

THEORIE GP n°4

Réponses QROC



11 | ANATOMIE, PHYSIOLOGIE ET PHYSIOPATHOLOGIE DU PLONGEUR : Coefficient 4
 C'est une épreuve écrite destinée à vérifier les connaissances du candidat sur la physiologie spécifique au plongeur, sur les accidents liés que les ABO et la gestion de l'évacuation.
Les connaissances des niveaux antérieurs sont considérées comme maîtrisées.
L'évaluation peut permettre de vérifier ce point.

1 — Connaissances	2 — Commentaires
Oreille et plongée	Même contenu qu'au niveau 3. Les connaissances sont orientées sur les compétences et prérogatives du GP. Evaluation : questions ciblées sur le rôle du GP dans la prévention des accidents de l'oreille.
Essoufflement en plongée	<ul style="list-style-type: none"> Anatomie simple de l'appareil ventilatoire Mécanique ventilatoire : <ul style="list-style-type: none"> Inspiration, expiration Volumes pulmonaires Modifications de la ventilation en immersion, notion de rétention de CO₂ Explication de l'installation du phénomène d'essoufflement (déficit d'expiration et cercle vicieux lié au CO₂). Prévention et conduite à tenir. Evaluation : étude de cas pratiques en tant que GP. Capacité à citer les situations et décrire les comportements adaptés. L'utilisation de schémas comme support d'explication est possible.
Narcose	<ul style="list-style-type: none"> Symptômes, facteurs favorisants et prévention en tant que GP. Rôle facilitateur du CO₂ dans le mécanisme de la narcose. Evaluation : étude de cas pratiques en tant que GP. Savoir différencier les premiers signes de la narcose de la crise narcotique. Le mécanisme n'est pas demandé.
Oedème d'immersion pulmonaire	<ul style="list-style-type: none"> Causes, symptômes prévention et conduite à tenir. Evaluation : étude de cas. Le mécanisme n'est pas demandé.
Accidents liés à la pratique de l'apnée	<ul style="list-style-type: none"> Risques et prévention. Importance de l'échauffement et règles de sécurité. Evaluation : étude de cas.
Incidents liés au froid en plongée	<ul style="list-style-type: none"> Causes, facteurs favorisants, risques. Symptômes, conduite à tenir et prévention en tant que GP. Syncope thermo-différentielle : mécanisme et prévention. Evaluation : étude de cas pratiques en tant que GP. Capacité à citer les situations et décrire les comportements adaptés.
Déshydratation en plongée	<ul style="list-style-type: none"> Causes, facteurs favorisants (diurèse d'immersion et liée au froid), risques. Conduite à tenir et prévention en tant que GP. Evaluation : étude de cas pratiques en tant que GP. Capacité à citer les situations et décrire les comportements adaptés.



Q1 Expliquez le principe physique de compressibilité des gaz. Citez 4 applications en plongée.

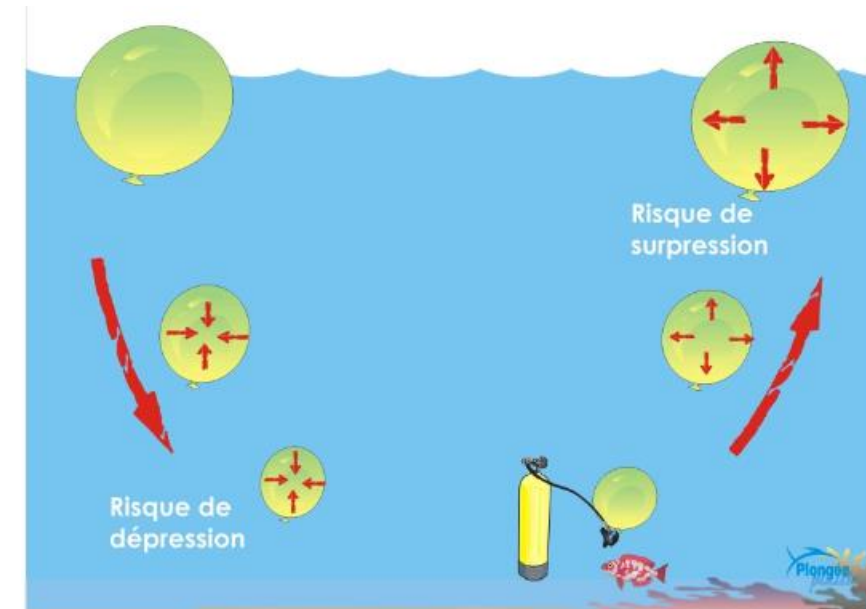
Principe physique de compressibilité des gaz.
contrairement aux solides et liquides,
les gaz se compriment sous l'effet de la
pression

Loi de Boyle-Mariotte

$$PV = C \quad \text{ou} \quad P_1V_1 = P_2V_2 = C$$

- 4 Applications en plongée de ce principe physique :

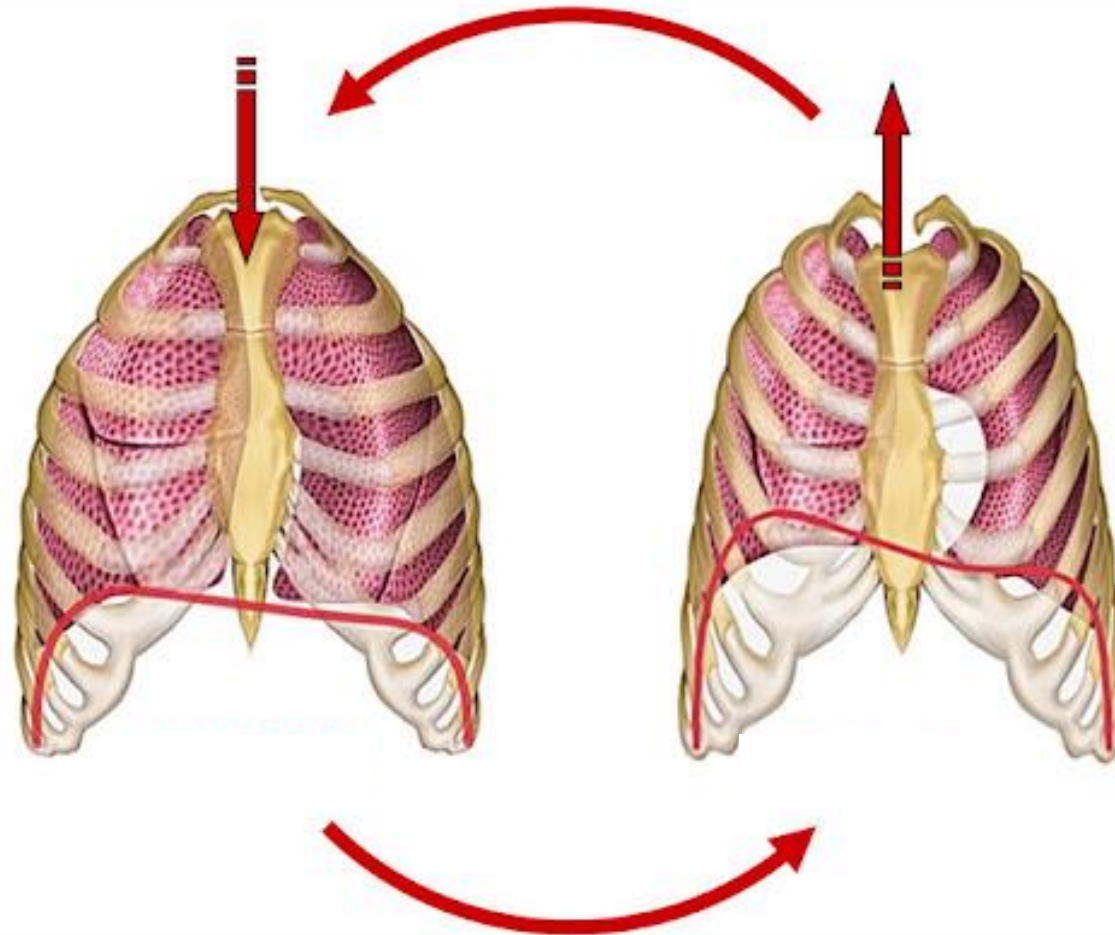
- Compréhension des barotraumatismes
- Compréhension des pratiques en plongée: Poumon ballast, immersion, stabilisation...
- Calcul d'autonomie en air : à 50 m , je consomme ???
- Compresseur et Gonflage des blocs.



Q2 Définissez ce qu'est un cycle ventilatoire et citez le(s) rôle(s) de l'appareil respiratoire.

RENOUVELLEMENT DE L'AIR

Apport O₂



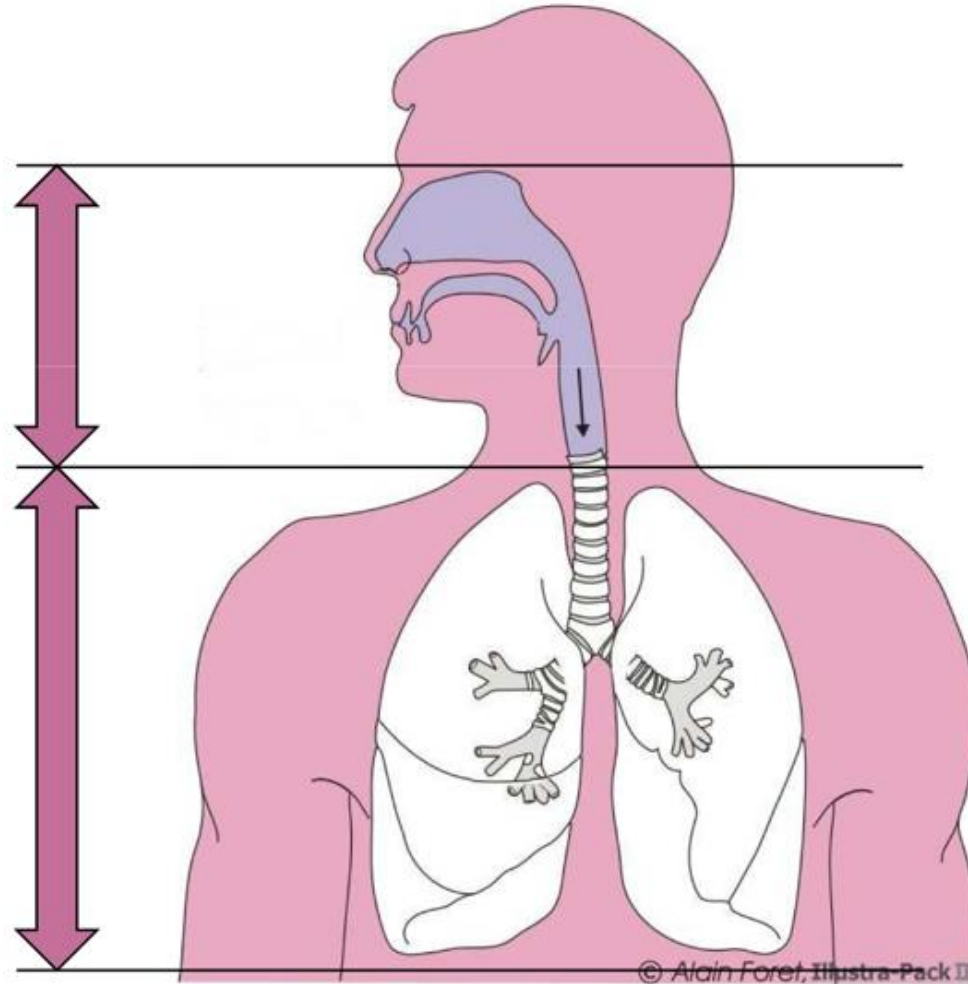
Elimination CO₂

Q3- Annotez ces 2 schémas

1^{er} SCHEMA

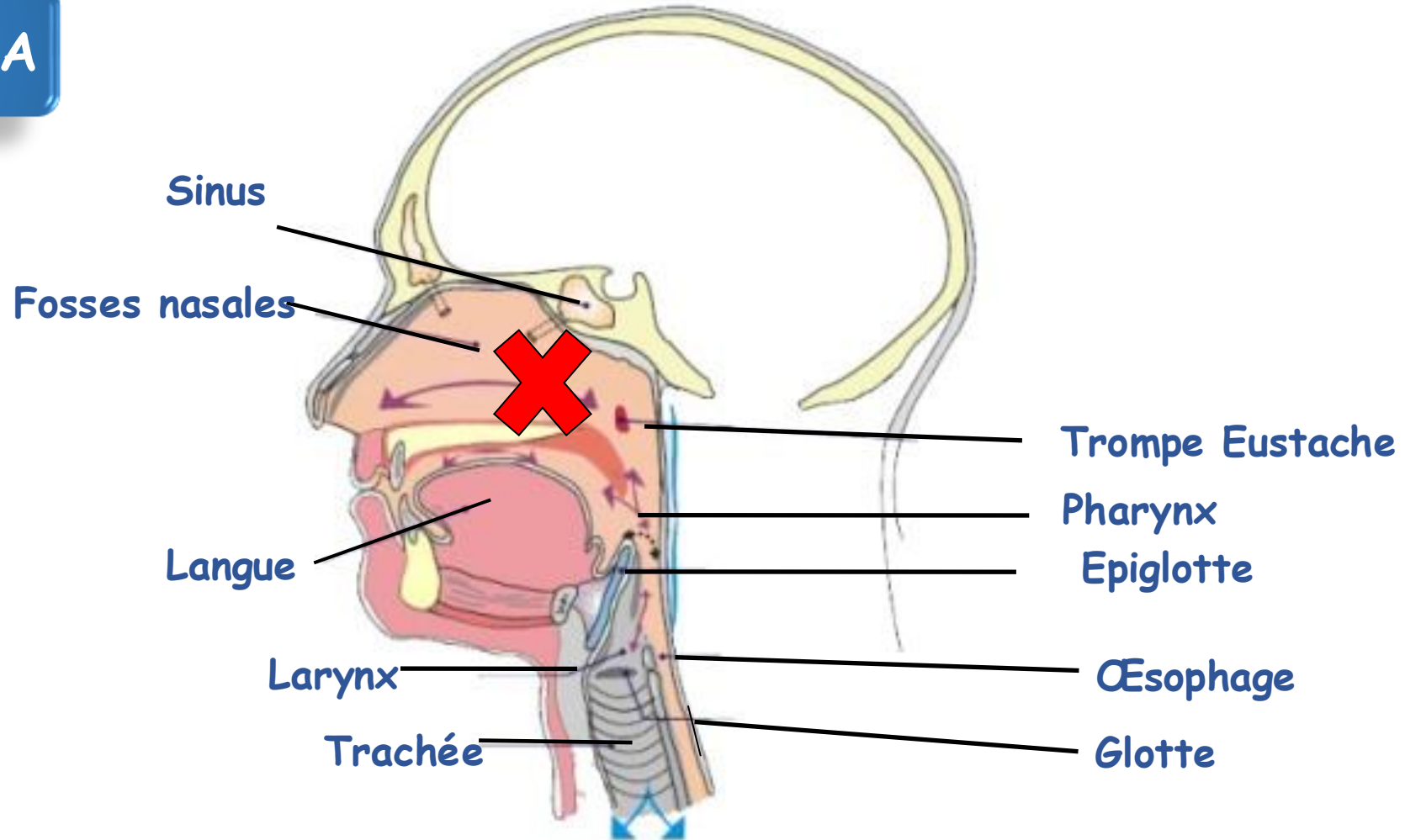
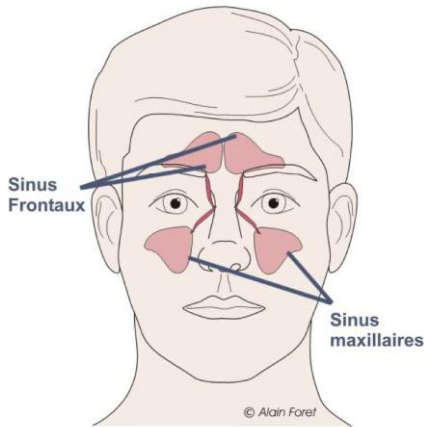
Voies aériennes
supérieures

Voies aériennes
inférieures

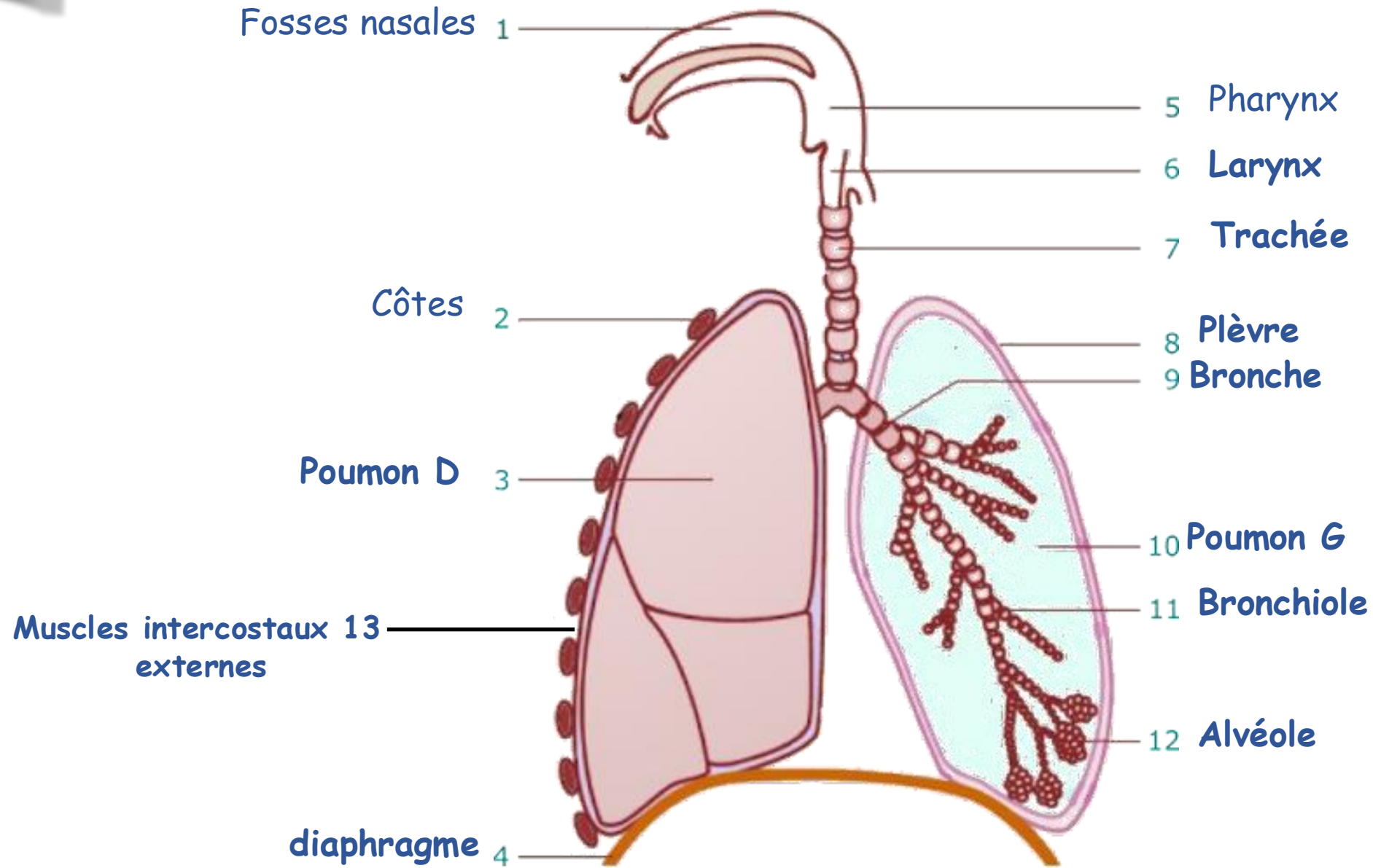


Q3- Annotez ces 2 schémas

2ème SCHEMA



Q4- Légendez ce schéma



Q5- Explicitez le mécanisme physiologique de la ventilation en vous aidant de vos connaissances anatomiques.

Inspiration

ACTIVE

**Contraction
Muscle intercostaux
externes**

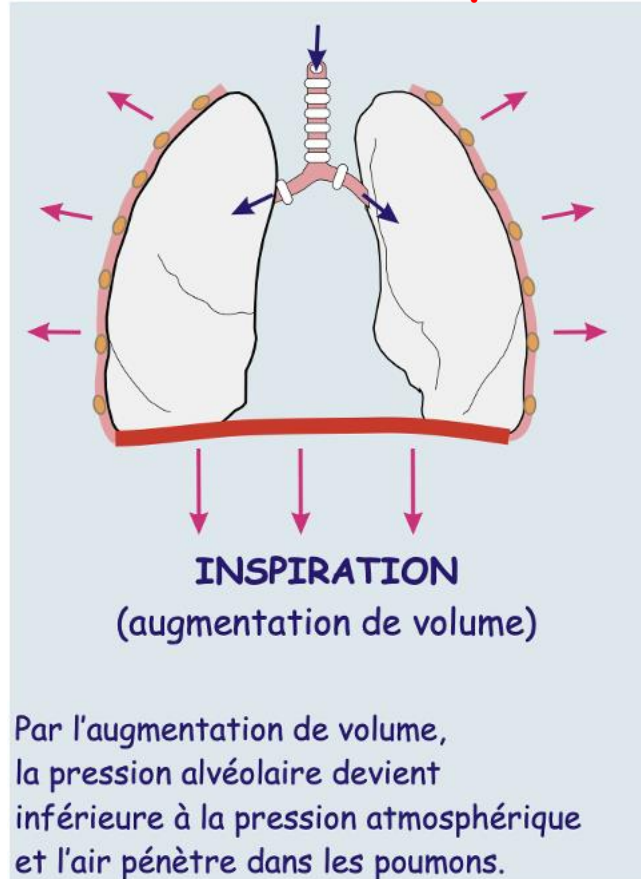
**Contraction
Diaphragme**

DEPRESSION

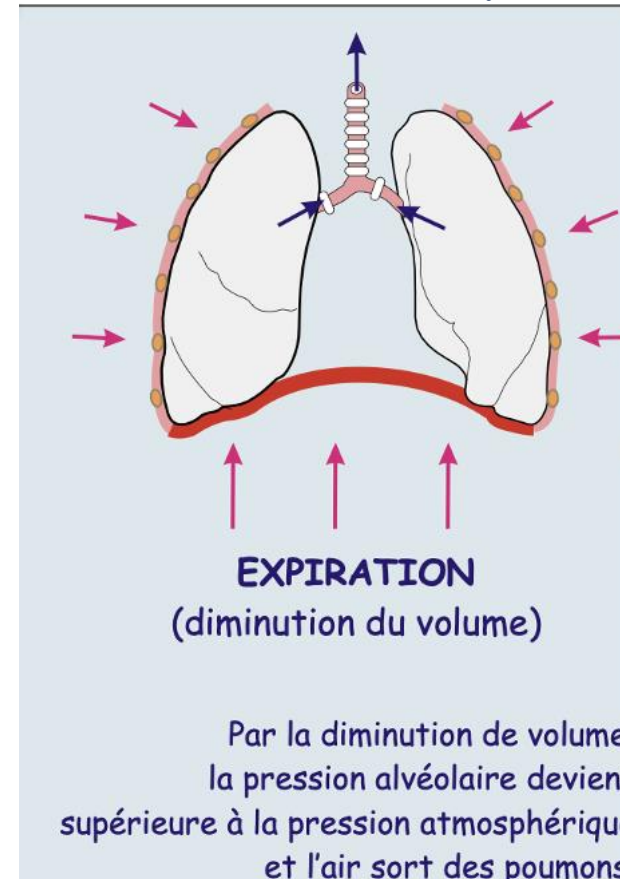
**INTRA
THORACIQUE**

14/03/26

L'Air est inspiré



L'Air est expiré



Expiration

PASSIVE

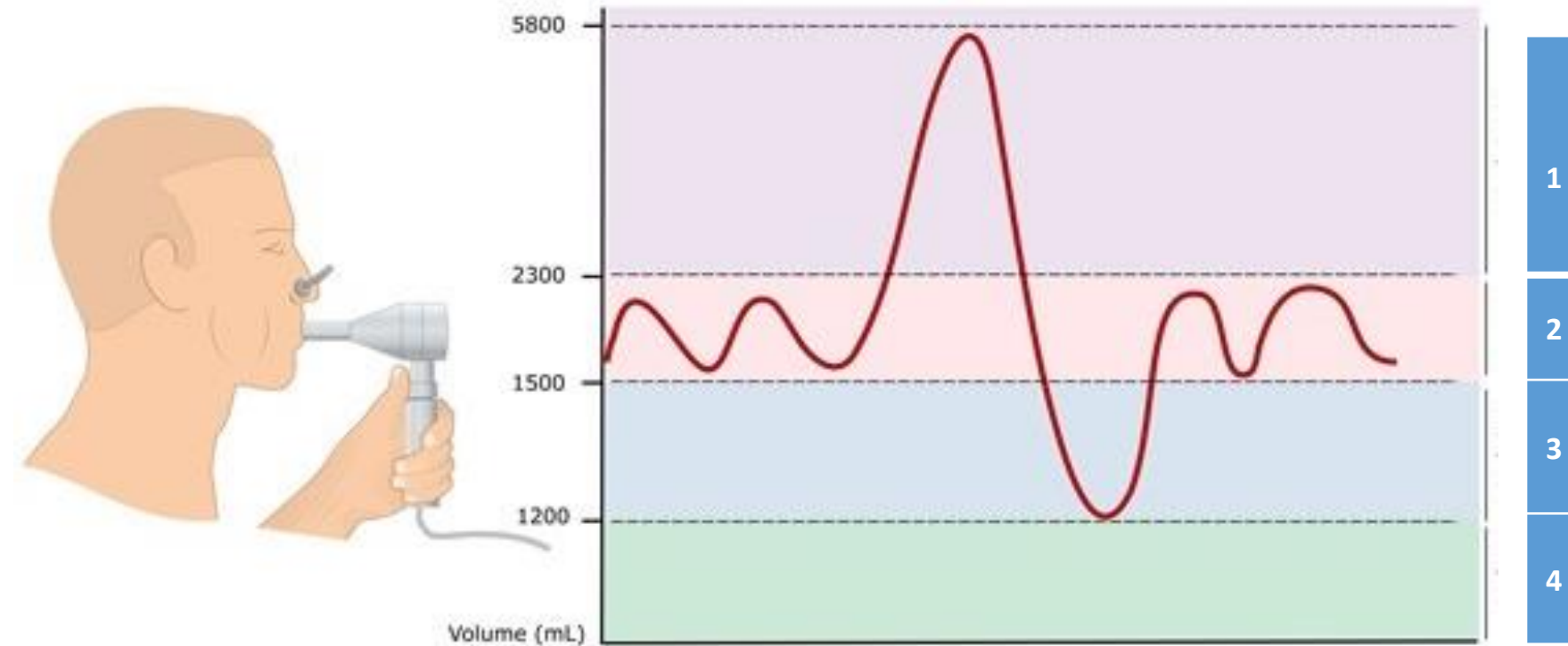
**Relâchement
Muscle intercostaux
externes**

**Relâchement
Diaphragme**

SURPRESSION

INTRA THORACIQUE

Q6 Identifiez et précisez la signification des différents volumes pulmonaires



1 Volume de réserve inspiratoire
VRI (2l)

2 Volume courant
VC (0,5l)

3 Volume de réserve expiratoire
VRE (1,5l)

4 Volume résiduel
VR (1,2l)

$$\text{CAPACITE VITALE (CV)} = \text{VRI} + \text{VC} + \text{VRE} = 4 \text{ l}$$

$$\text{CAPACITE TOTALE (CT)} = \text{CV} + \text{VR} = 5,2 \text{ l}$$

Q7 Expliquez le processus des échanges gazeux et rappelez les lois physiques qui les expliquent.

COMPOSITION DE L'AIR simplifiée

O₂ 21%

N₂ 78%
Gaz neutre

CO₂ 0,37%

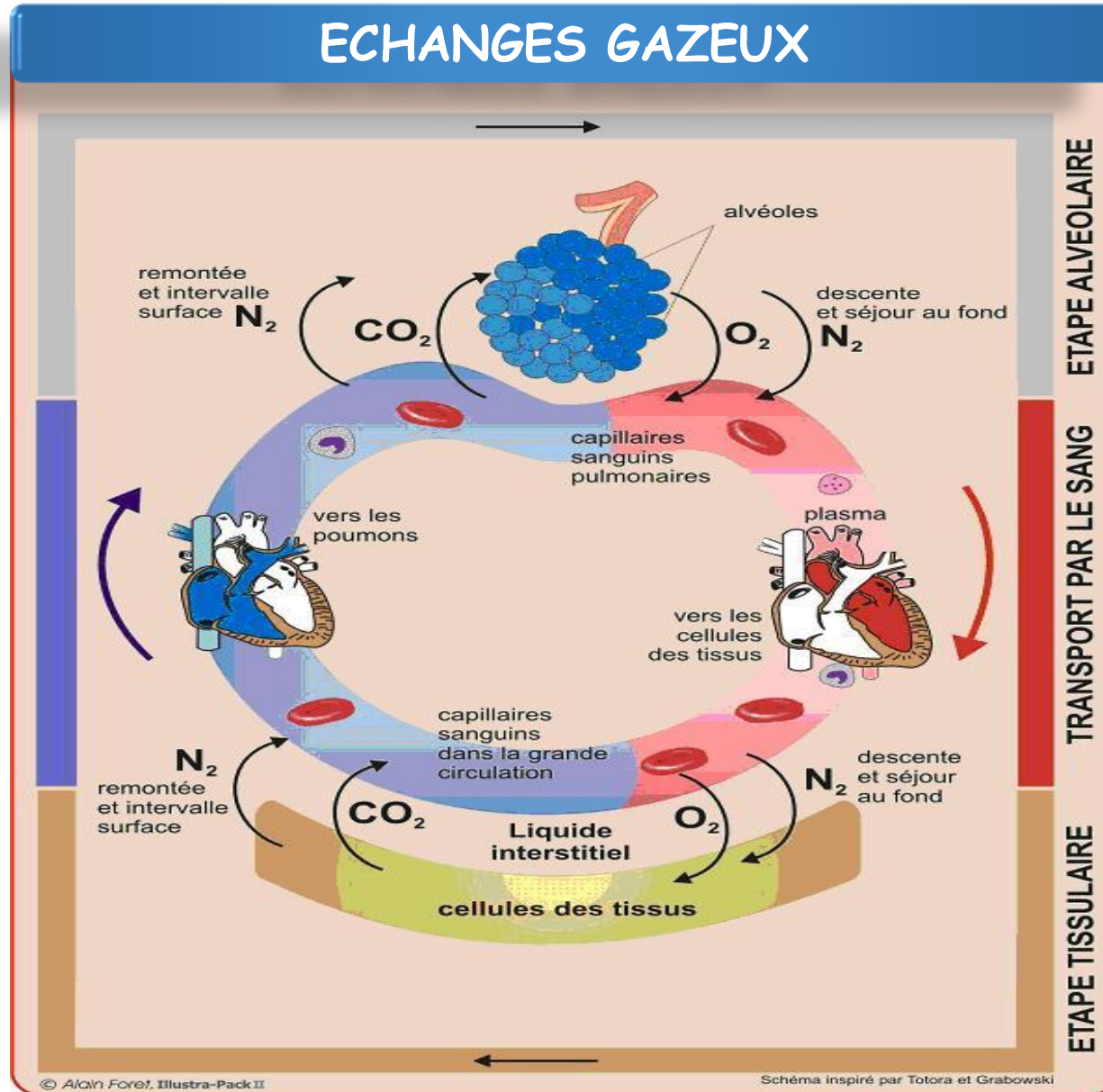
Traces
Autres gaz rares

LOIS PHYSIQUES

1-DIFFUSION
Des gaz

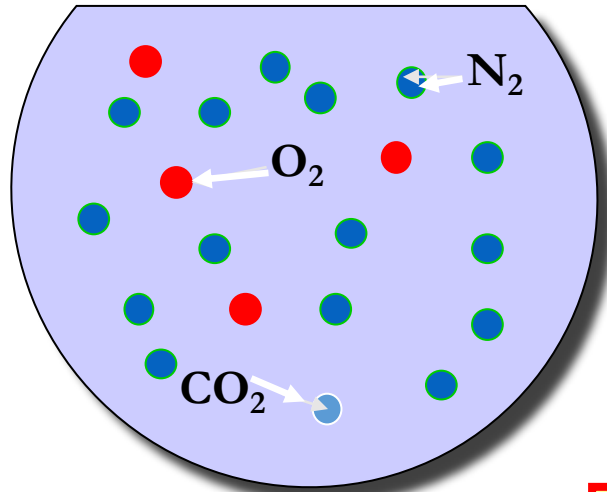
2 PRESSIONS PARTIELLES
Des gaz

3 DISSOLUTION
Des gaz

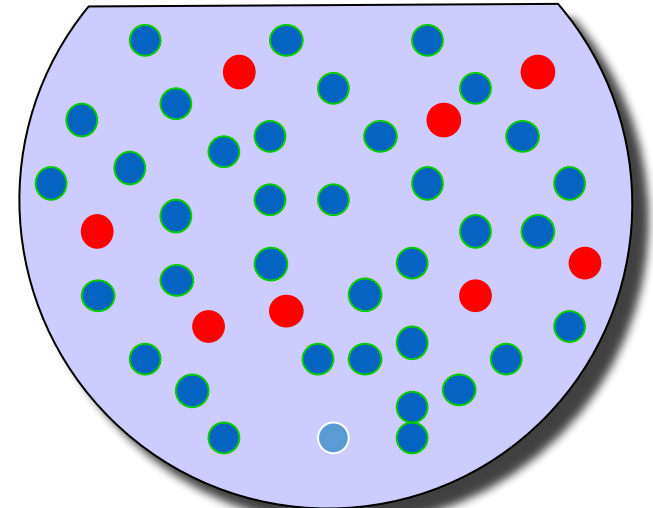


Q8- Les pressions partielles des différents gaz entrant dans la composition de l'air subissent des variations en fonction de la profondeur de la plongée. Expliquez celle de l'O₂, le N₂, le CO₂.

Une alvéole en surface : P_{abs} = 1 b



Cette alvéole est descendue à 10 m = 2 b



$$P_p = 1 \times 5\% = 2 \times 2,5\% = \text{Cste}$$

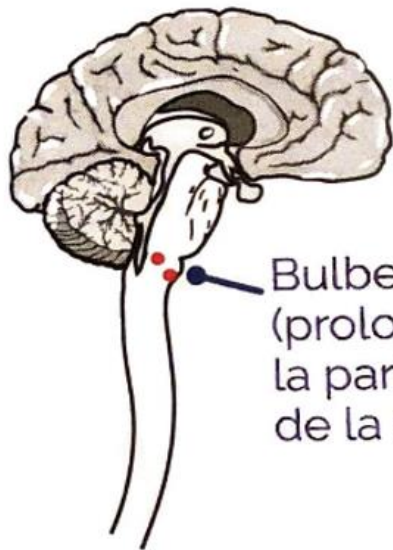
Cette molécule de CO₂ représente 1/20 des molécules soit ~5%
Elle provient du métabolisme

La production de CO₂ endogène n'a pas augmenté. Cette molécule représente maintenant 1/40 des molécules soit ~2,5 %

Q9 Expliquez le processus de régulation de la fréquence respiratoire .

Stimulation des récepteurs de PCO₂ et PO₂
Si HAUSSE du CO₂
OU IMPORTANTE BAISSSE de L'O₂

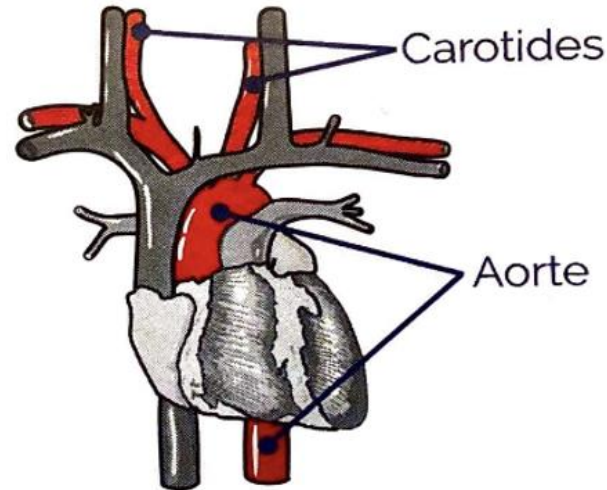
TRONC CÉRÉBRAL



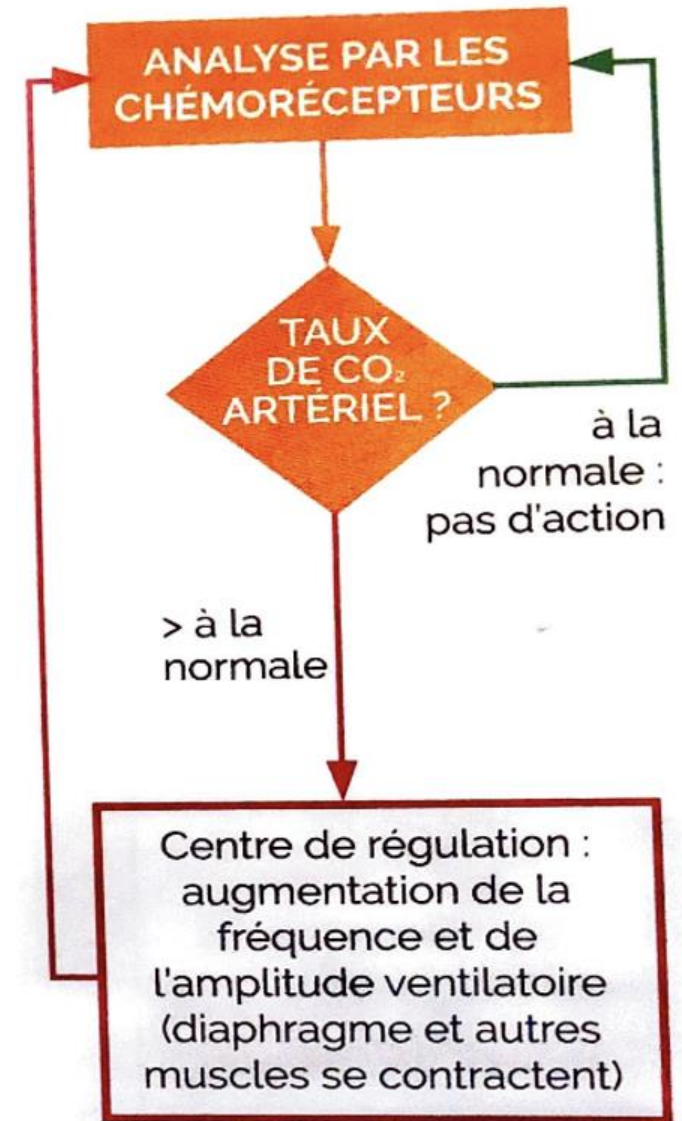
Bulbe rachidien (prolongement de la partie supérieure de la moelle épinière).

Centres inspiratoire et expiratoire. Localisation des chémorécepteurs centraux.

COEUR



Localisation des chémorécepteurs périphériques.



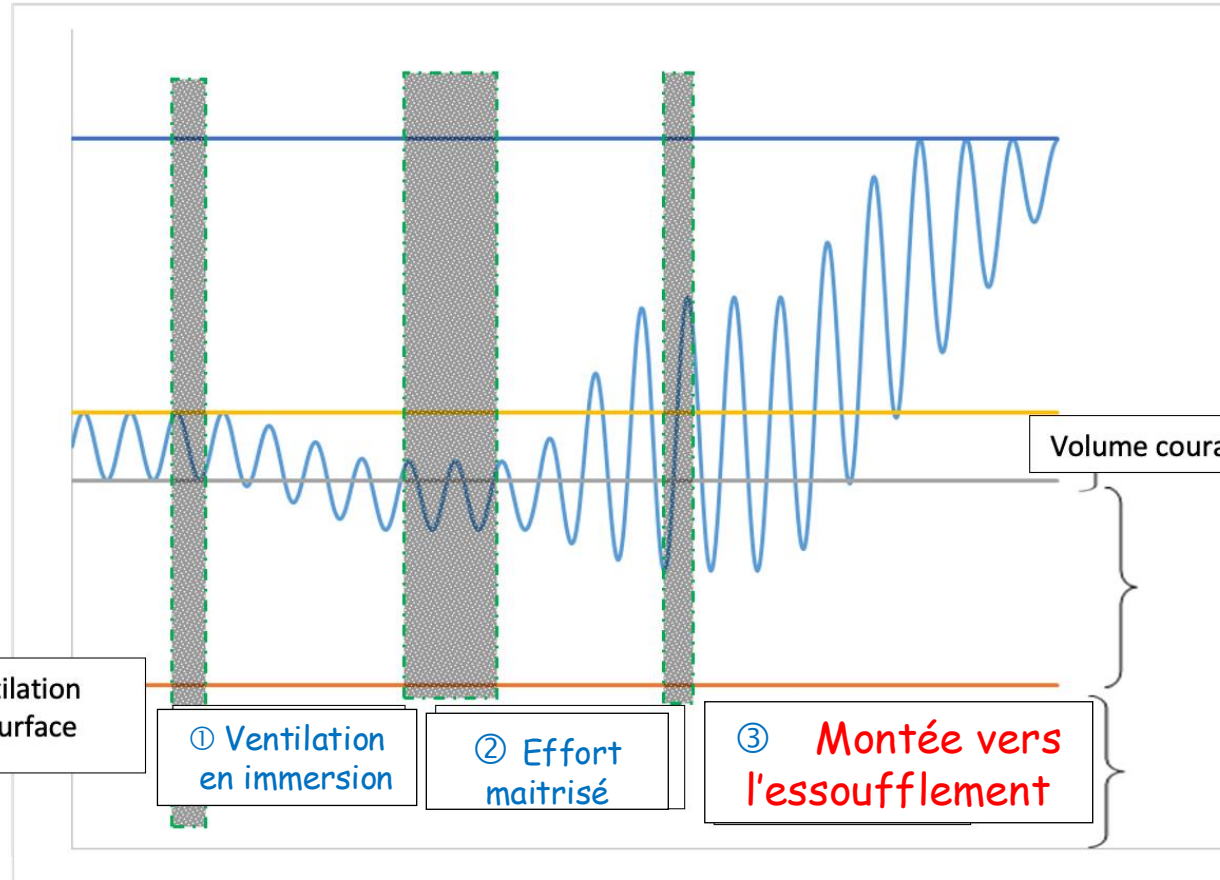
Q10 Décrivez les modifications ventilatoires en immersion

- **Ventilation par la bouche**
 - Air inspiré non humidifié, non réchauffé et non filtré
- **Augmentation de l'espace mort lié au détendeur**
 - Réduction de la ventilation alvéolaire
- **Augmentation de la résistance due au détendeur**
 - Effort inspiratoire accru
 - Expiration active .
 - Résistance à l'inspiration « tête haute » et à l'expiration « tête basse »
- **Diminution des volumes pulmonaires** due à l'augmentation du travail lié au blood shift
- **Diminution des débits ventilatoires** liés à l'augmentation de la densité de l'air.
« Un plongeur sain est un insuffisant respiratoire en immersion ! »

Augmentation du travail des muscles ventilatoires avec risque de fatigue

L'ESSOUFFLEMENT !

Q11- Commentez le spirogramme et répondez aux questions suivantes :



Sur le schéma de spirogramme ci-dessus :

a) Indiquez à quelle phase d'une plongée peuvent correspondre les trois zones identifiées :

b) Citez des causes réalistes du passage de la zone 2 à la zone 3

effort inadapté ou important, viscosité de l'air mauvaise expiration, froid, détendeur mal réglé, stress.

c) Quels indices allez-vous surveiller lors d'une plongée avec des PE40 pour éviter qu'un d'entre eux entre dans la zone 2

Ventilation rapide avec production excessive de bulles

d) Expliquez votre attitude pour éviter qu'un de vos plongeurs entre dans la zone 3.

Intervention immédiate, indication à arrêter tout effort, commencer la remontée si VR maîtrisée, Être prêt à maintenir le détendeur du plongeur .

Q 12- GP, vous encadrez un plongeur PE40 à 40m sur la Gabinière, décrivez les éléments de prévention de l'essoufflement à cette profondeur

➤ Briefing

- Accueil rassurant
- Equipement, lestage & palmage adaptés
- Rappeler : signe, apnée de contrôle
- Protocole de surveillance conso (surface, fond, mi Pression, 50b)
- Cohésion de la palanquée.

➤ Mise à l'eau et immersion non stressantes

- Test de lestage
- Ne pas s'immerger essoufflé : reprendre son souffle en surface

➤ En cas de courant surface et fond ,

- Surveillance de vos PE +++
- Ligne de vie pour attendre ou rejoindre le mouillage
- Abri derrière roches ou contre la paroi
- Adapter son palmage à celui de vos PE

➤ Surveillance +++

Consommation selon protocole

Comportements : bulles, stress, palmage, refroidissement, narcose

Apnées de contrôle

Q13 Identifiez les complications possibles d'un essoufflement en plongée.

- Noyade due à une panne d'air ou au stress (blocage glotte)
- Surpression pulmonaire liée à une remontée panique
- Narcose
- ADD

Q14-Vous accompagnez un plongeur (équipé d'un bloc 12L) à la condition physique médiocre. Arrivés à 30m son manomètre indique 180 b. Soudain un contre-courant important l'amène à l'essoufflement avec une consommation de 120l/mn. Calculez de combien de temps vous disposez pour le remonter à la surface avant que son bloc ne soit vide ?

À 30m (4b) , le plongeur dispose de $180b \times 12l = 2160L$

Temps disponible pour remontée à la surface :

$$2160l / 120l/min / 4 = 4,5 \text{ min}$$

Q15 Vous encadrez une palanquée de 2 N2 à 25 m. La plongée se déroule normalement, mais lors de la remontée, l'un des plongeurs s'affole, remonte en panique sans faire de paliers et sort de l'eau essoufflé, avec des douleurs thoraciques. Il présente des difficultés à respirer .

Q15-1 Nommez l'accident probable dans cette situation. Justifiez en quelques mots

- **Accident** : *surpression pulmonaire / barotraumatisme pulmonaire*
- **Justification** : *remontée rapide sans expiration*

Q15 Vous encadrez une palanquée de 2 N2 à 25 m. La plongée se déroule normalement, mais lors de la remontée, l'un des plongeurs s'affole, remonte en panique sans faire de paliers et sort de l'eau essoufflé, avec des douleurs thoraciques. Il présente des difficultés à respirer .

Q15-2 Expliquez le mécanisme physiologique de cet accident (en lien avec la ventilation et la variation de pression) et la cause de la douleur thoracique. Quelle différence faites-vous avec un OPI ?

- **Loi de compressibilité des gaz :**

pression diminue à la remontée → volume augmente

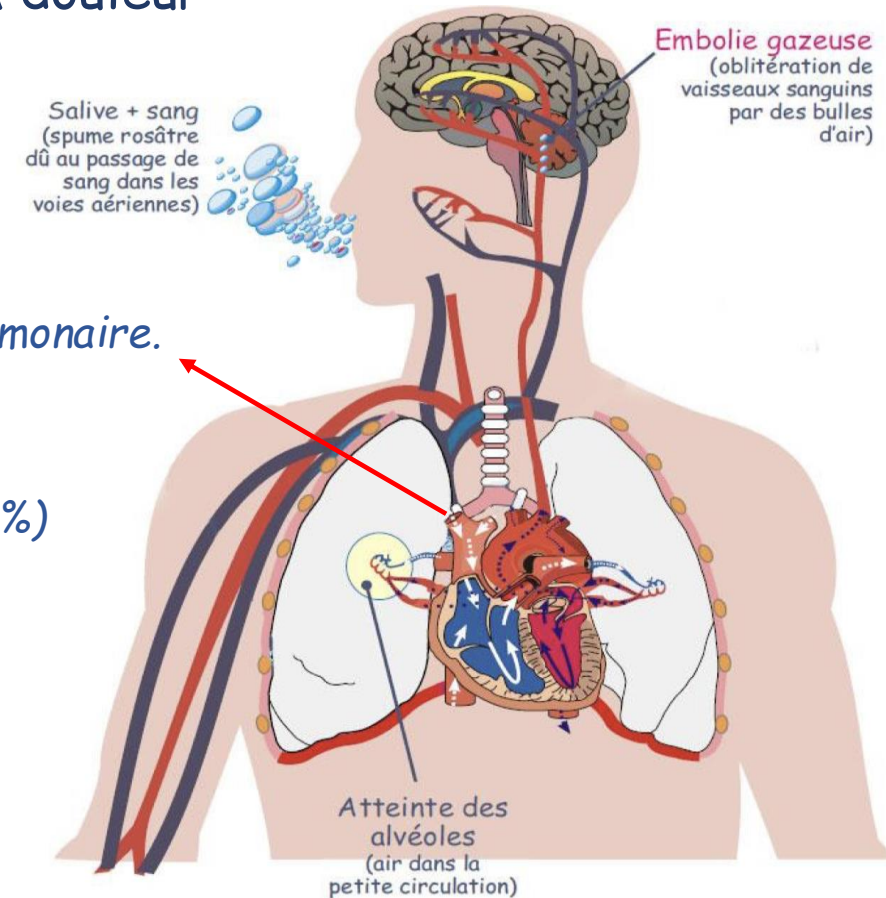
Si l'air n'est pas expiré : dilatation alvéolaire, rupture possible du hile pulmonaire.

- **Mécanisme physiologique : Fuite d'air = bulles**

- Dans la circulation (embolie gazeuse / AVC) avec troubles neurologiques (100%)

- Dans la plèvre vers le médiastin (emphysème, pneumothorax)
avec troubles respiratoires : douleur, crachats sanguinolents, détresse

- **Dans l'OPI,** Pas d'atteinte de la plèvre donc pas de douleur.



Q15 Vous encadrez une palanquée de 2 N2 à 25 m. La plongée se déroule normalement, mais lors de la remontée, l'un des plongeurs s'affole, remonte en panique sans faire de paliers et sort de l'eau essoufflé, avec des douleurs thoraciques. Il présente des difficultés à respirer .

Q15-3 Détaillez les gestes de secours mis en œuvre.

Procédure de la CMPN :

- *Déshabiller , sécher et réchauffer*
- *Mettre en position $\frac{1}{2}$ assise*
- *Mise sous O2 pure à 15l/min avec un MHC en inhalation*
- *Alerter les secours (VHF canal 16 - ASN 7- 196 ou 15)*
- *Hydrater : 1L sur 1h par petites prises si conscient,*
- *Surveiller les signes d'aggravation (état de conscience, pouls, respiration)*
- *Vérifier les palanquées et la palanquée accidentée.*
- *Remplir fiche d'évacuation*
- *Déclarer l'accident à la Fédé et la DDETS*

Q15 Vous encadrez une palanquée de 2 N2 à 25 m. La plongée se déroule normalement, mais lors de la remontée, l'un des plongeurs s'affole, remonte en panique sans faire de paliers et sort de l'eau essoufflé, avec des douleurs thoraciques. Il présente des difficultés à respirer .

Q15-4 Citez les mesures de prévention que vous mettez en œuvre au briefing et en immersion pour éviter ce type d'accident de plongée.

Au briefing :

- *Rappeler les mesures de sécurité*
- *Cohésion de la palanquée, contrôle de la Vitesse de remontée,*
- *Rappeler de ne jamais bloquer sa ventilation et expiration systématique à la remontée.*

En immersion :

- *Eviter les situations de stress, d'effort, causes d'essoufflement et de panique*
- *Arrêter la remontée si vitesse de remontée rapide.*
- *IPD avec verrouillage du détendeur si essoufflement.*

Q16 La plongée expose au risque de noyade.

En tant que GP, vous êtes responsable de la conduite de palanquée en immersion ; vous devez de prévenir ce risque .

Q16-1 Définissez les types de noyades et identifiez les comportements à risque.

➤ La noyade primaire :

Inondation des voies aériennes qui entraînent un état de choc pouvant aller jusqu'à un arrêt respiratoire ou cardiaque

➤ La noyade secondaire :

Consécutives à une perte de connaissance dans l'eau avec reprise réflexe ventilatoire entraînant une asphyxie aiguë avec ou sans inondation des alvéoles pulmonaires.

Comportements à risques

- Panne d'air : mauvaise gestion réserve d'air
- Essoufflement surtout plongée profonde
- Stress
- Narcose
- Matériel défectueux, risque du milieu (filet...)
- Douleur violente (dentaire, morsure, pique...)

**Q16 La plongée expose au risque de noyade.
En tant que GP, vous êtes responsable de la conduite de palanquée
en immersion ; vous vous devez prévenir ce risque .**

Q16-2 Décrivez les caractéristiques des 4 stades de noyade.

LA CLASSIFICATION DE BORDEAUX

STADES	Conscience	Respiratoire	Circulatoire
I. Aquastress	+	+	+
II. Petit hypoxique	+	+/-	+
III. Grand hypoxique	+/-	+/-	+
IV. Grand anoxique	-	-	-

Q16 La plongée expose au risque de noyade.

En tant que GP, vous êtes responsable de la conduite de palanquée en immersion ; vous vous devez prévenir ce risque .

Q16-3 Détaillez les mesures de prévention du risque de noyade que vous mettez en place avant et pendant la plongée auprès de vos PE.

Avant plongée:

- Site (brief DP)
- Conditions de plongée: ligne de vie, bouée, pendeur

Briefing

- PE (nombre, niveau, particularités) => adaptation.
- Planifier chaque plongée.
- Vérification du matériel , lestage, équipement...
- Savoir faire : gilet bouée, LRE
- Rappel signes com : 50b, conso, essoufflement,
- Prévention : Refroidissement, essoufflement, Narcose, ADD, protocole conso.
- Rappel Cohésion et procédure perte de palanquée

Pendant la plongée

- Prévenir les efforts en immersion: courant, Palmage lent au fond
- Surveillance constante si plongée profonde: narcose, conso, essoufflement
- Cohésion de la palanquée,
- Retour surface avec 30b/50b
- Sortie de l'eau sécurisée: Masque et détendeur en bouche si mer formée.

Q17- Vous encadrez 2 N2 sur le tombant du Planier . Arrivé au fond , un des 2 plongeurs interpelle l'autre par le signe OK de façon répétitive.

Q17-1 Définissez le trouble suspecté et citez les facteurs favorisant de son apparition.

Trouble :

La narcose est une neurotoxicité liée à une forte PpN2 pour les plongées à l'air.
Phénomène réversible sans séquelles.

Facteurs favorisants :

- Descente tête en bas, retournement rapide,
- Inexpérience de la profondeur,
- Susceptibilité individuelle,
- Vitesse de descente,
- Fatigue physique et psychique,
- Conditions de plongée,
- Effort musculaire (essoufflement, rôle du CO2),
- Certains médicaments.

Q17- Vous encadrez 2 N2 sur le tombant du Planier . Arrivé au fond , un des 2 plongeurs interpelle l'autre par le signe OK de façon répétitive.

Q17-2 Complétez les manifestations possibles de ce trouble, décrivez la conduite à tenir.

Ressentis par le plongeur :

- Diminution des capacités de raisonnement, concentration, ou attention.
- Troubles de la mémoire immédiate, perte des repères spatio-temporels.
- Troubles de la vision: en tunnel.

Vus par le GP : troubles du comportement

- Absence de réponse ou réponse inadaptée
- Attitude incohérente
- Non respect des consignes

CAT

- Arrêter la plongée et assister le plongeur
- Le remonter en visuel jusqu'à arrêt des troubles. Poursuite possible de la plongée à moindre profondeur
- Si nécessité , poursuivre la remontée en gérant la désaturation et la surveillance de retour en surface.

Q18-Vous encadrez un PE40 sur une épave à 40m. Détaillez les mesures de prévention de la narcose que vous mettez en place sur cette plongée.

En surface, au briefing :

- PE40 : dernière plongée profonde & susceptibilité à la narcose, milieu lac ou mer, hygiène de vie, condition physique & psychique, médicaments...
- Observer & contrôler l'équipement (combi, lestage...)
- Observer le PE40 : si stress. Rassurer et réduire la profondeur.
- Planifier la plongée: Plan + protocole gestion conso .
- Communication : conso, DTR, paliers, froid, tests narcose & apnée de contrôle

En plongée:

- **MAE** : Contrôle matos en surface & test lestage, ne pas s'immerger essoufflé ou stressé
- **Immersion** : contrôle de l'octopus pour vérifier le stress, **descente le long du mouillage** ou d'un tombant plutôt qu'en pleine eau tête en haut et adopter une **vitesse plutôt lente**, limitée à 30m/min.
- **Fond** : **test narcose** , conso, **comportement** (bulles prostration,..) , matos,
- **Evolution en immersion**
Surveiller & communiquer +++ (cpts, narcose, froid, protocole conso...)
Limiter les efforts de palmage et vérifier apnées de contrôle & bulles
Gérer la désaturation et faire respecter la cohésion de la palanquée (DTR, conso...)

**Q19 Un collègue PGP se prépare avec vous aux épreuves physiques d'apnée de votre examen . Il pratique l'hyperventilation.
Définissez cette pratique et ses risques ainsi que les précautions à prendre en apnée à votre collègue.**

- Hyperventilation

Augmentation de l'amplitude et de la fréquence ventilatoire (inspiration et expiration forcées)
=> hypocapnie & retard déclenchement soif d'air

- Risques

- syncope puis noyade secondaire

- Précautions

- Jamais d'hyperventilation
- Echauffement & entrainement progressif.
- Toujours en binôme capable de porter secours, jamais seul
- Sécurité apnéiste : matériel, binôme, clics/visuel,,
- Pas de recherche de record, respecter la profondeur d'apnée annoncée
- Connaître ses limites : euphorie, angoisse, lourdeur ou fourmillements (jambes, corps...) travailler aux sensations.
- Vigilance lors du retour surface: comportements, lâcher de bulles,..
- Protocole de sortie : appui, masque oté , signe OK et N°, 30 s en visuel.

Q20- Lors de vos entraînements , votre binôme PGP manifeste des gesticulations incontrôlées en sortie d'apnée. Définissez le phénomène que vous suspectez, son mécanisme et votre comportement pour gérer cet accident.

Définition du trouble et mécanisme

Samba = perte de contrôle moteur sans perte de connaissance
Stade ultime avant la syncope due à une hypoxie sévère qui se prolonge quelques secondes après la reprise ventilatoire.

Signes

- En surface, sans signes avant-coueurs,
- 20 à 30 s après l'apnée lors de la reprise ventilatoire
- Gesticulations incontrôlées et désordonnées « Samba »

CAT

- Retour à la normale **presque** immédiat
- **Prévenir le risque de noyade**
 - Eviter que l'apnéiste coule
 - Maintenir les VA hors de l'eau
 - Retirer le masque
 - Stimuler la victime

SOURCES

- PLONGEE PLAISIR N°4 FORET : 11^{ème} Ed
UL 11 + Fiches n° 40, 45, 47, 52, 104, 105, 106
- Cours N4 Sylvie : 2025, 2024



WIKIPEDIA
The Free Encyclopedia

Site de la CTN « Guide de palanquée niveau 4 »

<https://plongee.ffessm.fr/guide-de-palanquee>



J'ai fini

Merci de votre attention

Franquin

*Maintenant,
À vous ...*





Bonnes plongées !!
2026