**Question 1 : 8 points**

Aujourd’hui le record du monde d’apnée en « no limit » est détenu par l'autrichien Herbert Nitsch depuis le [14](http://fr.wikipedia.org/wiki/14_juin) [juin](http://fr.wikipedia.org/wiki/Juin_2007) [2007](http://fr.wikipedia.org/wiki/2007) avec -214 m réalisé sur l'île de [Spetses](http://fr.wikipedia.org/wiki/Spetses) en [Grèce](http://fr.wikipedia.org/wiki/Gr%C3%A8ce), et par la française Audrey Mestre depuis le 4 octobre 2002 avec -166 m réalisé au large de la plage de [Bayahibe](http://fr.wikipedia.org/wiki/Bayahibe) en République Dominicaine.

Dans le passé, on pensait qu’au-delà de 30 mètres, les poumons de l’apnéiste imploseraient.

En fait, entre 30 et 40 mètres, les poumons atteignent un volume de 1,5 litre (le volume résiduel (Vr)) contre 6 ou 7 litres en surface. Or, la cage thoracique ne peut pas se comprimer de façon illimitée. Il en résulte une dépression relative à l'intérieur de la cage thoracique. Cette dépression tend à être comblée par l’afflux de sang provenant des organes périphériques. Ce phénomène appelé bloodshift (ou érection pulmonaire) permet d’augmenter la résistance de la cage thoracique à la pression extérieure et évite les déchirements des muscles ou des tissus. Le risque majeur de la progression en profondeur lié à ces conditions physiologiques particulières est l'œdème aigu du poumon (OAP).

On considèrera, pour cet exercice qu’il n’y a pas de changement de température, ni de variation dans la quantité de matière, que la pression atmosphérique est de 1bar et que la masse volumique de l’eau de Méditerranée de 1.027

Avant d’effectuer son apnée, notre plongeur inspire profondément. La quantité d’air contenue dans ses poumons occupe un volume de 7 litres.

1 - Après avoir rappelé les différents volumes pulmonaires, répondez aux questions suivantes : *(1pt)*

2 - Sous quelle pression P1 la quantité d’air contenu dans les poumons sera-t-elle réduite au volume résiduel (Vr ) ? *(2 pts : 1pt pour la formule, 1pt pour le résultat)*

3 - A quelle profondeur Y1 cet apnéiste est-il soumis à la pression P1 ? *(2 pts : 1pt pour la formule, 1pt pour le résultat. Tenir compte du résultat de pression P1 de la question 2 pour le calcul)*

4 - Quel volume occuperait l’air contenu dans les poumons à la profondeur record détenu par Herbert Nitsch ? *(2 pts : 0,5 pt pour la formule du calcul de la pression à 214m, 0,5 pt pour le résultat de la pression, 0,5 pt pour la formule Boyle Mariotte, 0,5 pt pour le résultat)*

Pour répondre aux questions 2, 3, 4 vous nous citerez dans un premier temps la loi physique qui s’applique avant, dans un second temps, d’effectuer vos calculs. *(1 pt pour le respect de la démarche)*

**La correction :**

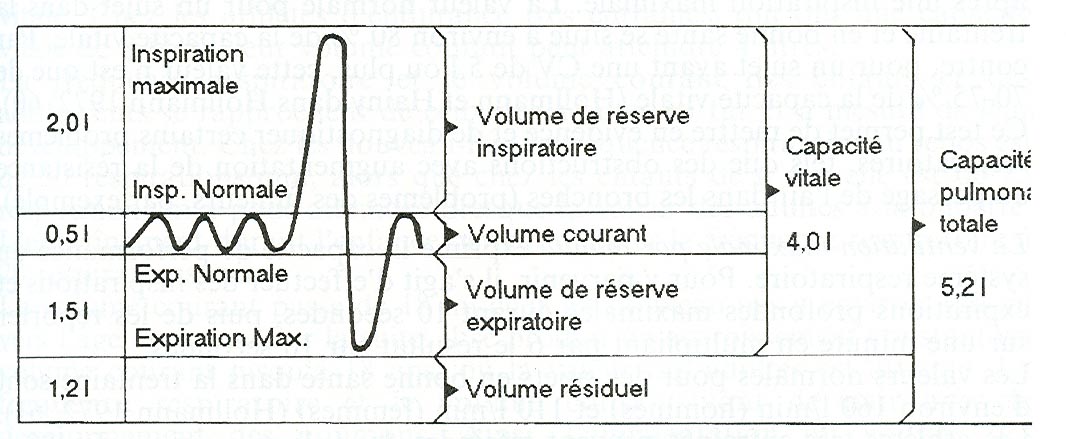
*1 – Schéma des différents volumes pulmonaires (3 pts : 0,5 pt par volume et 0.5 pt par capacité)*

6.0 l

4,5 l

2,5 l

1,5 l



Remarque aux correcteurs : les valeurs annoncées par les candidats peuvent être légèrement différentes. Le correcteur s’attachera à vérifier qu’elles sont comprises dans une fourchette correcte

*2 - La pression P1 :*

*Rappel de la loi Boyle Mariotte P.V = Cste*

*Donc : P1V1=P2V2 ⬄ Patm. Vt  = P2. Vr  = cste (1pt pour la formule)*

**

***P2 = 7/1,5*** ***= 4.66 bar***  *(1pt pour le résultat)*

*3 – La profondeur Y1 :*

*(1pt pour la formule)*



*Prel =* ***3.564*** *soit* ***35,64*** *m (1pt pour le résultat)*

*4 – Le volume occupé par la quantité d’air à -214 mètres pour une eau de densité 1.027:*

*Valeur de la pression absolue :*

*Pabs = Patm + (Prel x Dliq) (0,5pt pour la formule)*

*Pabs = 1 + 21.4 x 1.027*

***Pabs = 22.98 b*** *(0,5 pt pour le résultat)*

*En surface on retrouve : Patm = 1,0 et Vt = 7,0 L*

*A -214 mètres on retrouve : P2 =  22.98 et V2 = ? L*

*La loi de Boyle-Mariotte permet d’écrire :*

*Patm . Vt = P2 . V2 = cste (0,5 pt pour la formule)*

**

**

***V2 = 0,305 L*** *(0,5 pt pour le résultat)*

# Question 2 : "Activité de Directeur de Plongée" (6 points)

Dans le cadre d’un examen M.F. 1°, vous organisez une sortie bateau pour 8 candidats, destinée à valider l’épreuve de pédagogie pratique.

Un candidat (N° 1**)** a « tiré » un sujet nécessitant un fond de 40 m.

Trois d’entre eux (N° 2, 3 et 4) ont « tiré » un sujet nécessitant un fond de 20 m maximum

Quatre d’entre eux (N° 5, 6, 7 et 8) ont « tiré » un sujet nécessitant un fond de 5 m maximum

Vous disposez d’un bateau pour 25 plongeurs (plus une annexe rapide pour 6 plongeurs) et d’un pilote (non moniteur). Vous êtes le seul à bien connaître le lieu de la plongée (avec le pilote).

Choisissez le lieu de votre mouillage à partir du lieu proposé ci-dessous. Justifiez votre réponse

Vous êtes 8 moniteurs M.F. 2° à bord (avec vous et l’IN responsable de l’examen). A titre d’exercice, l’I.N vous propose de lui soumettre un plan d’organisation des palanquées et de lui décrire les consignes que vous donneriez aux différents jurys.

**La correction :**

Choix du mouillage du bateau principal :

**Bateau principal**

**5 m.**

**10 m.**

**15 m.**

**20 m.**

**25 m.**

**30 m.**

**35 m.**

**40 m.**

Zone de largage pour le candidat à 40 m.

Sécu surface à partir de l’annexe.

Le candidat devra situer son mouillage de telle sorte que le bateau principal soit à l’abri de l’ilot (courant) et qu’il y est la zone de travail des 5 m à l’ancre et sous le bateau la zone des 20 m.

Un candidat (N° 1) a « tiré » un sujet nécessitant un fond de 40 m

Trois d’entre eux (N° 2, 3 et 4) ont « tiré » un sujet nécessitant un fond de 20 m maximum

Quatre d’entre eux (N° 5, 6, 7 et 8) ont « tiré » un sujet nécessitant un fond de 5 m maximum

Exemple de planning :

8 moniteurs = 4 jurys.

Jury 1 : candidat 1 et 5, Jury 2 : candidat 2 et 6,

Jury 3 : candidat 3 et 7, Jury 4 : candidat 4 et 8

Nota: Le candidat n° 1 prépare sur le bateau principal.

**Sujet à 40 m Sujets à 20 m Sujets à 5 m**

Temps

**Candidat n°5**

Préparation Passage à l’eau

30 min 30 min

**Candidat n°1**

Préparation Passage à l’eau

30min 30 min

Sécu surface

Jury n° 1 :

**Candidat n°6**

Préparation Passage à l’eau

30 min 30 min

**Candidat n°2**

Préparation Passage à l’eau

30 min 30 min

Sécu surface

Jury n° 2 :

**Candidat n°3**

Préparation Passage à l’eau

30 min 30 min

**Candidat n°7**

Préparation Passage à l’eau

30 min 30 min

Sécu surface

Jury n° 3 :

**Candidat n°8**

Préparation Passage à l’eau

30 min 30 min

**Candidat n°4**

Préparation Passage à l’eau

30 min 30 min

Jury n° 4 :

Remarque au correcteurs : d’autres types d’organisation sont possibles, on veillera à ce que :

- que la répartition des candidats et des jurys soient équilibrés

- que les jurys et les candidats ne fassent pas de « profil inversés »

- qu’un jury au moins soit toujours en surface pour assurer la sécurité

Consignes à donner aux différents jurys :

Topographies de la zone de plongée, tenir compte de l’influence du courant, les consignes à respecter en cas de dérive de la palanquée.

Pour le Jury N° 1 avec le candidat N° 1, le suivi surface des bulles de la palanquée, si descente dans le bleu, anticiper le courant (0,1 nœud = 0,05 m/s.).

**Question 3 : Matériel de plongée (3 points)**

Les différentes règlementations applicables en plongée catégorisent les détendeurs de plongée et les masques de plongée dans les équipements de protection individuelle.

En vous appuyant sur l’objectif que l’on assigne à un équipement de protection individuel et sur la règlementation s’appliquant aux établissements d’activités physiques et sportives (code du sport) pour ces matériels :

* développez et argumentez les modalités d’entretien que vous mettriez en place (pour ces matériels) au sein de votre club en votre qualité de responsable technique.

**La correction :**

Les équipements de protection individuelle, pour la plongée subaquatique, ont vocation à assurer une protection adéquate contre les risques encourus. Ils doivent être compatibles entre eux. Le code du sport désigne le masque de plongée comme un article de protection des yeux et détermine dans son article A322-81 l’obligation de procéder à la désinfection des détendeurs « les tubas et les détendeurs mis à disposition des plongeurs par les établissements sont désinfectés avant chaque plongée en cas de changement s’utilisateurs ». **1 point**

Les modalités d’entretien proposées :

* dans un premier temps, nécessité de se conformer aux instructions de stockage, d’emploi, de nettoyage, d’entretien, de révision et de désinfection préconisée par le fabricant. Au minimum, les produits de nettoyage, d’entretien ou de désinfection préconisés par le fabricant n’ont dans le cadre de leur mode d’emploi aucun effet nocif sur les matériels définis en qualité d’EPI, ni sur les utilisateurs ;
* sur un plan strictement opérationnel :
  + la validation du bon état des masques peut-être assurée par une « inspection visuelle » et une assurance de la cohésion de ses différentes parties (étanchéité entre la vitre et la jupe de silicone…) ;
  + pour les détendeurs, il y a nécessité d’une vérification régulière (se conformer aux préconisations du fabricant et au minimum une fois par an) :
    - changement du kit joint
    - élaboration d’un PV de vérification ;
      * cette opération de maintenance doit être effectuée par un revendeur agréé ou par un technicien du club ayant été agréée par le fabricant des détendeurs concernés ;**2 points**

**Question 4 : Connaissance sur l’optique en milieu marin (3 points)**

Après avoir décrit les 4 phénomènes que la lumière subit dans l’eau, vous déterminerez pour deux d’entre eux des liens et/ou des conséquences pour un comportement adapté en plongée.

**La correction :**

1. La lumière dans l’eau subit un phénomène de diffusion (exemple : si l’eau est pleine de particules, la lumière se réfléchit sur toutes ces particules) **(0,5 pt)**;

Comportement adapté : plonger en eaux claires, calme. Ne pas remuer le fond.

1. L’absorption : il s’agit d’une perte progressive de lumière due au milieu. La lumière est absorbée et transformée en chaleur. L’absorption est inégale, les grandes longueurs d’onde disparaissent en premier (infrarouges, rouges, oranges, jaunes, verts, bleus, indigos, violets, UV) **(0,5 pt)**;

Comportement adapté : Utiliser une lampe et un éclairage additionnel pour les photographes

1. La réfraction : chaque milieu a son propre indice de réfraction. L’indice de l’eau est de 1,33 soit 4/3. Chaque rayon lumineux lorsqu’il frappe l’eau subit 2 phénomènes **(0,5 pt)** :
   1. Une partie du rayon est réfléchie ;
   2. Une partie du rayon est réfractée ;

Comportement adapté : plonger vers midi : lorsque le soleil est au Zénith, les rayons du soleil frappent perpendiculairement la surface et ne sont pas diffractés 🡪 la luminosité est plus grande.

1. La réflexion : toute la lumière ne traverse pas la surface de l’eau. Une partie est réfléchie **(0,5 pt)**;

Lorsque l’on passe d’un milieu à un autre, on constate une déviation du rayon lumineux en fonction de l’indice de réfraction. En plongée l’image se forme en arrière de la rétine, la vision est floue. Le masque (dioptre plan) permet de rétablir une vision nette mais modifiée, le rayon changeant d’indice de réfraction :

* L’image est grossie, taille imaginaire = taille réelle x 4/3 **(0,25pt)**
* L’image est rapprochée, distance apparente = distance réelle x ¾ **(0,25pt)**