**Anatomie, physiologie et physiopathologie du plongeur**

Durée 1h30 Coefficient 4

**QUESTION 1 : un accident en plongée (7 pts)**

Isabelle et Christian, tous les deux N3 et âgés de 55 ans, entament la remontée d'une plongée à 37 m, l'ordinateur le plus pénalisant leur indique un palier de 2' à 3m. Vers 8 m Christian fait le signe « je suis essoufflé » à Isabelle qui le prend en charge. Malgré les difficultés de Christian pour respirer, ils effectuent le palier obligatoire et regagnent la surface. Comme Christian a beaucoup de mal pour reprendre sa respiration, il enlève son détendeur, tousse et crache un liquide rosâtre. Isabelle fait le signal de détresse et le bateau vient les récupérer rapidement. On aide Christian à remonter, il est épuisé et ses lèvres sont bleutées.

1. A ce stade, quels sont les types d’accidents possibles ? (1pt)
2. Si d'autres symptômes apparaissent, quels sont ceux qui pourraient vous permettre d'identifier plus précisément l'accident de Christian (1 pts)
3. Aucun autre symptôme n'apparaissant, quel est selon vous l'accident le plus probable et quels sont les facteurs favorisant ce type d'accident. (2 pts)
4. Décrivez le mécanisme physiopathologique de cet accident. (3 pts)

**QUESTION N°2 : les oreilles et la plongée (7 pts)**

Les atteintes de l’oreille peuvent être nombreuses en plongée. Citez les différents incidents ou accidents que vous connaissez, expliquez leurs mécanismes de survenue, décrivez les symptômes qui y sont associés et leurs préventions.

**QUESTION 3 : le froid en plongée (6 pts)**

Dans le cadre de l’organisation de la première sortie sur le littoral méditerranéen début avril, vous présentez à l’équipe d’encadrement de votre club les risques liés au froid en plongée.

1. Quels sont les mécanismes de lutte contre le froid mis en œuvre par l’organisme ? (2 pts)
2. Quels sont les éléments de prévention que vous pouvez mettre en place ? (2pts)
3. Pourquoi l’adaptation physiologique de l’enfant est-elle différente de celle de l’adulte ? (2 pts)

**REFERENTIEL DE CORRECTION**

**QUESTION 1 : un accident en plongée (7 pts)**

Isabelle et Christian, tous les deux N3 et âgés de 55 ans, entament la remontée d'une plongée à 37 m, l'ordinateur le plus pénalisant leur indique un palier de 2' à 3m. Vers 8 m Christian fait le signe « je suis essoufflé » à Isabelle qui le prend en charge. Malgré les difficultés de Christian pour respirer, ils effectuent le palier obligatoire et regagnent la surface. Comme Christian a beaucoup de mal pour reprendre sa respiration, il enlève son détendeur, tousse et crache un liquide rosâtre. Isabelle fait le signal de détresse et le bateau vient les récupérer rapidement. On aide Christian à remonter, il est épuisé et ses lèvres sont bleutées.

1. A ce stade, quels sont les types d’accidents possibles ? (1pt)

* *Œdème Pulmonaire d’Immersion (OPI)*
* *Surpression pulmonaire (SP)*

1. Si d'autres symptômes apparaissent, quels sont ceux qui pourraient vous permettre d'identifier plus précisément l'accident de Christian (1 pts)

* *Si signes neurologiques => SP*
* *Si emphysème sous-cutané => SP*

1. Aucun autre symptôme n'apparaissant, quel est selon vous l'accident le plus probable et quels sont les facteurs favorisant ce type d'accident. (2 pts)

* *L’OPI est le plus probable car apparition dans la zone 0-10m, proche de la surface, et pas de blocage de la respiration au cours de la remontée. (0,25pt)*
* *Facteurs favorisants :*
* *Age du plongeur > 45 ans*
* *Augmentation du travail respiratoire : augmentation de la densité des gaz avec la profondeur, augmentation de l’espace mort avec le détendeur, bloodshift, augmentation de la pression thoracique par la combinaison (0,5 pt)*
* *Hypertension artérielle, anomalie cardiaque, tabagisme (0,5 pt)*
  + *Froid, stress, effort (0,5 pt)*
  + *Condition physique insuffisante (0,25pt)*

1. Décrivez le mécanisme physiopathologique de cet accident. (3 pts)

*L’œdème pulmonaire d’immersion est consécutif aux contraintes liées à l’immersion telles que le froid, le blood shift (concentration du volume sanguin au niveau du tronc et de l’abdomen à l’origine d’une augmentation des pressions sanguines dans les capillaires pulmonaires, les forces mécaniques exercées à la surface des alvéoles, la toxicité de l’oxygène ou à l’inverse le manque d’oxygène, le stress, l’effort… (1 pt)*

*L’augmentation des pressions au niveau des capillaires pulmonaires est à l’origine d’une fuite du contenu des capillaires pulmonaires, (d’abord plasma puis GR) autour de ces capillaires (espace interstitiel), puis dans les alvéoles.(2 pts)*

**QUESTION N°2 : les oreilles et la plongée (7 pts)**

Les atteintes de l’oreille peuvent être nombreuses en plongée. Citez les différents incidents ou accidents que vous connaissez, expliquez leurs mécanismes de survenue, décrivez les symptômes qui y sont associés et leurs préventions.

1. *Les incidents ou accidents de l’oreille externe****(1 pt)*** *:*

***Otite externe****: infection et/ou eczéma du conduit auditif externe due à la pénétration d’eau.*

* ***Symptômes****: prurit (grattage), douleurs.*
* ***Prévention****: après la plongée, bien rincer et sécher le conduit auditif externe, ne pas utiliser de coton tige car on risque de provoquer des lésions. On peut appliquer de l’alcool boriqué.*

1. *Les incidents ou accidents de l’oreille moyenne****(3 pts)***

* ***Barotraumatisme du tympan*** *(otite barotraumatique de l’oreille moyenne) dû à une manœuvre d’équilibrage mal exécutée. Les symptômes vont varier considérablement en fonction du degré de sévérité des lésions du tympan. Dans le cas le plus fréquent et bénin, le patient va ressentir une douleur intense s'estompant en quelques jours. Le patient peut souffrir d’acouphènes associés, de bourdonnements ou d'une perte partielle d'audition. Dans les cas sévères, le patient peut ressentir une douleur intense, une perte importante d'audition allant jusqu'à la surdité, des troubles de l'équilibre et des nausées. Un saignement des oreilles peut survenir à la suite du traumatisme pouvant traduire une mini perforation.*
* ***Vertige alternobarique****: survient le plus souvent à la remontée. Stimulation vestibulaire asymétrique liée à une équipression non simultanée dans les caisses tympaniques entraînant un vertige bref et intense (troubles visuels = vertiges). Symptômes**: vertige vrai, isolé, transitoire et régressif, avec une désorientation spatiale totale.*

1. *Les incidents ou accidents de l’oreille interne****(3 pts)*** *:*

* ***Barotraumatisme de l’oreille interne*** *dû au coup de piston par 2 mécanismes différents :*
* ***Indirect****: par association d’un barotraumatisme du tympan sur la chaîne des osselets (absence d’équilibration à la descente) qui se transmet à la fenêtre ovale. Il y a donc 2 traumatismes en un seul (oreille moyenne et interne : barotraumatisme mixte). Symptômes : violente douleur, possibles vertiges, surdité de perception et acouphènes*
* ***Direct****: par un Valsalva forcé qui lors de l’insufflation de d’oreille moyenne va se transmettre sur la fenêtre ronde. Barotraumatisme pur de l’oreille interne. Symptômes : mêmes symptômes mais souvent sans douleur car le tympan n’est en général pas touché.*
* ***ADD de l’oreille interne****. Deux mécanismes possibles : microbulles bulles obstruant l’artère vestibulaire qui est de type terminale, dans le cadre d’un FOP et/ou dégazage dans le liquide labyrinthique*
* ***Symptômes****: nausées, vomissements, vertiges et troubles de l’équilibre par atteinte vestibulaire. Dans un tiers des cas, on retrouve des troubles de l’audition avec acouphènes par atteinte cochléaire associée, mais ce sont les vertiges qui occupent le devant de la scène.*
* ***Prévention****: éviter les situations à risques d’ADD types remontés de type yo-yo. Eviter les facteurs d’hyperpression thoraciques qui ouvriraient un FOP latent (30 % de la population)*

***Prévention des incidents ou accidents de l’oreille moyenne et de l’oreille interne****: ne pas plonger lorsque la sphère ORL est inflammatoire. Ne jamais forcer pendant une manœuvre de Valsalva et utiliser les manoeuvre passives, moins traumatisantes comme BTV, Valsalva sans pince nasale, déglutition, contraction du voile du palais…*

**QUESTION 3 : le froid en plongée (6 pts)**

Dans le cadre de l’organisation de la première sortie sur le littoral méditerranéen début avril, vous présentez à l’équipe d’encadrement de votre club les risques liés au froid en plongée.

1. Quels sont les mécanismes de lutte contre le froid mis en œuvre par l’organisme ? (2 pts)

*Les réponses thermorégulatrices mises en œuvre par l’organisme en plongée ont 2 objectifs :*

* *La diminution de la thermolyse (limitation des pertes de chaleur) par une vasomotricité artérielle et veineuse qui redistribue le volume sanguin en faveur du territoire vasculaire central (thorax et abdomen). Cette vasoconstriction périphérique vient donc majorer les effets vasculaires de l’immersion. (1 pt)*
* *L’augmentation de la thermogenèse (production de chaleur) par l’intensification du métabolisme cellulaire, puis par les frissons (contractions musculaires involontaires et augmentation de la glycolyse anaérobie). (1 pt)*

1. Quels sont les éléments de prévention que vous pouvez mettre en place ? (2pts)

* *Port d’une combinaison humide avec cagoule, semi étanche ou étanche selon la température de l’eau et sa susceptibilité au froid, gants, chaussons. (0,5 pt)*
* *Connaissance de sa susceptibilité au froid, contexte de fatigue générale (0,5 pt)*
* *Tester, prendre la température de l’eau, ne pas s’exposer au soleil et/ou ne pas s’équiper trop longtemps avant toute mise à l’eau, s’asperger le visage, la nuque d’eau froide, etc. (0,5 pt)*
* *Apports énergétiques suffisants (repas adaptés, boissons chaudes) (0,5 pt)*

1. *Pourquoi l’adaptation physiologique de l’enfant est-elle différente de celle de l’adulte ? (2 pts)*

* *L’enfant maintient aussi bien sa température centrale que l’adulte. Sa particularité réside dans le fait qu’il présente un rapport surface corporelle/poids, plus grand et une protection adipeuse plus mince.* ***(1 pt)***
* *Ces particularités sont compensées par des réponses thermorégulatrices plus intenses (thermogenèse plus élevée et réactions vasoconstrictrices plus rapides) mais moins durables dans le temps. Cela explique les limitations en durée d’exposition, pour les plus jeunes, lorsque les températures sont basses.* ***(1 pt)***