

**COMITE REGIONAL NORD – PAS DE CALAIS**  
**COMMISSION TECHNIQUE REGIONALE**

**Annales d'examens**  
**Niveau IV**  
**1998-2001**

**Sommaire :**



**LILLE , 2000**

**énoncés**  
**corrigés**

**page 2**  
**page 5**



**COMITE REGIONAL NORD – PAS DE CALAIS**  
**COMMISSION TECHNIQUE REGIONALE**

**Examen Niveau 4, année 2000**  
**LILLE**



**SUJET - PROBLEMES DE PLONGEE - Coefficient 3 -**

**Problème n°1 (6 points)**

A 9 h 30, un plongeur s'immerge à une profondeur de 3 mètres pendant 30 min puis remonte normalement. Il plonge à 10 h 35 pour dégager l'ancre coincée à 8 mètres, il entame sa remontée à 10 h 40. a : Paliers et heure de sortie de chaque plongée ? b : Comment aurait-il pu procéder pour réduire les paliers de sa seconde plongée ? Justifiez.

**Problème n° 2 (8 points)**

Une palanquée prévoit une plongée dans un lac de montagne où la pression barométrique en surface est de 810 millibars. Le départ est fixé à 9 h 00 pour une durée de 20 min sur un fond mesuré à 32 m par échosondeur. Heure de sortie ? Paliers ?

**Problème n° 3 (6 points)**

Vous vous immergez à 9 h 30 à une profondeur de 42 mètres. La remontée débute à 9 h 40. Arrivée au premier palier : 9 h 45. Heure de sortie ? Paliers éventuels ?

On replonge à 18 h 00 à une profondeur de 27 mètres. Durée de la plongée sans palier ? Heure de sortie ?

***Attention : si une erreur de calcul induit une mise en danger (erreur de palier,..) une note éliminatoire sera posée. Veuillez réaliser des schémas. Ceci facilitera votre travail et la correction. MERCI.***

**SUJET - ACCIDENTS - Coefficient 3 -**

**Question n°1 (6 points)**

L'essoufflement est fréquent en plongée. Expliquez

- par un schéma commenté son mécanisme
- quels facteurs peuvent le favoriser
- comment il peut provoquer d'autres accidents et lesquels,
- comment le prévenir ?

**Question n°2 (9 points)**

Lors d'une plongée sur épave, une palanquée de plongeurs confirmés remonte sur le bateau, heureux de leur exploration. Après le déséquipement et les divers commentaires, le chef de la dite palanquée réalise que les paliers effectués ne correspondent pas aux 22 minutes effectuées à 46 mètres.

Les paliers réalisés sont largement insuffisants : 1 min à 6m et 12 min à 3 m ! Que faut-il faire ?

Quel est l'accident qui risque de se déclencher ? Expliquez les causes, le développement, les symptômes et le traitement de ce type d'accident.

**Question n°3 (5 points)**

Voici les symptômes d' une surpression pulmonaire. Associez-les aux mécanismes dont ils sont la conséquence.

Malaise général, froideur des extrémités, fatigue intense, cyanose... Douleurs et toux lors d' une inspiration forcée, toux spontanée, douleurs rétro-sternales permanentes, toux douloureuse, difficultés respiratoires, crachats sanglants, spume sanglante....

Troubles de la parole et/ou de la vision, paralysie d' un ou plusieurs membres, le plus souvent une hémiplegie droite... Perte de connaissance immédiatement ou peu de temps après la sortie de l' eau...

**SUJET - PHYSIQUE - Coefficient 1 -**

**Problème n°1 (6 points)**

Calculez la profondeur de premier palier pour un compartiment (ou tissu) de période 7 min, immergé pendant 21 min à 42 m. Le compartiment était initialement à saturation à la pression atmosphérique. Coefficient de sursaturation critique du tissu 7 min. : 2,54

**Problème n°2 (5 points)**

Un club dispose de 40 blocs de 15 litres gonflables à 230 bars. Il souhaite acquérir un compresseur lui permettant de charger ces blocs en trois heures. On suppose qu' après leur utilisation courante, les blocs sont rapportés au gonflage avec une pression de 40 bars. Pour répondre à ses besoins, le club devra-t-il acquérir un compresseur d' un débit de 6, 20 m<sup>3</sup>/h ou plus pour gonfler le plus rapidement possible les blocs en 3 heures ? Votre réponse DOIT être justifiée à l' aide de calculs.

**Problème n°3 (4 points)**

Un plongeur désire récupérer à l' aide de parachutes un corps mort de béton de forme cubique de 1 mètre d' arête qui est posé sur un fond à 20 mètres (densité du béton : 2,4). Il dispose de parachutes de 400 litres de volume. Combien en utilisera-t-il ? A quelle profondeur les parachutes seront-ils totalement gonflés sans laisser échapper d' air ?

- On considère que la quantité d' air injectée dans chaque parachute est égale
- densité de l' eau = 1

**Problème n°4 (5 points)**

- a - Quel tissu : 120 ou 60 minutes, arrive le plus vite à saturation ? Justifiez brièvement.
- b - Un tissu 60 minutes met le même temps pour se saturer à 20 m que pour se saturer à 40 m : VRAI/FAUX ? Justifiez brièvement.
- c - Pour une plongée de 30 minutes à 30 m, la courbe de saturation est symétrique à la courbe de désaturation. VRAI/FAUX ? Justifiez brièvement.

**SUJET - PHYSIOLOGIE - Coefficient 2 -**

**Question n°1 (4 points)**

A propos d' azote résiduel,

- que signifie ce terme ?
- quelle est son utilité pour nous, plongeur ?
- après la sortie de l' eau sa valeur peut varier... donnez 3 raisons

**Question n°2 (2 points)**

Pourquoi doit-on éviter de faire « Valsalva » lors de la remontée de plongée ?

**Question n°3 (9 points)**

A l' aide d' un schéma, expliquez les échanges gazeux

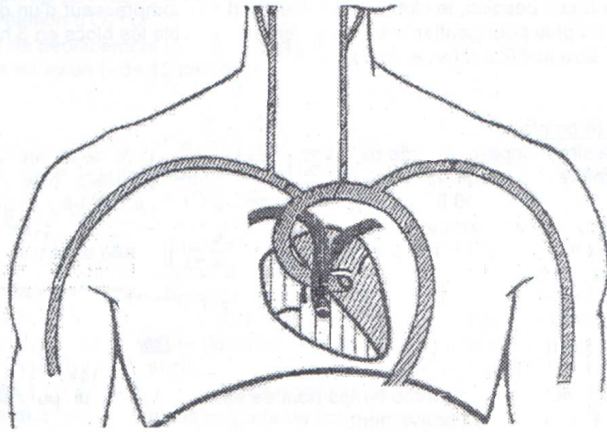
- avant la plongée
- durant la plongée
- aux paliers
- après la plongée

Pourquoi doit-on s' assurer d' une bonne ventilation pulmonaire durant la remontée et aux paliers ? Quel(s) est/sont le(s) problème(s) demandant particulièrement une bonne ventilation ?

**Question n°4 (5 points)**

Sur ce schéma simplifié, reportez ces éléments anatomiques (au moins 5 emplacements exacts)

- |                                     |                                 |
|-------------------------------------|---------------------------------|
| 1 • aorte                           | 6 - artère sous-clavière gauche |
| 2 - tronc commun brachio-céphalique | 7 - valvules tricuspides        |
| 3 - artère sous-clavière droite     | 8 • artère pulmonaire           |
| 4 - valvules mitrales               | 9 - carotide primitive gauche   |
| 5 - carotide primitive droite       | 10 - artère humérale            |



**SUJET - REGLEMENTATION - Coefficient 2 -**

**Question n°1 (4 points)**

Qui et combien de plongeurs peut emmener un guide de palanquée, dans les différents espaces ?

**Question n°2 (5 points)**

On parle de la mise en danger délibéré d' autrui dans le domaine de la plongée sportive. Pourriez-vous citer deux exemples pour lesquels, en tant que niveau 4, on peut vous accuser de ce fait ?

**Question n°3 (5 points)**

Citez l' équipement obligatoire, en milieu naturel, pour

- des plongeurs en autonomie,
- du guide de palanquée ?

**Question n°4 (3 points)**

Quelles sont les dispositions réglementaires TIV, ré épreuve pour des blocs :

- club,
- personnel ?

**Question n°5 (3 points)**

Quelles sont les conditions de candidature à l' examen de plongeur niveau 4 ?

## NIVEAU 4 - CTR NORD PAS DE- CALAIS LILLE - MAI 2000

### PROBLEMES DE PLONGEE - CORRIGES

#### Problème n°1

a - 11 min donc c' est une plongée consécutive

35 min à 33 m, Heure de sortie : 10 h 40 + 29 mn + 2 mn = 11 h 11

b - Autre possibilité : il attend 4 min soit intervalle : 15 min donc plongée successive

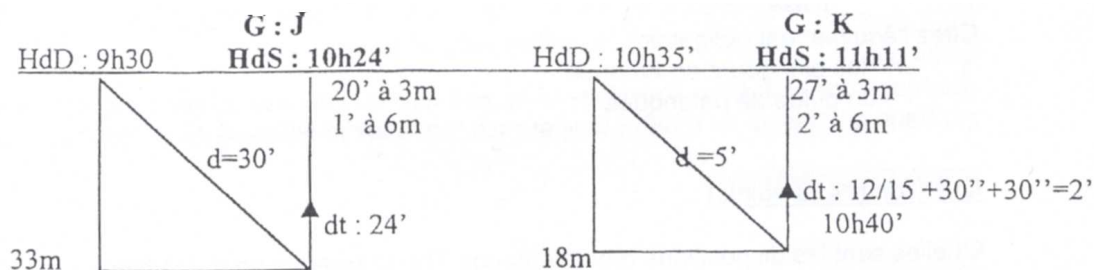
G = 1,20 Majo = 56 min

Durée fictive à 18 m : 56 min + 5 min (durée de l' opération) = 61 min

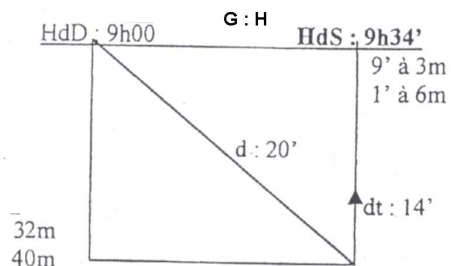
soit palier de 8 min à 3 m dt = 10 mn

Heure de sortie possible : 10 h 35 + 4 mn + 5 min + 10 min = 10 h 54,

gain : 17 min.



#### Problème n°2



$$\text{Prof équivalente} = \frac{32 \times 1013}{810} = 40 \text{ m}$$

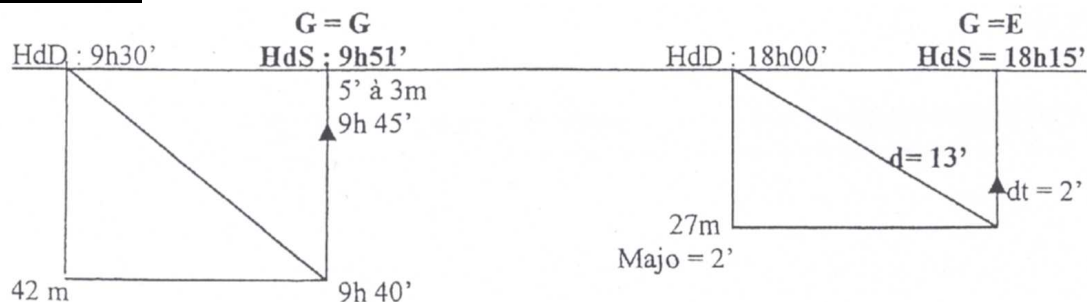
Palier de 3 m ;

$$(3 \times 810) : 1013 = 2,39 \text{ m} = 2,5 \text{ m}$$

Palier de 6 m ;

$$(6 \times 810) : 1013 = 4.8 \text{ m}$$

#### Problème n°3



Il remonte de 42 m à 3 m en 39/5 => 7.8 m/mn => vitesse de remontée trop lente

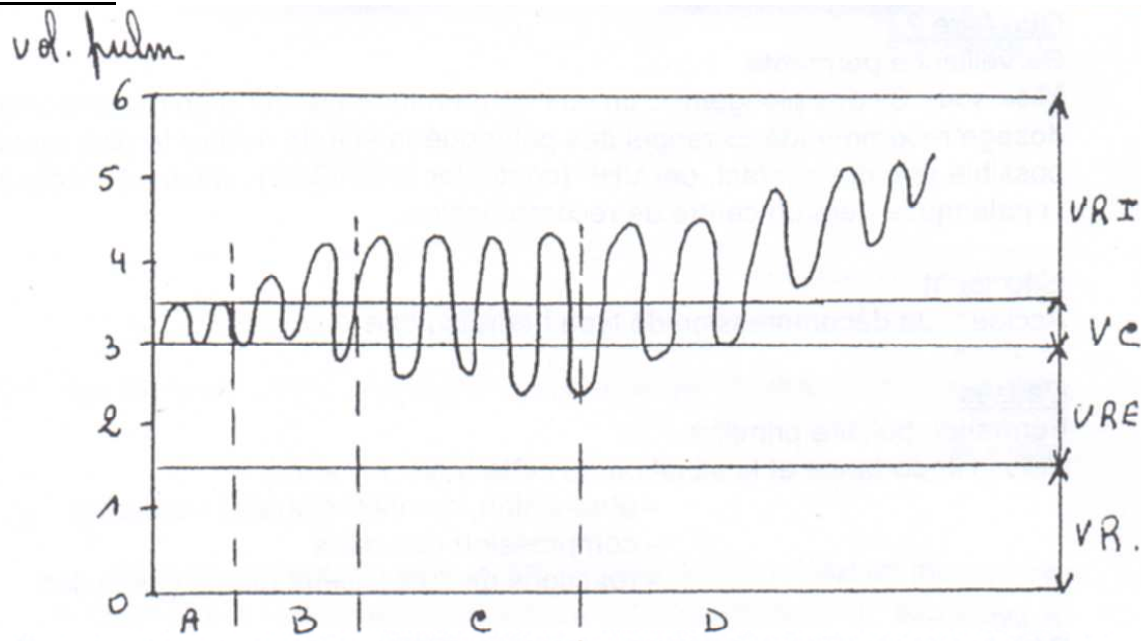
durée de la plongée = 10 mn + 5 mn = 15 mn

2ème plongée : intervalle = 8 h 09, G = 0,82, majo = 2 min

Durée maximale à 27 mètres sans palier : 15 mn - 2 mn == 13 mn

## ACCIDENTS - CORRIGE

### Question 1



**A** : respiration normale

**B** : début de l' effort= production de  $CO_2$  = besoin de  $O_2$  = augmentation du rythme respiratoire afin d' apporter  $O_2$  et éliminer  $CO_2$

**B/C** : accrochage ventilatoire = l' organisme va se régler à l' effort apporter  $O_2$  nécessaire et éliminer  $CO_2$  = respiration plus rapide = inspiration : apport en  $O_2$  et expiration : élimination du  $CO_2$

**C** : le rythme est trouvé, on se trouve dans une phase équilibrée :  $O_2$  suffisant et  $CO_2$  éliminé en suffisance = le travail se fait en endurance

**D** : l' effort se durcit= production importante de  $CO_2$  principalement et apport en  $O_2$  insuffisant. L' excès de  $CO_2$  va provoquer une respiration incontrôlée suivie d' une sur ventilation= panique par sensation d' asphyxie.

#### Facteurs favorisants

Une méforme, la fatigue, l' effort, le stress, le froid, l' anxiété, le matériel de plongée non adapté, combinaison trop large ou serrante, détendeur mal réglé, l' air vicié dans le bloc, plombage inadéquat...

#### Accidents induits :

**1 - la noyade** : l' essoufflement enclenché va provoquer une respiration superficielle qui ne sera plus efficace=> un besoin impérieux d' air va engendrer une panique pouvant provoquer l' arrachage du détendeur par le plongeur lui-même.

**2 - la surpression pulmonaire** : l' essoufflement enclenché va provoquer une respiration superficielle qui ne sera plus efficace => un besoin impérieux d' air va engendrer une panique pouvant provoquer une remontée panique et incontrôlée vers la surface. L' expiration risque de ne plus être maîtrisée et provoquera une surpression pulmonaire.

**3 - l' accident de décompression** le  $CO_2$  a une grande affinité avec  $N_2$  (formation bullaire). Cette surproduction de  $CO_2$  va modifier les paramètres du calcul des tables => les durées de décompression utiles ne correspondent plus => accident possible.

#### Prévention :

Adapter le profil de la plongée au niveau (pas le brevet) des plongeurs => on se base sur « le plus faible » : profondeur, temps,  $t^\circ$  de l' eau, état de la mer, courant... Matériel vêtements, détendeurs, lestage conformes.

## Question 2

Que faire ? :

Surveillance permanente

Mise sous O<sub>2</sub> des plongeurs : en cas de demande donner à boire, proposer l'aspirine au dosage recommandé ⇒ rappel des palanquées afin de rentrer le plus rapidement au port ; si possible prendre contact, par VHF (contacter le CROSS), avec un médecin fédéral, évacuer la palanquée vers un centre de recompression.

L'accident Accident de décompression de type neurologique

Causes

Formation bullaire primitive Selon l'importance et la situation de cette bulle, il y aura

- obstruction, compression des vaisseaux
- compression des nerfs
- réactions de l'organisme face à ces bulles qui agressent

## **Développement**

A l'interface bulle/plasma, il y aura une formation d'une couche, une coque (célulo-lipidique + adhésion plaquettaire) qui entoure la bulle ⇒ défense de l'organisme face à ces « étrangers ».

Un nerf peut se « faire comprimer » ⇒ douleur, perturbation et/ou absence de transmission ⇒ troubles nerveux.

Ce « bouchon » provoquera : un œdème local, une hypoxie, une stase circulatoire ⇒ perte en oxygène + accumulation de CO<sub>2</sub> ⇒ souffrance de l'organisme qui réagira les phénomènes de coagulation ne se limiteront pas au niveau bullaire ⇒ état de « choc ». Un débordement pulmonaire peut se produire si les poumons ne sont plus capables d'évacuer les bulles. Il y aura un retour bullaire vers le cœur puis la grande circulation.

Symptômes

Fourmillements, troubles de la sensibilité, douleurs en « coup de poignard », absence de coordination, paraplégie flasque pouvant évoluer vers une paralysie établie. Plus grave, en cas d'évacuation dépassée troubles de la vue, de l'ouïe, hémiparésie. Ne pas oublier l'ADD de l'oreille interne vertiges intenses, nausées, vomissements, troubles de l'équilibre, mouvements courts et saccadés des yeux (nystagmus) ⇒ ne pas confondre avec le mal de mer ⇒ se renseigner sur les paramètres de plongée.

## Question 3

Surpression pulmonaire : **Se référer à la plongée et à son déroulement** : attention à l'état de choc »

Distension pulmonaire

Passage du gaz vers la plèvre : pneumothorax Passage du gaz vers le médiastin :

emphysème du médiastin : compression des bronches et des vaisseaux emphysème sous-cutané : cou en collerette (crissement neigeux lors de la palpation)

Injection d'air vers les veines pulmonaires et renvoi dans la grande circulation ⇒ carotide droite

Enclenchement de l'accident

## **PHYSIOLOGIE - CORRIGE**

### Question 1

- L'azote résiduel est la quantité restante (résidu) dans l'organisme après une plongée. Cet azote se désaturera durant « 12 heures » afin de parvenir à une pression partielle égale à celle de l'atmosphère 0,8 bar.
- Cet azote résiduel sera quantifié en durée de plongée et servira ainsi au calcul de la majoration en cas de plongée successive.
- Cet azote résiduel peut varier :
  - par la durée de l'intervalle de surface
  - par inhalation d'O<sub>2</sub> pur
  - en cas de déplacement mer ⇒ montagne
- voyage en avion (- de 12 heures)

### Question 2

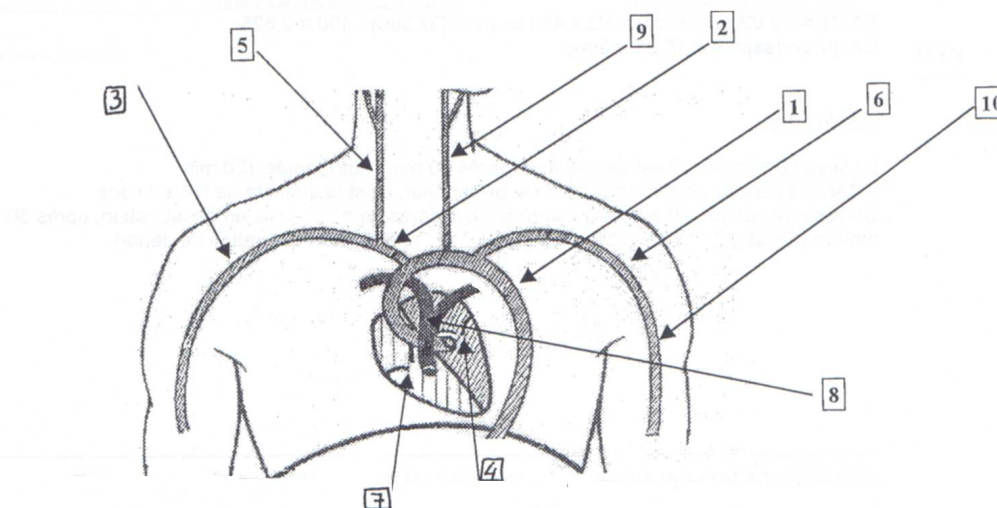
- En cas de vasalva à la remontée, on crée une « surpression » qui perturbe la désaturation. De ce fait, il peut y avoir un débordement pulmonaire qui provoquera un retour de bulles vers la grande circulation => accident de décompression
- Risque de barotraumatisme

### Question 3

En surface : échanges normaux O<sub>2</sub> vers le sang / CO<sub>2</sub> vers les poumons / N<sub>2</sub> stable Durant la plongée : PPO<sub>2</sub> respiré est en hausse => favorisant la diffusion vers le sang. O<sub>2</sub> est consommé. CO<sub>2</sub> diffuse vers les poumons. Attention car en cas d' effort, comme la PP CO<sub>2</sub> est élevée, il y a risque rapide d' essoufflement. N<sub>2</sub> du fait de la hausse de PP, il y a diffusion dans les tissus. Cette quantité emmagasinée variera selon la durée de la plongée. Durant la remontée : PPO<sub>2</sub> diminue => perte de cette hyperoxie relative. CO<sub>2</sub> diffuse vers les poumons. N<sub>2</sub> du fait de la chute de PP, diffusera via le sang vers les poumons. Aux paliers : PPO<sub>2</sub> diffuse vers le sang. Sa PP sera stabilisée par rapport à la profondeur du palier effectué. CO<sub>2</sub> diffuse vers les poumons. N<sub>2</sub> est en « sursaturation limite » ce qui a demandé cet arrêt afin de retrouver des PP physiologiquement acceptables. Après la plongée : PPO<sub>2</sub> diffuse vers le sang. CO<sub>2</sub> diffuse vers les poumons N<sub>2</sub> est toujours en sursaturation. Cet azote résiduel s' éliminera lentement 12 heures.

Une bonne ventilation favorise l' évacuation de N<sub>2</sub> qui est en sursaturation dans l' organisme. Cette ventilation doit être accentuée après une plongée avec effort ou après un essoufflement.

### Question 4



## **REGLEMENTS - CORRIGE**

### Question 1

Espace proche 0-6 mètres : \_ débutant - (4 + 1 P4 éventuellement)

Espace médian 6-20 mètres :

- \_ débutant en fin de formation - (4 + 1 P4 éventuellement)
- \_ niveau P1 - (4 + 1 P4 éventuellement)

Espace lointain 20 - 40 mètres : \_ Niveau P2 - (4)



### **Question 2**

Tout cadre qui amènerait le plongeur à une profondeur excédant ses prérogatives et en dysharmonie avec la qualification de son élève. ou similaire

Tout directeur ou responsable de la plongée qui autoriserait une telle action ou qui ne serait pas attentif à la présence des matériels de sécurité imposés ou similaire

Tout plongeur ou cadre qui exposerait autrui à un danger dans des conditions constituant une infraction aux normes de sécurité.

**Le correcteur veillera à ce que les exemples donnés ne respectent pas l' arrêté du 22/06/98.**

### **Question 3**

- Un système gonflable de sécurité
- Des moyens de contrôler les caractéristiques de la plongée et la remontée
- Les plongeurs en autonomie sont munis d' un équipement de plongée permettant d' alimenter en gaz respirable un équipier sans partage d' embout
- Le guide de palanquée est équipé d' un équipement de plongée muni de 2 sorties indépendantes et de 2 détendeurs complets.

### **Question 4**

Bloc club et personnel inscrit club : TIV tous les ans, ré épreuve tous les 5 ans Bloc personnel : si pas inscrit club, ré épreuve tous les 2 ans

### **Question 5**

- licencié FFESSM
- âgé de 18 ans
- niveau 2 FFESSM ou attestation équivalente
- aptitude aux 5 compétences C1 démonstration technique C2 immersion et retour en surface C3 maîtrise ventilation C4 réactions et interventions de guide de palanquée C5 comportement général de guide de palanquée
- Certificat médical de non contre indication
- CFPS ou diplôme équivalent