

COMITE REGIONAL NORD – PAS DE CALAIS

Fédération française d'études et de sports sous-marins

FONDEE EN 1955 – MEMBRE FONDATEUR DE LA CONFEDERATION MONDIALE DES ACTIVITES SUBAQUATIQUES

COMITE REGIONAL NORD – PAS DE CALAIS

COMMISSION TECHNIQUE REGIONALE

Annales d'examens

Niveau IV

1998-2001

Sommaire :



LILLE , 2001

**énoncés
corrigés**

**page 2
page 10**

Fédération française d'études et de sports sous-marins

FONDEE EN 1955 – MEMBRE FONDATEUR DE LA CONFEDERATION MONDIALE DES ACTIVITES SUBAQUATIQUES



COMITE REGIONAL NORD – PAS DE CALAIS
COMMISSION TECHNIQUE REGIONALE



Examen Niveau 4, 2001 LILLE

Le mot du président :

Bonjour

Aujourd'hui il vous appartient de démontrer votre savoir. Bonne chance et bon courage.
Je remercie l'ensemble des cadres qui vous ont accompagnés et assurés la formation tous au long de cette année.
Que la 1^{er} session soit excellente et de qualité.

Bruno

TROISIEME GROUPE: THEORIE ET CONNAISSANCES GENERALES

12- Utilisation des tables MN 90	Coefficient 3
13- Symptômes, Prévention et traitements immédiats des accidents	Coefficient 3
14- Epreuve de physique appliquée à la plongée	Coefficient 1
15- Epreuve de physiologie appliquée à la plongée	Coefficient 2
16- Notions pratiques et théoriques sur le matériel	Coefficient 2
17- Notions de réglementation	Coefficient 2

Vous disposez de trois heures pour traiter l'ensemble des quatre épreuves écrites 12, 13, 14 et 15

L'épreuve 17, écrite, sera traitée en 30 minutes

L'épreuve 16 est orale

Rappels :

- Une C.T.R peut dissocier les épreuves de théorie et connaissances générales (groupe 3) des épreuves pratiques (groupes 1 et 2), à condition que le candidat participe à l'ensemble des épreuves théoriques et pratiques organisées par cette même C.T.R.

- Pour être reçu à l'examen, le candidat doit obtenir au minimum un total global de 320 points sans note éliminatoire (inférieure à 5/20) dans aucun des 3 groupes d'épreuves, épreuves toutes faites et avoir la moyenne dans les trois groupes d'épreuves :

groupe 1 plongée libre	: minimum 50 pts/100
groupe 2 scaphandre	: minimum 140 pts/280
groupe 3 théorie et connaissances générales	: minimum 130 pts/260

- Pour garder le bénéfice d'une partie de l'examen, le candidat doit avoir participé à l'ensemble des épreuves, sans abandon et obtenir un minimum de points calculé comme suit :

La partie pratique est acquise si le candidat a obtenu la moyenne dans chacun des groupes 1 (libre) et 2 (scaphandre), sans note éliminatoire, épreuves toutes faites et un minimum de 90 points en théorie, avec ou sans note éliminatoire dans ce groupe .

La partie théorique est acquise si le candidat a obtenu la moyenne dans ce groupe sans note éliminatoire et un minimum de 130 points en pratique avec ou sans note éliminatoire dans ce groupe.

TABLES :

durée estimée de l'épreuve : 45 minutes.

∞ Le problème suivant est noté sur 4 points :

- ♦ 1 point pour la 1^{ère} plongée,
- ♦ 3 points pour la seconde.
- ♦ N'oubliez pas de fournir un profil de plongée sur une feuille séparée permettant de suivre votre raisonnement.

*** Problème n° 1 :**

Première plongée :

Eric, un P4 nouvellement promu, décide d'emmener à 10h, Caroline et Stéphane, 2 plongeurs Niveau 2, dans l'espace lointain.

En discutant avec Caroline, celle-ci lui apprend qu'elle a effectué une plongée de nuit de 30 minutes à 15 m, et, qu'elle est sortie de l'eau à minuit dix.

Elle n'a pas plongé dans la journée qui précède la plongée de nuit.

En discutant avec Stéphane, celui-ci lui apprend qu'il n'a pas effectué de plongée depuis 24 h au moins.

Eric plonge finalement à 39 m pendant 15 mn.

Quels paliers vont-ils effectuer ?

Deuxième plongée :

Eric doit emmener, cette fois-ci, Natacha et Joël, 2 plongeurs Niveau 1, à 20 m pendant au moins 20 minutes sans avoir de palier.

Ils effectuent leur 1^{ère} plongée depuis 24 h.

Il dispose d'une réserve d'oxygène de 15 minutes qu'il va utiliser, en surface, entre les 2 plongées.

Quel est l'intervalle minimum ?

Quelle sera la durée maximum de la seconde plongée ?

L'utilisation de l'O₂ lui a-t-elle servi ?

∞ Pour les 4 problèmes suivants :

- ♦ Chaque bonne réponse vaut 3 points
- ♦ N'oubliez pas de fournir un profil de plongée sur une feuille séparée permettant de suivre votre raisonnement.

*** Problème n° 2 :**

Première plongée : 36 m

Immersion à 10 h

Sortie à 10 h 42

Durée de la plongée ?

Paliers ?

GPS ?

* **Problème n° 3 :**

Première plongée : GPS = I (Groupe de Sortie)

Deuxième plongée : On veut faire 15 mn au moins à 35 m avec 5 minutes de paliers maximum

Intervalle minimum ?

Durée maximum de la successive ?

* **Problème n° 4 :**

Première plongée : 14 minutes à 34m

Intervalle : 2 h 30

Deuxième plongée : Profondeur : 25 m

Durée : 20 minutes

Durée des Paliers à l'O₂ ?

* **Problème n° 5 :**

Pression Atmosphérique du lac : 912 h Pa

Profondeur Réelle : 35 m

Profondeur équivalente en mer ?

Vitesse de remontée en lac ?

Profondeur réelle des paliers en lac ?

∞ Pour les 4 problèmes suivants :

- ♦ Une réponse juste vaut 1 point
- ♦ Un élément de réponse faux : 0 point

* **Problème n° 6 :**

Première plongée : Heure de Sortie : 9 h 32

GPS : D

Deuxième plongée : Heure de Départ : 12 h

Profondeur maxi : 21 m

Remontée rapide

Retour profondeur de sécurité : 12 h 22

Déterminez les paliers et l'heure de Sortie ?

Problème n° 7 :

Première plongée : Heure de Départ : 14 h 20

Profondeur maxi : 12 m

Durée : 2 h

Deuxième plongée : Heure de Départ : 16 h 55

Profondeur maxi : 28 m

Durée des paliers maxi : 20 minutes

Déterminez la durée maximale de la plongée ?

Observations ?

* **Problème n° 8 :**

Première plongée : Heure de Sortie : 9 h 21

GPS : E

Deuxième plongée : Heure de Départ : 12 h 36

Durée réelle mini : 23 minutes

Durée des paliers maxi : 20 minutes

Déterminez la profondeur maximum ?

* **Problème n° 9 :**

Première plongée : Heure de Départ : 9 h

Profondeur maxi : 39 m

Durée : 8 minutes

Deuxième plongée : Heure de Départ : 9 h 24

Profondeur maxi : 41 m

Durée des paliers maxi : 12 minutes

Déterminez la durée réelle maximale de la plongée ?

ACCIDENTS

9 points

- 1) Vous êtes sur un bateau et vous assurez la sécurité en surface. Un plongeur niveau 3 d'une palanquée en immersion émerge à une vingtaine de mètres, plus tôt que prévu, et se dirige vers vous. Il vous rend compte d'une remontée rapide après 17 minutes à 41 mètres. Il n'a effectué aucun palier mais ne présente aucun trouble ventilatoire et s'exprime clairement.
- a) Quel type d'accidents risque ce plongeur ?
 - b) Décrivez-en les mécanismes, les symptômes et leur évolution si rien n'était envisagé ou effectué. Justifiez votre réponse.
 - c) Que faites-vous lors de cette situation ?

6 points

- 2) L'oxygène est indispensable mais peut être nocif et provoquer des accidents.
- a) Expliquez ceux-ci.
 - b) Quel est l'intérêt de l'utilisation de l'oxygène dans : l'accident de décompression ? ,
la surpression pulmonaire ?

5 points

- 3) Expliquez pourquoi l'essoufflement est enclin à apparaître rapidement en plongée profonde (espace lointain) ?

Important : Les réponses doivent correspondre à la question posée.

Les écrits reprenant globalement une situation seront sanctionnés.

PHYSIOLOGIE

7 points

- 1) Décrivez et expliquez *la petite circulation* dans la circulation sanguine.
 - a) Donnez la composition du sang et l'utilité de chacun de ces éléments.
 - b) Décrivez les 3 phases successives du fonctionnement cardiaque.
Quelle est l'utilité de chacune d'elle ?
 - c) Comment est régulée l'activité automatique cardiaque ?

7 points

- 2) Expliquez l'acheminement d'une vibration sonore dans les différentes parties de l'oreille.
On dit que l'oreille interne participe à l'équilibre du corps dans l'espace.
 - a) Expliquez cette affirmation.
 - b) Expliquez les avantages et inconvénients de la manœuvre « de Valsalva ».

6 points

- 3) Expliquez le mécanisme de la respiration, au repos.
 - a) Comment ce mécanisme est-il contrôlé ?

Important : Les réponses doivent correspondre à la question posée.

Les écrits reprenant globalement une situation seront sanctionnés.

PHYSIQUE

Problème N° 1 : 7 points

On dispose d'une rampe de 3 blocs tampons de 50 litres chacun à 220 bars. On veut gonfler ensemble à 200 bars :

2 blocs de 15 litres dans lesquels il reste 80 bars.

1 bloc de 12 litres dans lequel il reste 100 bars.

On néglige le volume de la tuyauterie.

- Quelle sera la pression maximale de gonflage si l'on utilise les 3 tampons simultanément ?
- Quelle sera la pression dans le dernier tampon si l'on utilise les 3 tampons successivement ?
(Toutes les pressions sont lues au manomètre)

Problème N°2 : 3 points

On considère un mélange gazeux de 40 % de O_2 et 60% de N_2 .

- L'oxygène étant toxique à 1,6 bar, donner la profondeur maximale d'utilisation de ce gaz ?
- Quel est le pourcentage d'oxygène dans un mélange O_2/N_2 dont la profondeur maximale d'utilisation est de 40 mètres ?

Problème N°3 : 5 points

Vous découvrez au cours d'une plongée à 30 mètres, une ancre d'un poids réel de 50 Kg et dont le volume est de 10 dm³.

Vous décidez de la remonter. Pour cela, vous introduisez 30 litres d'air dans un parachute de 50 litres (on néglige le poids apparent, poids réel du parachute et de son attirail).

- Que va-t-il se passer ? Prouvez-le.
- A partir de quelle profondeur pouvez-vous lâcher l'ensemble (parachute et ancre) pour qu'il remonte seul ?
- A partir de quelle profondeur le parachute sera-t-il entièrement rempli d'air ?

Problème N°4 : 5 points

Un compartiment de période 10 minutes est à saturation à l'air atmosphérique. Ce compartiment est exposé à l'air à la pression de 5 bars.

- Quelle sera la T_{N_2} après 30 minutes d'exposition ?
- Déterminer la profondeur calculée théorique du premier palier ($Sc = 2,38$).
- Quelle est la profondeur réelle à laquelle sera effectué le premier palier ?

REGLEMENTS

5 points

- 1) Selon l'arrêté du 22 juin 1998, modifié le 28 Août 2000, donnez le matériel de secours et d'assistance que les pratiquants ont à disposition sur les lieux de la plongée.

6 points

- 2) La licence fédérale procure une assurance en responsabilité civile aux tiers et en option une assurance individuelle. Expliquez ces termes.
Définissez la *responsabilité pénale*.
Donnez un exemple.

5 points

- 3) Selon l'arrêté du 22 juin 1998, modifié le 28 Août 2000, quel est le rôle du guide de palanquée ?

4 points

- 4) Quelles sont les conditions requises pour l'encadrement d'un enfant, en exploration, accompagné par un niveau 4 ?

Fédération française d'études et de sports sous-marins

FONDEE EN 1955 – MEMBRE FONDATEUR DE LA CONFEDERATION MONDIALE DES ACTIVITES SUBAQUATIQUES



COMITE REGIONAL NORD – PAS DE CALAIS



COMMISSION TECHNIQUE REGIONALE

Examen Niveau 4, année 2001

LILLE

Corrigé TABLES

Durée de l'Epreuve : 45 mn

∞ Le problème suivant est noté sur 4 points :

- ♦ 1 point pour la 1^{ère} partie,
- ♦ 3 points pour la seconde.
- ♦ N'oubliez pas de fournir un profil de plongée sur une feuille séparée permettant de suivre votre raisonnement.

*** Problème n° 1 :**

• Première plongée :

Eric, un P4 nouvellement promu, décide d'emmener à 10h, Caroline et Stéphane, 2 plongeurs Niveau 2, dans l'espace lointain.

En discutant avec Caroline, celle-ci lui apprend qu'elle a effectué une plongée de nuit de 30 minutes à 15 m, et, qu'elle est sortie de l'eau à minuit dix.

Elle n'a pas plongé dans la journée qui précède la plongée de nuit.

En discutant avec Stéphane, celui-ci lui apprend qu'il n'a pas effectué de plongée depuis 24 h au moins.

Eric plonge finalement à 39 m pendant 15 mn.

Quels paliers vont-ils effectuer ?

9 mn à 3 m

1 mn à 6 m

Aucun à 9 m

Aucun à 12 m

GPS : H

• Deuxième plongée :

Eric doit emmener, cette fois-ci, Natacha et Joël, 2 plongeurs Niveau 1, à 20 m pendant au moins 20 minutes sans avoir de palier.

Ils effectuent leur 1^{ère} plongée depuis 24 h.

Il dispose d'une réserve d'oxygène de 15 minutes qu'il va utiliser, en surface, entre les 2 plongées.

Quel est l'intervalle minimum ?

2 h 15 (2 h air et 15 mn à O²)

Quelle sera la durée maximum de la seconde plongée ?

23 mn

L'utilisation de l'O₂ lui a-t-elle servi ?

Un quart d'heure seulement de gagner par rapport à l'air

∞ Pour les 4 problèmes suivants :

COMITE REGIONAL NORD – PAS DE CALAIS

- ◆ Chaque bonne réponse vaut 3 points
- ◆ N'oubliez pas de fournir un profil de plongée sur une feuille séparée permettant de suivre votre raisonnement.

* **Problème n° 2 :**

Première plongée : 36 m

Immersion à 10 h

Sortie à 10 h 42

Durée de la plongée ? 22 mn

Paliers ?

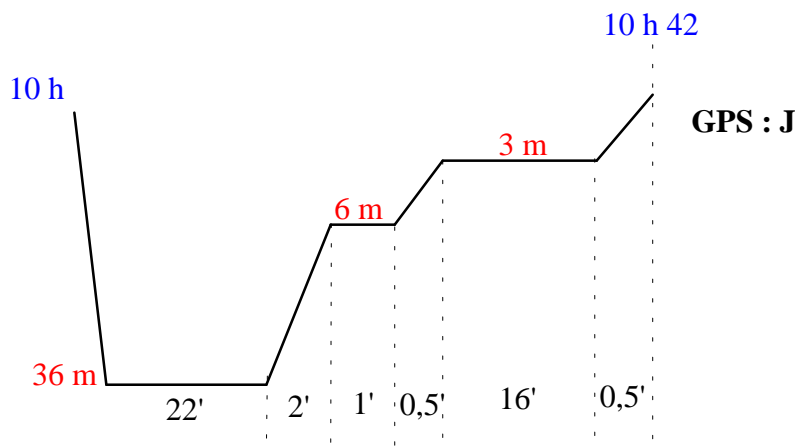
16 mn à 3 m

1 mn à 6 m

Aucun à 9 m

Aucun à 12 m

GPS ? J



* **Problème n° 3 :**

• Première plongée :

GPS = I (Groupe de Sortie)

• Deuxième plongée :

On veut faire 15 mn au moins à 35 m avec 5 minutes de paliers maximum

Intervalle minimum ?

5 h 30

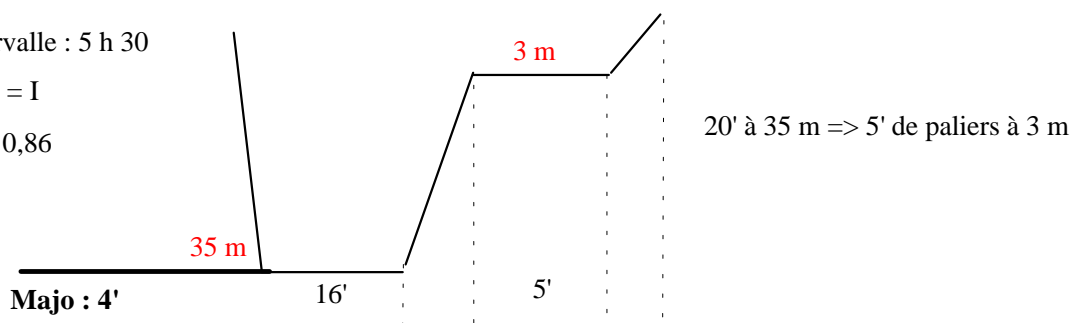
Durée maximum de la successive ?

16 mn

Intervalle : 5 h 30

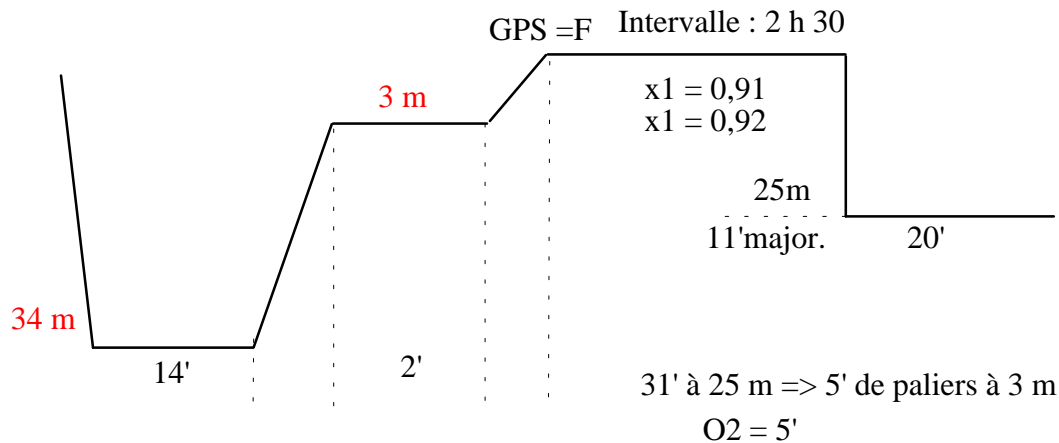
GPS = I

x1 = 0,86



Problème n° 4 :

Première plongée : 14 minutes à 34m
Intervalle : 2 h 30
Deuxième plongée : Profondeur : 25 m
 Durée : 20 minutes
 Durée des Paliers à l'O₂ ? 5' à 3 m
 Aucun à 6 m
 Aucun à 9 m
 Aucun à 12 m



Problème n° 5 :

- Pression Atmosphérique du lac : 912 h Pa
 Profondeur Réelle : 35 m
- Profondeur équivalente en mer ? 40 m
- Vitesse de remontée en lac ? 13 m 50 / minutes
- Profondeur réelle des paliers en lac ? 5,4 m / minutes
- 9 m => 8,10 m
- 6 m => 5,40 m
- 3 m => 2,70 m

⊗ Pour les 4 problèmes suivants :

- ♦ Une réponse juste vaut 1 point
- ♦ Un élément de réponse faux : 0 point

*** Problème n° 6 :**

Première plongée : Heure de Sortie : 9 h 32
 GPS : D
Deuxième plongée : Heure de Départ : 12 h
 Profondeur maxi : 21 m
 Remontée rapide
 Retour profondeur de sécurité : 12 h 22
 Déterminez les paliers et l'heure de Sortie ?

CORRIGE :

- * Il s'agit d'une successive avec une remontée rapide
- Intervalle : 2 h 28
- N₂ résiduel : 0,89
- Majo : 9 minutes
- Temps de plongée : 22' + 5' + 9' majo = 36 minutes
- Paliers : 2 mn à 3 m
- H d S : 12 h 29 + 0 h 02 + 0 h 01 = 12 h 30

* **Problème n° 7 :**

- Première plongée :
Heure de Départ : 14 h 20
Profondeur maxi : 12 m
Durée : 2 h
- Deuxième plongée :
Heure de Départ : 16 h 55
Profondeur maxi : 28 m
Durée des paliers maxi : 20 minutes

Déterminez la durée maximale de la plongée ?
Observations ?

CORRIGE :

- * Il s'agit d'une successive avec un long séjour peu profond
 - H d S : 16 h 21
 - GPS : K
 - Intervalle : $16\text{ h }55 - 16\text{ h }21 = 0\text{ h }34$
 - N2 résiduel : 1,21
 - Majo : 38 minutes
 - Temps de plongée : 40 minutes
 - Durée réelle : $40\text{ mn} - 38\text{ mn} = 2\text{ minutes}$
 - Inverser les plongées

* **Problème n° 8 :**

- Première plongée :
Heure de Sortie : 9 h 21
GPS : E
- Deuxième plongée :
Heure de Départ : 12 h 36
Durée réelle mini : 23 minutes
Durée des paliers maxi : 20 minutes

Déterminez la profondeur maximum ?

CORRIGE :

- * Il s'agit d'une successive à une profondeur maxi (recherche itérative)
 - Intervalle : 3 h 15
 - N2 résiduel : 0,88
 - Profondeur maxi : 32 m

* **Problème n° 9 :**

- Première plongée :
Heure de Départ : 9 h
Profondeur maxi : 39 m
Durée : 8 minutes
- Deuxième plongée :
Heure de Départ : 9 h 24
Profondeur maxi : 41 m
Durée des paliers maxi : 12 minutes

Déterminez la durée réelle maximale de la plongée ?

CORRIGE :

- * Il s'agit d'une consécutive avec une profondeur maximum à la 2^{ème} plongée
 - H d S : 9 h 13
 - Intervalle : $9\text{ h }24 - 9\text{ h }13 = 0\text{ h }11$
 - Temps de plongée à 41 m : 15 minutes
 - Durée réelle maxi : $15\text{ mn} - 08\text{ mn} = 7\text{ minutes}$

Corrigé ACCIDENTS

ADD => 2 types => type 1 : lié à la charge
type 2 : lié au profil de plongée

MECANISMES ET EVOLUTION

ADD N2 dissous durant la plongée ne peut s'évacuer par le filtre pulmonaire. Une décompression trop rapide va entraîner la formation de bulles dans le sang (embolies gazeuses) et dans les tissus. Ces embolies gazeuses créent des ischémies et des hypoxies.

Aspect bullaire :

- les bulles qui se trouvent dans le sang veineux font augmenter la pression artérielle pulmonaire (engorgement au niveau des poumons) ce qui provoque l'ouverture de shunts artério-veineux => les bulles passent dans le sang artériel.
- Les bulles « sanguines » vont augmenter de volume selon la loi de B-M. Cette bulle qui grossit a de plus, tendance à grossir par désaturation des tissus avoisinants. Il se produit alors des lésions d'obstruction voire de dilacération
- Les bulles extra vasculaires peuvent : dilacerer les tissus, comprimer les filets nerveux, comprimer des vaisseaux sanguins

Aspect maladie :

La MDD est la réaction à cette agression : les bulles sont des corps étrangers

- Une couche de lipides+protides se dépose sur la surface bullaire. Les plaquettes y adhèrent également activation des facteurs de coagulation
- augmentation de la perméabilité vasculaire => passage de liquide => œdème => perte de liquide => hémoccentration (le sang devient de + en + « visqueux ») => risque d'état de « chokes »

SYMPTOMES

Accidents cérébraux

- déficits sensoriels et/ou sensitifs : vue, parole, grande fatigue
- hémiparésie partielle ou globale
- quadriparésie
- coma et détresse respiratoire grave

Accidents médullaires

- fourmillements dans les jambes (paresthésie)
- jambes faibles, engourdis (hypoesthésie)
- Faiblesse d'un ou plusieurs membres (parésie)
- douleur « en coup de poignard » au niveau des lombaires
- rétention d'urine
- paraplégie

INTERVENTION

Si AUCUN prodrome et – de 3 minutes => palier 1/2 profondeur AVEC accompagnement en surface, mettre en œuvre valise O2 et assistance pour hisser à bord (préventions)

Si AUCUN prodrome et + de 3 minutes => O2 + alerte caisson pour diagnostic par médecin + SMUR préparation du site pour hélitreuillage éventuel

Hyperoxie : limite 1,6 bar

Calcul de la prof. max. : $PP = PA \times 20/100 \Rightarrow 8 \text{ bars} \Rightarrow 70 \text{ mètres}$

PAUL BERT

Prodromes : nausées, malaise général, trismus des lèvres ou des muscles du visage, crampes

Grande crise hyperoxique : les 3 phases se suivent une fois enclenchées. Elle n'est pas dangereuse en surface mais cause de gros dégâts en plongée.

- a) phase tonique : contraction généralisée des muscles du corps
- b) phase clonique : nombreuses convulsions, émission d'urine, morsure de la langue
- c) phase dépressive : reprise graduelle de la conscience mais état confus. Endormissement pour quelques heures et réveil sans souvenir.

LORRAIN SMITH

Pratiquement disparu. se déclare lors d'une très longue exposition des poumons à O₂ pur (2H et +)
- irritation de la trachée, dyspnée, toux, altération du surfactant pulmonaire, œdème,

INTERET DE O₂

ADD

- O₂ va saturer le plasma et les tissus interstitiels ce qui va permettre de contourner l'obstacle bullaire et ré-oxygéner les tissus en hypoxie
- diminuer voire annuler TN₂ dissous dans le plasma et accélérer ainsi la dissolution bullaire

SURPRESSION PULMONAIRE

- Il y a de forts risques d'hypoxie tissulaire => O₂ indispensable rapidement => oxygénation tissulaire à tous niveaux

ESSOUFFLEMENT ET PROFONDEUR

1) compression thoracique à cause du matériel (stab, écrasement de la combi) => difficultés inspiratoires. Elles ne sont pas immédiatement perceptibles mais leurs accumulation devient un effort contraignant.

2) Il y a augmentation de la masse volumique de l'air => l'effort inspiratoire augmente

- on respire 20L/min en surface à 55 mètres 20L X 6,5 = 130 litres
- sachant que 1 L d'air pèse 1,3 g $\left(130 \times 1,3 = 169 \text{ g} \right)$ à « inspirer » contre 26 g en surface soit un rapport de 6,5

3) L'effort expiratoire est augmenté car la pression ambiante augmentant du fait de la profondeur, elle agit sur la membrane expiratoire du détendeur. Malgré l'augmentation de leur surface, l'effort se fait ressentir.

Corrigé PHYSIOLOGIE

PETITE CIRCULATION

La *petite circulation* consiste à envoyer le sang vers les poumons, pour qu'il soit hématosé, avant de revenir au cœur.

Le sang carbonaté arrive par la *veine cave* et pénètre dans l'*oreillette droite* ; passe la *valvule tricuspide* et arrive dans le *ventricule droit*. Lors de la contraction de ce dernier, le sang passe la *valvule sigmoïde* et est conduit par l'*artère pulmonaire* aux poumons où il est purifié. Ensuite, il se retrouve dans une *veine pulmonaire*, passe la *valvule sigmoïde* et pénètre dans l'*oreillette gauche*, franchit la *valvule mitrale* et se retrouve dans le *ventricule gauche*.

Composition

- le *plasma* : liquide jaunâtre par lequel passent les échanges entre les différents tissus. C'est « le transporteur »
- les *globules rouges (hématies)* : donnent la couleur au sang. Transportent le CO₂ et O₂ entre les poumons et l'organisme
- les *globules blancs (leucocytes)* : leur fonction est la défense de l'organisme => attaque et destruction des microbes, bactéries ...
- les *plaquettes sanguines (thrombocytes)* : interviennent dans la coagulation du sang

Phases successives

- Contraction des oreillettes : systole auriculaire (diastole ventriculaire) => expulsion du sang vers les ventricules. Le retour vers les oreillettes n'est pas possible grâce aux valvules mitrale et tricuspide.
- contraction des ventricules => systole ventriculaire (diastole auriculaire) => expulsion du sang vers les poumons (pour se purifier) et via l'aorte vers les organes
- Phase de repos => diastole => le sang arrive « par dépression » dans les oreillettes : droite = vicié ; gauche = oxygéné

Activité automatique

Le cœur a un fonctionnement automatique. Il est composé de fibres musculaires cardiaques qui transmettent de proche en proche l'influx nerveux. Le cœur se contracte entièrement ou pas du tout.

Cette excitation part de l'oreillette droite (nœud de Keith et Flack) et se propage dans les oreillettes. Cet influx est « récupéré » en un point (nœud d'Aschoff Tawara) qui retransmet l'influx vers les ventricules.

Régulation

Il existe un centre régulateur dans le bulbe rachidien qui reçoit des informations :

- barorécepteurs situés au niveau de la crosse aortique => détection des variations de la pression
- barorécepteurs situés dans les carotides : sinus carotidiens => détection des variations de la pression
- Chémorécepteurs situés dans les carotides : glomus carotidiens => détection de la teneur en CO₂
 - ** l'augmentation de la pression entraînera un ralentissement du rythme ainsi qu'une baisse de la pression artérielle
 - ** si la teneur en CO₂ augmente, il y aura augmentation du rythme et de la pression artérielle
 - ** D'autres facteurs : chimiques = domaine médical
 - l'inspiration, l'attention, la déglutition, la digestion ... augmentent le rythme
 - la compression des globes oculaires réduit le rythme
 - les émotions peuvent « donner des palpitations » ou ralentir le rythme

VIBRATION SONORE

Oreille externe

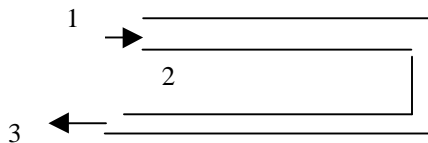
Le son est capté par *le pavillon externe* qui dirige les ondes vers *le conduit auditif*.
Au bout de ce conduit, se trouve *le tympan* qui entre alors en vibrations (peau d'un tambour).

Oreille moyenne

Se suivent alors 3 osselets qui amplifient et transmettent le son, dans l'ordre : *marteau, enclume et étrier*.
La trompe d'Eustache, relié aux fosses nasales, pouvant s'ouvrir à chaque déglutition par exemple, sert à maintenir une pression équivalente entre l'oreille externe et moyenne sinon la transmission des sons ne peut se faire correctement.

Oreille interne

L'étrier est en contact avec *la fenêtre ovale* qui vibrera et fera suivre ses ondes vers *la cochlée (ou limaçon)* remplie de liquide. Les ondes y seront « décodées » par l'organe de Corti puis seront transmises au cerveau via le nerf auditif.



- 1) les ondes se propagent grâce au liquide (périlymphatique) ...
- 3) ce mouvement du liquide est compensé par la déformation de la fenêtre ronde
- 2) c'est dans cette zone que se situent les cellules auditives baignant dans un liquide (endolymphe), il reçoit les vibrations du liquide extérieur

Equilibre

L'oreille interne est sensible à la pesanteur, à l'accélération et au ralentissement.

Une partie (saccule et utricule) a un rôle statique. Elle intervient dans la posture du corps au repos suite aux renseignements donnés par des capteurs spécifiques.

L'autre partie (les canaux semi-circulaires : dans 3 plans perpendiculaires) a un rôle dynamique => le corps est en mouvement. Ces canaux semi-circulaires sont remplis de liquide (endolymphe). Le mouvement du liquide est reçu par des capteurs spécifiques qui renseignent sur la position et les déplacements.

Valsalva

Avantage : facile à expliquer et à réaliser

Désavantages : traumatique si trop brutale et souvent répétée
risque de surpression pulmonaire à la remontée, et d'ADD
mobilise une main voire deux

RESPIRATION

Deux temps : *inspiration* – *expiration*

Les poumons et la cage thoracique sont complémentaires mécaniquement. Les 2 feuillets de la plèvre les solidarisent du fait de la dépression intra-pleurale.

Inspiration : phénomène actif

agrandissement de la cage thoracique sous l'action des muscles inspiratoires,
le diaphragme s'abaisse vers le bas s'aplatit et refoule l'abdomen
le volume pulmonaire augmente
la dépression provoque l'arrivée d'air dans les poumons

Expiration : phénomène passif

les muscles se relâchent et les poumons se rétractent
l'air est rejeté vers l'extérieur

Contrôle

- par le bulbe rachidien sur la PaO_2 = Si O_2 chute, accélération et vice - versa
- par le bulbe rachidien sur la $PaCO_2$ = Si CO_2 augmente, accélération et vice – versa
- par la distension pulmonaire = arrêt de l'inspiration si la norme est atteinte

Corrigé PHYSIQUE

Problème N° 1 : 7 points

On dispose d'une rampe de 3 blocs tampons de 50 litres chacun à 220 bars. On veut gonfler ensemble à 200 bars : 2 blocs de 15 litres dans lesquels il reste 80 bars.

1 bloc de 10 litres dans lequel il reste 100 bars.

On néglige le volume de la tuyauterie.

- Quelle sera la pression maximale de gonflage si l'on utilise les 3 tampons simultanément ?
- Quelle sera la pression dans le dernier tampon si l'on utilise les 3 tampons successivement ?

(Toutes les pressions sont lues au manomètre)

Volume d'air des tampons : $(3 \times 50) \times 220 = 33.000$ litres

Volume des tampons : $3 \times 50 = 150$ litres

Volumes des bouteilles : $(2 \times 15) + (1 \times 10) = 40$ litres

Volume d'air restant dans les bouteilles : $(30 \times 80) + (10 \times 100) = 3.400$ litres

Volume total d'air : $33.000 + 3.400 = 36.400$ litres

Volume total : $150 + 40 = 190$ litres

Pression finale après équilibre : $36.400 / 190 = \underline{191,58 \text{ bars}}$

Volume du tampon 1 : 50 L

Quantité d'air du tampon 1 : $50 \times 220 = 11.000$ L

Volume des bouteilles : 40 L

Quantité d'air restant dans les bouteilles : $(30 \times 80) + (10 \times 100) = 3.400$ L

Quantité d'air totale : $11.000 + 3.400 = 14.400$ L

1) Pression après équilibre : $14.400 / 90 = 160 \text{ bars}$

Volume du tampon 2 : 50 L

Quantité d'air du tampon 2 : $50 \times 220 = 11.000$ L

Volume des bouteilles : 40 L

Quantité d'air dans les bouteilles : $160 \times 40 = 6.400$ L

Quantité totale d'air : $6.400 + 11.000 = 17.400$ L

2) Pression après équilibre : $17.400 / 90 = 193,3 \text{ bars}$

Volume du tampon 3 : 50 L

Quantité d'air du tampon 2 : $50 \times 220 = 11.000$ L

Volume des bouteilles : 40 L

Quantité d'air dans les bouteilles : $193,3 \times 40 = 7.732$ L

Quantité totale d'air : $7.732 + 11.000 = 18.732$ L

3) Pression finale après équilibre : $18.732 / 90 = 208,1 \text{ bars}$

Problème N°2 : 3 points

On considère un mélange gazeux de 40 % de O₂ et 60% de N₂.

- L'oxygène étant toxique à 1,6 bar, donner la profondeur maximale d'utilisation de ce gaz ?
- Quel est le pourcentage d'oxygène dans un mélange O₂/N₂ dont la profondeur maximale d'utilisation est de 40 mètres ?

Profondeur maximale : $1,6/0,4 = 4 \text{ bars} \Rightarrow 30 \text{ mètres}$

Pourcentage en O₂ : $1,6 = 5 \times x/100 \Rightarrow (1,6 \times 100) : 5 = 32 \text{ soit } 32 \%$

Problème N°3 : 5 points

Vous découvrez au cours d'une plongée à 30 mètres, une ancre d'un poids réel de 50 Kg et dont le volume est de 10 dm³.

Vous décidez de la remonter. Pour cela, vous introduisez 30 litres d'air dans un parachute de 50 litres (on néglige le poids apparent, poids réel ...du parachute et son attirail).

- Que va-t-il se passer ? Pourquoi ?
- A partir de quelle profondeur pouvez-vous lâcher l'ensemble (parachute et ancre) pour qu'il remonte seul ?
- A partir de quelle profondeur, le parachute sera-t-il entièrement rempli d'air ?

1) Poids apparent : $50 - 10 = 40$ Kg

**Poids apparent après introduction de 30 L d'air = $40 - 30 = 10$ kg
=> elle ne remonte pas**

$$2) P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow 4 \times 30 = P_2 \times 40 \Rightarrow P_2 = (4 \times 30) : 40 = 3 \text{ bars soit } 20 \text{ mètres}$$

$$3) P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow 4 \times 30 = P_2 \times 50 \Rightarrow P_2 = (4 \times 30) : 50 = 2,4 \text{ bars soit } 14 \text{ mètres}$$

Problème N°4 : 5 points

Un compartiment de période 10 minutes est à saturation à l'air atmosphérique. Ce compartiment est exposé à 40 mètres de profondeur.

- Quelle sera la T_{N_2} après 30 minutes d'exposition ?
- Déterminer, la profondeur calculer théorique du premier palier ($Sc = 2,38$).
- Ne tenant compte de ce seul compartiment, quelle est la profondeur réelle à laquelle sera effectué le premier palier ?

$$Tension = P_0 + (P_1 - P_0) \times X / 100$$

$$0,8 + ((4 - 0,8) \times 86,5\%) \Rightarrow 0,8 + (3,2 \times 87,5\%) \Rightarrow 0,8 + 2,8 = 3,6 \text{ bars}$$

**Palier : $Sc = TN_2 / PA \Rightarrow 2,58 = 3,6 / PA \Rightarrow PA = 3,6 / 2,38 \Rightarrow 1,5$ bar
=> 5 mètres => 6 mètres réelle.**

Corrigé REGLEMENTS

1) Selon l'arrêté du 22 juin 1998 (Titre 3 ; article 8), donnez le matériel de secours et d'assistance que les pratiquants ont à disposition sur les lieux de la plongée.

- Un moyen de communication pour appeler les secours

- Une trousse de secours
- De l'eau douce non gazeuse
- Un inhalateur et insufflateur avec sa bouteille O2
- Une bouteille d'air de secours équipée du détendeur
- Une couverture isothermique
- Un moyen de rappel des plongeurs si bateau
- Une table de notation
- Un jeu de tables
- Un moyen de communication permettant de prévenir les secours

2) La licence fédérale procure une assurance en *responsabilité civile aux tiers* et en option une *assurance individuelle*. Expliquez ces termes. Donnez un exemple pour chacun d'eux.

a – Définissez la *responsabilité pénale*. Donnez un exemple.

- La *responsabilité civile* est l'obligation de réparer les dommages moraux, corporels ou matériels pécuniairement. Comme les affiliés sont « tiers » cela signifie qu'ils sont couverts mutuellement par cette assurance. (Un niveau 4 amène un niveau 1 sur 40 mètres et provoque une panique => ADD. Sa responsabilité est engagée => indemnisation de la victime et intervention de l'assurance).
- Une *assurance individuelle* intervient lorsque il n'y a aucune responsabilité impliquée (un plongeur laisse tomber sa bouteille sur son pied et se casse un orteil).
- La *responsabilité pénale* est l'obligation de répondre de ses actes fautifs (infraction à la Loi) devant la justice.

3) Selon l'arrêté du 22 juin 1998, quel est le rôle du guide de palanquée ?

- Il dirige la palanquée. Il est responsable de son bon déroulement et s'assure que les caractéristiques de la plongée sont adaptées aux circonstances et aux compétences des participants.

4) Quelles sont les conditions requises pour l'encadrement d'un enfant, en exploration, accompagné par un niveau 4 ?

- L'enfant doit :
 - avoir 8 ans révolus,
 - un certificat médical spécifique,
 - une autorisation parentale.

Il doit exercer sous la direction d'un directeur de plongée, devra tenir compte des limitations de profondeur et de nombre => relation avec l'âge et la qualification de l'enfant.

-