**Anatomie, physiologie et physiopathologie du plongeur**

**Durée 1h30, coefficient 4**

**Question N°1 : « l’entrainement du plongeur (5 pts)**

1. Expliquer pourquoi la filière aérobie est la filière qui correspond le plus à l’activité d’un plongeur ? Quel sont les facteurs limitants de cette filière ?
2. Dans le cadre d’un entrainement à la préparation du Guide de Palanquée, vous programmez un entrainement pour les épreuves du 800m PMT et du 500 m Capelé.

Quels seront vos objectifs pour cet entrainement sur le plan physiologique ? vous justifierez pour chaque objectif défini.

1. pour cet entrainement ? Vous préciserez notamment l’intensité, la durée et la récupération que vous souhaitez mettre en place dans ces exercices.

**Question N°2 : « les accidents liés à l’apnée » (4 pts)**

1. Vous définirez ce qu’est l’hyperventilation. Vous préciserez pourquoi elle constitue un risque dans le cadre de la pratique de l’apnée.
2. Qu’est-ce que le phénomène de « samba » ?
3. Dans le cadre de la préparation aux examen fédéraux, comment concevez-vous un atelier dédié au travail de l’apnée en termes d’organisation et de sécurisation ?

**Question N°3 : « Le plongeur et ses oreilles » (6 pts)**

1. Quels sont les éléments de l’oreille qui assurent la fonction de l’équilibre.
2. Qu’est-ce qu’un vertige alternobarique ? Comment survient-il ?

Comment peut-on résoudre cette situation ?

1. Quelles parties de l’oreille peuvent être concernées par un barotraumatisme ? Vous définirez les différents barotraumatismes identifiés.

**Question N°4 : « Les effets de la narcose » (5 pts)**

1. Expliquez le mécanisme de la narcose, vous préciserez pourquoi on peut y associer l’essoufflement.
2. En tant qu’encadrant dans la zone 0-60m à l’air, que pouvez mettre en place pour prévenir au maximum les effets de la narcose chez les plongeurs dont vous aurez la charge dans la zone profonde ? vous spécifierez les informations données au cours du briefing.

Référentiel de correction

**Question N°1 : « l’entrainement du plongeur (5 pts)**

a) Expliquer pourquoi la filière aérobie est la filière qui correspond le plus à l’activité d’un plongeur ? Quel sont les facteurs limitants de cette filière ? (1,5pt)

*La filière aérobie correspond en termes de puissance à un effort d’intensité moyenne qui peut être mené sur une longue durée. Ces caractéristiques correspondent aux besoins d’un plongeur en plongée loisir d’exploration, mais se retrouve aussi sur les épreuves du capelé ou de la nage PMT aux examens Guide de Palanquée ou MF2 ,ou lors (retour de plongée mouvementée, courant ...*

* *1 pt)*
* *Les facteurs qui vont limiter les effets de cette filière sont l’épuisement des réserves de glucose, ce qui implique une bonne prise en compte des besoins nutritionnels avant la plongée, et surtout le VO2 max, qui une fois atteint va correspondre à la puissance maximale aérobie. (0,5 pt)*

b) Dans le cadre d’un entrainement à la préparation du Guide de Palanquée, vous programmez un entrainement pour les épreuves du 800m PMT et du 500 m Capelé.

Quel seront vos objectifs pour cet entrainement sur le plan physiologique ? vous justifierez pour chaque objectif défini. (1,5 pts)

* *L’objectif principal est de trouver un compromis énergétique entre une intensité élevée de la filière aérobie et la production de lactate. (0.5 pt)*
* *Pour réaliser ce compromis, on va chercher à reculer l’apparition du seuil ventilatoire 2 ; permettant d’augmenter la puissance de la filière aérobie pour éviter au maximum les filières anaérobies, notamment glycolytique (0,5 pt)*
* *On cherchera aussi à augmenter le temps de maintien de la puissance maximale aérobie, en limitant toujours l’augmentation de l’acide lactique (0,5pt)*

1. Quels types d’exercices allez-vous proposer pour cet entrainement ? Vous préciserez notamment l’intensité, la durée et la récupération que vous souhaitez mettre en place dans ces exercices. (2 pts)

* *Pour développer la filière aérobie, il faut travailler sur des efforts de faible intensité sur de longues durées.*
* *Le travail peut se faire sur une fréquence cardiaque de travail de 60 à 70% de la FC de réserve. Les exercices peuvent être des séquences de nage de 20 à 30 minutes en conservant la vitesse et la fréquence cardiaque constante.*
* *On peut aussi utiliser un fractionné avec de courtes périodes de récupération statique pour une durée totale équivalente à l’exemple précédent.*
* *Un travail spécifique peut être fait pour développer le seuil ventilatoire 2. L’intensité de travail est supérieure, entre 70 et 90 % de la FC de réserve.*
* *On travaillera sur du fractionné long en faisant varier la distance, le nombre de répétition et la fréquence cardiaque. Par exemple :*
  + *2\*400 m à 70%*
* *4\*200 m à 80 %*
* *8\*100 m à 90 %*
* *Le fractionné court peut aussi être utilisé : grand nombre de répétitions, récupération dynamique ou statique courte.*
* *( NB :Accepter d'autres propositions si elles sont justes)*

**Question N°2 : « les accidents liés à l’apnée » (4 pts)**

1. Vous définirez ce qu’est l’hyperventilation. Vous préciserez pourquoi elle constitue un risque dans le cadre de la pratique de l’apnée. (1,5 pt)

* *Le principe de l’hyperventilation est de forcer sur l’expiration en amont de l’apnée pour faire chuter le taux de CO2. (0,5pt)*
* *L’augmentation du taux de CO2 provoquant le reflexe inspiratoire, sa diminution artificielle a pour effet de retarder l’envie de respirer.*
* *Au cours de l’apnée, le taux d’oxygène va diminuer de par sa consommation naturelle due à l’activité physique. Cet effet va être augmenté lors de la remontée par la diminution de la PpO2 due à la baisse de la pression absolue. L’hyperventilation va engendrer un taux de CO2 encore plus bas, retardant le moment ou l’apnéiste éprouve le besoin de respirer et donc un risque accru de syncope hypoxique (1pt)*

1. Qu’est-ce que le phénomène de « samba » ? (1pt)

*La samba est un phénomène qui désigne une perte du contrôle moteur due à un taux d’oxygène insuffisant au niveau cérébral. Dans la majeure partie des cas, ce phénomène n’engendre pas de perte de conscience et est suivi d’une récupération rapide sans séquelle. Par contre, on observe une amnésie de l’accident chez le pratiquant concerné. Dans de rares cas, la samba peut être suivie d’une syncope, pouvant déboucher sur une noyade en cas de défaillance de la surveillance du pratiquant (1pt)*

1. Dans le cadre de la préparation aux examen fédéraux, comment concevez-vous un atelier dédié au travail de l’apnée en termes d’organisation et de sécurisation ? (1,5pt)

* *Il est intéressant de proposer un échauffement collectif ou par binôme pour s’acclimater. La recherche de profondeur est à proscrire et il faut limiter les répétitions pour préserver les oreilles au maximum. (0,5pt)*
* *Il faut prévoir des plongeurs en bouteilles pour sécuriser l’atelier (2 pour une apnée à 10m, éventuellement 3 pour une apnée à 15 m). Dans tous les cas, un plongeur de sécurité en libre est nécessaire en surface près du départ pour réguler les apnées et contrôler l’état des apnéistes au retour en suivant un protocole établi à l’avance (donner le numéro de candidat, « Ok, je vais bien »…) (0,5pt)*
* *On peut envisager l’utilisation d’une bouée de surface pour servir d’appui si on est loin du bord ou en l’absence d’embarcation à proximité directe, insister sur la surveillance des autres apnéistes dans ce cas (notion de binôme). Quoi qu’il arrive, un accès à du matériel de secours dans les plus brefs délais est impératif. (0,5pt)*

**Question N°3 : «**Le plongeur et ses oreilles » (6 pts)

1. Quels sont les éléments de l’oreille qui assurent la fonction de l’équilibre. (2pts)

* *Les canaux semi-circulaires orientés dans les trois dimensions de l’espace informent sur les mouvements de la tête et sur son accélération dans l’espace. (1pt)*
* *L’utricule et le saccule sont deux éléments qui signalent les accélérations linéaires telles que la gravité. Les deux organes sont disposés de manière à pouvoir signaler n’importe quelle position de la tête. Ils jouent un rôle dans le maintien d’une posture verticale. (1pt)*
* *Pour compléter, les fonctions de l’équilibre sont aussi régies par des informations visuelles et d’autre capteurs corporels reliés au système proprioceptif.*

1. Qu’est-ce qu’un vertige alternobarique ? Comment survient-il ? Comment peut-on résoudre cette situation ? (2pts)

* *Le vertige alternobarique résulte d’informations dissymétriques entre les organes de l’équilibre des deux oreilles. Il peut conduire à une désorientation, qui peut nécessiter une assistance pour remonter en sécurité. (0,5 pt)*
* *Il survient le plus souvent à la remontée et est dû à un équilibre non-coordonné entre les trompes d’Eustache des deux oreilles moyennes, conduisant à une asymétrie pressionnelle, provoquant les vertiges (O,5pt)*
* *La conduite à tenir consiste à déglutir pour essayer de rétablir l’équilibre entre les deux oreilles, il faut par contre impérativement proscrire le Valsalva pour ne pas risquer une surpression du thorax à la remontée ou aggraver le phénomène. (1pt)*

1. Quelles parties de l’oreille peuvent être concernées par un barotraumatisme ? Vous définirez les différents barotraumatismes identifiés. (2pts)

* *L’oreille moyenne : otite barotraumatique (1pt)*
* *Lors de la descente, si l’équilibre n’est pas réalisé entre l’oreille moyenne et l’oreille externe, une déformation du tympan va apparaitre.*
* *Cette situation peut aller jusqu’à la rupture du tympan, qui outre une violente douleur peut créer un vertige qui peut nécessiter une assistance.*
* *L’oreille interne : (1pt)*
* *Le barotraumatisme de l’oreille interne, est une atteinte grave qui peut toucher les centres de l’équilibre et de l’audition. C’est un phénomène qui peut apparaitre lors d’un équilibrage brusque de l’oreille moyenne. Cette surpression est transmise par l’étrier sur la fenêtre ovale. Dans certain cas on parle d’un « coup de piston », la rupture des fenêtres ovale et ronde est possible. Pour limiter les risques d’apparition de cet accident, l’équilibrage des oreilles doit être le plus doux possible et l’utilisation de méthodes alternatives à la manœuvre de Valsalva est une possibilité.*

**Question N°4 : «**Les effets de la narcose » (5 pts)

1. Expliquez le mécanisme de la narcose, vous préciserez pourquoi on peut y associer l’essoufflement. (2pts)

* *Il s’agit d’une atteinte du système nerveux qui entraine une diminution des capacités motrices et d’une altération du raisonnement. (1pt)*
* *Les gaz inertes tel que l’azote interagissent avec les neurotransmetteurs localisés au niveau des synapses qui assurent la liaison entre les neurones. Ces interactions perturbent le bon fonctionnement des neurotransmetteurs ce qui se traduit par un ralentissement des fonctions motrices et cognitives. Le CO2 aggrave la narcose en potentialisant les effets de l’azote au niveau cérébral, d’où l’association essoufflement et narcose. (1pt)*

1. En tant qu’encadrant dans la zone 0-60m à l’air, que pouvez mettre en place pour prévenir au maximum les effets de la narcose chez les plongeurs dont vous aurez la charge dans la zone profonde ? vous spécifierez les informations données au cours du briefing. (3pts)

*Si on ne peut pas éliminer la narcose, nous pouvons mettre en place un certain nombre de protocoles pour limiter les effets et apprendre à les reconnaître.*

*D’une façon générale : (1,5 pts)*

* + *Un taux important de CO2 est un facteur favorisant la narcose. Il est donc important de limiter les efforts et les situations de plongée qui pourraient amener un plongeur à s’essouffler.*
  + *Diminuer la vitesse de descente à partir d’une certaine profondeur pour atténuer l’apparition de la narcose. De plus, cela permet de regrouper la planquée, ce qui permet une meilleure prise en compte des plongeurs.*
  + *Durant la période d’accoutumance à la profondeur, l’utilisation de repères visuels permet aux plongeurs d’estimer la vitesse de descente, un pendeur peut assurer un point d’appui pour réguler la vitesse si nécessaire.*
  + *Demander au plongeur qui prendrait des médicaments de types psychotropes (somnifères, anti-dépresseurs, corticoïdes…) de demander un avis à un médecin fédéral ou hyperbare.*

*Éléments du briefing : (1,5 pts)*

* *Faire le point sur l’expérience/forme physique du plongeur*
* *Imposer une profondeur à laquelle la descente se fera tête vers le haut et regroupé (par exemple entre 35 et 40 m, pour descendre sur 50m, etc..)*
* *Rappeler les effets de la narcose (vision tunnel, difficulté de mémorisation.)*
* *Imposer un positionnement des plongeurs dans la palanquée pour une meilleure prise en compte de chacun.*
* *Dans le cas de plongées d’enseignement, des éducatifs basés sur de la réponse aux signes, des jeux de réflexion rapides, écriture/dessins peuvent être proposés pour entrainer et évaluer le niveau de narcose des plongeurs.*

***Chaque élément pertinent apporté par le candidat rapporte 0,5 pt, dans la limite de 1,5 pts pour chacun des deux items***