

**I. Question (4 points)**

**Au cours d'une plongée à 30 m, vous encadrez 2 N 2 en exploration. Il y a du courant sur le site.**

**1) Quel type d'incident pouvez-vous rencontrer ? (0.5 point)**

Essoufflement

**2) Quelles précautions prendrez-vous pour que cette plongée se déroule sans incident ? (1 point)**

S'assurer de la bonne condition physique des plongeurs

Partir contre le courant

Adapter sa vitesse au moins rapide

Être vigilant quant à l'apparition d'un essoufflement

Être vigilant quant à la consommation d'air des plongeurs

**3) A partir de vos connaissances en physio expliquez le mécanisme de cet accident (1,5 point)**

Une mauvaise ventilation au niveau des poumons empêche une évacuation suffisante du CO<sub>2</sub> produit par l'organisme. En conséquence, le taux de CO<sub>2</sub> augmentant dans le sang, celui-ci induit un rythme respiratoire plus élevé (par le biais des chémorécepteurs) qui détériore encore la ventilation en la rendant superficielle. Cet accident évolue en cercle vicieux.

**4) Comment réagissez-vous ? (1 point)**

Assister la victime et la rassurer, lui faire cesser tout effort, insister sur l'expiration, la remonter (à 30 m, on remonte et on arrête la plongée), éventuellement lui passer sa réserve.

- Sur le bateau, on installe dans un endroit bien ventilé ou on donne de l'oxygène.
- Sur un essoufflement sévère, on proscrit toute plongée successive.

**II. Question (4 points)**

**Au cours d'une plongée, alors que vous vous déplacez face au courant, un des plongeurs débutants de votre palanquée se précipite vers vous en vous faisant le signe « je n'ai plus d'air ». Vous l'entendez respirer rapidement et observez de nombreuses bulles sortir des moustaches de son 2ème étage.**

**1) Que suspectez-vous ? (0.5 point) Un essoufflement.****2) A partir de vos connaissances en physiologie expliquez brièvement le mécanisme qui a conduit à cette situation. Vous définirez au préalable les différents volumes pulmonaires. (1 point)**

Volume résiduel ~1,2l

Volume de réserve expiratoire ~1,5l

Volume courant ~0,5l

Volume réserve inspiratoire ~2l

(1 point pour les volumes pulmonaires ; ½ point si liste incomplète ou chiffres non conformes aux ordres de grandeurs)

**3) Explication du mécanisme (2 points)**

Que le candidat utilise ou non un spiogramme, pour avoir les 2 points, il devra :

Mettre en évidence l'inefficacité de la ventilation (notion de hausse de fréquence et de superficialité),

Lier la superficialité à la passivité de l'acte expiratoire normal,

Lier la hausse de fréquence à la hausse de CO<sub>2</sub> (notions d'hypercapnie, des chémorécepteurs de la crosse aortique...).

(Une démonstration incomplète sera notée 1, une explication fautive 0.)

**4) À quels accidents ce plongeur est-il particulièrement exposé ? (0.5 point)**

Remontée panique poumons pleins : SP

Remontée rapide : ADD

Noyade (panne d'air, givrage, arrachage de détendeur...)

(0,5 point par bonne réponse, 1 point max pour la question)

**III. Question (4 points)****1) La profondeur influe sur le risque d'essoufflement : de quelle façon ? (2 points)**

Avec la profondeur l'effort, donc la ventilation, et donc le risque augmentent en raison de : La plus grande viscosité/densité/masse volumique de l'air,

La compression de la combinaison sur la cage thoracique,

La baisse de température,

La baisse de luminosité (effet sur stress),

La hausse du stress lié à la conscience de la profondeur.

(0,5 pour la relation entre hausse de l'effort et hausse du risque et ½ point par cause de la hausse d'effort, 0 si notion d'augmentation de la PpN2 alvéolaire proportionnelle à la profondeur).

**2) En tenant compte des éléments ci-dessus et des risques induits, comment réagissez-vous face à un plongeur essoufflé dans la zone des 40 mètres ? (2 points)**

Arrêt de la plongée et remontée à vitesse contrôlée, avec paliers majorés (½ point pour l'arrêt/remontée et ½ point pour la vitesse contrôlée, 0 si notion de décollage très rapide ou à l'inverse prise d'appui sur le fond)

Prendre en charge, rassurer, calmer, faire arrêter tout effort, etc. (½ point)

Inciter à expirer (½ point)

**IV. Question (6 points)**

**Guide de palanquée vous évoluez dans la zone des 35 m avec 2 plongeurs niveau 2 vous constatez alors que l'un d'eux émet des chapelets de bulles de plus en plus importants et à une fréquence croissante.**

**1) Que suspectez-vous ? (0.5 point) Un essoufflement****2) Expliquez comment l'essoufflement peut entraîner l'apparition d'autres accidents et précisez les facteurs les favorisant. (3 points)**

Un essoufflement conduit à une ventilation inefficace dans le volume de réserve inspiratoire. Il en résulte une augmentation importante du CO<sub>2</sub> dans l'air alvéolaire et une sensation d'asphyxie.

Cette situation en plongée peut être génératrice de plusieurs accidents.

Panique et surpression pulmonaire (par blocage expiratoire) due à la sensation d'asphyxie Un accident de décompression à la suite d'une remontée trop rapide et de perturbations des échanges gazeux

Narcole favorisée par l'hypercapnie.

Noyade

**3) Comment réagissez-vous ? (0.5 point) Le remonter en lui faisant arrêter tout effort****4) Quels conseils donnez-vous à vos élèves pour éviter ce type d'accident ? (2 points)**

Entraînement à la plongée profonde,

Entraînement à la natation,

Matériel en bon état,

Lestage,

Ventilation adaptée.

## V. Question (6 points)

**Vous vous apprêtez à plonger avec une palanquée de plongeurs niveau 1. Le site choisi par le directeur de plongée nécessite des déplacements à la palme. Il vous prévient qu'il pourrait y avoir un peu de courant en fin de plongée.**

**1) Quels conseils donnez-vous à vos plongeurs pour qu'ils évitent de s'essouffler ? (0,5 point par réponse maxi 2 points)**

Avant de plonger, vérifier son lestage

Respiration ample en toutes circonstances : ne pas forcer (signaler tout effort trop important)

Rester équilibré si utilisation d'un gilet stabilisateur

Si début d'essoufflement, arrêter tout effort, prévenir le guide de palanquée, forcer sur l'expiration

...

**2) Quelles précautions prendrez-vous par rapport à ce risque au cours de votre conduite de palanquée ? (2 points)**

Partir à contre-courant

Adapter la vitesse de palmage au plus lent

Surveiller le débit ventilatoire des plongeurs (bulles)

Progresser à l'abri du courant dès que possible

Surveiller l'équilibrage des plongeurs

Orientation « sans risques », permettant de retrouver le mouillage

...

**3) Justifiez les conseils donnés (1 point)**

Lestage adapté : trop lesté : maintien de la profondeur difficile, nécessitant des efforts de palmage,

Position inadaptée aux déplacements horizontaux,

Ventilation poumons pleins (poumon ballast)

Arrêter tout effort : chaque effort nécessite un apport supplémentaire d'O<sub>2</sub> donc une ventilation plus importante

**4) Au cours de la plongée, et malgré tous vos efforts de prévention, vous observez un de vos élèves en difficulté (signe d'essoufflement, bulles trop nombreuses...), quelle conduite adoptez-vous ? (1 point)**

Rappel des autres plongeurs

Prise en charge de l'essoufflé

Remontée assistée

Fin de plongée

Bilan sur le bateau

Prise en charge si nécessaire

---

**VI. Question (6 points)**

**Vous encadrez une palanquée de plongeurs N2 à 40 m. Vous repérez qu'un de ces plongeurs est en difficulté : il laisse échapper un chapelet de bulles de plus en plus important, s'agite beaucoup et palme de façon inefficace.**

**1) Que suspectez-vous ? (0.5 point)**

Un essoufflement.

**2) La profondeur est un facteur favorisant de cet accident. Expliquez pourquoi ? (2 points)**

L'augmentation de la pression absolue entraîne une augmentation de la masse volumique des gaz respirés, ayant pour conséquence une baisse significative de leur débit.

S'ajoute à cela la résistance du détendeur. Il en résulte un travail ventilatoire accru, nécessitant la mobilisation des muscles intercostaux et rendant l'expiration active

La redistribution du volume sanguin vers le thorax, liée à l'immersion et au froid ont également pour conséquence une augmentation de ce travail ventilatoire. Les conséquences d'un matériel peu performant ou défectueux (détendeur, combinaison mal ajustée) sont plus importantes à grande profondeur.

**3) Comment réagissez-vous ? (1.5 points)**

Arrêt de la plongée.

Assistance de la victime: la remonter, lui faire cesser tout effort, la rassurer et l'inciter à insister sur l'expiration. Contrôler son état pendant la remontée.

Au retour en surface, en fonction de son état et/ou des conditions de la remontée, une prise en charge peut être décidée, avec oxygénothérapie. Dans ce cas, lancer la procédure d'urgence et la suivre jusqu'à la prise en charge par les secours

**4) De façon générale, dans votre rôle de guide de palanquée, quelles préventions mettez-vous en place pour éviter ce genre de risque ? (2 points)**

Avant la plongée :

S'assurer de conditions favorables sur le site choisi (météo, état de la mer, courant, visibilité).

Vérifier les compétences réelles des plongeurs (carnets de plongée, questionnement) et leur motivation (ont-ils envie de descendre ?).

Observer les plongeurs et leur matériel (combinaison, détendeur, lestage) pendant la traversée. Les inciter à se couvrir.

Rappeler l'importance de prévenir si on a froid.

Rappeler aux plongeurs de se protéger du froid pendant la traversée.

Etre précis sur les consignes de sécurité avant de plonger.

Pendant la plongée

Mise à l'eau tous ensemble (attention à l'essoufflement en surface).

Prévoir une descente le long d'un bout (mouillage ou bouée) ou d'un tombant.

Vitesse de descente, puis d'évolution au fond, adaptée aux plongeurs.

Contrôle régulier des consommations (dès l'arrivée au fond).

Contrôle du palmage et de l'équilibrage des plongeurs.

---

**VII. Question (6 points)**

Deux plongeurs autonomes de votre club décident de plonger ensemble. La plongée est sur un fond de 20 mètres et la durée est de 45 minutes. En sortant un des plongeurs se plaint d'un mal de tête.

**1) Que suspectez-vous ? (0.5 point)**

Essoufflement et/ou hypercapnie

**2) Et quelles peuvent être les causes de ce symptôme ? (1 point)**

Effort non maîtrisé

Mauvaise ventilation

Froid

Problème matériel (résistance détendeur, combinaison pas ajustée, bouteille mal ouverte...)

Air vicié

**3) A partir de vos connaissances en physiologie expliquez les symptômes observés (2 points)**

L'effort nécessite un apport accru d'oxygène à l'organisme qui en contrepartie rejette une plus grande quantité de CO<sub>2</sub>. Tant que la production de CO<sub>2</sub> reste dans des limites raisonnables, l'expiration peut continuer à se faire normalement, et la ventilation, plus ample et plus rapide qu'au repos, s'adapte automatiquement et efficacement à l'effort.

Dans le cas d'un effort intense ou mal maîtrisé, la production de CO<sub>2</sub> est importante. Il se produit alors une dérégulation de la respiration qui ne fait qu'aggraver le processus. En effet, lorsque le CO<sub>2</sub> atteint un certain taux dans l'organisme (acidose), le réflexe inspiratoire est stimulé (bulbe rachidien).

Les inspirations deviennent très rapides et superficielles, et les expirations très courtes donc inefficaces.

**4) En tant que Guide de Palanquée, quels conseils donneriez-vous à vos N1 avant la plongée et quelles mesures préventives mettriez-vous en place ? (2.5 points)**

Conseils au N1 :

Pas de sur lestage

Adopter une respiration ample et régulière et favoriser l'expiration

Rappel du signe « je suis essoufflé »

Position dans la palanquée

Utiliser les roches pour se déplacer, limiter le palmage en pleine eau.

Avoir une bonne combinaison, convenablement ajustée

Si mal être prévenir rapidement le moniteur

Etre en bonne forme pour aborder les plongées

Avant la plongée :

Vérifier le lestage des membres de la palanquée ainsi que le fonctionnement des détendeurs et l'ouverture correcte de la robinetterie.

Eviter les efforts en surface: laisser les membres de la palanquée reprendre leur souffle avant de s'immerger. En cas de courant, demander l'installation d'une ligne de vie pour rejoindre le mouillage.

Etre vigilant sur houle de surface à la position des élèves (pas accroché au mouillage, détendeur en bouche)

Annuler la plongée si trop de courant

Pendant la plongée :

Suivre régulièrement la consommation des équipiers.

Adapter son rythme de palmage aux élèves, adaptée le déroulé de la plongée au niveau des élèves

Etre attentif aux bulles produites par les plongeurs, à l'aiguille du manomètre.

Réagir aux premiers symptômes

**VIII. Question (6 points)****1) La respiration du plongeur est fortement modifiée par l'immersion et l'utilisation du détendeur. Pouvez-vous expliquer de quelle façon ? (3 points)**

Déplacement du volume courant vers le volume de réserve inspiratoire due à une expiration rendue plus difficile par l'utilisation du détendeur et le fait de ventiler de l'air plus dense en hyperbarie, et à un réflexe inspiratoire (stress de l'immersion).

Augmentation des volumes morts diminuant la quantité d'air frais pénétrant dans les poumons sans adaptation de la ventilation.

Fatigue des muscles inspiratoires due à une redistribution des volumes sanguins dans l'espace endo-thoracique, à la compression mécanique due à la combinaison, et à l'augmentation de la viscosité de l'air.

**2) Qu'en déduisez-vous pour le plongeur, comment doit-il modifier sa ventilation pour s'adapter à ce nouveau milieu ? (2 points)**

Bien que l'adaptation ventilatoire à l'hyperbarie soit d'abord un mécanisme réflexe, le plongeur peut y contribuer en contrôlant sa ventilation qui doit être lente et ample (pour compenser l'augmentation des volumes morts et l'augmentation de l'effort inspiratoire).

Chercher à privilégier l'expiration, qui doit être forcée (pour compenser le déplacement du volume courant vers le volume de réserve inspiratoire et éliminer l'excès de CO<sub>2</sub> produit).

**3) Donner quelques situations de plongée où ces modifications sont vraiment nécessaires. (1 point)**

Plongées profondes

Plongées à contre-courant

Plongées avec effort

Eau froide