

**I . Physique****45'**

- 1) On s'intéresse au tissu organique d'un plongeur modélisable par un compartiment de période 60 minutes. Ce plongeur, saturé à la pression atmosphérique, effectue une plongée de 60' à 30 mètres.
- Quelle sera la tension en azote dans le compartiment au bout de l'heure d'exposition ? (1 point)
  - On souhaite ensuite remonter ce tissu à la surface. A quelle profondeur le plongeur devra-t-il stopper sa remontée et effectuer un palier ? (2 points)
- On négligera le temps nécessaire à la descente ainsi qu'à la remontée.  
On donne  $Sc = 1,6$  pour le compartiment  $T = 60'$

**Au bout de 60' :**

**$T_f = T_i + 0,5 \times \text{gradient}$**

**$T_i = 0,8 \text{ bar, gradient} = 4 \times 0,8 - 0,8 = 2,4 \text{ bar}$**

**Soit  $T_f = 0,8 + 1,2 = 2 \text{ bar}$**

**Remontée :**

**$T_{\text{tissu}} \leq Sc \times P_{\text{ambiante}} \Leftrightarrow P_{\text{ambiante}} \geq T_{\text{tissu}} / Sc$**

**$\Leftrightarrow P_{\text{ambiante}} \geq 2/1,6 \Leftrightarrow P_{\text{ambiante}} \geq 1,25 \text{ bar}$**

**Il ne sera pas possible de remonter ce tissu au delà de 2,5 mètres**

- 2) Les questions a) à d) sont relatives à un même exercice mettant en situation un plongeur descendant sur un fond de 40 mètres dans le but de remonter un jas d'ancre

- a) Notre plongeur effectue sa descente sur le fond de 40 mètres. Recherche et arrimage d'un parachute lui prennent 15 minutes. Le poids apparent de ce plongeur est de 12 kg à 40 m où il s'équilibre dès son arrivée à l'aide de son SSG. Il est équipé d'une bouteille de 12 litres et son manomètre indique 200 bars à son arrivée au fond.  
Quelle pression indiquera son manomètre au bout des 15 minutes passées à 40 mètres, sachant que sa consommation moyenne est de 20 litres d'air par minute ? (2 points)

**$\text{Air dans la bouteille : } 12 \text{ l} \times 200 = 2400 \text{ l}$**

**$\text{Air utilisé pour gonfler le SSG : } 12 \text{ l} \times 5 = 60 \text{ l}$**

**$\text{Air consommé par le plongeur : } 20 \text{ l} \times 5 \times 15 = 1500 \text{ l}$**

**$\text{Air restant dans la bouteille : } 2400 - 60 - 1500 = 840 \text{ l}$**

**$\text{Le mano indique donc : } 840 / 12 = 70 \text{ bars.}$**

- b) Au terme des 15 minutes, il injecte dans le parachute tout l'air restant dans sa bouteille, à l'exception de celui correspondant à une réserve de 50 bars lus au manomètre.  
Quelle quantité d'air, ramenée à la pression atmosphérique, a-t-il injectée dans le parachute ?  
Quelle quantité d'air, ramenée à la pression ambiante, a-t-il injectée dans le parachute ? (2 points)

**$\text{Pression disponible dans la bouteille : } 70 \text{ b} - 50 \text{ b} = 20 \text{ b.}$**

**$\text{Cela correspond à } 12 \text{ l} \times 20 = 240 \text{ litres atmosphériques.}$**

**$\text{A la pression ambiante, cela fait : } 240 / 5 = 48 \text{ litres.}$**

- c) Ce remplissage étant supposé instantané, il remonte aussitôt à la vitesse de 15 m/min et effectue les paliers prescrits par la table MN.90.

Quelle pression affichera son manomètre lorsqu'il fera surface ? (2 points)

***Pour 15 minutes à 40 mètres, la table prescrit un palier de 4 minutes à 3 mètres.***

**$\text{La remontée de 40 m à 3 m dure : } (40 - 3)/15 = 2,46 \text{ min.}$**

***Cette remontée s'effectuant à vitesse constante, tout se passe comme si le plongeur séjournait pendant 2,46 min à la profondeur médiane, soit :  $(40+3)/2 = 21,50 \text{ m}$  où la pression absolue est 3,15 bars.******Pendant la remontée, le plongeur consomme donc :  $20 \text{ l} \times 3,15 \times 2,46 = 154,98 \text{ l}$  (arrondis à 155 l).***

**$\text{Pendant le palier, il consomme : } 20 \text{ l} \times 1,3 \times 4 = 104 \text{ l.}$**

*Au moment où il fait surface, il reste dans la bouteille :  $500 - 155 - 104 = 241 \text{ l}$ .  
Le manomètre indiquera donc :  $241/12 = 20,08 \text{ b}$  (arrondis à 20 bars).*

- d) L'ensemble jas+parachute est hissé depuis le bateau à la même vitesse, de sorte que le plongeur peut constater qu'à 20 mètres, le parachute est exactement rempli d'air.  
Quelle est la capacité du parachute ? (1 point)

*De  $P'xV' = P''xV''$  on tire :*

$$5 \times 48 = 3 \times V''$$

$$D'où : V'' = 5 \times 48 / 3 = 80$$

*Le parachute a un volume de 80 litres.*

- 3) Enumérer les altérations des perceptions visuelles et sonores dans l'eau dans le contexte de la plongée en scaphandre ? (6 points)

*Altérations perception visuelle : (4 points)*

- *objets plus gros (x 4/3)*
- *distances plus courtes (x3/4)*
- *absorption progressive des couleurs*
- *rétrécissement du champ visuel*
- *angle limite de transmission de la lumière ( $48,5^\circ$ ) visible lors de plongées de nuit*

*Altérations perception auditive : (2 points)*

- *filtrage des sons à hautes fréquences (sons aigus)*
- *vitesse de progression dans l'eau ( $\sim 1500 \text{ m/s}$ ) plus importante que sur terre ( $\sim 330 \text{ m/s}$ ) qui empêche d'identifier facilement leur provenance par disparition de la stéréophonie.*

- 4) Vous avez à votre disposition une station de gonflage permettant la composition de mélange azote-oxygène et du matériel de plongée adéquat (bouteille, détendeurs, etc). Vous souhaitez faire réaliser un mélange vous permettant d'optimiser votre temps de plongée pour une profondeur maximum de 40 mètres. Quelle composition de mélange proposez vous ? (4 points)

*Il faut  $pP O_2 \leq 1,6 \text{ bar}$*

$$pP O_2 = \%O_2 \times P \text{ abs soit } \%O_2 = pPO_2/Pabs$$

$$Pabs = 5 \text{ bar et } pPO_2 = 1,6 \Rightarrow \%O_2 = 0,32$$

*=> le mélange composé doit contenir au maximum 32% d'O<sub>2</sub>, soit 68% de N<sub>2</sub>.*

## II. Tables de plongée

## 45'

- 1) Plongée à 11h00, durée = 31 minutes, prof. max atteinte = 34 mètres. Paliers, heure de sortie, GPS ? (1 point).

- 2' à 6 m, 27' à 3m, GPS = K, DR = 1,86' + 2' + 27' + 1' = 32'

- HS = 11h00 + 31' + 32' = 12h03'

- 2) Plongée à 10h00, durée = 30 minutes, prof. max atteinte = 40 mètres. Vous disposez d'un système permettant d'inhaler de l'oxygène au palier. Paliers, heure de sortie, GPS ? (2 points).

- 4' à 6 m (pas de réduction du temps), 19' à 3m (réduction 1/3), GPS = K

- HS = 10h00 + 30' + 2,26' + 4' + 19' + 1' = 10 h 57

- 3) Première plongée à 10h00, durée = 22 minutes, prof. max atteinte = 33 mètres. Seconde plongée à 13h50, durée = 27 minutes, prof. max atteinte = 31 mètres. Paliers, heure de sortie, GPS première plongée ? Paliers, heure de sortie seconde plongée ? (2 points)

- 11' à 3 m, GPS = I, DR = 2' + 11' + 0,5' = 14'

- HSI = 10h00 + 22' + 14' = 10h36'

- intervalle = 13h50 - 10h36 = 3h14 => TN2 = 0,94 ; dans la table on prend 32m / 0,95 ce qui donne une majoration de 10' => DF2 = 27' + 10' = 37'

- paliers 2nde plongée : 1' à 6 m et 29' à 3m, DR2 = 1,67' + 1' + 29' + 1' = 33'

- HS2 = 13h50' + 27' + 33' = 14h50

- 4) Première plongée à 11h00, durée = 29 minutes, prof. max atteinte = 37 mètres. Seconde plongée à 12h14, au bout de 6 minutes au fond à 27 mètres, le plongeur remonte trop vite suite à un problème matériel, il regagne son premier palier à 12h22. Paliers, heure de sortie, GPS première plongée ? Paliers, heure de sortie seconde plongée ? (3 points)

- 3' à 6 m, 24' à 3m, GPS = K, DR = 2,06' + 3' + 24' + 1' = 31'

- HSI = 11h00 + 29' + 31' = 12h00'

- 2nde plongée : remontée rapide => palier 5' à mi-profondeur

- intervalle = 12h14' - 12h00' = 14' => plongée consécutive, => palier thérapeutique à 19 m (demi profondeur de la première plongée prise en référence)

- P = max (P1, P2) = 37 mètres, D = D1 + D2 = 29' + (6' + 2' + 5') = 42'

- paliers 2nde plongée : 5' à 19 m, 15' à 6m, 43' à 3m, DR = 5' + 0,86' + 15' + 43' + 1' = 1h05'

=> HS2 = 12h14' + 8' + 1h05' = 13h27' (GPS = N)

- 5) Plongée dans un lac au niveau duquel la P atmosphérique est de 608 mm Hg. Première plongée à 11h00, durée = 19 minutes, prof. max réelle atteinte = 26 mètres. Paliers, heure de sortie, GPS ? (3 points)

- Plieu/Pabs = 608/760 = 0,8 => Plieu = 0,8 bar.

- Pf = 26/0,8 = 32,5 mètres.

- Ppalier = 3 x 0,8 = 2,4 mètres réels.

- Palier à 2,4 mètres = 5' ; DR = 1,96' + 5' + 0,5' = 8'

- HS = 11h00 + 19' + 8' = 11h27, GPS = H

1,96' résulte de : (26 - 2,4) / (15 x 608/760)

- 6) Première plongée à 11h00, durée = 32 minutes, prof. max atteinte = 30 mètres. Seconde plongée à 14h00 d'une durée de 30 minutes. Paliers, heure de sortie, GPS première plongée ? Quelle doit être la profondeur maximale de la seconde plongée pour ne pas faire de palier ? (4 points)

- Première plongée : P(3m) = 17' - GPS = J

- DRI = 1,8' + 17' + 0,5' = 20' - HSI = 11h00 + 32' + 20' = 11h52'

- Seconde plongée : intervalle = 14h00 – 11h52 = 2h08' => TN2 résiduelle = 1,02

On prend 1,03 pour rechercher la majoration.

Il faut alors établir le tableau suivant à partir de la table et du tableau II (on ne retient que les profondeurs figurant dans le tableau II et donnant une durée fictive sans palier supérieure aux 30 minutes figurant dans l'énoncé) :

<i>Profondeur</i>	<i>Durée maximum sans palier (durée fictive)</i>	<i>Majoration lue dans le tableau II pour cette profondeur</i>	<i>Durée maximum réelle (col. 2 - col. 3)</i>
<i>22 m</i>	<i>35'</i>	<i>24'</i>	<i>11'</i>
<i>20 m</i>	<i>40'</i>	<i>27'</i>	<i>13'</i>
<i>18 m</i>	<i>50'</i>	<i>30'</i>	<i>20'</i>
<i>15 m</i>	<i>1 h 15</i>	<i>37'</i>	<i>38'</i>
<i>12 m</i>	<i>2 h 15</i>	<i>47'</i>	<i>1 h 28</i>

**III. Règlementation****30'**

- 1) Vous êtes Niveau 4 et lors de la prochaine sortie club qui ne comportera aucune activité d'enseignement, vous souhaitez être le directeur de plongée. Quelle est la procédure à suivre ? (3 points)
  - Obtenir une qualification de plongeur niveau 5, après une évaluation par un MFI, et une demande adressée au Comité régional par le Président du Club.
  - Etre désigné par le Président du club comme Directeur de plongée de ladite sortie.
  
- 2) Enumérer les prérogatives du plongeur niveau 4 ? (5 points)
  - Plonger en autonomie au delà de l'espace lointain dans la limite des 60 mètres maxi. (= mêmes prérogatives que les P3)
  - Encadrement des niveaux II en exploration dans l'espace lointain.
  - Encadrement des niveaux I en exploration dans l'espace médian
  - Encadrement des niveaux 0 en exploration dans l'espace proche ainsi que dans l'espace médian en fin de formation.
  - Sur autorisation du directeur de plongée, il peut donner des baptêmes en piscine dont la profondeur ne dépasse pas 6 mètres.
  - Il peut se présenter à l'examen de moniteur fédéral ainsi qu'à la qualification de plongeur niveau 5.
  - Enseigner dans les espaces proche et médian s'il est E2 (initiateur ou déclaré en stage d'encadrement).
  
- 3) Vous souhaitez gonfler vous-même un bloc. Quelles sont les conditions et les précautions à observer? (4 points)
  - Etre inscrit sur la liste des personnes autorisées à gonfler.
  - Prendre connaissance du registre d'entretien du compresseur et vérifier le niveau d'huile.
  - Vérifier les dates de réépreuves et de TIV.
  - Vérifier la conformité de la valeur de pression de service par rapport à celle de la rampe de gonflage.
  
- 4) Qui peut être directeur de plongée ? Précisez les conditions d'exercice ? (3 points)
  - Plongeur niveau II initiateur (E1) en piscine de moins de 6 m
  - Plongeur niveau IV initiateur (E2) en piscine de moins de 6 m
  - Plongeur niveau V. en exploration en milieu naturel
  - Moniteur (E3, E4, E5) en enseignement (milieu naturel, fosses et piscines) ainsi qu'en exploration.
  
- 5) Quelles sont les conditions à remplir pour pratiquer les activités plongée dans un club ? (2 points)
  - Avoir une licence en cours de validité.

- Etre en possession d'un certificat médical de non contre indication à la pratique de la plongée datant de moins d'un an.

7) Quel est l'âge minimal pou pratiquer la plongée au sein de la FFESSM ? (1 point)

- 8 ans

8) Comment est élu le président de la F.F.E.S.S.M. ? Quelle est la durée de son mandat ? (2 points)

Il est élu par l'Assemblée Générale sur proposition du Comité directeur préalablement élu lui aussi par l'AG. La durée de son mandat est 4 ans (1 Olympiade).

<b>IV. Accidents</b>	<b>45'</b>
----------------------	------------

1) Un plongeur Niveau 4 travaillant la R. S. E. se plaint à la remontée d'une forte douleur thoracique. (6 points)

- Est ce un accident ? si oui, lequel ? ( soit 1 point)  
*Oui une surpression pulmonaire*
- Expliquez son mécanisme ( soit 1 point)  
*A la remontée la pression diminue en vertu de la loi de Mariotte, le volume du gaz dans les poumons augmente. Si le plongeur ne rejette pas l'air en excès il se produit une distension ou une rupture des alvéoles pulmonaires*
- Expliquez les symptômes. Peuvent-ils évoluer ? De quelle façon ? ( soit 1 point)  
*Douleur thoracique - difficulté respiratoire - toux - spumes rosâtres - poches d'air sous la peau (emphysème sous-cutané) - perte de connaissance - état de choc - mort.  
Evolution possible : accident de décompression - pneumothorax - embolie gazeuse - atteinte neurologique.*
- Conduite à tenir (soit 1 point)  
*Mise en position la moins inconfortable possible (1/2 assis) comme pour tout insuffisant respiratoire  
O2 normobare 15 l/minute au masque  
Si arrêt respiratoire O2 en insufflation  
Massage cardiaque si arrêt cardiaque  
Traiter systématiquement le risque d'ADD  
Alerte pour déclencher l' Evacuation vers un centre hyperbare  
Noter les paramètres de la plongée*
- Facteurs favorisant cet accident ? ( soit 1 point)  
*Inexpérience, stress, remontée rapide, essoufflement, malformation pulmonaire, panne de détendeur, panne d'air, blocage de la glotte.*
- Que mettez-vous en place pour éviter ce type d'accident ? Prévention ? ( soit 1 point)  
*Rappeler les règles aux débutants (souffler en remontant + 15 m/minute + regarder la surface), éviter la panne d'air (gestion de la plongée), vérifier le bon fonctionnement et entretien du matériel, éviter l'essoufflement (adaptation de la vitesse) et le stress (en rassurant par les mots et le comportement, les remontées trop rapides ( palanquée regroupée + gestion des SSG)*

2) L'accident de décompression. (sur 7 points)

- En tant que Niveau 4, que mettez-vous en place pour éviter ce type d'accident ? (2 points)  
*Respect vitesse de remontée et durée et profondeur des paliers,  
Vérification à la descente du lestage,  
Si plongée profonde, bouteille au pendeur pour éviter les paliers interrompus,  
Eviter le stress dans la palanquée et sur le bateau,  
Adapter sa vitesse de palmage à celle du plongeur le moins rapide,  
En cas de doute (eau froide, voyage, stress, effort) majorer les paramètres de la plongée (temps ou profondeur) pour le calcul des paliers  
Effectuer un palier de principe de 3' à 3 mètres, possibilité de rallonger ce palier (et seulement celui-là).  
Eviter les efforts pendant et après la plongée et proscrire l'apnée.*

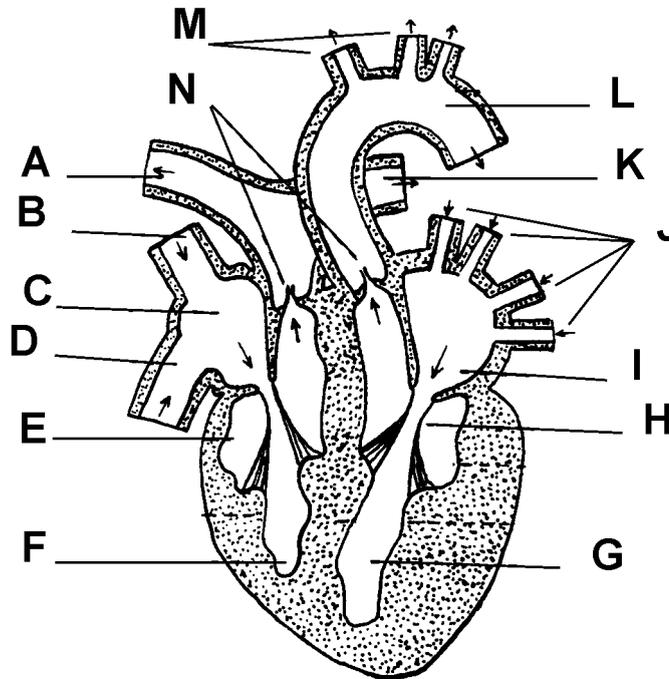
***Lutter contre la déshydratation.***

- Expliquez succinctement les différents types de lésions entraînées par l'accident de décompression (1 point)
    - Bulle d'air dans la circulation sanguine***
    - Ischémie des cellules***
    - Agrégat plaquettaire***
    - Irritation des paroi interne des vaisseaux sanguins***
    - Atteintes neurologiques***
  
  - Quels sont les symptômes de ce type d'accident ? (2 points)
    - Lésions cutanées : rougeurs sur le thorax, démangeaisons localisées, (c'est rare en vêtement humide)***
    - Lésions ostéo-articulaires : douleurs articulations et gêne fonctionnelle***
    - Lésions médullaires : impossibilité d'uriner, jambes lourdes, paresthésie, paralysie progressive des membres inférieurs***
    - Les lésions médullaires sont des lésions neurologiques.***
    - Lésions cérébrales : perte de la parole, de la vision d'un œil, hémiplegie, paralysie de la face***
    - De façon générale, fatigue intense, prostration, parfois état de choc***
  
  - Conduite à tenir devant un accidenté ? (2 points)
    - Alerter les secours pour préparer évacuation***
    - Lui faire boire de l'eau (1 litre) (c'est 1 l à l'heure et à condition que l'accidenté puisse uriner) et prendre 0,5 g d'aspirine, (c'est 0,5 g à condition que l'accidenté soit conscient et non-allergique)***
    - Le déséquiper, le mettre sous oxygène normobare,***
    - Position allongée sur un plan incliné (30°), la tête en bas et surveillance constante***
    - Si perte de conscience, mise en PLS***
    - Noter les paramètres de plongée et surveillance des autres membres de la palanquée si pas de raisons expliquable à l'accident,***
    - Evacuation vers caisson hyperbare.***
- 3) Au cours d'une plongée à 30 mètres, vous encadrez 2 niveau 2 en exploration. Il y a du courant sur le site. (7 points)
- Quelles précautions prendrez-vous pour que cette plongée se déroule sans incident ? (1 points)
    - ***S'assurer de la bonne condition physique des plongeurs***
    - ***Partir contre le courant***
    - ***Adapter sa vitesse au moins rapide***
    - ***Être vigilant quant à l'apparition d'un essoufflement***
    - ***Être vigilant quant à la consommation d'air des plongeurs***
  
  - Quel type d'incident pouvez-vous rencontrer ? (1 point)
    - ***Essoufflement***
  
  - Expliquez le mécanisme de cet accident ? (1 point)
    - ***Une mauvaise ventilation au niveau des poumons empêche une évacuation suffisante du CO2 produit par l'organisme. En conséquence, le taux de CO2 augmentant dans le sang, celui-ci induit un rythme respiratoire plus élevé (par le biais des chémorécepteurs) qui détériore encore la ventilation en la rendant superficielle. Cet accident évolue en cercle vicieux.***
  
  - Symptômes? (2 points)

- *Symptômes extérieurs : Fréquence respiratoire élevée (dégage bcp de bulles), agitation, panique, le plongeur cherche l'air et perd son détendeur. (+ parfois le signe conventionnel)*
- *Symptômes individuels : maux de tête (uniquement dans l'intoxication exogène), respiration haletante, ne parvient pas reprendre sa respiration, détresse respiratoire.*
- Conduite à tenir (2 points)
  - *Assister la victime et la rassurer, lui faire cesser tout effort, insister sur l'expiration, la remonter (à 30 m, on remonte et on arrête la plongée), éventuellement lui passer sa réserve.*
  - *Sur le bateau, on installe dans un endroit bien ventilé ou on donne de l'oxygène.*
  - *Sur un essoufflement sévère, on proscrit toute plongée successive.*

**V. Anatomie/physiologie****45'**

- 1) Annoter le schéma du cœur (3 points), en expliquant le fonctionnement et le rôle de la grande circulation et de la petite circulation (3 points):



**A et K : artères pulmonaires,**  
**B : veine cave supérieure,**  
**C : oreillette droite,**  
**D : veine cave inférieure,**  
**E : valvule tricuspide**  
**F : ventricules droit,**  
**G : ventricule gauche**  
**H : valvule mitrale**  
**I : oreillette gauche**  
**J : veines pulmonaires**  
**L : crosse aortique**  
**M : carotides**  
**N : valvules sigmoïdes**

- Le système circulatoire est un circuit fermé,
- Il transporte les gaz, les nutriments, les déchets, les hormones, etc,
- Le cœur est la "pompe" qui fait circuler le sang dans les veines et les artères,
- Le cœur fonctionne comme 2 pompes en série,
- La petite circulation passe par les poumons,
- La grande circulation dessert toutes les cellules du corps y compris le cerveau, le cœur et les poumons,
- la petite circulation oxygène le sang et évacue le CO<sub>2</sub>,
- la grande circulation amène aux cellule l'O<sub>2</sub> et diminue le CO<sub>2</sub> autour des cellules,

- 2) Compléter les phrases suivantes. (1/4 de point par bonne réponse soit total sur 2 points).

- L'étrier repose sur la fenêtre **ovale**
- Le tympan est une membrane située entre l'oreille **externe** et l'**oreille moyenne**
- L'équilibre de la personne se situe dans l'oreille au niveau **des canaux semi-circulaires, du saccule et de l'utricule**.
- La trompe d'Eustache débouche dans l'oreille moyenne Et dans **les voies aériennes supérieures (arrière gorge)**
- Le bulbe rachidien régule **le système neurovégétatif**
- Les alvéoles pulmonaire sont tapissées par **le surfactant**
- Le rythme cardiaque est accéléré par le système **sympathique**
- Les nerfs sont principalement constitués par les **neurones**

3) Dans un vocabulaire approprié expliquer en vous aidant éventuellement de schémas : ( total 9 points)

- Comment s'effectuent les échanges gazeux entre les capillaires et les cellules. (soit 6 points)  
**La cellule consomme de l'oxygène → elle fait chuter le taux O<sub>2</sub> autour d'elle → un "courant " O<sub>2</sub> va se créer dans le liquide du plus concentré vers le moins concentré → diminution du taux O<sub>2</sub> autour des capillaires → passage de l'O<sub>2</sub> du plasma vers le liquide interstitiel au travers de la membrane du capillaire → chute du taux d'O<sub>2</sub> dans le capillaire. L'oxygène passe du capillaire dans les cellules ; peu importe qu'il transite par les liquides interstitiels (dont il faudrait préciser la nature). Quant à l'osmose, c'est un autre phénomène qui n'a rien à voir puisqu'il s'agit du transfert du solvant à travers une membrane : le solvant va du milieu le moins concentré en éléments dissous vers le milieu le plus concentré.**  
**Idem mais dans l'autre sens pour le CO<sub>2</sub>**  
**Ce n'est pas identique pour le CO<sub>2</sub>. Dans les deux cas il s'agit de réactions chimiques, mais avec l'O<sub>2</sub> on dissocie l'hémoglobine pour fournir du comburant à la cellule (combustion des glucides, lipides et protides). En ce qui concerne le CO<sub>2</sub>, il provient de la réaction chimique précédente et va se combiner avec le sodium et le potassium du sang plutôt qu'avec l'hémoglobine pour laquelle il n'a qu'une affinité modérée.**  
**En définitive les globules rouges restituent les 4 molécules d'O<sub>2</sub> qu'ils ont pris au niveau des poumons et les remplacent par des molécules de CO<sub>2</sub>**  
**Souvent les hématies ne "restituent" qu'une partie des 4 molécules d'O<sub>2</sub> (sauf cas d'effort violent). Quant au CO<sub>2</sub>, il remplace certes l'O<sub>2</sub>, mais pas en se fixant sur les hématies. Le plus souvent, il se combine dans le plasma et les hématies sous la forme de carbonates (de sodium et de potassium) et d'acide carbonique dont la dissociation au niveau pulmonaire donnera du CO<sub>2</sub> et de la vapeur d'eau.**
- Les différentes formes de transports des principaux gaz dans tout l'organisme. (3 points)  
**Sous forme dissoute O<sub>2</sub> - CO<sub>2</sub> - N<sub>2</sub> - CO -gaz rares**  
**Sous forme combinée avec l'hémoglobine O<sub>2</sub> - CO**

4) Représentez sur un schéma les différents volumes ventilatoires en indiquant leurs valeurs moyennes. (4 points)

- VR (Volume résiduel) ~ 1,2 litre**
- VER (Volume Expiratoire de Réserve) ~ 1,5 litre**
- VC (Volume Courant) ~ 0,5 litre**
- VIR (Volume Inspiratoire de Réserve) ~ 2 litres**