

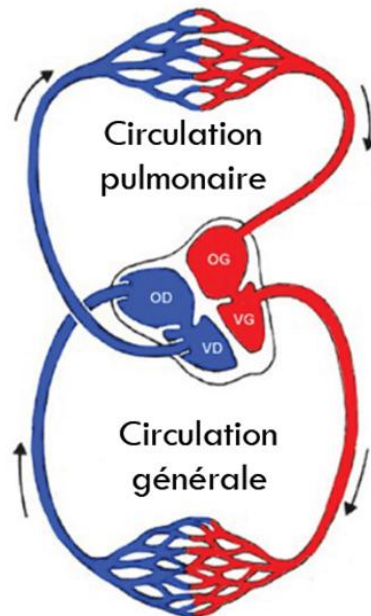
# III – Débit cardiaque

## A) Circulation sanguine et cycle cardiaque : définitions

Le **cœur** est une **pompe** qui propulse le sang dans l'organisme.

La **systole** désigne la **contraction** des fibres musculaires cardiaques;

La **diastole** désigne le **relâchement** des fibres musculaires cardiaques.



$$\text{Débit cardiaque} = \frac{\text{pression VD} - \text{pression OG}}{\text{Résistance}_{\text{circ pulmonaire}}}$$

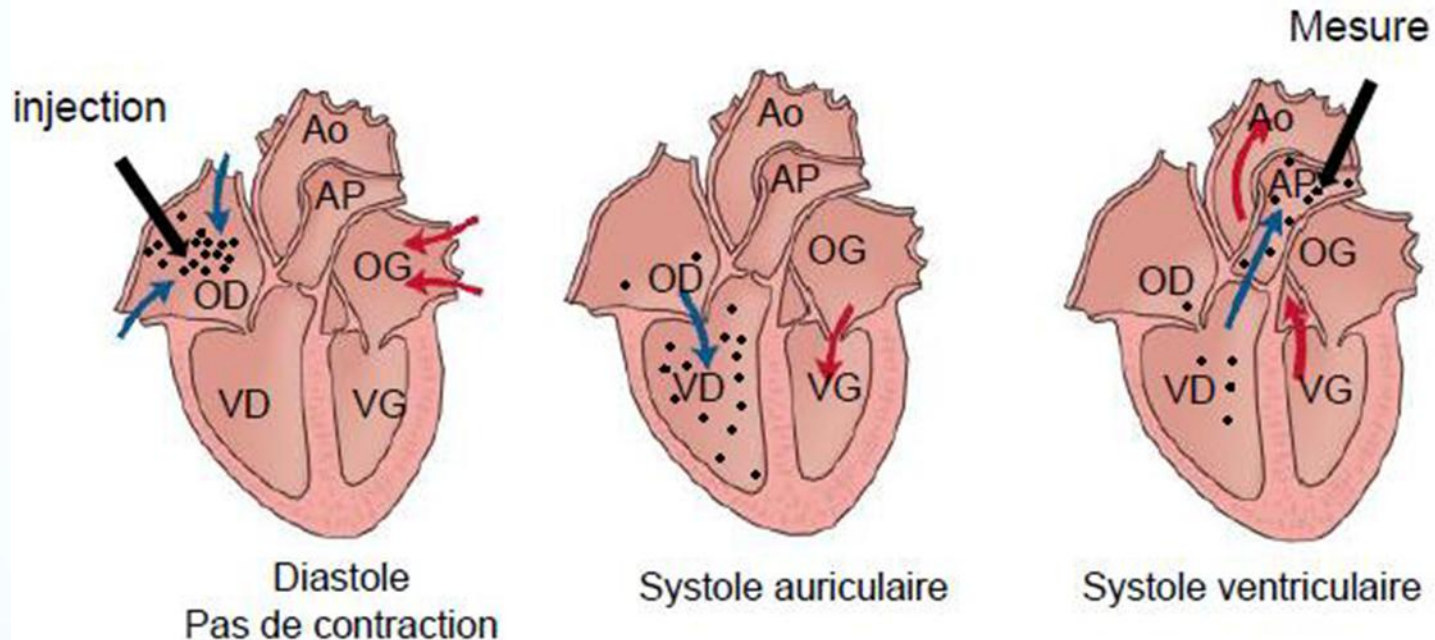


Ecoulement laminaire prédominant

$$\text{Débit cardiaque} = \frac{\text{pression VG} - \text{pression OD}}{\text{Résistance}_{\text{circ générale}}}$$

Le **débit cardiaque** représente la mesure de la **quantité de sang** que le [cœur](#) expulse à chaque contraction, sur un temps donné.

## B) Mesure du débit cardiaque par dilution

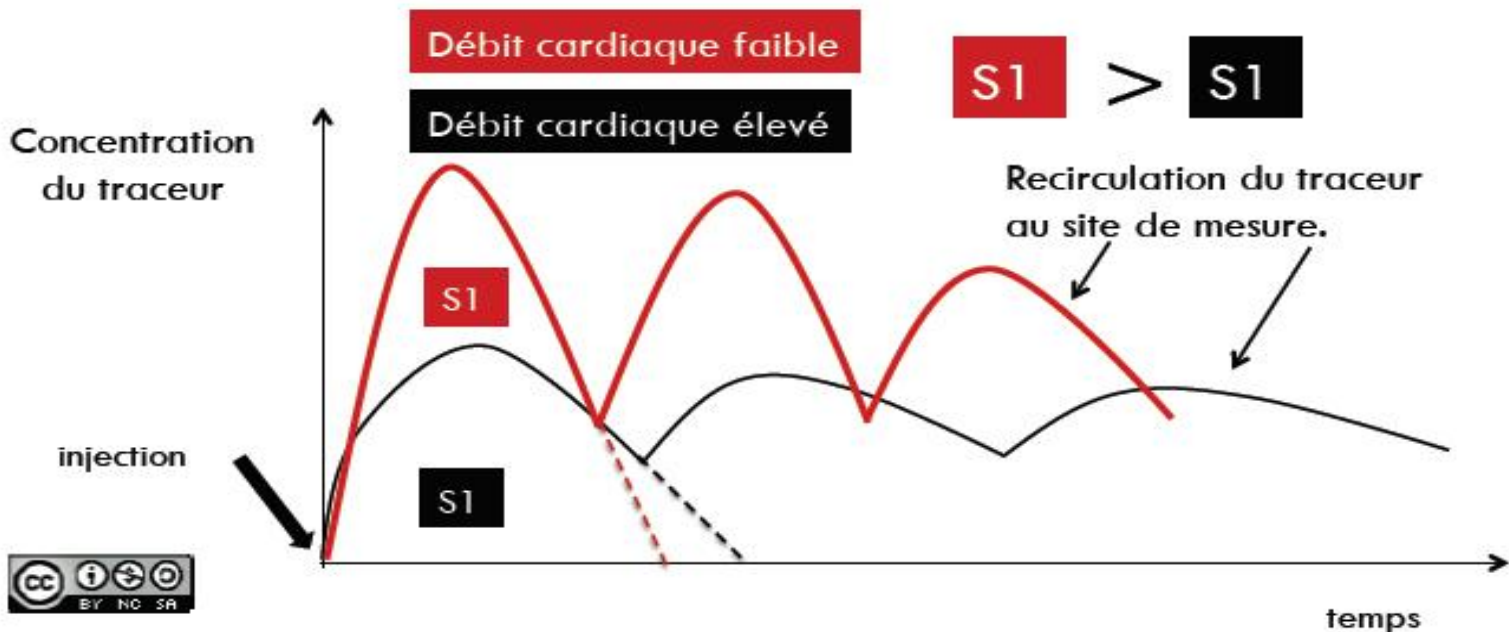


- ♡ **Injection** : en **diastole**, dans l'oreillette droite.
- ♡ **Dilution** : en **systole auriculaire**, le produit est dilué dans le sang qui passe dans le ventricule droit : le traceur se dilue dans les cavités droites du cœur.
- ♡ **Mesure** : en **systole ventriculaire** dans l'artère pulmonaire.

- Le traceur est dans un circuit fermé, donc il va revenir au site de mesure plusieurs fois, jusqu'à ce qu'il finisse par se diluer dans la totalité du plasma, et on obtiendra alors une **concentration d'équilibre**. (le traceur n'est pas éliminé de la circulation)

La concentration du traceur au site de mesure est inversement proportionnelle au débit cardiaque ++

Pour un même sujet, la concentration du traceur est d'autant plus élevée que le volume de sang éjecté par le cœur par unité de temps est faible.

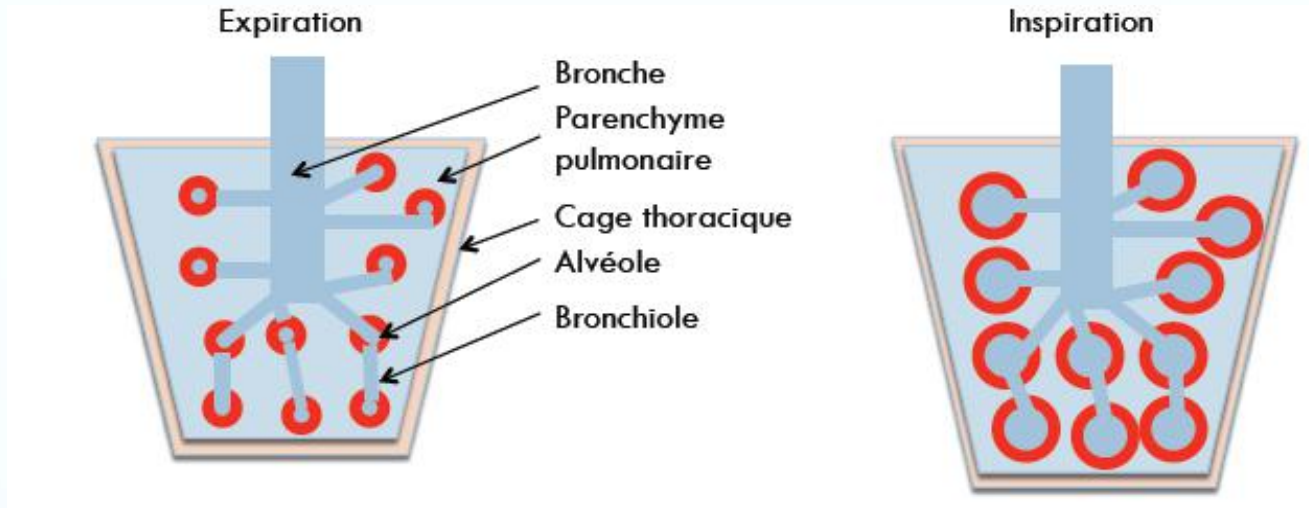


## C) Insuffisance cardiaque et débit sanguin par organe

- Le débit cardiaque normal est de **5L par minute** et est **constant au repos**. C'est le **même** qu'il s'agisse de la **circulation pulmonaire** ou de la **circulation systémique**. Il peut **s'adapter** et **augmenter** lors de **l'effort**.
- Lors d'une **insuffisance cardiaque**, le sujet doit faire face à une **baisse du débit cardiaque**, ce qui s'accompagne de **dyspnée** (=essoufflement).
- Certains organes comme les **poumons**, le **cerveau** et les **reins** possèdent une **perfusion sanguine privilégiée**, càd qu'elle est **constante** quel que soit les circonstances. La perfusion des autres organes varie selon leurs besoins et activités.



# IV - Volumes et débits aériens pulmonaires

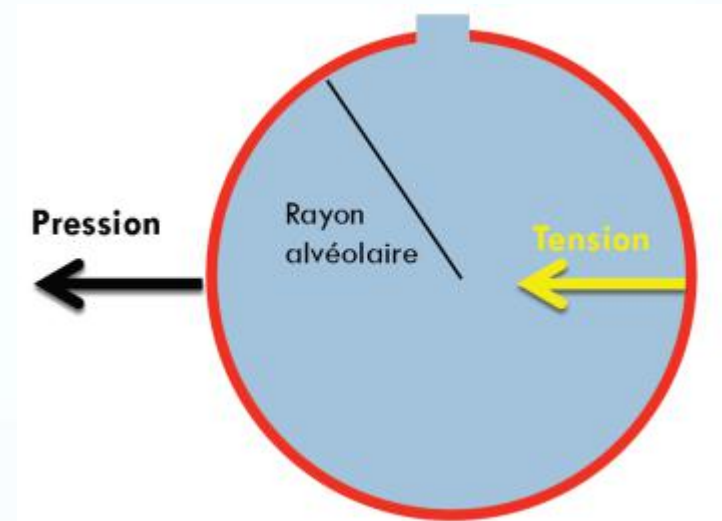


- L'air entre dans les **bronches**, puis les **bronchioles**, et arrive dans les **alvéoles** (seules structures pulmonaires de volume variable).
- La variation du volume de la cage thoracique est **proportionnelle** au volume d'air dans les alvéoles.



## A) Relation pression / volume dans les alvéoles pulmonaires

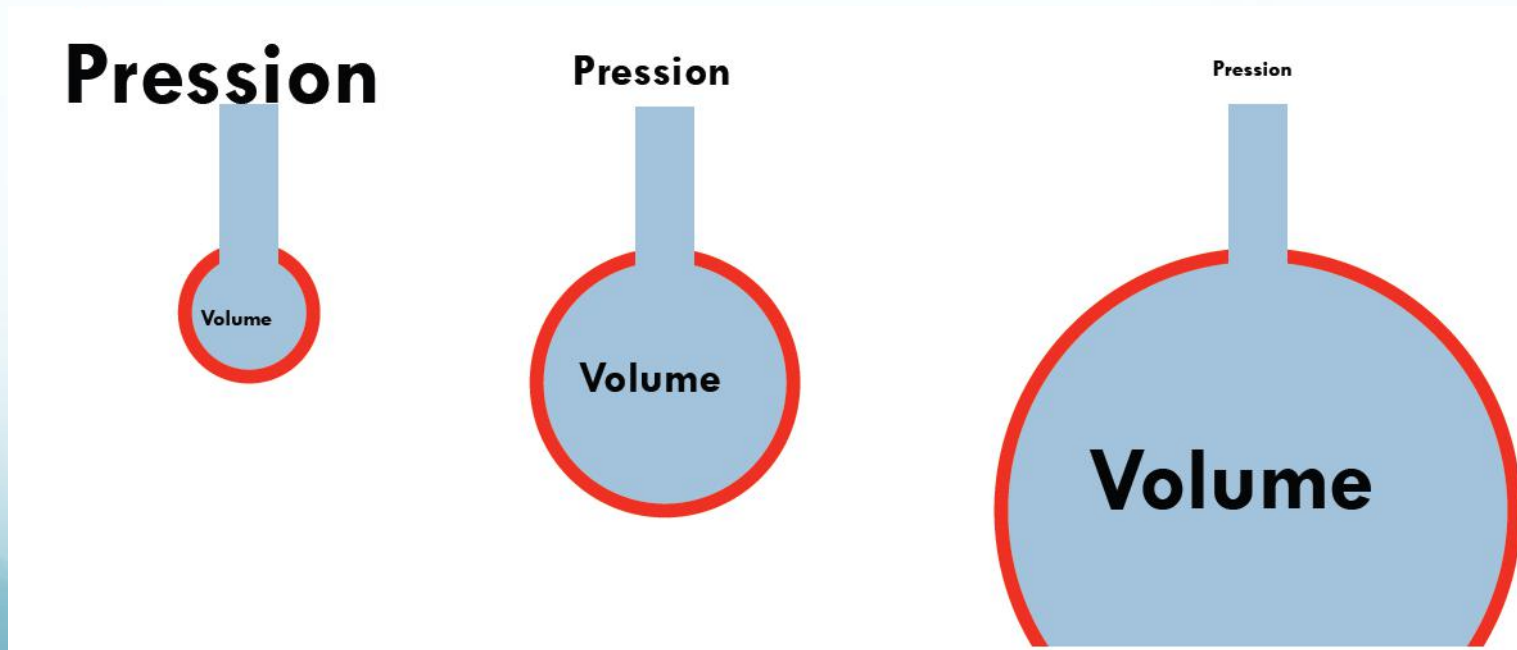
- La loi de Laplace donne la relation entre la pression intra-alvéolaire et tension de surface :



$$\text{Pression intra-alvéolaire} = (2 \times \text{tension de surface}) / \text{rayon}$$

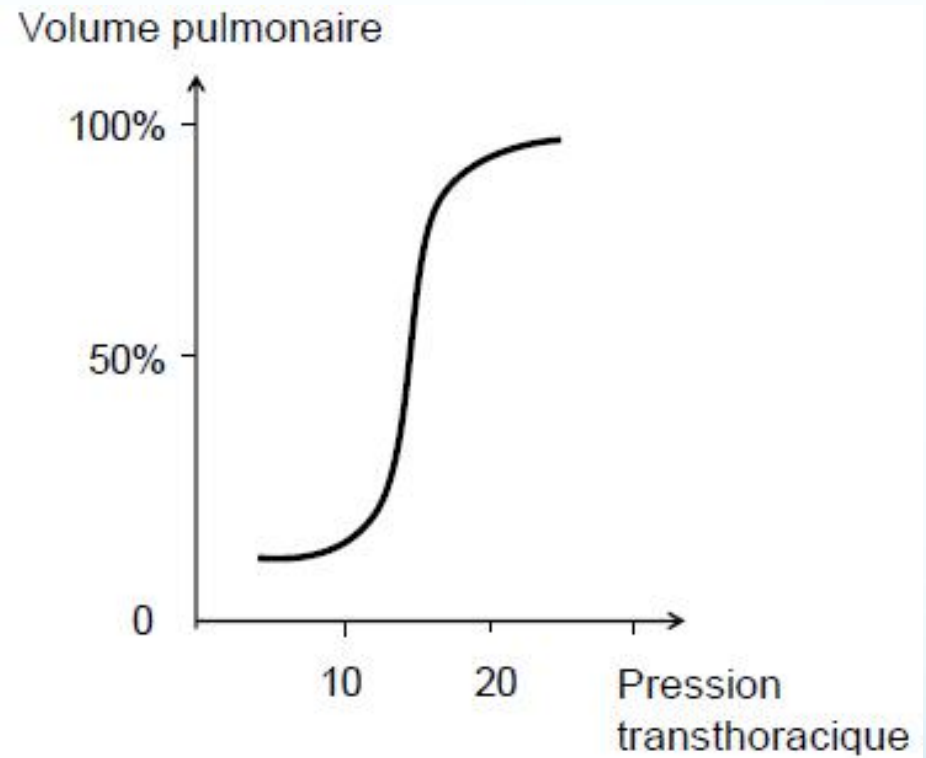
## A) CONSÉQUENCES

- Pour ouvrir les alvéoles, il faut une pression importante, et plus elles s'ouvrent, plus la pression nécessaire pour continuer à les ouvrir diminue.
- La pression nécessaire pour ouvrir les alvéoles est **inversement proportionnelle** au rayon alvéolaire.



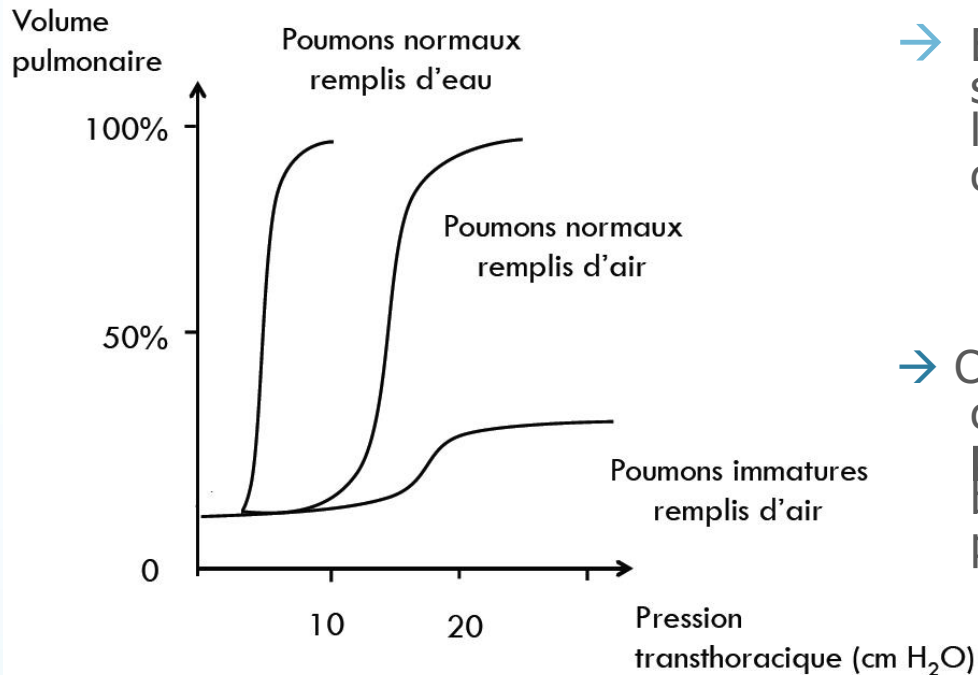
## B) MESURE EXPÉRIMENTALE DE LA RELATION PRESSION-VOLUME

- On utilise un capteur de pression qui mesure la différence entre la pression dans les bronches et la pression dans la plèvre.
- Le graphe obtenu montre qu'il faut des **petites variations de pression pour des variations de volume très importantes**. **La loi de Laplace ne prédit pas la relation pression-volume pulmonaire.**





## C) LE PROBLÈME ?



→ En remplaçant l'air par de l'eau (= suppression expérimentale de l'interface air-sang), on décale la courbe vers les **basses pressions**.

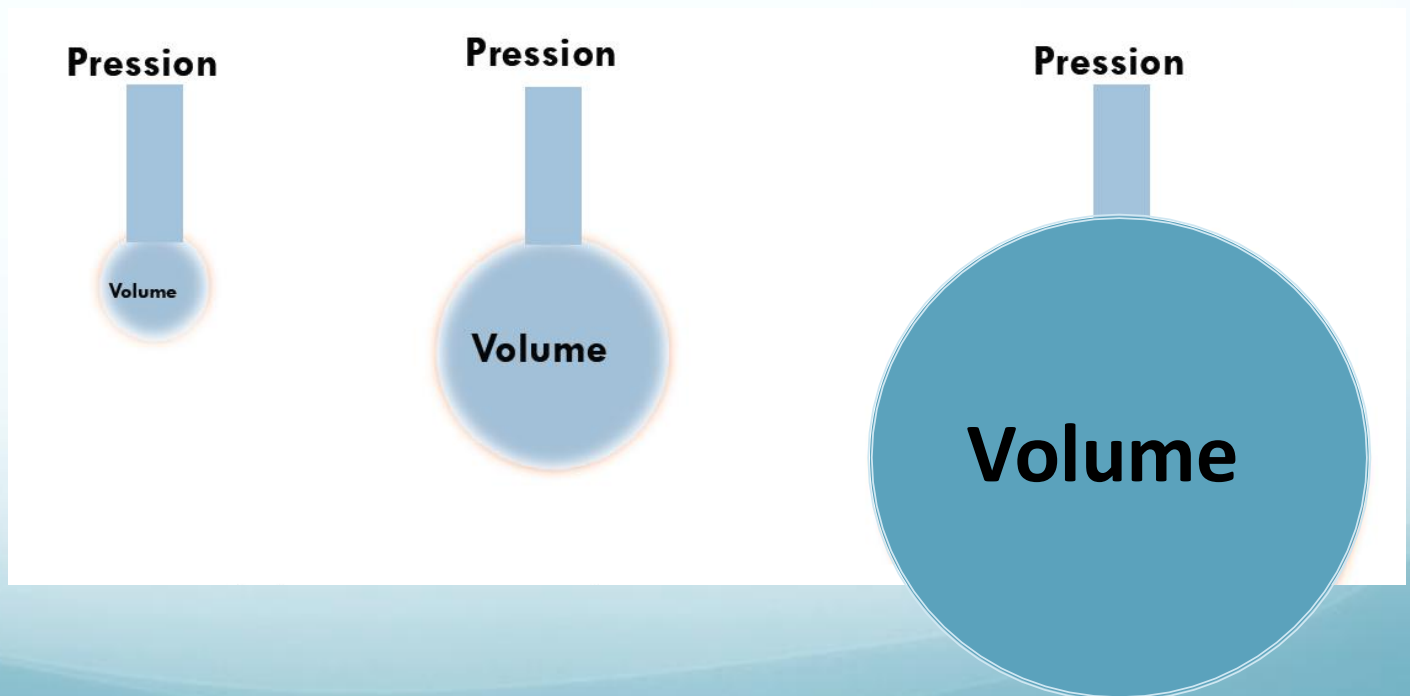
→ Chez le nouveau-né prématuré, la courbe est décalée vers les **hautes pressions** : le nouveau-né prématuré a beaucoup de mal à ouvrir ses poumons.

La relation pression-volume des poumons va donc dépendre de l'interface entre l'air et le sang.

## D) LE SURFACTANT

- Il explique la forme de la courbe pression-volume : le surfactant est une substance tensioactive fabriquée par les poumons qui annule (contrôle) la tension superficielle quand le volume alvéolaire augmente.

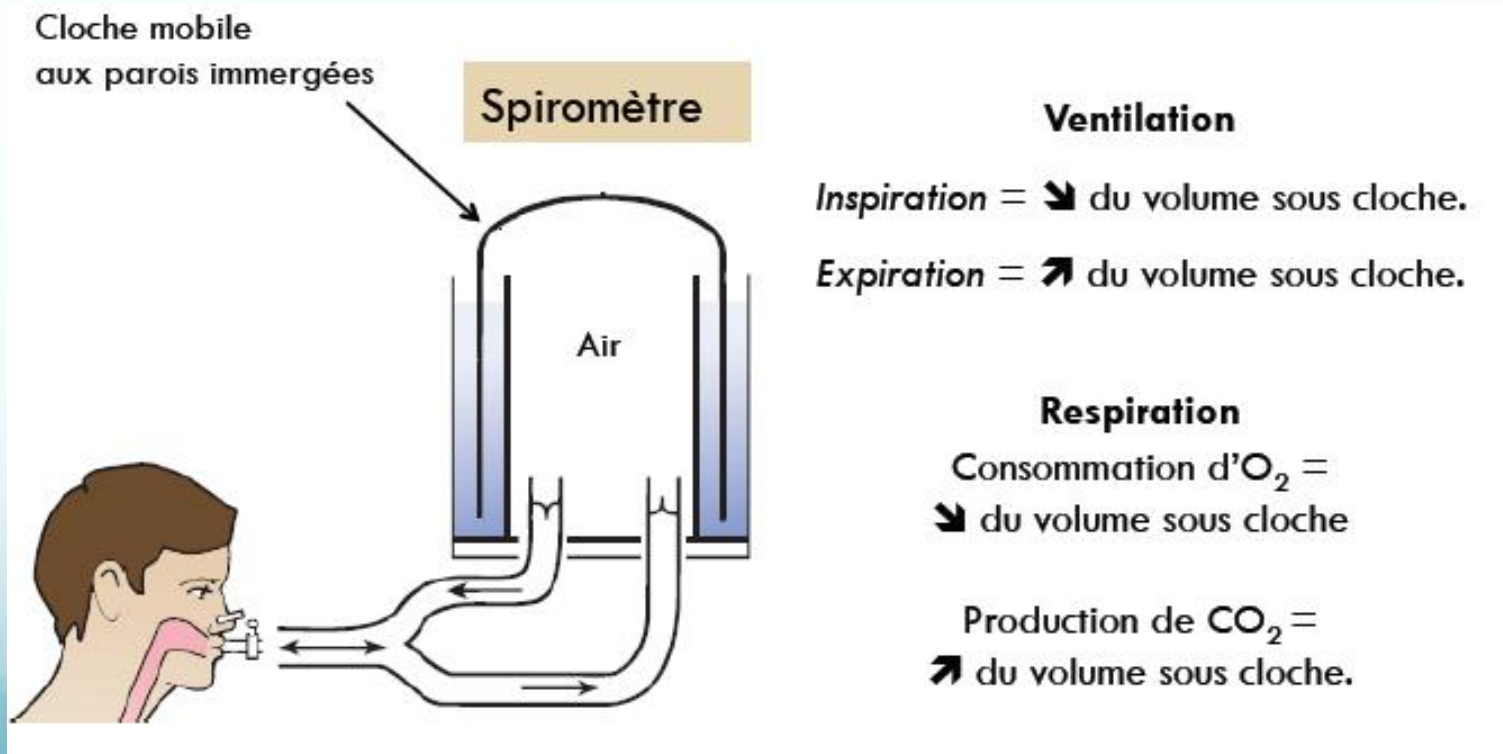
**Il faut donc peu de pression pour une grande variation de volume.**



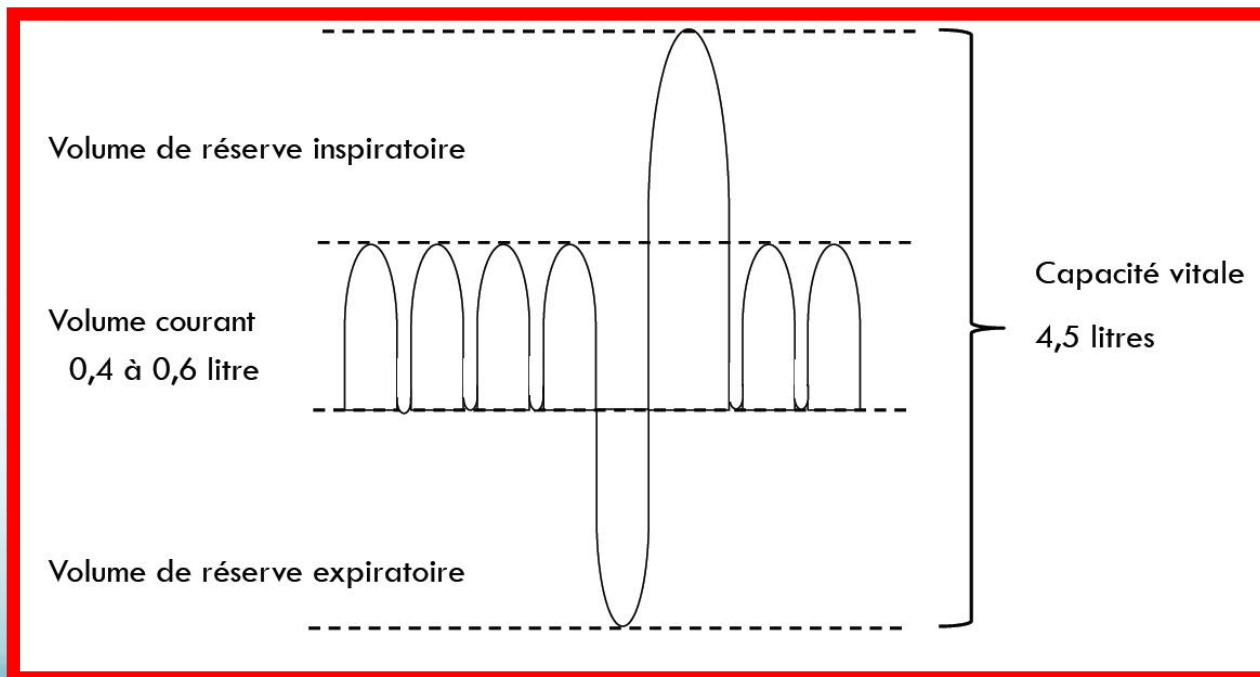
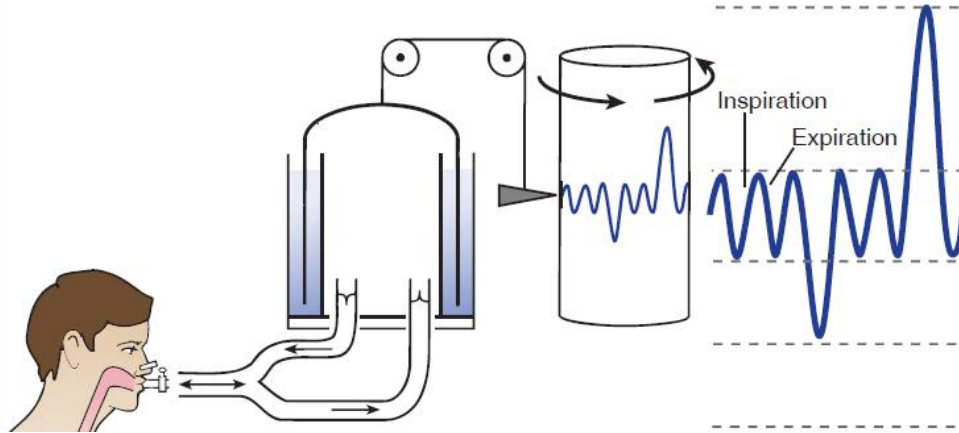
## B) Mesure des paramètres ventilatoires

La ventilation est la **variation des volumes** en fonction des mouvements de la cage thoracique qui mobilise les volumes aériens.

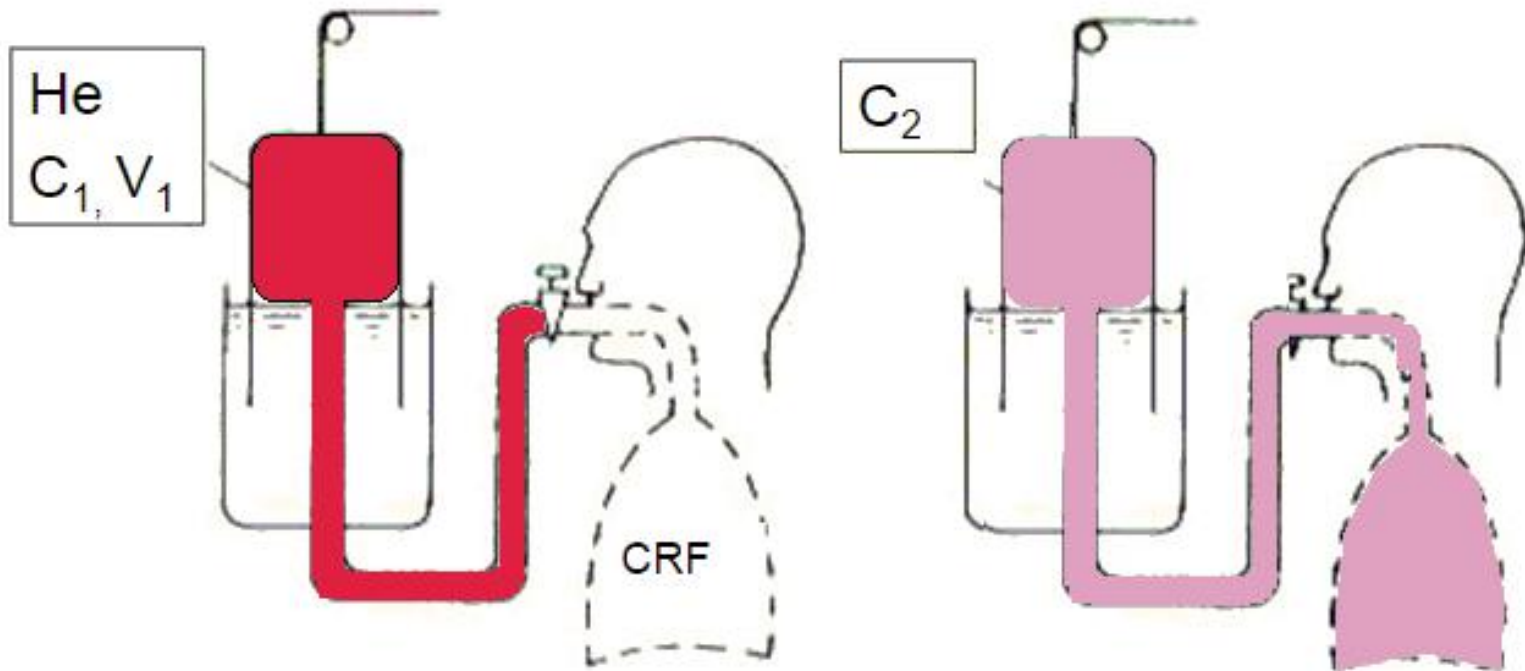
→ interprétation grâce aux mouvements du spiromètre.



## A) LES VOLUMES PULMONAIRES OBTENUS PAR SPIROMÉTRIE




## B) MESURE DU VOLUME PULMONAIRE PAR DILUTION D'HÉLIUM



- **Injection** d'hélium dans la cloche ( $Vd1$ ) alors que la personne ne respire pas encore ; on a une concentration  $C1$ .
- **Ventilation** de la personne et obtention d'une concentration d'équilibre  $C2$  : on a un volume  $Vd2$  calculé grâce à la concentration obtenue.

A l'équilibre  
de concentration


$$[\text{Hélium}]_1 \times Vd_1 = [\text{Hélium}]_2 \times Vd_2$$
$$Vd_2 = \frac{[\text{Hélium}]_1 \times Vd_1}{[\text{Hélium}]_2}$$

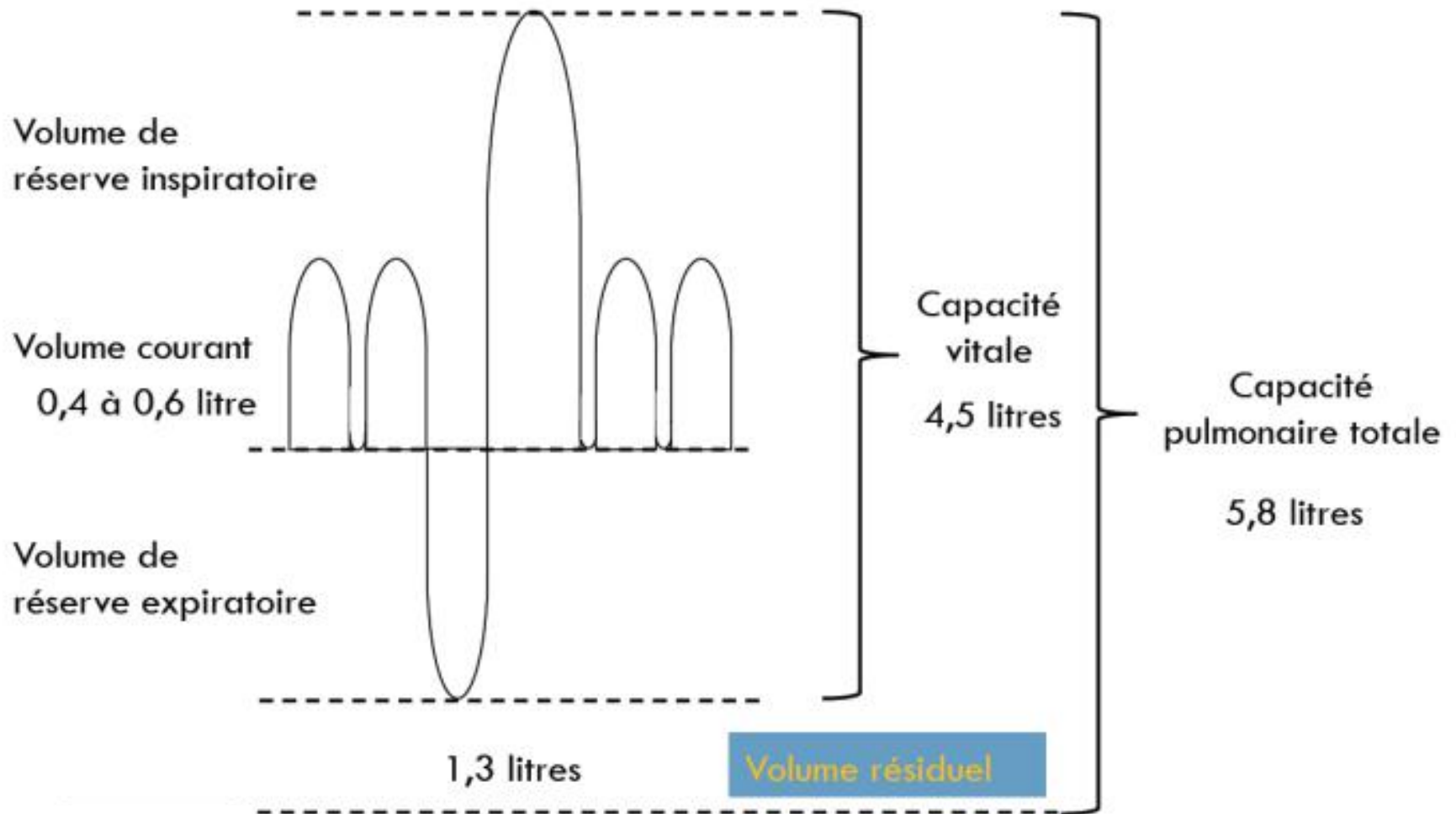
$$Vd_2 - Vd_1 = \text{capacité pulmonaire totale} = 5,8 \text{ L}$$

$$\text{CPT} - \text{CV} = 5,8 - 4,5 = 1,3$$

- La différence entre la capacité vitale et la capacité pulmonaire totale (1,3L) correspond au **volume résiduel** qui est **non mobilisable** : c'est le volume d'air présent dans les bronches et les bronchioles (qui ne se ferment pas à l'expiration). Il n'est pas en contact avec le sang, c'est un **espace mort**.

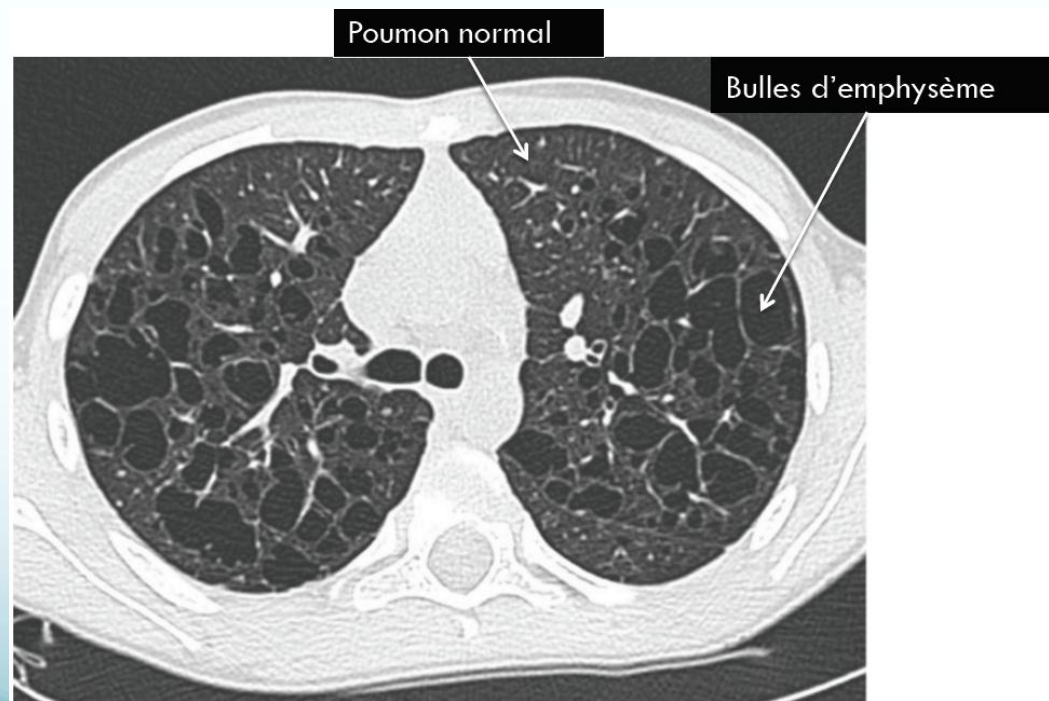


# RECAPITULATIF DES VOLUMES



## C) INSUFFISANCE RESPIRATOIRE

- Elle est définie par la **diminution des échanges gazeux entre le sang et l'air** alvéolaire suite à une maladie pulmonaire. Parfois, dans certaines maladies on voit une augmentation du volume résiduel et les échanges gazeux diminuent, comme lors de l'apparition d'emphysème (bulle d'air dans le parenchyme).



## C) Mesure des paramètres respiratoires

La respiration est la consommation d'O<sub>2</sub> ou la production de CO<sub>2</sub>.

- Consommation d'O<sub>2</sub> : diminution du volume sous la cloche
- Production du CO<sub>2</sub> : augmentation du volume sous la cloche.



## A) MESURE DE LA CONSOMMATION D'OXYGÈNE

Cloche mobile  
aux parois immergées

Spiromètre

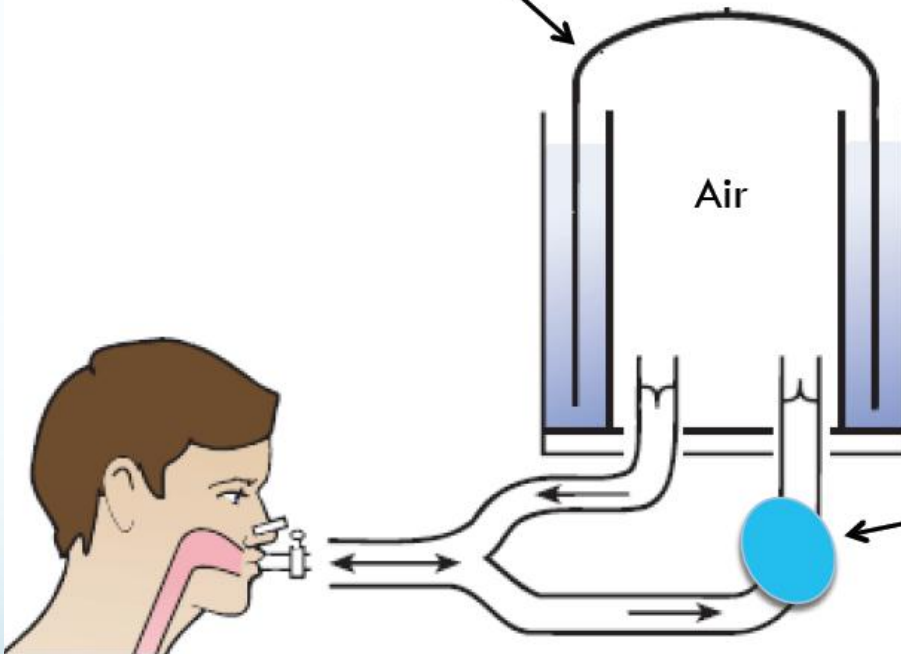
En piégeant le  $\text{CO}_2$ , le volume d'air diminue proportionnellement à la consommation d'oxygène.

250 ml/min

En comparant les variations de volume avant et après piégeage du  $\text{CO}_2$ , on mesure la production de  $\text{CO}_2$ .

200 ml/min

Chaux sodée = piège à  $\text{CO}_2$



## B) RESPIRATION CELLULAIRE

- Elle désigne l'utilisation d'O<sub>2</sub> par les CRM pour la production d'ATP. Au cours de ce processus, des molécules organiques sont consommées (oxydées) et du CO<sub>2</sub> est rejeté.

### **Bilan de la réaction** (gaz seulement)

*Consommation d'oxygène*

**250 ml/min**

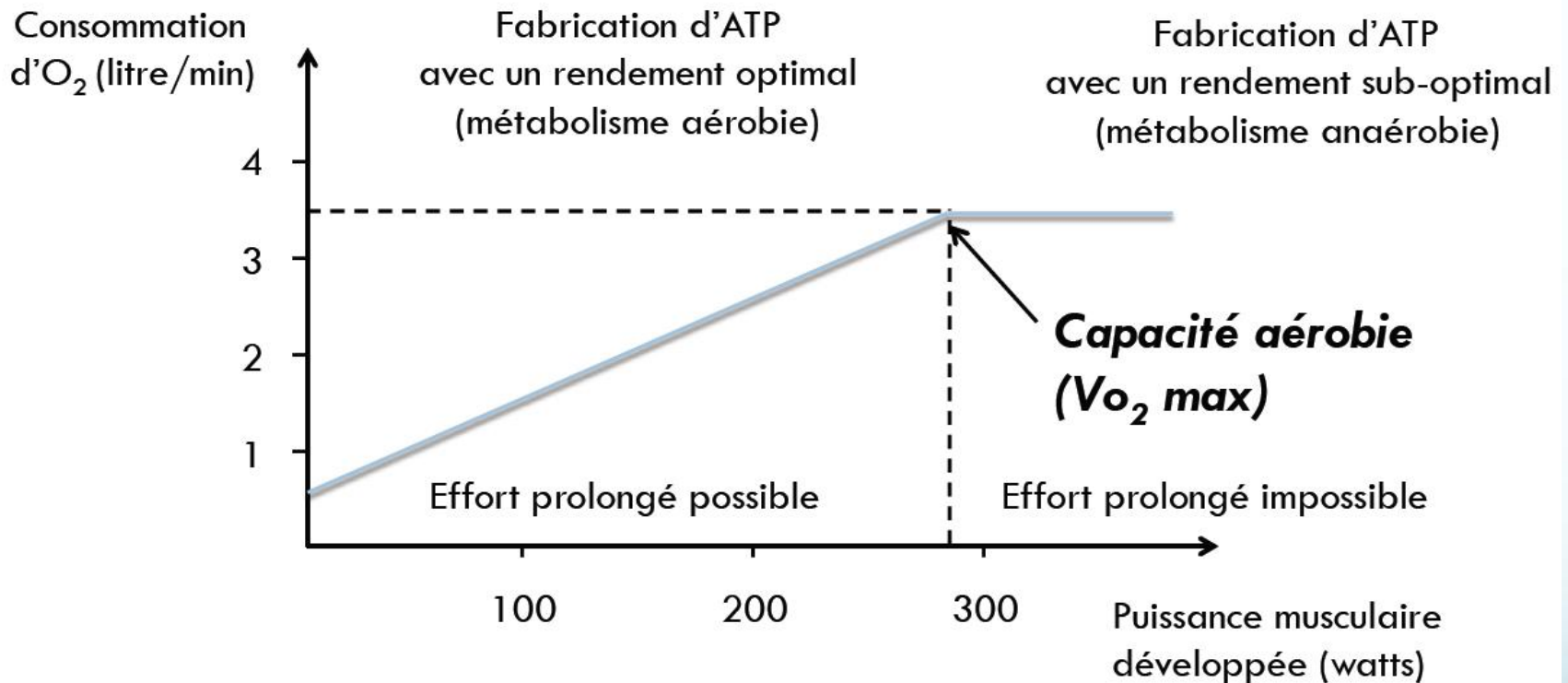
*Production de gaz carbonique*

**200 ml/min**

**Résultats correspondant au métabolisme de base**

## C) PUISSANCE MUSCULAIRE ET CONSOMMATION D'OXYGÈNE

- La consommation d'O<sub>2</sub> maximale est mesurée chez les athlètes pour évaluer leur **capacité aérobie (=VO<sub>2</sub> max)**.



- En s'entraînant, on peut augmenter sa capacité aérobie jusqu'à une **valeur limite**.



## D) OXYGÉNATION TISSULAIRE ET ÉLIMINATION DU CO<sub>2</sub>

- Q sanguin : **modulable \* 5**. Sa diminution définit l'insuffisance cardiaque.
- Q pulmonaire : **modulable \* 15** avec des échanges intenses entre air et sang. La diminution de la surface d'échange définit l'insuffisance respiratoire.



*Le tutorat est gratuit. Toute reproduction ou vente est interdite.*

# Questions??



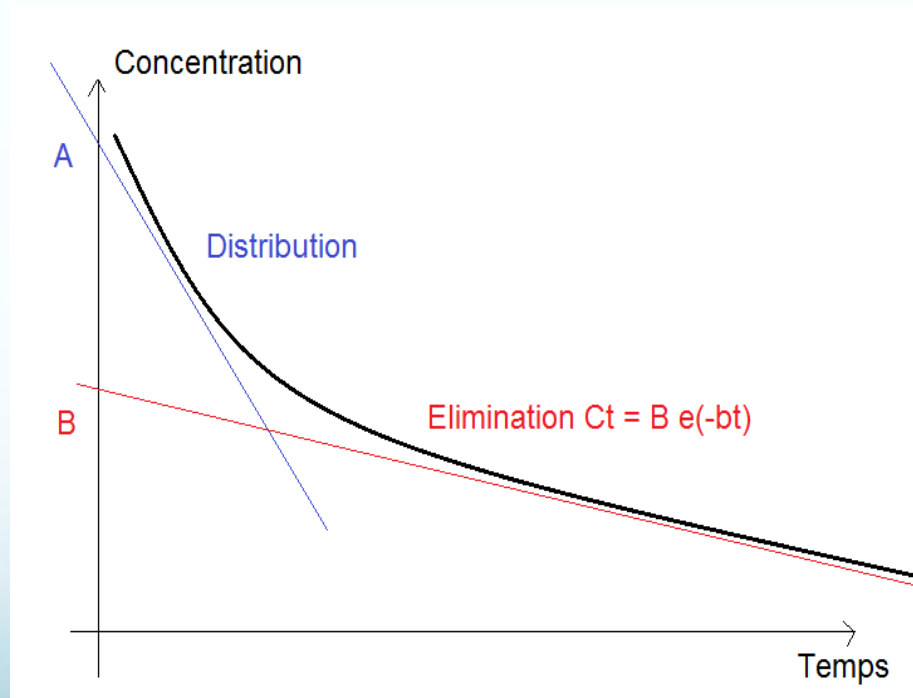
# QCMs

- L'estimation du  $V_d$  d'un traceur éliminé à vitesse constante est systématiquement inférieur à la valeur réelle car :
  - A) La droite d'élimination seule est utilisée pour estimer le  $V_d$ .
  - B) L'élimination commence en même temps que la phase de distribution.
  - C) La distribution du traceur précède son élimination.
  - D) La droite de distribution et d'élimination sont utilisées pour estimer le  $V_d$ .
  - E) A,B,C et D fausses

- Réponses AB

C) Faux: l'élimination du traceur commence dès la distribution du traceur.

D) Faux: on utilise que la droite d'élimination.



- Vous perfusez 1 litre de plasma à une femme de 60 kg, les vraies:
- A) Le volume plasmatique augmente de  $\frac{1}{4}$
  - B) Le volume plasmatique augmente de  $\frac{1}{3}$
  - C) Le volume extracellulaire augmente de  $\frac{1}{10}$
  - D) Le volume cellulaire diminue
  - E) A,b,c et D fausses

## Réponses BC

- B, vrai: le plasma → 50mL/kg donc pour 60 kg on a 3L de plasma. Si on perfuse 1 L de plasma on augmente le volume plasmatique de  $\frac{1}{3}$
  - C, vrai: vol d'eau chez une femme = 50% du poids (60kg) → 30L d'eau totale dont  $\frac{1}{3}$  vol extracellulaire = 10L
- si on ajoute 1L de plasma le volume extracell augmente bien de  $\frac{1}{10}$



**Volume  
cellulaire**

28 litres  
(2/3 du volume d'eau totale)

**Volume  
extracellulaire**

14 litres  
(1/3 du volume d'eau totale)

dont 3,5 L de plasma  
= 50 ml/kg de poids corporel

- La mesure du débit cardiaque permet de définir:

A) La capacité vitale

B) La capacité aérobie

C) Le DFG

D) L'insuffisance cardiaque

E) A,B,C et D fausses

- Réponse A

The background of the slide is a dark red or maroon color, overlaid with numerous overlapping circles in various bright colors including yellow, orange, red, pink, purple, blue, green, and cyan. These circles vary in size and opacity, creating a bokeh-like effect.

# THE END

THANK YOU FOR YOUR ATTENTION