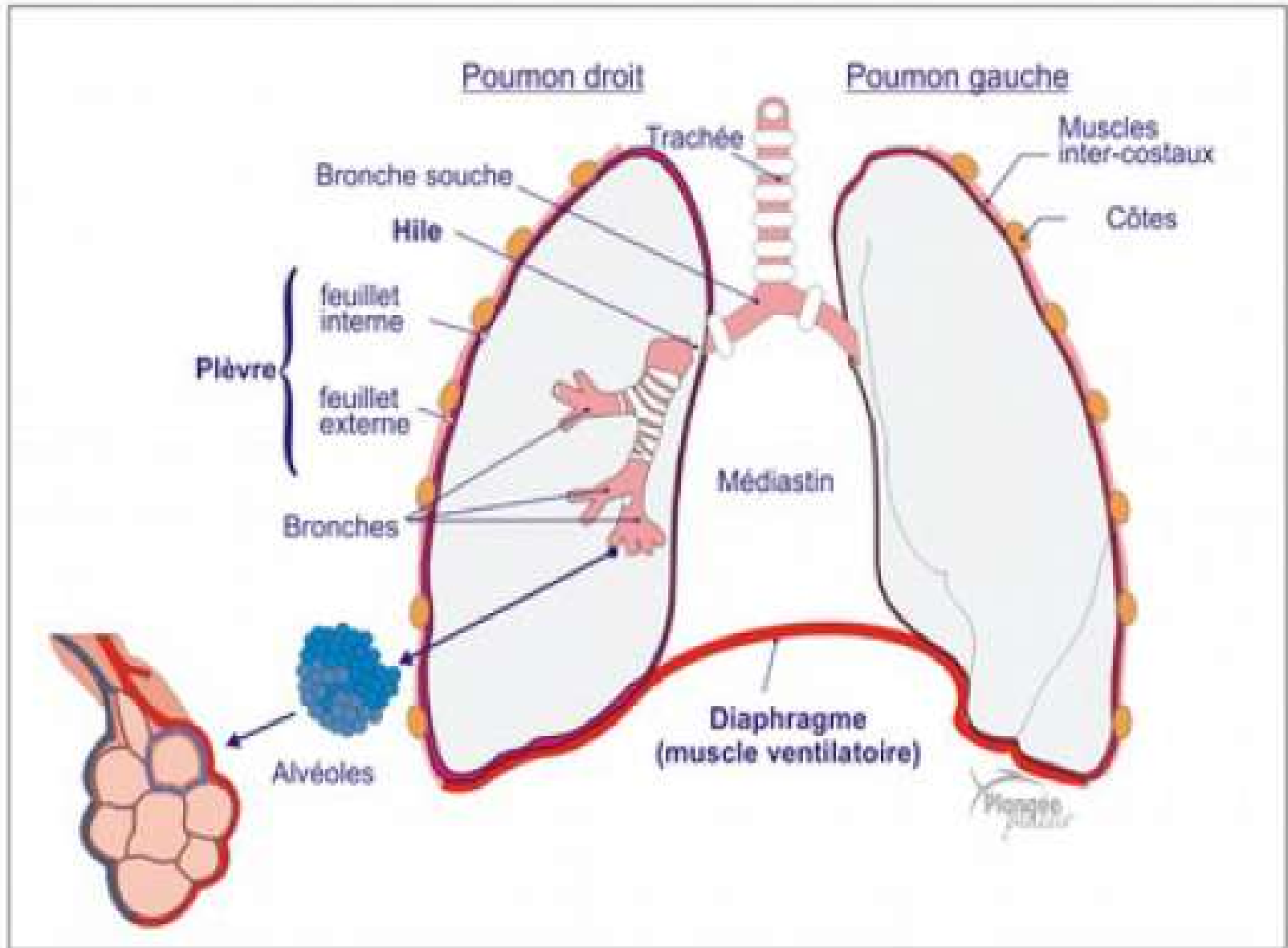
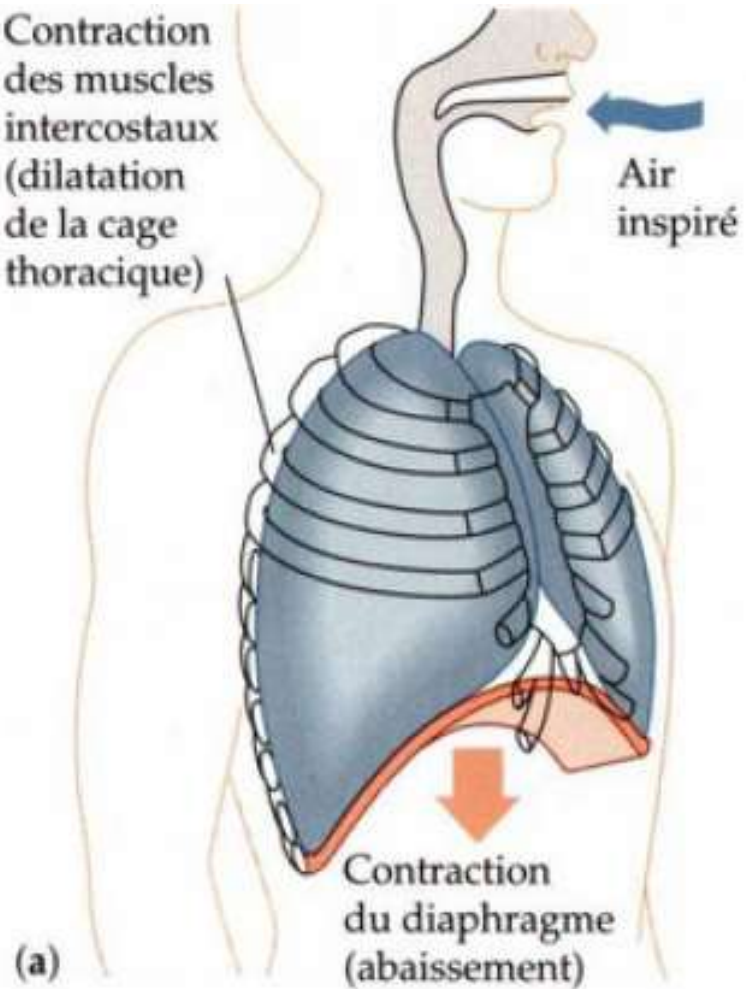


**VENTILATION
et
PLONGEE**

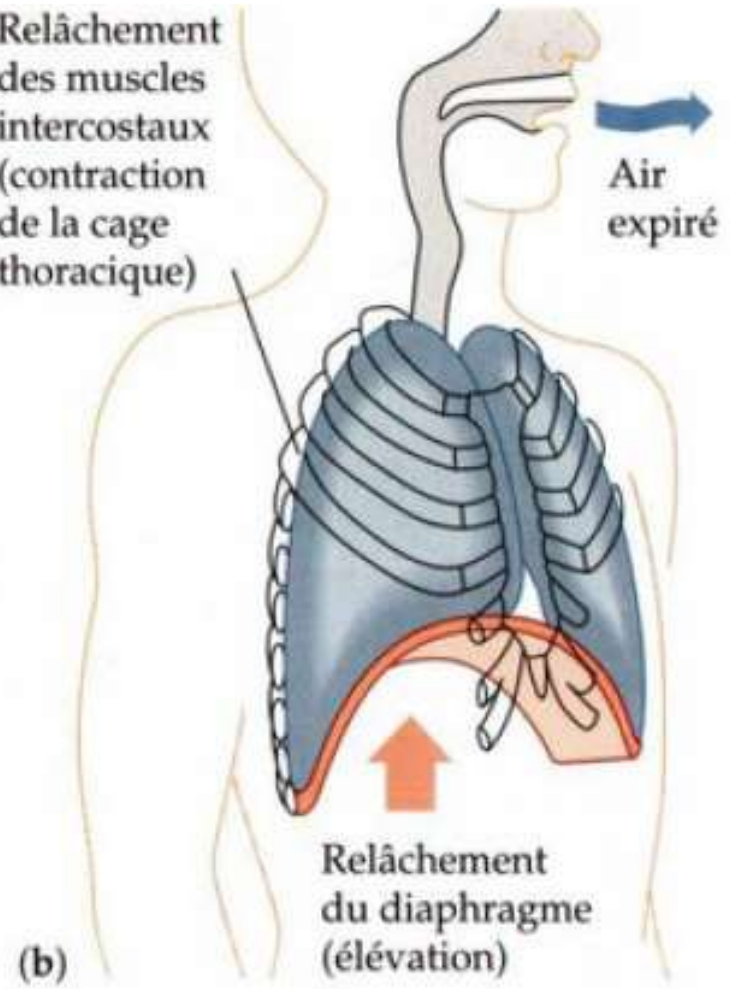


Contraction
des muscles
intercostaux
(dilatation
de la cage
thoracique)



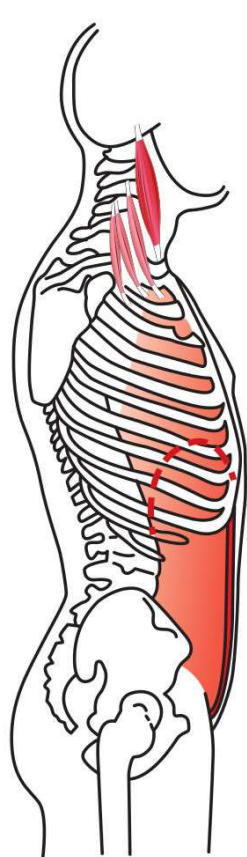
(a)

Relâchement
des muscles
intercostaux
(contraction
de la cage
thoracique)

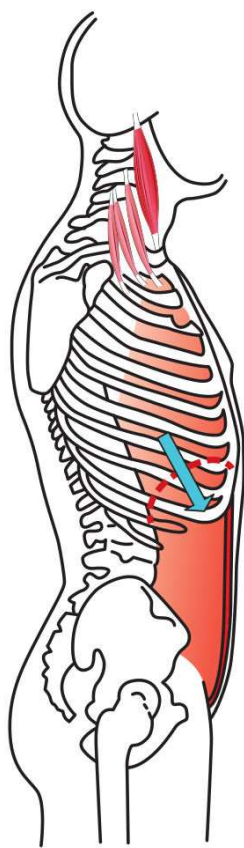


(b)

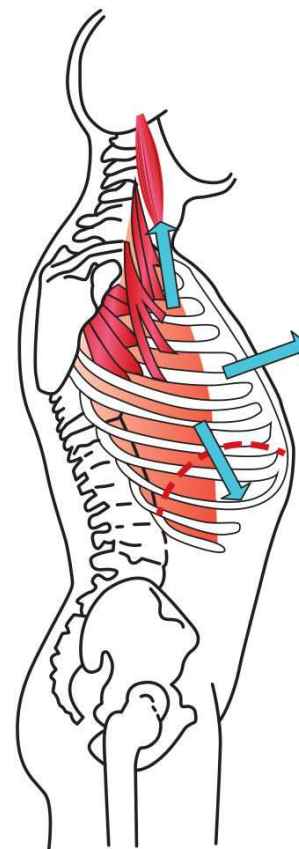
La mécanique ventilatoire



repos

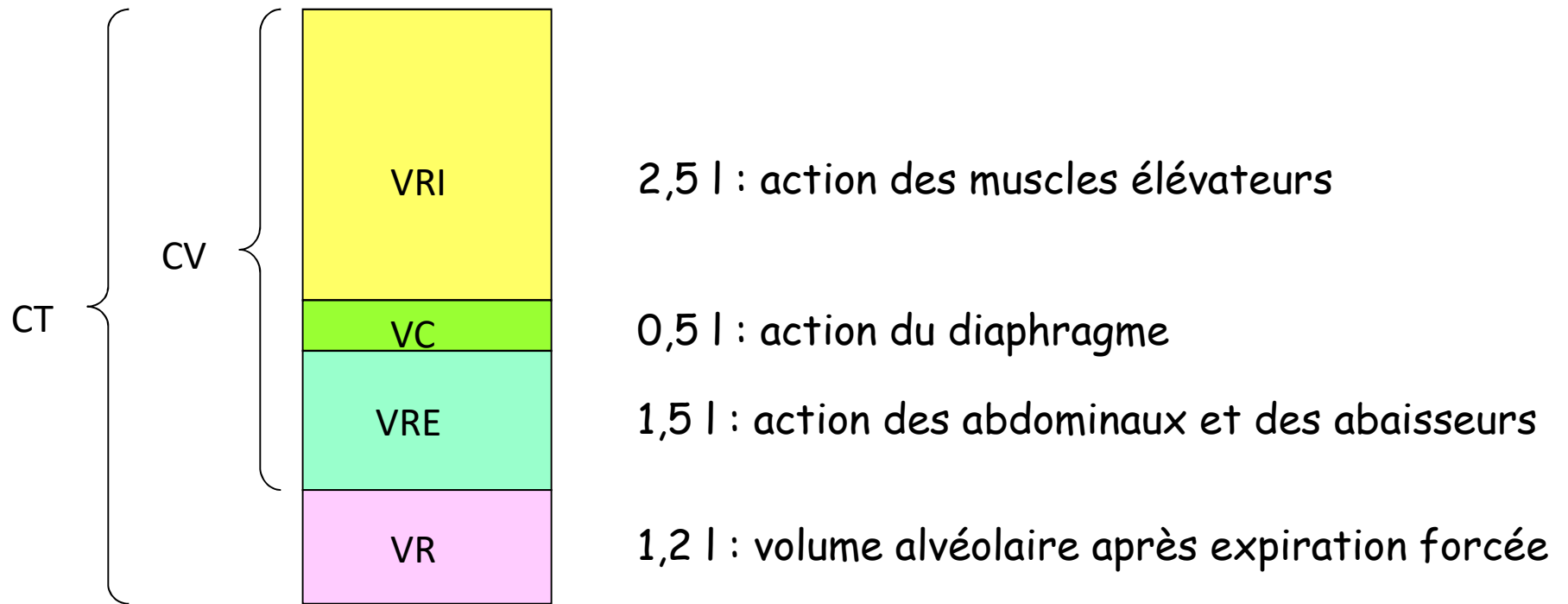


inspiration VC



inspiration VRI

Les volumes pulmonaires

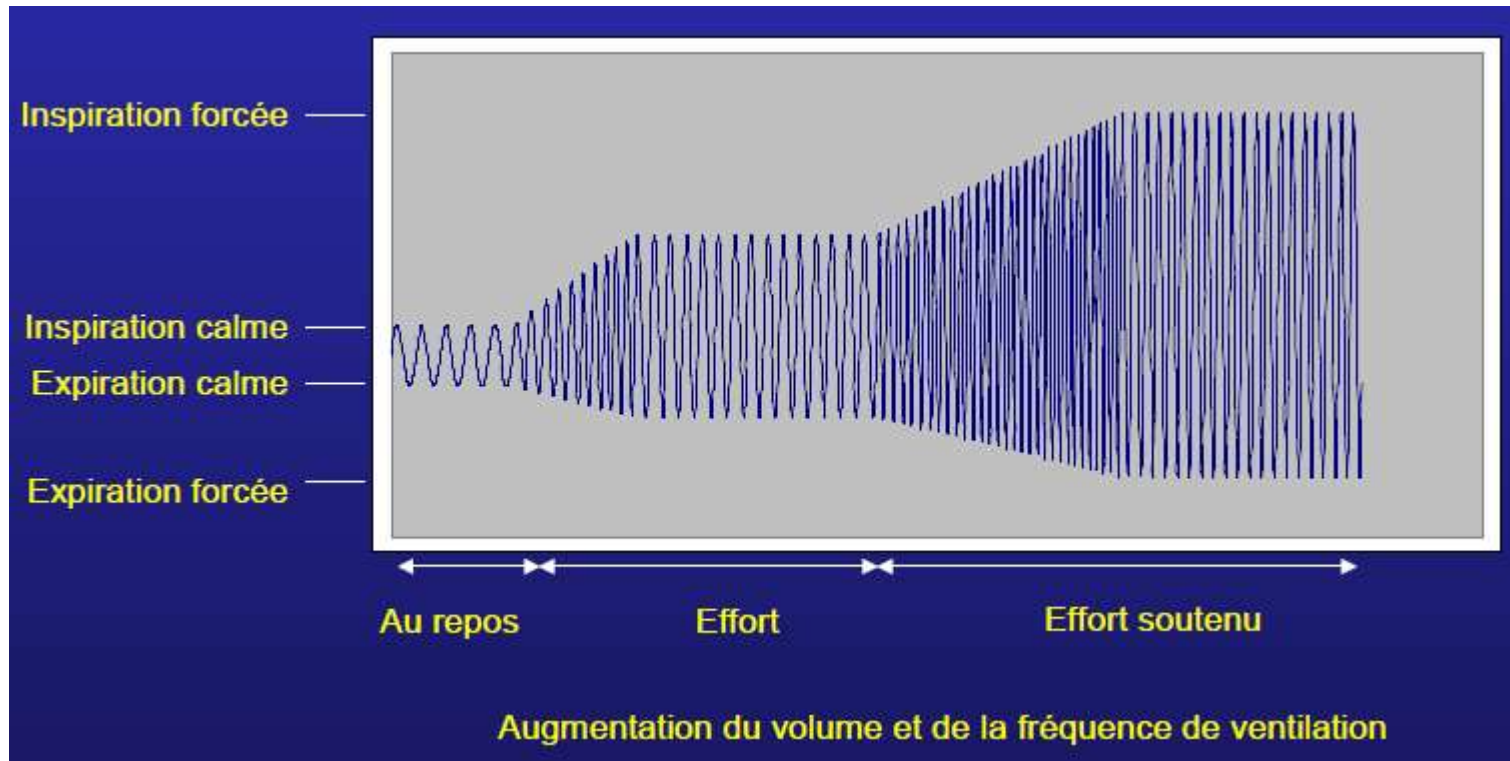


⇒ La CV varie en fonction du sexe, de la taille et de l'âge

⇒ Espaces morts : zones ventilées sans échanges :

- Anatomique : nez, bouche, pharynx, trachée (env. 150 ml)
- Physiologique : alvéoles ventilées mais non perfusées

Spirogramme en surface



Mécanique ventilatoire en plongée

Les muscles thoraciques exercent un travail permettant un déplacement de masse gazeuse d'une zone de HP vers une zone de BP.

Ce travail s'exerce contre des forces de frottement des gaz dans les voies aériennes. Ce sont ces forces de frottement qui vont poser problème en plongée.

La ventilation se fait par la bouche et non par le nez

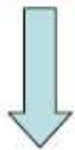
- l'air sec doit être humidifié (déshydratation)
- l'air qui est froid doit être réchauffé (refroidissement)

L'air fourni par le détendeur est un air sous pression.

La masse volumique de l'air ventilé va augmenter en fonction de la profondeur.

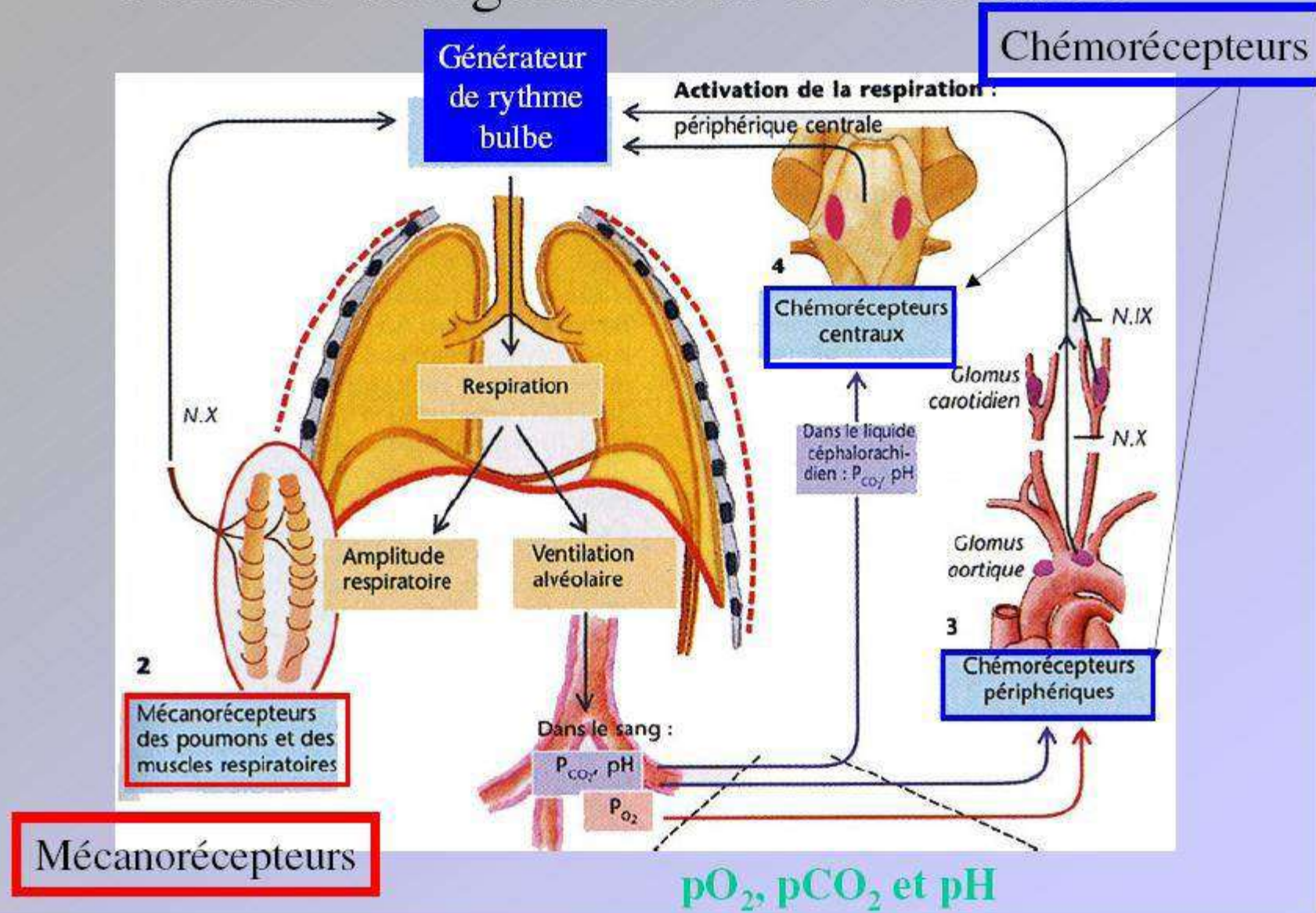
L'adaptation de la mécanique ventilatoire en plongée

PROF EN M	PA EN BAR	CPT EN LITRE	MASSE VOLUMIQUE DE 1L D'AIR EN GRAMME	QUANTITE D'AIR EN LITRE . BAR	MASSE VOLUMIQUE TOTALE EN GRAMME
0	1	6	1,3	6	7,8
10	2	6	1,3	12	15,6
20	3	6	1,3	18	23,4
30	4	6	1,3	24	31,2
40	5	6	1,3	30	39
50	6	6	1,3	36	46,8



Plus on va profond, plus la masse volumique augmente

Contrôle et régulation de la ventilation



Chémorécepteurs

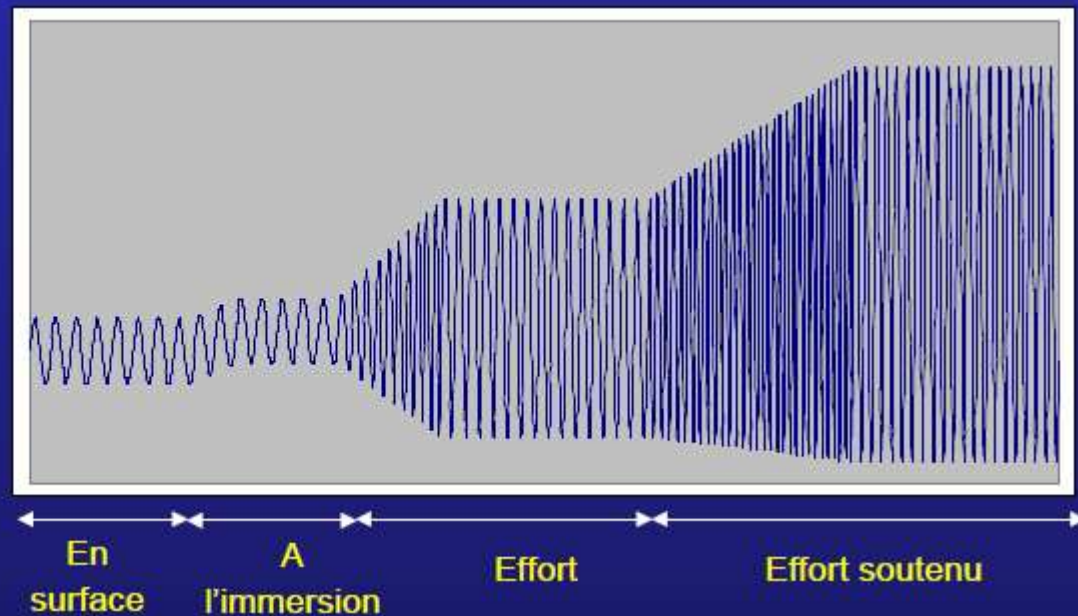
- **Aortiques et carotidiens :**
 - Localisés à la bifurcation des carotides (à proximité de la crosse de l'aorte), et au niveau du cou
 - Stimulés par :
 - ↘ ppO_2 artérielle (hypoxémie)
 - ↗ $ppCO_2$ artérielle (hypercapnie)
 - ↘ pH sanguin artériel (acidose)
- **Centraux :**
 - Localisés dans le bulbe rachidien
 - Stimulés par :
 - ↘ pH du liquide céphalorachidien

Ventilation en plongée

- ↗ espace mort (détendeur) ⇒ ↗ fréquence ventilatoire
- ↘ élasticité pulmonaire par reflux central de la circulation sanguine (effet de l'apesanteur en immersion) ⇒ ↗ travail ventilatoire
- ↘ volume courant (15 à 20%)
- ↗ densité de l'air ⇒ ↗ travail ventilatoire (pertes de charge)
- ↗ résistance inspiratoire et expiratoire
 - ⇒ expiration active
 - ⇒ ↗ travail ventilatoire
- ↘ du débit ventilatoire maximum et du VEMS (volume expiratoire maximum par seconde)
- ⇒ insuffisance respiratoire à l'effort
- ↗ stress, surtout chez les débutants ⇒ réflexe inspiratoire
- ⇒ la ventilation est naturellement plus haute en plongée

Spirogramme en immersion

Décalage de la ventilation vers l'inspiration à cause de la résistance du détendeur



Adaptation de la mécanique ventilatoire en plongée

Du fait de cette augmentation de masse volumique (densité), l'effort ventilatoire du plongeur va être plus important.

Le risque d'essoufflement est de fait augmenté lui aussi.

C'est une des raisons qui incite, voire oblige, les plongeurs professionnels ou les adeptes de la plongée Tek profonde à utiliser des mélanges moins lourds, Trimix.

L'effort expiratoire va également augmenter du fait de l'affaissement des bronches à l'expiration et aussi pour vaincre les résistances liées au matériel (détendeur, soupape d'expiration du 2^o étage)

Adaptation de la mécanique ventilatoire en plongée

Du fait de l'espace mort lié au matériel, le débit efficace va être diminué.

- volume courant (VC) : 0,5 l
- espace mort anatomique : 0,15 l
- **espace mort du matériel : 0,05 l**
- espace mort total : **0,20 l**



Débit ventilatoire efficace = fréquence ventilatoire X (VC - espace mort)

exemple :

fréquence ventilatoire : 20 cycles / mn

en surface : $20 \times (0,5 - 0,15) = 7 \text{ l}$

en immersion : $20 \times (0,5 - 0,20) = 6 \text{ l}$

D'où la nécessité d'augmenter le VC en empiétant sur le VRI.

Adaptation de la mécanique ventilatoire en plongée

Conséquences pour le plongeur :

- augmentation du VC au détriment du VRI
- diminution du VRI
- augmentation du VRE
- ventilation plus lente et plus ample
- pause après l'inspiration et l'expiration

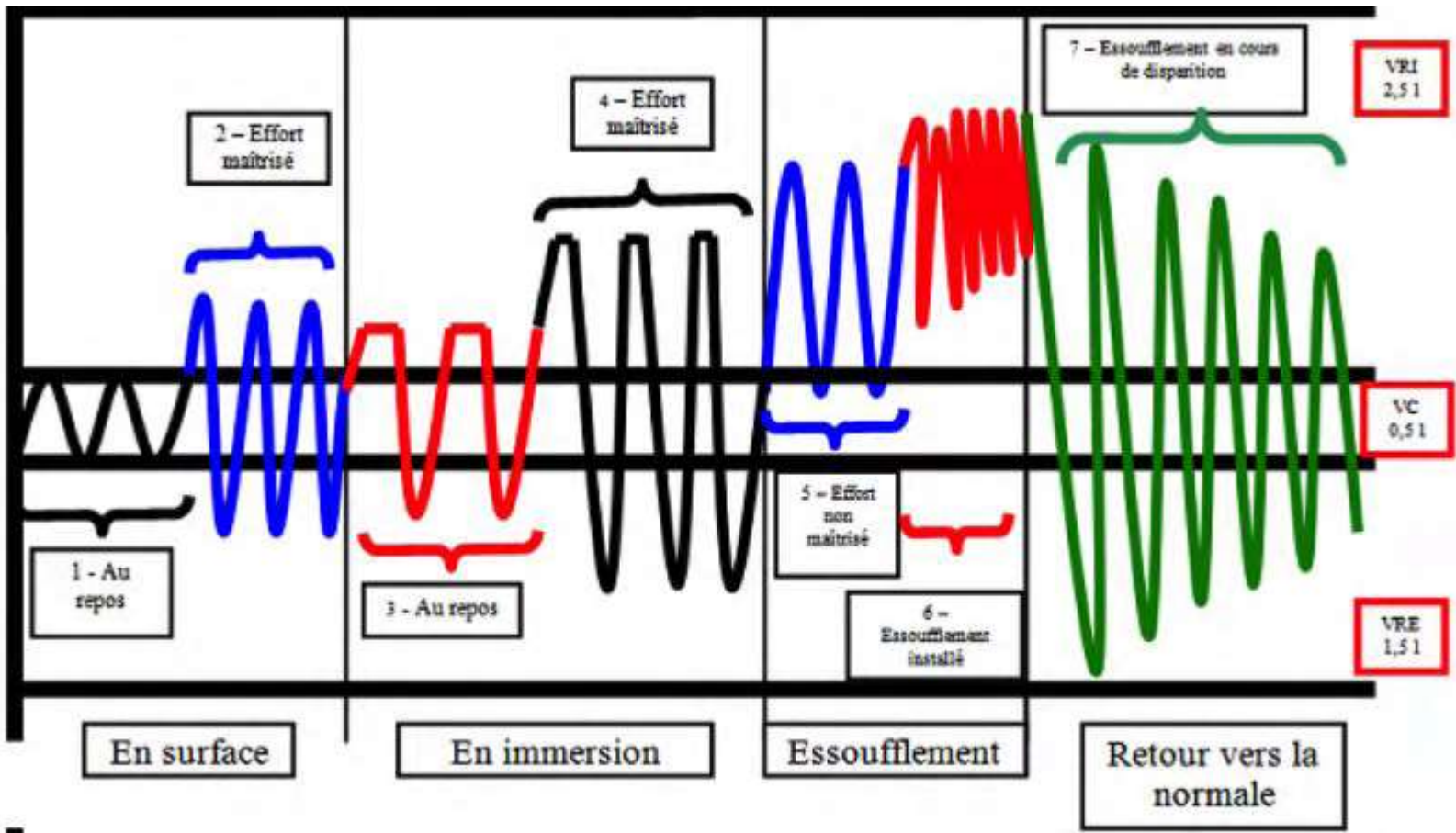
En synthèse la plongée entraîne :

- une diminution de la ventilation
- une augmentation de l'effort ventilatoire
- une rétention du CO^2
- une diminution de la sensibilité au CO^2
- diminution de l'aptitude à l'effort
- augmentation de la sensibilité à l'essoufflement

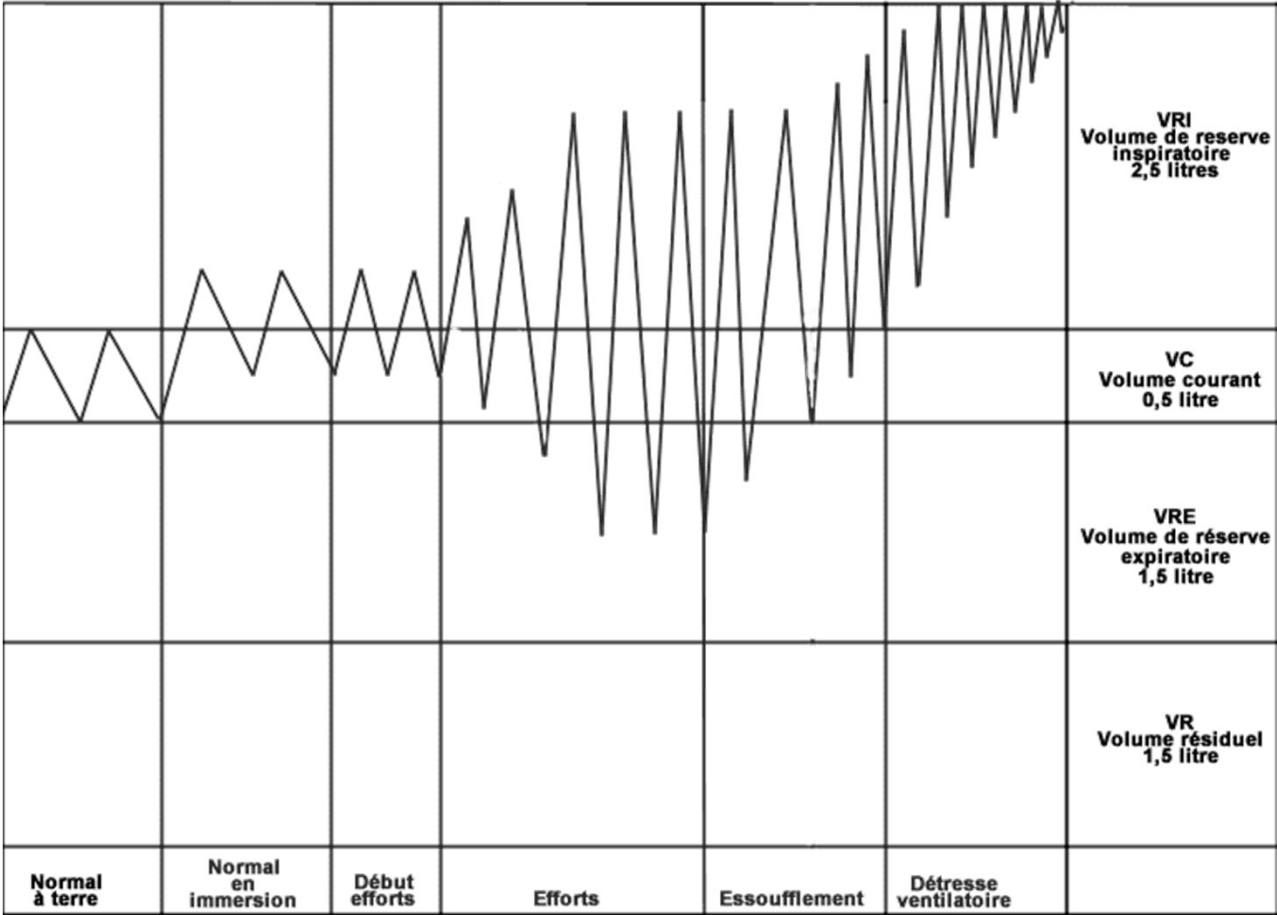
Pour ces raisons le plongeur apprend à contrôler sa respiration pour mieux ventiler de façon à assurer une oxygénation en rapport avec l'effort.

Le plongeur est un insuffisant respiratoire, mais suroxygéné ...

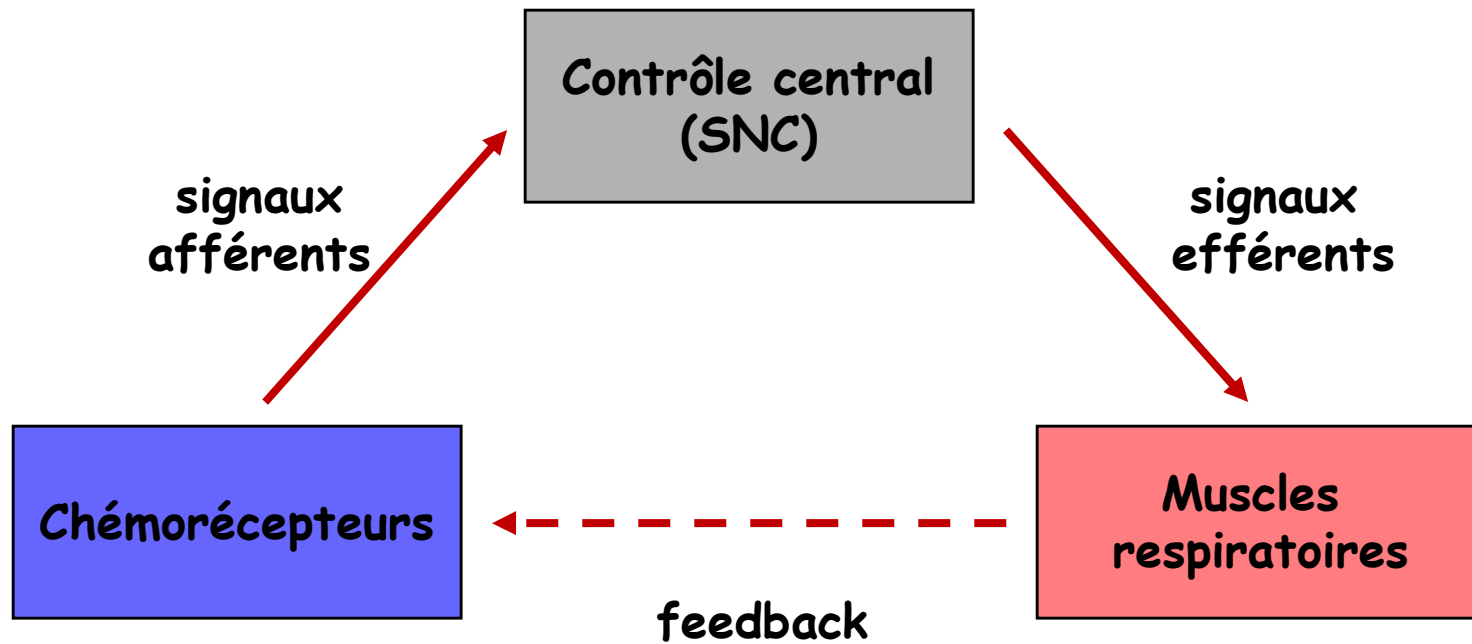
Questions ?



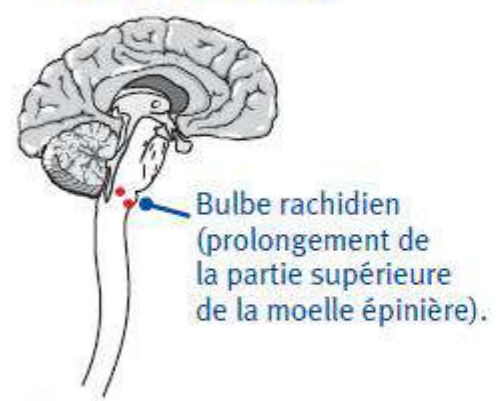
Pneumogramme



Contrôle de la ventilation

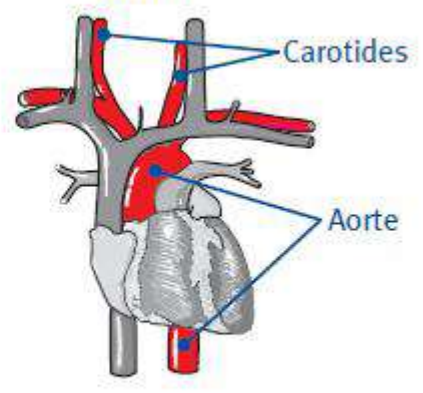


TRONC CÉRÉBRAL



Centres inspiratoire et
expiratoire. Localisation des
chémorécepteurs centraux.

CŒUR



Localisation des
chémorécepteurs
périphériques.
