés, cette profondeur se situe aux alentours de 50 mètres.

Par contre la narcose à l'azote, la plongée à l'air à une profondeur supérieure à 50 mètres est interdite en plongée profonde. On utilise alors des mélanges gazeux comprenant, entre autres, de l'hélium comme gaz diluant (gaz inerte)

Symptômes :

Les signes d'une narcose à l'azote ressemblent fortement à ceux d'un abus d'alcool :

Une sensation légère dans la tête, une humeur joyeuse et enjouée (euphorie) ; parfois aussi une angoisse irraisonnée et des réactions de peur.

Les phénomènes s'aggravent en descendant :

Baisse de concentration

Assurance de soi excessive

Baisse du sentiment de responsabilité

Diminution de l'acuité de réflexion

Panique

Hébètement et perte de connaissance à grande profondeur.

La sensibilité à la narcose à l'azote augmente fortement lors d'un manque de sommeil, en cas de consommation d'alcool et lors d'efforts avec une augmentation du taux de CO₂ dans le sang.

Une bonne condition physique, l'expérience et la pratique régulière de la plongée peuvent réduire cette sensibilité.

TRAITEMENT :

Il est simple puisque le phénomène diminue immédiatement lorsque la pp d'azote baisse. Il suffit, par conséquent, de remonter jusqu'à la profondeur où l'on ne présentait pas ces symptômes. Ceux-ci disparaissent sans laisser de traces.

Surveiller constamment son binôme lors de ses plongées profondes est la meilleure des préventions. Au moindre symptôme, il faut le remonter à la vitesse de remontée normale jusqu'à une profondeur où les symptômes disparaissent.

23. A partir de quelle profondeur peut se déclarer l'ivresse des profondeurs?

Les premiers signes de la narcose à l'azote apparaissent à partir de 40 m (certains plongeurs y sont déjà sensibles à partir de 30 m). A 70 m personne n'y échappe, mais d'aucuns la contrôlent mieux que d'autres.

24. Quels sont les symptômes de l'ivresse des profondeurs ?

Les SYMPTOMES sont :

Comportement mental :

- désintérêt pour la plongée, pour la palanquée
- oubli des paramètres de plongée, n'en tenir aucun compte (regarder sans cesse ses tables, p. ex.)
- vouloir descendre à tout prix
- affaiblissement de l'attention
- fuite des idées, dialogue intérieur
- altération du raisonnement et défaut de mémoire
- euphorie
- angoisse
- perte de conscience

Comportement moteur :

- troubles de la coordination
- sensations de lourdeur
- diminution des perceptions visuelles
- altération comportementale

25. Que doit-on faire en cas de narcose à l'azote ?

Le traitement est très simple, il suffit de remonter le plongeur "narcosé" de plusieurs mètres, jusqu'à disparition des symptômes. La plongée pourra se poursuivre sans problème à condition de ne plus descendre.

Au cours de la descente votre compagnon semble avoir un comportement étrange comme s'il avait bu, il enlève son détendeur ! Que faites-vous ? A quoi cela vous fait-il pensé ?

Cela fait penser à une ivresse des profondeurs et l'action à réaliser est très simple, c'est de remonter le plongeur "narcosé" de plusieurs mètres, jusqu'à disparition des symptômes. La plongée pourra se poursuivre sans problème à condition de ne plus descendre.

26. Expliquez ce qu'est l'hyperoxie, quels sont ses symptômes? Prévention et traitement ? 7b p2-3§3

C'est ce que l'on appelle l'intoxication à l'oxygène du système nerveux central (Effet Paul Bert)

Une Pp D'O₂ élevée lèse les neurones du cerveau et peut, entre autres, entraîner l'apparition de convulsions comparables à une crise d'épilepsie.

La LIFRAS a fixé le seuil maximal de la pp d'O₂ à 1,6 bar pour les plongées avec des mélanges gazeux (par exemple Trimix, Nitrox, HélioX) et les plongées à l'air. La profondeur maximale pouvant être atteinte avec un mélange gazeux (l'air étant le mélange le plus simple), dépend donc du pourcentage d'oxygène dans ce mélange.

Symptômes :

Il y peut avoir toute une série de symptômes. Ceux-ci peuvent apparaître dans un ordre aléatoire ou simultanément. Leur apparition est imprévisible.

CENTAVIVIO

C	C onvulsions	Des convulsions comparables à une crise d'épilepsie peuvent se manifester sans aucun avertissement ou symptôme préalable !
E	E uphorie	
N	N ausées	Envie de vomir
T	T remblements, contractions musculaires	Surtout au niveau des muscles du visage, de la bouche et des lèvres. Signes classiques d'une intoxication à l'O ₂ !
A	A nxiété	
V	V ision (Tunnel)	Troubles visuels, vision tunnel, éclairs
I	I rritabilité	Changements comportementaux tels qu'irritation, angoisse, confusion, euphorie
V	V ertiges	Vertiges, maladresse soudaine et manque de coordination
O	O reilles	Bourdonnements d'oreilles, sifflements hallucinations auditives (tintements de cloche, cognements)

Les convulsions se passent en 2 phases. Il y a d'abord une **phase Tonique**, au cours de laquelle le corps se raidit, la respiration s'arrête et la victime perd connaissance. La glotte se ferme, il n'y a donc pas d'eau dans les poumons. Cette phase dure environ 30 secondes. Elle est suivie d'une **phase Clonique** ; tout le corps se contracte dans de violents spasmes continus. Après environ une minute, les muscles se relâchent et la victime respire à nouveau. Le risque de noyade est alors très important.

C'est à partir de ce moment que la victime peut être ramenée en surface. Il faut veiller à bien maintenir l'embout dans la bouche de la victime et à garder sa tête en extension. Si la victime est ramenée en surface plus tôt (c'est-à-dire durant la phase tonique ou clonique), elle risque une surpression pulmonaire puisque la glotte reste fermée jusqu'à la reprise de la respiration. Or, l'air ne peut des poumons si la glotte est fermée !

Traitement :

Dès l'apparition d'un des symptômes CENTAVIVO (sauf les convulsions) : remonter immédiatement à la vitesse normale et terminer la plongée.

Si un plongeur a des convulsions sous l'eau :

- Ne pas remonter pendant les convulsions étant donné le risque de surpression pulmonaire et d'embolie pulmonaire.
- Attendre que les convulsions s'arrêtent et que les muscles du plongeur se relâchent.
- Maintenir l'embout de la victime en bouche et sa tête en extension.
- Remonter à la vitesse normale dès la fin de la phase clonique.
- Si nécessaire, démarrer en surface le traitement de la noyade, la surpression pulmonaire ou l'accident de décompression.

27. Quel est le mécanisme de l'hyperoxie ?

C'est ce que l'on appelle l'intoxication à l'oxygène du système nerveux central (Effet Paul Bert)

Une Pp d'O₂ élevée lèse les neurones du cerveau et peut, entre autres, entraîner l'apparition de convulsions comparables à une crise d'épilepsie.

La LIFRAS a fixé le seuil maximal de la pp d'O₂ à 1,6 bar pour les plongées avec des mélanges gazeux (par exemple Trimix, Nitrox, HélioX) et les plongées à l'air. La profondeur maximale pouvant être atteinte avec un mélange gazeux (l'air étant le mélange le plus simple), dépend donc du pourcentage d'oxygène dans ce mélange.

28. Quels sont les symptômes de l'hyperoxie ?

C	Convulsions	Des convulsions comparables à une crise d'épilepsie peuvent se manifester sans aucun avertissement ou symptôme préalable !
E	Euphorie	
N	Nausées	Envie de vomir
T	Tremblements, contractions musculaires	Surtout au niveau des muscles du visage, de la bouche et des lèvres. Signes classiques d'une intoxication à l'O ₂ !
A	Anxiété	
V	Vision (Tunnel)	Troubles visuels, vision tunnel, éclairs
I	Irritabilité	Changements comportementaux tels qu'irritation, angoisse, confusion, euphorie
V	Vertiges	Vertiges, maladresse soudaine et manque de coordination
O	Oreilles	Bourdonnements d'oreilles, sifflements hallucinations auditives (tintements de cloche, cognements)

29. Expliquez ce qu'est l'hypoxie?

On parle d'hypoxie lorsque la quantité d'oxygène qui arrive aux tissus est insuffisante. De nombreuses causes peuvent conduire à l'hypoxie, notamment une panne d'air, un état de choc, une noyade, une surpression pulmonaire, un accident de décompression, une intoxication au CO. Dans tous les cas (Sauf le dernier), le manque d'oxygène se manifeste par une coloration bleutée de la peau (cyanose).

30. Quels sont les symptômes de l'hypoxie ?

Symptômes :

- Les premiers signes apparaissent à partir d'une Pp O₂ de 1.6 bar : une coloration bleutée (cyanose) du visage, des lèvres, des muqueuses et des doigts. Cette coloration bleutée est liée à la couleur de l'hémoglobine qui est désormais bleue en raison de la faible quantité d'oxygène qui est fixée.
- Si la Pp d'O₂ descend en dessous de 0.10 bar, il y a perte de connaissance soudaine suivie d'un coma et finalement de la mort. La syncope est la conséquence d'un manque d'oxygène dans le cerveau.

31. Quel est le traitement de l'hypoxie ?

Administrer de l'oxygène et réanimer si nécessaire.

32. Quels sont les causes et les symptômes de l'essoufflement comment agir en conséquence?

Causes exogènes :

- Un tuba trop étroit et trop long peut créer un espace mort tel que l'air expiré ne peut être suffisamment évacué. Lors d'une nouvelle inspiration, l'air riche en CO₂ retourne alors dans les poumons.
- Les bouteilles de plongée peuvent être remplies d'air riche en CO₂. Cela est généralement dû à un dysfonctionnement du compresseur, à de mauvais filtres ou à une aspiration d'air pollué.

Symptômes :

Respiration plus rapide, halètement, essoufflement, le tout avec une ventilation superficielle et insuffisante, conduisant in fine à la perte de connaissance.

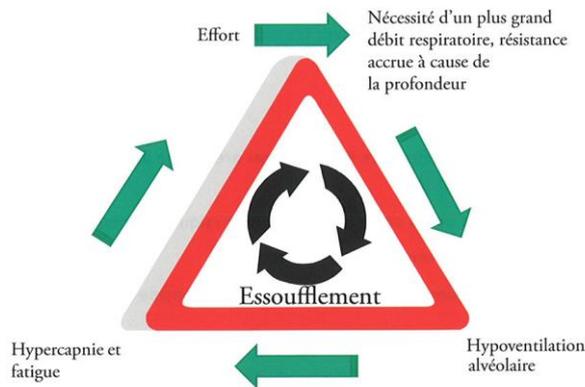
Traitement :

Administrer de l'oxygène et faire une REA si nécessaire

Causes exogènes :

Ce type d'intoxication est fréquent et peut provoquer des situations dangereuses. Comme mentionné précédemment, le métabolisme humain consomme de l'oxygène et des éléments nutritifs pour produire de l'énergie. Il engendre parallèlement des déchets (eau et CO₂).

Plus le corps doit fournir des efforts, plus il transforme de l'oxygène en CO₂ qui doit à son tour, être évacué à temps. Le CO₂ excite le centre respiratoire afin d'accélérer la respiration : le plongeur va haletter pour accroître le débit respiratoire.



Traitement :

Lors de l'apparition des premiers symptômes d'un essoufflement, mieux vaut arrêter tout effort et se concentrer sur la respiration. Il faut expirer lentement et profondément, même si le plongeur a l'impression de ne pas avoir assez d'air en suffisance. **Surtout ne pas céder à la panique.**

Si cela ne suffit pas, l'arrêt de toute activité et le retour en surface à la vitesse normale de remontée, aidé de son compagnon de plongée, est obligatoire. Il faut toujours bien expirer. Un tel essoufflement est considéré comme un **incident**.

Attention, une réaction de panique ne fait qu'aggraver les choses. L'hyperventilation peut être interrompue en respirant lentement et profondément !

33. Quel est le mécanisme de l'essoufflement ?

L'Essoufflement :

Le gaz carbonique (CO₂) est présent en très faible quantité dans l'air que nous respirons.

Il est présent dans l'organisme et est un déchet métabolique résultant de l'activité Cellulaire.

Il est transporté par le sang et est éliminé au niveau des poumons lors de l'expiration.

Une élévation anormale de CO₂ dans le sang est responsable de l'essoufflement.

Le CO₂ est le facteur chimique essentiel qui commande notre centre respiratoire.

34. Comment prévenir l'essoufflement ?

Prévention :

- ◆ Chaque plongeur doit connaître ses limites. Il est préférable que les personnes trop anxieuses ou trop émotives ne plongent pas.
- ◆ Les efforts doivent être dosés selon les capacités physiques du plongeur.
- ◆ Il faut toujours veiller au contrôle de sa respiration
- ◆ Tout ce qui est peut provoquer une augmentation du métabolisme doit être limité, Par conséquent :
 - ✓ Bien se protéger du froid
 - ✓ Veiller à entretenir une bonne condition physique
 - ✓ Soigner son style de nage
 - ✓ Éviter le « surlestage » : chaque kilo superflu réclame une production d'énergie inutile !

35. Quelles sont les causes de l'essoufflement ?

Causes exogènes :

- Un tuba trop étroit et trop long peut créer un espace mort tel que l'air expiré ne peut être suffisamment évacué. Lors d'une nouvelle inspiration, l'air riche en CO₂ retourne alors dans les poumons.
- Les bouteilles de plongée peuvent être remplies d'air riche en CO₂. Cela est généralement dû à un dysfonctionnement du compresseur, à de mauvais filtres ou à une aspiration d'air pollué.

Causes exogènes :

Ce type d'intoxication est fréquent et peut provoquer des situations dangereuses. Comme mentionné précédemment, le métabolisme humain consomme de l'oxygène et des éléments nutritifs pour produire de l'énergie. Il engendre parallèlement des déchets (eau et CO₂).

Plus le corps doit fournir des efforts, plus il transforme de l'oxygène en CO₂ qui doit à son tour, être évacué à temps. Le CO₂ excite le centre respiratoire afin d'accélérer la respiration : le plongeur va haleter pour accroître le débit respiratoire.

36. Définissez un essoufflement, dans quelles circonstances peut-il apparaître et comment faut-il réagir ?

L'ESSOUFFLEMENT

Le gaz carbonique (CO₂) est présent en très faible quantité dans l'air que nous respirons.

Il est présent dans l'organisme et est un déchet métabolique résultant de l'activité cellulaire.

Il est transporté par le sang et est éliminé au niveau des poumons lors de l'expiration.

Une élévation anormale de CO₂ dans le sang est responsable de l'essoufflement.

Le CO₂ est le facteur chimique essentiel qui commande notre centre respiratoire.

L'origine de l'essoufflement peut être liée à plusieurs facteurs :

Causes internes : augmentation de la production métabolique du CO₂ :

efforts ou activités musculaires intenses (mauvais palmage, palmage contre le courant, mauvais lestage).

stress, émotion, peur, froid,

respiration superficielle ou peu efficace (stress, panique, problèmes de détendeur).

Causes extérieures :

respiration d'air enrichi en CO₂ ((qualité de l'air comprimé dans la bouteille)

Les premiers signes de l'essoufflement sont l'accélération du rythme respiratoire, respiration qui devient superficielle,

angoisses, maux de tête et parfois nausées et agitation.

"LE DÉTENDEUR NE DONNE PAS ASSEZ D'AIR!"

Cet incident peut rapidement se transformer en un accident très grave.

L'essoufflement est dans la majeure partie des cas l'origine d'autres accidents de plongée, parfois tragiques (noyade ou surpression pulmonaire), sa prévention est donc primordiale.

PRÉVENTION :

CONNAÎTRE SES LIMITES!

- bonne technique de palmage, lestage correct,

- pas d'effort inconsidéré, respiration correcte et ample, bonne expiration (pas d'économie d'air).

Dès les premiers signes :

- stopper tout effort,

- signaler l'incident à sa palanquée,

- remonter lentement,

- trouver un appui, veiller à l'équilibrage.

- vérifier l'ouverture de la bouteille, tirer la réserve, calmer, rassurer.

Si cela s'avère insuffisant, entamer la remontée en aidant le plongeur en difficulté. La nécessité d'un retour en surface constitue un incident grave contre-indiquant toute plongée successive.

37. Votre compagnon de plongée expire sans cesse et à cadence rapide de l'air par son détendeur; à quoi pensez-vous et que faites-vous?

Cela me fait penser à un essoufflement.

Lors de l'apparition des premiers symptômes d'un essoufflement, mieux vaut arrêter tout effort et se concentrer sur la respiration. Il faut expirer lentement et profondément, même si le plongeur à l'impression de ne pas avoir assez d'air en suffisance. **Surtout ne pas céder à la panique.**

Si cela ne suffit pas, l'arrêt de toute activité et le retour en surface à la vitesse normale de remontée, aidé de son compagnon de plongée, est obligatoire. Il faut toujours bien expirer. Un tel essoufflement est considéré comme un **incident**.

Attention, une réaction de panique ne fait qu'aggraver les choses. L'hyperventilation peut être interrompue en respirant lentement et profondément !

38. Expliquez le mot Hyperventilation ? réf : 7b p 154 et réf : 7a p 553

Certains plongeurs croient, à tort, que la pratique de l'hyperventilation augmente le taux d'oxygène dans le sang.

Rien n'est plus faux. L'hyperventilation a pour effet de diminuer le taux de CO₂ et de ce fait de retarder le réflexe respiratoire. Au cours de l'apnée, qui suit une hyperventilation, le taux d'oxygène sanguin va baisser et, vu le faible taux de CO₂ (hypocapnie), l'absence de réflexe respiratoire, la situation va évoluer vers l'anoxie avec syncope, etc.

ÉVITER DE PRATIQUER UNE HYPERVENTILATION TROP LONGUE!

Une première fois il pratique l'hyperventilation en mesurant le temps jusqu'à l'apparition du premier malaise

(vertige, céphalée). Ensuite il ne dépassera pas le tiers du temps chronométré pour la pratique de l'hyperventilation.

39. Quels sont les dangers de l'hyperventilation ? réf : 7b p 154

Les dangers encourus par le plongeur est de perdre soudainement conscience sans signe précurseur et court un grand risque de noyade.

40. Comment prévenir l'hyperventilation ? réf : 7b p 1§4

Règle du tiers-temps : limiter la durée de l'hyperventilation à maximum 1/3 du temps nécessaire pour atteindre les 1 premiers symptômes de vertiges.
Ne jamais faire d'exercices d'apnée sans accompagnateur dans l'eau ou au bord de la piscine.

41. Citez les dangers de la plongée libre?

La syncope en piscine
Le rendez-vous syncopal

42. Comment prévenir les dangers de la plongée libre ?

La syncope en piscine
Prévention :
Règle du tiers-temps : limiter la durée de l'hyperventilation à maximum 1/3 du temps nécessaire pour atteindre les 1 premiers symptômes de vertiges.
Ne jamais faire d'exercices d'apnée sans accompagnateur dans l'eau ou au bord de la piscine.

Le rendez-vous syncopal des -7m

Prévention:

CONNAÎTRE SES LIMITES en apnée.
Ne pas pousser l'apnée au delà de ses possibilités.
Éviter l'hyperventilation trop longue

43. Expliquer qu'est ce que la syncope en piscine ?

Lors d'un parcours en apnée sans hyperventilation préalable, le taux de CO₂ dans le sang est, à un moment donné, tellement élevé qu'il va obliger le plongeur à arrêter l'apnée pour respirer. Cela se produit généralement avant que le taux d'oxygène ne descende en dessous du seuil critique pour le métabolisme.

Avec une hyperventilation préalable, (le taux de CO₂ dans le sang baisse) pour parcourir une distance maximale à faible profondeur (petite pression - faible pression partielle d'oxygène), la quantité d'oxygène peut descendre durant la nage en dessous du seuil minimum, avant même que se manifeste le réflexe respiratoire, puisque le taux de CO₂ n'a pas encore atteint son seuil critique/ Les cellules du cerveau sont alors en carence d'oxygène.

La réduction du CO₂ dans le sang génère aussi une vasoconstriction des vaisseaux cérébraux. Celle-ci renforce encore le manque d'oxygène que subit le cerveau.

Le plongeur perd soudainement conscience sans signe précurseur et court un grand risque de noyade. Davantage d'explications sur le mécanisme de l'hyperventilation sont fournies dans le chapitre qui traite de la ventilation.

44. Quels les symptômes de la syncope en piscine ?

Symptômes lors d'une hyperventilation de longue durée (plus de 2 à 3 minutes)

Suite à la baisse du taux de CO₂, la diamètre des vaisseaux du cerveau diminue lentement, ce qui amoindrit petit à petit l'apport en oxygène, induisant :

- ◆ Un sentiment de vide dans la tête
- ◆ Des vertiges
- ◆ Une vue floue et des bourdonnements d'oreilles
- ◆ Un mal de tête
- ◆ Une syncope

Simultanément, la baisse de CO₂ est mauvaise pour le métabolisme :

- ◆ Picotements dans les doigts et autour de la bouche
- ◆ Crampes de plus en plus importantes dans les mains

45. Comment prévenir la syncope en piscine ?

PREVENTION :

- ◆ Limiter la durée de l'hyperventilation à maximum 1/3 du temps nécessaire pour atteindre les premiers symptômes de vertiges.
- ◆ Ne jamais faire d'exercices d'apnée sans accompagnateur dans l'eau ou au bord de la piscine !

46. Expliquer qu'est-ce que « le rendez-vous syncopal »?

Il s'agit d'une forme particulière de perte de connaissance qui apparaît principalement lors de la phase de remontée en plongée libre profonde, et cela dans une zone située entre 10 mètres et la surface.

Plusieurs facteurs interviennent :

- ◆ Lors de la remontée, la pression hydrostatique diminue sur les parties compréhensibles du corps. Cela permet à nouveau la circulation d'une plus grande quantité de sang vers la périphérie, diminuant ainsi le débit sanguin dans le cerveau, par exemple.

- ◆ Lors de la remontée, la Ppd'O₂ dans les alvéoles diminue proportionnellement à la baisse de la pression ambiante. On consomme aussi de l'oxygène durant l'effort de remontée.
- ◆ Grâce à une hyperventilation préalable, la Ppd'O₂ reste en dessous du seuil d'alarme.
- ◆ Lors de la remontée, la tête est en hyperextension. Si l'on porte de surcroît une cagoule trop serrée, cela peut stimuler le sinus carotidien. Il s'ensuit un ralentissement du rythme cardiaque. Lors de l'apnée, le réflexe de plongée provoque, lui aussi, un ralentissement du rythme cardiaque (plus évident en eau froide).

Tous ces facteurs auront un effet conjugué à la fin de la remontée de la plongée profonde libre. La Ppd'O₂ baisse en dessous de 0,10 bar, la pression artérielle diminue, le rythme cardiaque est lent. L'ensemble de ces éléments peut induire une syncope par manque d'oxygène dans le cerveau.

47. Comment prévenir le « le rendez-vous syncopal »?

CONNAITRE SES LIMITES en apnée.
 Ne pas pousser l'apnée au delà de ses possibilités.
 Éviter l'hyperventilation trop longue
 Ne jamais plonger seul !

48. Quel est le traitement pour une syncope en piscine ?

Lors d'une syncope en piscine, d'un œdème pulmonaire en plongée libre profonde et du rendez-vous syncopal des 7 mètres :

- ◆ Retirer la victime au plus vite de l'eau, de préférence avant qu'elle respire sous l'eau (rarement possible)
- ◆ Vérifier les paramètres vitaux et suivre le protocole de RCP. Administrer au plus vite de l'oxygène pur.
- ◆ En cas de noyade : respecter le protocole de RCP. Administrer au plus vite de l'oxygène pur à la victime. Même si la victime est consciente, il faut la transporter à l'hôpital vu le risque de dégradation du surfactant. Des problèmes respiratoires peuvent se manifester tardivement.

49. Quel est le traitement pour une syncope dû au RDV syncopal des 7m ?

Lors d'une syncope en piscine, d'un œdème pulmonaire en plongée libre profonde et du rendez-vous syncopal des 7 mètres :

- ◆ Retirer la victime au plus vite de l'eau, de préférence avant qu'elle respire sous l'eau (rarement possible)
- ◆ Vérifier les paramètres vitaux et suivre la protocole de RCP. Administrer au plus vite de l'oxygène pur.
- ◆ En cas de noyade : respecter le protocole de RCP. Administrer au plus vite de l'oxygène pur à la victime. Même si la victime est consciente, il faut la transporter à l'hôpital vu le risque de dégradation du surfactant. Des problèmes respiratoires peuvent se manifester tardivement.

50. Quels sont les causes et le mécanisme de l'accident de décompression, comment en reconnaître les symptômes (sans plus). 7b p1-23 §5

Suite à une plongée, à la remontée un dégazage anarchique et trop rapide de l'azote qui a saturé les tissus se produit à cause d'une remontée trop rapide ou mal contrôlée par le plongeur, mais aussi suite à un non-respect des protocoles. Certains accidents sont considérés, après analyse, comme immérités, car cela peut arriver même en respectant tous les protocoles.

Les causes :

si les conditions de décompression ne sont pas respectées (vitesse de remontée trop rapide et/ou absence de respect des paliers) et parfois certaines ADD ne sont pas expliqués.

Les symptômes :

Les ADD sont classés en fonction de la gravité des symptômes et du traitement

1. Symptômes (ou incidents) légers.

- ◆ Fatigue inhabituelle
- ◆ Sentiment de malaise.
- ◆ sensation de démangeaison (sans modification de l'aspect de la peau).

2. Accidents graves.

- ◆ Accidents cutanés : ces accidents sont plus fréquents chez les porteurs de costumes secs et surtout chez les tubistes (travailleurs en caisson),
- ◆ Puces : plaques rouges, démangeaisons et sensations de brûlures.
- ◆ Moutons : boursoffures de la peau, moins douloureuses que les puces.
- ◆ Accidents ostéo-articulaires ou "bends" : douleurs articulaires qui apparaissent de 30 min. à plusieurs heures après une plongée généralement avec effort. Les articulations les plus touchées sont en ordre décroissant l'épaule, genou, coude, etc.
- ◆ "Chokes" (suffoquer en anglais) : c'est l'A.D.D. pulmonaire dû à l'encombrement des capillaires pulmonaires par des bulles de N₂, se manifeste par des douleurs dans la poitrine, une gêne respiratoire, une respiration superficielle et toute tentative d'inspiration profonde provoque la toux. Il n'y a pas de crachats sanglants comme dans la S.P., il n'y a pas de rupture d'alvéole. Il y a aussi souvent un délai entre l'émersion et l'apparition des symptômes.
- ◆ A.D.D. de l'oreille interne : vertiges, nausées, vomissements, station debout impossible (accident vestibulaire) ; rarement accompagné de surdité ou de diminution de la perception auditive (accident cochléaire).
- ◆ A.D.D. neurologiques : les plus fréquents.
- ◆ A.D.D. cérébraux (ou centraux) : le quart des A.D.D. neurologiques, tableaux cliniques variés.
- ◆ Ils se manifestent par : une monoplégie, hémiparésie, tétra ou quadriplégie, des troubles de la parole (dysphasie ou aphasie), des troubles visuels (amaurose), un coma, des crises convulsives (épilepsie).
- ◆ A.D.D. médullaires (de la moelle épinière) : les plus typiques. Éventuellement douleur dorsale en "coup de poignard" au palier ou à la sortie de l'eau, suivie progressivement de paresthésies dans les pieds (picotements) et éventuellement de paraplégie (paralysie des membres inférieurs) souvent associée à une rétention d'urine.

51. Qu'est-ce qu'un ADD ? Quels sont-ils et comment les reconnaître et prendre en charge une victime d'ADD ?

Suite à une plongée, à la remontée un dégazage anarchique et trop rapide de l'azote qui a saturé les tissus se produit à cause d'une remontée trop rapide ou mal contrôlée par le plongeur, mais aussi suite à un non-respect des protocoles. Certains accidents sont considérés, après analyse, comme immérités, car cela peut arriver même en respectant tous les protocoles.

Des bulles d'azote engendrent des problèmes :

- ✓ Oreille interne : Troubles de l'équilibre, vomissements, soudaine surdité.
- ✓ Articulations : Douleurs articulaires (Bends), courbatures, douleurs aux os.
- ✓ Moelle épinière : Embolisation artérielle, thrombose, bulles dans la moelle épinière, paraplégie, hémiparaplégie, quadriplégie.
- ✓ Cerveau : Embolies d'azote au cerveau.
- ✓ Poumons : Détresse respiratoire (Chokes).
- ✓ Peau : Démangeaisons locales ou générales causées par de petites bulles d'azote (Puces). Urticaire qui provoque des démangeaisons (Moutons).

Prise en charge : Prévenir les secours avec le 112 ou le 100 en Belgique. Donner de l'O₂ à une concentration 100%. Rassurer, tenir au chaud, donner à boire de l'eau si la victime est consciente.

52. Que faut-il administrer à un plongeur victime de l'accident de décompression et quelles sont les actions à entreprendre?

En cas d'incident bénin

Administrer de l'oxygène normobare à 100%, 15L/min., pendant 30 minutes.

Donner de l'eau à boire (pas d'alcool !)

Si les symptômes persistent, il faut considérer l'incident comme un accident grave et le traiter comme tel (voir plus loin).

Si les symptômes ont disparu, il faut organiser une surveillance de 24 heures.

Appeler le DAN, en Belgique n° vert 0800 12382

En cas d'accident grave :

Si la victime est consciente et ne présente pas de nausées ni de trouble de la déglutition, faire boire de l'eau (2 litres en une heure si possible)

Administrer de l'oxygène normobare, à 100%, 15 l/min., jusqu'à la prise en charge médicale.

Evacuation de l'accidenté, sous oxygène normobare, 15 l/min., en ambulance, vers un centre de recompression préalablement averti par le dispatching du service des urgences appelé.

53. Quels sont les facteurs aggravants de l'accident de décompression?

Liés à l'état de santé du plongeur :

- ◆ âge
- ◆ obésité
- ◆ fatigue
- ◆ altération de l'état général
- ◆ prise de repas gras avant la plongée
- ◆ alcool
- ◆ arthrose
- ◆ phénomènes inflammatoires
- ◆ fracture des os longs (tibia par ex.)
- ◆ altérations pulmonaires (emphysème, tabac), entrave aux échanges gazeux
- ◆ entrave à la circulation veineuse : varices, phlébites
- ◆ anomalies anatomiques (foramen ovale perméable, communication située entre les deux oreillettes, et incomplètement fermée chez 30% de la population)
- ◆ prise de certains médicaments

Liés aux conditions de la plongée :

- ◆ plongée libre avant ou après la plongée avec scaphandre
- ◆ apnée au palier
- ◆ travail musculaire important avant, pendant ou après la plongée
- ◆ stress, angoisse
- ◆ essoufflement
- ◆ froid
- ◆ plongées Yo-Yo
- ◆ Valsalva ou effort de toux pendant la remontée.
- ◆ vol en avion.

54. Comment prévenir un ADD ?

- ◆ Respect strict de la vitesse de remontée.
- ◆ Respect stricte des tables de décompression, des paliers (profondeur et temps)
- ◆ Éviter la plongée yoyo
- ◆ Palier défatigant si l'état et la température de l'eau le permettent. (5min à 5m)
- ◆ Pas de plongée libre moins de trois heures avant ou après une plongée en scaphandre.
- ◆ Éviter les efforts intenses inutiles, avant, pendant et après une plongée à l'air.
- ◆ Plonger dans de bonnes conditions physiques et psychiques.
- ◆ Hydratation avant et après la plongée (à raison d'un demi litre avant et après) ...
- ◆ Malgré cela, on a décrit des A.D.D. consécutifs à des procédures de désaturation irréprochables. On parle d'accidents immérités. En analysant les cas plus avant, on met cependant en évidence des facteurs favorisants ou aggravants.

55. Vous deviez plonger sur une épave à 32 mètres, malheureusement une fois au fond vous ne trouvez que du sable. Par gestes, votre coéquipier vous propose de palmer en faisant un grand cercle autour de votre point de chute afin de tenter de trouver l'épave. Le temps est compté à cette profondeur, aussi il accélère et vous fait signe de palmer plus rapidement.

a. Quels accidents risquez-vous ?

b. Expliquez les mécanismes de ces accidents ?

a .L'essoufflement bien sûr, mais aussi l'accident de décompression.

b.1 Essoufflement :

Définition : Une élévation anormale de CO₂ dans le sang est responsable de l'essoufflement.

Le gaz carbonique (CO₂) est présent en très faible quantité dans l'air que nous respirons.

Il est présent dans l'organisme et est un déchet métabolique résultant de l'activité cellulaire.

Il est transporté par le sang et est éliminé au niveau des poumons lors de l'expiration. Le CO₂ est le facteur chimique essentiel qui commande notre centre respiratoire.

L'origine de l'essoufflement peut être liée à plusieurs facteurs :

Causes internes : augmentation de la production métabolique du CO₂ :

- ◆ efforts ou activités musculaires intenses (mauvais palmage, palmage contre le courant, mauvais lestage).
- ◆ stress, émotion, peur, froid,
- ◆ respiration superficielle ou peu efficace (stress, panique, problèmes de détendeur).

Causes extérieures :

- ◆ respiration d'air enrichi en CO₂ ((qualité de l'air comprimé dans la bouteille)
- ◆ Les premiers signes de l'essoufflement :
- ◆ l'accélération du rythme respiratoire,
- ◆ respiration qui devient superficielle, angoisses,
- ◆ maux de tête et parfois nausées
- ◆ agitation

Cet incident peut rapidement se transformer en un accident très grave.

b.2 Accident de décompression :

En plongée sportive le mélange respiré est l'air (ou l'air enrichi = Nitrox).

L'air est composé grosso modo de 21 % d'oxygène (O₂) et de 78 % d'azote (N₂), le % restant représentant le CO₂, les gaz rares, la vapeur d'eau, etc. Considérons 21 % et 79 % de L'oxygène est utilisé par notre organisme (métabolisme aérobie). Il est dissous dans le sang et les tissus, il est aussi fixé sur l'hémoglobine des globules rouges.

L'azote est un gaz inerte, non utilisé, non métaboliser.

L'azote est l'élément causal de l'accident de décompression (A,D.D.).

Nos poumons permettent les échanges entre le milieu extérieur et le milieu interne en ce qui concerne les gaz. La surface d'échange est la membrane alvéole-capillaire.

Les gaz dissous sont transportés des poumons aux autres organes par le sang et inversement.

Les tissus constituant notre organisme ont des compositions chimiques différentes.
La dissolution de l'azote dans l'organisme se fait de manière hétérogène. L'azote se dissout d'abord dans le sang au niveau de l'échangeur pulmonaire. Il se répartit ensuite dans l'organisme via la circulation et s'accumule dans les tissus selon son degré de solubilité.
La quantité d'azote dissous dépend bien sûr de la profondeur et de la durée de la plongée. Lorsque le plongeur remonte, la pression partielle du gaz respiré diminue et l'azote dissous doit être éliminé par diffusion au niveau de la membrane alvéolo-capillaire.
Si le plongeur respecte les règles de la décompression (vitesse de remontée, profondeur et temps de palier), l'élimination de l'azote se fera de manière progressive sans formation de bulles pathogènes. Par contre si les conditions de décompression ne sont pas respectées (vitesse de remontée trop rapide et/ou absence de respect des paliers) il y aura dégazage sous forme de bulles pathogènes, c'est l'ADD, l'accident bullaire.

Les bulles peuvent se former n'importe où dans le corps, toujours entre les cellules.
Dans le système circulatoire (intra et extravasculaires)
Dans différents tissus

Elles peuvent se manifester :
sur place par compression des tissus voisins.
A distance emportée par le courant sanguin : embolie

56. Qu'est-ce qu'une noyade et quels en sont les dangers ?

C'est la mort dans l'eau par asphyxie avec ou sans inondation broncho-alvéolaire.
La mort par arrêt cardio-respiratoire.
Si on arrive à réanimer la victime, la noyade est retardée.

57. Que se passe-t-il au niveau physiologique au cours d'une noyade (explication très succincte) ?

Le liquide présent dans les poumons ou le spasme de la glotte empêche l'air de pénétrer dans les poumons. La victime est alors cyanosée (coloration bleue de la peau). Dans le meilleur des cas, elle tente de respirer et tousse. La situation est plus grave si la victime ne respire plus et son pouls n'est plus perceptible. L'hypoxie induit un arrêt respiratoire suivi, quelques plus tard, d'un arrêt cardiaque. Une réanimation doit être entreprise au plus vite. De fait, les cellules cérébrales ne peuvent être privées d'oxygène plus de 3 minutes.

58. Comment faut-il réagir face à une noyade ?

Une réanimation doit être entreprise le plus rapidement possible en deans les 3min au risque d'avoir des lésions cérébrales irréversibles !

59. Expliquez le mécanisme de l'hypothermie ?

On parle d'hypothermie lorsque la température centrale d'un sujet est inférieure à 35°C.
L'eau ayant une conductivité thermique 25 fois supérieure à celle de l'air, les pertes calorifiques y sont beaucoup plus grandes.
Alors que la neutralité thermique (température de confort) dans l'air pour un homme nu est comprise entre 24 et 26°C, elle est de 33°C dans l'eau. La température de l'eau étant généralement très inférieure, les pertes calorifiques deviennent importantes en plongée et cela principalement par convection car le plongeur est toujours en mouvement. La radiation et l'évaporation deviennent quasiment nuls. Par ailleurs, les pertes calorifiques respiratoires s'accroissent aussi par convection car la masse volumique des gaz augmente, mais aussi parce que l'air inspiré est froid. Cet air froid qui arrive au niveau pulmonaire a tendance à refroidir le noyau central et à annihiler les réactions de vasoconstriction cutanée.

- ◆ La vasoconstriction cutanée accompagnée d'une augmentation de la diurèse. Le plongeur a toujours envie d'uriner dans la combinaison.
- ◆ Le frisson (augmente la production de chaleur)
- ◆ Réaction volontaire : mettre une combinaison.

Des facteurs individuels comme l'épaisseur de la couche graisseuse sous-cutanée qui possède un réel pouvoir isolant peut intervenir.

60. Quand parle-t-on d'hypothermie ?

On parle d'hypothermie lorsque la température centrale d'un sujet est inférieure à 35°C.
L'eau ayant une conductivité thermique 25 fois supérieure à celle de l'air, les pertes calorifiques y sont beaucoup plus grandes.
Alors que la neutralité thermique (température de confort) dans l'air pour un homme nu est comprise entre 24 et 26°C, elle est de 33°C dans l'eau. La température de l'eau étant généralement très inférieure, les pertes calorifiques deviennent importantes en plongée et cela principalement par convection car le plongeur est toujours en mouvement. La radiation et l'évaporation deviennent quasiment nuls. Par ailleurs, les pertes calorifiques respiratoires s'accroissent aussi par convection car la masse volumique des gaz augmente, mais aussi parce que l'air inspiré est

froid. Cet air froid qui arrive au niveau pulmonaire a tendance à refroidir le noyau central et à annihiler les réactions de vasoconstriction cutanée.

- ◆ La vasoconstriction cutanée accompagnée d'une augmentation de la diurèse. Le plongeur a toujours envie d'uriner dans la combinaison.
- ◆ Le frisson (augmente la production de chaleur)
- ◆ Réaction volontaire : mettre une combinaison.

Des facteurs individuels comme l'épaisseur de la couche graisseuse sous-cutanée qui possède un réel pouvoir isolant peut intervenir.

61. Quels sont les symptômes de l'hypothermie ?

Les symptômes sont :

Hypothermie légère :

- ◆ Pâleur, extrémités froides
- ◆ Horripilation
- ◆ Frisson
- ◆ Tachycardie
- ◆ Hyperventilation
- ◆ Activités motrices et intellectuelles diminuées
- ◆ Augmentation de la diurèse
- ◆ Conscience normale

Hypothermie modérée et grave :

- ◆ Peau sèche, froide, dure, cyanosée aux extrémités.
- ◆ Effacement progressif du frisson
- ◆ Rigidité articulaire
- ◆ Altération de la conscience : dysarthrie, état stuporeux, puis coma
- ◆ Bradycardie
- ◆ Bradypnée d'apparition progressive

Hypothermie majeure, mort apparente :

- ◆ Aspect cadavérique
- ◆ Rigidité intense
- ◆ Coma profond
- ◆ Mydriase
- ◆ Pouls imprenable, en arrêt cardiaque
- ◆ Bradypnée puis arrêt respiratoire

62. Que faut-il faire en cas d'hypothermie ?

63. Quel est le traitement en cas d'hypothermie ?

Traitement d'une victime en hypothermie :

Eviter tout refroidissement supplémentaire, maintenir la victime au chaud

Contrôler les paramètres vitaux, agir selon le protocole de RCP

Prévenir les services de secours

Si la victime est consciente, lui faire boire une boisson chaude et énergisante afin qu'elle se réchauffe de l'intérieur.

L'alcool est contre-indiqué. EN absence de boisson chaude, faire boire de l'eau à température ambiante.

La victime doit être transportée à l'hôpital, où elle recevra un traitement adéquat.

Attention : éviter les situations d'hypothermie. Il faut s'habiller en fonction des conditions de plongée. Adapter son temps de plongée aux conditions. Prévenir son binôme dès l'apparition des premiers signes de froid car il est également impossible de sortir immédiatement de l'eau. Il convient donc de réagir à temps.

64. Comment faut-il prévenir l'hypothermie ?

Prévention :

- ◆ Porter une combinaison avec chausson et cagoule attenante
- ◆ Sélectionner des plongeurs qui désirent plonger à des températures extrêmes
- ◆ Se méfier de la fatigue qui diminue les réactions de l'organisme
- ◆ S'alimenter systématiquement avant toutes les plongées, toujours sans alcool (et sans vin).
- ◆ Toujours se mouiller la nuque et le visage avant la mise à l'eau.

65. Expliquez le mécanisme de l'hyperthermie ? Qu'est-ce que l'hypothermie et quels sont les dangers ?

L'organisme fonctionne de manière optimale à une température de 37°C. Un système thermorégulateur veille à ce que les organes vitaux conservent cette température. Si elle dépasse cette température, un mécanisme de régulation assure la baisse de la température. Dans l'eau la conduction thermique est 23 fois plus importante que dans l'air. L'eau n'atteint jamais la température de 37°C. Donc les échanges thermiques avec l'eau vont faire descendre rapidement la température centrale de notre corps, vu que les échanges thermiques sont importants. Quand la température centrale arrive à 35°C on peut déjà parler d'hypothermie.

Les dangers suivants sont à craindre :

Maladresse, confusion	34°C
Engourdissement	33°C
Arrêt des tremblements	32°C
Perte de connaissance	31°C
Inconscience	30°C
Pouls lent et respiration lente	29°C
Arrêt cardiaque et mort par hypothermie	28°C

66. Quels sont les dangers de l'hyperthermie ?

Les dangers suivants sont à craindre :

Maladresse, confusion	34°C
Engourdissement	33°C
Arrêt des tremblements	32°C
Perte de connaissance	31°C
Inconscience	30°C
Pouls lent et respiration lente	29°C
Arrêt cardiaque et mort par hypothermie	28°C

67. Qu'est ce que l'hyperthermie ?

Il peut paraître étrange de parler d'hyperthermie dans le cadre de la plongée subaquatique. Ce n'est pas au cours de la plongée que les risques se présenteront, mais avant et après. En effet, les plongeurs évoluent de plus en plus sous des latitudes tropicales ou subtropicales et il faut reconnaître que, même sur les bords de la méditerranée, l'attente de la mise à l'eau, équipé de combinaison complète avec gilet de sécurité et bouteille sur le dos, peut provoquer un accident de d'hyperthermie. Dans ces conditions, l'élimination de la chaleur n'est plus suffisante, le gradient de température étant trop faible, voir nul. La température centrale devenant trop importante, le fonctionnement cellulaire est perturbé.

68. Quels sont les symptômes de l'hyperthermie ?

Symptômes :

Syncope de chaleur provoquée par un débit sudoral trop important et une vasodilatation intense entraînant une chute de tension artérielle. Le sujet est livide, moite, atteint d'une polypnée puis d'une bradypnée

Epuisement à la chaleur due à la déshydratation.

- ◆ Crampes
- ◆ Fatigue extrême
- ◆ Pouls filant
- ◆ Nausées, vomissements

Coup de chaleur qui traduit la défaillance totale de la thermorégulation avec une température centrale pouvant atteindre 40 à 41°C

- ◆ Peau sèche
- ◆ Obnubilation, délire, agitation, coma
- ◆ Pouls imprenable
- ◆ Polypnée puis bradypnée . c'est un accident grave.

69. Peut-on souffrir d'hyperthermie en Belgique ?

70. Quels sont les signes d'anxiétés chez un plongeur ? 7b p1-2§10

- ◆ Une respiration rapide
- ◆ Des yeux qui regardent l'infini et dans lesquels on lit la peur
- ◆ Le fait de quasiment broyer la main du chef de palanquée
- ◆ Le fait de se coller au chef de palanquée plutôt que d'évoluer à une distance d'un mètre.

71. Quels sont les dangers de prendre des médicaments et de pratiquer la plongée? 7b p1-2§11

Toutefois prudence et vigilance sont recommandées à l'égard des médicaments pouvant influencer la capacité physique et la faculté mentale : sous des conditions hyperbares, ces effets doivent être évités. La narcose à l'azote peut, en outre, être suscitée et/ou aggravée sous l'influence de ces médicaments.

Les médicaments qui fluidifient le sang (pas la simple aspirine mais des anticoagulants sanguins comme le Sintrom®, le Marevan et le Marcoumar®) accroissent la tendance au saignement. Ils sont utilisés par des patients souffrant de problèmes de rythme cardiaque ou porteurs de prothèses valvulaires. Pour les plongeurs sportifs, l'utilisation de ces fluidifiants sanguins n'est pas une contre indication absolue à la plongée mais elle réclame une certaine prudence, vu le risque accru de saignement. Le plongeur doit être en conscient et savoir que les saignements, en cas de barotraumatisme de l'oreille moyenne ou des sinus par exemple, seront nettement plus sérieux.

72. Quels sont les dangers de l'alcool avec la pratique de la plongée ?

L'alcool peut altérer notre comportement au cours de la plongée !

73. Cite 5 facteurs favorisant l'ADD.

- ◆ Fatigue
- ◆ Stress
- ◆ Froid
- ◆ Effort
- ◆ Alcool

+ Etat de santé : Age, obésité, repas gras, tabac, manque d'entraînement, fractures, asthme, varice, FOP, médicaments, déshydratation, ...

+ Plongée : hyperpression pulmonaire (Valsalva à la remontée), plongée libre avant ou après, apnée au palier, angoisse, essoufflement, plongée yoyo, etc.

74. En suivant le déroulement d'une plongée, cite 5 accidents mécaniques qui pourraient survenir. Que faudrait-il faire pour les éviter ?

Accidents mécaniques	Prévention
Placage du masque (descente)	Expirer par le nez dans le masque
Barotraumatisme oreilles (descente)	Valsalva ou BT
Barotraumatisme sinus (descente)	Ne pas plonger enrhumé, pas de décongestionnant nasal
Barotraumatisme dent (remontée)	Bonne hygiène dentaire (1 visite annuelle)
Surpression pulmonaire (remontée)	Expirer pendant la remontée + tête hyper extension
Colique (remontée)	Ne pas manger féculant boissons gazeuses ...

75. En suivant le déroulement d'une plongée, cite 5 accidents mécaniques qui pourraient survenir. Quelle est la loi concernée par ces accidents ? Que faudrait-il faire pour les éviter ?

Lors de la descente, le plongeur peut faire :

- ◆ un placage de masque
- ◆ un barotraumatisme de l'oreille
- ◆ un barotraumatisme des dents

Lors de la remontée, le plongeur peut faire :

- ◆ un barotraumatisme des sinus
- ◆ un barotraumatisme des dents
- ◆ une surpression pulmonaire
- ◆ Une colique du scaphandrier

76. Dans la circulation sanguine, le cœur est la pompe du système. Une seule des affirmations ci-dessous est correcte. Identifie-la.

Le cœur droit reçoit le sang chargé en dioxyde de carbone (CO₂).
Le cœur droit reçoit le sang chargé en oxygène (O₂), en provenance des poumons.
Le cœur gauche envoie le sang dans l'aorte et, de là, vers tout le corps.
Le cœur droit envoie le sang vers les poumons.

77. Les échanges gazeux se déroulent en deux phases (alvéolaire, puis cellulaire) et c'est le sang qui assure le transport de l'une à l'autre. Dans les explications qui sont données ci-dessous, l'une d'entre elle est incorrecte. Identifie-la.

- ◆ Les échanges gazeux s'effectuent au niveau de la paroi de l'alvéole pulmonaire, par mécanisme de diffusion.
- ◆ Le sang se charge en O₂, uniquement par l'hémoglobine (Hb) qui fixe l'O₂.
- ◆ Lors de l'inspiration, l'azote se dissout en tant que gaz diluant, non utilisé par le métabolisme.
- ◆ Le sang libère le dioxyde de carbone (CO₂), qui s'évacue dans l'air expiré.

78. Un assistant moniteur te cite quelques facteurs qui peuvent favoriser l'ADD (ils te sont proposés ci-dessous). Néanmoins, l'un d'entre eux est inexact. Peux-tu repérer lequel ?

Une plongée longue favorise l'ADD, étant donné la quantité d'azote, dissous dans le corps, qui dépend de la durée de la plongée.

Une hyperventilation trop poussée, qui provoque une élimination excessive de CO₂, peut altérer gravement le fonctionnement de cellules cérébrales et provoquer un ADD.

Le foramen ovale perméable (FOP) crée un « shunt » de sang, du cœur droit vers le cœur gauche, et favorise un ADD cérébral ou de l'oreille interne.

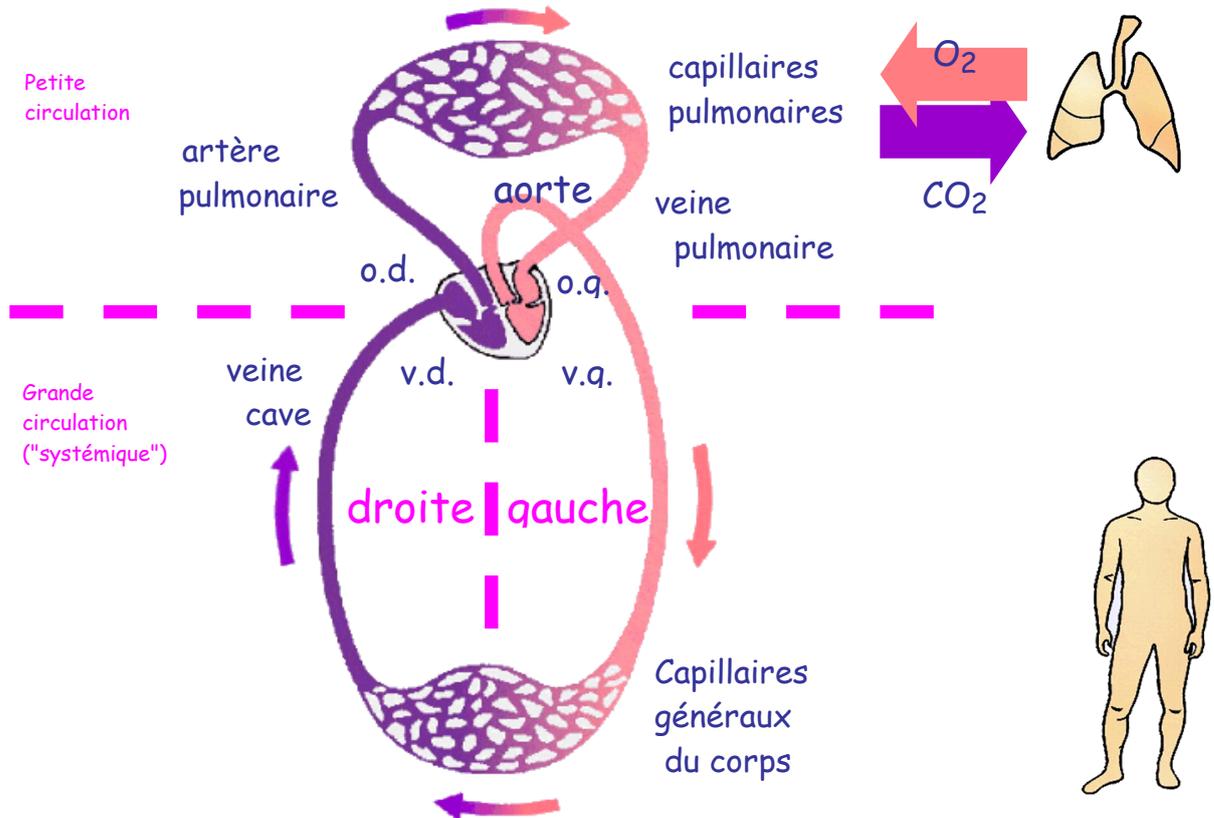
La déshydratation entraîne une diminution importante de la quantité de liquide corporel. Cela épaissit le sang, qui devient moins apte à transporter les gaz et qui entrave l'élimination de l'azote hors des tissus des plongeurs.

79. Parmi les prises en charge de la victime d'un accident de plongée et les premiers gestes à effectuer, énumérés ci-dessous, l'un est incorrect. Lequel ?

- ◆ En cas d'ADD, il faut administrer, au plus vite, de l'oxygène à 100%, sans interrompre le traitement, avec un débit de 15 litres/minute, jusqu'à l'arrivée dans le caisson.
- ◆ En cas d'essoufflement grave (hypercapnie), il faut arrêter toute activité et entamer le retour en surface, à la vitesse réglementaire, en aidant au maximum le compagnon de plongée en difficulté.
- ◆ En cas d'hyperoxie, dès l'apparition des symptômes, il s'agit de remonter l'accidenté, immédiatement, à la vitesse réglementaire et terminer la plongée.
- ◆ En cas d'intoxication au monoxyde de carbone, il faut amener la victime dans un lieu bien aéré, lui administrer immédiatement de l'oxygène et avvertir les secours le plus rapidement possible.

Anatomie :

80. Tracer un croquis du coeur et expliquer brièvement les circulations sanguines. 7a p2- §4



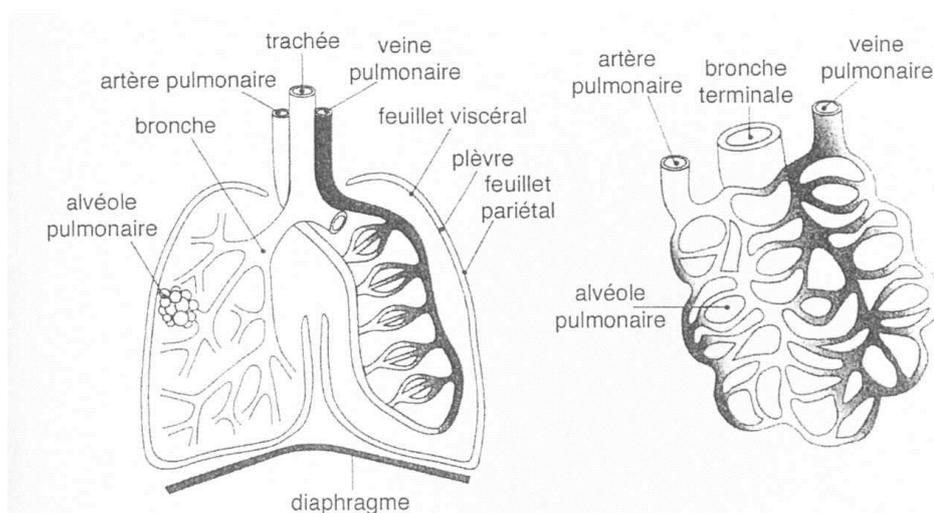
Le sang quitte le cœur par le système artériel caractérisé par des vaisseaux à parois plus épaisses et une pression élevée.

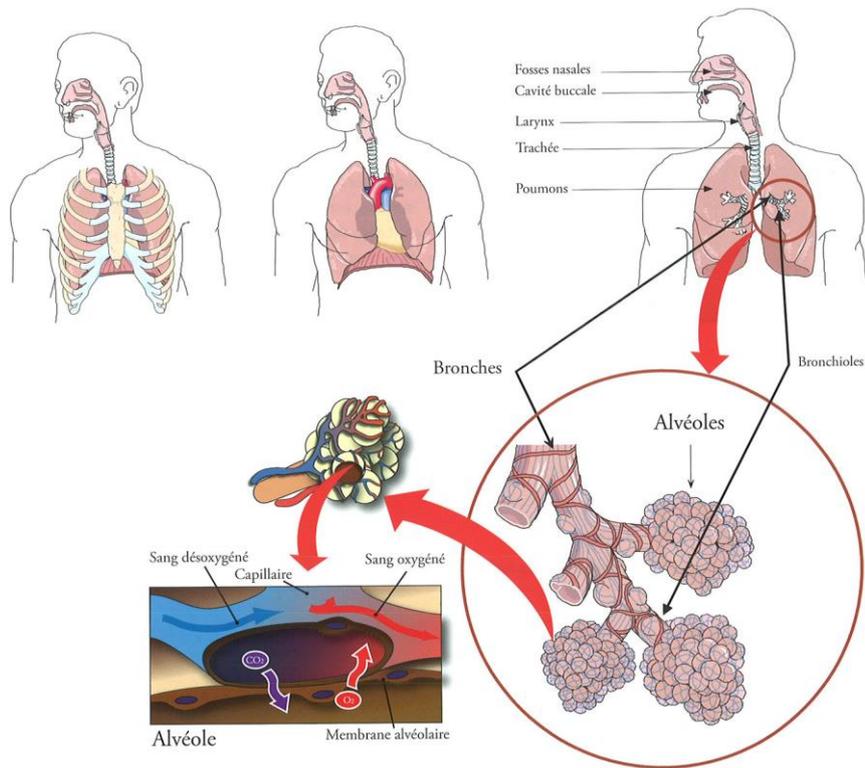
Le sang revient au cœur par le système veineux caractérisé par des parois plus fines et une pression basse.

Petite circulation : ventricule droit, artères pulmonaires, poumons, veines pulmonaires, oreillette gauche

Grande circulation : ventricule gauche, crosse aortique, artère aorte, organes, veines caves, oreillette droite.

81. Montrer par un croquis la structure d'un poumon. 7a p1-2- §3





82. Expliquez les appareils respiratoire et circulatoire.

Appareil respiratoire 7a p2-§3

La cage thoracique est délimitée par les côtes, le sternum, la colonne vertébrale et le diaphragme. Les muscles respiratoires sont fixés sur les côtes ; ils soulèvent la cage thoracique, celle-ci protège plusieurs organes fragiles : le cœur, les poumons, l'oesophage, la trachée et de gros vaisseaux. Cet espace s'appelle le médiastin.

Les poumons sont recouverts d'une plèvre viscérale et les côtes tapissées d'une plèvre pariétale.

L'arbre bronchique et les alvéoles pulmonaires.

Inspiration : Le diaphragme se contracte et descend. Simultanément, le volume de la cage thoracique augmente sous l'effet des autres muscles respiratoires, ce qui entraîne une aspiration d'air dans les poumons.

Expiration : Le diaphragme se relâche et est tiré vers le haut. Simultanément, les autres muscles respiratoires se relâchent également, ce qui réduit le volume de la cage thoracique. La pression dans la cage thoracique augmente et l'air quitte les poumons.

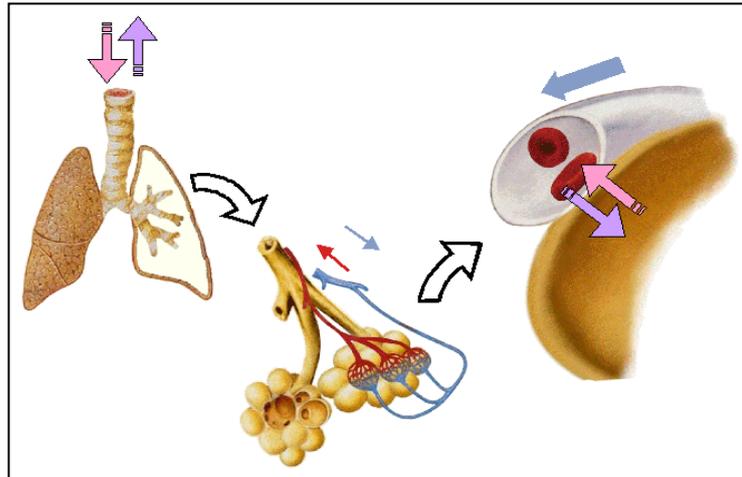
Appareil circulatoire 7a p1-2-3§4

Il se compose du cœur, du sang, des artères et des veines.

Ce système cardiovasculaire est un circuit fermé. Le cœur est un muscle creux au centre du dispositif, c'est la pompe du système. Il se contracte +/-70 fois à la minute en moyenne, au repos. Il se compose d'un cœur droit et d'un cœur gauche. Ceux-ci sont en deux parties : une petite poche appelée oreillette et une partie plus grande, le ventricule. Ils se contractent alternativement : les oreillettes ensemble et les ventricules ensemble. On considère que la circulation est composée de deux circuits : la grande circulation (cœur et reste du corps) et la petite circulation (cœur/poumons).

Le circuit est le suivant : le sang arrive au cœur par (veine cave supérieure et inférieure) l'oreillette droite, celle-ci se contracte et propulse (valvule tricuspide) le sang dans le ventricule droit ; le ventricule se contracte (valvule pulmonaire) et envoie le sang (artère pulmonaire) dans les poumons où ont lieu les échanges gazeux (oxygénation du sang). Le sang revient par la veine pulmonaire à l'oreillette gauche, qui propulse le sang (valvule mitrale) dans le ventricule gauche ; celui-ci se contracte à son tour et envoie le sang (valvule aortique) dans la grande circulation (aorte).

**83. Quelle relation existe-t-il entre système respiratoire et système circulatoire au niveau des poumons?
7a p2- §3**



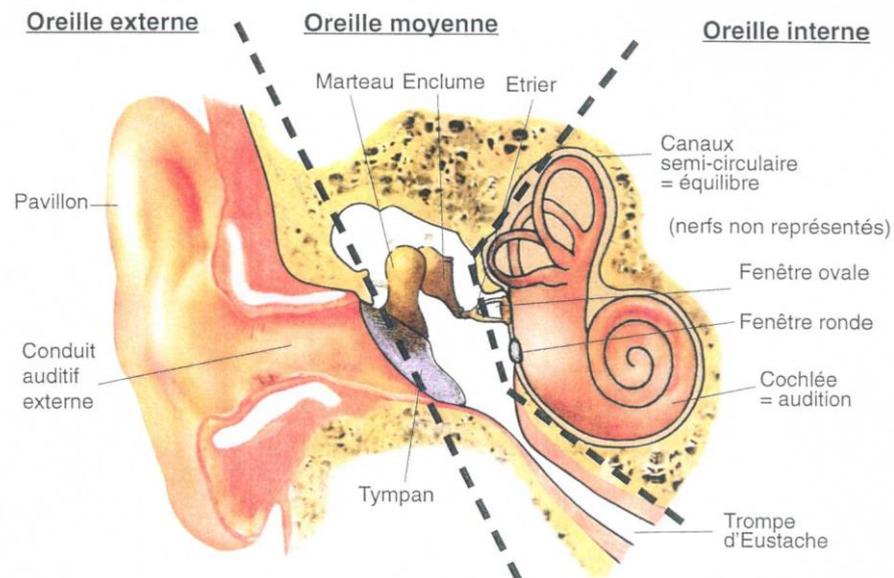
Les divisions ultimes des bronchioles aboutissent aux alvéoles pulmonaires, sorte de petits sacs en contact étroit avec les capillaires sanguins.

Les parois des alvéoles et des capillaires ne sont constituées que d'une seule couche de cellules et sont donc fragiles.

Les alvéoles sont tapissées d'une substance qui les maintient ouvertes, le surfactant.

Les échanges gazeux (N_2 , CO_2 , O_2) se font au travers de la membrane alvéolo-capillaire et en fonction de la différence de pression de ces gaz de part et d'autre de cette membrane.

84. Faire un croquis de l'oreille de manière simplifiée : 7a p 1-§5



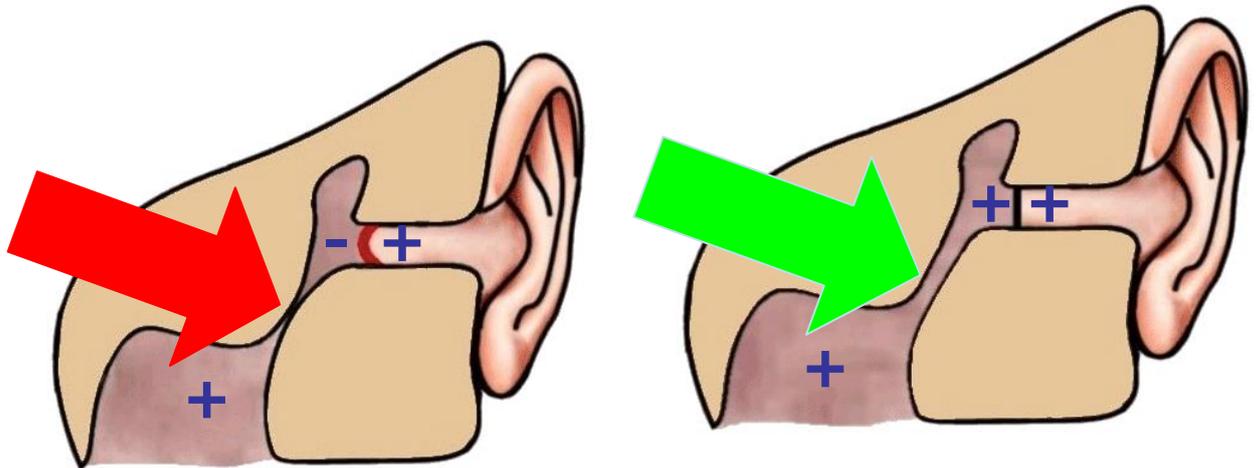
L'oreille externe se compose du pavillon, du conduit auditif externe et de la face externe du tympan. Le tympan est une fine membrane d'une surface de 1 cm^2 environ, vibrant sous l'impulsion des ondes sonores.

L'oreille moyenne se compose de la face interne du tympan et de la caisse du tympan qui comprend la chaîne des osselets (marteau, enclume, étrier) qui transmet les vibrations du tympan vers l'oreille interne. Elle communique avec l'oreille interne via la fenêtré ovale et la fenêtré ronde.

La caisse du tympan, cavité aérique, est en communication avec les fosses nasales par la trompe d'Eustache, donc en communication avec la pression ambiante.

L'oreille interne, cavité remplie de liquide, comprend la cochlée, organe de l'audition et le vestibule (les canaux semi-circulaires), organe de l'équilibre.
Le nerf auditif relie les cellules de l'oreille interne au cerveau et transmet les informations acoustiques et relatives à l'équilibre.

85. Sur un croquis montrer et expliquer les modifications de l'oreille provoquées par à l'action de la pression. 7b p3-§1



L'effet de la pression peut endommager le tympan si on n'équilibre les oreilles à la descente et provoqué un barotraumatisme de l'oreille moyenne.

BAROTRAUMATISME DE L'OREILLE MOYENNE

A la descente l'oreille moyenne devra être équilibrée, l'extrémité inférieure de la trompe d'Eustache étant collabée. Si l'équipression n'est pas maintenue au cours de la descente, la pression qui s'exerce sur la face externe du tympan va provoquer l'incurvation, la distension, de celui-ci vers l'intérieur de la caisse du tympan et provoquer une douleur.

Cette distension peut aller jusqu'à la rupture (perforation) du tympan avec irruption d'eau dans l'oreille moyenne et vertiges. Il peut y avoir écoulement de sang par le conduit auditif externe.

Si la distension ne va pas jusqu'à la rupture, il y aura une réaction inflammatoire avec sécrétion de liquide dans la caisse du tympan et diminution de la capacité vibratoire du tympan et donc perte partielle ou totale de l'audition

86. Quelles sont les différentes cavités « aériennes » de l'organisme ?

Nous avons :

- les poumons réf : 7a p2-§3
- les dents réf : 7b p7-§1
- les oreilles réf : 7a p1-§5
- les sinus : frontaux, ethmoïdaux et maxillaires réf : 7b p6-§1
- les viscères réf : 7b p7-§1

87. Combien avons-nous de sinus et citez les noms ?

Nous en avons 6 :

Les sinus : 2 frontaux, 2 ethmoïdaux et 2 maxillaires réf : 7b p6-§1

88. Quel est le principe de l'effet de ventouse (masque, vêtements), comment l'éviter, comment en reconnaître les symptômes et pouvoir les traiter ? Farde 7b p2-§1

Causes :

Lors de la descente, l'accroissement de la pression de l'eau environnante pousse le masque de plus en plus sur le visage du plongeur.

Lorsque le masque est comprimé au maximum contre le visage et que le plongeur poursuit sa descente, il se crée une dépression dans le masque. C'est comme si son visage était aspiré vers le verre du masque. De fait, conformément à la loi de Boyle Mariotte, le volume dans le masque doit diminuer puisque la pression ambiante augmente.

Cette dépression provoque le gonflement des muqueuses des fosses nasales et des vaisseaux sanguins de la peau du visage. Ces derniers peuvent éclater et provoquer une ecchymose (hématome) sous la peau. Ce sont surtout les vaisseaux sanguins du globe oculaire qui gonflent et éclatent facilement.

Symptômes :

Le plongeur remonte avec les yeux injectés de sang. La peau sous le masque est gonflée et de couleur rouge violacée.

Traitement :

Surveiller l'évolution des symptômes et si nécessaire (en cas de problème de vue par exemple) consulter un ophtalmologue.

Prévention :

Le nez se trouve dans le masque, et pour équilibrer, il suffit d'expirer par le nez de manière régulière lors de la descente. A la remontée, l'air excédentaire s'échappera sans aucune intervention de la part du plongeur, grâce à l'élasticité de la jupe du masque.

L'EFFET VENTOUSE DE LA COMBINAISON :

De la même manière, avec des costumes trop serrant ou étanches des effets de ventouse peuvent provoquer des pincettes et autres hématomes sur la peau.

- 89. Comment différencier un barotraumatisme de l'oreille interne de celui de l'oreille moyenne ?**
- 90. Quels sont les symptômes d'un barotraumatisme de l'oreille interne ?**
- 91. Quelles sont les complications possibles d'une suppression pulmonaire ?**
- 92. Qu'est ce qu'un pneumothorax ? Quels sont les symptômes ?**
- 93. Expliquer l'emphysème médiastinal ?**
- 94. Quels sont les symptômes d'un emphysème médiastinal ?**
- 95. Expliquer l'embolie gazeuse ?**
- 96. Expliquer l'aérobolisme cérébral ?**
- 97. Quelles sont les circonstances d'apparition d'un ADD ? Cite les facteurs favorisants. Explique comment faire pour prévenir cet accident.**

Circonstances d'apparition d'un ADD.

Les gaz que nous respirons en plongée sont mis en contact avec les liquides du corps humain. Ils sont solubles dans les liquides. D'où : la quantité de gaz dissous sera fonction de :

- ◆ La pression partielle du gaz
- ◆ Du coefficient de solubilité du gaz (ce qui est constant pour un gaz donné dans un liquide donné)
- ◆ De la durée du contact gaz – liquide

Les gaz vont donc se dissoudre, progressivement, selon une courbe exponentielle, jusqu'à SATURATION. Pendant la plongée (phase de compression et séjour sur le fond), la pression partielle des gaz respirés augmente et la quantité de gaz dissous dans les tissus également. Donc, l'azote se dissout dans notre corps, à cause de l'augmentation rapide de la pression (1 bar tous les 10 mètres de profondeur). Comme l'azote est un gaz inerte, c'est-à-dire qu'il ne subit aucune réaction chimique, il va se dissoudre dans les liquides du corps humain, en fonction de la pression qu'il exercera sur eux, et cela, jusqu'à saturation.

Lors de la remontée, le changement de pression sur le corps des plongeurs, va déséquilibrer le processus de saturation. La tension (pression à l'intérieur des tissus) va rapidement devenir supérieure à la pression exercée par le poids de l'eau sur le corps.

Les gradients de pression s'inversent et les gaz vont quitter les tissus. L'azote va reprendre sa forme gazeuse et des microbulles vont se répandre partout dans les tissus de l'organisme. Ces microbulles seront éliminées par la respiration.

Si le débit au niveau du filtre pulmonaire est supérieur à la capacité d'élimination alvéolo-capillaire, on évolue vers l'A.D.D.

Si la remontée est trop rapide, les microbulles risquent d'atteindre des proportions dangereuses (diamètre supérieur à 50 microns). Elles deviennent pathogènes et on dit que la SURSATURATION devient CRITIQUE. Cela signifie que notre organisme risque de souffrir de problèmes variés dus au dégazage brutal de l'azote. Les bulles pathogènes peuvent être formées dans un tissu et y rester, soit devenir circulantes. Dans les 2 cas, il y a évolution vers l'ADD.

Facteurs favorisants

- ◆ La mauvaise condition physique générale. Une bonne condition physique minimise les risques.
- ◆ Ne JAMAIS plonger en cas de fatigue physique ou morale ni lorsqu'on est sous traitement médical.
- ◆ Le froid
- ◆ L'anxiété
- ◆ L'obésité ou la surcharge pondérale
- ◆ L'âge (attention au-delà de 40 ans)
- ◆ Les repas copieux et gras avant la plongée
- ◆ L'alcool et le tabac.
- ◆ Eviter les profils à risque : la plongée « yo-yo » ou la plongée « border line ».
- ◆ L'effort avant, pendant et après la plongée (courant, remontée sur le bateau ou le zodiac, détacher une ancre récalcitrante)
- ◆ L'apnée après la plongée
- ◆ La manœuvre de Valsalva à la remontée ou au palier
- ◆ Une combinaison de plongée trop serrante
- ◆ Un changement d'altitude après la plongée
- ◆ Attention aux efforts de toux et de vomissements : on ne plonge pas quand on est malade.

Prévention

Il faut, avant tout, respecter :

- ◆ La vitesse de remontée : 10 m. /minute (plus lentement dans les 5 derniers mètres)
- ◆ Les paliers indiqués par les tables ou par l'ordinateur, avec une bonne ventilation.
- ◆ Si aucun palier n'est imposé et si les conditions le permettent, faire un palier de sécurité de 5' à – 5m.

D'autres précautions sont à prendre :

- ◆ Respecter les règles des plongées consécutives, successives, répétitives, ...
- ◆ Faire un palier de surface de 5' en palmant doucement ou en restant sur place.
- ◆ La panne d'air est souvent à l'origine d'un ADD. Elle conduit, le plus souvent, à une remontée rapide ou à l'interruption de paliers. Le CP doit être très attentif à la gestion de l'autonomie, insister sur le signe de « mi-pression » et consulter, régulièrement les manomètres ou l'ordinateur de gestion d'air des membres de sa palanquée.

98. Explique le mécanisme de la narcose à l'azote et ce qu'il convient de faire pour l'éviter.

L'augmentation de la pression d' N_2 provoque une narcose du système nerveux central dont le mécanisme des troubles est encore assez mal connu. On l'appelle : l'IVRESSE DES PROFONDEURS. Ce type d'accident est variable d'un jour à l'autre, en fonction de la forme physique du plongeur, de la température de l'eau, des conditions de plongées, etc.

La gaine de myéline qui entoure l'axone des neurones est assimilable à un corps gras et, lors des phases de saturation, en plongée, l'azote viendrait se fixer sur cette gaine et provoquer divers phénomènes parasites au sein du tissu nerveux, provoquant un ralentissement des échanges nerveux.

La narcose peut apparaître dès la profondeur de 30 mètres chez les plus sensibles et, plus souvent, dans la zone des 40 à 60 mètres. A ces profondeurs, tout le monde est plus ou moins intoxiqué par l'azote.

Prévention

- ◆ Avoir une bonne condition physique et psychique
- ◆ S'entraîner à la profondeur
- ◆ Ralentir la vitesse de descente (pas plus de 20m/min.)
- ◆ Limiter les efforts

99. Présente brièvement les intoxications qui peuvent être expliquées par la loi de Dalton. Explique comment réagir si ces intoxications se présentent et comment les prévenir.

Les intoxications possibles :

L'HYPEROXIE

Au-dessus de 0,21 bar, nous sommes en HYPEROXIE (trop d' O_2). Celle-ci devient dangereuse à partir d'1,6 bars de Pp, ce qui correspond à une profondeur de 66 mètres. Les risques d'hyperoxie sont donc absents dans la plongée à l'air limitée à 60 mètres. Mais ils sont bien présents dans les plongées Nitrox et les décompressions avec palier à l' O_2 pur.

Effet Paul BERT

Au-delà d'une Pp d'1,6 bars (mais on tend de plus en plus à limiter la Pp à 1,4 bars), l' O_2 provoque des convulsions épileptiques.

SYMPTÔMES

- ◆ Convulsions
- ◆ Euphorie
- ◆ Nausées

- ◆ Tremblements des lèvres
- ◆ Anxiété
- ◆ Vision tunnel
- ◆ Irritabilité
- ◆ Vertiges
- ◆ Oreilles

L'HYPERCAPNIE (Essoufflement)

Il existe 3 mécanismes qui peuvent provoquer cet accident.

- ◆ Origine externe (accidentelle).

Une Pp trop importante de CO₂ provoquée par :

- ✓ Une pollution du mélange respiré à cause du compresseur et de sa prise d'air.
- ✓ Un problème à la cartouche épuratrice de CO₂ d'un recycleur.

- ◆ Origine interne.

Augmentation de la production métabolique due:

- À une activité musculaire excessive (ancre à récupérer, courant, etc.)
- À la lutte contre le froid, à une émotion.

Tout effort nécessite un apport en O₂ aux cellules des muscles qui, en contrepartie, rejettent une plus grande quantité de CO₂.

L'augmentation de la Pp de CO₂ modifie le PH du sang et sollicite les centres respiratoires.

Les mécanismes de régulation étant prévus pour accroître les quantités d'O₂ (et non pour réduire celles de CO₂), ils commandent alors d'inspirer davantage au lieu de commander d'expirer.

Difficulté de l'élimination du CO₂, par la ventilation alvéolaire.

- ◆ La masse volumique du mélange respiré est proportionnelle à la pression, donc, l'air est moins fluide et cela peut entraîner une augmentation des résistances à l'écoulement (expiration).
- ◆ Respiration trop superficielle et effet « espace mort ».
- ◆ Résistance du détendeur, combinaison trop serrée.
- ◆ Sensibilité individuelle au CO₂.

Réactions et préventions

Hyperoxie

Intervention du chef de palanquée.

Prévenir le risque de noyade!!

- ◆ Maintenir l'embout en bouche.
- ◆ Rejoindre, progressivement, la surface en respectant la décompression et en veillant à éviter la surpression pulmonaire.
- ◆ Procéder à l'évacuation vers une équipe médicale spécialisée.

Prévention

- ◆ Ne pas s'exposer à une Pp d'O₂ de 0,5 bar ou plus, trop longtemps.
- ◆ Ne pas dépasser la Pp d'O₂ d'1,6 bar (voire d'1,4 bar).
- ◆ Contrôler son mélange Nitrox avant de plonger.
- ◆ Veiller à l'identification des blocs bouteilles.
- ◆ Avoir un respect strict de la profondeur. La vérifier régulièrement et remonter si nécessaire.
- ◆ Être à l'écoute de son corps (alarme) et rester à l'écoute des autres.
- ◆ Être en bonne forme physique et mentale.

Hypercapnie

Traitement :

- ◆ Arrêter toute activité
- ◆ Ne plus descendre, mais remonter
- ◆ Vérifier l'ouverture du détendeur
- ◆ Favoriser l'expiration
- ◆ Rassurer le compagnon, en le remontant et en l'aidant à contrôler sa respiration
- ◆ En surface : O₂ et soins intensifs, si nécessaire

Prévention :

- ◆ Connaître les possibilités physiques de la palanquée et bouger en conséquence
- ◆ Ne JAMAIS économiser de l'air
- ◆ Respirer calmement
- ◆ En cas d'apparition de signes, prévenir le chef de palanquée
- ◆ Ne pas s'immerger si on est en essoufflement en surface.



100. Comme guide de palanquée, tu te fais interroger par un P1 qui fait le trajet avec toi pour se rendre à La Gombe. Il veut que tu lui fasses comprendre en quoi la loi qui explique les modifications de pression va influencer sa manière de plonger. Que risquerait-il de lui arriver, au niveau des oreilles et des poumons, s'il faisait fi de ce que cette loi demande de respecter. Cite les divers incidents ou accidents possibles et explique-lui le mécanisme, les parties précises des oreilles et des poumons qui seront concernées (en précisant si c'est lors de la descente et/ou de la remontée), les symptômes qui apparaîtront, le traitement à suivre pour aider le plongeur en difficulté et la prévention qui peut permettre d'éviter ce genre d'accident.

Que lui dire ?

La pression n'a pratiquement aucun effet sur les liquides et les solides sont très peu compressibles aux pressions que nous rencontrons dans le domaine de la plongée loisir.

Il n'en est pas de même pour les gaz qui, eux, sont très compressibles. Les volumes d'air vont diminuer à la descente (dépression) et augmenter durant la remontée (surpression).

Modifications en ce qui concerne le plongeur: la consommation d'air en fonction de la profondeur, l'écrasement des volumes gazeux de l'organisme et les incidents ou accidents qui peuvent en découler : barotraumatisme des oreilles, des sinus, des dents, des yeux (placage de masque), de l'estomac et des intestins et des poumons.

Risques encourus au niveau des oreilles et des poumons.

En plongée, les volumes d'air que ces cavités renferment vont :

- ◆ Diminuer pendant la descente.
- ◆ Augmenter durant la remontée.
- ◆ Et cela, de façon proportionnelle aux variations de pression.

L'oreille

Mécanisme lors de la descente

La pression de l'eau s'exerce sur le tympan, pendant que le volume d'air, contenu dans l'oreille moyenne, diminue à cause de l'augmentation rapide de la pression.

Le tympan se déforme vers l'intérieur.

Mécanisme lors de la remontée.

L'air contenu dans l'oreille moyenne se dilate et s'évacue vers les voies aériennes par l'intermédiaire de la trompe d'Eustache.

Il ne faut JAMAIS faire une manœuvre de Valsalva à la remontée, car la quantité d'air, contenue dans l'oreille moyenne, augmenterait et créerait ainsi une surpression. Le tympan se déformerait vers l'extérieur et pourrait se rompre.

Symptômes :

- ◆ Douleur, au niveau de l'oreille. Elle augmente d'autant que la descente (ou la remontée après une manœuvre de Valsalva) est poursuivie.
- ◆ Perte de connaissance possible si la douleur est très intense. Elle peut entraîner la noyade.
- ◆ Déchirure du tympan, qui provoque une douleur aiguë et des vertiges, dus à la pénétration de l'eau dans l'oreille moyenne. Ces vertiges peuvent provoquer l'impossibilité, pour le plongeur, de reconnaître le haut du bas et l'empêcher de remonter à la surface.
- ◆ Sifflements d'oreille (acouphènes).
- ◆ Surdité.

Traitement :

- ◆ Ne pas mettre de gouttes dans l'oreille, sans avoir eu l'avis d'un O.R.L., car il faut avoir la certitude qu'il n'y a pas eu de rupture du tympan, ce qui provoquerait des dégâts, en cas de pénétration de liquide dans l'oreille moyenne.
- ◆ Consulter un O.R.L.

Prévention :

- ◆ Effectuer, uniquement à la descente, la manœuvre de « Valsalva », qui permet d'équilibrer les pressions de part et d'autre de la membrane du tympan, en envoyant de l'air dans l'oreille moyenne, par l'intermédiaire d'un canal, communiquant avec l'arrière-gorge : la trompe d'Eustache. Ainsi, le tympan peut reprendre sa position initiale.
- ◆ Si la manœuvre est impossible ou mal effectuée, la douleur augmentera avec le risque de rupture du tympan.
- ◆ Ne pas plonger lorsqu'on est enrhumé.
- ◆ Eviter la plongée yo-yo, qui provoque des changements de pression continuels.
- ◆ Veiller à éviter le placage de cagoule.
- ◆ Ne pas plonger lorsqu'on a des bouchons de cérumen.

- ◆ Contrôler sa vitesse de descente.

Les poumons

C'est le plus grave des accidents barotraumatiques. Il ne survient qu'à la remontée, dans les faibles profondeurs (entre 10 mètres et la surface), et il peut être associé à un accident de décompression. Les victimes sont, le plus souvent, des plongeurs débutants.

Mécanisme :

Cet accident est provoqué par l'augmentation soudaine de la pression intra-pulmonaire. Il est la conséquence d'un blocage de l'expiration ou d'une expiration insuffisante, pendant la remontée, pour diverses raisons. Cette augmentation de pression, dans les alvéoles pulmonaires, risque de les déchirer lorsque leur élasticité maximale est dépassée.

L'accident sera d'autant plus grave que :

- ◆ La remontée a été rapide.
- ◆ La profondeur était importante.
- ◆ Le plongeur était en inspiration, au départ de la remontée, au pire, en inspiration forcée lors d'un essoufflement.

Remarque : La surpression pulmonaire survient, souvent, lors d'une remontée rapide, à la suite d'un incident. Cela explique qu'elle est, très souvent, accompagnée d'un accident de décompression.

Symptômes :

Dans le cas de la surpression pulmonaire, comme dans tout barotraumatisme, l'apparition des symptômes est immédiate, dès l'arrivée en surface, voire en cours de remontée.

En cas de « simple » distension alvéolaire :

- ◆ Douleurs thoraciques plus ou moins intenses.
- ◆ Gêne respiratoire (dyspnée) : les alvéoles des poumons sont distendues et se collent entre elles, empêchant un bon échange gazeux.

En cas de déchirure alvéolaire :

Signes pulmonaires :

- ◆ Douleur vive, voire très violente.
- ◆ Angoisse.
- ◆ Toux et crachats sanglants.
- ◆ Gêne respiratoire intense, liée à la destruction des alvéoles, aggravée par la création d'un pneumothorax et d'un emphysème du médiastin, qui compriment le cœur et les poumons.
- ◆ Bleuissement de la peau (cyanose), lié à la mauvaise oxygénation du sang.
- ◆ Emphysème sous-cutané, au niveau du cou (crépitements sous les doigts).

Symptômes neurologiques, liés aux bulles qui passent dans les carotides et remontent jusqu'au cerveau :

- ◆ Troubles de la sensibilité au niveau des membres, fourmillements, engourdissements (paresthésie).
- ◆ Troubles de la motricité : faiblesse musculaire (hémiparésie), voire paralysie d'une moitié du corps (hémiplégie).
- ◆ Troubles de la parole, visuels ou auditifs.
- ◆ Céphalée, nausées, vomissements.
- ◆ Convulsions, voire coma, avec arrêt respiratoire et cardiaque pouvant entraîner la mort.

Traitement.

- ◆ Alerter les secours, qui mobiliseront les moyens les plus rapides pour évacuer la victime vers un centre hospitalier spécialisé, équipé d'un caisson hyperbare multiplace.
- ◆ Déséquiper la victime et la sortir, le plus rapidement possible, de l'eau. L'installer en position semi-assise avec les jambes surélevées.
- ◆ Pratiquer les gestes de secourisme pour faire face à une détresse vitale immédiate : ventilation artificielle et massage cardiaque.
- ◆ Mettre la victime en oxygénothérapie normobare, à un débit de 15 litres/minute, en inhalation ou en insufflation, si l'activité ventilatoire est inefficace.
- ◆ Si la victime est consciente, lui faire boire de l'eau plate (1 litre, 1 litre et demi).

Prévenir le choc.

Prévention.

- ◆ Expirer à la remontée, surtout dans les 10 derniers mètres.
- ◆ Lors des épreuves techniques en EAO, remontées assistées en air et remontées avec effort, bien expirer en remontant.
- ◆ L'essoufflement doit, absolument, être maîtrisé avant d'aborder la remontée des 10 derniers mètres.
- ◆ Maintenir la tête en hyperextension, lors de la remontée d'un compagnon en difficulté.

101. Quelqu'un qui souffre d'un FOP risque, plus qu'un autre, de faire un ADD.

Le FORAMEN OVALE est un orifice de communication qui se situe au niveau de la paroi séparant les oreillettes.

Cet orifice, appelé aussi « trou de Botal » est normalement perméable, chez le fœtus, pour permettre au sang maternel oxygéné de shunter (munir un circuit d'une communication au niveau de cœur, notamment) le circuit pulmonaire, non fonctionnel. A la naissance, les modifications hémodynamiques et l'établissement de la ventilation pulmonaire entraînent la fermeture du foramen ovale par une valvule.

Mais, cette fermeture est incomplète pour, environ, une personne sur quatre !!

Cela n'a pas d'importance pour notre vie en surface. En revanche, le plongeur, dont le sang est chargé de petites bulles d' N_2 en fin de plongée, est exposé à de graves complications dès lors que ces petites bulles trouvent un passage direct du cœur droit vers le cœur gauche, sans passer par les poumons où elles auraient été éliminées.

Ces bulles sont directement expédiées dans la « grande circulation » où, malheureusement, le chemin le plus court et le plus direct les conduit au cerveau (parfois à l'oreille interne) et... voici l'ADD constitué.

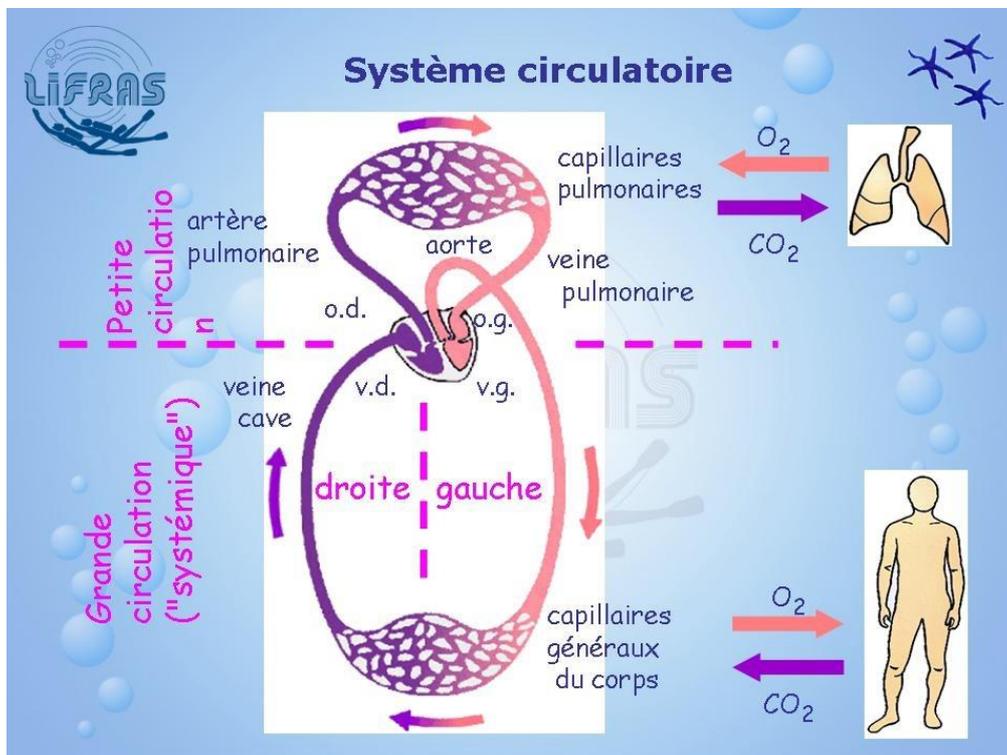
Il s'agit, dans ce cas, d'accidents neurologiques dits « centraux » et d'accidents « vestibulaires ». Ils surviennent, malgré le respect des paramètres de décompression (plongée dans la courbe de non-palier, respect des tables et de la vitesse de remontée...) et sont qualifiés d'« accidents immérités ».

Les pressions du cœur gauche sont plus élevées que celles du cœur droit (vu que le cœur gauche envoie le sang vers les tissus les plus éloignés, tandis que le cœur droit n'envoie le sang que vers le circuit pulmonaire qui est court). Donc, il n'y a aucune raison que le sang et les bulles d' N_2 circulent à contresens.

Sauf si on augmente brutalement les pressions du cœur droit : un effort avec blocage de la respiration, une toux, une manœuvre de Valsalva à la remontée, le gonflage d'une stab à la bouche, toutes ces opérations permettent une élévation, plus que suffisante, de la pression au niveau des poumons et du cœur droit.

Plus de la moitié des ADD dits « immérités » sont dus à un FOP. Ils se situent, uniquement, dans le type d'ADD « neurologiques centraux » (hémiplégie) et « vestibulaires ». Les accidents de type « médullaires » ont la même fréquence, avec ou sans FOP.

102. A partir du schéma proposé ci-dessous, explique le fonctionnement de l'appareil circulatoire.



Le cœur est situé dans le médiastin (partie centrale du thorax entre les poumons). Il est constitué par un muscle : le myocarde qui se contracte (les contractions s'appellent les systoles). Le sang quitte le cœur par le système artériel (parois épaisses et pression élevée) et il revient au cœur par le système veineux (parois fines et basse pression).

Il se divise en 2 parties : le cœur gauche (oreillette gauche et ventricule gauche) et le cœur droit (oreillette droite et ventricule droit) qui fonctionnent simultanément. Les oreillettes reçoivent le sang du système veineux, qui passe ensuite dans les ventricules et en est expulsé, par une contraction, dans les artères.

Le système circulatoire comprend 2 éléments : la petite circulation et la grande circulation.

La petite circulation

Le cœur droit (oreillette droite et ventricule droit, séparés par la valvule tricuspide) reçoit le sang veineux par les veines caves et le dirige, par les artères pulmonaires, vers les poumons. Et le sang oxygéné retourne, vers le cœur gauche, par les veines pulmonaires.

La grande circulation

Le cœur gauche reçoit les veines pulmonaires dans l'oreillette gauche. Le sang passe dans le ventricule gauche, par la valvule mitrale, pour être expulsé, par systoles (contractions) dans la grande circulation, vers les organes. Le ventricule gauche envoie le sang dans l'aorte, dont les premières branches de division sont à destinée cérébrale, les artères carotides.

Pour cette raison, le cerveau est une cible possible de tout accident embolique ou bullaire.

Les cœurs gauche et droit sont hermétiquement distincts, mais, parfois, il persiste un souvenir du développement embryonnaire, le FORAMEN OVALE PERMEABLE, faisant communiquer les 2 oreillettes et qui peut jouer un rôle lors des accidents bullaire.

103. Un de tes amis plongeurs a fait un ADD dans la fosse de Némé. Il s'agissait des séquelles d'un foramen ovale perméable. Après les soins appropriés et l'autorisation des médecins, il a de nouveau la possibilité de plonger et il souhaite le faire avec toi, qui viens d'avoir ton brevet 3*. Explique brièvement ce qu'est un foramen ovale perméable.

FOP ou Foramen Ovale Perméable :

Orifice de communication qui se situe au niveau de la paroi séparant les oreillettes.

Cet orifice, appelé aussi « trou de Botal » est normalement perméable, chez le fœtus, pour permettre au sang maternel oxygéné de shunter (munir un circuit d'une communication au niveau de cœur, notamment) le circuit pulmonaire, non fonctionnel. A la naissance, les modifications hémodynamiques et l'établissement de la ventilation pulmonaire entraînent la fermeture du foramen ovale par une valvule.

Mais, cette fermeture est incomplète pour, environ, une personne sur quatre !!

Cela n'a pas d'importance pour notre vie en surface. En revanche, le plongeur, dont le sang est chargé de petites bulles d' N_2 en fin de plongée, est exposé à de graves complications dès lors que ces petites bulles trouvent un passage direct du cœur droit vers le cœur gauche, sans passer par les poumons où elles auraient été éliminées.

Il s'agit, dans ce cas, d'accidents neurologiques dits « centraux » et d'accidents « vestibulaires ». Ils surviennent, malgré le respect des paramètres de décompression (plongée dans la courbe de non-palier, respect des tables et de la vitesse de remontée...) et sont qualifiés d'« accidents immérités ».

Les pressions du cœur gauche sont plus élevées que celles du cœur droit (vu que le cœur gauche envoie le sang vers les tissus les plus éloignés, tandis que le cœur droit n'envoie le sang que vers le circuit pulmonaire qui est court). Donc, il n'y a aucune raison que le sang et les bulles d' N_2 circulent à contresens.

Sauf si on augmente brutalement les pressions du cœur droit : un effort avec blocage de la respiration, une toux, une manœuvre de Valsalva à la remontée, le gonflage d'une stab à la bouche, toutes ces opérations permettent une élévation, plus que suffisante, de la pression au niveau des poumons et du cœur droit.

104. Au cours de cette plongée, si aucun incident qui exigerait une remontée rapide en surface n'intervient : Quels sont les deux accidents les plus susceptibles d'arriver à l'un ou l'autre membre de la palanquée ? Explique. ? Mécanisme ? Symptômes ? Traitement, pour chacun de ces deux accidents ? Conduite à tenir ? Prévention ?

Accident 1 : la narcose à l'azote.

Accident 2 : l'essoufflement.

Mécanisme

Narcose à l'azote (N_2). Elle est due à l'augmentation de la pression partielle d'azote. Plus on descend, plus le risque augmente. Elle peut arriver déjà à partir de 30m. Et varie selon les individus en fonction de leur forme du moment, des conditions de plongée (courant, visibilité) de la rapidité de la descente (éviter de descendre plus vite que 20m/minute). A partir d'une pression absolue de 5 bars, quasi tout le monde subit les effets de cette narcose.

L'essoufflement est une intoxication au dioxyde de carbone (CO_2) qui survient, lors de l'augmentation de la pression partielle de ce gaz, si sa production est anormalement élevée (effort, stress, angoisse, froid) ou si son élimination par l'organisme est rendue inefficace (hypoventilation).

Symptômes

Pour la narcose à l'azote, ils se manifestent par :

- ♦ Des troubles du comportement et de l'humeur.
 - ♦ Baisse de l'attention, de la mémoire.
 - ♦ Euphorie, bouffées d'angoisse, irritabilité et repli sur soi.
 - ♦ Incoordination motrice, arrachage du masque, de l'embout.

- ◆ Troubles de la perception visuelle et/ou auditive.
- ◆ Désorientation, fuite des idées, viscosité mentale.
- ◆ Une altération de la thermorégulation qui favorise l'hypothermie.
- ◆ Une dépression respiratoire qui contribue à l'Hypercapnie (Pp de CO2 trop importante dans l'air respiré).

Pour l'essoufflement (hypercapnie), ils se manifestent par :

- ◆ Augmentation de la consommation
- ◆ Ventilation difficile
- ◆ Maux de tête
- ◆ Vertiges
- ◆ Perte de connaissance

Traitements

Narcose à l'azote

- ◆ Lorsque la narcose est là, remonter le plongeur de quelques mètres, avec toute la palanquée. Eventuellement, arrêter la plongée et suivre les procédures de décompression.
- ◆ Après la plongée, contrôler que tout va bien.

Essoufflement

- ◆ Rassurer le compagnon, en le remontant et en l'aidant à contrôler sa respiration
- ◆ En surface : O2 et soins intensifs, si nécessaire

Conduite à tenir

Narcose à l'azote

Un plongeur narcosé a du mal à faire connaître son état, du simple fait qu'il est narcosé. Plus ce plongeur est débutant, comme il n'a jamais été confronté à ce type de situation, moins il sera capable de bien réagir.

Le CP devra donc bien observer le plongeur et percevoir :

- ◆ Si l'attitude du plongeur est incohérente
- ◆ S'il est capable de répondre correctement à une question du CP.
- ◆ S'il ne respecte pas les consignes.

Essoufflement

- ◆ Arrêter toute activité
- ◆ Ne plus descendre, mais remonter
- ◆ Vérifier l'ouverture du détendeur
- ◆ Favoriser l'expiration

Prévention

Narcose à l'azote

Être en forme.

Ne pas partir dans la précipitation.

Descendre calmement (ne pas dépasser 20m/min.)

Limiter ses efforts.

Eviter la prise de médicaments

Être vigilant pour soi-même et pour ses compagnons.

Essoufflement

Utiliser un matériel entretenu et fonctionnel

Se mettre à l'eau sans précipitation

Utiliser un bout pour se déhaler

Ne pas lutter contre le courant

Contrôler sa flottabilité

Maîtriser sa respiration et ses émotions

105. SITUATION VECUE

Imagine, à présent, que la même plongée se déroule sans incident jusqu'au moment où la palanquée a entamé sa remontée vers la surface. Quand il va gonfler le parachute de palier, la corde s'emmêle autour du tuyau de l'inflateur et le SF est entraîné jusqu'à 2 mètres de profondeur. Quel accident est susceptible de s'ajouter à l'incident ? Pourquoi ? Explique : Mécanisme ? Symptômes ? Conduite à tenir si accident? Traitement

L'accident qui peut s'ajouter à l'incident est l'ADD. La décompression n'a pas été effectuée correctement et le plongeur qui a fait l'interruption de palier peut se retrouver en état de sursaturation critique.

Symptômes

Accidents de décompression de type 1 : plus bénins

Le malaise généralisé modéré.

On ressent une fatigue modérée qui n'est pas en rapport avec le travail fourni, parfois accompagnée de céphalées (maux de tête). Ce type de malaise peut faire craindre l'apparition d'un accident plus grave, en particulier neurologique. Il faut prévoir l'évacuation vers un caisson.

Les accidents cutanés

Ils correspondent à des bulles de gaz piégées dans la couche cellulo-adipeuse du derme et de l'hypoderme.

Puces : sensation de brûlure ou piqûre, démangeaisons au niveau du tronc ou des membres supérieurs.

Moutons : éruption papulo-maculeuse avec boursouffure de la peau, souvent péri-ombilicale ou lombaire et moins douloureuse que les puces.

Cet accident, très rare en plongée loisir, ne se rencontre pratiquement qu'en costume étanche ou lors de décompression rapide en caisson (la température de la peau varie).

Accidents ostéo-articulaires : bends

Ces accidents font apparaître des douleurs aiguës et localisées, avec une sensation d'« arrachement » ou de « broiement ».

Bulles de gaz dans les tendons, à proximité des insertions et dans les cavités médullaires. Ils apparaissent de 30 minutes à plusieurs heures après la remontée, par ordre décroissant : épaule, coude, genou, hanche, poignet, cheville.

Au début, la douleur insidieuse devient intolérable et résiste aux antalgiques. Elle cède à la recompression. Par contre, sans traitement, cet accident peut entraîner des récurrences au même endroit et des lésions irréversibles, bien que la douleur s'estompe d'elle-même entre 24 et 48 heures.

Accidents de décompression de type 2 : plus graves

Accidents neurologiques

Accidents labyrinthiques ou vestibulaires

Il s'agit d'une bulle dans l'oreille interne. Cela provoque des vertiges, à la remontée, empêchant la station debout et des nausées avec vomissements.

Si le périlymphe est atteint, il y aura douleur sans lésions destructrices et une récupération totale sera possible, après recompression. Par contre, si l'endolymphe est atteint, la bulle dilacérera le labyrinthe et détruira le canal membraneux. Ce sera irréversible.

Accidents neurologiques centraux (cérébraux)

Bulle dans le cerveau ou par embolisation. Plus de 50% des accidents de décompression, avec atteinte neurologique, surviennent moins de 10 minutes après le retour en surface. Les lésions cérébrales sont plus précoces que les lésions médullaires.

Fatigue généralisée, déficit localisé, partiel ou massif (perte de la vue, de l'ouïe, de la parole). Convulsions, hémiplégie, troubles de la conscience jusqu'au coma.

Accidents médullaires (Les plus rencontrés en plongée sportive à l'air)

Obstruction des veines épidurales par des bulles d'azote. Les symptômes apparaissent parfois rapidement et brutalement. Mais, le plus souvent, ils apparaissent de façon insidieuse et progressive, ne réalisant que lentement la paraplégie.

Apparition par ordre chronologique :

- ◆ Douleur brutale en « coup de poignard », de localisation rachidienne, parfois thoracique
- ◆ Rétention urinaire (80% des cas)
- ◆ Troubles de la sensibilité : fourmillements, picotements... (Paresthésie)
- ◆ Difficulté de coordination des mouvements volontaires (Ataxie)
- ◆ Diminution de la force musculaire s'aggravant progressivement (Parésie)
- ◆ Paralysie :
 - ◆ Monoplégie : paralysie des muscles d'un membre.
 - ◆ Hémiplégie : paralysie d'un côté du corps, suite à une lésion des régions motrices dans le côté opposé du cerveau (ex. : paralysie du côté gauche du corps si la partie droite du cerveau est atteinte).
 - ◆ tétraplégie ou quadriplégie : paralysie du tronc et des 4 membres, consécutive à une lésion de la moelle épinière au niveau des vertèbres cervicales ou d'une anoxie globale du cerveau.
 - ◆ Paraplégie : paralysie des 2 jambes et, parfois, d'une partie du tronc (vessie, intestins), à la suite d'une atteinte de la moelle épinière au niveau des vertèbres dorsales ou lombaires, avec troubles de la sensibilité.

Accidents respiratoires (chokes)

Dans la circulation artérielle pulmonaire, le diamètre des vaisseaux décroît. Des bulles peuvent donc venir se bloquer au niveau des capillaires et générer des troubles circulatoires et ventilatoires, avec pour conséquences :

- ◆ Une hypoxie généralisée (détresse respiratoire)
- ◆ Un dégazage perturbé qui gêne l'évacuation des gaz dissous et favorise la formation de bulles (notamment dans la moelle épinière).

- ◆ Une augmentation de pression, favorisant l'ouverture de shunts pulmonaires ou cardiaques (foramen ovale perméable), qui conduit au passage de bulles dans la circulation artérielle et qui expliquerait certains accidents cérébraux.
- ◆ Des douleurs thoraciques qui peuvent aboutir à une détresse ventilatoire aiguë (Chokes pour les Anglo-saxons) par œdème pulmonaire.
- ◆ Toux non productive accompagnée de crachats rosâtres trompeurs, car évoquant une surpression pulmonaire.

Accidents circulatoires

Tachycardie (Prononcer « takycardie »)

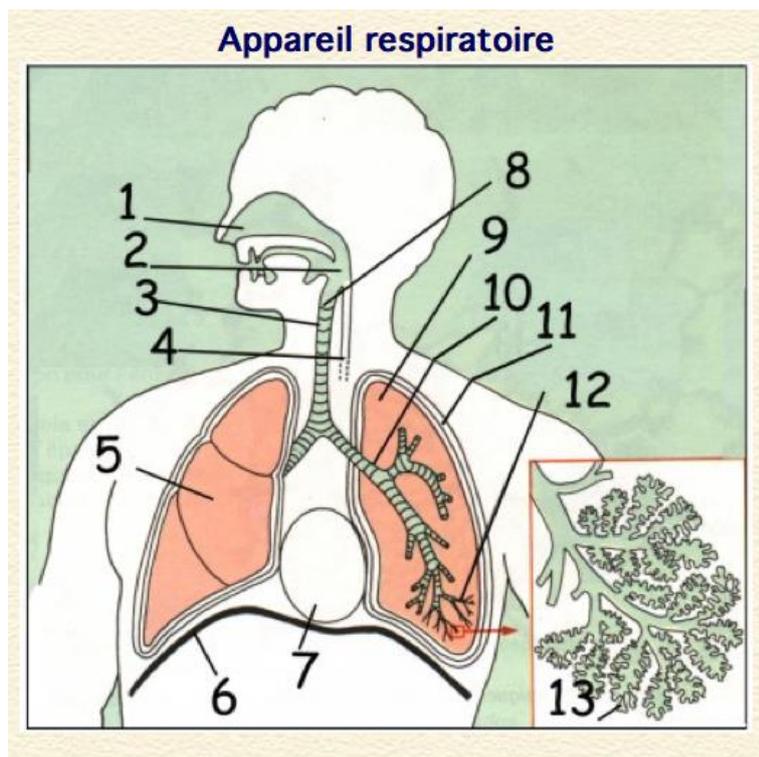
Hypotension

Etat de choc hypovolémique (qui entraîne une diminution de la masse sanguine circulante ayant pour conséquence une baisse du retour veineux et du débit cardiaque).

Conduite à tenir et traitement

1. Alerter les secours (jamais de réimmersion) : le 112 par téléphone portable ou le 100 par poste fixe. La qualité des actes prodigués et leur précocité augmentent grandement les chances d'absence de séquelles à l'issue du traitement.
2. Oxygène administré par masque à haute concentration (sac de réservoir à O₂ à 100%) au débit de 15 litres par minute. Cela aura une action anti-choc, éliminera l'N₂ et diminuera le volume des bulles. De plus, cela réduira l'œdème et facilitera la respiration.
3. Hydratation orale (2 litres en 1 heure), pour compenser l'hémoconcentration, diluer l'acidose qui débute et assurer une diurèse (faire uriner).
4. Transfert vers un centre disposant d'un caisson hyperbare, si possible multiplace, avec toute la palanquée. Tout retard dans la prise en charge diminue les chances du patient.

106. Complète le schéma proposé ci-dessous, puis, explique le fonctionnement de l'appareil respiratoire.



1.	fosses nasales
2.	pharynx
3.	trachée
4.	oesophage
5.	poumon droit
6.	diaphragme
7.	coeur
8.	larynx
9.	poumon gauche
10.	bronches
11.	plèvre
12.	bronchioles
13.	alvéoles

107. Explique, de manière simple, ce qui se produit lors d'une surpression pulmonaire. Quelle est la loi concernée ? Présente les symptômes, ce que tu feras pour aider l'accidenté, le comportement à avoir pour éviter ce genre d'accident.

Points les plus importants que le candidat doit évoquer pour expliquer ce qui se produit.

Le plus grave accident barotraumatique provoqué par l'augmentation de la pression intrapulmonaire, conséquence d'un blocage de l'expiration ou d'une expiration insuffisante, pendant la remontée, pour des raisons involontaires (ex. : panique, stress, asthme, ...) ou volontaires (apnée durant la plongée, essoufflement, ...)

Cette augmentation de pression peut :

- ◆ Distendre les alvéoles pulmonaires (élasticité maximale = 0,1 à 0,3 bar)
- ◆ Déchirer les alvéoles pulmonaires
- ◆ Lésions – échanges gazeux difficiles – écrasement des capillaires – diffusion de l'air dans les espaces entourant le poumon (plèvre, médiastin et espace sous-cutané) et dans les capillaires pulmonaires (embolies gazeuses cérébrales).

Symptômes

- ◆ Distension alvéolaire : douleurs thoraciques +/- intenses et gêne respiratoire (dyspnée)
- ◆ Déchirure alvéolaire :
 - ◆ Signes pulmonaires :
 - ✓ douleurs violentes,
 - ✓ angoisse,
 - ✓ toux et crachats sanglants,
 - ✓ gêne respiratoire intense,
 - ✓ cyanose des extrémités
 - ✓ et emphysème sous-cutané au niveau du cou.
 - ◆ Symptômes neurologiques :
 - ✓ Troubles de la sensibilité
 - ✓ Troubles de la motricité
 - ✓ Troubles de la parole, visuels et :ou auditifs
 - ✓ Céphalée, nausées et vomissements
 - ✓ Convulsion, coma et mort

Traitement

- ◆ Alerter les secours (évacuation vers un centre hospitalier)
- ◆ Déséquiper la victime et l'installer en position de confort respiratoire
- ◆ Ventilation et massage cardiaque
- ◆ Oxygénothérapie normobare (inhalation et/ou insufflation)
- ◆ Pas donner à boire
- ◆ Prévenir le choc

Prévention

- ◆ Expirer à la remontée (surtout dans les 10 derniers mètres)
- ◆ Maîtriser tout essoufflement, avant d'aborder les 10 derniers mètres
- ◆ Maintenir la tête en hyperextension

108. Quel type d'accidents peut être expliqué par la loi de Henry ? Développe ce que tu en sais : en présentant le processus et ses conséquences possibles, puis, décris les divers symptômes observables, ce que tu envisageras pour aider l'accidenté et explique ce qu'il aurait fallu faire pour prévenir ce type d'accident.

Processus et conséquences possibles

Pendant la plongée, l'azote se dissout dans notre corps, à cause de l'augmentation rapide de la pression (1 bar tous les 10 mètres de profondeur).

Lors de la remontée, le changement de pression sur le corps des plongeurs, va déséquilibrer le processus de saturation. La tension (pression à l'intérieur des tissus) va rapidement devenir supérieure à la pression exercée par le poids de l'eau sur le corps.

L'azote va reprendre sa forme gazeuse et des microbulles vont se répandre partout dans les tissus de l'organisme. Ces microbulles seront éliminées par la respiration.

Si la remontée est trop rapide, les microbulles risquent d'atteindre des proportions dangereuses. Elles deviennent pathogènes et on dit que la SURSATURATION devient CRITIQUE. Cela signifie que notre organisme risque de souffrir de problèmes variés dus au dégazage brutal de l'azote.

Pour éviter ces phénomènes, on nous impose :

- ◆ une vitesse de remontée qui empêchera le dégazage brutal
- ◆ le respect de paliers de décompression.

Si ces règles ne sont pas respectées, pour l'une ou l'autre raison, le plongeur fait ce qu'on appelle un ACCIDENT DE DECOMPRESSION. Des bulles d'azote peuvent se localiser dans des endroits variés de notre organisme et provoquer des dégâts qui peuvent être très graves.

Symptômes observables

Ils dépendent de l'endroit où se coincent les microbulles et de la grosseur de celles-ci. Ils peuvent apparaître dès la remontée et jusqu'à 12 heures plus tard.



Accidents de décompression de type 1 : plus bénins

◆ Accidents cutanés

Ils correspondent à des bulles de gaz, dans la couche cellulo-adipeuse du derme et de l'hypoderme.

Puces : sensation de brûlure ou piqûre, démangeaisons au niveau du tronc ou des membres supérieurs.

Moutons : éruption papulo-maculeuse avec boursoufflement de la peau, souvent péri-ombilical ou lombaire.

◆ Accidents ostéo-articulaires : bends

Bulles de gaz dans les tendons, à proximité des insertions et dans les cavités médullaires. Ils apparaissent de 30 minutes à plusieurs heures après la remontée, par ordre décroissant : épaule, coude, genou, hanche, poignet, cheville.

Au début, la douleur insidieuse devient intolérable et résiste aux antalgiques. Elle cède à la recompression.

Accidents de décompression de type 2 : plus graves

◆ Accidents neurologiques

Accidents labyrinthiques ou vestibulaires

Il s'agit d'une bulle dans l'oreille interne. Cela provoque des vertiges, à la remontée, empêchant la station debout et des nausées avec vomissements.

Accidents neurologiques centraux (cérébraux)

Bulle dans le cerveau ou par embolisation. Plus de 50% des accidents de décompression, avec atteinte neurologique, surviennent moins de 10 minutes après le retour en surface. Les lésions cérébrales sont plus précoces que les lésions médullaires.

Fatigue généralisée, déficit localisé, partiel ou massif (perte de la vue, de l'ouïe, de la parole). Convulsions, hémiplégie, troubles de la conscience jusqu'au coma.

◆ Accidents médullaires

Obstruction des veines épidurales par des bulles d'azote. Les symptômes apparaissent parfois rapidement et brutalement. Mais, le plus souvent, ils apparaissent de façon insidieuse et progressive, ne réalisant que lentement la paraplégie.

Apparition par ordre chronologique :

- ✓ Douleur brutale en « coup de poignard », de localisation rachidienne, parfois thoracique
- ✓ Rétention urinaire
- ✓ Troubles de la sensibilité : fourmillements, picotements... (Paresthésie)
- ✓ Difficulté de coordination des mouvements volontaires (Ataxie)
- ✓ Diminution de la force musculaire s'aggravant progressivement (Parésie)
- ✓ Paralysie (paraplégie, quadriplégie)
- ◆ Accidents respiratoires (chokes)
 - ✓ Douleurs thoraciques
 - ✓ Toux non productive
 - ✓ Détresse respiratoire
- ◆ Accidents circulatoires
 - ✓ Tachycardie
 - ✓ Hypotension

- ✓ Etat de choc hypovolémique (qui entraîne une diminution de la masse sanguine circulante ayant pour conséquence une baisse du retour veineux et du débit cardiaque).

Que faut-il envisager pour aider l'accidenté ?

- ✓ Oxygène administré par masque à haute concentration (sac de réservoir à O₂) au débit de 15 litres par minute.
- ✓ Hydratation orale (1 litre).
- ✓ Transfert vers un centre disposant d'un caisson hyperbare, si possible multiplace, avec toute la palanquée. Tout retard dans la prise en charge diminue les chances du patient.

Ce qu'il aurait fallu faire pour prévenir ce type d'accident

Il faut, avant tout, respecter :

- ✓ La vitesse de remontée : 10 m. /minute (plus lentement dans les 5 derniers mètres)
- ✓ Les paliers indiqués par les tables ou par l'ordinateur, avec une bonne ventilation.
- ✓ Si aucun palier n'est imposé et si les conditions le permettent, faire un palier de sécurité de 5' à - 5 m.

D'autres précautions sont à prendre :

- ✓ Respecter les règles des plongées consécutives, successives, répétitives, ...
- ✓ Faire un palier de surface de 5' en palmant doucement ou en restant sur place.

Il y a également des facteurs aggravants qu'il faut tâcher de prendre en compte:

- ✓ Le froid
- ✓ L'anxiété
- ✓ L'obésité ou la surcharge pondérale
- ✓ L'âge (attention au-delà de 40 ans)
- ✓ Les repas gras avant la plongée
- ✓ L'alcool
- ✓ La plongée « yo-yo » ou la plongée « border line ».
- ✓ L'effort avant, pendant et après la plongée (courant, remontée sur le bateau ou le zodiac, détacher une ancre récalcitrante)
- ✓ L'apnée après la plongée
- ✓ La manœuvre de Valsalva à la remontée ou au palier
- ✓ Une combinaison de plongée trop serrante
- ✓ Un changement d'altitude après la plongée
- ✓ Ne JAMAIS plonger en cas de fatigue physique ou morale ni lorsqu'on est sous traitement médical.
- ✓ Attention aux efforts de toux et de vomissements : on ne plonge pas quand on est malade.

109. Décrivez brièvement le mécanisme menant à un accident de décompression.

Les ADD sont liés à la présence d'azote dans le gaz que nous respirons. Au cours de la plongée et avec l'augmentation de pression partielle d'azote, il se dissout dans les tissus du corps humain. Lorsque le plongeur remonte, la pression partielle diminue et l'azote dissous doit être éliminé par diffusion au niveau de la membrane alvéolo-capillaire.

Si les règles de décompression sont respectées (vitesse de remontée, profondeur et temps de palier), l'élimination de l'azote dissous devrait se faire de manière harmonieuse, c'est-à-dire sans formation de bulles pathogènes.

Si les règles de décompression ne sont pas respectées, il y aura un dégazage sous forme de bulles pathogènes qui provoqueront un ADD.

110. Qu'est ce que le « chokes » ?

Il s'agit de la ADD du poumon. Les poumons ne sont plus capables d'évacuer les bulles d'azote. Il se manifeste par des douleurs dans la poitrine, gêne respiratoire, une respiration superficielle et toute tentative d'inspiration profonde provoque la toux.

Contrairement une suppression pulmonaire, il n'y a pas de crachat sanglant puisqu'il n'y a pas de rupture d'alvéole.

Malgré son caractère bénin, il doit être surveillé (et traité) étroitement car des troubles neurologiques peuvent survenir.

111. Quels sont les deux types d'ADD de l'oreille interne ?

ADD vestibulaire : vertiges, nausées, vomissement, station debout impossible

ADD cochléaire : ADD vestibulaire accompagnée de surdité ou de diminution de la perception auditives.

112. Quelles sont les différentes toxicités de l'oxygène ?

Comme tous les gaz que nous respirons, l'O₂ est toxique en dehors d'une plage bien précise de pression partielle. En dessous d'une pression partielle de 0,16 bar, une syncope hypoxique apparaît.

Au dessus de 1,6 bar de pression partielle, l'O₂ est toxique de deux manières :

- ✓ À court terme : effet Paul Bert apparition d'une crise hypoxique semblable à une crise d'épilepsie.
- ✓ À long terme : effet Lorrain Smith : l'O₂ « attaque » le surfactant. Il s'agit d'une substance tensioactive sécrétée par les poumons et qui garde les alvéoles « ouvertes » afin de faciliter les échanges gazeux.

113. Au niveau des symptômes, comment différencier un chokes d'une surpression pulmonaire ?

Le type de toux :

- ✓ Chokes : sèche, sans expectoration et absence de douleur (seulement une gêne)
- ✓ Surpression pulmonaire : grasse avec spumes sanglantes, douleur importante

Le délai d'apparition des symptômes :

- ✓ Chokes : 30min à plusieurs heures après la sortie de l'eau
- ✓ Surpression pulmonaire : pendant la remontée ou au plus tard immédiatement à la sortie de l'eau

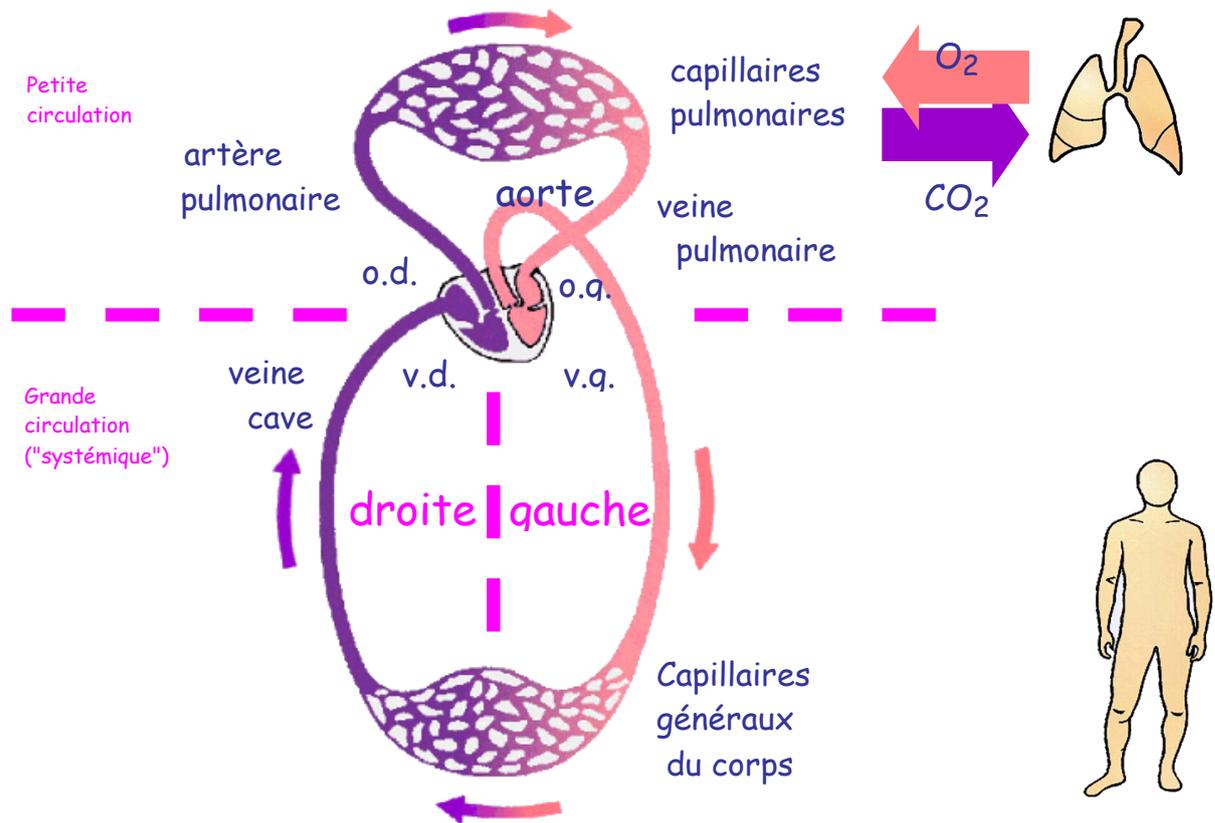
114. Comment s'appelle le lieu du corps où s'effectue l'échange O₂/CO₂ ?

Anatomie

115. A quel endroit précisément se passent les échanges gazeux ? (Réf : p2-§3 Médecine - Anatomie)

L'échange d'oxygène et de dioxyde de carbone s'effectue par diffusion au niveau des alvéoles pulmonaires

116. Décrire de manière succincte la circulation sanguine, avec un schéma à l'appui ?



L'appareil circulatoire est constitué du cœur qui fonctionne comme une pompe et des vaisseaux, artères, veines et capillaires, les tuyaux de distribution

Le sang contenu dans ces organes, et qui circule grâce à l'action de la pompe cardiaque, véhicule les substances indispensables pour assurer le métabolisme (nutritives, oxygène, etc.), mais aussi les substances à éliminer, résidus du métabolisme (CO₂, urée) ainsi que les toxines, via les poumons, le foie, les reins, etc.

Le cœur est constitué par un muscle, le plus performant de l'organisme, le myocarde. On le divise en cœur droit et cœur gauche, ainsi qu'en quatre cavités: oreillettes droite et gauche et ventricules droit et gauche.

Le sang revient au cœur par les veines caves, supérieures et inférieures, est collecté au niveau de l'oreillette droite, passe dans le ventricule droit (via la valve tricuspide). Le ventricule droit propulse le sang dans la circulation pulmonaire encore appelée petite circulation par les artères pulmonaires. Le sang revient des poumons par les veines pulmonaires vers l'oreillette gauche, passe, (via la valve mitrale), dans le ventricule gauche d'où il est éjecté sous pression dans tout l'organisme via l'aorte et la grande circulation. Au niveau des organes, les artères se divisent progressivement pour finir par former le réseau capillaire qui constitue la zone des échanges. Le sang est ensuite repris par les capillaires veineux et collecté par des veines de plus en plus grosses vers les veines caves.

117.