



Systeme respiratoire, consommation et essoufflement Niveau 4

Systeme respiratoire, consommation et essoufflement

Objectifs :

- Comprendre comment la ventilation et la respiration s'adaptent en plongée
- Comprendre la mécanique ventilatoire pour prévenir les accidents liés dans le cadre de votre activité de GP

Programme :

- Fonctions respiratoires
- Voies aériennes supérieures/inférieures
- Différents volumes
- Essoufflement
- Essoufflement et consommation

Durée de la séance : 1h30

Fonctions respiratoires

Y a t-il une différence entre la ventilation et la respiration ?

Ventilation

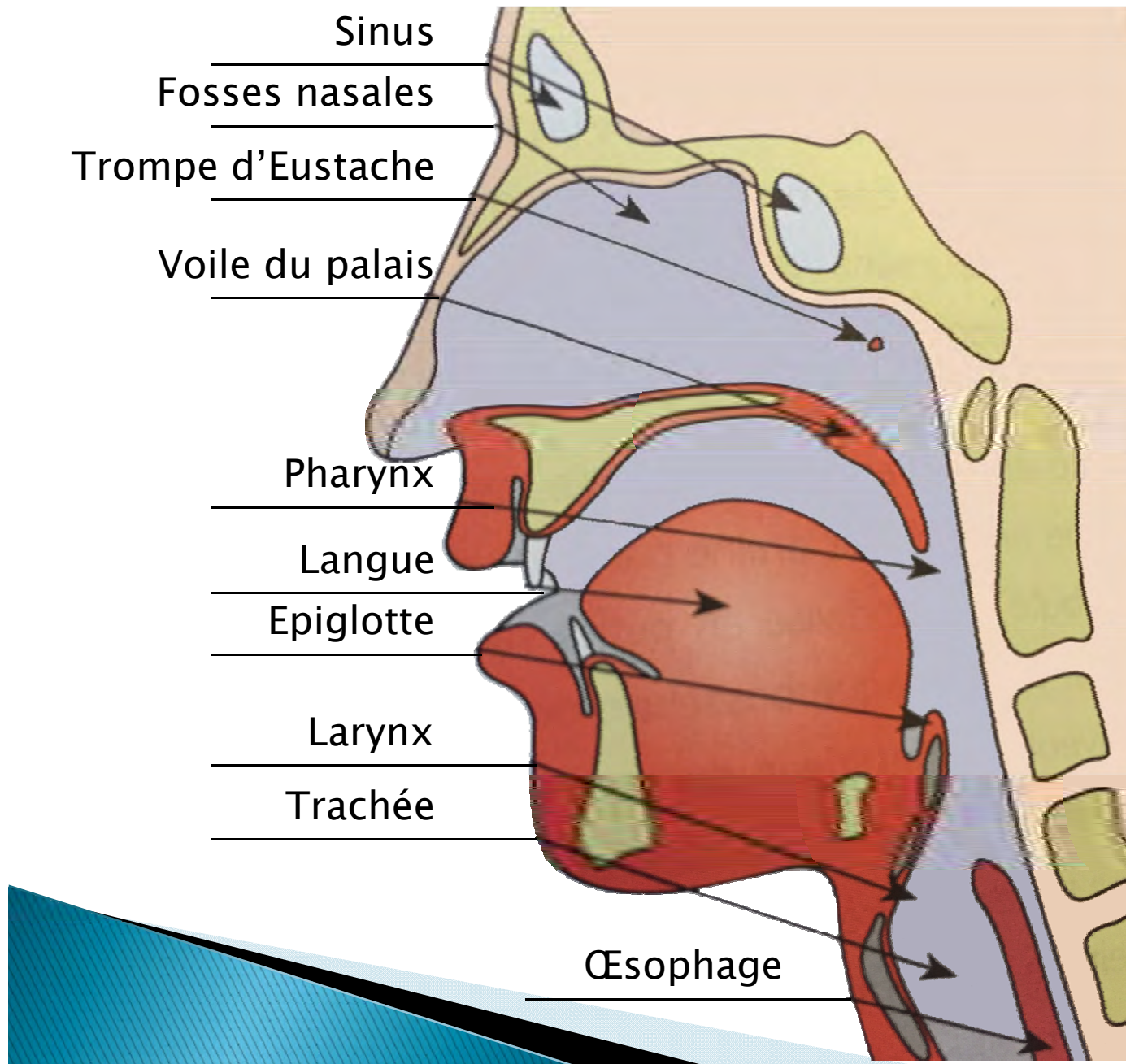
Action mécanique :
renouvelle l'air à l'intérieur
des poumons

Fortement modifiée en
plongée

Respiration

Cellulaire
Participe aux échanges gazeux

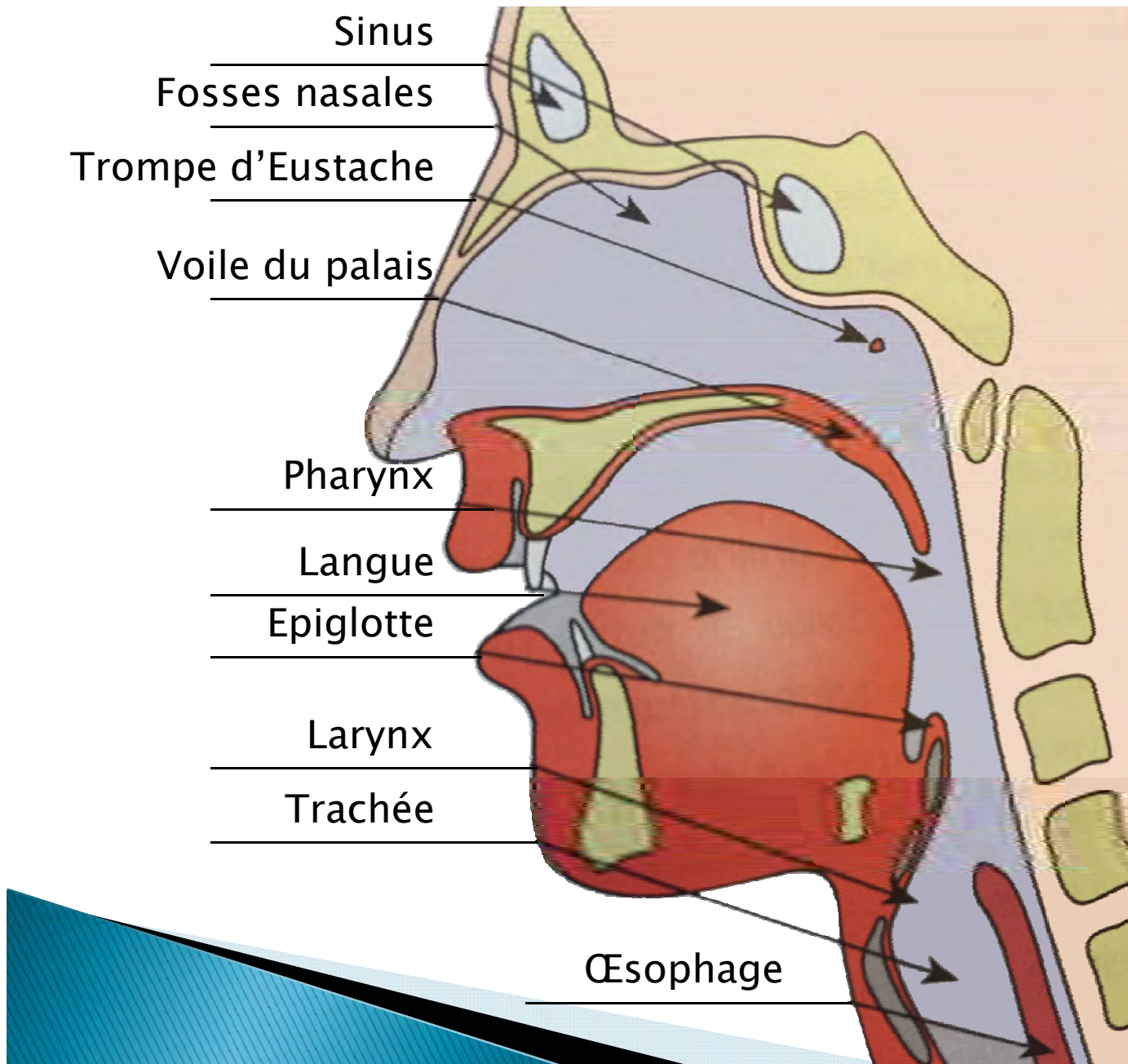
Voies aériennes supérieures



Recouverts de muqueuses qui sécrètent un liquide visqueux appelé mucus qui permet d'emprisonner microbes et substances étrangères

glotte : orifice entre les 2 cordes vocales : s'ouvre/se ferme volontairement ou pas

Voies aériennes supérieures



En quoi ça vous concerne en tant que GP ?

Panique ou entrée d'eau dans le nez => Spasme reflexe, fermeture de la glotte
A la remontée, risque de SP

detendeur => perte de calories => refroidissement du plongeur => perte de calories => etc.

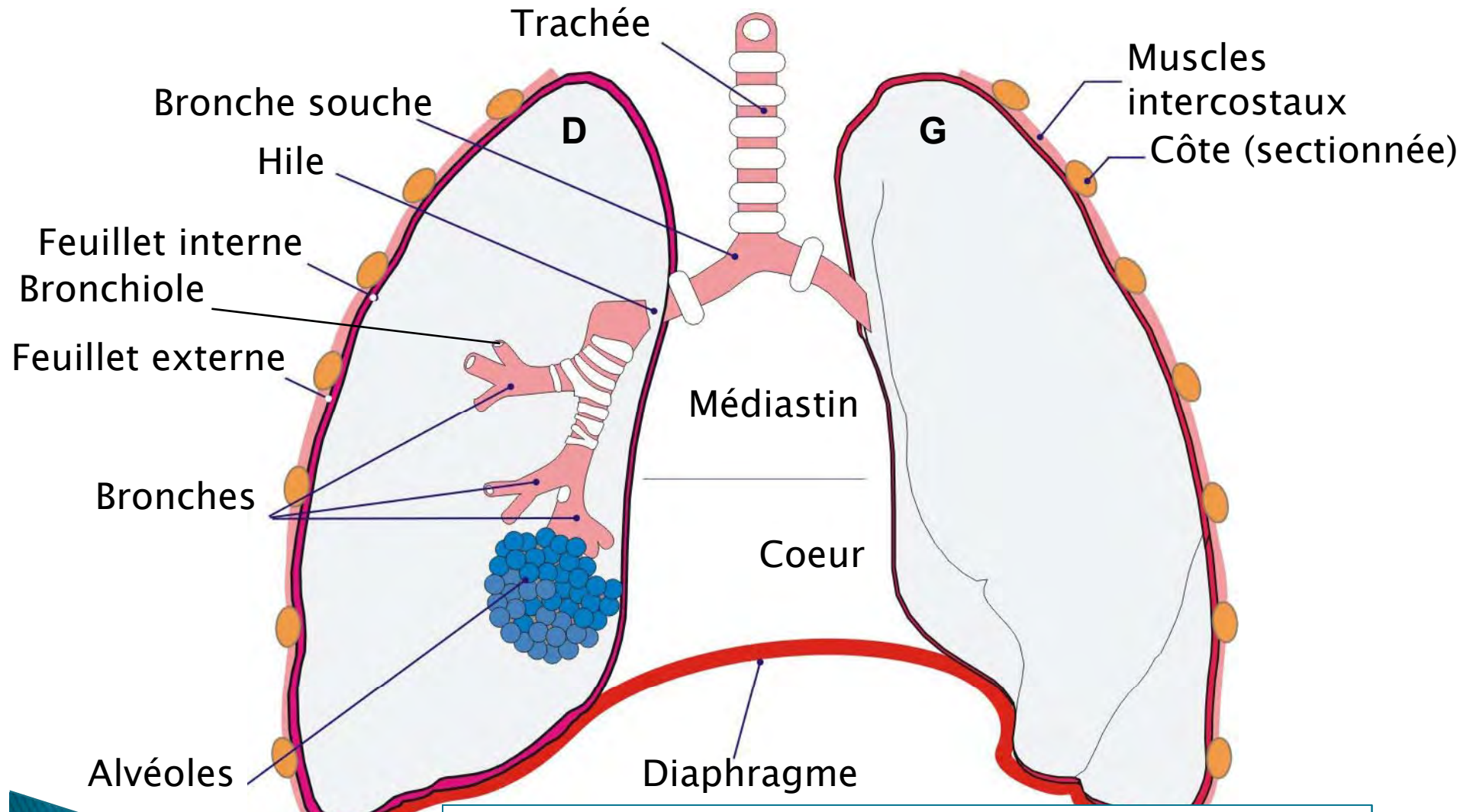
Pas filtré

=> requiert air pur

Pas humidifié

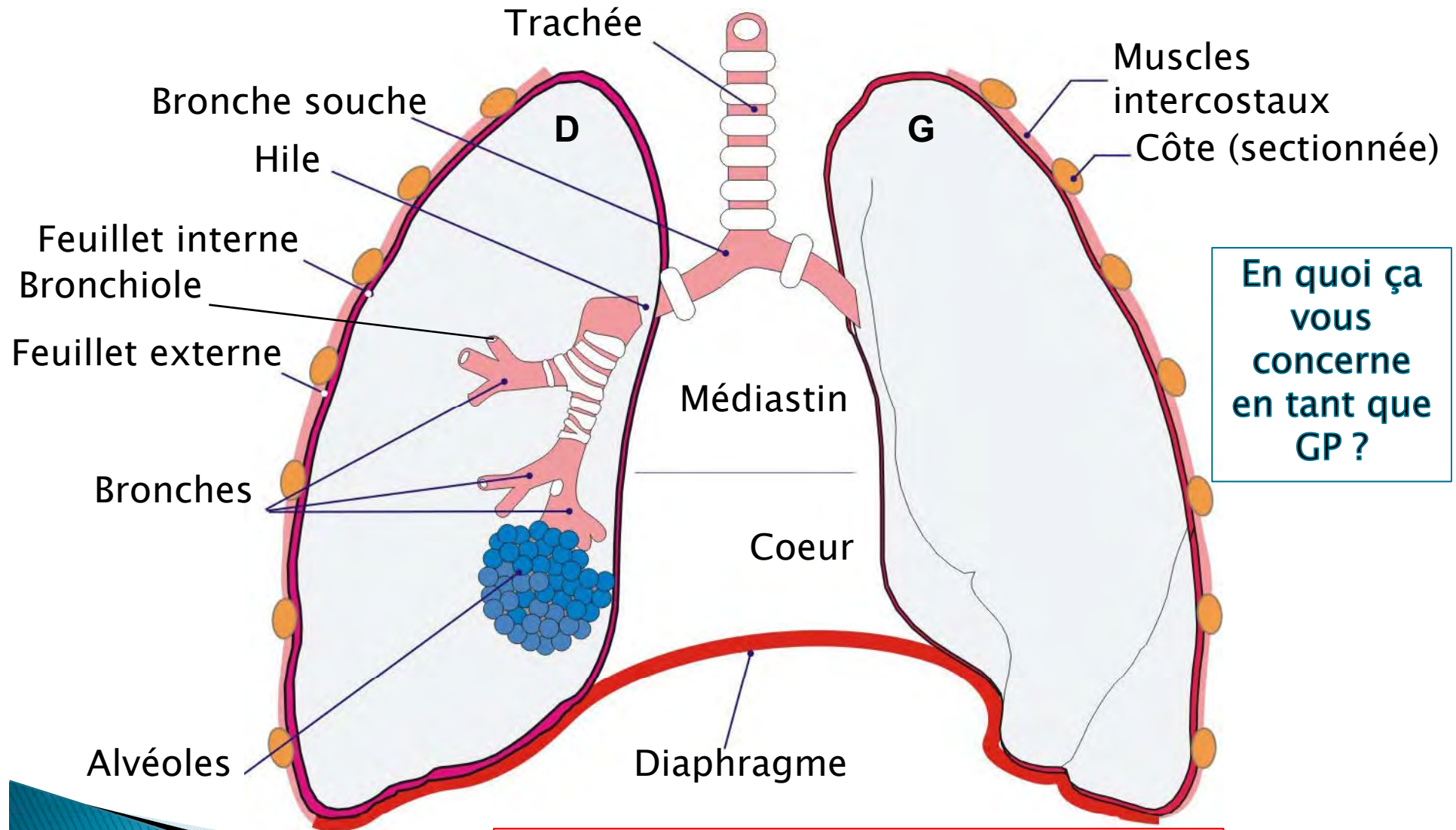
=> déshydratation

Voies aériennes inférieures



= Plèvre (= membrane qui entoure le poumon). Feuillet interne (viscéral) : collé au poumon, feuillet externe (pariétal) : adhère à la cage thoracique. Plèvre solidarise le poumon au diaphragme et aux muscles intercostaux

Voies aériennes inférieures

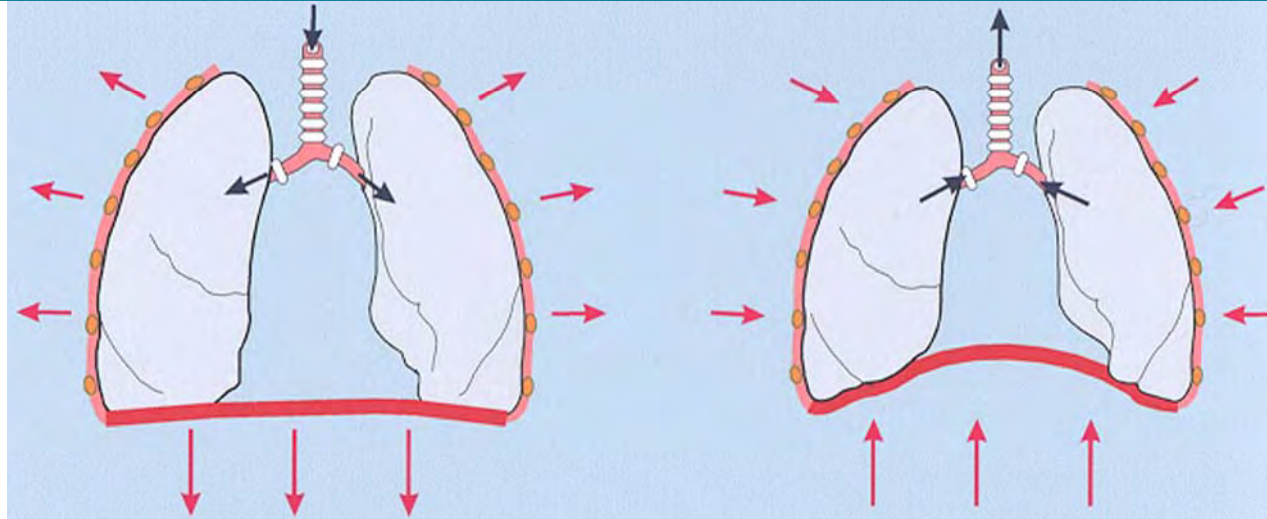


En quoi ça vous concerne en tant que GP ?

SP => Air entre les 2 feuillets (cavité pleurale) = Pneumothorax

Voies aériennes inférieures

Comment expliquer que l'air pénètre dans les poumons ?



Inspiration

Volume ↗

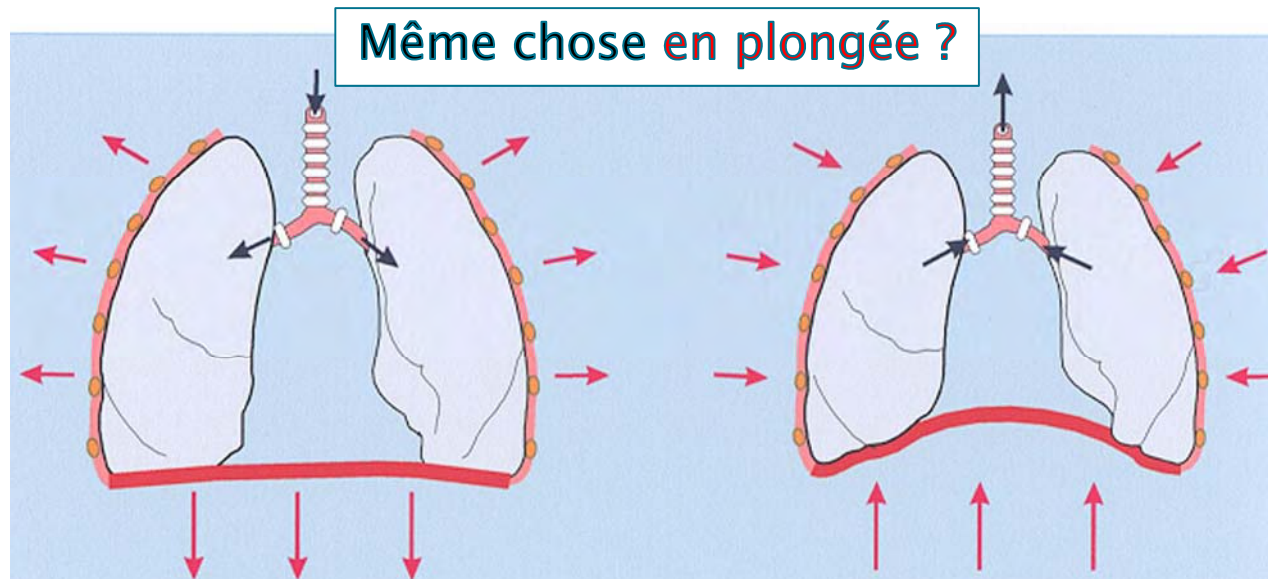
⇒ Pression dans les alvéoles devient $<$ à la pression atmosphérique
⇒ Entrée d'air dans les poumons

Expiration

Volume ↘

⇒ Pression dans les alvéoles devient $>$ à la pression atmosphérique
⇒ Sortie d'air

Voies aériennes inférieures



Inspiration

Phénomène actif :
Muscles respiratoires se contractent

Inspiration

Efforts plus importants :
▪ Pour ouvrir clapets des 2 étages du détendeur
▪ Combinaison/Stab
▪ Pression hydrostatique sur le thorax.

Expiration

Phénomène passif :
Muscles respiratoires se relâchent

Expiration

Phénomène **actif** :
Efforts plus importants pour ouvrir soupape du 2^{ème} étage

Voies aériennes inférieures

Effet de la pression sur le travail ventilatoire ?

Masse volumique de l'air à la PA :

1,3 g/l
(d=1,3)

-10 m = 2 bars

-20 m = 3 bars

-30 m = 4 bars

Augmentation de pression
↓

Densité de l'air ↗
↓

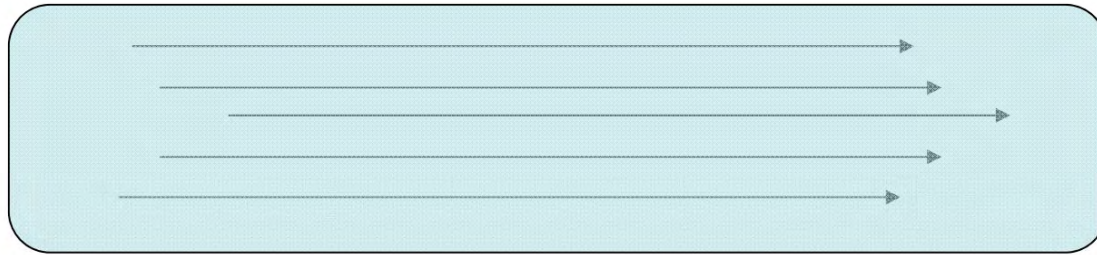
Travail ventilatoire + important dès 30 m
(débit ventilatoire / 2 !)

A 30 m :
 $1,3 \times 4 = 5,2$ g/l
(d=5,2)

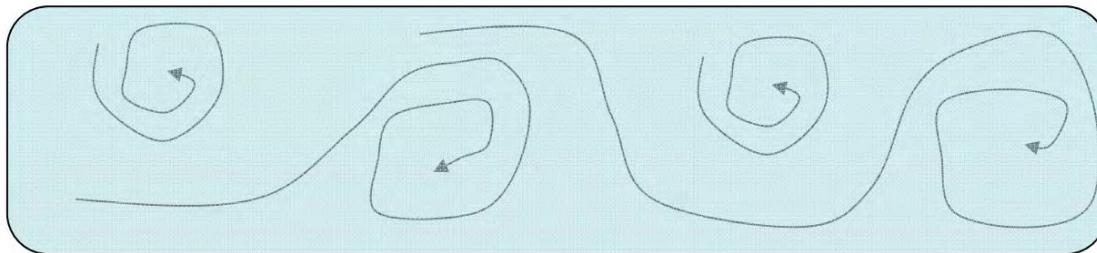
Voies aériennes inférieures

Autre facteur rendant le travail ventilatoire plus difficile en plongée ?

→ Ecoulement laminaire de l'air devient + turbulent par le passage dans le détendeur.



Ecoulement laminaire de l'air



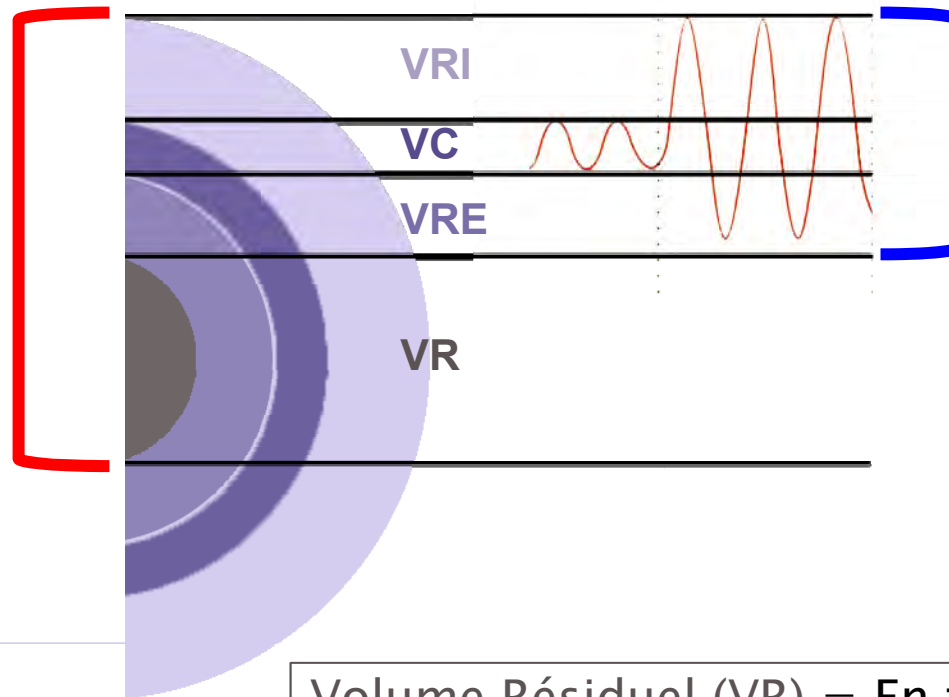
Ecoulement turbulent



Différents volumes

Quels volumes mobilise t-on lorsque l'on ventile ? Et en plongée ?
Spirogramme = représentation graphique de l'état ventilatoire.

Capacité Totale
(CT) =
Volume max d'air
en fin
d'inspiration sur
le VRI
= CV (4,5L)
+ VR (1,2 L)
= 5,7 L



Capacité Vitale
(CV) =
Volume d'air
max
mobilisable
= VC (0,5 L)
+ VRI (2,5 L)
+ VRE (1,5 L)
= 4,5 L

Volume Résiduel (VR) = En fin de VRE, air
restant dans les alvéoles = 1,2 L

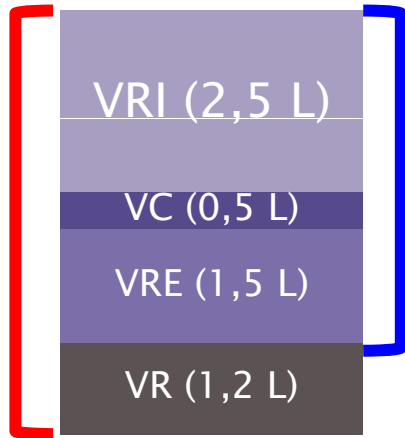
muscles du thorax) : 1,5 L

→ Toujours de l'air dispo pour la RSE 😊

Différents volumes

Altération des volumes en plongée ?

CT
(,7 L)



CV (4,5 L) ↘ 10 % !

Différents volumes

Autres volumes ? Et en plongée ?

VRI (2,5 L)

VC (0,5 L)

VRE (1,5 L)

VR (1,2 L)

CV
(4,5 L)

Autres volumes : les Espaces Morts (EM) \approx 0,5 L. Ventilés, mais ne participent pas aux échanges gazeux. Contiennent air appauvri en O² et riche en CO². Repoussé dans les poumons lors de l'inspiration.

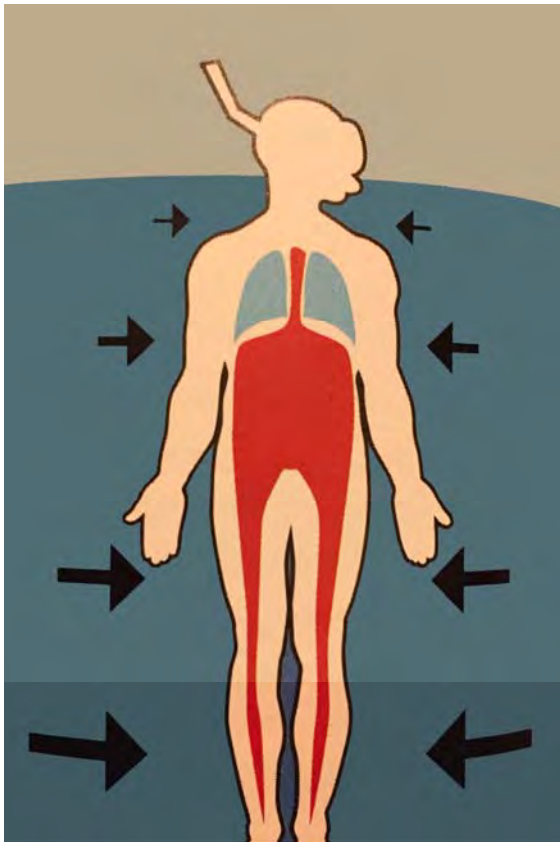
EM anatomique : nez, bouche, pharynx, trachée...

EM matériel de plongée : 2^{ème} étage du détendeur, tuba lors du capelé.

Tuba de petit diamètre : \searrow EM mais \nearrow effort ventilatoire. **Conseil épreuve GP : Tuba de gros diamètre : \searrow effort ventilatoire et expiration par**

Différents volumes

Altération des volumes en plongée ?



En plongée, à l'immersion volume sanguin déplacé → haut du corps (pression + basse)

Volume sanguin vers le thorax ↗
→ Rigidité des poumons ↗
→ Effort ventilatoire pour faire varier les

Différents volumes

Altération des volumes en plongée ?



Position ventrale
+ Tête en hyper extension
→ Ouverture de la cage thoracique

Mais :
Ventre aplati, viscères abdominaux comprimés (Pression hydrostatique)
→ Diaphragme remonte
→ Volume Courant ↓
→ Amplitude ventilatoire ↗
grâce à l' ↗ du Volume de Réserve Inspiratoire
→ Effort !

Essoufflement

C'est quoi ?

Intoxication au CO₂ = Hypercapnie

Comment ça survient ?

rt :

maises conditions
ques
s
maises techniques
age, lestage, position
'eau)
ndeur trop dur



Cercle vicieux

Plongeur débutant ➔

Sollicitation +++ du VRI

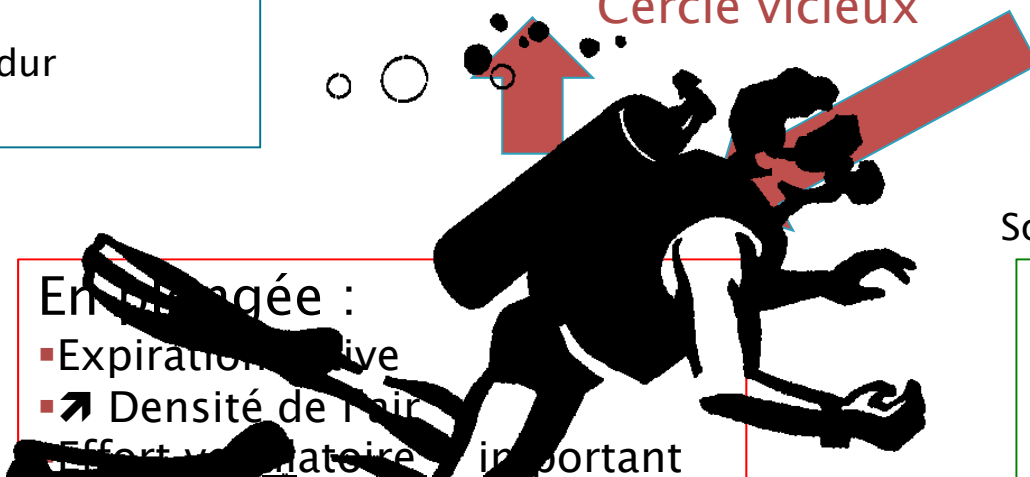
au détriment de l'expiration

Adaptation de la ventilation :

- + ample
- + rapide

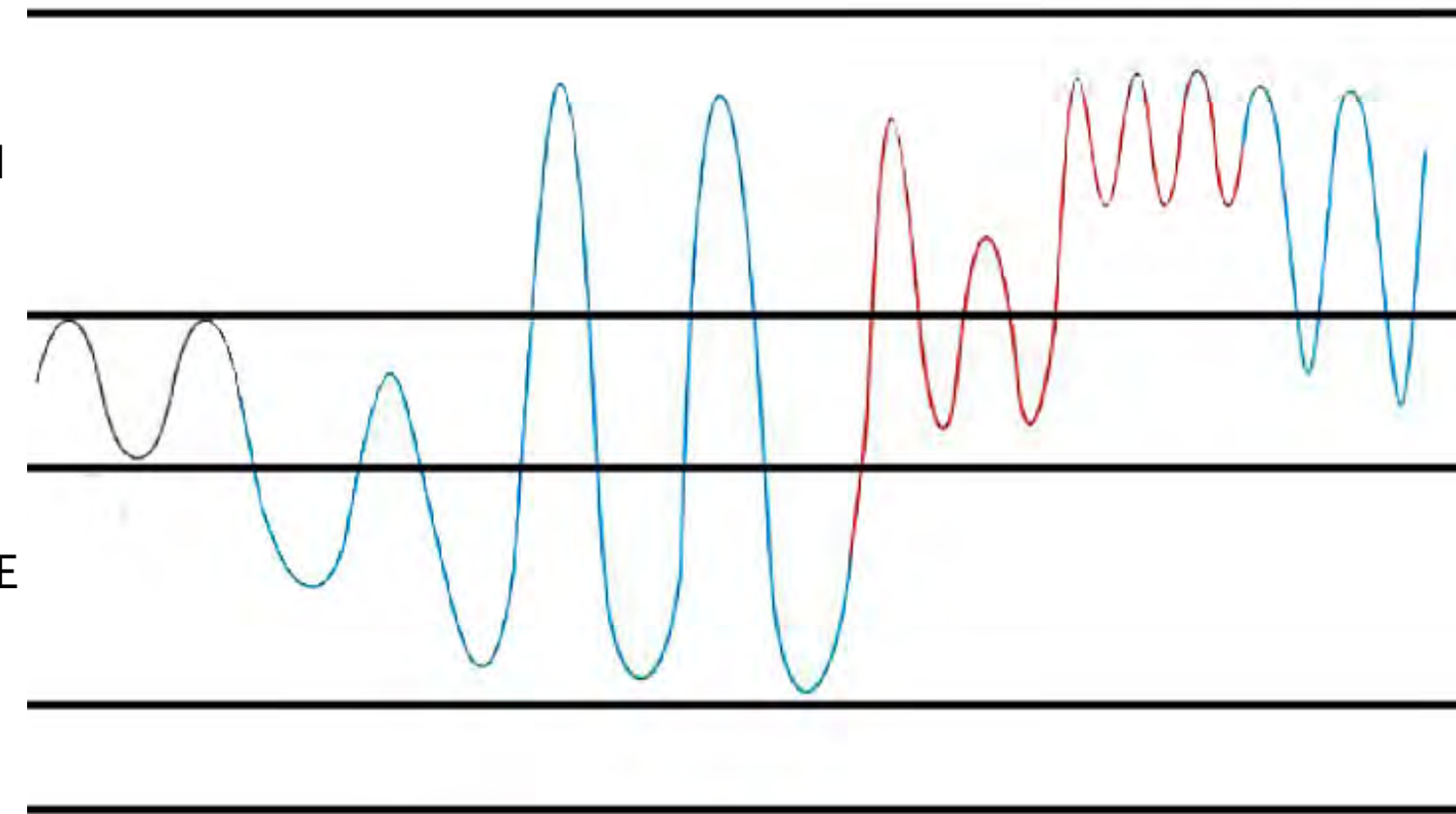
En plongée :

- Expiration active
- ➤ Densité de l'air
- Effort ventilatoire important



Essoufflement

Essoufflement



Au repos

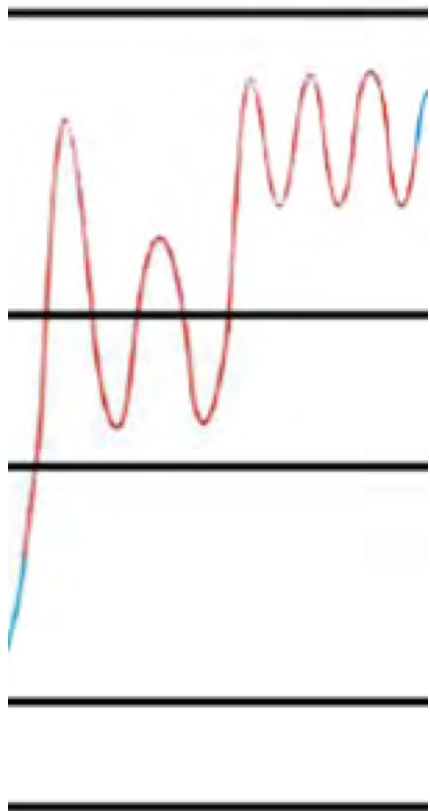
Effort

Début
essoufflement

Début de
récupération

Essoufflement

Essoufflement



Debut
essoufflement

↗ CO_2 sang et alvéoles



Stimulation
Chémorécepteurs =
Capteurs

- Aortiques (cœur)
- Carotidiens (cou)
- Centraux (bulbe rachidien)



Reçoivent info ↗ CO_2

Interprètent ↘ O_2



Commandent d'inspirer
alors qu'il faudrait

Consommation et essoufflement

exercice : Avec un bloc de 15 L, gonflé à 200 bars, vous amenez des N₂ à 40 m.

DP vous donne la consigne de remonter avec 50 b sur le bateau.

Sachant que votre consommation en surface est de 20 L/min, quelle sera votre autonomie théorique à 40 m ?

Consommation et essoufflement

exercice : Avec un bloc de 15 L, gonflé à 200 bars, vous amenez des N2 à 40 m.

DP vous donne la consigne de remonter avec 50 b sur le bateau.

Sachant que votre consommation en surface est de 20 L/min, quelle sera votre autonomie théorique à 40 m ?

$200 \text{ b} - 50 \text{ b} = 150 \text{ b}$ disponibles pour mon explo

Soit $15 \text{ L} \times 150 \text{ b} = 2250 \text{ L}$ disponibles

Conso 20 L/min en surface = à 1 b

A 40 m, 5 b, conso : $20 \text{ L} \times 5 \text{ b} = 100 \text{ L/min}$

$2250 / 100 \approx 22$ minutes d'autonomie à 40 m

20 m

40 m

60 m

Consommation et essoufflement

exercice : L'un de vos N2 avec un bloc de 15 L, gonflé à 200 bars
fait un essoufflement à 40 m car vous avez palmé trop vite.
La conso de départ (20 L/min) est $x / 6$.
Combien de temps va t-il vider son bloc ?

Consommation et essoufflement

exercice : L'un de vos N2 avec un bloc de 15 L, gonflé à 200 bars
et un essoufflement à 40 m car vous avez palmé trop vite.
La conso de départ (20 L/min) est x / 6.
Combien de temps va t-il vider son bloc ?

Soit $15 \text{ L} \times 200 \text{ b} = 3000 \text{ L}$ disponibles

Conso de 20 L/min en surface = à 1 b

A 40 m, 5 b, conso : $20 \text{ L} \times 5 \text{ b} = 100 \text{ L/min}$

$100 \text{ L/min} \times 6$ (essoufflement) = 600 L/min !

$3000 \text{ L} / 600 \text{ L} =$ en 5 min le bloc est vide !!!

Consommation et essoufflement

exercice : L'un de vos N2 avec un bloc de 15 L, gonflé à 200 bars
et un essoufflement à 40 m car vous avez palmé trop vite.
La conso de départ (20 L/min) est x / 6.
Combien de temps va t-il vider son bloc ?

Soit $15 \text{ L} \times 200 \text{ b} = 3000 \text{ L}$ disponibles

Conso de 20 L/min en surface = à 1 b

A 40 m, 5 b, conso : $20 \text{ L} \times 5 \text{ b} = 100 \text{ L/min}$

$100 \text{ L/min} \times 6$ (essoufflement) = 600 L/min !

$3000 \text{ L} / 600 \text{ L} =$ en 5 min le bloc est vide !!!

Et s'il avait eu un 12 L ?

Consommation et essoufflement

exercice : L'un de vos N2 avec un bloc de 15 L, gonflé à 200 bars
et un essoufflement à 40 m car vous avez palmé trop vite.
La conso de départ (20 L/min) est x / 6.
Combien de temps va t-il vider son bloc ?

Et s'il avait eu un 12 L ?

Soit 12 L x 200 b = 2400 L disponibles

Conso de 20 L/min en surface = à 1 b

A 40 m, 5 b, conso : 20 L x 5 b = 100 L/min

100 L/min x 6 (essoufflement) = 600 L/min !

2400 L / 600 L = en 4 min le bloc est vide !!!

Consommation et essoufflement

Que pouvez-vous faire en tant que GP pour prévenir le risque d'essoufflement ?

- Ne pressez pas vos élèves (équipement, mise à l'eau)
- Courant : Adaptez l'itinéraire
- /! Syndrôme du N4 (palmage) !
- Surveillez conso/bulles de vos plongeurs
- N4 ≠ Vaccin contre l'essoufflement /! aussi à vous !

Et si l'essoufflement survient ?

- Attrapez votre plongeur (Essoufflement → Panique → Remontée rapide → SP)
- Faites cesser tout effort
- Calmez votre plongeur
- Demandez lui d'expirer
- Remontez (/! Conso et Vitesse)
- Majorez palier (Essoufflement → Risque d'ADD)

gaelle.ruysschaert
@yahoo.fr

