

# Anatomie, Physiologie et Physiopathologie du Plongeur

## Exercices<sup>1</sup> – Éléments de correction

*Ces questions sont appelées à évoluer et peuvent servir de base de révision ou d'aide à la confection de sujets. Les barèmes, si proposés, et la répartition des points sont à titre informatif*

### Table des matières

THEME OBLIGATOIRE / Système cardio-vasculaire et plongée .....	2
THEME OBLIGATOIRE / Système ventilatoire et plongée.....	9
THEME OBLIGATOIRE / Oreille en plongée.....	19
THEME OBLIGATOIRE / Autres accidents .....	25
THEME FACULTATIF / Œdème Pulmonaire d'Immersion (OPI) .....	32
THEME FACULTATIF / Le froid essentiellement en tant que facteur favorisant d'accidents et ou de phénomènes propres à la plongée scaphandre .....	36
THEME FACULTATIF / Apnée et noyade .....	40

---

<sup>1</sup> Il est à noter que certains exercices proposés vont au-delà de l'épreuve d'examen « Anatomie, Physiologie, Physiopathologie de plongeur » à proprement parler ; son contenu est défini dans un cahier des charges - <https://fessm-ctr-aura.fr/wp-content/uploads/2022/03/CdC-GP-Anatomie-Physio-propre-Mars-2022.pdf> - revu régulièrement en fonction de l'évolution du Manuel du Formateur Technique (MFT)

## THEME OBLIGATOIRE / Système cardio-vasculaire et plongée

### Exercice 1 : (3 points)

Qu'est-ce qu'un FOP et que peut-il engendrer ? Expliquez succinctement le mécanisme.

Foramen ovale perméable : perméabilité de la membrane du foramen entre les oreillettes droite et gauche. Risque d'ADD si pression oreillette droite supérieure à la pression oreillette gauche, (Vasalve – effort à glotte fermée), passage de bulles circulantes dans la grande circulation.

(1 point)

Que risque-t-on à faire de l'apnée après la plongée ? Expliquez succinctement.

Arrêt du système ventilatoire et augmentation des pressions vasculaires en amont avec risque d'ouverture d'un shunt droit gauche et passage de bulles circulantes dans la circulation artérielle. Le FOP peut alors s'ouvrir et les bulles silencieuses circulantes peuvent passer, s'agglomérer, grossir et provoquer un ADD.

(1 point)

Pourquoi ne faut-il pas faire d'effort après la plongée ? Expliquez succinctement.

Accélération du rythme cardiaque, du débit et du métabolisme perturbant la désaturation périphérique pouvant entraîner l'agglomération des bulles silencieuses, entraînant un risque majoré d'ADD.

Risque de bloquer la ventilation en forçant violemment, risque de shunt cardiaque (FOP) et risque d'ADD (voir ci-dessus).

(1 point)

### Exercice 2 : (4 points)

1) Définissez le terme diurèse ? (1 point)

Fabrication de l'urine

2) Quelle est sa conséquence directe ? (0.5 point)

Envie d'uriner.

3) En plongée, quelles adaptations physiologiques conduisent à majorer la diurèse ? (1,5 points)

L'immersion dans une eau à température proche de celle du corps humain expose ce dernier à un gradient de pression qui déplace le sang des vaisseaux des jambes vers ceux de la cage thoracique ce volume de sang supplémentaire au niveau du cœur entraîne une augmentation de la pression dans l'oreillette droite, une augmentation du débit cardiaque et une légère augmentation de la pression artérielle.

Les barorécepteurs captent ces modifications et l'organisme réagit en augmentant la production d'urine (envie d'uriner) et en diminuant la fréquence cardiaque.

Par ailleurs, en immersion, la poussée d'Archimède s'oppose à la force de gravité, cela entraîne une redistribution des masses sanguines depuis les membres inférieurs vers le thorax et l'abdomen, c'est ce que l'on appelle la diurèse d'immersion.

Cela entraîne une augmentation du volume central.

Les capteurs de la volémie, indiquant au cerveau la quantité de volume de liquide dans le corps, se trouvent au niveau des oreillettes du cœur et détectent une quantité anormale (à tort car la quantité globale n'a pas changé) de liquide (sang) dans l'organisme.

Le mécanisme de diurèse se met en route et l'envie d'uriner se fait sentir pour éliminer le trop plein de liquide.

Le froid en augmentant la vasoconstriction accentue ce phénomène et crée également un phénomène de diurèse

4) Quel risque cela peut-il engendrer après la plongée ? (0,5 point)

Une déshydratation ce qui rend le sang plus visqueux et diminue donc les échanges. C'est un facteur favorisant de l'ADD.

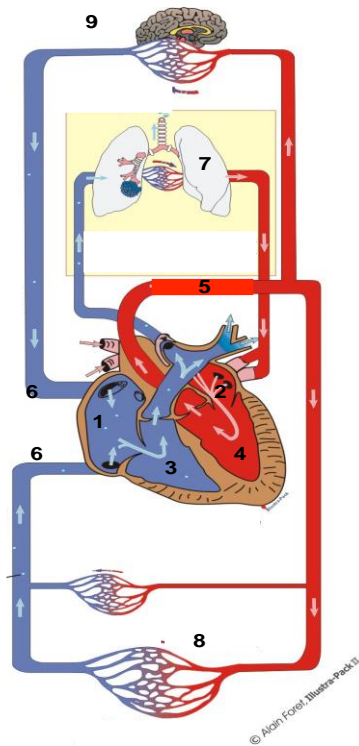
1.5) En tant que guide de palanquée, que faites-vous ou conseillez-vous pour prévenir ce risque ? (0,5 point)

Boire de l'eau plate pour se réhydrater après la plongée,

L'hydratation avant plongée est conseillée également (plutôt ne jamais plonger déshydraté, l'hyperhydratation est inutile)

### Exercice 3 : (4 points)

Annotez le schéma suivant (Alain Foret) (2 points)



1	Oreillette Droite	(0,25)
2	Oreillette Gauche	(0,25)
3	Ventricule Droit	(0,25)
4	Ventricule Gauche	(0,25)
5	Aorte	(0,25)
6	Veines caves	(0,25)
7	Poumons	(0,25)
8	Capillaires Périphériques	(0,25)
9	Cerveau	

Utilisez le schéma ci-dessus pour expliquer le rôle de la petite et de la grande circulation. (3 points)

**Rôle de la petite circulation (1,5 points) :**

- Transport du sang pauvre en oxygène et riche en gaz carbonique depuis le cœur droit vers les poumons (via l'artère pulmonaire), afin de filtrer le sang. 0,5 point
- Puis retour du sang riche en oxygène et pauvre en gaz carbonique vers le cœur gauche (via les veines pulmonaires). 0,5 point
- Pour le plongeur en phase de désaturation Azote se comporte comme CO2 0,5 point

#### Rôle de la grande circulation (1.5 point) :

- Transport du sang riche en oxygène et pauvre en CO2 du cœur gauche par l'aorte vers l'organisme afin de l'alimenter en O2 et en éléments nutritifs. 0,5 point
- Retour du sang riche en CO2 et pauvre en O2 de l'organisme vers le cœur droit par les veines caves. 0,5 point
- Pour le plongeur en phase de saturation Azote se comporte comme O2 0,5 point

#### Exercice 4 : (4 points)

La déshydratation représente un risque face auquel le plongeur doit rester vigilant.

1) Quels sont les mécanismes physiologiques qui rendent le plongeur particulièrement sujet à la déshydratation ?

- Diurèse d'immersion
- Diurèse thermique (froid)
- Ventilation d'un air sec
- Sudation amplifiée par la combinaison 2 points (4 \* 0.5pt)

2) Quel accident en particulier la déshydratation peut-elle favoriser ? Pourquoi ?

1 L'accident de décompression 1 point

2 Par un effet d'augmentation de la viscosité du sang et donc une perturbation des échanges gazeux qui ralentit l'évacuation de l'azote dissous, ainsi que l'apparition d'embolies éventuelles 1 point

3) De quel moyen thérapeutique le plongeur secouriste dispose-t-il pour contrecarrer cet effet, le cas échéant ? Dans quelles conditions ?

Oxygénothérapie 15l/mn

4) Quels types de boissons conseillez-vous (ou déconseillez-vous) à vos plongeurs ? A quel(s) moment(s) ?

Eviter les boissons diurétiques (café, thé), et alcoolisées 0.5 point

Boire régulièrement (avant et après la plongée), par petites prises, avant la sensation de soif, l'eau restant la meilleure solution 0.5 point

#### Exercice 5 : (5 points)

##### LE FORAMEN OVALE PERMEABLE (FOP)

1. De quoi s'agit-il ? Où est-il situé ? (1 point)

C'est un orifice situé entre les deux oreillettes, ouvert pendant la vie fœtale et qui se referme à la naissance. Fermeture par une membrane plaquée par les différences de pression entre les oreillettes et qui se cicatrise puis se ferme

avec le temps formant une cloison normalement imperméable entre la circulation droite et gauche.

Environ 30% de la population présente un FOP soit par une fermeture incomplète à la naissance soit par perméabilisation dans le temps.

2. Que peut-il entraîner en plongée ? Par quel mécanisme ? (2 points)

Il peut entraîner un ADD par passage de bulles circulantes de la circulation veineuse dans la circulation artérielle. 1 point

Le FOP peut s'ouvrir lors d'une hyperpression thoracique entraînant une hyperpression oreillette droite / oreillette gauche lié à effort (blocage ventilation), gonflage gilet à la bouche, toux, Valsalva à la remontée, effort avec blocage respiratoire, apnée 1 point)

3. En tant que GP, quels conseils pouvez-vous suivre pour vous-même et donner à vos plongeurs pour éviter son ouverture ? (2 points)

Pas de Valsalva à la remontée

Pas d'effort en fin de plongée en bloquant la ventilation pour monter sur le bateau

Pas d'effort après la plongée en portant les blocs

Ne pas gonfler le gilet à la bouche

Pas d'apnée

0,5 point par conseil pertinent

### **Exercice 6 : (5 points)**

La plongée sollicite le système cardio vasculaire.

1) Placez les termes suivants au bon endroit sur le schéma : (1 point)

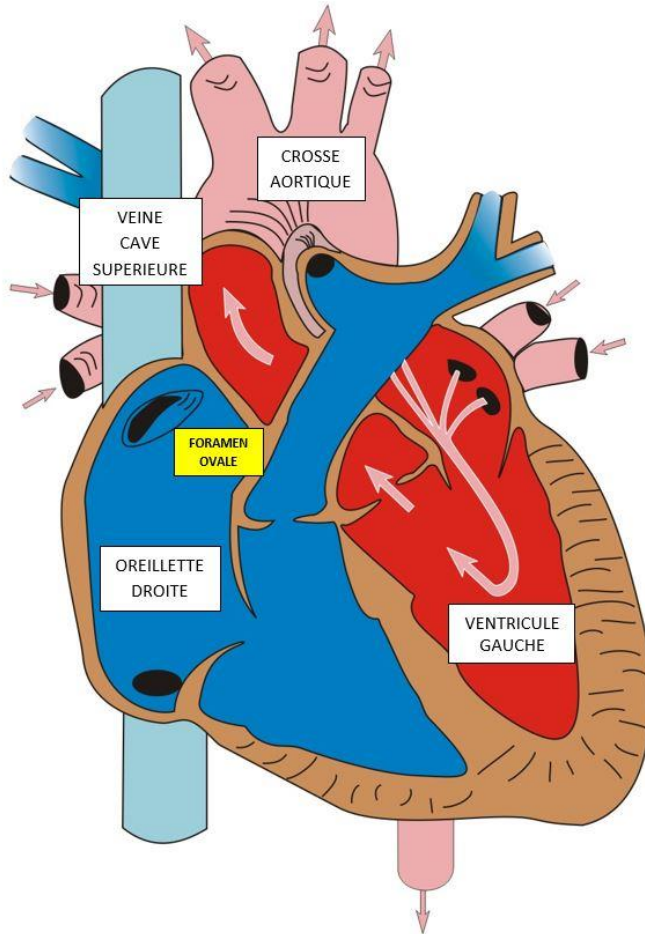
Veine cave supérieure

Ventricule gauche

Crosse aortique

Oreillette droite

0.25 point/réponse juste



2) Existe-t-il un shunt cardiaque ? Si oui, nommez-le et placez-le sur le schéma précédent : (1 point)

**Foramen ovale + cadre jaune sur schéma**

**0.5 point + 0.5 point**

3) Complétez le texte à trous sur les grands axes du mécanisme du Blood Shift qui entraîne la diurèse d'immersion : (1.5 points)

*Lors de l'immersion, la pression de l'eau sur notre corps modifie l'emplacement des masses sanguines qui vont se déplacer vers le **thorax**, dans les parties creuses, particulièrement les poumons et le **cœur**. Ce phénomène va initier une augmentation des pressions veineuses et **artérielles**. L'organisme détecte et réagit à cela de deux manières :*

*Les **barorécepteurs** détectent l'augmentation de pression et le Système Nerveux Central réagit en provoquant une **bradycardie**.*

*Les **volorécepteurs** de l'oreillette droite détectent l'augmentation du volume de sang. Le Système Nerveux Central réagit en éliminant une partie de l'**eau** du sang par les urines.*

**0.25 point/réponse**

4) Quelles sont les causes possibles de la déshydratation en rapport et sans rapport avec l'immersion ? (1.5 point)

**La diurèse d'immersion**

**La diurèse du froid**

Ne pas boire avant et après la plongée

Boire de l'alcool ou des boissons diurétiques (bière, thé, café, etc...)

Respirer de l'air très sec (filtration compresseur) avec un détendeur (sans passer par les fosses nasales)

La transpiration :

- s'équiper trop tôt (combinaison) l'été

- s'exposer au soleil trop longtemps (même non équipé)

0.25 point/réponse

### Exercice 7 : (5 points)

À chaque plongée que Pauline effectue en lac elle est obligée de limiter sa durée, du fait d'une forte envie d'uriner. Pouvez-vous expliquer les mécanismes à l'origine de ce phénomène en plongée ? (2 points)

Diurèse d'immersion due à l'augmentation de la pression 0.25 point

Diurèse due au froid 0.25 point

Dans les 2 cas, vasoconstriction périphérique, redistribution du volume sanguin vers le cœur et les poumons. Mise en place des systèmes de régulation du volume sanguin (volorécepteurs intra cardiaque) et barorécepteurs carotidiens afin de limiter la surcharge cardiaque et d'éliminer le "trop plein". Augmentation du débit cardiaque, augmentation de la diurèse, élimination d'eau, envie d'uriner. 1.5 points

Quelles conséquences peuvent avoir cette augmentation de la diurèse ? (0,5 point)

Déshydratation, augmentation du risque d'ADD.

Que conseillez-vous à Pauline ? (2,5 points)

Bien se protéger du froid avant et après la plongée (coupe-vent, vêtement chaud, bonnets.) 0.5 point

Bien se protéger du froid durant la plongée (combinaison adaptée, privilégier combinaison étanche, gants chaussons, cagoule, etc.), 0.5 point

S'hydrater avant et après la plongée 0.5 point

Eviter thé et café qui favorisent la diurèse... 0.5 point

Limiter durée plongée (si froid courbe de sécurité) 0.5 point

### Exercice 8 : (5 points)

La plongée sollicite le système cardio vasculaire, que les plongeurs aient de l'expérience ou pas. Un phénomène très connu est la diurèse d'immersion.

1) Expliquez l'influence de la pression sur la répartition du volume sanguin dans le corps

Lors de l'immersion, la pression de l'eau sur notre corps modifie l'emplacement des masses sanguines qui vont se déplacer vers le thorax, ~~dans les parties creuses,~~ particulièrement les poumons et le cœur. Ce phénomène va initier une augmentation des pressions veineuse et artérielle. 1 point

2) Comment l'organisme réagit il à cette répartition différente ?

L'organisme réagit à cela de deux manières :

Les barorécepteurs détectent l'augmentation de pression et le Système Nerveux Central réagit en provoquant une bradycardie (diminution du rythme cardiaque) afin de diminuer la pression artérielle 0.5 point

- Les volorécepteurs de l'oreillette droite détectent l'augmentation du volume de sang. Le Système Nerveux Central réagit en éliminant une partie de l'eau du sang par les urines et ainsi baisser le volume du sang.

0.5 point

3) Quelles sont les conséquences sur l'organisme de ces réactions ?

Mais elle aura aussi pour conséquences :

- De rendre le sang plus visqueux
- De diminuer la capacité des échanges gazeux
- De déshydrater l'organisme
- De donner l'envie d'uriner

1 point

4) Ce phénomène est un facteur favorisant de quels accidents ?

- ADD
- Essoufflement

0.5 point/réponse max 1 point

5) Quels conseils un GP pourra donner aux plongeurs qu'il encadre pour prévenir les conséquences de la diurèse d'immersion ainsi que d'autres facteurs ayant les mêmes conséquences, notamment l'été ?

- De s'hydrater avant et après la plongée
- De boire de petites gorgées en plusieurs fois plutôt que beaucoup en un seul coup
- De ne pas boire d'alcool ou de boisson diurétique (bière, thé, café, etc...)
- De se protéger du soleil
- De se protéger de la chaleur en ne mettant pas sa combinaison trop en avance
- D'avoir une combinaison adaptée à la saison

0.25 point/réponse max 1 point

### Exercice 9 : (5 points)

La plongée sollicite le système cardio vasculaire, que les plongeurs aient de l'expérience ou pas. Un phénomène très connu est la diurèse d'immersion.

1) Complétez le texte à trous sur les grands axes du mécanisme de la diurèse d'immersion :

*Lors de l'immersion, la pression de l'eau sur notre corps modifie l'emplacement des masses sanguines qui vont se déplacer vers le **thorax**, ~~dans les parties creuses~~, particulièrement les poumons et le **cœur**. Ce phénomène va initier une augmentation des pressions veineuse et **artérielle**. L'organisme détecte et réagit à cela de deux manières :*

- *Les barorécepteurs détectent l'augmentation de pression et le Système Nerveux Central réagit en provoquant une **bradycardie**.*
- *Les **volorécepteurs** de l'oreillette droite détectent l'augmentation du volume de sang. Le Système Nerveux Central réagit en éliminant une partie de **l'eau** du sang par les urines.*



Cette modification aura pour résultat :

- De baisser le volume du **sang**
- De diminuer la pression **artérielle**

Mais elle aura aussi pour conséquences :

- De rendre le sang plus **visqueux**
- De diminuer la capacité des **échanges gazeux**
- De **déshydrater** l'organisme
- De donner l'envie **d'uriner**

0.25 point/réponse max 2 points

2) De quel(s) accident(s) et incident(s) ce phénomène est un facteur favorisant ?

- **ADD**
- **Essoufflement**

0.5 point/réponse max 1 point

3) Quels conseils un GP pourra donner aux plongeurs qu'il encadre pour prévenir les conséquences de la diurèse d'immersion ainsi que d'autres facteurs ayant les mêmes conséquences, notamment l'été ?

- **De s'hydrater avant et après la plongée**
- **De boire de petites gorgées en plusieurs fois plutôt que beaucoup en un seul coup**
- **De ne pas boire d'alcool ou de boisson diurétique (bière, thé, café, etc...)**
- **De se protéger du soleil**
- **De se protéger de la chaleur en ne mettant pas sa combinaison trop en avance**
- **D'avoir une combinaison adaptée à la saison**

0.5 point/réponse max 2 points

## THEME OBLIGATOIRE / Système ventilatoire et plongée

### Exercice 10 : (3 points) – La ventilation en plongée

A) En quoi la ventilation est-elle modifiée en plongée ? (2 points)

- **Augmentation de la masse volumique de l'air rendant l'écoulement moins fluide dans les voies aériennes, augmentation du travail inspiratoire et expiratoire diminution du débit expiratoire,**
- **La respiration sur détendeur est plus difficile, l'expiration devient active augmentation du travail expiratoire**
- **L'espace mort est augmenté par le détendeur,**
- **La pression augmente sur la cage thoracique du fait de la pression ambiante et de la combinaison entraînant une augmentation du travail inspiratoire**
- **L'air ne passe plus par les narines : il est moins réchauffé, humidifié et filtré,**

- L'apport sanguin au poumon le rend moins élastique : augmentation du travail ventilatoire

B) Quelles en sont les conséquences ? (1 point)

- Augmentation du travail ventilatoire et risque de fatigabilité musculaire si ceux-ci ne sont pas entraînés
- Augmentation de l'amplitude inspiratoire mais difficulté spontanée à ramener l'expiration au niveau de celle du volume courant en surface
- Augmentation de l'espace mort
- L'ensemble diminuant l'élimination du CO<sub>2</sub> et favorise le mécanisme de l'essoufflement par son élévation
- Baisse de la fréquence ventilatoire et augmentation de son amplitude,
- Le volume Courant se déplace vers le VRI,
- Baisse du débit expiratoire, l'expiration devient active,
- Le travail ventilatoire augmente,
- Il y a une production accrue de CO<sub>2</sub>

### **Exercice 11 : (4 points) - L'essoufflement en plongée**

Que faites-vous en tant que GPN4 pour limiter les risques d'essoufflement (avant, pendant et après la plongée) et vous assurer que tout se passe bien pour les plongeurs que vous encadrez ?

#### **Avant :**

- Vérification du matériel : la combinaison et la cagoule doivent être adaptées aux conditions de la plongée et au plongeur,
  - Vérification de l'ouverture de la bouteille et de la quantité d'air,
  - S'assurer que le détendeur fonctionne correctement,
  - Questionnement sur l'expérience en plongée et l'activité physique pratiquée habituellement.
  - Rappel du signe essoufflement,
  - Bien faire expirer avant de s'immerger et vérifier absence d'essoufflement déjà en surface
  - Vérifier le lestage trop peu ou trop favorise un essoufflement
  - Préparation, mise à l'eau et immersion sans précipitation et sans stress
- 2 points.

#### **Pendant :**

- Palmage adapté à l'encadré,
  - Vigilance sur le courant éventuel et adaptation du trajet si besoin (éviter le courant ou chercher à se protéger en se rapprochant d'une paroi par exemple)
  - Surveillance des bulles et de la consommation
- 1 point

#### **A la fin de la plongée :**

Remontée proche du bateau pour éviter un effort trop important en fin de plongée, sinon attendre que le bateau puisse venir nous chercher (selon consignes pilote) ou partir vers le bateau groupé en palmage dorsal sans forcer.

1 point

### Exercice 12 : (5 points)

En tant que 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 ventilatoire croissante.

1. Que suspectez-vous ? (0.5 point)

Un essoufflement

2. Expliquez pourquoi sa fréquence ventilatoire augmente ? (1.5 points)

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

L'élévation du taux de CO<sub>2</sub> augmente le volume courant et la fréquence respiratoire. La ventilation devient inefficace du fait de l'espace mort. Le travail respiratoire de la profondeur est par ailleurs augmenté par la profondeur (densité de l'air) ce qui produit encore plus de CO<sub>2</sub>. (cercle vicieux)

3. Cette situation peut-elle engendrer d'autres accidents ? Donnez des exemples. (1.5 points)

Cette situation en plongée peut être génératrice de plusieurs accidents.

Panique=>remontée=>surpression pulmonaire (par blocage expiratoire) due à la sensation d'asphyxie

Un accident de décompression à la suite d'une remontée trop rapide et à la perturbation des échanges gazeux

Narcose favorisée par l'hypercapnie.

Noyade

4. Comment réagissez-vous ? (0.5 point)

Le remonter en l'assistant pour lui éviter tout effort.

Indiquer au deuxième niveau 2 de remonter également en restant dans mon champ visuel

NB : 0 si ne tient pas compte du reste de la palanquée

5. De manière générale, quels conseils donnez-vous pour éviter ce type d'accident ? (1 point)

- Accoutumance progressive à la profondeur
- Pratiquer régulièrement une activité sportive, entraînement à la natation par exemple
- Avoir du matériel en bon état, (mettre son détendeur sur le réglage plus souple si possible)
- Lestage adapté,
- Contrôle de sa stabilisation en plongée,
- Adapter sa ventilation (amplitude expiratoire plus grande, fréquence plus lente)

### Exercice 13 : (5 points)

Lors d'une plongée en Méditerranée à 30 m, avec du courant, un de vos plongeurs jeune PE40 vous signale au bout de 5 mn qu'il est à 80 bars. En l'observant vous remarquez qu'il émet beaucoup de bulles et se déplace en « hippocampe ».

1) A quoi pensez-vous ? (0,5 point)

Essoufflement du au courant et/ou à une mauvaise gestion de l'effort (sur-lestage).

2) Quelles causes sont à l'origine de cet accident ? (1,5 points)

Elimination insuffisante du CO2 produit par l'organisme 0.25 point

Augmentation de la viscosité de l'air 0.25 point

Effort expiratoire dû à la résistance du détendeur. 0.25 point

Éventuellement mauvaise condition physique, palmage inadapté, mauvais équilibrage, effort à l'équipement, surpoids, matériel non adapté (détendeur dur, combinaison trop serrée) 0.25 point / réponse, max 0.75 point

3) En tant que guide de palanquée quelle attitude devez-vous avoir pour éviter cet incident ? (3 points)

**Avant :**

Questionner le plongeur sur : condition physique, forme, matériel.

Aide à l'équipement si besoin, adapter mise à l'eau,

Donner des conseils de palmage,

Vérifier le lestage 0.25 point par réponse, max 1 point

**En surface :**

Gonflage gilet point d'appui si besoin 0.25 point

**Pendant :**

Vérifier l'équilibrage du PE40

Descendre le long d'un bout et si possible se déhaler plutôt que palmer,

Adapter sa vitesse de palmage, se protéger derrière le relief, partir à contre-courant et revenir avec.

Limiter la profondeur,

Plongée dérivante si possible ou éviter de plonger dans le courant avec un PE40.

Vérifier plus régulièrement la consommation.

0.25 point / réponse, max 1.75 points

#### **Exercice 14 : (5 points)**

C'est la reprise fin mars, vous devez encadrer 2 N2 expérimentés, sur une plongée à 35 m. En raison de la température de l'eau l'un d'entre eux (M.) a investi dans une nouvelle semi étanche.

Arrivé sur le site, la mise à l'eau est un peu bousculée, en raison des conditions de houle. Néanmoins, l'immersion se fait facilement et vous vous retrouvez rapidement à la profondeur maximale autorisée.

Malgré tout M. a du mal à se stabiliser à l'horizontale malgré vos rappels « à l'ordre ». Finalement vous vous rendez compte qu'il ventile de façon très anormale et s'agite beaucoup trop.

1) Que risque-t-il ? Et quelle attitude devez-vous adopter ?

• Risque : essoufflement et panique 0.5 point

• Comportement : je vais l'assister pour l'aider à remonter dans une zone d'évolution plus proche de la surface tout en adaptant sa flottabilité

1 point

2) Quels sont les éléments qui ont pu favoriser cet incident ?

- Combinaison neuve 0.5 point
- Lestage inadapté 0.5 point
- Mise à l'eau sportive 0.5 point
- Le froid 0.5 point

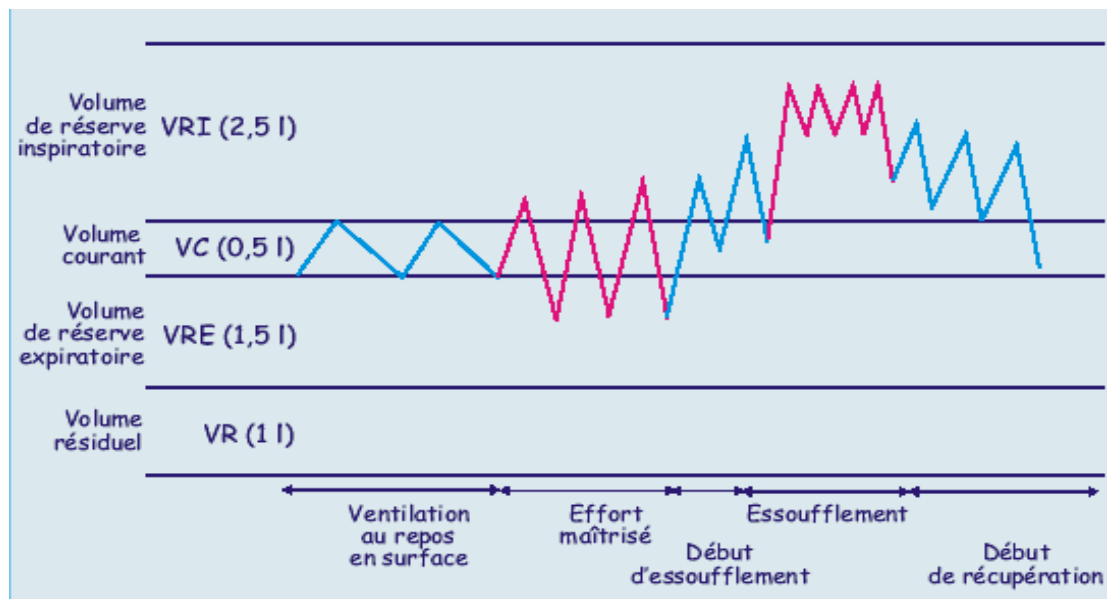
3) En reprenant le déroulé de la plongée depuis le début, quels seraient vos conseils pour que cette mésaventure ne se reproduise plus ?

- Il aurait dû préciser à son encadrant qu'il n'a pas d'expérience avec cette combinaison 0.5 point
- Faire un test de lestage avant immersion 0.5 point
- Décider de faire une plongée peu profonde pour pouvoir tester son nouvel équipement 0.5 point

### Exercice 15 : (5 points)

L'essoufflement en plongée est un incident qui peut dégénérer vers des conséquences graves. Décrivez ce phénomène, précisez quelles peuvent en être, en plongée, ses conséquences et indiquez, en qualité de Guide de Palanquée, ce que vous devez mettre en œuvre pour le prévenir ?

- L'essoufflement est un phénomène physiologique provoqué par une augmentation du taux de CO<sub>2</sub> dans le sang suite à une élimination insuffisante de celui-ci par la ventilation. Ce taux excessif provoque une diminution du pH sanguin ayant pour conséquence une accentuation de la fréquence ventilatoire. La récupération de l'essoufflement se fait par une expiration active, profonde et « volontaire » 1 point



1 point si schéma

- La plongée accentue le phénomène d'essoufflement (viscosité de l'air, pression de la combinaison, efforts supplémentaires de déplacement, ...), pouvant aboutir, en cas de mauvaise expiration volontaire, à un «

emballement du système » vers une respiration superficielle inefficace. Cet emballement est générateur de panique pouvant induire une remontée panique, un accident barotraumatique pulmonaire, voire un ADD en cas de plongée saturante dont la remontée n'est pas maîtrisée. 1 point

- La prévention de l'essoufflement passe par :
  - Dans la vie courante tant pour le GP que pour tout plongeur, une condition physique suffisante permettant de repousser les limites de l'apparition d'un tel phénomène et une bonne perception du début de la phase d'essoufflement,
  - Avant la plongée : avertir les plongeurs de la nécessité de ne pas faire d'efforts excessifs, et d'avertir dès le début toute sensation d'essoufflement
  - Le stress avant la plongée (rassurer les plongeurs) peut être un facteur d'apparition de l'essoufflement,
  - Limiter les efforts en surface

Pendant la plongée : descente sans effort (au bout pour des débutants, plongée dérivante si fort courant, conduite de palanquée au rythme des plongeurs, surveillance de la fréquence de respiration des plongeurs et de la consommation en cas de plongée à contre-courant...) 2 points

### Exercice 16 : (4,5 points)

Vous encadrez 2 plongeurs N2 sur une épave à 38 mètres. Au bout de quelques minutes au fond, l'un des 2 plongeurs présente un essoufflement.

1- Comment réagissez-vous ?

Intervention sans délai / Réagir le plus précocement possible

Prise 'sauvetage' (maintien du détendeur de l'assisté)

Faire cesser tout effort à l'assisté / Stabilisé le plongeur pour éviter toute descente

Fin de plongée / Décollage (en évitant de gonfler le gilet de l'assisté si ce dernier est un gilet classique réglable ou enveloppant) / Remontée à vitesse contrôlée (afin de réduire les efforts ventilatoires)

Demander à l'autre plongeur de rester dans mon champ de vision

Rassurer l'assisté

Demander (signe) / Insister sur l'expiration pour éliminer le gaz carbonique excédentaire tout au long de la remontée

Réaliser les paliers obligatoires

Si possible / si la situation le permet, parachute afin de signaler le problème en surface (suivant les consignes données par le DP en cas de problème)

Eviter tout effort à l'assisté en surface et lors de la remontée sur le support surface

Déséquipement dans l'eau si les conditions le permettent = RIFAP)

Signaler l'incident au DP

Si nécessaire (essoufflement sévère) : Mise sous O2 + déclenchement des secours

Sur un essoufflement sévère, on proscrit toute plongée successive et il peut y avoir suspicion d'un œdème pulmonaire d'immersion (OPI)

0.25 point par réponse attendue, 2 points au total

En rouge les 6 réponses attendues, en bleu les réponses complémentaires.

Si + de 3 réponses complémentaires : +0.5 point dans la limite de 2 points

*Mettre 0 à la question si la remontée / décollage / fin de plongée n'est pas mentionné*

2- En tant que guide de palanquée, quelles précautions prenez-vous pour éviter la survenue d'un essoufflement chez les plongeurs que vous encadrez ?

Entretien du matériel régulier (détendeurs)

Lors du briefing : rappel du signe 'essoufflement' et des éléments de prévention de l'essoufflement (lestage, effort, équipement adapté contre le froid...)

Nécessité d'insister sur l'importance de l'expiration tout au long de la plongée

Vérification du matériel avant de plonger

Test de lestage avant immersion

Pas de descente si essoufflement en surface

Privilégier lorsque cela est possible la descente le long d'un bout

Vérification de la stabilisation au fond

Adaptation de la vitesse/ Eviter les efforts (palmage)

Adaptation du trajet notamment si courant

Observation des plongeurs (fréquence respiratoire élevée : le plongeur dégage beaucoup de bulles, agitation, panique, recherche d'air et perte du détendeur)

Contrôle régulier de la consommation

0,5 point par réponse attendue, 2,5 points au total

En rouge les réponses attendues, en bleu les réponses complémentaires.

Si + de 3 réponses complémentaires : +0.5 point dans la limite de 2.5 points pour cette question

### **Exercice 17 : (6 points)**

Vous assurez la sécurité surface de plusieurs palanquées. Après quelques minutes d'immersion, un plongeur surgit en surface et s'agite, rapidement suivi de son binôme qui raconte que son équipier a fait une remontée en panique.

Vous sortez l'accidenté de l'eau et constatez :

- qu'il tousse en expulsant du sang par la bouche,
- qu'il a un état de conscience fortement altéré,
- qu'il semble souffrir de douleurs thoraciques.

1) Que suspectez-vous ? (0.5 point)

**Une surpression pulmonaire.**

2) A partir de vos connaissances en physiologie, vous commencerez par expliquer cet accident globalement puis toujours à partir de vos connaissances physiologiques vous expliquerez les symptômes décrits ci-dessus. (2 points)

La surpression consiste en une lésion des alvéoles et de la barrière alvéolo-capillaire, du fait de la dilatation de l'air qui n'a pas eu le temps de s'échapper des alvéoles pulmonaires.

Concernant les symptômes décrits :

- Du sang passe des capillaires pulmonaires aux alvéoles, ce qui explique la toux sanglante,
- Les ruptures alvéolaires peuvent être responsables de passage d'air dans la plèvre ou le médiastin ce qui peut provoquer des douleurs thoraciques et troubles respiratoires plus ou moins sévères,
- La lésion de la barrière alvéolo-capillaire peut être responsable de passage de bulles d'air dans la circulation artérielle pouvant être responsable d'embolie gazeuse et générer des troubles neurologiques,
- L'échange gazeux ne peut plus se faire dans les régions lésées, les organes sont donc moins bien oxygénés, ce qui conduit notamment à des troubles de la conscience, éventuellement aggravés par une embolie cérébrale ;
- Le gaz qui s'échappe dans la cage thoracique par rupture de la plèvre peut venir comprimer le cœur et l'autre poumon, provoquant douleur et asphyxie.

3) Quel sera votre bilan afin de le transmettre aux secours Quels autres signes recherchez-vous ? Si vous utilisez des termes médicaux, vous veillerez à définir ceux-ci succinctement. (1.5 points)

Bilan respiratoire : sévérité de l'atteinte respiratoire :

Bilan circulatoire : pouls

Bilan neurologique : état de conscience troubles neurologiques, paralysie

Autres signes de détresse neurologique, éventuellement liés à une embolie cérébrale (passage d'air par les artères du cerveau) : état de choc, désorientation, paralysies, convulsions, troubles de la parole, etc.

Emphysème sous-cutané : présence de poches d'air sous la peau, notamment au niveau du cou, décelable à la vue et ou à la palpation,

Respiration rapide, superficielle difficile, pouvant indiquer un pneumothorax (air introduit dans la cavité pleurale),

Signes de détresse cardio-vasculaire : pouls rapide et filant, extrémités pâles ou violacées (totalité des points si tous les items sont notés)

4) Comment réagissez-vous ?

(2 points) (0 point si oubli de l'O<sub>2</sub> ; 0.5 ou 1 point selon la précision des réponses)

- Alerte des secours :
- En bateau : par VHF canal 16 de préférence, par téléphone au 196 à défaut
- Autres cas : par téléphone au 15, 18 ou 112.
- Rappel des palanquées, avertir le DP à son arrivée.
- Dans le même temps :
- Mise en position demi-assise, ou PLS si évolue vers inconscience.
- *Administrez de l'oxygène à 100% (15l/min avec masque haute concentration)*



- Eau
- Couvrir, isoler du froid, sécher (couverture de survie)
- Surveiller le plongeur et sa palanquée
- Prévoir matériel RCP (BAVU)
- Remplir la feuille d'évacuation.

### Exercice 18 : (6 points)

Vous accompagnez 3 plongeurs niveaux 1 sur le site « de la Tortue » avec comme paramètres fixés pas le DP (20m max, 40 minutes). Cette superbe plongée est réputée non seulement pour la richesse de ses fonds, mais également pour le fort courant qu'on y trouve habituellement.

1) Quels conseils donneriez-vous pour que la plongée se déroule sans incident ?

Sur le bateau

- Eviter de se sur-lester
- Vérifier le matériel avec eux
- Proposer une technique de mise à l'eau et d'immersion
- Briefing sur le site pour minimiser le stress

En immersion

- Se déhaler le long du mouillage
- Ne pas faire d'efforts importants
- Partir à contre-courant pour revenir avec le courant
- Rester à proximité de l'encadrant (1 bras) et à la même profondeur
- Signaler à l'encadrant tout début d'essoufflement et cesser alors tout effort
- Privilégier l'expiration, voire la forcer 2 points

2) Quel type d'incident pourrait connaître l'un des plongeurs ?

L'essoufflement.

1 point

3) En général, quelles peuvent en être les causes ?

Causes endogènes : stress, fatigue, mauvaise condition physique, ventilation inadaptée. 0.5 point

Causes exogènes : matériel (sur-lestage, détendeur mal réglé, robinet de la bouteille mal ouvert, palmes non adaptées, combinaison non adaptée, etc.), courant important, froid, air vicié, etc. 0.5 point

4) Quelle serait alors la conduite à tenir face à ce type d'accident ?

Assister rapidement le plongeur en le rassurant et jusqu'au palier si besoin ou en surface avec contrôle régulier de son manomètre pour prévenir toute panne d'air

Lui faire cesser tout effort (palmage en particulier) et le remonter de quelques mètres

Indiquer aux autres plongeurs que la plongée est terminée

Sur le bateau, privilégier un endroit bien ventilé ; si la personne a des maux de tête ou des nausées, ne pas hésiter à la mettre sous O2

Si la remontée de la personne en difficulté n'est pas mentionnée, alors l'ensemble de la question est notée "zéro".

4 \* 0.5 point, max 2 points

### Exercice 19 : (7 points)

1) Quelles modifications subit notre ventilation en immersion ? Quels risques en découle ? (2 points)

Une augmentation du travail respiratoire

0.75 point

La pression exercée sur la cage thoracique augmente le travail inspiratoire (pression de la combinaison)

L'afflux de sang au poumon diminue l'élasticité du poumon et augmente le travail inspiratoire et expiratoire

Le détendeur et l'augmentation de l'espace mort augmentent le travail inspiratoire et expiratoire

L'expiration n'est plus passive mais active

Une diminution des débits ventilatoires

0.75 point

L'augmentation de la masse volumique (viscosité) de l'air limite son écoulement par la formation de turbulences ce qui diminue les débits inspiratoires mais surtout expiratoires. En plongée les débits de sujets sains sont comparables à ceux d'un insuffisant respiratoire et ceci d'autant plus qu'on est profond

Ces facteurs favorisent l'essoufflement du fait d'une ventilation alvéolaire insuffisante et d'une mobilisation accrue des muscles ventilatoires (production CO<sub>2</sub>)

0.5 point

2) Le GP vous confit deux niveaux 1 et vous signale qu'il y a un peu de courant.

Quels conseils donnez-vous à vos plongeurs pour qu'ils évitent le risque d'essoufflement ? (3 points)

- Rappeler le signe d'essoufflement
- Avant de plonger bien vérifier son lestage
- En surface déplacement pour rejoindre le mouillage avec le gilet peu gonflé et bien allongé sur l'eau
- Si courant de surface demander une ligne de vie pour rejoindre le mouillage
- Avant immersion, prendre un temps de récupération (en se tenant au mouillage si mouillage) masque sur le visage et détendeur en bouche tout en regardant le fond
- Prévoir une descente le long d'un bout (si mouillage) ou doucement le long d'un tombant
- Avoir une respiration ample et insister sur son expiration en toute circonstance
- Bien s'équilibrer au fond avec le gilet
- Partir à contre-courant en début de plongée
- Adapter la vitesse de palmage au plus plongeur le plus lent
- Ne jamais forcer ; signaler tout effort
- Surveiller manomètre et ventilation / consommation

- Prévoir des temps de « récupération » en s'arrêtant pour apprécier la faune et la flore

0.25 point par réponse correcte – 3 points max

3) Malgré vos conseils, un de vos plongeurs présente des signes d'essoufflement au bout de 20 minutes à 19 mètres. Que faites-vous décrivez (2 points)

- Arrêter tout effort
- Maintenir le plongeur ou lui trouver un point d'appui
- Calmer le plongeur et lui montrer qu'il faut se forcer à expirer
- Le remonter de façon assistée afin d'extraire le plongeur de la profondeur
- Rappel des autres plongeurs
- Mettre fin à la plongée - vérifier les manomètres et bien adapter la vitesse de remontée surtout à l'approche de la surface
- Si palier : augmenter le temps de palier
- Si pas de palier : effectuer un palier de sécurité s'il peut être réalisé dans de bonnes conditions (à l'abri du courant / au mouillage)

0.25 point par réponse correcte – 2 points max

## THEME OBLIGATOIRE / Oreille en plongée

### Exercice 20 : (2 points)

Vous encadrez un niveau 1 nouvellement formé, il vous déclare qu'il a des difficultés à « passer ses oreilles ».

1. A l'aide de vos connaissances en physiologie, comment expliquez-vous ces difficultés ? (0,5 point)

Trompe d'Eustache non perméable, soit constitutionnellement, soit pathologiquement (rhume...). Techniques d'équilibration non maîtrisées.

2. À quel risque s'expose-t-il ? (0,5 point)

Barotraumatisme de l'oreille.

3. Quels conseils allez-vous donner à cette personne à titre de prévention ? (1 point)

Protection des oreilles avant la plongée

Réexpliquez les différentes techniques d'équilibration : Valsalva, BTV minimum.

Ne pas plonger enrhumé.

Équilibrer régulièrement.

Descendre la tête en haut.

Contrôle de la stabilisation au cours des manœuvres d'équilibrage.

Remonter de quelques mètres en cas de gêne. Descendre lentement.

Éviter les « YOYOS »

### Exercice 21 : (4 points)

Le barotraumatisme de l'oreille interne peut intervenir chez les plongeurs débutants.

1) Décrivez avec des phrases simples, le mécanisme d'apparition de cet accident

- Le plongeur descend,
- L'équilibre des oreilles est fait maladroitement ou brutalement,
- Les osselets ont un mouvement brutal,
- La fenêtre ovale se déforme alors excessivement,
- La cochlée et la fenêtre ronde sont atteints,
- Ceci est une menace pour l'audition et l'équilibre du plongeur.
- (C'est une urgence médicale). 1 point

2). Décrire ce que le guide de palanquée doit rappeler et mettre en place, pour prévenir cet accident.

Vérifier lors du briefing qu'au moins une manœuvre d'équilibre des oreilles est connue et pratiquée par le plongeur (privilégier les manœuvres passives),  
Descente lente le long d'un bout lesté, pendeur ou du mouillage, dont le plongeur peut se saisir si besoin de stopper sa progression.

Vérification visuelle de la fréquence de la manœuvre d'équilibre en insistant sur des passages d'oreilles multiples tout particulièrement entre 0 et 3m.

Communication très régulière (signe ok). 2 points

3). Une fois en surface, un plongeur signale au guide de palanquée, avoir ressenti un vertige alors que la remontée depuis 20 mètres, s'est effectuée verticalement le long d'un tombant, avec respect de la vitesse préconisée par les ordinateurs. Indiquer l'incident que le guide de palanquée reconnaît alors.

Vertige alterno-barique. 0.5 point

4). Décrire en quelques phrases, le mécanisme d'apparition de ce phénomène, que le guide de palanquée pourra expliquer au plongeur concerné.

Au cours de la plongée et principalement lors de la remontée, les 2 trompes d'eustache n'ont pas toujours une perméabilité synchronisée.

Une des 2 oreilles est alors équilibrée avec retard par rapport à l'autre.

Le cerveau reçoit des informations dissymétriques, ce qui provoque un vertige bref sans conséquence médicale. 0.5 point

### Exercice 22 : (5,5 points)

L'oreille est le siège de l'audition et d'une partie de l'équilibre. Elle est très sollicitée en plongée.

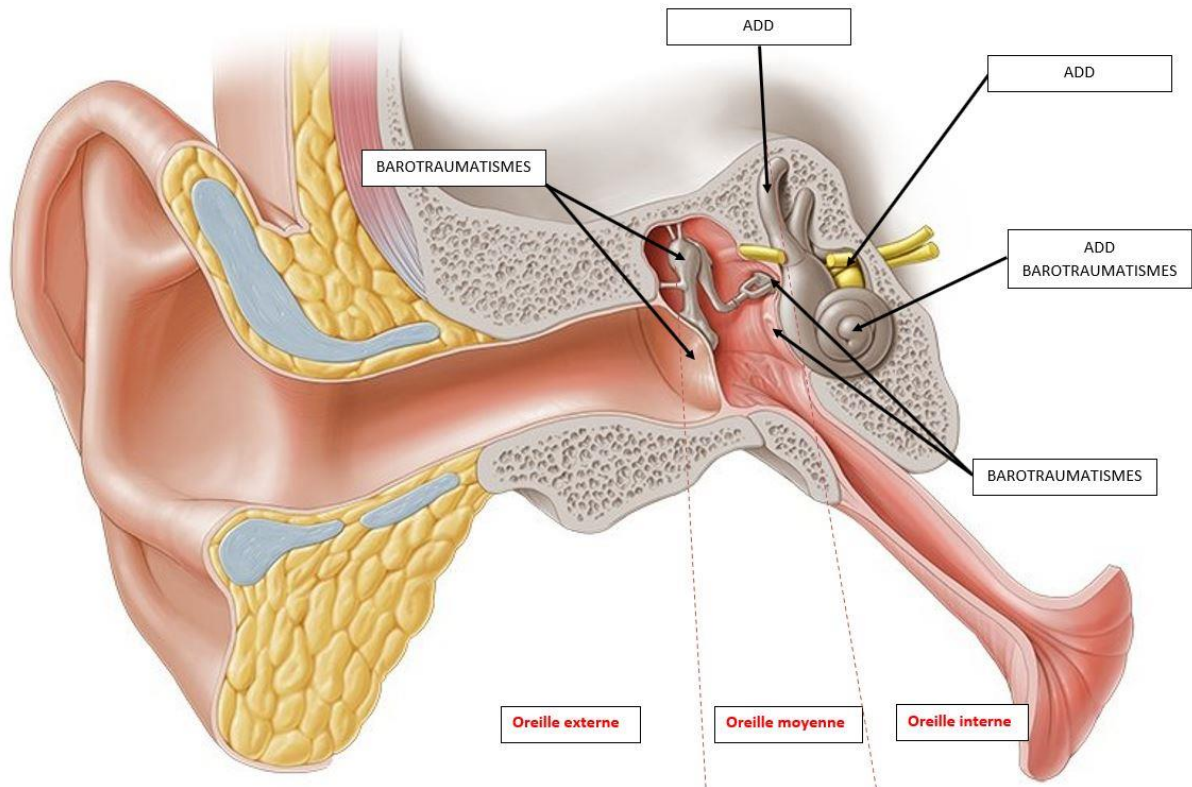
a) Sur ce schéma :

Délimitez les 3 zones de l'oreille en les nommant ? (0.5 point)

0.5 point/si complet sinon 0 point

Dans les encadrés, donnez-le(s) accident(s) pouvant toucher la zone anatomique ciblée ? (2.5 points)

0.5 point/carré juste - 0.5pt par carré faux mini 0 point



b) Quelles sont les deux particularités du son dans l'eau (qui nous impose un tour d'horizon avant le retour surface) ?

- Le son se déplace à environ 1500 m/s 0.5 point
- Le son est pluridirectionnel 0.5 point

c) La manœuvre de Valsalva est une manœuvre qui peut être pratiquée violemment par les débutants et générer des douleurs. Donnez 3 conseils d'équilibrage à un plongeur débutant autre que Valsalva (nom de la manœuvre + explication simple) ?

- **Lowry** : nez pincé, souffler doucement par le nez et déglutir
- **Frenzel** : nez pincé, contracter la base de la langue et la remonter vers le haut du palais en essayant de prononcer KA
- **BTV** : bailler en remontant la langue vers le haut du palais. Peut être aidé en pinçant le nez.
- **Souffler** : souffler dans le masque narines plaquée sur la jupe.
- **Edmonds** : avancer la mâchoire en avant tout en pratiquant Valsalva ou Frenzel

0.25 point/nom + 0.25 point/explication max 1.5 points

### Exercice 23 : (5 points)

Vous encadrez deux jeunes PE20 lors du WE de leur première plongée en mer. Lors de la première plongée, sur un fond de 15m à profil « ondulé », constitué d'éboulis et de gros blocs, vous constatez que l'un d'eux fait très fréquemment la manœuvre de Valsalva. A la sortie de l'eau, celui-ci se plaint d'un fort gêne à une oreille et d'un assourdissement partiel.

Que suspectez-vous comme incident / accident ?

Barotraumatisme de l'oreille

1 point

Quel conseil lui donnez-vous, en lien avec le DP, à l'issue de cette plongée ?

Ne pas plonger l'après-midi

Aller voir un médecin

1 point

Expliquez le phénomène

Manœuvre d'équilibrage des oreilles, mal maîtrisée ou pas suffisamment anticipée, ayant généré soit une lésion des membranes externes ou moyenne (tympan ou fenêtres ovale/ronde)

1 point

Quelle attitude doit avoir un GP pour prévenir les risques d'un tel accident/incident au cours d'une sortie plongée ?

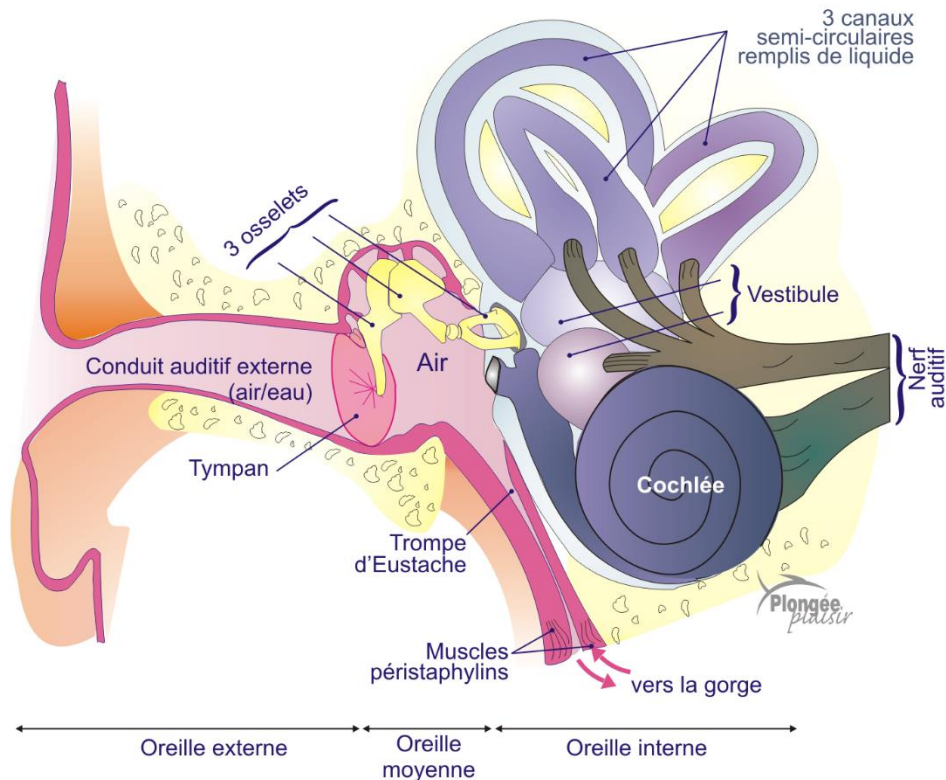
Anticiper en vérifiant que les oreilles passent correctement avant d'aller plonger, « Ecouter le passage »

Anticiper le passage des oreilles en plongée lors des changements de profondeur (faire signe aux plongeurs débutants)

2 points

### Exercice 24 : (5 points)

1° Légendez le schéma ci-dessous (2 points)



0.2 point par réponse exacte - max 2 points

2° Citez et expliquez les différents accidents barotraumatiques de l'oreille en donnant les signes cliniques observables (2 points)



- Otite Barotraumatique (BT) de l'oreille moyenne : A la descente si l'équilibre des pressions ne s'effectue pas dans l'oreille moyenne le tympan se tend à l'extrême et se congestionne. Signes : douleur de l'oreille à la descente, à la sortie de l'eau douleur persistante et sensation d'oreille sourde 0,5 point
- Perforation du tympan : Une otite BT aigue peut aboutir à la perforation du tympan. Signes : Le plongeur ressent une forte douleur avec parfois des saignements, acouphènes (surdité temporaire) et des vertiges 0,5 point
- Otite BT de l'oreille interne : 1 mise en pression brutale de l'oreille moyenne (Valsalva brutal ou Valsalva à la remontée) peut entraîner un coup de piston de l'étrier dans la fenêtre ovale et être responsable d'une élevation brutale de la pression dans le milieu liquide de l'oreille interne et l ser les centres de l'équilibre et de l'audition. Signes : vertiges et troubles de l'audition c'est une urgence 1 point

3° Quels conseils donnez-vous à vos jeunes plongeurs pour éviter ces problèmes ? (1 point)

- Ne pas plonger enrhumé
- Equilibrer dès le début de la descente
- Stopper immédiatement la descente et faire signe à la moindre douleur ; Ne pas forcer et remonter légèrement
- Ne pas forcer un Valsalva bien sans oublier de vérifier avant de partir à sec la réalisation du Valsalva

0.25 point par réponse exacte - max 1 point

### Exercice 25 : (6 points)

Après une plongée avec vous, un niveau 1 se plaint d'une oreille en sortant de l'eau. Il était enrhumé durant la semaine précédente et il a « un peu » forcé à la descente.

1) Que suspectez-vous ? (0.5 point)

Un barotraumatisme de l'oreille moyenne

2) En quoi cela peut-il être grave ? (1 point)

Le plus souvent peu grave si les soins sont effectués rapidement.

Les complications dans le cas contraire peuvent être : surinfection locale, complications tympaniques (perforation avec diminution de l'audition jusqu'à cicatrisation).

3) Que faut-il faire ? (1 point)

Le plongeur doit aller voir un médecin

Pas d'automédication

Ne pas replonger

4) Quels conseils donneriez-vous à un débutant pour prévenir ce type d'accident ? (3.5 points)

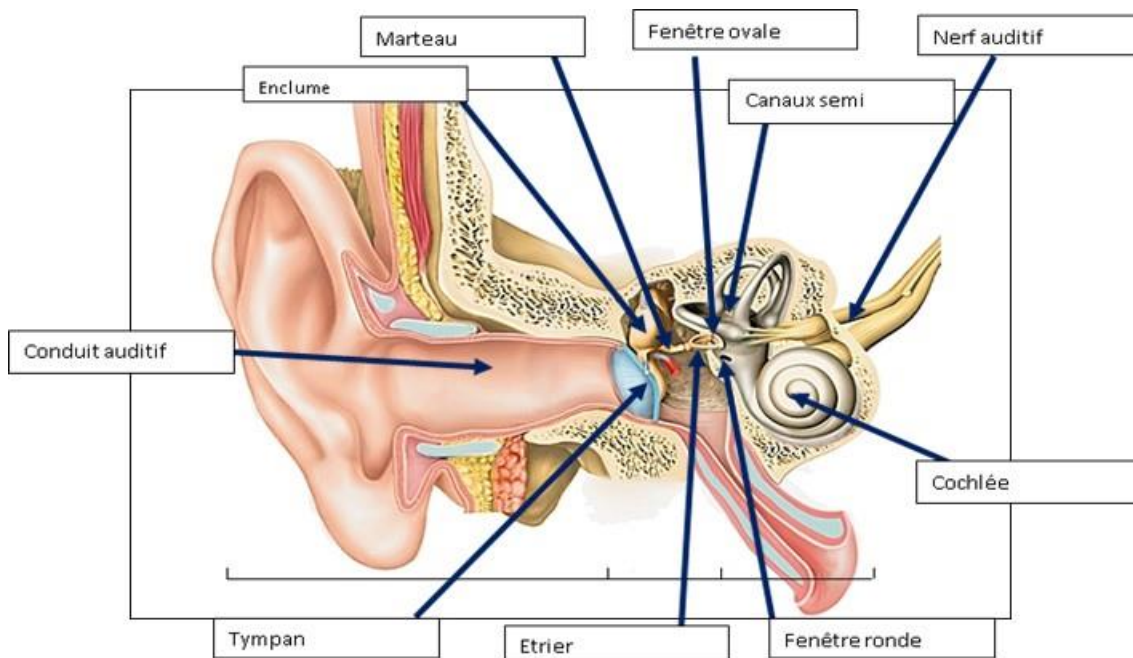
- Ne pas plonger enrhumé
- Faire un rinçage du nez (  l'eau de mer si eau propre ou utiliser éventuellement un produit type st rimar ou équivalent)

- Equilibrer dès le début de l'immersion
- Stopper impérativement la descente si les oreilles ne passent pas, ne jamais forcer, remonter légèrement pour rééquilibrer
- Ne jamais forcer sur le Valsalva, privilégier des méthodes douces d'équilibrage des oreilles (déglutition, BTV, ...)
- Descendre le long du mouillage lentement, en phoque sur les premiers mètres, avant de basculer en canard.
- Lors de la descente, rester un peu plus de temps à la profondeur où il n'y a pas de douleur.
- Si le plongeur n'arrive pas à descendre au bout de 2 ou 3 tentatives, annuler la plongée le raccompagner à la surface.
- Ne pas équilibrer à la remontée
- Attention au froid : l'équilibre des oreilles est plus difficile.

0.5 point par item avec 3,5 points maximum

### Exercice 26 : (7 points)

Légendez le schéma de l'oreille ci-dessous. (1 point – 0,25 point / réponse)



A partir des éléments présents sur le schéma, situez et expliquez les différents incidents et accidents pouvant concerner l'oreille en plongée. Quelles mesures de prévention mettez-vous en place pour chacun d'entre eux ? (6 points)

**Barotraumatismes du tympan ou de la fenêtre ovale ou ronde (coup de piston)**



Variation de volume en rapport avec variation de la pression à la descente et à la remontée. Concerne les cavités de l'oreille contenant de l'air (oreille moyenne). Mauvaise compensation ou compensation tardive. 1 point

Prévention : compensation oreilles progressive, ne pas forcer, ne pas plonger enrhumé, descente lente si problème de compensation connue. 1 point

#### **ADD oreille interne cochléaire ou vestibulaire**

Décompression anarchique due à un non-respect des procédures de décompression (remontée rapide, non-respect des paliers) ou/ et en rapport avec la présence de facteurs de risque (mauvais état général, surpoids, fatigue, stress, déshydratation, plongée profonde et saturante, FOP, etc.). Bulle coincée dans le système vasculaire ou le liquide Péri lymphatique et Endo lymphatique de l'oreille interne 1 point

Prévention : respect des procédures de décompression, éviter les facteurs de risque (être en forme physique, ne pas plonger fatigué ou stressé, boire abondamment, limiter profondeur et durée si autre facteur de risque présent, ...)

1 point

#### **Vertiges alterno-bariques :**

Différence de compensation entre les 2 oreilles. A la remontée et quelque fois à la descente. Vertige rotatoire très important. 0.5 point

Prévention : Eviter de plonger si problème de compensation des oreilles, manœuvre de Toynbee à la remontée si oreilles ne se compensent pas.

Éviter descente tête en bas si problème de compensation des oreilles

0.5 point

#### **Otite externe**

Inflammation ou infection conduit auditif externe. Dû à eau chargée en particules. 0.5 point

Prévention : bien rincer les oreilles à l'eau douce en sortant. Eviter les bouchons de cerumen 0.5 point

## THEME OBLIGATOIRE / Autres accidents

### **Exercice 27 : (3 points)**

Vous emmenez 2 plongeurs niveau 2 confirmés sur une épave à 40 m en plongée carrée. Arrivé en bas, l'un des deux plongeurs a un comportement incohérent et ne répond pas à vos sollicitations.

De quel incident s'agit-il ?

**Narcole**

1 point

Expliquez ce que vous faites à ce moment-là en détaillant votre intervention ?

Intervention immédiate, fin de plongée (sur ce type de plongée), communication de remontée groupée avec l'autre plongeur, remontée à vitesse contrôlée en étant très attentif, paliers éventuels voir palier facultatif.

Le plongeur peut reprendre ses esprits, néanmoins rester très vigilant pendant toute la procédure de remontée. On récupère assez rapidement de l'état

narcotique de l'azote, mais la récupération du SNC pour savoir gérer du multitâches est beaucoup plus longue. 2 points

### Exercice 28 : (4 points)

En tant que guide de palanquée, vous emmenez en exploration des niveaux 2 dans la zone des 40 mètres. A 40 mètres, l'un de vos plongeurs montre une baisse d'attention et ne répond pas à votre signe "est-ce que ça va ?"

1) Que suspectez-vous ? (0.5 point)

**Une narcose à l'azote**

2) A partir de vos connaissances en physiologie, donnez une notion simple permettant d'expliquer ce phénomène. (1 point)

**Résulte de l'effet d'une PpN2 élevée sur le cerveau (système nerveux central). La narcose pouvant apparaître dès 30 mètres, peut entraîner un ralentissement intellectuel, des réactions inadaptées : Perte d'intérêt, hallucinations.**

3) Quels peuvent être les risques pour le plongeur si vous n'intervenez pas ? (1.5 points)

**(0.5 point sur la notion de gestion d'air, 0.5 point pour la perte de palanquée et 0.5 point sur la notion de remontée et ses conséquences)**

**Lors d'une narcose il y a une perte des repères et augmentation de risques comme :**

- Une panne d'air si le plongeur ne suit pas sa consommation, ou sa gestion d'air pour assurer sa remontée.
- Une perte de la palanquée si le plongeur n'est pas attentif
- Un stress (angoisse) pouvant engendrer une panique avec remontée rapide qui pourrait avoir comme conséquences un ADD, une surpression pulmonaire, une noyade.

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

**Vous portez assistance au plongeur en le remontant de quelques mètres, sans oublier de faire remonter les autres membres de la palanquée, si le site le permet, continuer la plongée si le niveau 2 est apte, si non fin de plongée** 0.5 point

**La diminution de la PpN2 devrait faire disparaître les symptômes si non je poursuis l'assistance jusqu'à la surface.** 0,5 point

### Exercice 29 : (4 points)

Vous emmenez deux niveaux deux sur le GREC (40 mètres et plus) au mois de septembre. Il n'y a pas de courant mais la visibilité n'est pas bonne

1°) Quels accidents/incidents pouvez-vous redouter en dehors de l'ADD et de l'essoufflement (1 point)

**La narcose et la perte de palanquée** 0.5pt par accident

2°) Quels éléments de prévention pouvez-vous mettre en place pour les éviter ? (3 points)

**Avant l'immersion**

- Conseiller de prendre ou louer une lampe

- Expliquer l'importance d'une progression groupée à distance d'un bras maximum
- Informer qu'on ne rentre pas dans l'épave
- Signaler que chaque signe attend une réponse rapide : ok pression ....
- Bien expliquer le déroulement de la plongée
- Vérifier le matériel avant de plonger et l'absence d'éléments pouvant s'accrocher
- Rappeler les consignes de perte de palanquée

#### En plongée

- Allumer les lampes dès le départ
- Descente le long du mouillage, descente lente, GP en premier (repère visuel)
- Vers 30 mètres finir tête en haut en affinant la stabilisation
- Une fois sur l'épave et avant de débiter l'exploration, vérification des manomètres
- Adapter une exploration lente
- Contrôler en permanence l'évolution de la palanquée (attitude / réactions aux signes/ proximité / manomètres)

(0.25 point par réponse correcte – 3 points max)

#### **Exercice 30 : (4 points)**

1) A quels types d'accidents sont plus particulièrement soumis les plongeurs de niveau I pratiquant l'activité dans le cadre de leurs prérogatives ?

Les barotraumatismes dont la surpression pulmonaire

L'essoufflement

1 point (2 \* 0.5 point)

2) Quelles sont les préventions essentielles à mettre en œuvre par le guide de palanquée pour les éviter ?

Briefing avant plongée avec rappel des consignes de sécurité + vigilance à tout instant : descente ; fond et remontée

0.5 point

Vérification du matériel et du lestage de chaque plongeur

0.5 point

Essoufflement :

1 point

✓ Choix du lieu, matériel, insister sur expiration, expérience des plongeurs.

✓ Au fond adapter un rythme de plongée en fonction du plongeur le moins expérimenté (vitesse de palmage notamment)

Barotraumatismes :

1 point

Ne pas forcer si douleur oreille ou sinus ou dent ; Surpression pulmonaire :

faire attention à la maîtrise du matériel (gilet) et surveillance des manomètres (rappel des signes). Insister sur expiration tout particulièrement lors de la phase de remontée (tête vers la surface)

#### **Exercice 31 : (5 points) - La narcose en plongée**

A) Qu'est-ce que la narcose ? Dans quelle zone peut-elle apparaître ? (1point)

• C'est une altération des performances du système nerveux dû à l'augmentation de la PpN2 sous l'effet de la pression ambiante.

- Elle peut provoquer des troubles comportementaux, et elle également appelée ivresse des profondeurs.
- Elle peut apparaître pour les sujets les plus sensibles à partir de 30 mètres, mais survient chez la plupart des gens à partir de 40 m.

B) Quels sont les symptômes ressentis par les plongeurs et ceux qui sont visibles par les autres ? (2 points)

- Euphorie ou anxiété,
- Perte de la mémoire immédiate => on regarde ses instruments de manière répétitive,
- Augmentation du dialogue intérieur,
- Réponse inadaptée aux signes,
- Réponses et gestes plus lents.

C) Quels en sont les facteurs favorisants ? (2 points)

- Profondeur ; descente rapide tête en bas ; manque d'accoutumance à la profondeur,
- Fatigue,
- Stress, ou anxiété,
- Prise de médicaments,
- Conditions de plongée difficiles ou inhabituelles (environnement sombre, froid...).

### Exercice 32 : (5 points)

A la fin d'une plongée à 15 m, lors de la phase de remontée, en pleine eau, un N1 débutant gonfle de façon inopportune son gilet et remonte brusquement à la surface. Au retour sur le bateau, il se plaint d'une douleur thoracique. Il constate aussi qu'il a la salive rosée.

1) Que suspectez-vous ?

Une surpression pulmonaire 1 point

2) Pouvez-vous expliquer très simplement le mécanisme de ce qui s'est passé ?

Lors de sa remontée, le plongeur n'a pas suffisamment expiré.

L'air contenu dans ses poumons s'est dilaté au fur et à mesure que la pression hydrostatique diminuait (loi de Boyle – Mariotte) pour atteindre - du manque d'expiration suffisante - un volume trop important provoquant des lésions pulmonaires. 1 point

3) Qu'est-il possible de mettre en place pour prévenir ce genre d'accident ?

- Revoir au briefing le fonctionnement du gilet
- Rappeler au briefing les consignes sur l'expiration à la remontée
- Limiter le nombre de plongeurs dans la palanquée (en discuter avec le DP si nécessaire)
- Faire un test de lestage en début de plongée
- Conserver une distance avec le plongeur permettant une intervention rapide
- Remonter à vitesse contrôlée le long d'un bout ou en suivant la ligne de pente
- etc. 0.25 point/réponse max 1.5 points

4) Donnez la conduite à tenir dans cet accident ?

- Mise immédiate sous O2 100% débit 15l/mn
- Allonger l'accidenté au sol, buste incliné à environ 45° pour limiter la gêne ventilatoire
- Mettre en PLS si accidenté inconscient
- Alerter les secours (soit le DP, soit le GP si DP sous l'eau)
- Eviter tout sur accident (arrimages des matériels, laisser de la place autour)
- Rappeler les palanquées
- Réchauffer (vêtements, couverture de survie)
- Soutenir moralement l'accidenté

0.25 point/réponse max 1.5 points, **0 si absence d'O2**

### Exercice 33 : (5 points)

A la fin d'une plongée, lors de la phase de remontée vers les 8 m, un N1 fait une erreur et gonfle son gilet au lieu de le purger. Il remonte brusquement à la surface. Au retour bateau, il se plaint d'une douleur thoracique. Le GP constate qu'il a la salive rosée. Une surpression pulmonaire est suspectée.

a) Donnez la conduite à tenir dans cet accident ? (2 points)

- Mise immédiate sous O2 100% débit 15l/mn
- Allonger l'accidenté au sol, buste incliné à environ 45° pour limiter la gêne ventilatoire
- Mettre en PLS si accidenté inconscient
- Alerter les secours
- Eviter tout sur accident (arrimages des matériels, laisser de la place autour)
- Rappeler les palanquées
- Eventuellement réchauffer (couverture de survie)
- Soutenir moralement l'accidenté
- Remplir la fiche d'évacuation

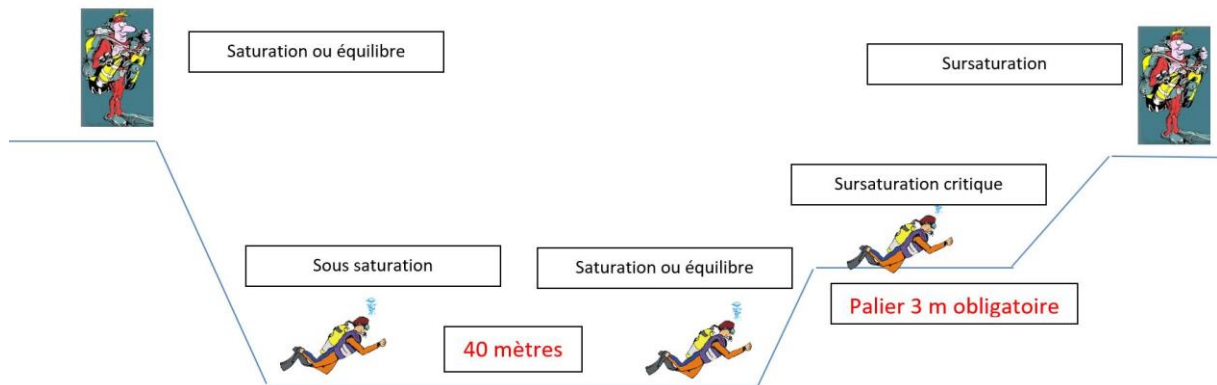
0.25 point/réponse juste avec max 2 points. Aucun point si absence d'O2

b) Quel accident est souvent couplé à la surpression pulmonaire et pourquoi ? (1 point)

Embolie gazeuse parce que l'air peut passer des poumons directement dans la grande circulation.

c) Remplissez les états de saturation des plongeurs dans les encadrés appropriés sur la courbe de plongée. (1 point)

## COURBE DE PLONGEE



- d) Pour chaque schéma ci-dessous, écrivez dans l'encadré du milieu le mot correspondant à la situation de plongée : (1 point)
- Au palier.
  - Au départ surface.
  - Au fond
  - Fin de plongée (**selon tissus**)

### Exercice 34 : (6 points)

Le directeur de plongée vous a confié hier un couple de plongeurs niveau 2, dont la dernière plongée remontait à l'année passée. Au cours des 2 plongées effectuées la veille dans l'espace de 0 à 20m, vous avez pu constater qu'ils savaient correctement utiliser leur gilet, s'équilibrer et maintenir un palier en pleine eau.

Aujourd'hui, la plongée prévue se déroulera sur une épave, reposant à 35 m de fond, sans courant.

1. A cette profondeur, quel est le risque majeur qu'ils pourraient rencontrer ? (0,5 point)

**Le risque majeur est la narcose, d'autant plus qu'ils n'ont pas plongé au-delà de 30m depuis plus d'un an.**

2. Une fois sur l'épave, quel(s) comportement(s) seraient susceptibles d'éveiller vos soupçons sur l'apparition de ce risque ? (2 points)

**Lenteur des réponses à mes sollicitations**

**Réponse inadaptée ou absence de réponse**

**Non-respect des consignes (profondeur, éloignement important avec la palanquée, etc.)**

**Ventilation importante « alerte »**

**Agitation inhabituelle.**

**Mouvements répétitifs (exemple : contrôle son manomètre à chaque instant)**

**Obnubilé par ses instruments**

**Le plongeur fait signe « narcosé »**

3. Quelle serait alors la conduite à tenir si vos soupçons étaient fondés ? (1,5 points)

**Prise en charge rapide de la personne « narcosée »**

Signe à l'autre plongeur que l'on remonte

S'assurer de la présence très proche du second plongeur

Remontée assistée jusqu'au « réveil » ou au palier si besoin

Prise en charge en surface si besoin

4. En tant que Guide de palanquée, comment conduiriez-vous votre descente sur l'épave ? (2 points)

Descente le long du mouillage ou de la gueuse

Descendre en premier afin que le GP soit est un repère visuel pour le plongeur

Descente lente (Indiquer de gonfler sa bouée pour casser ou réduire la vitesse de descente)

Allumer sa lampe pour avoir un repère lumineux

Retournement fréquent pour surveiller les plongeurs avec à chaque fois le signe « OK » et attente de leur réponse

Vers 30m finir tête en haut en affinant la stabilisation afin de ne pas devoir palmer au fond pour se stabiliser

Surveillance de la respiration, prévention de l'anxiété ; les plongeurs doivent sentir la présence de l'encadrant particulièrement dans les derniers mètres de descente, moment où la surveillance se relâche

Une fois sur l'épave, s'assurer que les deux plongeurs répondent de façon appropriée et sans détour à vos signes avant de démarrer l'exploration et contrôler les manomètres

Eviter les déplacements importants au fond avec un plongeur ne connaissant pas la zone des 40m Limiter la durée au fond si eau froide

### **Exercice 35 : (8 points) - La surpression pulmonaire**

A) Expliquez le mécanisme de la surpression pulmonaire ? (3 points)

La surpression consiste en des lésions des alvéoles et de la barrière alvéolo-capillaire, du fait de la dilatation de l'air lors de la remontée qui n'a pas eu le temps de s'échapper des alvéoles pulmonaires. Cette lésion est provoquée par le blocage de l'expiration lors de la remontée, surtout si cette remontée est rapide

Les lésions ci-dessus vont alors entraîner un passage d'air dans la plèvre (pneumothorax), le médiastin (emphysème médiastinal et cervical) et les veines pulmonaires (embolie gazeuse de la grande circulation).

B) Quels en sont les signes ou symptômes ? Quand apparaissent-ils ? (3 points)

- Signes généraux (plus ou moins sévères) : fatigue majeure voire coma, accélération du pouls, anxiété, sueurs, aspect grisâtre.
- Signes pulmonaires (plus ou moins sévères) : essoufflement important, toux avec crachats teintés de sang, douleurs thoraciques, cyanose et détresse respiratoire.
- Signes neurologiques : très divers : crise d'épilepsie, monoplégie, perte de vision d'un œil, hémiplégie, tétraplégie, coma...
- Apparition des signes à la sortie de l'eau et aggravation possible jusqu'au décès rapide si pas d'intervention immédiate et efficace.

C) Quelles consignes et précautions prenez-vous en tant que GP-N4 afin de la prévenir ? (2 points)

**Avant la plongée :**

Rappel de la nécessité de ne jamais bloquer sa respiration (rappel des signes).  
Consignes de distance entre l'encadré et le GP-N4 : rester à proximité. Ne pas être au-dessus ou en-dessous du GPN4

**Pendant la plongée :**

Vérifier le respect des consignes à chaque étape, surtout avec les plongeurs peu expérimentés, remonter le long d'un bout

**A la remontée :**

Respect de la vitesse de remontée

## THEME FACULTATIF / Œdème Pulmonaire d'Immersion (OPI)

### Exercice 36 : (3 points)

Au cours d'une plongée à 20 m en hiver, André plongeur confirmé de 55 ans vous fait signe que cela ne va pas et de sa difficulté à respirer. Vous décidez de stopper la plongée et à la sortie de l'eau il présente en effet une détresse respiratoire (respiration accélérée, sensation de manque d'air, toux et spume) qui s'améliore rapidement hors de l'eau. Il vous signale que ça lui est déjà arrivé.

Les conditions de plongée étaient idéales. André était parfaitement équilibré et sa respiration tout au long de la plongée a été lente et régulière.

A quel incident pensez-vous ? (1 point)

**Œdème pulmonaire d'immersion du plongeur (OPI)**

Quels facteurs favorisants trouve-t-on dans ce contexte ? (1 point)

**Age, froid, augmentation de la pression absolue, antécédents**

Que faites-vous en remontant sur le bateau ? (1 point)

**Préviens le DP si présent sur le bateau.**

**Mise sous O2 d'André et appel des secours, rappel des plongeurs, faire fiche évacuation.**

### Exercice 37 : (4 points)

Guide de palanquée, vous êtes à bord, et vous assistez à la remontée des plongeurs du premier tour avant de vous immerger avec votre palanquée. 2 N2 en autonomie remontent brutalement, vous constatez que l'un d'eux a des difficultés respiratoires, tousse, et à des crachats mousseux, il arrive néanmoins à l'échelle.

1°) Quels accidents pouvez-vous suspecter ? (1 point)

**Une surpression pulmonaire ou un œdème d'immersion**

**0 si seulement un accident est cité**



2°) Quel est le mécanisme de ces accidents (1 point)

La surpression pulmonaire est due à une dilatation excessive des alvéoles pulmonaires si le plongeur en remontant vers la surface bloque sa respiration (loi de Boyle-Mariotte) 0.5 point

L'œdème d'immersion est dû à une défaillance de la barrière alvéolo-capillaire confrontée aux contraintes auxquelles le plongeur s'expose en immersion (afflux sanguin au thorax, stress, froid, effort, troubles cardiaques même minimes et autres facteurs individuels) 0.5 point

3°) Que faites-vous ? (2 points)

Intervention sur la victime pour l'aider à remonter

La mettre au repos en position semi assise

Prévenir le DP qui recueillera les paramètres et les circonstances de la plongée et coordonnera les secours

Sur les consignes du DP alerter les secours VHF (canal 16 CROSS) ou téléphone (SAMU15)

0.25 point par réponse correcte – 1 point max

Secourir la victime dans l'attente des secours

Mise sous oxygène 15L/ mm, en inhalation ou en insufflation si la ventilation est inefficace

Hydratation si possible

Retirer la combinaison, couvrir, protéger, réconforter/surveiller

0.25 point par réponse correcte – 1 point max **MAIS** 0 si pas mention d'O<sub>2</sub>

### Exercice 38 : (5 points)

A la fin d'une plongée à 35 m, sans courant, ne nécessitant aucun effort particulier, vous entamez votre remontée. Vers 15m, André 55 ans, plongeur N2 de la palanquée, se stabilise devant vous et il vous fait signe qu'il ne va pas bien. Vous l'assistez mais plus il remonte, plus il semble avoir des difficultés à respirer. La vitesse de remontée de la palanquée est pourtant maîtrisée et vous avez pu constater qu'il ne bloquait pas sa ventilation tout au long de la remontée. Il arrive en surface, vous l'aidez à remonter sur le bateau. Il a toujours du mal à respirer, il tousse, crache une mousse rosée, son teint est bleu et il paraît très angoissé.

1-Quel accident suspectez-vous ? (1 point)

Œdème Pulmonaire d'Immersion (OPI) ou Œdème Aigu Pulmonaire (OAP)

2-Quels sont les facteurs favorisants ? (2 points)

Insuffisance cardiaque

Hypertension

Eau froide

Efforts

Age

Stress

Manque d'entraînement physique

0.25 point par réponse juste, 2 points max

Au-delà de 4 bonnes réponses, mettre l'ensemble des points.

3-Quelle est la conduite à tenir ? (2 points)

**Mise immédiate** sous O2 100% débit 15l/mn

Allonger l'accidenté au sol, buste incliné à environ 45° pour limiter la gêne ventilatoire

Mettre en PLS si accidenté inconscient

Alerter les secours (soit le DP, soit le GP si DP sous l'eau)

Eviter tout sur accident (arrimages des matériels, laisser de la place autour)

Rappeler les palanquées

Réchauffer (vêtements, couverture de survie)

Soutenir moralement l'accidenté

Remplir la fiche d'évacuation

0,25 point par réponse juste, 2 points max

Au-delà de 5 bonnes réponses mettre l'ensemble des points. **Mettre zéro à la question si O2 non cité.**

### Exercice 39 : (6 points)

Vous devez encadrer une palanquée de 2 plongeurs Niveau 2 pour une plongée à 30m sur un site que vous ne connaissez pas très bien. Le DP vous rajoute un ancien GP comme serre file ; celui-ci bon vivant connaît bien le site mais n'a plus envie d'encadrer.

Nous sommes début mai, il fait un grand soleil, mais la mer est assez fraîche (14°).

La mise à l'eau se passe bien, et arrivé à la profondeur d'évolution, vous vous rendez compte que votre serre file traîne un peu, et il vous semble l'entendre tousser. Comme les choses ne s'améliorent pas, vous décidez de mettre fin à la plongée.

Malheureusement, malgré le respect de la vitesse de remontée (12m/min) plus la surface se rapproche plus les choses s'aggravent et il faut l'assister pour remonter sur le bateau.

A votre grande surprise tout s'améliore rapidement dès qu'il s'assoit, la toux disparaît et il vous propose d'oublier l'incident.

1-Quelle conduite à tenir allez-vous adopter ? (1,5 points, **0 à la question si pas d'O2**)

- Imposez la mise sous O2 15litres/min 0.5 point
- Appel du CROS pour avis 0.5 point
- Le faire boire, et attendre l'avis du CROSS pour lui proposer de l'aspirine 0.5 point

2-A votre avis que s'est-il passé (0,5 points)

- Il a fait un œdème d'immersion

3-Comment pouvez-vous simplement expliquer le mécanisme de cet accident ? (2 points)

- Du fait du froid 0.5 point
- De l'augmentation de la pression hydrostatique liée à la profondeur 0.5 point
- Le cœur n'a pas pu s'adapter au volume sanguin arrivant brutalement (majoration du blood-shift) 0.5 point

- L'augmentation de l'effort inspiratoire majoré par la profondeur favorise la fragilité de la membrane alvéolo-capillaire à l'origine du passage de plasma dans les alvéoles expliquant la toux 0.5 point

4-Comment expliquez-vous l'amélioration rapide une fois arrivé sur le bateau ? (1 point)

La chute de la pression hydrostatique et l'arrêt des efforts ont permis de soulager le travail cardiaque.

5-A votre avis a-t'il raison de minimiser cet accident ? (1 point)

- Non peut être fatal 0.5 point
- Non car important risque de récurrence (30%) 0.5 point

### Exercice 40 : (7 points)

Vous allez encadrer des jeunes plongeurs PE20 dans la zone 0-20m.

1) Quel est l'accident barotraumatique le plus grave que risquent principalement ces plongeurs débutants ?

La suppression pulmonaire 0.5 point

2) Quel devra être votre comportement en tant que GP pour éviter cet accident :

Avant la plongée ?

Briefing rappelant :

- Ne pas bloquer sa respiration à la remontée / ventiler constamment à la remontée
- Respect la vitesse de remontée 1 point

Pendant la plongée ?

- Rester proche des PE20 pour intervenir sur leur stabilisation
- Remonter le long du mouillage si possible
- Signe « souffler » pendant la remontée 1 point

3) Expliquez son mécanisme et ses effets physiologiques

- Accident lié à la compressibilité des gaz – à la remontée, le volume d'air à l'intérieur des poumons se dilate du fait de la diminution de la pression 1 point
- A la remontée, si le plongeur n'expire pas ou pas assez, la pression augmente à l'intérieur des alvéoles 0.5 point
- Il y a risque de distension des alvéoles, écrasement de la membrane alvéolo capillaire, voire rupture 0.5 point
- Rupture de la plèvre → présence d'air dans le thorax, emphysème sous cutané au niveau du cou 0.5 point
- Risque de passage d'air dans la circulation sanguine → risque d'embolie cérébrale 0,5 point

4) Quel sera votre comportement en cas d'apparition des symptômes ?

- Mise sous O2
- Alerter les secours (VHF canal 16 – 15 – 196)
- Hydrater si conscient
- Surveiller

- Remplir fiche d'évacuation

0.5 point, max 1,5 **MAIS** 0 si O2 pas mentionné

**THEME FACULTATIF / Le froid essentiellement en tant que facteur favorisant d'accidents et ou de phénomènes propres à la plongée scaphandre**

**Exercice 41 : (2 points)**

Donnez les 2 phases de réaction de l'organisme face au froid avant l'hypothermie et leurs symptômes ?

Phase de lutte contre la déperdition de chaleur : bradycardie, vasoconstriction périphérique, chair de poule 1 point

Phase de production de chaleur : réaction musculaire par tremblements, sur ventilation 1 point

**Exercice 42 : (3 points)**

1) Quels sont les accidents de plongée pour lesquels le froid est un facteur favorisant ? (1 point)

- Essoufflement
- Narcose
- ADD

- 0.5 point par item non mis

2) En tant que Guide de Palanquée, quels conseils et précautions donnez-vous à vos plongeurs pour éviter ces situations à risque ? (2 points)

- Eviter de se refroidir avant la plongée (gants, bonnet, habits adaptés, coupe-vent, ...)
  - Limiter la durée de la plongée en fonction de la température de l'eau
  - Limiter la profondeur
  - Mettre en place une communication spécifique au froid
  - Hydratation avant et après la plongée (boissons chaudes)
  - Combinaison adaptée + bien protéger les extrémités (mains, pieds)
- 2 points si 6 conseils ; 1 point si 4 conseils ; 0.5 point si 2 conseils

**Exercice 43 : (3 points)**

Veuillez répondre par oui ou par non aux affirmations ci-dessous concernant le froid en plongée :

Le froid diminue les risques d'essoufflement car on fait moins de mouvements pour éviter la circulation d'eau dans sa combinaison.	<input type="checkbox"/> OUI	<input type="checkbox"/> NON
--	------------------------------	------------------------------

La saturation/désaturation est modifiée	<input type="checkbox"/> OUI	<input type="checkbox"/> NON
La thermogenèse va produire du CO <sub>2</sub>	<input type="checkbox"/> OUI	<input type="checkbox"/> NON
Le sang va être plus épais et fatiguer le cœur	<input type="checkbox"/> OUI	<input type="checkbox"/> NON
Le froid va diminuer le volume sanguin et faciliter le travail cardiaque	<input type="checkbox"/> OUI	<input type="checkbox"/> NON
Le froid diminue les risques d'ADD car il y a moins d'échanges gazeux	<input type="checkbox"/> OUI	<input type="checkbox"/> NON

0.5 point par bonne réponse

#### Exercice 44 : (4 points)

A l'occasion d'une sortie en lac, en début de printemps, après 10 minutes passées sur un fond de 25m, un des plongeurs de votre palanquée ne s'intéresse plus à la plongée et semble replié sur lui-même, il plonge avec une combinaison humide 7mm.

1) Que suspectez-vous et pourquoi ? (0.5 point)

**Le froid lié à la température de l'eau**

2) A partir de vos connaissances, expliquer pourquoi un plongeur peut se refroidir en immersion ? (1.5 points)

**La température de l'eau est toujours inférieure à celle de notre corps. Des pertes de chaleur existent systématiquement en plongée car les échanges de chaleur se font de plus vers le moins chaud. Dans l'eau, le corps va se refroidir 25 fois plus vite.**

**Le fait que l'eau soit froide à cette époque amplifie ces pertes de chaleur par des mécanismes de conduction (le corps transmet un peu de chaleur à l'eau) et de convection (l'eau qui circule dans le néoprène emporte avec elle de la chaleur)**

**La ventilation va également contribuer à ces pertes de chaleur. En effet, le corps va devoir réchauffer un air inspiré qui arrive froid dans les poumons entraînant ainsi une perte de chaleur à chaque expiration.**

**Par ailleurs, la combinaison est peut-être inadaptée, en épaisseur et/ou en taille et si la plongée est trop statique, il n'y aura aucune production de chaleur par les muscles**

3) Comment pouvez-vous en tant que guide de palanquée prévenir cet accident avant la plongée ? (2 points)

**En tant que guide de palanquée, vous pouvez avant la plongée :**

**Questionner sur l'état de forme, fatigue**

**Conseiller de se couvrir pour ne pas avoir froid**

**Ne pas boire de boissons alcoolisées "pour se réchauffer avant la plongée"**

**Utiliser une combinaison adaptée au milieu (épaisseur, surveste, souris..., combinaison semi-étanche, étanche...)**

**Porter des gants**

Se protéger du vent durant le trajet bateau  
Déterminer un code pour communiquer son le niveau de froid de chaque plongeur et l'utiliser en cours de plongée

### Exercice 45 : (4 points)

Le froid est un facteur favorisant de certains accidents de plongée, la lutte contre le froid est donc primordiale pour tout Guide de Palanquée. Expliquez les mécanismes mis en place par l'organisme pour lutter contre le froid.

Le premier mécanisme mis en place par l'organisme pour lutter contre la déperdition calorifique consiste à augmenter sa production de chaleur, donc à élever son métabolisme : la ventilation s'accélère pour fournir plus d'oxygène et, en contrepartie, la production de gaz carbonique augmente.

La vasoconstriction périphérique s'installe ensuite : la diminution du débit sanguin aux extrémités du corps (mains, pieds) limite le transfert de chaleur corporelle vers l'extérieur : une partie du sang reflue vers le cœur : l'organisme réagit à ce reflux en commandant aux reins d'éliminer une partie du liquide excédentaire : c'est la diurèse liée au froid (envie d'uriner).

Enfin, des frissons et des tremblements permettent d'augmenter le travail musculaire et la dégradation d'énergie en chaleur. Dans cette situation, le plongeur tend à se désintéresser de la plongée : un plongeur qui ne communique plus est un plongeur en danger.

1 point par réponse attendue citée et explicitée, 0.5 point par réponse si absence d'explication, 4 points au total)  
En rouge les réponses attendues (élévation du métabolisme, vasoconstriction périphérique, diurèse liée au froid, augmentation du travail musculaire).

### Exercice 46 : (4 points)

Vous êtes le GP de 3 plongeurs. PE40 expérimentés en mer, pour leur première incursion en lac à 38 mètres en eau froide et sombre.

1. Quels sont les conséquences d'une plongée en lac à 40m et décrire votre comportement pendant la plongée.

Froid : C'est un facteur favorisant à tous les accidents liés à la profondeur (essoufflement, narcose, ADD, givrage des détendeurs, refroidissement).

0.5 point

Conseils : communication (rappel signe) sans attendre, consommation accrue donc vérification très régulière du manomètre.

0.5 point

Narcose : Le froid et le noir sont des facteurs favorisant à l'apparition de la narcose à cette profondeur de 38m.

0.5 point

Conseils : Laisser le phare toujours allumé, descente régulière et plutôt lente le long d'un repère visuel si possible.

0.5 point

2. Indiquer et justifier le type de planification que vous privilégiez.

Plongée dans la zone sans paliers, pour éviter tous risques d'accident de désaturation.

1 point

3. Malgré votre vigilance, un plongeur sort de l'eau tout grelottant, incapable de se déséquiper seul. Décrivez la conduite à tenir.

Déséquiper, sécher, abriter.

Hydrater avec une boisson tiède et sucrée (pas d'alcool).

Veiller à ce que le réchauffement soit progressif.

max 1 point

### Exercice 47 : (6 points)

Quelles sont les réactions physiologiques de l'organisme pour lutter contre le froid ?

- Limiter les pertes de chaleur : La vasoconstriction périphérique non seulement pour éviter que le sang circule moins dans les parties exposées au froid mais aussi pour transporter et concentrer la chaleur vers les organes vitaux. Cela va provoquer des réactions de type chair de poule  
0.5 point
- Créer de la chaleur : le cerveau va stimuler les muscles. On constate des frissons, tremblements, crampes, une hyperventilation. 0.5 point

Quelles sont les 3 déperditions principales de chaleur que le plongeur subit dans l'eau ? Expliquer succinctement.

- La convection : la circulation de l'eau sur la peau ou dans la combinaison
- La conduction : le contact de l'eau avec la peau
- La ventilation (convection + conduction) : respiration d'air détendu donc froid  
0.5pt/réponse max 1.5 points

De quel(s) incident(s) et/ou accident(s) le froid est-il un facteur favorisant ?

- ADD
- Essoufflement
- Narcose 0.5pt/réponse max 1,5 points

En tant que Guide de Palanquée, quelles précautions allez-vous prendre et quels conseils allez-vous donner à vos plongeurs pour éviter le froid

#### Précautions :

- Limiter la durée de la plongée en s'hydratant avant et après la plongée en faisant attention aux boissons trop diurétiques (thé, café, etc.)
- Limiter la profondeur, l'eau peut être plus froide et le néoprène est comprimé donc isole moins
- Recommander les plongées dans la courbe de sécurité
- Insister sur la communication du froid
- Equipement adapté et combinaison ajustée (bien protéger les extrémités (mains, pieds)).

#### Conseils :

- Eviter de se refroidir avant et après la plongée (gants, bonnet, habits adaptés, coupe-vent, ...).
- Eviter toute gesticulation dans l'eau, cela ne ferait qu'aggraver le refroidissement.
- Le repos est essentiel. Plonger fatigué c'est avoir froid beaucoup plus rapidement
- L'alimentation (sucres lents) est une aide précieuse à l'organisme.
- Boisson chaude avant et après la plongée.

0,25pt/réponse avec un max de 2 points

## THEME FACULTATIF / Apnée et noyade

### Exercice 48 : (4.5 points)

Lors de vos entrainements en piscine, vous regardez de futurs GP s'entraîner à l'épreuve d'apnée

Un des pratiquants est pris de mouvement anarchique à la fin de son apnée, son encadrant est obligé de lui maintenir la tête hors de l'eau.

A quel incident pensez-vous ? Quelle en est la cause ? Quel risque encoure-t-il si on ne l'avait pas assisté (1,5 points ; 0,5 par item)

- Une Samba (0,5 point)
- Il s'agit d'un état intermédiaire avant une syncope hypoxique (0,5 point)
- Une noyade (0,5 point)

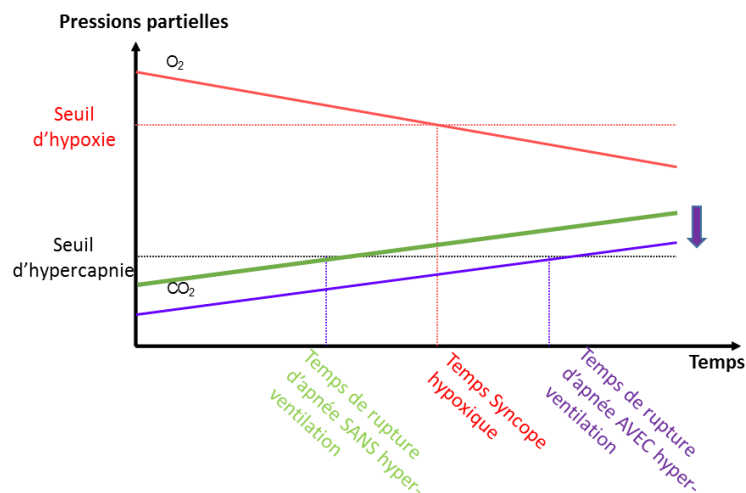
En discutant avec lui une fois qu'il a récupéré, il vous avoue avoir essayé d'hyper-ventiler, pour emmagasiner plus d'oxygène et faire aussi bien que les autres. Comment pouvez-vous lui expliquer que c'est une mauvaise solution en vous aidant éventuellement d'un schéma (2 points pour l'explication 1 point pour le schéma)

Explication (2 points)

- A l'état de base l'organisme est presque totalement saturé en oxygène (98% lié à l'hémoglobine, 2% fraction libre), l'hyperventilation n'apporte pas beaucoup plus d'oxygène à l'organisme ; 1 point
- C'est le CO<sub>2</sub> qui déclenche le réflexe inspiratoire, l'hyperventilation fait chuter le taux de CO<sub>2</sub> dans le sang et retarde le besoin d'inspirer, exposant au risque d'hypoxie et d'accident. 1 point)

Exemple de schéma 1 point

### DANGER DE L'HYPERVENTILATION



**NB :** Il y a peu de données au-delà des seuils de tolérance hypoxique et hypercapnique.

**ATTENTION :** l'hyperventilation provoque à force un assouplissement de la cage thoracique (qui peut aussi être obtenu par la pratique d'un certain type de



Yoga) qui viendra également assouplir les spasmes diaphragmatiques créant un « faux » sentiment de confort conduisant à « trop » repousser ses limites. Par ailleurs, la gestion des émotions qui impacte directement le rythme cardiaque est une approche beaucoup moins risquée pour progresser en apnée même si elle n'exonère en rien la pratique à 2 (minimum) de l'apnée.