**Anatomie, physiologie et physiopathologie du plongeur**

Durée 1h30 Coefficient 4

**Question 1. Les effets de la plongée sur la circulation sanguine (4 points) :**

Le reflux du sang des extrémités vers le thorax ou "blood shift" est le résultat de l’adaptation cardiovasculaire à l'immersion. Quelles en sont les conséquences en plongée ?

**Question 2. L’oedème pulmonaire d’immersion (6 points)**

1. Décrivez le mécanisme physiologique de cet accident.
2. Pendant longtemps, l’OAP a été confondu avec la surpression pulmonaire. Dites comment il est possible de les reconnaitre et les distinguer.
3. Décrivez les facteurs favorisants et la CAT suite à un OAP.

**Question 3. L’essoufflement en plongée (5 points)**

Expliquez pourquoi le risque d’apparition d’un essoufflement est important en plongée profonde bien que l’effort physique en immersion ne semble pas très élevé.

1. Expliquez pourquoi il est difficile de récupérer spontanément d’un essoufflement en profondeur en plongée.
2. L’essoufflement favorise d’autres accidents de plongée. Citez-les et expliquez-en brièvement les raisons.

**Question 4. La plongée chez les jeunes (5 points)**

Quelles sont les spécificités de la plongée enfants :

1. sur le plan physiologique
2. Sur le plan psychologique

Référentiel de correction

**Question 1. Les effets de la plongée sur la circulation sanguine (4 points) :**

***Le reflux du sang des extrémités vers le thorax ou "blood shift" est le résultat de l’adaptation cardiovasculaire à l'immersion. Quelles en sont les conséquences en plongée ?***

* *En plongée, la pression hydrostatique s‘exerce sur tout l‘organisme notamment au niveau des membres (bras et jambes) et de leurs extrémités. Cette pression n’est pas vraiment ressentie par le plongeur mais majore le retour veineux vers le thorax. A cela s’ajoute la vasoconstriction périphérique liée au froid.*
* *L’ensemble de ces facteurs contribuent à une élévation du volume sanguin central.*
* *L’organisme réagit en augmentant la diurèse, ce qui accroit la déshydratation et le risque d’ADD.*

**Question 2. L’oedème pulmonaire d’immersion (6 points)**

1. **Décrivez le mécanisme physiologique de cet accident. (2 points)**

* *Passage de liquide (plasma et globules rouges) provenant du sang circulant dans les capillaires pulmonaires vers les alvéoles pulmonaires.*
* *Altération des échanges gazeux.*
* *Hypoxie sévère.*
* *Au fond, la pression capillaire s’élève en raison du bloodshift*
* *En cas d’OAP, la pression capillaire pulmonaire reste anormalement élevée à la remontée ce qui entraine une fuite plasmatique vers les alvéoles qui sont « noyées » -> OPI*

1. **Pendant longtemps, l’OAP a été confondu avec la surpression pulmonaire. Dites comment il est possible de les reconnaitre et les distinguer. (2 points)**

* *Reconnaitre OPI et SP :*
* *Gêne respiratoire très importante avec essoufflement*
* *Toux et crachats mousseux +/- sanglants*
* *Coloration bleutée des extrémités (cyanose)*
* *Anxiété et fatigue extrême*
* *Différences OPI et SP. Pour l’OPI :*
* *les signes débutent au fond et / ou à la remontée (la SP : signes débutent en surface)*
* *présence de râles crépitants*
* *pas de blocage ventilatoire (la SP : blocage ventilatoire et remontée rapide)*
* *pas de signes neurologiques*
* *pas d’emphysème sous cutané.*

1. **Décrivez les facteurs favorisants et la CAT suite à un OAP. (2 points)**

* *Facteurs favorisants :*
* *Age > 45 ans*
* *Sexe féminin*
* *Pathologie cardio vasculaire pré-existante*
* *Mauvaise condition physique*
* *Froid, stress*
* *Augmentation du travail ventilatoire : combinaison trop serrée, matériel (recycleur) …*
* *Antécédent d’Œdème Pulmonaire d’Immersion*
* *CAT :*
* *Sortir la victime de l’eau,*
* *Faire respirer de l’O2 normobare : 15 litres par minute*
* *Faire évacuer.*

**Question 3. L’essoufflement en plongée (5 points)**

1. **Expliquez pourquoi le risque d’apparition d’un essoufflement est important en plongée profonde bien que l’effort physique en immersion ne semble pas très élevé. (2 points)**

* *Le risque d’essoufflement est augmenté pour plusieurs raisons :*
* *L’augmentation de la densité des gaz ventilés avec la profondeur (viscosité) conduit également à une augmentation du travail musculaire nécessaire pour se ventiler.*
* *La redistribution de la masse sanguine vers les organes centraux et, en particulier, les poumons conduit à augmenter le travail ventilatoire et en particulier, l’expiration qui devient alors : active.*
* *Le matériel (ex : détendeur mal adapté à la profondeur ; bouteille mal ouverte ; combinaison trop fine ou serrée ; gilet stabilisateur mal maitrisé …) a tendance à augmenter également le travail ventilatoire.*
* *Le froid plus intense non compensé par la combinaison.*
* *Le stress lié à la profondeur ; à l’obscurité.*
* *Les efforts en immersion.*
* *La fatigue.*

1. **Expliquez pourquoi il est difficile de récupérer spontanément d’un essoufflement en profondeur en plongée. (2 points)**

* *il est difficile de récupérer d’un essoufflement en profondeur car lorsqu’il survient, la quantité de CO2 produite est supérieure à celle qui est éliminée par le filtre pulmonaire.*
* *Or, le mécanisme de l’essoufflement (augmentation de la fréquence, diminution du volume courant et ventilation dans le VRI) a tendance à produire encore plus de CO2 et à diminuer son élimination (ventilation dans l’espace mort)*
* *De plus, le réflexe de réponse à l’essoufflement, est d’augmenter l’inspiration alors qu’il faut, en plongée, forcer sur l’expiration pour sortir de l’essoufflement. On est donc bien dans un « cercle vicieux » dont il est difficile d’en sortir en immersion.*

1. **L’essoufflement favorise d’autres accidents de plongée. Citez-les et expliquez-en brièvement les raisons. (1 points)**

* *L’essoufflement est un facteur favorisant des accidents suivants :*
* *ADD : Les bulles de CO2 peuvent servir de micronoyaux gazeux à l’origine d’ADD.*
* *Narcose : le C02 potentialise les effets narcotiques de l’azote*
* *Surpression pulmonaire : Le plongeur atteint d’un essoufflement sévère a tendance à diminuer les volumes expirés. En cas de remontée (« panique » par exemple), cela augmente le risque de SP. et panique.*
* *La panique peut l’entraîner à lâcher son détendeur et à se noyer*

**Question 4. La plongée chez les jeunes (5 points)**

Quelles sont les spécificités de la plongée enfants :

1. **sur le plan physiologique (4 points)**

* *Sur le plan physiologique, l’enfant se caractérise par :*
  + - * *Un pourcentage de tissu adipeux plus faible que chez l’adulte, un rapport surface corporelle-poids plus élevé et une forte déperdition de chaleur au niveau de la tête et du cou. Il en résulte une plus grande sensibilité au froid qui nécessite une protection particulièrement efficace (combinaison, cagoule), et des règles de pratique adaptées selon l’âge et la température de l’eau (limitation de la durée de plongée, exigence d’une température d’eau minimale).*
      * *Une masse d’eau plus faible que celle de l’adulte et donc une apparition plus précoce du phénomène de déshydratation en plongée (habituer l’enfant à s’hydrater avant et après la plongée).*
      * *Des oreilles qui n’ont pas encore atteint leur maturité avec des risques accrus d’otites séro-muqueuses et des difficultés à équilibrer les pressions au cours de la descente ;*
      * *Des sinus en cours de formation.*
      * *Un appareil pulmonaire en plein développement avec une faible élasticité pulmonaire, une résistance au passage de l’air plus forte que chez l’adulte et une hypoxie physiologique qui persiste jusqu’au-delà de 14 ans. Les encadrants doivent être particulièrement attentif à ces éléments pour éviter toute prise de risque avec les enfants.*
      * *Un appareil cardio-vasculaire qui n’a pas encore atteint sa maturité, ce qui suppose une vigilance particulière vis-à-vis de la désaturation (une seule plongée par jour, limitation de la profondeur, plongées sans palier).*
      * *Un appareil dentaire non encore définitif, fragile, qui nécessite des embouts de tuba et de détendeurs spécifiques ainsi que des détendeurs légers en bouche.*
      * *Un appareil ostéo-articulaire en pleine croissance qui nécessite d’éviter le port de charges lourdes (bouteilles de plongée adaptées) et les mauvaises postures.*

1. **Sur le plan psychologique (1 point)**

* *Sur le plan psychologique :*
* *entre 6 et 8 ans, l’enfant se caractérise par un apprentissage ludique centré sur l’imitation et par une pensée encore peu structurée.*
* *entre 8 et 12 ans, alors que la pensée se structure, la maîtrise de la troisième dimension apparaît et l’apprentissage coordonné devient possible. Cependant, la capacité d’attention reste faible et les risques de panique « sans raison » demeurent.*
* *A partir de 12-14 ans, l’apprentissage des brevets « adultes » devient possible. Dans tous les cas, la motivation de l’enfant, sa volonté à pratiquer la plongée est le point clef.*