

5. La consommation de l'oxygène

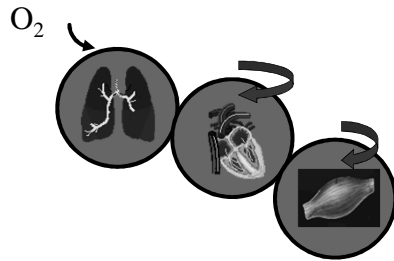
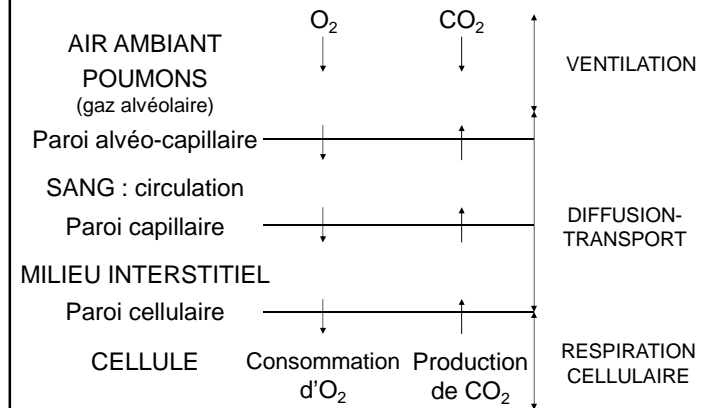


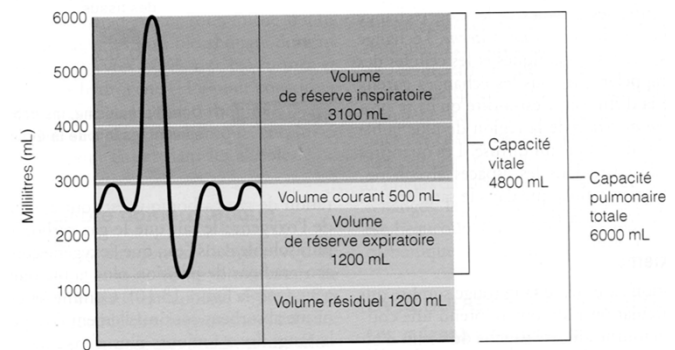
Schéma des phénomènes respiratoires



La ventilation

$$VE = VT \times Fr$$

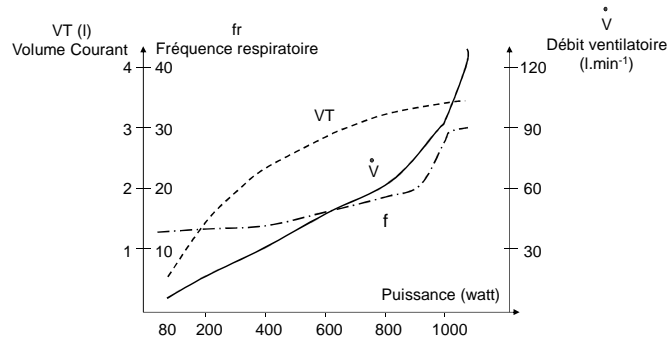
(Ventilation) (volume courant, tidal volume) (Fréquence respiratoire)
L/min mL nb



Spirogramme idéalisé d'un jeune adulte en bonne santé

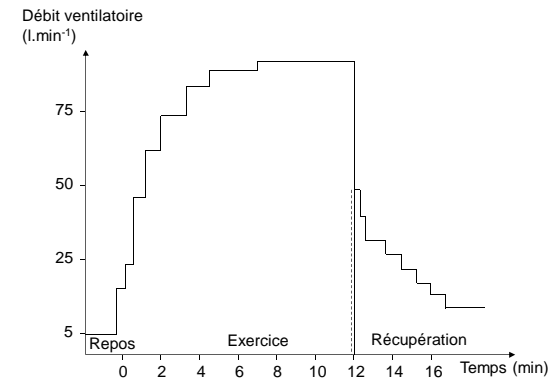
Evolution des 3 paramètres respiratoires en fonction de l'intensité de l'exercice

(exprimé en watts - puissance dépensée par l'organisme)



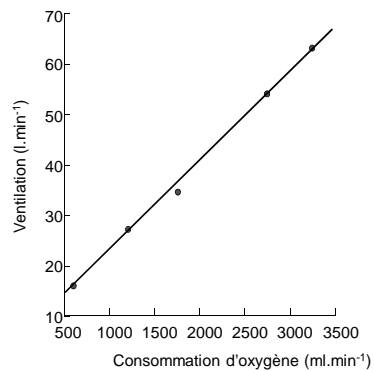
Evolution du débit ventilatoire pendant et après un exercice d'intensité moyenne

(d'après Dejours, 1976)



Relation entre la $\dot{V}O_2$ et la ventilation pendant l'exercice

(d'après Bock et Dill, 1931)



Seuils ventilatoires

Il existe deux seuils ventilatoires

SV1 représenterait le "**seuil d'adaptation ventilatoire**"

= indice de l'endurance aérobie. En travaillant au-dessus de SV1, on travaille efficacement son endurance. Il sert aussi de référence pour ré-entraîner certains malades (insuffisants cardiaques, diabétiques, asthmatiques, ...).

Chez un sportif "endurant", SV1 se situe au-delà de 55 % de la $\dot{V}O_{2max}$.

SV2 représenterait le « seuil d'inadaptation ventilatoire »

Hyperventilation, la respiration n'est plus maîtrisée et devient anarchique.

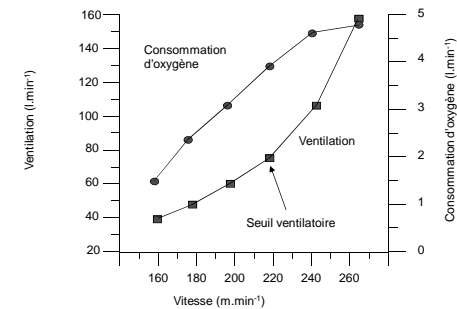
Cette 2^{ème} cassure est expliquée par la production de lactate et de H⁺ qui ne peuvent plus être compensés.

Chez un sportif, SV2 se situe au-delà de 80 % de la VO₂ max.

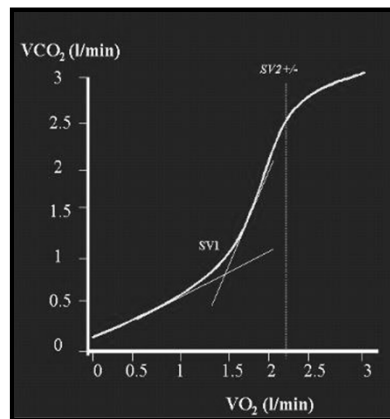


1^{er} seuil ventilatoire

Evolution de la ventilation à l'exercice
→ Mise en évidence du seuil ventilatoire

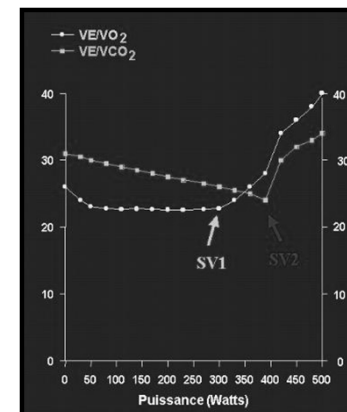


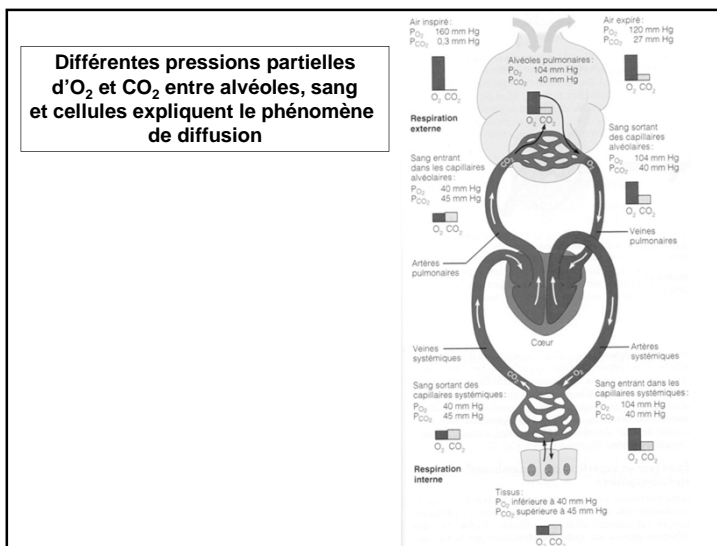
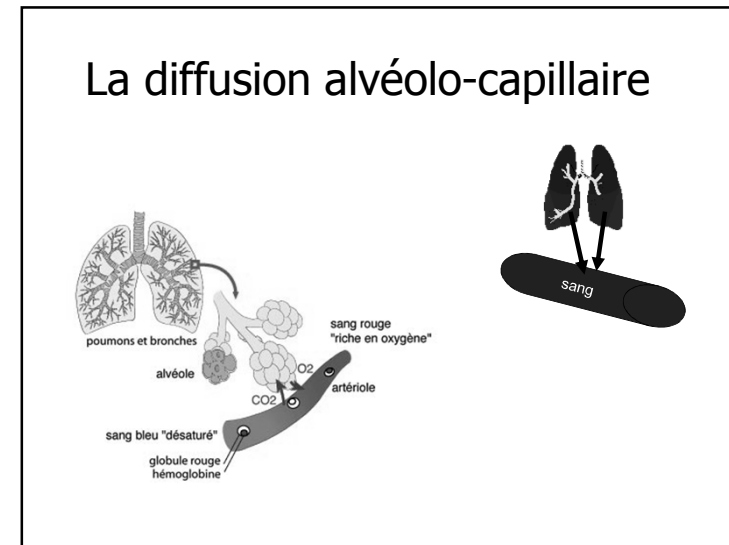
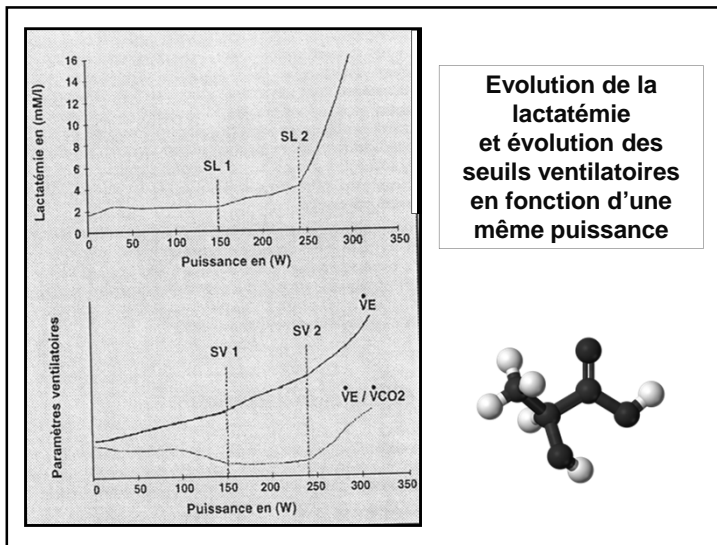
2^{ème} seuil ventilatoire



La méthode de "Beaver", consiste à tracer les droites de courbe sur le graphe VCO₂/VO₂

Evolution de l'équivalent respiratoire en dioxyde de carbone (VE/VCO₂) et de l'équivalent respiratoire en oxygène (VE/VO₂) lors d'un exercice d'intensité croissante

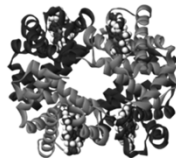




Altitude	PB	PIO ₂	PAO ₂	PaO ₂
0	760	149	109	90
3000 m	526	100	75	60
5500	379	70	50	45
8800	238	40	30	25

■ Transport des gaz

L'**hémoglobine** est une protéine dont la principale fonction est le transport de l'O₂ dans l'organisme humain.

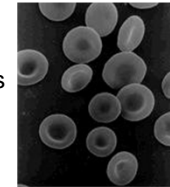


L'Hb se trouve essentiellement à l'intérieur des globules rouges du sang ce qui leur confère leur couleur rouge. L'Hb est constituée de 4 globines et de 4 molécules d'hème.



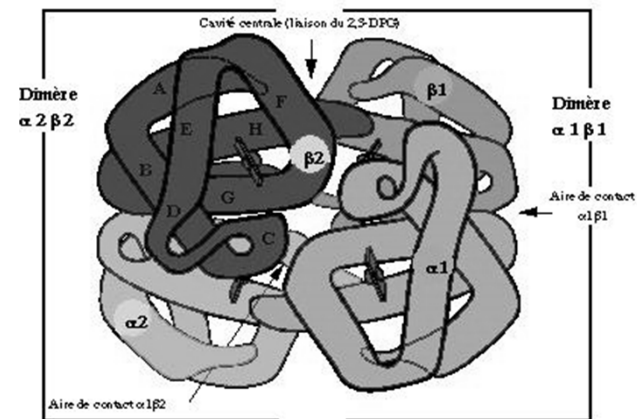
Une molécule d'hème est constituée d'un ion fer
Une carence en fer génère une anémie ferriprive

L'**hématie** ou **érythrocyte** (du grec *erythro* : rouge et *kutos* : cellule) plus communément appelé **globule rouge** fait partie des éléments du sang



Le volume relatif des globules rouges ou hématocrite est le volume occupé par les hématies dans un volume donné du sang total (+/- 45%).

Le terme d'anémie s'applique parfois à une diminution du nombre de globules rouges, mais en réalité elle est définie par une diminution du taux d'hémoglobine (les deux étant souvent simultanées).

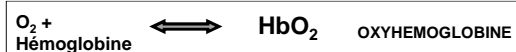
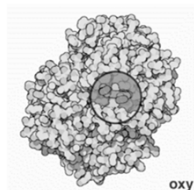


hémoglobine

Fixation des gaz

1) OXYGENE (O₂)

- 2 % dissous
- 98 % combiné



Capacité de fixation de l'hémoglobine

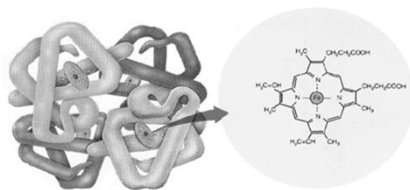
La capacité de fixation de l'hémoglobine, c'est la quantité maximale d'oxygène que peut transporter l'hémoglobine dans le sang.

L'hémoglobine normale est constituée essentiellement de la forme A, la plus efficace, dont le taux maximal de transport est de 1.34 ml O₂ pour 1 g d'hémoglobine A.

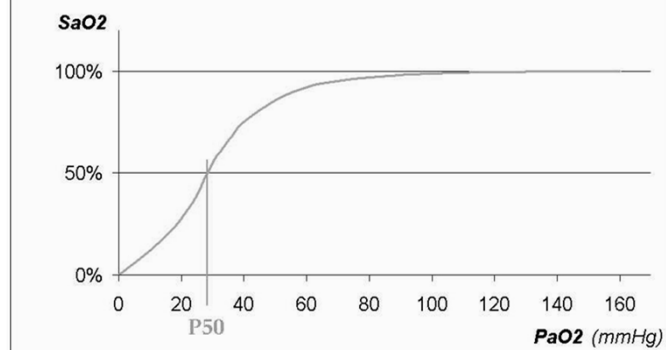
Le taux d'hémoglobine normal étant de 15 g / dl (moyenne), la capacité de fixation de l'hémoglobine est de 15 x 1.34 soit 20.1 ml d'O₂.

Facteurs intervenant sur la saturation de l'hémoglobine

- Effet de PO₂
- Effet du pH
- Effet de la température



COURBE DE DISSOCIATION DE L'HEMOGLOBINE

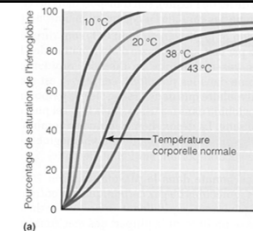


Affinité de l'hémoglobine pour l'oxygène

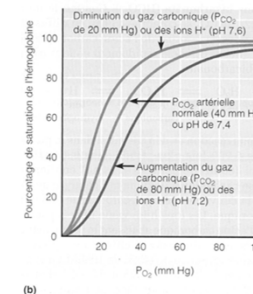
La particularité de la relation hémoglobine-oxygène est que la fixation par l'hémoglobine n'est pas une relation linéaire mais une courbe en S.

Ceci explique le maintien d'un transport important d'oxygène même quand la fraction d'oxygène (et donc la PO_2) diminue.

Même dans le sang veineux où cette pression partielle est basse ($PvO_2 = 40 \text{ mmHg}$), le transport en oxygène reste significatif



Effet température

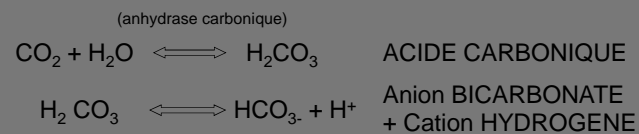


Effet pH (effet Bohr)

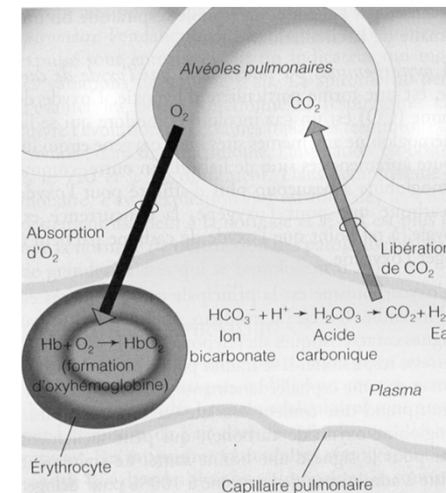
Fixation des gaz (2)

2) GAZ CARBONIQUE (CO_2)

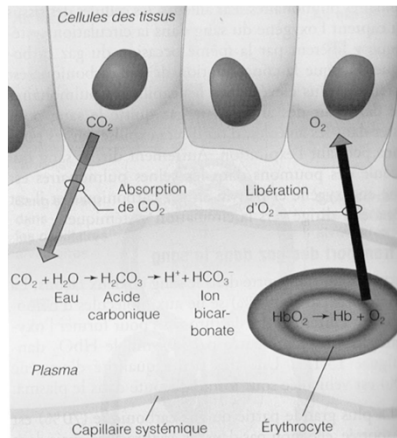
- 6 % dissous
- 70 % entrent en réaction



- 24 % combiné



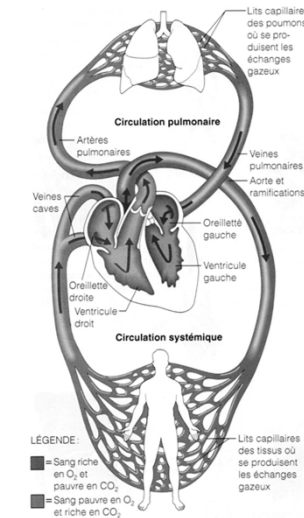
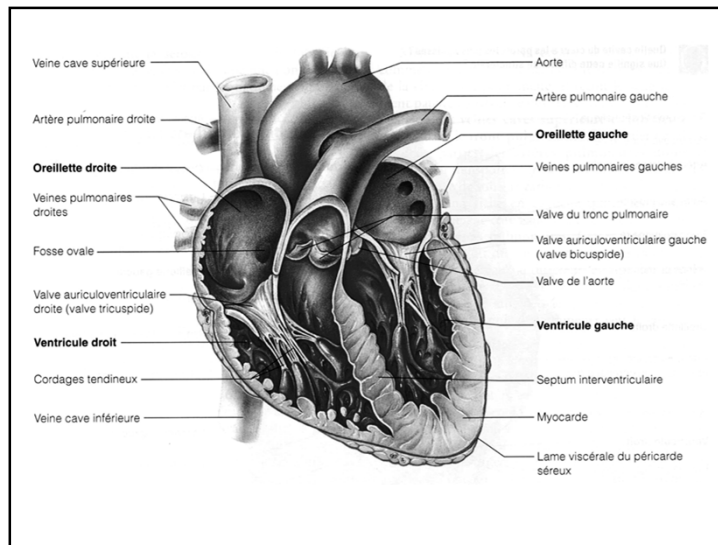
Echanges gazeux pulmonaires

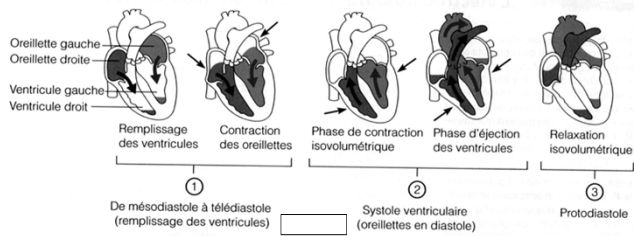


Echanges gazeux dans les tissus de l'organisme -Capillaires Systémiques-

L'activité cardiaque

Q ou DC	=	VEs	x	FC
(Débit cardiaque)		(Volume d'éjection systolique)		(Fréquence cardiaque)
L/min		mL		nb





Diastole: relâchement

Systole: contraction

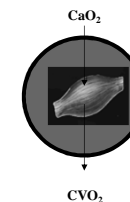
Le terme mésodiastole désigne la première partie de la diastole du cœur
 Le terme télédiastole désigne la dernière partie de la diastole du cœur
 Le terme protodiastole désigne le commencement de la relaxation ventriculaire

Les échanges gazeux au niveau cellulaire

La différence entre les concentrations en O_2 du sang artériel et du sang veineux s'appelle:

La différence artério-veineuse en oxygène

$$DAV O_2 = CaO_2 - C\bar{v}O_2$$



Au repos:		4-5 ml
A l'exercice:	x3	15-16 ml

Equation de FICK



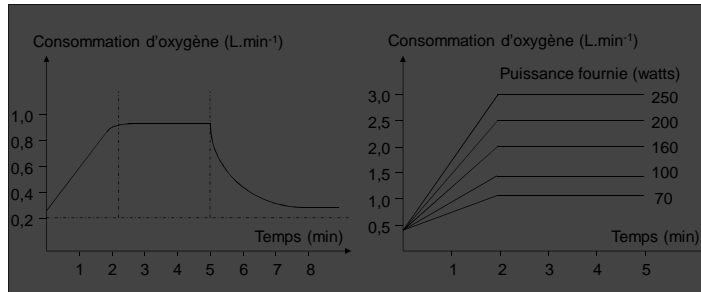
$$\dot{V}O_2 = FC \times V_{es} (CaO_2 - C\bar{v}O_2)$$

\dot{Q}_c : débit cardiaque

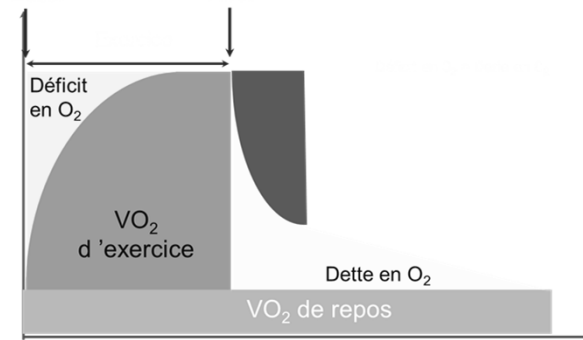
VO_2 = consommation d'oxygène en L/min ou mL/min/kg
 Plus elle est élevée plus le sujet peut produire d'ATP donc être performant !!

VO_2 et Exercices

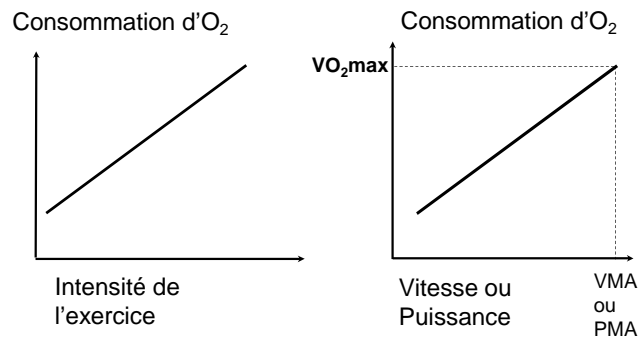
Evolution de la consommation d'oxygène en fonction du temps et de l'intensité de l'exercice



Déficit et dette d'O₂ en fonction de l'intensité de l'exercice



Détermination VO₂max



- Relation linéaire entre l'intensité de l'exercice **aérobie** et VO₂
- VO₂ max correspond à VMA ou PMA

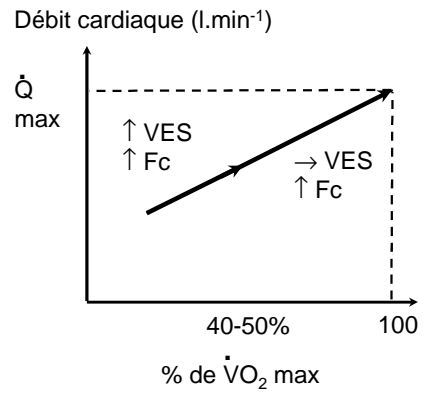
Calcul de la VO₂ max

$$VO_2\text{max} = Fc \text{ max} \times VES \text{ max} \times D_{(a-v)}O_2\text{max}$$

- VO₂ **absolue** (ml.min⁻¹)

- VO₂ **relative** (ml. min⁻¹. kg⁻¹)
ou (ml. min⁻¹. kgMM⁻¹)

Relation entre la $\dot{V}O_2$ et le débit cardiaque



Consommation d'oxygène chez deux athlètes de fond courant à des vitesses variables

