



Nom, Prénom du Candidat :

---

## PHYSIQUE APPLIQUEE A LA PLONGEE - CORRECTION

(durée 45 minutes) (coefficient 1)

### QUESTION N° 1

(2 POINTS)

Lors d'une sortie en mer, un plongeur débutant vous demande un conseil à propos de son lestage. Ce plongeur, dans de l'eau douce, a une masse de 83 kilos et un volume de 87 litres.

Lors de sa dernière sortie en carrière (eau douce), il avait un lestage de quatre kilos.

- a. Quelle sera le lestage supplémentaire nécessaire en sachant que la densité de l'eau de mer est de 1.03 ? (2 p)

*Poussée d'Archimède = Volume \* densité :*

★ *Poussée d'Archimède en mer : 87 litres \* 1.03 = 89.6 litres*

*Poids apparent = Poids réel - Poussée d'Archimède*

★ *Poids apparent en mer : 83 - 89.6 = -6.6 kg*

★ *Lestage total nécessaire en mer : 6,6 kg*

★ *Soit une augmentation de + 2.6 kg de lestage en mer.*

### QUESTION N° 2

(3 POINTS)

- a. Après gonflage d'un bloc à 220 bars, sa température est mesurée à 50°C. Une fois immergée dans une eau à 16°C, quelle sera la pression de ce bloc ?

*Conversion degrés Celsius => degrés Kelvin (+273°)*

★ *T1 = 50°C => 50 + 273 = 323 degrés Kelvin*

★ *T2 = 16°C => 16 + 273 = 289 degrés Kelvin*

*Après conversion de la température Celsius en Kelvin, calcul par la formule :*

★ *P1 / T1 = P2 / T2 ou P2 = (P1 / T1) \* T2*

★ *P2 = (220 / 323) \* 289*

★ *P2 = 196.84 bars, soit 197 bars*

### QUESTION N° 3

(4 POINTS)

- b. En plongée, la propagation du son est modifiée. De quelle manière ? (1 p)

*La vitesse de propagation du son augmente selon les caractéristiques du milieu (liquide : masse volumique et coefficient de compressibilité adiabatique)*

*Le son se propage approximativement à 340 m/s (1 224 km/h) dans l'air à 15 °C, à 1 435 m/s (5 166 km/h) dans l'eau douce, à environ 1 500 m/s (5 400 km/h) dans l'eau de mer.*



Nom, Prénom du Candidat : \_\_\_\_\_

- c. Quels sont les conséquences sur l'audition d'un plongeur ? (1 p)

*Dans l'air : le son est capté par un des 2 pavillons puis par l'autre (cerveau capable d'apprécier cette différence et d'en déduire la provenance du son)*

*Dans l'eau : le son arrive quasiment au même temps aux deux oreilles, il y a perte de l'audition « stéréo ». Le plongeur a dû mal à distinguer la direction d'origine d'un son et la distance à laquelle il a été produit. De plus, la réception est faite aussi par la boîte crânienne que l'eau met en vibration*

- d. Quels sont les impacts sur votre comportement en tant que Guide de Palanquée ? (2 p)

*Son aigu : portée très courte (hors bord entendu que si très proche)*

*Son grave : portée longue (difficulté de connaître la provenance du son)*

*Je fais attention aux bruits qui m'entourent (bruits de moteur de bateaux, chant des sirènes ou des baleines).*

*Je suis particulièrement vigilant en approche surface et je complète mon audition obligatoirement par un tour d'horizon.*

#### QUESTION N° 4

(5 POINTS)

Une station de gonflage dispose d'une rampe de six tampons de 50 litres chacun, gonflés à 250 bars. Nous désirons gonfler simultanément quatre blocs à 220 bars :

- ★ 2 blocs de 15 litres, qui contiennent une pression résiduelle de 50 bars (\*).
- ★ 2 blocs de 12 litres, qui contiennent une pression résiduelle de 30 bars (\*).

Toutes les pressions indiquées sont les pressions lues au manomètre.

Arrondissez vos calculs à des valeurs entières.

- a. Quelle sera la pression d'équilibre des quatre blocs avant gonflage ? (1,5 p)

*Calcul de la pression d'équilibre : \_\_\_\_\_*

*Pression d'équilibre =*

*= (*

*= 41,11, soit 41 bars*

- b. Quel est le volume d'air nécessaire pour réaliser ce gonflage ? (1,5 p)

*Calcul de l'air nécessaire : (Pression finale - Pression initiale) x Volume*

*Air nécessaire : (220 - 41) x 54*

*179 x 54 = 9666 litres*

- c. Quelle est la pression résiduelle après gonflage dans les tampons ? (1,5 p)

*Calcul de la pression résiduelle = \_\_\_\_\_*

#### Examen de Plongeur Niveau 4 Capacitaire - 2010



Nom, Prénom du Candidat :

---

$$\begin{aligned} \text{Pression résiduelle} &= ((250 \times 6 \times 50) - 9666) / 6 \times 50 \\ &= ((250 \times 300) - 9666) / 300 = (75000 - 9666) / 300 \\ &= 65334 / 300 = 217.78 \text{ bars, soit } 218 \text{ bars} \end{aligned}$$

d. Quelle est votre conclusion ? (0,5 p)

*Il n'est pas possible de gonfler les blocs à 220 bars.*

QUESTION N° 5 (6 POINTS)

Un plongeur effectue une plongée de 40 minutes à 45 mètres de profondeur. Le temps de descente et de remontée sont négligeables pour le calcul. Il plonge à l'air qui est composé de 20% d'O<sub>2</sub> et 80% de N<sub>2</sub>. Nous considérons deux compartiments :

- ★ C20 : période = 20 minutes, coefficient de sursaturation critique (SC) = 2,04
- ★ C40 : période = 40 minutes, coefficient de sursaturation critique (SC) = 1,68

a. Déterminez la tension N<sub>2</sub> initiale des compartiments, la pression partielle N<sub>2</sub> à la profondeur de plongée ainsi que le gradient de tension. (1 p)

*Tension N<sub>2</sub> initiale : 0.8 bar*

*Pression absolue = 5.5 bars*

*Pression partielle N<sub>2</sub> = pression absolue \* pression partielle N<sub>2</sub>*

*Pression partielle N<sub>2</sub> = 5.5 bars \* 0.8 bar = 4.4 bars*

*Gradient = Pression partielle N<sub>2</sub> - Tension N<sub>2</sub> initiale*

*Gradient = 4.4 bars - 0.8 bar = 3,6 bars*

b. Quel est la tension d'azote (N<sub>2</sub>) dans les compartiments à l'issue des 40 minutes de plongée ? (3 p)

*Solution par pur calcul mathématique :*

★ *Nombre de périodes C20 = 2, donc Taux Saturation = 3/4 = 0.75*

★ *Nombre de périodes C40 = 1, donc Taux Saturation = 1/2 = 0.5*

★ *Tension N<sub>2</sub> Cx = Tension N<sub>2</sub> initiale + (Gradient \* TS)*

★ *Tension N<sub>2</sub> C20 = 0.8 bar + (3.6 bars \* 0.75) = 3.5 bars*

★ *Tension N<sub>2</sub> C40 = 0.8 bar + (3.6 bars \* 0.5) = 2.6 bars*

*Solution pour les moins matheux:*

*Compartiment C20 :*

★ *Nombre de périodes = 2*



Nom, Prénom du Candidat :

---

- ★ *Tension  $N_2$  après une période :*
  - *Tension  $N_2$  initiale : 0,8*
  - *Gradient = 3,6*
  - *Absorption de 50% du gradient = 1,8*
  - *Tension  $N_2$  finale :  $0,8 + 1,8 = 2,6$*
- ★ *Tension  $N_2$  après deux périodes :*
  - *Tension  $N_2$  initiale : 2,6*
  - *Gradient =  $4,4 - 2,6 = 1,8$*
  - *Absorption de 50% du gradient = 0,9*
  - *Tension  $N_2$  finale :  $2,6 + 0,9 = 3,5$*

*Compartiment C40 :*

- ★ *Nombre de périodes = 1*
- ★ *Tension  $N_2$  après une période :*
  - *Tension  $N_2$  initiale : 0,8*
  - *Gradient = 3,6*
  - *Absorption de 50% du gradient = 1,8*
  - *Tension  $N_2$  finale :  $0,8 + 1,8 = 2,6$*

c. Qu'est-ce qu'un compartiment directeur ? (0,5 p)

*Le compartiment directeur est le compartiment qui impose à la remontée le palier le plus profond.*

d. Dans notre exemple, quelle serait le compartiment directeur ? (1 p)

*Pour un compartiment  $C_x$  : pression absolue du premier palier = Tension  $N_2$  / SC*

*$P_{abs} C20 = 3.5 / 2.04 = 1.72$  bars soit 7.2 m*

*$P_{abs} C40 = 2.6 / 1.68 = 1.55$  bars soit 5.5 m*

*Le compartiment C20 est le compartiment directeur car c'est lui qui impose l'arrêt le plus profond : 7,2 m.*

e. Dans les tables MN90, quelle serait la profondeur du premier palier ? (0,5 p)

*Le palier existant dans tables MN90 ayant une profondeur égale ou supérieure au palier le plus profond calculé, soit le palier à 9 m.*



Nom, Prénom du Candidat :

---

## UTILISATION DES TABLES FEDERALES - CORRECTION 3'

(Durée 3 minutes) (2 points)

---

Joignez vos éventuels croquis et / ou tableaux, afin que le jury puisse suivre votre raisonnement.

---

QUESTION N° 1 :

(2 POINTS)

Plongée à une profondeur de 60 mètres durant 15 minutes.

Au bout de 4 minutes de palier, Vos bouteilles sont vides.

- f. Conduite à tenir ?
- g. Durée passée aux Paliers ?

<u>Paramètres</u>	<u>Résultats</u>
Conduite à tenir	<i>Faire surface et demander au bateau de passer la bouteille de sécurité</i> <i>S'immerger de nouveau en moins de 3 minutes</i> <i>Replonger au palier interrompu et le refaire entièrement.</i>
Palier(s) (profondeur et durée)	<i>Prévu : 2 minutes à 6 m + 9 minutes à 3 m</i> <i>Réalisé : 2 minutes à 6 m + 2 minutes avant interruption + 9 minutes à 3 m</i>

---

Examen de Plongeur Niveau 4 Capacitaire - 2010



Nom, Prénom du Candidat :

## UTILISATION DES TABLES FEDERALES - CORRECTION

(Durée 45 minutes) (Coefficient 3)

Joignez vos éventuels croquis et / ou tableaux, afin que le jury puisse suivre votre raisonnement.

### QUESTION N° 1 : PROCEDURE (4 POINTS)

Vous plongez avec votre palanquée à une profondeur de 33 mètres à 9h30. Vous quittez le fond à 9h40 et vous arrivez à 10 mètres à 9h58. Quelle est l'heure de sortie après les paliers réglementaires ? Indiquez le GPS.

h. Paramètres de la première plongée. (3 p)

<u>Paramètres</u>	<u>Résultats</u>
Type de procédure	Remontée lente
Profondeur de la plongée	33 mètres
Durée de la plongée	28 minutes
Paliers	1 minute à 6 mètres 20 minutes à 3 mètres
Durée de la remontée	2 minutes (tableau IV - 10 m à 6 m)
Heure de Surface	09h58 + 1' + 20' + 2' = 10h21
Groupe de plongée successive	J

### QUESTION N° 2 : PLONGEE SUCCESSIVE (5 POINTS)

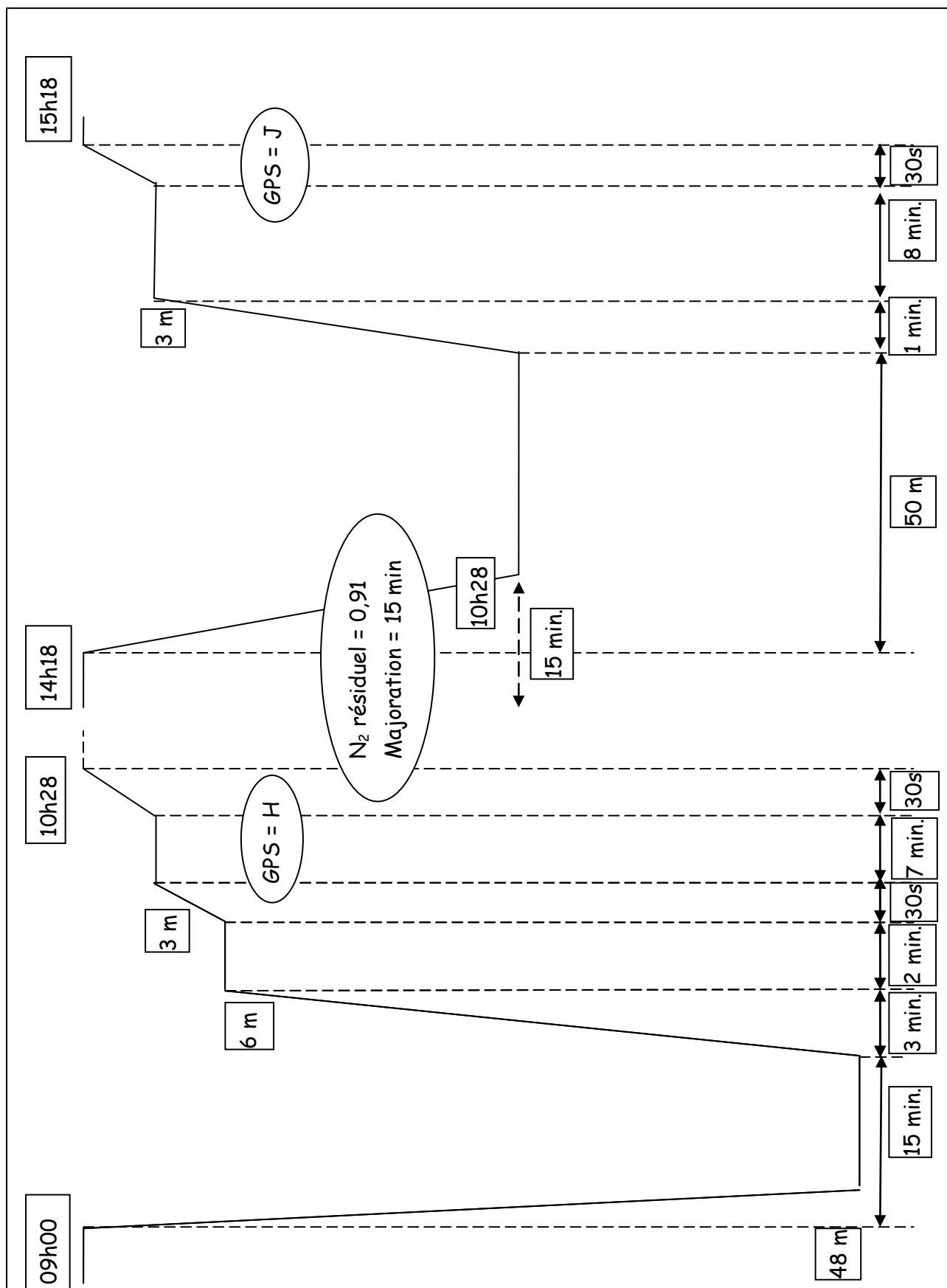
Pour répondre à cette question, aidez vous avec un schéma complet.

i. Une équipe s'immerge à 10h00 pour une plongée de 15 minutes à 48m. Donnez la durée des différentes phases de remontée, les paliers, l'heure de sortie et le GPS. (2 p)

j. La même équipe s'immerge 3h50 après la sortie de la 1<sup>ère</sup> plongée et descend pendant 50 minutes à 18m. Donnez le taux d'azote résiduel, la majoration, la durée des différentes phases de remontée et les paliers et l'heure de sortie et le GPS. (3 p)



Nom, Prénom du Candidat :



Examen de Plongeur Niveau 4 Capacitaire - 2010



Nom, Prénom du Candidat : \_\_\_\_\_

**QUESTION N° 3 : PLANIFICATION DE PLONGEE (2 POINTS)**

Vous avez fait surface à 10h35 avec un GPS = H. Vous redescendez à 13h35 à une profondeur de 32 mètres. Quelle est la durée maximale de plongée si vous voulez limiter vos paliers à 15 minutes ? (2 p)

Durée maximale	20 minutes
Palier(s)	14 minutes à 3 mètres

**QUESTION N° 4 : PLONGEE AU NITROX (4 POINTS)**

Pour réaliser des plongées Nitrox, vous appliquez les valeurs indiquées par les tables fédérales :

- ★ *Composition de l'air : 21% d'oxygène (O<sub>2</sub>) / 79% d'azote (N<sub>2</sub>)*
- ★ *Pp O<sub>2</sub> maximale : 1,6 bar*

Quel est le Nitrox le plus intéressant pour réaliser une plongée à 30 m ? (1 p)

*$Pp\ Gaz = P\ absolue * \% \text{ gaz} \Rightarrow \% \text{ gaz} = Pp\ Gaz / P\ absolue$*

*Pression absolue à 30 mètres : 4 bar*

*Pression partielle O<sub>2</sub> : 1,6 bar*

*$\% = O_2 = 1,6 / 4 = 0,4 \Rightarrow 40 \%$*

*Nitrox à utiliser : Nitrox 40 (40 / 60)*

Déterminez la profondeur équivalente. (1 p)

*$PE = (30 + 10) * 0,6 / 0,79 - 10$*

*$PE = 40 * 0,76 - 10$*

*$PE = 30 - 10 = 20 \text{ mètres}$*

En vous immergeant à 08h30 pour cette plongée de 30m avec le Nitrox calculé, donnez l'heure de sortie sans réaliser des paliers. (1 p)

<i><u>Paramètres</u></i>	<i><u>Résultats</u></i>
<i>Heure de sortie</i>	<i>Plongée de 40minutes maxi 2 minutes de remontée (prof réelle de 30m) Sortie : 09h12</i>
<i>GPS</i>	<i>H</i>



Nom, Prénom du Candidat :

---

QUESTION N°5 : PALIERS A L'OXYGENE

(3 POINTS)

Votre palanquée s'immerge pour une plongée à 55 m de profondeur maximale. La durée de la plongée est de 19 minutes. Afin de réduire la durée des paliers, la palanquée utilise de l'oxygène pur. Déterminer la durée de chaque palier réalisé et la valeur du GPS. (2 p)

<u>Paramètres</u>	<u>Résultats</u>
<i>Paliers à l'oxygène</i>	<i>1 minute à 9 mètres <u>à l'air car oxygène non possible</u> <math>6 * 2 / 3 = 4 \Rightarrow 5</math> minutes à 6 mètres à l'oxygène (minimum de 5 minutes de palier à l'oxygène si palier air &gt; 5') <math>27 * 2 / 3 = 18</math> minutes à 3 mètres à l'oxygène</i>
<i>GPS</i>	<i>M</i>



Nom, Prénom du Candidat :

---

## ACCIDENTS DE PLONGEE - CORRECTION

(durée 45 minutes) (coefficient 3)

QUESTION N° 1 : PLONGEE DANS L'ESPACE LOINTAIN : (5 POINTS)

En tant que Guide de Palanquée, vous encadrez une palanquée constitué de plongeurs N2 pour une plongée d'exploration dans l'espace lointain. Au bout de quelques minutes d'exploration, vous vous apercevez qu'un des plongeurs reste en retrait, les yeux rivés sur ses instruments.

k. Quel phénomène suspectez-vous ? (0,5 pt)

*Narcose ou ivresse des profondeurs.*

l. Quel es la cause de ce phénomène ? (0,5 pt)

*Une intoxication à l'azote.*

m. Quels facteurs peuvent favoriser la survenu de ce phénomène ? (1,5 pts)

- ★ *non accoutumance à la profondeur*
- ★ *fatigue physique ou psychologique*
- ★ *descente rapide, descente tête en bas avec et retournement rapide au fond*
- ★ *stress ou angoisse induits par un environnement sombre, le froid, un effort*
- ★ *absence de points de repère fixes*
- ★ *consommation d'alcool ou de drogues avant la plongée*

n. En tant que Guide de Palanquée, que faites-vous pour prévenir ce phénomène ? (1,5 pts)

*Faire accéder les plongeurs progressivement à la profondeur (ne pas les amener à 40 m, s'ils n'ont pas d'expérience à 30-35 mètres)*

*Ne pas descendre de la surface à 40m, vérifier le comportement des plongeurs dès 30m*

*Éviter les descentes rapides, faire réaliser des descentes tête en haut*

*Éviter les descentes en pleine eau, veiller à ce qu'il y ait des repères (tombant, bout, ...)*

o. Quelle est la conduite à tenir face à cet accident ? (1 pt)

- ★ *Assister le plongeur concerné, le rassurer par la présence du Guide de Palanquée*
- ★ *Faire remonter la palanquée de quelques mètres jusqu'à ce que le phénomène cesse (en respectant la procédure de remontée)*
- ★ *Si nécessaire, arrêter la plongée*
- ★ *Dans tous les cas, continuer la surveillance de l'accidenté*



Nom, Prénom du Candidat : \_\_\_\_\_

QUESTION N° 2 : ACCIDENT DE DECOMPRESSION

(8 POINTS)

Décrivez les symptômes des différents types d'accidents de décompression.

(3 p)

*Accidents cutanés :*

- ★ *Puces ou moutons, démangeaisons sous la peau*

*Accidents ostéo-artro-musculaire :*

- ★ *Douleurs aiguës et localisées au niveau des articulations qui ne sont pas calmées par les antalgiques*

*Accidents médullaires :*

- ★ *Fourmillements dans les membres inférieurs*
- ★ *Douleurs vives « en coup de poignard » dans le dos*
- ★ *Troubles moteurs / paralysie des membres inférieurs*
- ★ *Difficulté ou incapacité d'uriner*

*Accidents cérébraux :*

- ★ *Fatigue générale, frissons*
- ★ *Perte d'équilibre, perte de conscience, évanouissement*
- ★ *Troubles moteurs / paralysies des membres*
- ★ *Troubles sensorielles (vue, parole)*

*Accidents vestibulaires :*

- ★ *Vertiges intenses, rotatoires*
- ★ *Nausées et vomissements*
- ★ *Acouphènes, baisse ou perte de l'audition*

*Accidents respiratoires / cardiaques :*

- ★ *Douleurs au niveau du thorax, sensation de thorax comme pris dans un étau*
- ★ *Détresse ventilatoire*
- ★ *Fourmillement dans le bras gauche*

p. Quel est la conduite à tenir en cas d'accident de décompression ?

(2 p)

- ★ *Réaliser un bilan*
- ★ *Mettre sous O<sub>2</sub> à 15l / min, ne jamais l'interrompre le traitement jusqu'à arrivée des secours*
- ★ *Si la personne est consciente et ne présente pas de nausées, donner de l'eau et proposer de l'aspirine (au maximum 500 mg, si la victime n'est pas allergique)*
- ★ *Prévenir les secours*
- ★ *Préparer la fiche d'évacuation et surveiller le reste de la palanquée*



Nom, Prénom du Candidat :

---

- q. Quels sont les moyens de prévention que vous mettez en place quand vous encadrez des plongeurs N2 dans l'espace lointain (avant, pendant et après la plongée) ? (3 p)

*Avant la plongée :*

- ★ *Choisir des conditions de plongée en adéquation avec l'état physique des plongeurs*
- ★ *Inciter les plongeurs à bien s'hydrater*
- ★ *Vérifier le lestage des plongeurs*

*Pendant la plongée :*

- ★ *Éviter les efforts au fond (courant, stabilisation des plongeurs)*
- ★ *Surveiller la profondeur de plongée (pas de plongeurs en-dessous du GP)*
- ★ *Éviter des décompressions lourdes (limiter la durée des paliers)*
- ★ *Réduire le temps de plongée en cas d'eau froide*
- ★ *Surveiller fréquemment la consommation en air des plongeurs*
- ★ *Proscrire les remontées yoyo et les profils inversés*
- ★ *Privilégier la remontée le long du mouillage ou d'un tombant (contrôle de la vitesse)*

*A la remontée / au palier*

- ★ *Prendre en compte toutes les procédures de décompression en cas de cohabitation*
- ★ *Respecter la vitesse de remontée*
- ★ *Respecter les paliers, veiller à la stabilisation des plongeurs*
- ★ *Pas de manœuvre de Valsalva ni de gonflage de stab à la bouche*

*Après la plongée :*

- ★ *Pas d'efforts après la plongée (efforts en remontant au bateau, manutention de blocs, gonflage stab à la bouche pour la faire sécher...)*
- ★ *Inciter les plongeurs à bien s'hydrater*
- ★ *Rappeler aux plongeurs de ne pas faire d'apnée*



Nom, Prénom du Candidat :

---

QUESTION N° 3 : DESHYDRATATION

(3 POINTS)

Quels sont les facteurs qui peuvent entraîner la survenue d'une déshydratation en plongée (avant, pendant la plongée) ?

(2 p)

*Avant la plongée :*

- ★ *Prise de boissons diurétiques (alcool, thé, café, ...)*
- ★ *Hydratation insuffisante en eau*
- ★ *Exposition au soleil et/ou à la chaleur*
- ★ *Transpiration dans une combinaison mise trop tôt*

*Pendant la plongée :*

- ★ *Inspiration d'air très sec (asséché par la compression)*
- ★ *Diurèse d'immersion (mise en apesanteur, pression hydrostatique)*
- ★ *Diurèse provoquée par le froid*

r. Pour quelle raison ne faut-il pas prendre ce problème à la légère en plongée ? Explicitez votre réponse.

(1 p)

*Il s'agit d'un facteur favorisant de l'ADD.*

*La déshydratation a pour effet de concentrer, rendre plus épais le sang. La circulation s'en trouve modifiée. L'élimination de l'azote est diminuée.*

QUESTION N° 4 : L'OREILLE

(4 POINTS)

Listez les accidents pouvant survenir au niveau de l'oreille et décrivez pour chacun succinctement son mécanisme et ses symptômes.

(2,5 p)

*Mal de mer :*

- ★ *Les mouvements du bateau et de la mer font que les informations fournies au cerveau par les différents capteurs sensoriels (oreille, yeux, proprioceptives) ne sont pas cohérentes. Le cerveau n'en sait pas faire une interprétation claire.*
- ★ *Impression de malaise, vertige, salivation, transpiration, nausées, vomissements*

*Vertige alterno barique :*

- ★ *En cas d'équilibrage de la pression différent entre les deux oreilles, le cerveau reçoit des informations contradictoires sur la position et l'équilibre du corps et ne sait pas les interpréter.*
- ★ *Sensation de vertige, difficulté à distinguer le haut du bas et à rester stable*

*Accident de décompression :*

- ★ *A la remontée, l'évacuation de l'azote dissout dans le corps se fait mal (les vaisseaux de l'oreille sont de faible diamètre et en cul-de-sac). Une bulle reste coincée dans l'oreille et perturbe son fonctionnement.*
- ★ *Vertiges intenses, rotatoires, nausée, vomissement, acouphènes, baisse d'audition*



Nom, Prénom du Candidat :

---

*Accident barotraumatique de l'oreille moyenne :*

- ★ *Les variations de pression à la descente (ou à la remontée) nécessitent d'équilibrer la pression au niveau de l'oreille moyenne. Si l'équilibre est insuffisant, il y a un risque de blessure du tympan.*
- ★ *Otalgie d'intensité variable, sensation "d'oreille bouchée, acouphènes*

*Accident barotraumatique de l'oreille interne :*

- ★ *Les variations de pression à la descente (ou à la remontée) nécessitent d'équilibrer la pression au niveau de l'oreille moyenne. En cas d'équilibre trop brutal, un coup de piston de l'étrier dans la fenêtre ovale ou un coup de pression au niveau de la fenêtre ronde peut provoquer un barotraumatisme de l'oreille interne.*
- ★ *Otalgie, hypoacousie, acouphènes d'intensité variable, surdité, parfois vertiges.*

s. Qu'est-ce que vous en concluez en tant que Guide de Palanquée ? (1,5 p)

*Les symptômes de ces accidents se ressemblent. Sans être médecin, il n'est pas toujours possible de se prononcer sur un diagnostic en se basant uniquement sur les symptômes. Parfois d'autres éléments peuvent aider à (moment de la survenu, histoire personnelle du plongeur).*

*Au moindre doute, il faut donc organiser une évacuation vers un centre spécialisé.*

Nom, Prénom du Candidat : \_\_\_\_\_

## PHYSIOLOGIE - CORRECTION

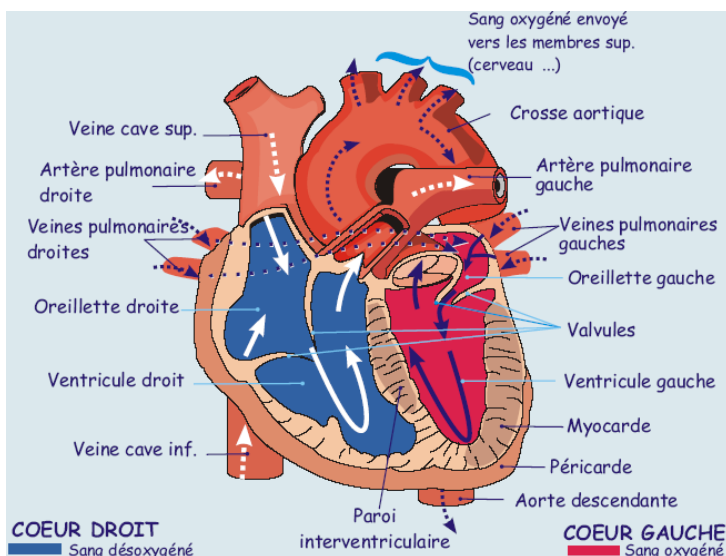
(Durée 45 minutes) (coefficient 2)

**QUESTION N° 1 : LE CŒUR**

**(6 POINTS)**

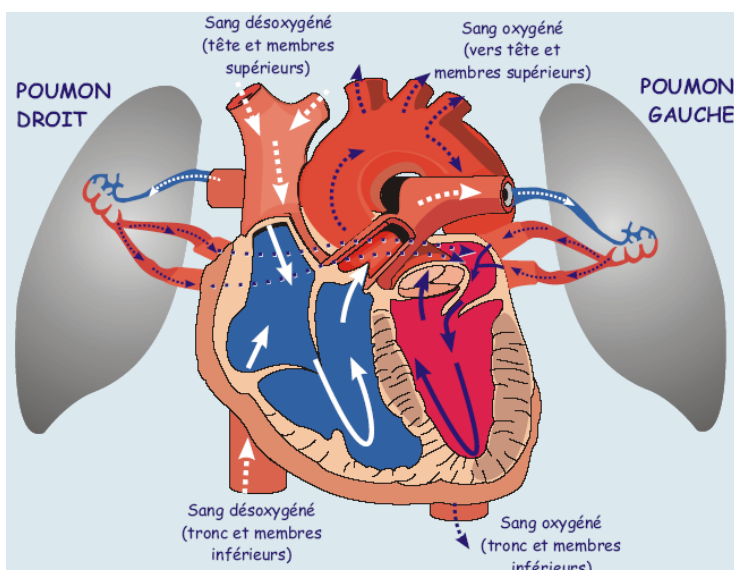
t. Annotez le schéma du cœur ci-dessous.

(3 points)



u. Expliquez le fonctionnement du cœur.

(3 points)





Nom, Prénom du Candidat : \_\_\_\_\_

QUESTION N° 2 : VENTILATION

(5 POINTS)

Le système ventilatoire est le siège d'importants phénomènes.

- v. Expliquez, avec un schéma, si besoin, les différentes phases de la ventilation (2 points)

*La ventilation comporte 2 phases principales successives :*

- ★ *Inspiration (1 point) : permettant à l'air de pénétrer dans les poumons et après passage dans la circulation sanguine, effectue l'alimentation en oxygène des cellules. Augmentation du volume de la cage thoracique en augmentant ses dimensions (verticale, transversales, antéro-postérieure) grâce aux muscles inspireurs. L'inspiration est un phénomène actif.*
- ★ *Expiration (1 point) : permettant d'éliminer le  $CO_2$ . Travail réalisé principalement par le diaphragme et grâce à l'élasticité du tissu pulmonaire. Lors de l'expiration forcée des muscles complémentaires permettent d'expulser l'air. L'expiration est un phénomène passif.*

*Compléments :*

- ★ *Le rythme respiratoire (repos) est de 12 à 16 cycles par minute.*
  - ★ *L'amplitude varie en fonction de l'effort réalisé.*
  - ★ *Temps d'apnée : un temps réduit d'apnée existe entre expiration / inspiration et entre inspiration / expiration. Entre inspiration / expiration ce temps est légèrement plus important. En plongée on observe la présence d'un temps d'apnée entre l'inspiration et l'expiration parfois important chez certains plongeurs.*
- w. Expliquez la constitution de l'air (différents gaz) à l'inspiration, au niveau des alvéoles et à l'expiration. (3 points)

*Inspiration\* :*

- ★  *$O_2 = 20,93\%$  ( $O_2 = 152 \text{ mmHg}$ ) => valeur acceptable :  $O_2 = 21\%$*
- ★  *$CO_2 = 0,03\%$  ( $CO_2 = 0,2 \text{ mmHg}$ ) => valeur acceptable :  $CO_2 = 0,03\%$*
- ★  *$N_2 = 79,04\%$  ( $N_2 = 607 \text{ mmHg}$ ) => valeur acceptable :  $N_2 = 79\%$*

*Alvéolaire\* :*

- ★  *$O_2 = 14\%$  ( $O_2^2 = 106,4 \text{ mmHg}$ ) => valeur acceptable :  $O_2 = 14\%$*
- ★  *$CO_2 = 5,6\%$  ( $CO_2^2 = 42,56 \text{ mmHg}$ ) => valeur acceptable :  $CO_2 = 5 \text{ à } 6\%$*
- ★  *$N_2 = 80,4\%$  ( $N_2 = 611 \text{ mmHg}$ ) => valeur acceptable :  $N_2 = 80\%$*

*Expiration\* :*

- ★  *$O_2 = 16\%$  ( $O_2 = 121,6 \text{ mmHg}$ ) => valeur acceptable :  $O_2 = 16\%$*
- ★  *$CO_2 = 4,3\%$  ( $CO_2 = 32,7 \text{ mmHg}$ ) => valeur acceptable :  $CO_2 = 4\% \text{ à } 5\%$*
- ★  *$N_2 = 79,7\%$  ( $N_2 = 605,7 \text{ mmHg}$ ) => valeur acceptable :  $N_2 = 80\%$*

*\* Nota : valeur en STPD*

Examen de Plongeur Niveau 4 Capacitaire - 2010

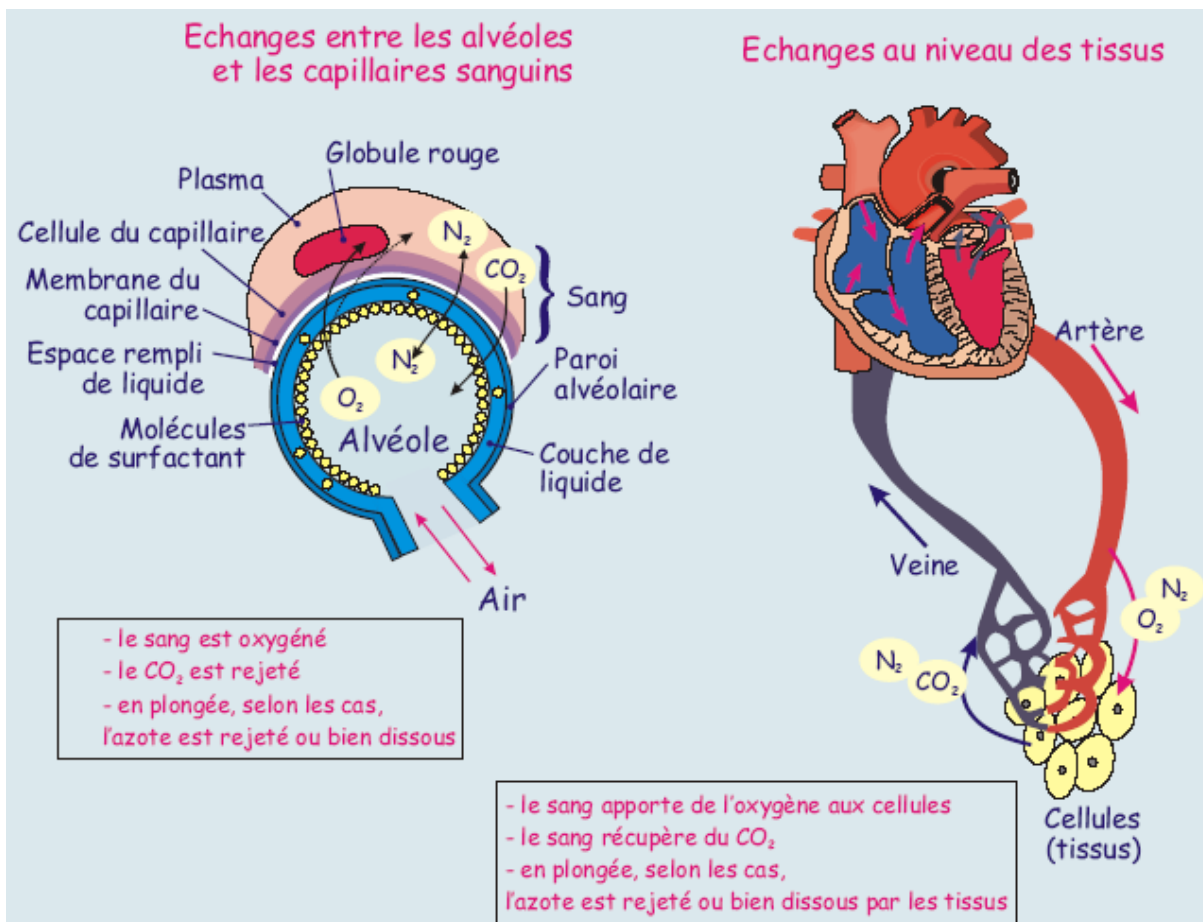
Nom, Prénom du Candidat : \_\_\_\_\_

**QUESTION N° 3 : ÉCHANGES GAZEUX**

**(4 POINTS)**

x. Expliquez le mécanisme des échanges gazeux au niveau des alvéoles pulmonaires et au niveau tissulaire ?

**Remarque** : la réalisation d'un schéma est souhaitable pour faciliter la compréhension des explications données.





Nom, Prénom du Candidat :

---

QUESTION N° 4 : VALSALVA

(5 POINTS)

- y. Quelles sont les conséquences physiologiques chez un plongeur d'une manœuvre de Valsalva pratiquée lors de la remontée ? (2 points)

*Il y a dilatation de l'air contenu dans l'oreille moyenne à la remontée. La manœuvre de Valsalva qui consiste à insuffler de l'air dans cette oreille moyenne aggrave le phénomène et empêche l'air de s'échapper par la trompe d'Eustache.*

- z. Quels en sont les risques pour les plongeurs dont vous avez la responsabilité ? (3 points)

*Surpression Pulmonaire : La manœuvre de Valsalva se fait en apnée et en augmentant la pression intra-thoracique, ce qui aggrave le risque de surpression pulmonaire à la remontée ou lors de la réalisation de palier ou le plongeur n'est pas nécessairement très bien stabilisé (maîtrise du N1 et N2).*

*ADD : Le blocage momentané de la ventilation associé à l'augmentation de pression intra-thoracique empêche les microbulles d'azote d'être évacuées par le filtre pulmonaire ce qui majore le risque d'ADD.*

*Foramen : En cas de persistance d'un « foramen ovale perméable », la manœuvre de Valsalva favorise son ouverture et le passage direct de sang chargé de bulles de la petite vers la grande circulation (cœur droit vers gauche sans filtration).*



Nom, Prénom du Candidat :

---

## REGLEMENTATION - CORRECTION

(Durée 45 minutes) (coefficient 2)

### QUESTION N° 1 : CADRE DE LA PRATIQUE (6 POINTS)

---

- aa. Quel est le nom du document qui intègre, entres autres, les arrêtés relatifs à la pratique de la plongée en France et à quelle date a-t-il été adopté ? (0,5p)

*Le Code du Sport adopté le 28 février 2008.*

Selon ce document :

- bb. Qui peut-être Directeur de Plongée en milieu naturel ? (0,5 p)

*Le directeur de plongée en milieu naturel est titulaire au minimum du niveau 3 d'encadrement ou du niveau 5 de plongeur uniquement en cas d'exploration.*

- cc. Quels sont le rôle et les responsabilités du Guide de Palanquée ? (3 p)

*Le guide de palanquée dirige la palanquée en immersion. Il est responsable du déroulement de la plongée et s'assure que les caractéristiques de celle-ci sont adaptées aux circonstances et aux compétences des participants.*

- dd. Quelles sont les prérogatives exactes du plongeur N4 ? (2 p)

*Plongée en autonomie en palanquée de 2 ou 3 plongeurs N3 minimum jusqu'à 60m  
Réaliser des baptêmes en piscine (avec autorisation du DP)  
Encadrer en exploration 1 à 4 débutants dans l'espace proche  
Encadrer en exploration 1 à 4 débutants en fin de formation dans l'espace médian  
Encadrer en exploration 1 à 4 niveaux 1 dans l'espace médian  
Encadrer en exploration 1 à 4 niveaux 2 dans l'espace lointain*

### QUESTION N° 2 : OBLIGATION & RESPONSABILITE (6 POINTS)

---

En tant que guide de palanquée, votre responsabilité peut être engagée.

- ee. Nommer les types de responsabilités engagées ? (0,5 p)

*Responsabilités civiles et pénales*

- ff. Donner pour chacune un exemple concret appliqué à un Guide de Palanquée ? (2 p)

---

Examen de Plongeur Niveau 4 Capacitaire - 2010



fédération française d'études et de sports sous-marins  
COMITE DEPARTEMENTAL DES YVELINES  
COMMISSION TECHNIQUE



Nom, Prénom du Candidat :

---

*Responsabilité civile :*

*La notation portera sur la pertinence de l'exemple donné.*

*Responsabilité pénale :*

*La notation portera sur la pertinence de l'exemple donné.*

gg. Donner pour chacune les possibles conséquences juridiques? (1 p)

*Responsabilité civile : paiement de dommages et intérêts*

*Responsabilité pénale : amende, emprisonnement*

hh. Quelle responsabilité peut être assurée ? (0,5 p)

*Responsabilité Civile*

ii. Ma licence FFESSM, me couvre t'elle pour mes propres dommages corporels et les éventuelles suites (argumenter votre réponse) ? (0,5 p)

*Non, il faut souscrire une assurance complémentaire (facultative)*

jj. Définir l'obligation de moyens et donnez un exemple dans la pratique du Guide de Palanquée : (1,5 p)

*C'est mettre tout en œuvre pour que la plongée se déroule au mieux en respectant les règles spécifiées par le cadre réglementaire.*

*Exemple : Disposer du matériel réglementaire, respecter les prérogatives et les consignes du DP, réduire profondeur et durée de la plongée en cas de conditions non adaptées, ...*

**QUESTION N° 3 : FEDERATION FFESSM (3 POINTS)**

---

kk. Quelle est la commission de la FFESSM qui intervient dans le cadre de votre formation Niveau IV ? (0,5 p)

*La commission Technique Régionale*

ll. De quelle façon intervient-elle dans votre formation Niveau IV ? (1 p)

*Contrôle de l'examen Niveau IV par un représentant de la CTR, dont le rôle est de s'assurer du bon déroulement (organisation, réglementation) et délivrance de votre brevet Niveau IV.*

---

Examen de Plongeur Niveau 4 Capacitaire - 2010



Nom, Prénom du Candidat :

---

mm. Quels sont les autres champs d'activité de cette commission ? (1,5 p)

*Initiateur : Contrôle de l'examen par un représentant de la CTR*

*MF1 : Organisation des stages initiaux, finaux et examens*

*TIV : délivrance attestations, envoi macarons*

*Tous niveaux d'encadrants (N4, E1, E2, E3) : Délivrance des brevets*

*Rôle global : émet des recommandations sur tout ce qui relève de la pratique, de l'enseignement, des brevets, des qualifications, de la réglementation et du développement de la plongée autonome en scaphandre, ainsi que sur le matériel mis en œuvre.*

QUESTION N° 4 : DIPLOMES (2 POINTS)

nn. En tant que niveau IV, quelles sont vos perspectives de formation dans le domaine de la plongée, y compris si vous souhaitez en faire votre métier ? Que permettent-elles ?

*FFESSM :*

★ *P5 : DP en milieu naturel en cas d'exploration*

★ *Initiateur (E2) : formation des plongeurs N1 et N2 (principalement)*

★ *MF1 : formation de tout niveau de plongeur*

*État :*

★ *BEES1 : formation de tout niveau de plongeur en étant rémunéré*

QUESTION N° 5 : ESPACES D'EVOLUTION (3 POINTS)

oo. Dans quelles conditions, l'espace d'évolution de l'espace médian peut être étendu de 5 mètres ? (1 p)

*Ce dépassement est accessible à la condition que le DP l'est autorisé si et seulement si les conditions matérielles et techniques sont favorables.*

pp. Qu'est-ce que cela implique pour vous en tant que Guide de Palanquée. (2 p)

*Pas de dépassement sans autorisation du DP.*

*Même avec autorisation, je ne descends pas à cette profondeur étendue, si je constate que le niveau réel des plongeurs que j'amène n'est pas suffisant ou si les conditions au fond sont dangereuses (courant, absence de visibilité, ...)*

---

Examen de Plongeur Niveau 4 Capacitaire - 2010