**Anatomie Physiologie Physiopathologie du plongeur**

Durée 1h - Coefficient 3

**Question n° 1** 4 pts

Définissez l’échauffement et indiquez ses effets sur l’organisme.

**Question n° 2**  4 pts

Arrivé à une profondeur de 40 m suite à l’épreuve de descente dans le bleu, un candidat à l’examen de Guide de Palanquée vous indique avoir des problèmes aux oreilles. Il n’arrive pas à se stabiliser et vous fait signe qu’il a des vertiges. Vous entamez sans délais une assistance.

Déséquipé sur le bateau, votre élève se plaint de douleur à l’oreille droite, de sensation d’oreille bouchée et a du mal à se maintenir debout.

1. Quel accident envisagez-vous ?
2. Expliquez cet accident vis-à-vis des symptômes constatés.
3. Quelles pourraient être les conséquences de cet accident ?

**Question n° 3**  6 pts

Quels sont les dangers et les bénéfices des différents types d’utilisation de l’oxygène en plongée.

Pour chaque cas, décrivez les mécanismes concernés.

**Question n° 4** 6 pts

1. Donnez les éléments permettant de déceler qu’un plongeur en immersion subit les effets du froid.
2. Expliquez-en les causes.
3. Quels sont les mécanismes de lutte contre le froid que l’organisme met en place ?
4. Quelles précautions donneriez-vous aux plongeurs envisageant une plongée en eau froide ?

**REFERENTIEL DE CORRECTION**

**Question n° 1** 4 pts

Définissez l’échauffement et indiquez ses effets sur l’organisme.

*L’échauffement doit être la phase préparatoire de toute séance physique. C’est la période de transition entre le repos et l'effort visant à préparer physiquement et mentalement le sportif à son activité sportive (entraînement et compétition). L'échauffement met progressivement en condition l'organisme (articulations, muscles, système cardio-respiratoire) et le psychisme. (1,5 pt)*

*Cela se traduit par : 2.5 pts*

* *Au niveau de l’organisme :*
* *Augmentation de la température corporelle,*
* *Adaptation progressive des fonctions respiratoire et ventilatoire à l’effort envisagé.*
* *Augmentation de la vitesse de contraction des muscles, accroissement de leur souplesse,*
* *Amélioration de l’élasticité des tendons,*
* *Amélioration de la fluidité de la synovie (articulations)*
* *Amélioration de l’utilisation et de la diffusion tissulaire de l’O2*

*Ce qui permet d’éviter certaines blessures*

* *Pour la synchronisation des mouvements : amélioration de la conduction nerveuse,*
* *Au niveau psychologique : Amélioration de la concentration et donc de l’efficacité.*

**Question n° 2**  4 pts

Arrivé à une profondeur de 40 m suite à l’épreuve de descente dans le bleu, un candidat à l’examen de Guide de Palanquée vous indique avoir des problèmes aux oreilles. Il n’arrive pas à se stabiliser et vous fait signe qu’il a des vertiges. Vous entamez sans délais une assistance.

Déséquipé sur le bateau, votre élève se plaint de douleur à l’oreille droite, de sensation d’oreille bouchée et a du mal à se maintenir debout.

1. Quel accident envisagez-vous ? (1 pt)

*Accident barotraumatique de l’oreille moyenne avec atteinte de l’oreille interne*

1. Expliquez cet accident vis-à-vis des symptômes constatés. (2 pts)

*Avec la profondeur, la pression de l’eau augmente. Si les manœuvres d’équipression (Valsalva, Frenzel, BTV, etc.) sont mal réalisées par le plongeur ou inefficaces lors de son évolution, le tympan est soumis à une trop forte pression engendrant une distension de la paroi, pouvant même provoquer sa fissuration. Une descente rapide et non maîtrisée peut correspondre à des manœuvres brutales et soudaines.*

*Si l’étrier subit à un " coup de piston", cela peut engendrer des désordres sur la fenêtre ovale avec atteinte de la cochlée.*

*L’oreille interne peut donc être également directement affectée avec une atteinte vestibulaire et cochléaire suite à une hyperpression dans la caisse du tympan. Le rapport de taille entre le tympan et la fenêtre ovale augmente les risques de surpression interne par la transmission des forces à travers la chaine des osselets.*

1. Quelles pourraient être les conséquences de cet accident ? (1 pt)

*Baisse partielle ou totale de l’audition de l’oreille endommagée, vertiges, perte de l’équilibre, nausées et vomissements.*

**Question n° 3**  6 pts

Quels sont les dangers et les bénéfices des différents types d’utilisation de l’oxygène en plongée.

Pour chaque cas, décrivez les mécanismes concernés.

*L’hyperoxie : 2 accidents possibles :*

1. *Elle apparaît lorsque que la pression partielle d’O2 approche 1.6 b dans l’air respiré (taux variable en fonction du milieu, de la sensibilité du plongeur, etc.) : effet Paul Bert.*

*La présence en excès d’oxygène véhiculé par le sang devient toxique pour les neurones (production de radicaux libres en réaction avec les cellules cérébrales).*

*Les effets d’apparition de cette surexposition à l’oxygène se matérialisent sous l’eau, très souvent à quelques tremblements/secousses brèves suivis d’une perte de connaissance immédiate. (la crise hyperoxique classique en 3 phases apparait surtout en caisson)*

1. *Exposition prolongée et/ou répétée à une pression partielle supérieure à 0.5 b : effet Lorrain Smith. Cette situation se traduit par des douleurs rétro sternales, une irritation trachéale avec toux, voire une gêne respiratoire en cas d’exposition continue. 2 pts*

*L’hypoxie : peut concerner les apnéistes et les plongeurs aux mélanges (Trimix hypoxique, etc.)*

*L'hypoxie est l'état d'oxygénation insuffisante de certains*[tissus](https://fr.wikipedia.org/wiki/Tissu_biologique)*ou de l'organisme entier. Le stade suivant, qui correspond au manque total ou presque total d'oxygène dans les tissus, est celui de l'*[anoxie](https://fr.wikipedia.org/wiki/Anoxie_(biologie))*, qui entraîne une*[bradycardie](https://fr.wikipedia.org/wiki/Bradycardie)*, puis l'*[arrêt cardiaque](https://fr.wikipedia.org/wiki/Arr%C3%AAt_cardiaque)*, si l'on n'intervient pas immédiatement, ainsi que des lésions neurologiques. A noter qu’une hypoxie profonde devrait pouvoir suffire elle aussi. Lors d’une apnée, le métabolisme produit du CO2. C’est cet excès de CO2 qui déclenche l’envie de respirer. Certains apnéistes pratiquent l’hyperventilation afin d’abaisser anormalement le taux de CO2 dans le sang, sans pour autant augmenter celui d’O2 puisque celui-ci est déjà pratiquement au maximum.*

*L’O2 est consommé par l’organisme pouvant mener à une syncope hypoxique (signe d’atteinte cérébrale) en l’absence de respiration. L’hyperventilation, provoquant la baisse du CO2 devenant un facteur favorisant de cette situation.*

*Lors d’une plongée Trimix, le mélange respiré est volontairement appauvri en oxygène de manière à ne pas atteindre le taux de 1.6 b (ou 1.4 suivant la procédure utilisée) à la profondeur d’évolution envisagée. Ce mélange sous-oxygéné peut ne pas être utilisable proche et en surface en raison de son faible taux d’oxygène. Les effets sont identiques à ceux de l’apnéiste. 2 pts*

*Traitement des ADD par oxygénothérapie hyperbare : l’augmentation de la fraction dissoute dans les capillaires de l’organisme. Cette action permet de suppléer l’alimentation d’O2 au niveau des tissus endommagés. 1 pt*

*Mélange sur-oxygéné : Nitrox . Diminution de la saturation d’azote dans l’organisme par la diminution du % d’azote dans le mélange respiré. Avantage : diminuer la durée des paliers par rapport à une plongée de même caractéristiques effectuée à l’air. Inconvénients ; limitation de la profondeur. 0.5 pt*

*Respiration d’oxygène au palier :*

*Avantage : Amélioration de la désaturation par éloignement de la TN2 du seuil de sursaturation critique par la respiration d’un gaz ne contenant pas d’azote.*

*Inconvénient : profondeur d’utilisation limitée selon la teneur en O2 du mélange respiré (0.5pt)*

**Question n° 4** 6 pts

1. Donnez les éléments permettant de déceler qu’un plongeur en immersion subit les effets du froid. (1 pt)

*Tremblements, perte d’attention, désintéressement, augmentation du rythme de la ventilation et de la respiration, plongeur en position "fœtale" (recroquevillé), crampes, perte de sensibilité.*

1. Expliquez-en les causes. (2 pts)

* *L’organisme, par différents mécanismes de défense, maintient la température corporelle proche de 37°. Dans l’air, l’équilibre thermique est à 25° pour un organisme en mouvement (les valeurs sont différentes si immobile) alors qu’il est situé à 33°dans l’eau. Cela signifie qu’en dessous de ces températures en fonction du milieu, le corps est en déperdition thermique.*
* *L’organisme est constamment en auto-régulation de sa température. Lorsque l’écart de température augmente entre milieu intérieur et milieu extérieur, des processus plus sérieux se mettent en place.*
* *Les échanges thermiques en plongée s’effectuent par convection (respiration : circulation d’air froid –en mouvement- dans des poumons chauds), conduction.*

1. Quels sont les mécanismes de lutte contre le froid que l’organisme met en place ? (2 pts)

* *Augmentation de la production de chaleur (thermogénèse) :*
  + *Frissons, tremblements : effort de l’organisme pour maintenir la température corporelle car les contractions musculaires produisent de la chaleur.*
  + *Augmentation de la ventilation : permet d’augmenter la quantité d’O2 capturée lors de la ventilation pour élever la production calorifique par les contractions musculaires et l’augmentation du métabolisme (mobilisation du glycogène)*
  + *Augmentation du métabolisme cellulaire*
* *Baisse des pertes de chaleur :*
  + *Chair de poule (reflexe archaïque) participant dans une moindre mesure au réchauffement à la surface de la peau (chez l’animal, l’érection des poils de la fourrure permet une protection contre le froid*
  + *Vasoconstriction périphérique : l’organisme diminue la circulation du sang dans les extrémités et sur la peau pour retarder le refroidissement. Le sang est dirigé vers les organes nobles (cœur, poumons, cerveau) provoquant une augmentation de la pression sanguine. Engourdissements des mains et pieds (devenant blancs – difficile à apprécier en plongée) indiquant la diminution de la circulation sanguine. Elimination d’eau par les reins (diurèse) provoquant une hémoconcentration, déshydratation et sensation de soif.*

1. Quelles précautions donneriez-vous aux plongeurs envisageant une plongée en eau froide ?

(1 pt)

* *Hydratation des plongeurs avant et après la plongée,*
* *Être bien habillé avant l’immersion*
* *Équipement adapté des plongeurs : combinaison, gants, chaussons, cagoule,*
* *Limitation de la durée et de la profondeur de la plongée,*
* *Apport en glucides (alimentation) avant la plongée,*
* *Vêtements secs et chauds après la plongée,*
* *Boissons chaudes et sucrées après la plongée.*
* *Détendeurs adaptés au froid (n’évitent pas le refroidissement, mais diminuent le risque de givrage)*