**Anatomie, physiologie et physiopathologie du plongeur**

Durée 1h30 Coefficient 4

**Question 1 : L’essoufflement (8 pts)**

1. Après avoir indiqué le mode de transport du CO2, expliquez comment l’organisme régule son élimination lors d’efforts.
2. Donnez la chronologie de l’apparition et de la mise en place d’un essoufflement.
3. Pourquoi un essoufflement est-il difficilement récupérable en plongée ?
4. Après avoir cité les risques liés à un essoufflement, donnez les précautions que vous prendriez lorsque vous encadrerez des plongeurs à 60m.

**Question 2 : Un accident de plongée (3 pts)**

Après une descente dans le bleu, un plongeur remonte sur le bateau avec une hémorragie nasale.

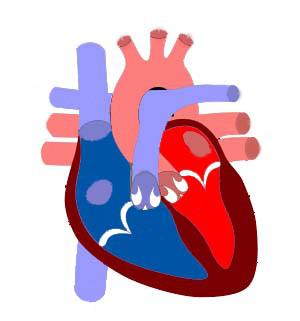
1. A ce stade, quels accidents suspectez-vous ?
2. Après quelques minutes, ce plongeur se plaint de troubles de la vision, en effet ses yeux sont injectés de sang. Identifiez plus précisément cet accident.
3. Expliquez-en le mécanisme.
4. Donnez la prévention face à cet accident.

**Question 3 : Le cœur et la plongée (9 pts)**

1. Légendez le schéma en annexe 1
2. En plongée sous-marine, le cœur est soumis à de nombreuses contraintes. Citez-les et expliquez les phénomènes liés à celui-ci.

**ANNEXE 1 : Complétez les annotations du schéma ci-joint**

1

****

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

*D’après © Alain FORET - Illustra-Pack – Plongée Plaisir*

|  |  |
| --- | --- |
| 1 : | 9 : |
| 2 : | 10 : |
| 3 : | 11 : |
| 4 : | 12 : |
| 5 : | 13 : |
| 6 : | 14 : |
| 7 : | 15 : |
| 8 : | 16 : |

**REFERENTIEL DE CORRECTION**

**Question 1 : L’essoufflement (8 pts)**

1. Après avoir indiqué le mode de transport du CO2, expliquez comment l’organisme régule son élimination lors d’efforts. (2 pts)

* *Le métabolisme cellulaire produit du CO2. Ce dernier est transporté par le sang jusqu’aux poumons :*
  + *sous forme dissoute dans le plasma et le cytoplasme des globules rouges (10 %)*
  + *sous forme combinée après réaction chimique (bicarbonates) dans le plasma (60 %) et lié à l’hémoglobine (hémoglobine carabinée) dans les globules rouges (30 %)*
* *Lors d’efforts, le taux de CO2 augmente, les capteurs situés dans le bulbe rachidien déclenchent une augmentation de la ventilation (amplitude et fréquence) ainsi qu’une augmentation du débit cardiaque. Si la pression partielle du CO2 alvéolaire reste stable, c’est que cette régulation est efficace. Il n’y a pas de mise en place d’essoufflement.*

1. Donnez la chronologie de l’apparition et de la mise en place d’un essoufflement. (1 pt)

*Si la production de CO2 augmente trop rapidement, la régulation est dépassée et devient inefficace. Le gaz carbonique n’est plus suffisamment éliminé par l’expiration et la PpCO2 des alvéoles augmente. Cette augmentation de CO2 alvéolaire survient parallèlement à une augmentation du taux de CO2 sanguin. L’écart normal de 7 mm HG de PpCO2 entre le sang et les alvéoles diminue. Les capteurs du bulbe rachidien sont stimulés encore plus, provoquant une ventilation inspiratoire superficielle. Si le PpCO2 alvéolaire continue d’augmenter, il n’y aura plus d’élimination du CO2 sanguin. Le gaz carbonique va ainsi repartir dans la circulation pouvant entrainer une syncope par hypercapnie.*

1. Pourquoi un essoufflement est-il difficilement récupérable en plongée ? (2pts)

* *En plongée, le travail ventilatoire augmente :*
* *Le fait de respirer sur un détendeur, rend l’expiration active. L’organisme met donc en jeu ses muscles respiratoires, lors de l’expiration, provoquant une augmentation du C02.*
* *L’augmentation de la densité de l’air respiré, proportionnelle à la profondeur, provoque aussi une augmentation des efforts respiratoires (résistance à l’écoulement dans le réseau bronchique).*
* *Le matériel (combinaison, gilet) ainsi que la pression hydrostatique augmentent les résistances et le travail ventilatoire sur la cage thoracique pour respirer.*
* *L’ensemble de ces augmentations, produisant plus de CO2 sanguin, ne sont vraiment pas bénéfiques à la récupération d’un essoufflement (on peut assimiler un plongeur en immersion à un insuffisant respiratoire léger).*

1. Après avoir cité les risques liés à un essoufflement, donnez les précautions que vous prendriez lorsque vous encadrerez des plongeurs à 60m. (3 pts)

* *L’essoufflement est la principale source de panique en plongée. Il favorise les risques de surpression pulmonaire, d’accident de décompression, de narcose et de noyade.*
* *Sa prévention passe par la recherche permanente du confort respiratoire des plongeurs et par une surveillance régulière de leur rythme respiratoire.*
* *Précautions à prendre avant la plongée :*
* *Permettre aux plongeurs de s’équiper sans précipitation,*
* *Vérifier leur équipement et leur lestage,*
* *Favoriser les immersions et les descentes calmes et sans efforts.*
* *Précautions à prendre au fond :*
* *Laisser aux plongeurs le temps de s’habituer :*
* *à la profondeur,*
* *à l’augmentation de densité de l’air respiré,*
* *à la température ambiante,*
* *à la visibilité, …*
* *Précautions à prendre durant la plongée :*
* *Évaluer les conditions du milieu (visibilité, froid, courant, …).*
* *Adapter le profil de la plongée en fonction de ces conditions.*
* *Adapter son palmage au potentiel physique et technique des plongeurs.*
* *Être attentif aux signes émis et au comportement de ces plongeurs, et réagir en conséquence.*

**Question 2 : Un accident de plongée (3pts)**

Après une descente dans le bleu, un plongeur remonte sur le bateau avec une hémorragie nasale.

1. A ce stade, quels accidents suspectez-vous ? (0,5pt)

*A ce stade, nous pouvons soupçonner un barotraumatisme des sinus ou un plaquage de masque.*

1. Après quelques minutes, ce plongeur se plaint de troubles de la vision, en effet ses yeux sont injectés de sang. Identifiez plus précisément cet accident. (0,5 pt)

*Il s’agit donc d’un plaquage de masque.*

1. Expliquez-en le mécanisme. (1pt)

*Pendant la descente, la pression appuie sur le masque et comprime son volume d’air interne jusqu’à la limite d’élasticité des parois. Le masque ne pouvant plus se déformer, la pression à l’intérieur ne varie plus. La pression extérieure continuant d’augmenter, une dépression se crée à l’intérieur du masque. Cet effet ventouse va occasionner des lésions sur les parties du visage contenues dans le masque.*

1. Donnez la prévention face à cet accident. (1pt)

* *Souffler régulièrement dans le masque pendant la descente.*
* *Régler sans trop serrer la sangle de son masque pour éviter que celui-ci ne soit déjà trop plaqué.*
* *Éviter les masques à petit volume (masque de chasse).*

**Question 3 : Le cœur et la plongée (9 pts)**

1. Légendez le schéma (0,25 pt par bonne réponse)

|  |  |
| --- | --- |
| 1 : Artère carotide | 9 : Myocarde |
| 2 : Artère sous-clavière | 10 : Veine cave inférieure |
| 3 : Crosse Aortique | 11 : Ventricule droit |
| 4 : Veines pulmonaires | 12 : Valve tricuspide |
| 5 : Oreillette gauche | 13 : Valves sigmoïdes pulmonaires |
| 6 : Valve mitrale | 14 : Oreillette droite |
| 7 : Valves sigmoïdes aortiques | 15 : Artère pulmonaire |
| 8 : Ventricule gauche | 16 : Veine cave supérieure |

1. En plongée sous-marine, le cœur est soumis à de nombreuses contraintes. Citez lesquelles et expliquez les phénomènes liés à celui-ci. (5 pts)

***L'immersion****: (1 pt)*

*Elle entraine une redistribution des volumes de*[*sang*](http://www.docteurclic.com/encyclopedie/sang.aspx)*avec une augmentation des pressions sanguines au niveau du*[*thorax*](http://www.docteurclic.com/encyclopedie/thorax.aspx)*et du débit cardiaque (effet Blood shift). Le travail du cœur est ainsi augmenté (par l’augmentation de la pré-charge) et les reins vont éliminer le surplus de volume sanguin sous forme de diurèse.*

***Le froid****: (1 pt)*

*La neutralité thermique dans l'eau est plus élevée que dans l’air. Les plongées se font forcément dans des eaux plus froides que la température corporelle, même sous les tropiques. L'exposition au froid, notamment sur le visage, où se trouve les thermorécepteurs, va engendrer un ralentissement du*[*rythme cardiaque*](http://www.docteurclic.com/encyclopedie/le-rythme-cardiaque.aspx)*(bradycardie).*

*Au niveau de la peau, le froid va engendrer une fermeture des*[*vaisseaux*](http://www.docteurclic.com/encyclopedie/les-vaisseaux.aspx)*des extrémités ayant pour conséquence une augmentation du blood shift et de ses conséquences.*

***La pression et la décompression****: (2 pts)*

* *Les grandes profondeurs provoquent des modifications de l'électrocardiogramme à l'origine de troubles du rythme cardiaque.*
* *Une remontée trop rapide peut favoriser la survenue de*[*bulles*](http://www.docteurclic.com/encyclopedie/bulles.aspx)*dans le sang qui risquent de migrer dans le réseau artériel et boucher des artères, telles que les*[*artères*](http://www.docteurclic.com/encyclopedie/arteres.aspx)*coronaires du cœur mais aussi peuvent engorger le cœur, provoquant une détresse cardio-respiratoire.*
* *De plus 20% de la population générale est porteuse d'un foramen ovale perméable, court-circuitant le passage du sang par les poumons. Une ouverture de ce dernier provoque l’apparition d’une grande majorité des accidents de désaturation.*

***Efforts physiques****: (1 pt)*

*L'exercice physique est à lui seul une contrainte importante pour le cœur provoquant une augmentation du travail cardiaque et une augmentation de la pression artérielle.*