



MODIFICATIONS RESPIRATOIRES au cours de l'EXERCICE



Réunion AIRPACA 30 juin 2017



AirPACA
QUALITÉ DE L'AIR

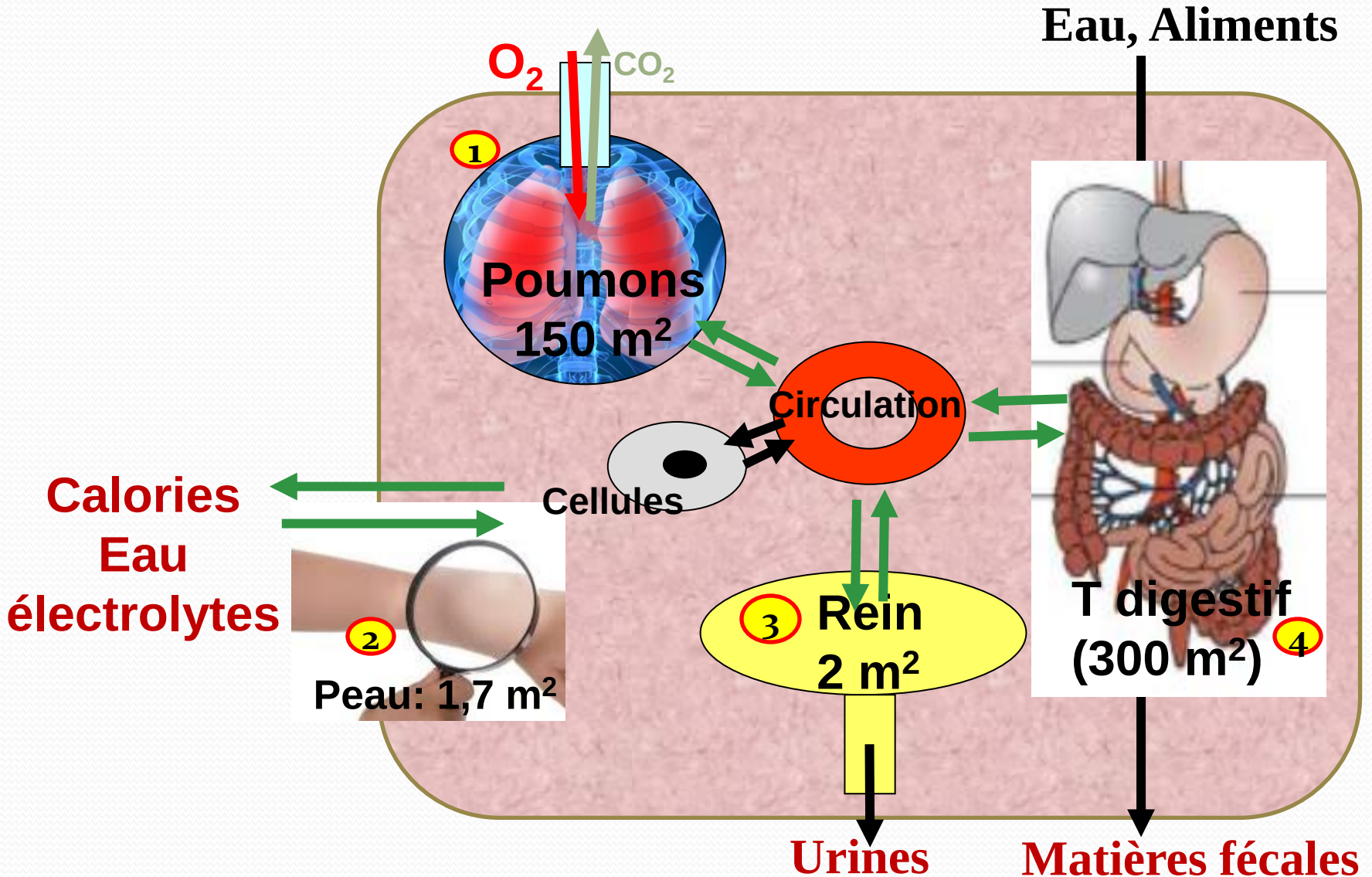


Fabienne Brégeon
PU-PH Section Physiologie Faculté de Médecine Marseille
et Service des Explorations Fonctionnelles Respiratoires Hôpital Nord
URMITE IHU MEDITERRANEE - INFECTION
Faculté de Médecine-AMU et APMH

MODIFICATIONS RESPIRATOIRES au cours de l'EXERCICE

- 1. Rappels de physiologie pulmonaire**
- 2. Réponses ventilatoires à l'exercice**
- 3. Réponses circulatoires pulmonaires**

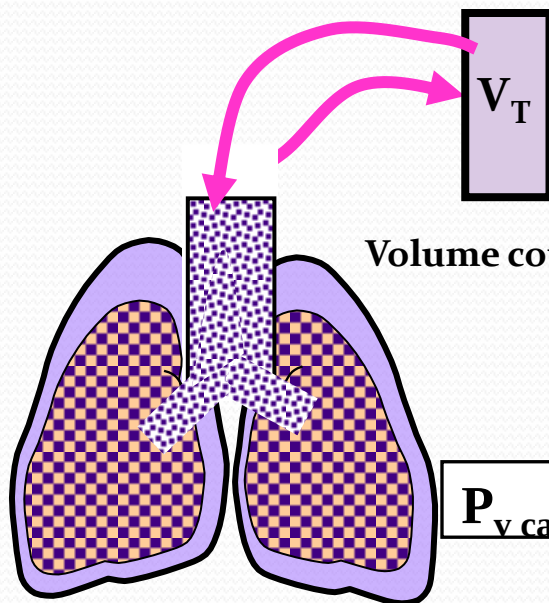
❑ Les 4 interfaces Homme - Environnement



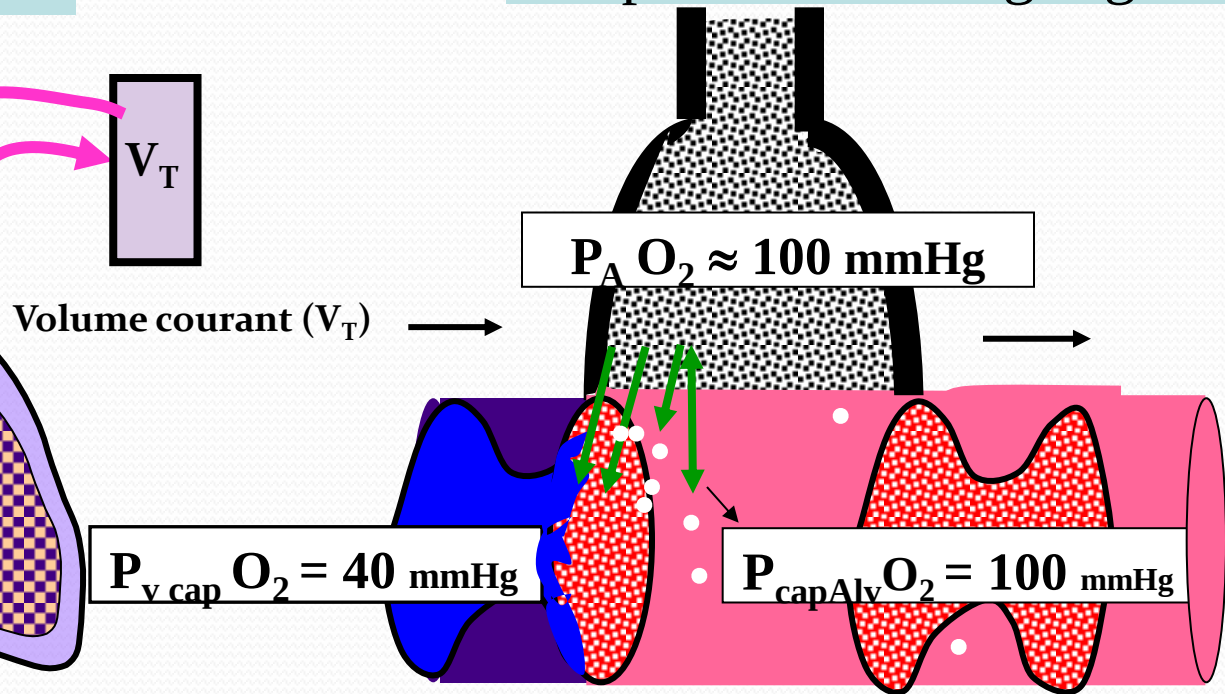
❑ Fonctions respiratoires:

- Pompe et échangeur

① Ventilation



② Respiration: échanges gazeux



BUT: gaz du sang et un équilibre acido-basique normaux

❑ Fonctions non respiratoires:

- Conditionnement = humidification + réchauffement

Air ambiant:

Temp < 37°C

Humidité relative: 40 - 55%

V_E
+20°C

Apport H_2O + calories par sang

Cavum(pharynx)

Temp = 37°

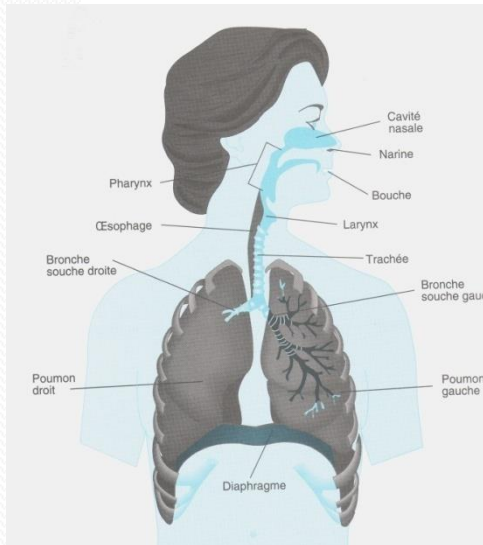
HR = 100%

$H_{conv} / \text{évap}$

37°

trachée
cervicale

H_{cond}



Vrai si ventilation calme par voie nasale et non buccale

Rhinite (nez bouché) oblige à respirer par bouche $\Rightarrow$ air inspiré mal réchauffé et humidifié

- **Epuration**

Elimination physico-chimique

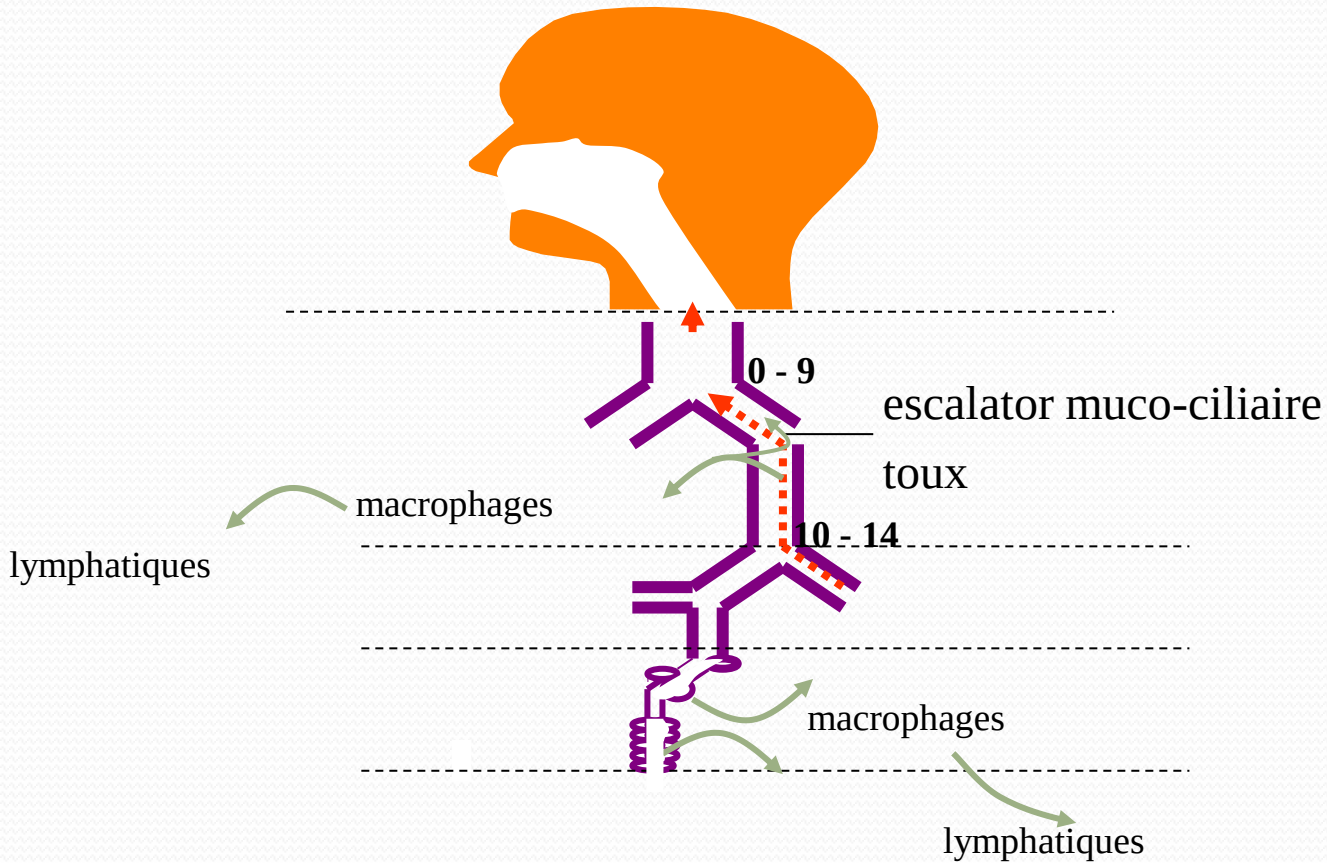
Filtrage particulaire

Toux

Tapis roulant muco-ciliaire

Actions cellulaires immunitaires et inflammatoires

• Filtrage particulaire



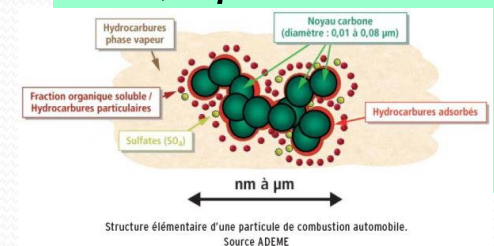
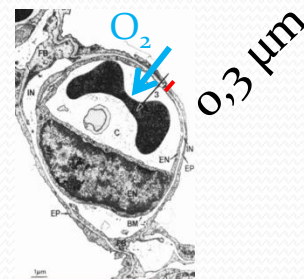
Taille des particules

$> 10\mu\text{m}$

$5 - 10 \mu\text{m}$

$5 - 0,5 \mu\text{m}$

$< 0,5 \mu\text{m}$



❑ Les muqueuses des VA supérieures

Interface Poumon / Environnement

Environnement = Air

Cellule
ciliée

Cellule
caliciforme

Paroi
Bronchique

Capillaire +
Hématies

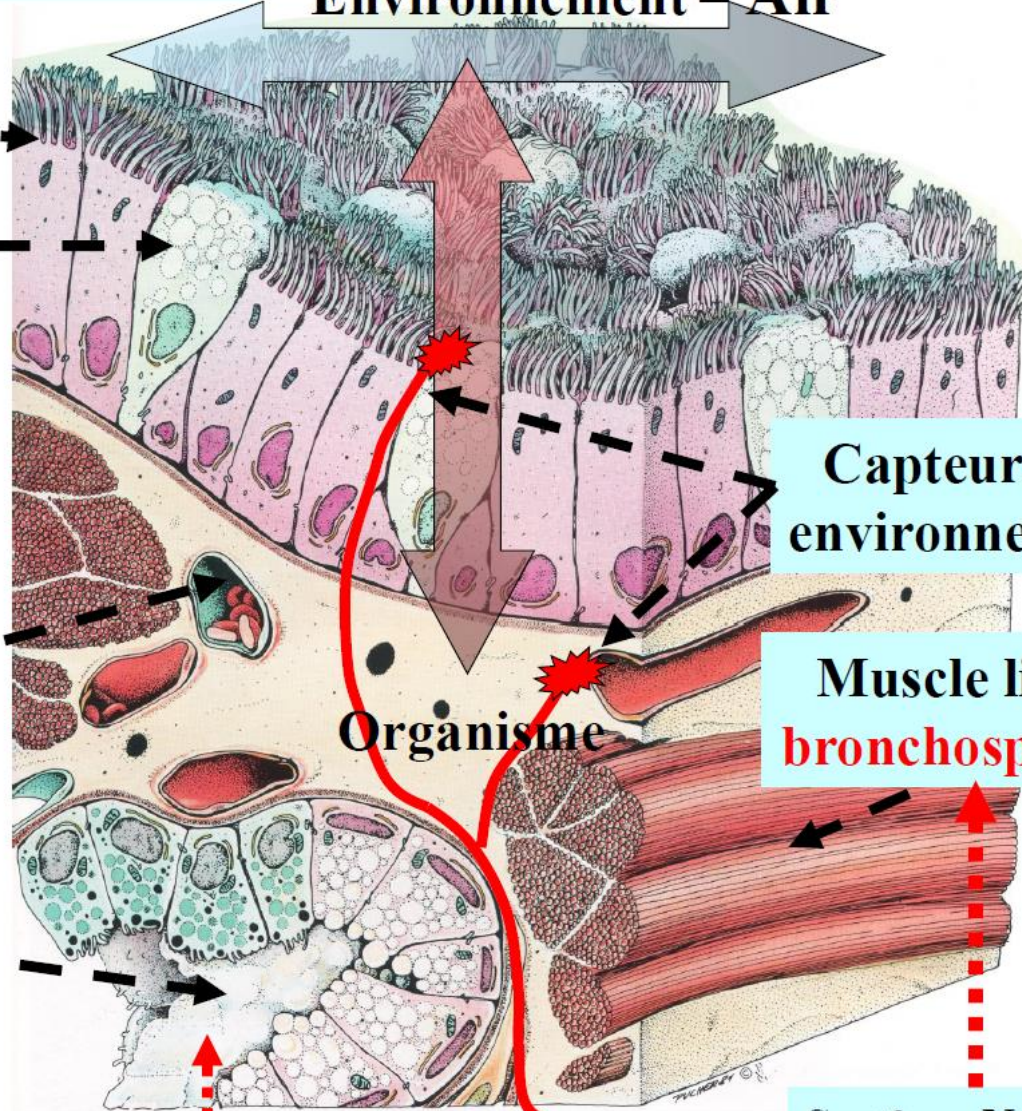
Glande
séromuqueuse

Capteurs de
environnement

Organisme

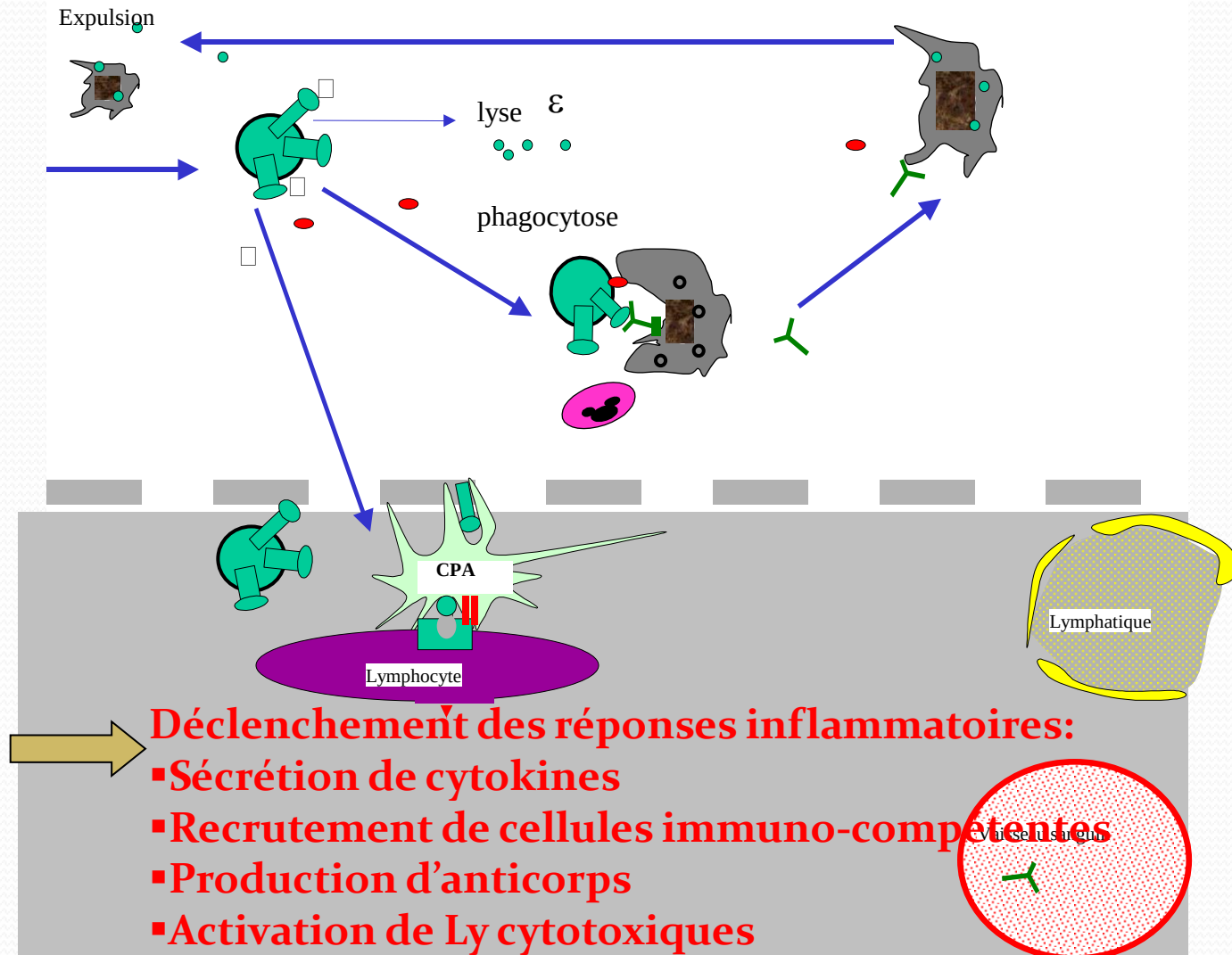
Muscle lisse:
bronchospasme

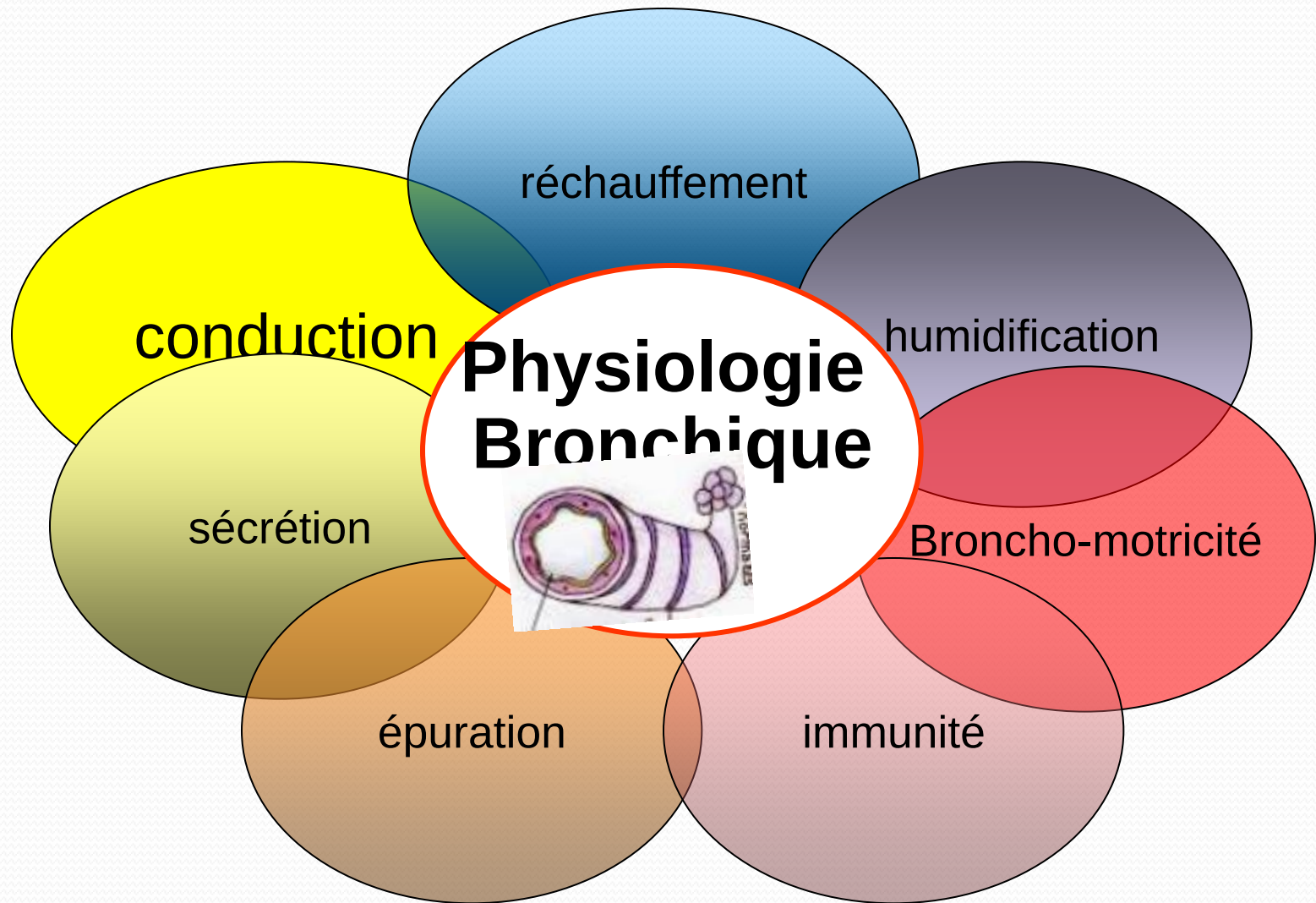
Système Nerveux

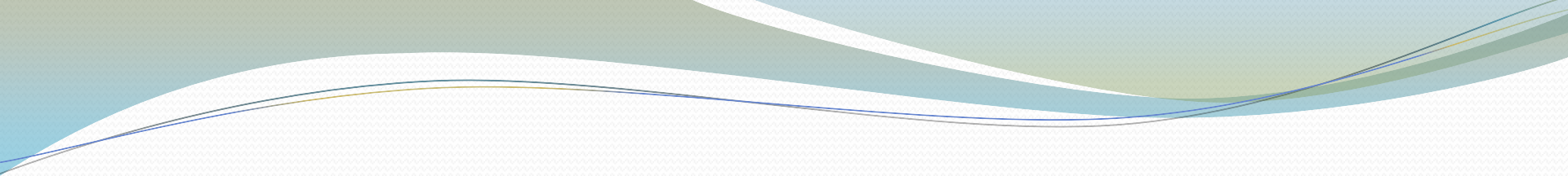




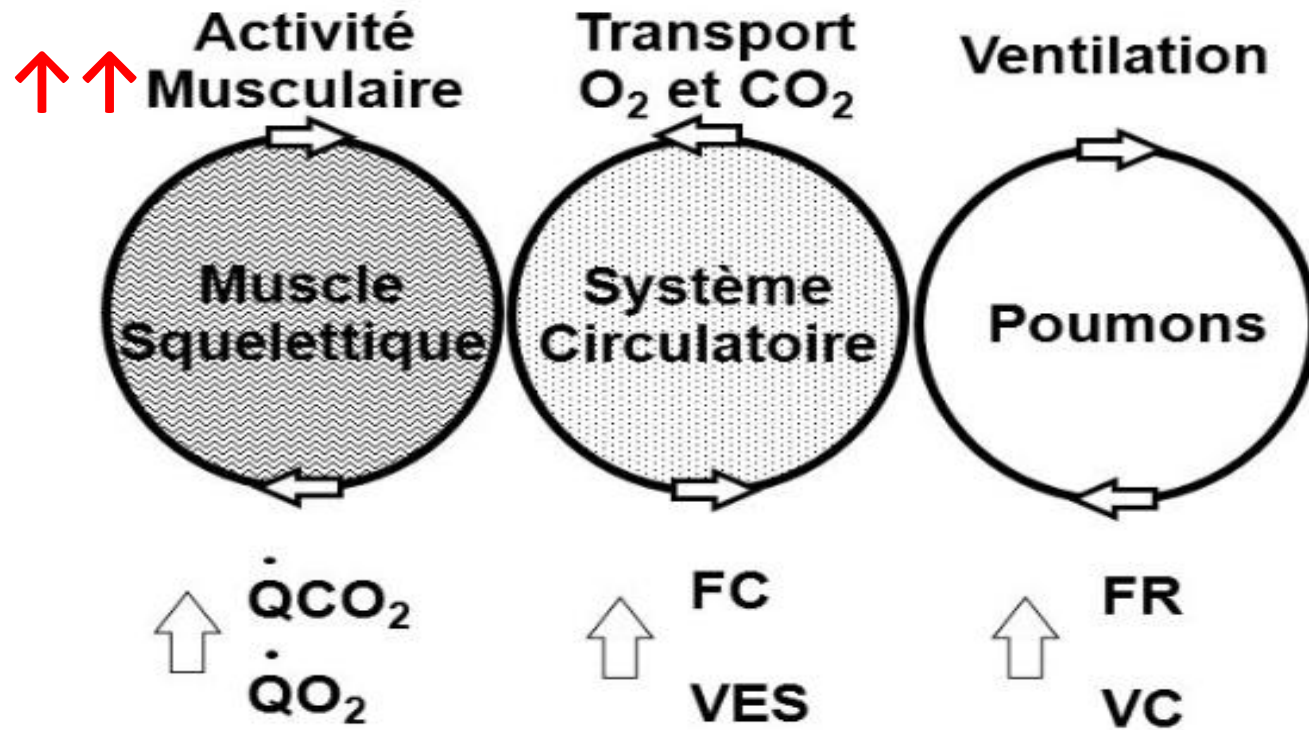
• Actions cellulaires immunitaires et inflammatoires





- 
- 1. Rappels de physiologie pulmonaire**
 - 2. Réponses ventilatoires à l'exercice**
 - 3. Réponses circulatoires pulmonaires**

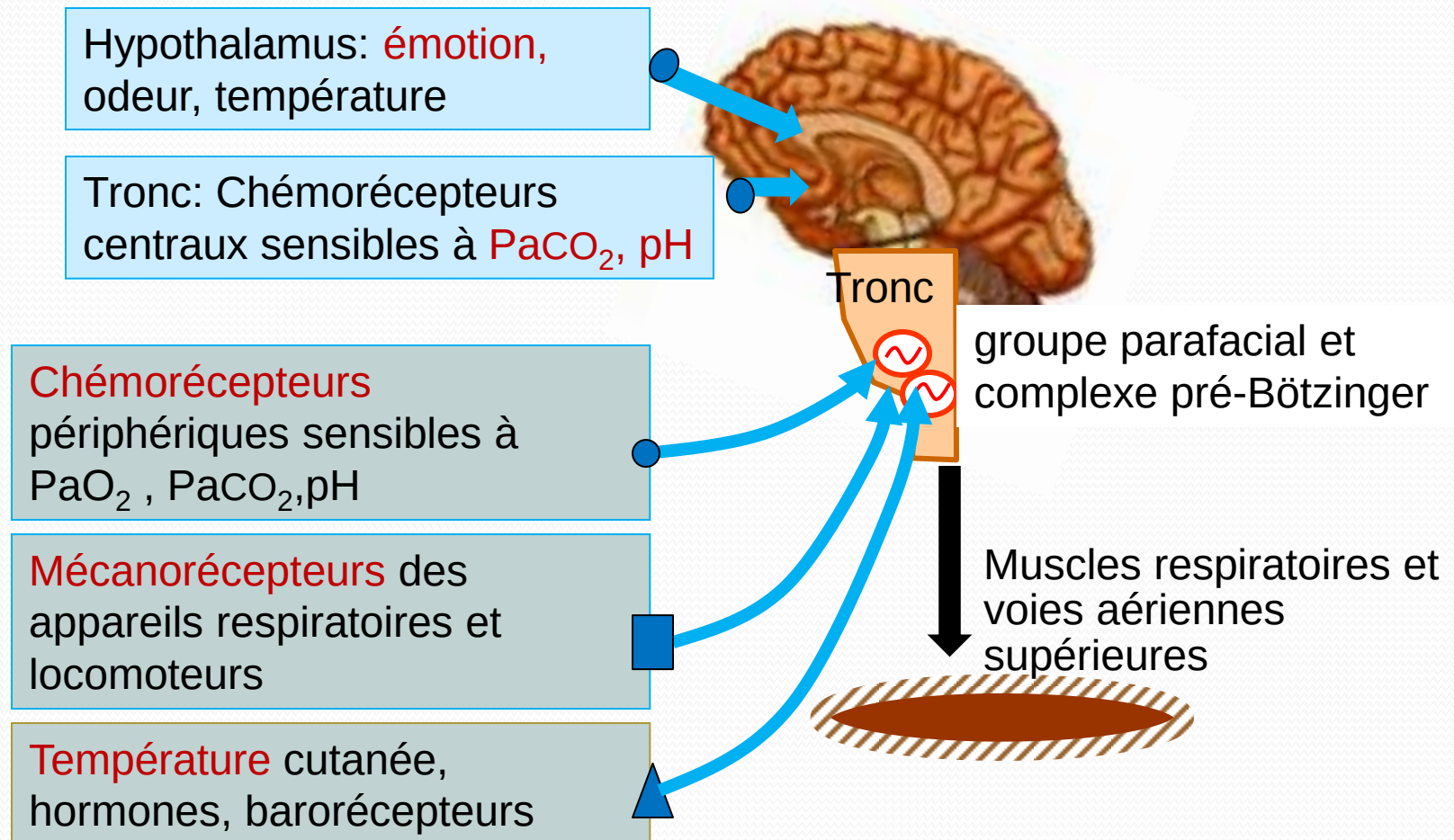
□ Adaptation cardio-circulatoires et pulmonaires



Augmenter le travail respiratoire au moindre coût métabolique

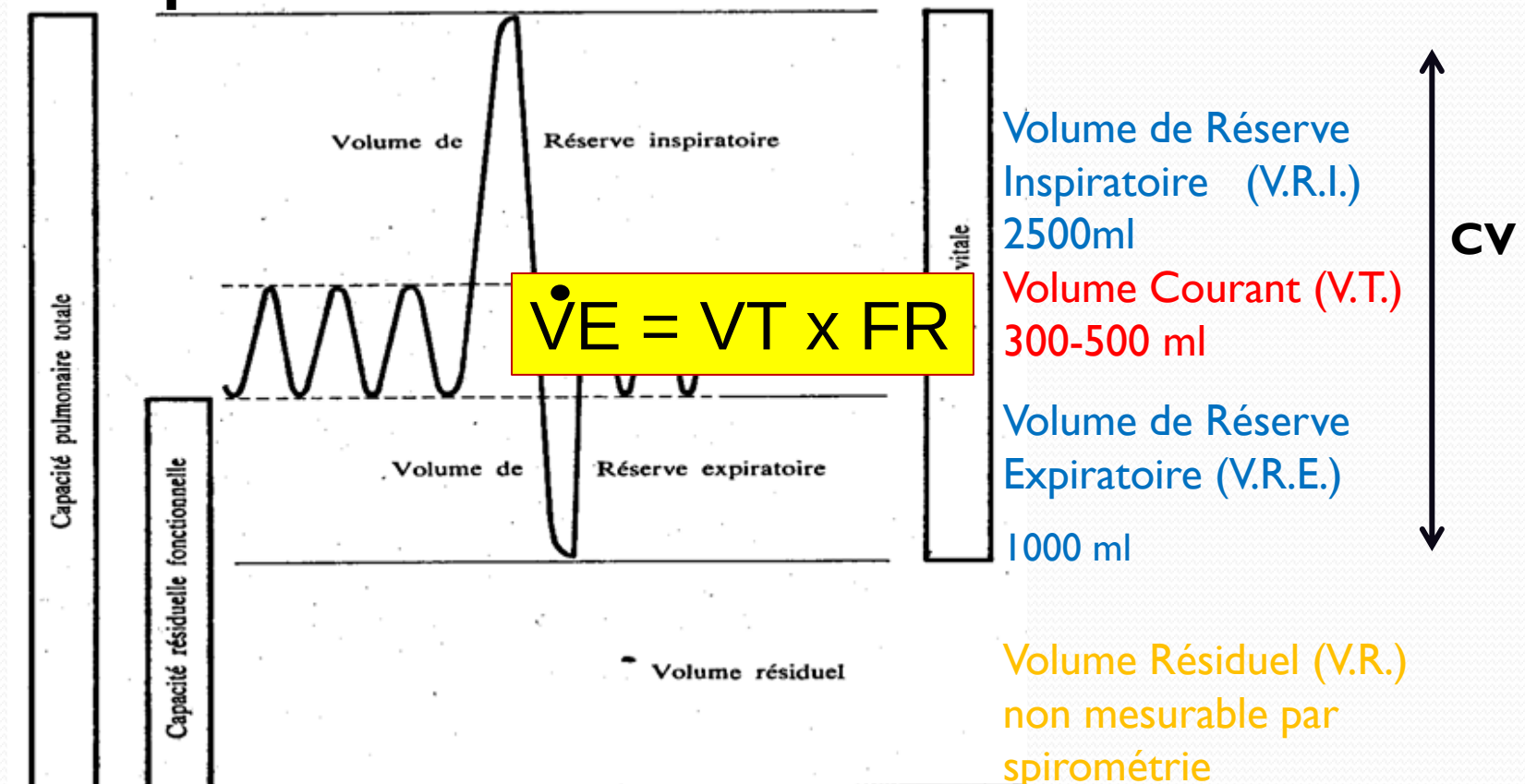
□ Stimulation des centres

- Contrôle sous-cortical central (hypothalamus, tronc)
- Contrôle périphérique (afférences vagales +++)



❑ Spirométrie (fonction pompe)

• Repos

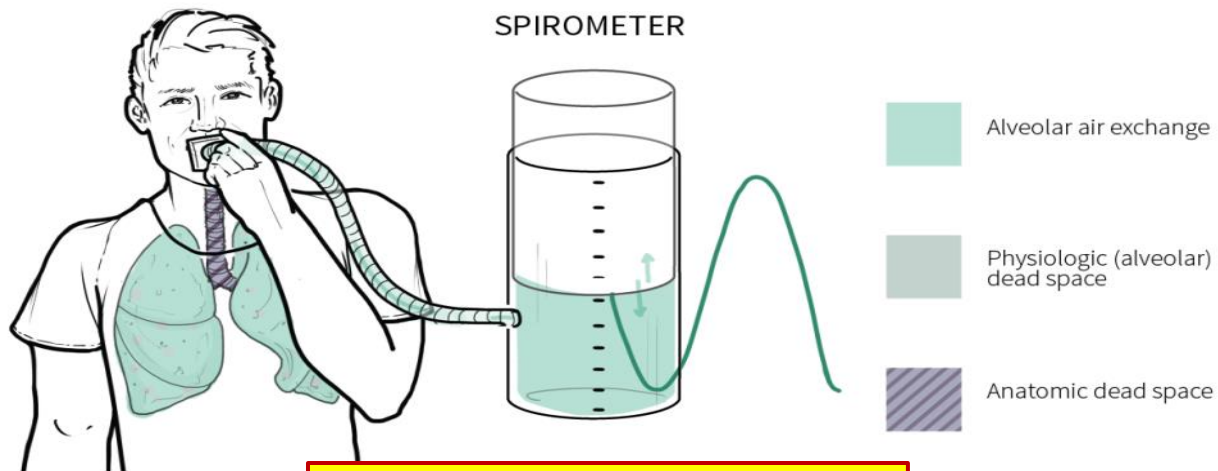


Capacité pulmonaire totale = CV + VR

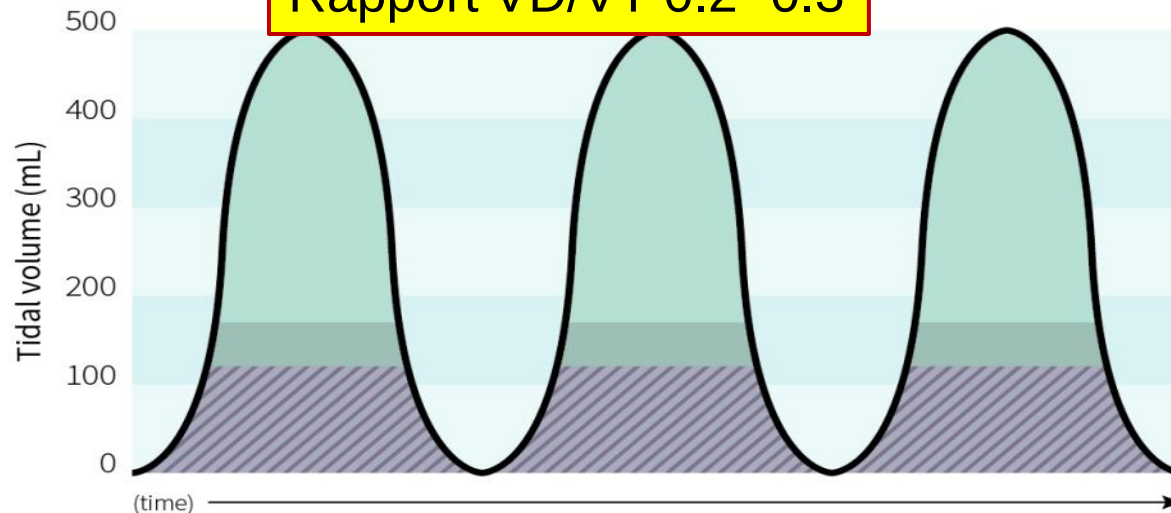
Capacité résiduelle fonctionnelle = VRE + VR

Capacité inspiratoire = VT + VRI

- Le VT se répartit dans les espaces alvéolaires et les espaces dits morts (physiologiques, anatomiques)



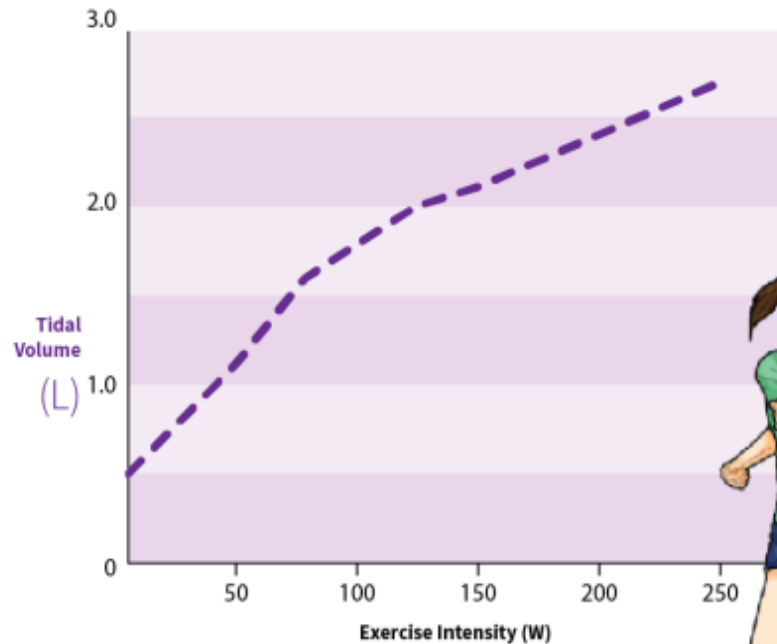
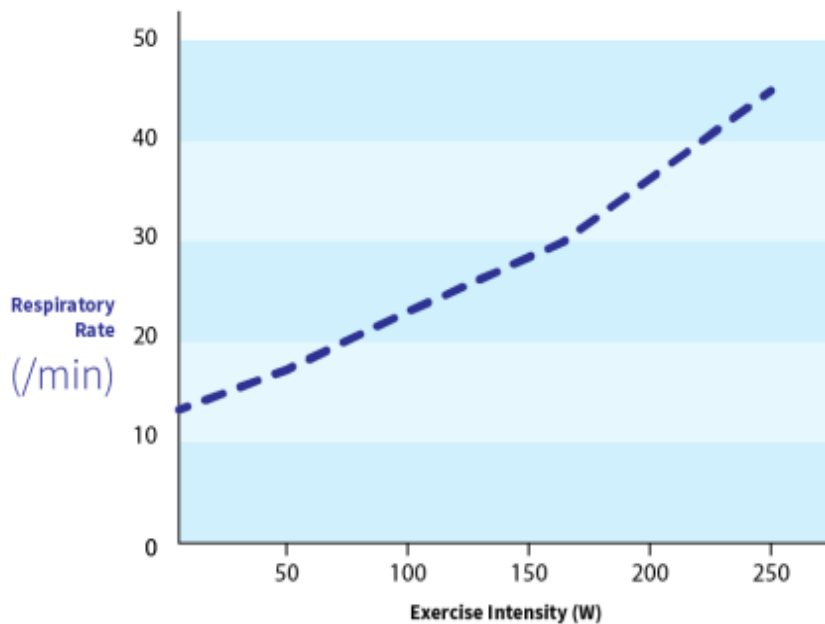
Rapport V_D/V_T 0.2 - 0.3



- **A l'effort** : $\dot{V}_E \uparrow$ jusqu'à 150-200 l/min

$\uparrow$ FR (jusqu'à 50 c/min, parfois 80)

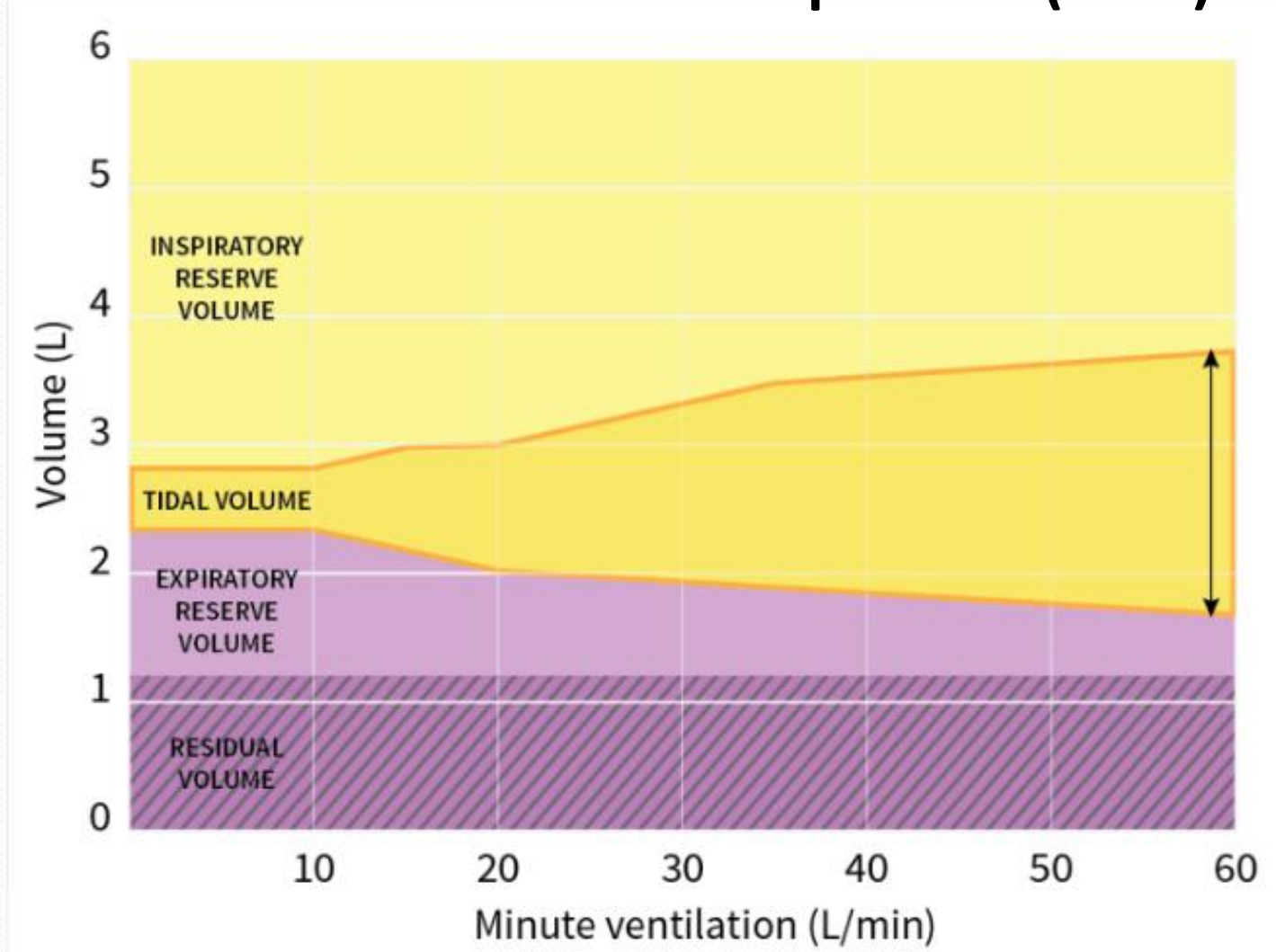
et $\uparrow$ VT (jusqu'à 4L) soit $> 65\%$ de la CV du sujet



References:

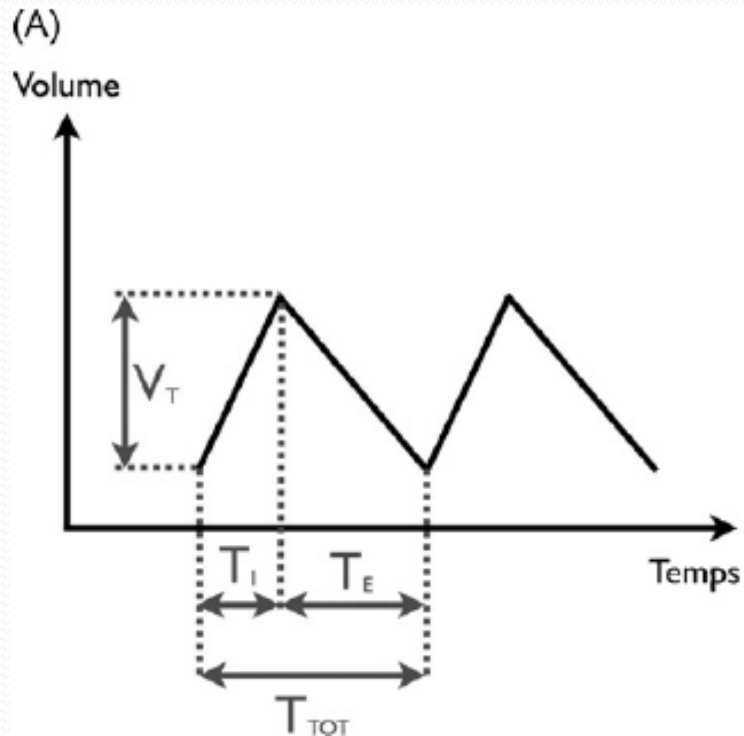
- Hartley et al. 1969
- Saltin et al. 1968
- Saltin et al. 1969
- McArdle et al. 1971
- Rowland & Green 1988

- **Recrutement du VT autant inspiré qu'expiré
=> baisse du volume de fin d'expiration (EELV)**

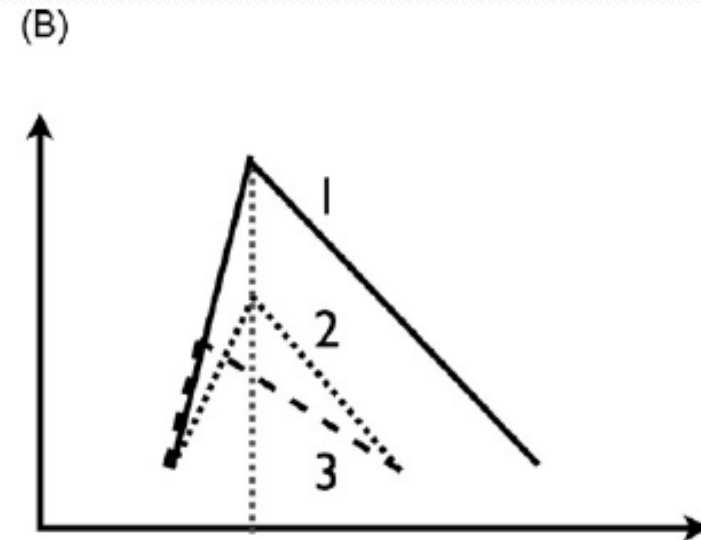


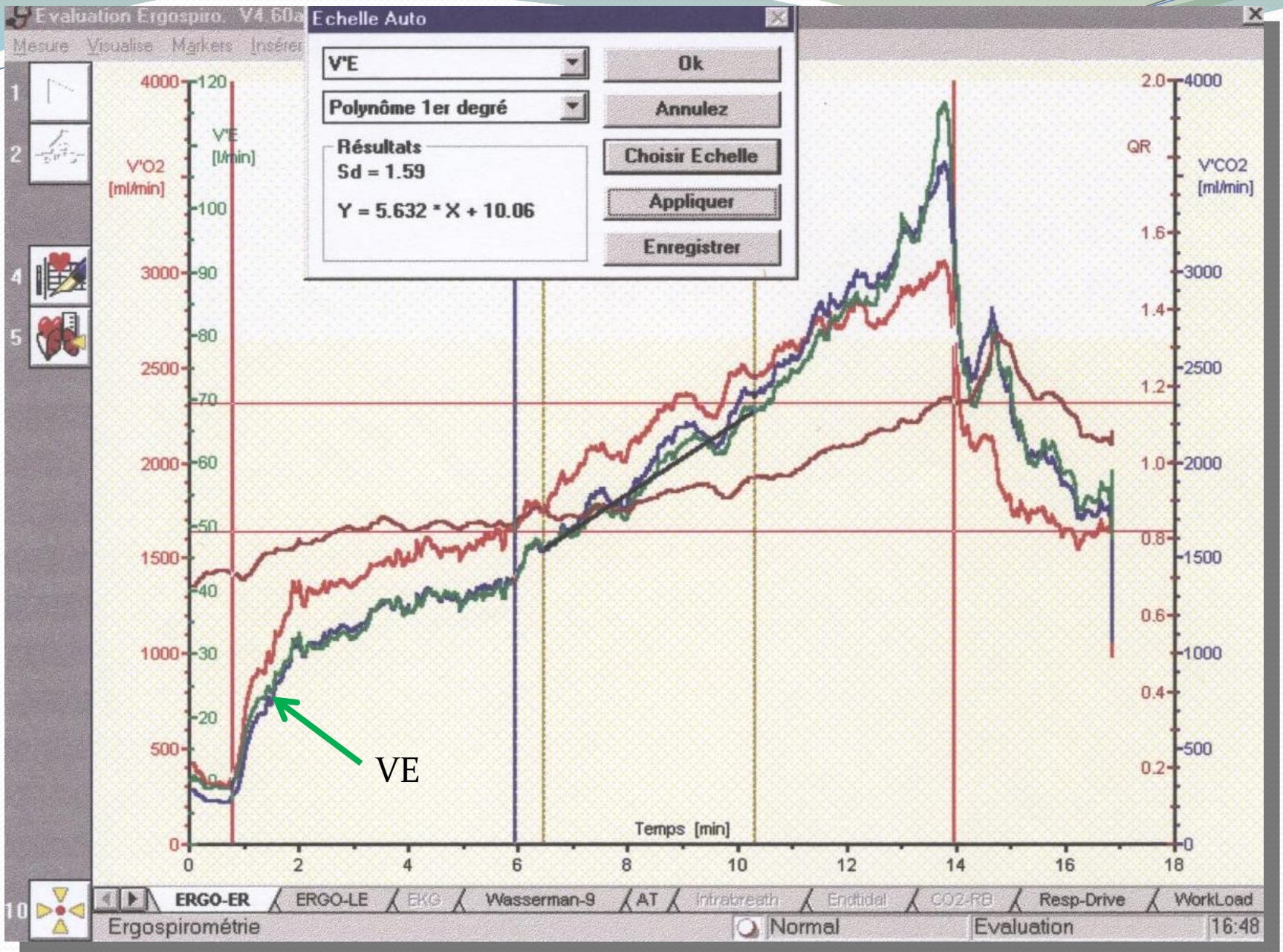
- ↑ de la FR au prix d'une réduction du T_e

Repos



Exercice (2)

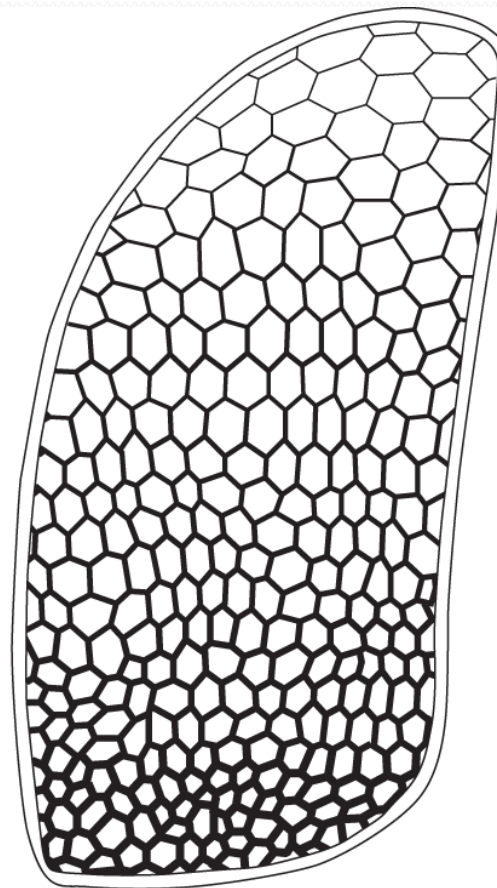




• Meilleure ventilation des alvéoles des bases

Ventilation
Intrapleural pressure
more negative
Greater transmural
pressure gradient
Alveoli larger, less
compliant
Less ventilation

Intrapleural pressure
less negative
Smaller transmural
pressure gradient
Alveoli smaller, more
compliant
More ventilation

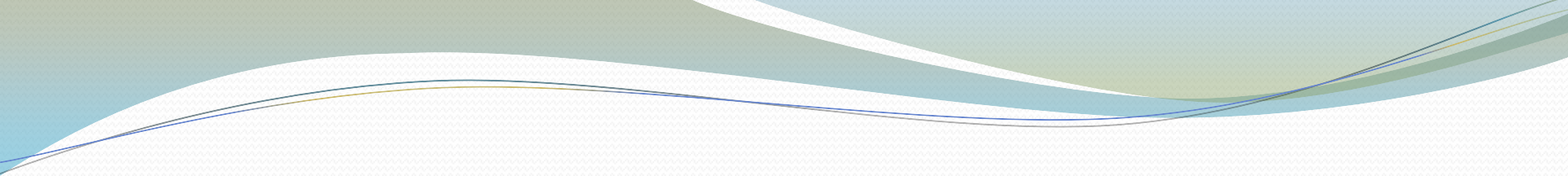


Perfusion
Lower intravascular
pressures
Less recruitment,
distention
Higher resistance
Less blood flow

Greater vascular
pressures
More recruitment,
distention
Lower resistance
Greater blood flow

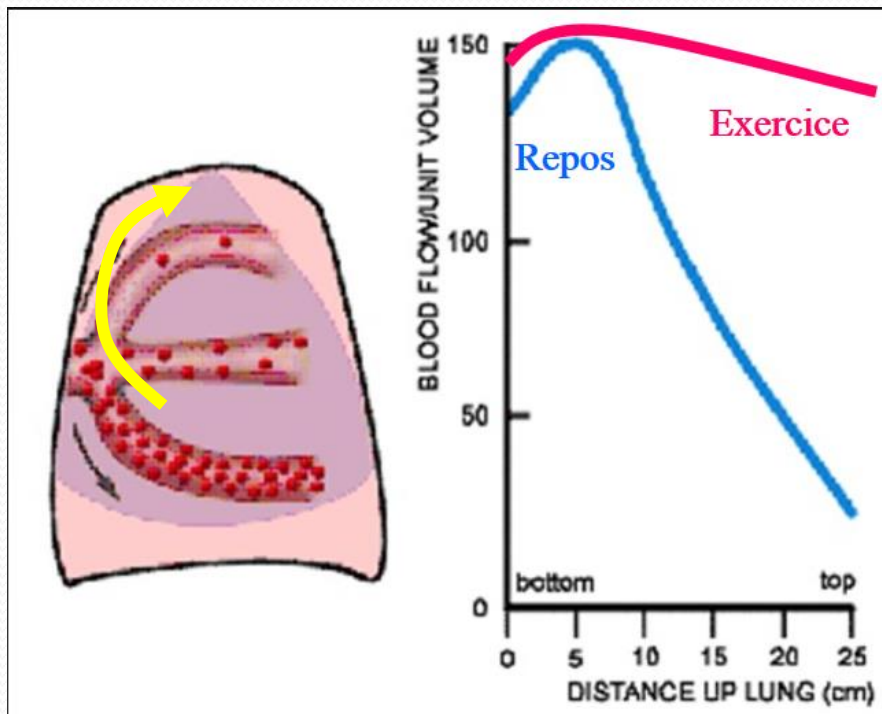
AU TOTAL A L'EXERCICE

- **Le débit de gaz frais augmente**
- **Le volume alvéolaire augmente**
- **! Le travail mécanique augmente**
(diaphragme, autres muscles respiratoires)

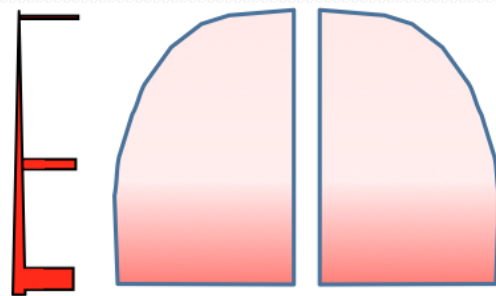
- 
- 1. Rappels de physiologie pulmonaire**
 - 2. Réponses ventilatoires à l'exercice**
 - 3. Réponses circulatoires pulmonaires**

❑ Redistribution et augmentation du lit capillaire

- ✓ Par **augmentation des du débit sanguin** (X 4-7) lié à l'augmentation du débit cardiaque
- ✓ Par **dilatation vasculaire** (baisse des résistances) d'origine paracrine (NO, prostacycline), hormonales, neurogène
- ✓ Par **ouverture de sphincters** précapillaires



• Les rapports ventilation/perfusion s'homogénéisent



Pulmonary blood flows mainly at the base of the lungs due to lower driving pressure at the top.

At rest

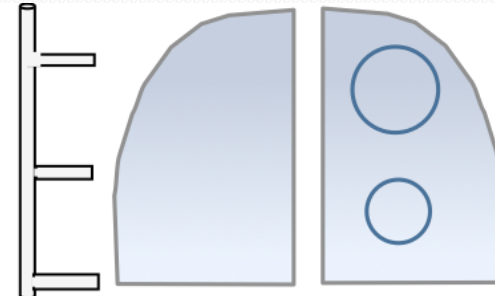


V

flow →

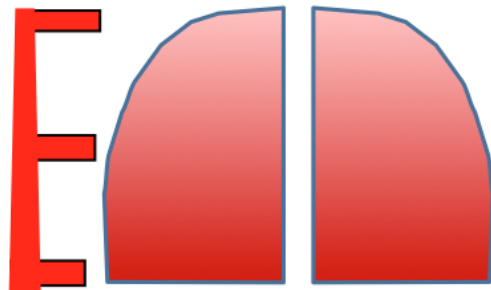
Q

Overall $V/Q \approx 1$

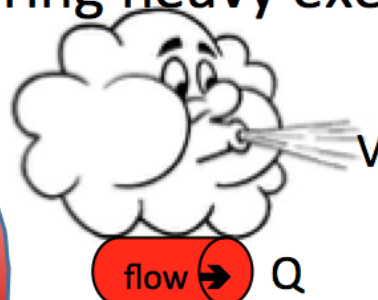


Pulmonary ventilation is somewhat greater at the base of the lungs due to greater change in volume during breathing cycle.

During heavy exercise



Higher driving pressure causes higher total flow (4X) and more even distribution.

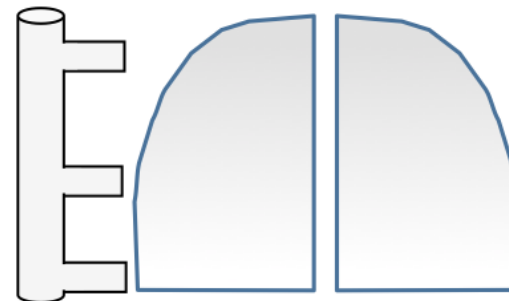


V

flow →

Q

Overall $V/Q > 4$

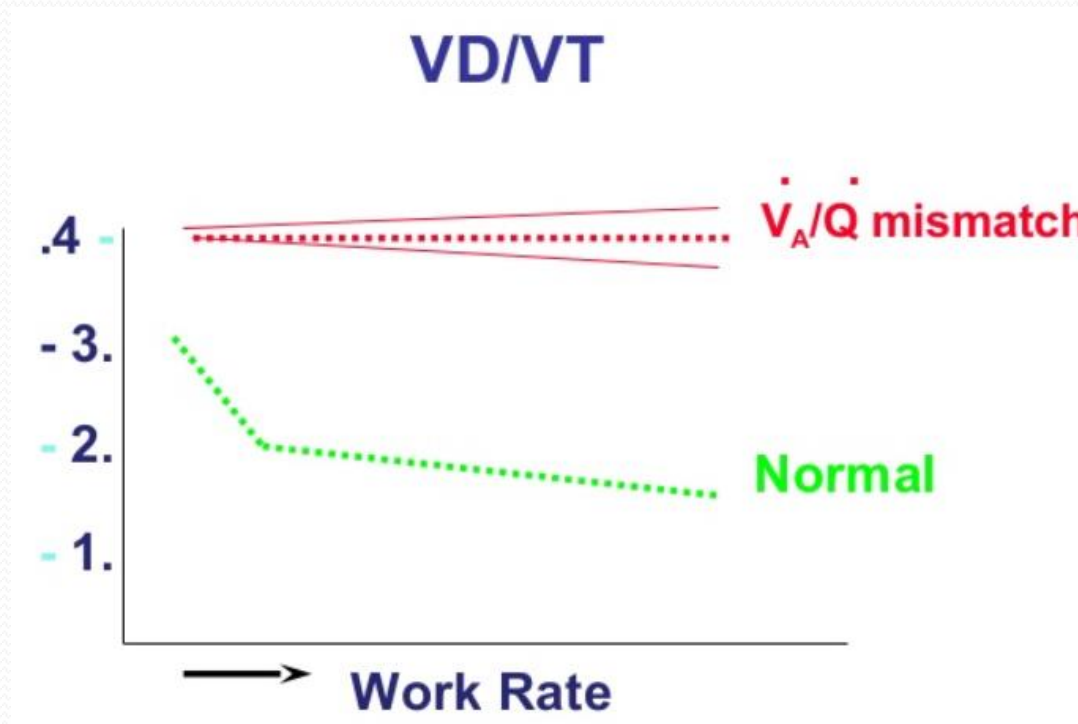


Pulmonary ventilation is also more evenly distributed and the total can be more than 10X higher than at rest.

•Le rapport V_D/V_T diminue (efficacité des échanges alvéole-sang)

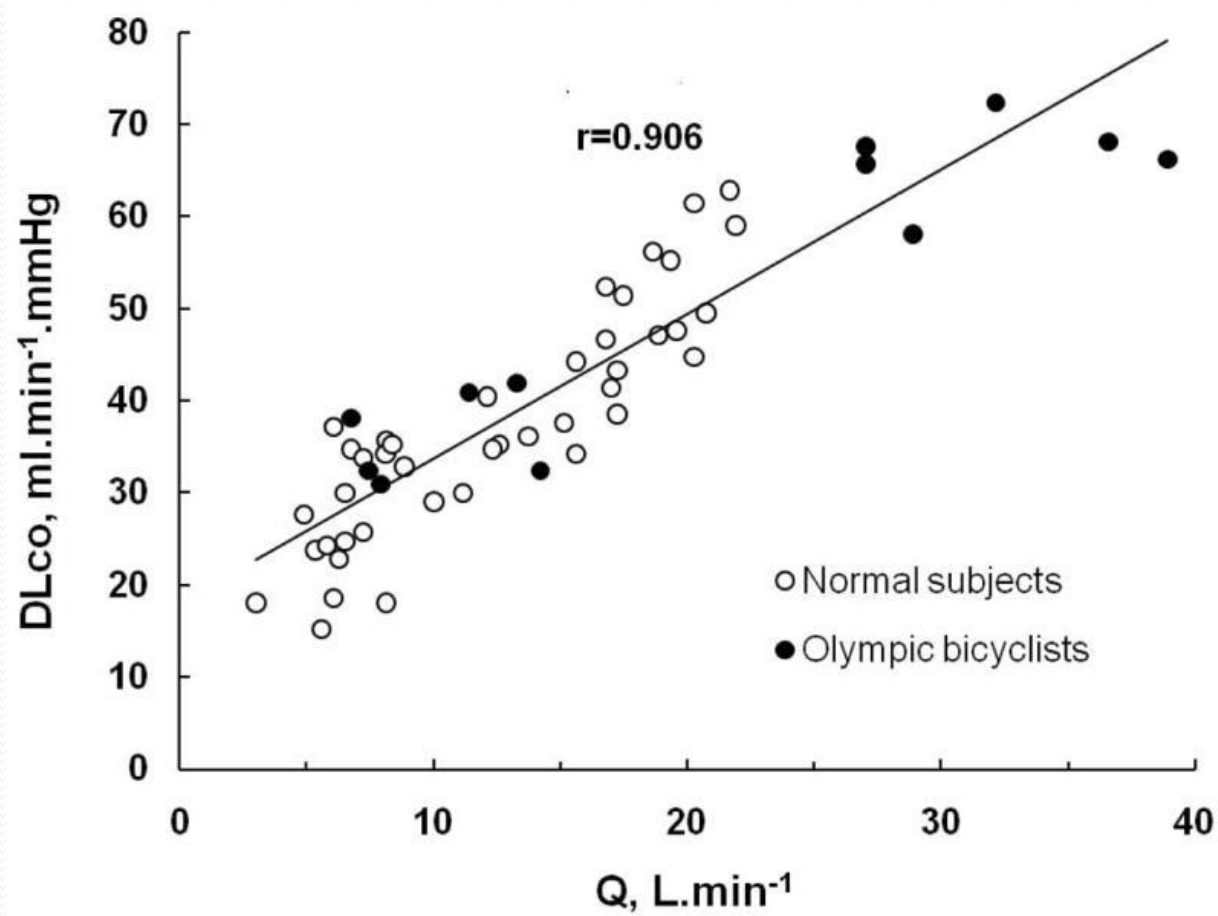
Sujet normal : 150 ml de V_D anat, + V_D physiologique

Exercice => V_D anat cst, V_D physiol diminue



➡ la surface effective d'échange alvéolocapillaire augmente

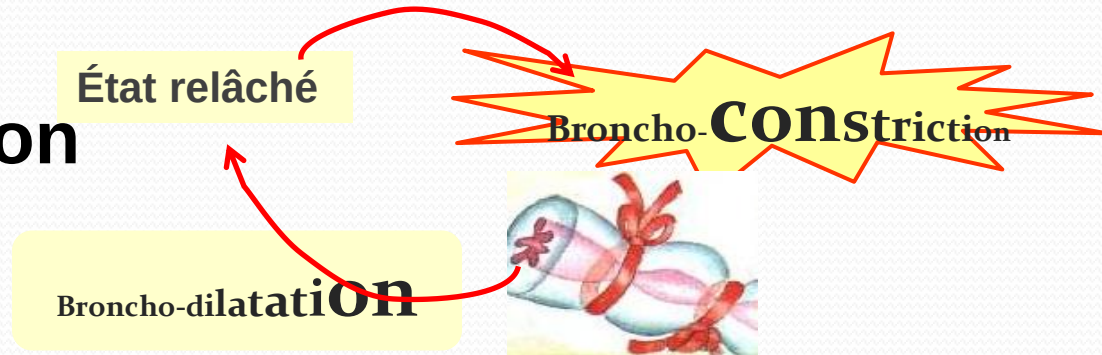
□ La capacité de diffusion des gaz augmente



Naeije, Compr Physiol 2012

□ Adaptations respiratoires « accessoires »

• Bronchodilatation



✓ Abaisse les résistances, évite le piégeage gazeux

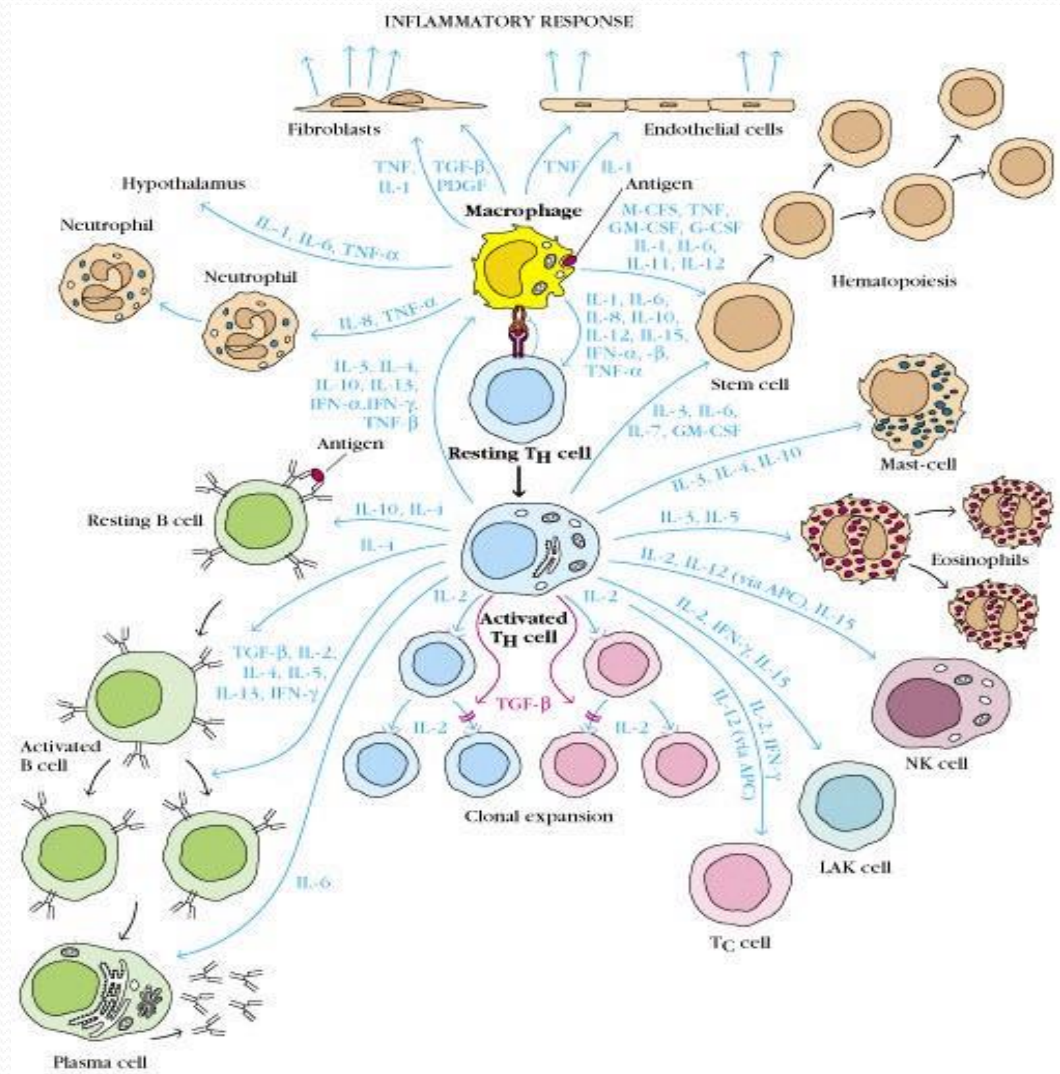
✓ Absence de dilatation ou bronchoconstriction=> asthme induit par l'effort

• Respiration buccale : conditionnement non optimal

❑ Médiateurs de l'inflammation et stress oxydant

- Systémique

- Pulmonaire



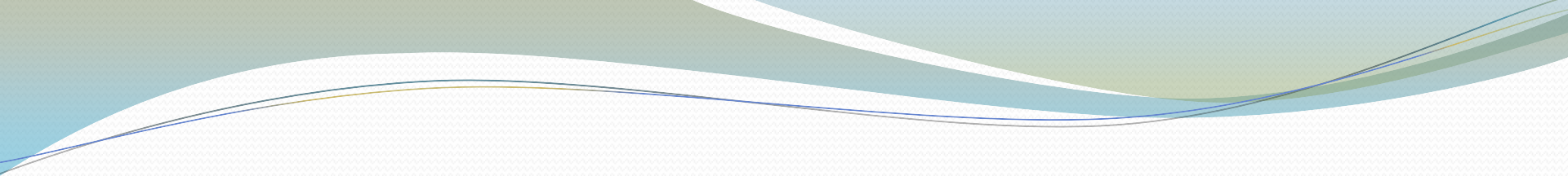
CONCLUSION

Bénéfices du sport en ambiance polluée

Développement des
capacités



↓ conditionnement
↑ ambiance inflammatoire et
oxydants
↑ agressions voies aériennes ↑
diffusion systémique des
polluants PM₁₀



MERCI