

**Anatomie, physiologie et
physiopathologie du plongeur.**
Durée 1h30. Coefficient 4

Question 1 L'entraînement (7 points)

Vous êtes MF2 et responsable d'un atelier de préparation physique en piscine pour des plongeurs préparant le Niveau 4.

Dans votre rôle de formateur, vous informez vos moniteurs sur les points suivants :

- a) l'échauffement : donnez les raisons physiologiques pour lesquelles l'échauffement est absolument indispensable. **(4 points)**

L'échauffement par l'augmentation de la température corporelle (comme son nom l'indique) permet une :

- 1 – amélioration du rendement des métabolismes en jeu: glycolyse, utilisation de l'ATP*
- 2 – augmentation de l'apport d'O₂ aux cellules par la décroissance de l'affinité HbO₂*
- 3 – augmentation de la perfusion locale par dilatation des vaisseaux sanguins*
- 4 – amélioration de la transmission de l'influx nerveux d'où une meilleure coordination.*
- 5 – diminution de la résistance du tissu conjonctif et musculaire*
- 6 – augmentation de la fluidité de la synovie (articulations)*

Par la progressivité de la montée en effort, on obtient :

- 1- une accélération progressive du rythme cardiaque et une adaptation cardio-vasculaire*
- 2- par des efforts « non-fatigants », une mise en place progressive de la filière aérobie sans tirer sur la filière anaérobie lactique.*

L'échauffement permet de plus de prévenir les accidents :

- 1 – effet protecteur par rapport aux muscles (claquages, élongations, déchirures) et aux articulations.*
- 2 – effet protecteur chez les personnes souffrant de problèmes cardiaque*

Sa durée doit être d'au moins 10 à 15 minutes, pour un effort situé dans les quelques minutes qui suivent si l'on souhaite en tirer tous les bénéfices.

- b) la récupération: expliquez par quels mécanismes l'organisme récupère des effets de l'exercice physique. Commentez l'intérêt d'une récupération active. **(3 points)**

Quand l'exercice cesse, la demande en énergie diminue rapidement mais l'organisme continue à consommer de l'O₂ pour fournir l'énergie nécessaire à la thermorégulation et à l'élimination de l'acidose métabolique. Cette consommation actuellement dénommée EPOC ((Excès Post Exercice de Consommation en oxygène) ou "déficit en oxygène", a longtemps été nommée "dette d'oxygène".

Elle participe à :

- 1 – à la reconstitution des stocks d'O₂ (myoglobine, HbO₂)*
- 2 – à la resynthèse de l'ATP, de la phosphocréatine, du glycogène musculaire, du glycogène hépatique.*
- 3 – à l'élimination de l'acide lactique,*
- 4 – au retour aux valeurs de repos du :*
 - système cardio-ventilatoire*
 - de la thermorégulation*
 - des équilibres acido-basiques ou hydro-minéral*

La récupération peut être décomposée en 2 phases :

- 1 - Une phase courte favorisée par un effort de faible intensité (quelques minutes) afin de maintenir la filière aérobie, ce qui va éliminer des lactoses et autres déchets. C'est ce qu'on appellera une récupération active..*
- 2 – Une phase plus lente pouvant durer plusieurs heures afin de reconstituer les stocks hydrique et en glycogènes*

Question 2 L'apnée (7 points)

Lors des entraînements à l'apnée plusieurs de vos élèves préparant le Niveau IV vous font part du bien-être ressenti à 10 mètres. Cette sensation leur donne envie de tenir une apnée bien plus longue.

- a) Expliquez quels sont les effets physiologiques de la pression sur l'organisme de l'apnéiste. A quoi correspond l'impression de « bien être »? **(4 points)**

Aspects ventilatoires :

- diminution du volume d'air intra thoracique*
- **augmentation de la pression partielle alvéolaire d'O₂.***

Aspects cardio vasculaires :

- **redistribution du sang** dans l'organisme :
 - o par augmentation du retour veineux vers la petite circulation*
 - o et afflux sanguin au niveau pulmonaire*
 - o si eau froide l'effet est augmenté par une vasoconstriction périphérique**
- augmentation du volume du cœur et des vaisseaux thoraciques avec :
 - o une augmentation de la pression artérielle*
 - o une augmentation du débit cardiaque malgré une FC en baisse**
- **bradycardie** réflexe à l'immersion, amplifiée par une action cardio-modératrice des nerfs vagues*
- sous-perfusion des tissus compensée par une augmentation de la ppO₂*
- diurèse liée à une action vaguale*

Du fait de la vasoconstriction périphérique, les muscles de l'apnéiste travaillent essentiellement en anaérobiose durant l'immersion.

C'est l'hyperoxie relative qui procure cette sensation de « bien être », d'autant plus que le stimulus CO₂ au niveau des récepteurs périphériques sera bloqué pour des PaO₂ supérieures à environ 200 mm Hg. (ce qui est le cas aux alentours de 15 mètres).

- b) Quelles informations (physiologiques) donneriez-vous à vos moniteurs pour améliorer l'entraînement à l'apnée, par exemple dans le cadre d'une préparation au Niveau IV ?
(3 points)

La réalisation d'un travail de fond en aérobie augmentera les possibilités de stockage et de transport de l'O₂

Un travail en anaérobie permettra d'habituer l'organisme à mieux résister à l'acidose. Par exemple, insister sur la zone de stimulation du seuil anaérobie (séquence de nages où l'on atteint 100% de la fréquence max aérobie) Par exemple, séries de nage rapide suivie immédiatement d'apnées (mettre l'organisme en situation de "souffrance" anaérobie associée à l'acidose) puis de récupération en nage lente (voir question 1).

Jouer sur la programmation des distances, durées des séquence de nage / apnée / récupération actives.

Question 3 Toxicité de l'oxygène (6 points)

Vous êtes responsable technique dans un club dans lequel on pratique aussi bien la plongée à l'air que la plongée aux mélanges suroxygénés .Vous désirez sensibiliser vos moniteurs aux risques d'intoxication à l'oxygène.

- a) Pourquoi est-il indispensable de rappeler cette information à vos moniteurs ? **(1 point)**

Car elle va être déterminante dans le choix de la profondeur maximum d'utilisation du mélange. De plus, vos moniteurs peuvent être amenés à être DP et confrontés au choix du site dans des cas de figure variés.

- b) Comment s'exercent les effets nocifs de l'oxygène ? Quels sont les paramètres qui les déterminent ?
(2 points)

Les effets nocifs de l'oxygène proviennent des propriétés chimiques des ions O⁻ (on les appelle "radicaux libres"). Ces ions sont très réactifs et peuvent altérer nos cellules s'ils deviennent trop nombreux. Les mécanismes de régulation du taux de radicaux libres sont complètement dépassés si l'on respire un air trop riche en oxygène.

En fonction du temps d'exposition à l'oxygène et de sa pression partielle, les radicaux libres provoqueront une altération fonctionnelle des cellules nerveuses (accident neurotoxique ou effet Paul Bert), voire une altération morphologique au niveau des alvéoles pulmonaires si l'exposition est très longue (effet Lorrain Smith).

c) Quelle est l'évolution d'une intoxication à l'oxygène

(2 points)

Signes précurseurs très variables d'un individu à l'autre:

Troubles de la vue, un rétrécissement du champ visuel

Des tintements dans les oreilles et d'autres sons

Des nausées

Des contractions musculaires, plus particulièrement au visage

Un état d'irritabilité, d'agitation, d'euphorie ou d'anxiété

Des vertiges

*La crise d'hyperoxie se déroule en **trois phases** :*

Une phase tonique de contractures généralisées associées à une apnée.

Une phase clonique convulsions

Une phase résolutive, post convulsive avec un retour progressif à la conscience dans la confusion.

Pas de suite grave si le sujet peut être retiré rapidement de la zone de danger.

Si les conditions persistent, le cycle précédant peut se renouveler avec de très grands risques de noyade.

d) Quels en sont les facteurs favorisants ?

(1 point)

Le travail physique, la fatigue, le froid, l'anxiété et l'hypercapnie diminuent la tolérance nerveuse à l'hyperoxie.