

SVI- Communication intercellulaire et intégration d'une fonction à l'organisme

SVI-1 intégration d'une fonction à l'échelle de l'organisme : la circulation sanguine chez les mammifères

SVI-2 communication inter cellulaire

RAPPELS : Le sang (SVB-1 : La respiration...BCPST1)

Def :

Localisation :

Volume chez l'homme :

pH :

Composition

Fonction

RAPPELS : Le sang (SVB-1 : La respiration...BCPST1)

Def : tissus conjonctif liquide (sans fibres) rouge

Localisation : endigué dans un système clos formé d'artères, veines, capillaires et du cœur

Volume chez l'homme : 5L - débit au repos : 5L/min

pH : 7,4 très stable (solution tampon, 7,35-7,45) (pH <7 et >7,8 incompatibles avec la vie)

Composition

Plasma (55 % v) : eau (92%) + solutés (nutriments (dissous + lipoprotéines), déchets (urée) gaz respiratoires (O₂, CO₂, HCO₃⁻), diverses protéines (albumine, fibrinogène, AC, hormones..), hormones lipidiques

Éléments figurés (45 % v) : Cellules (hématie (99%) ; leucocytes) + plaquettes

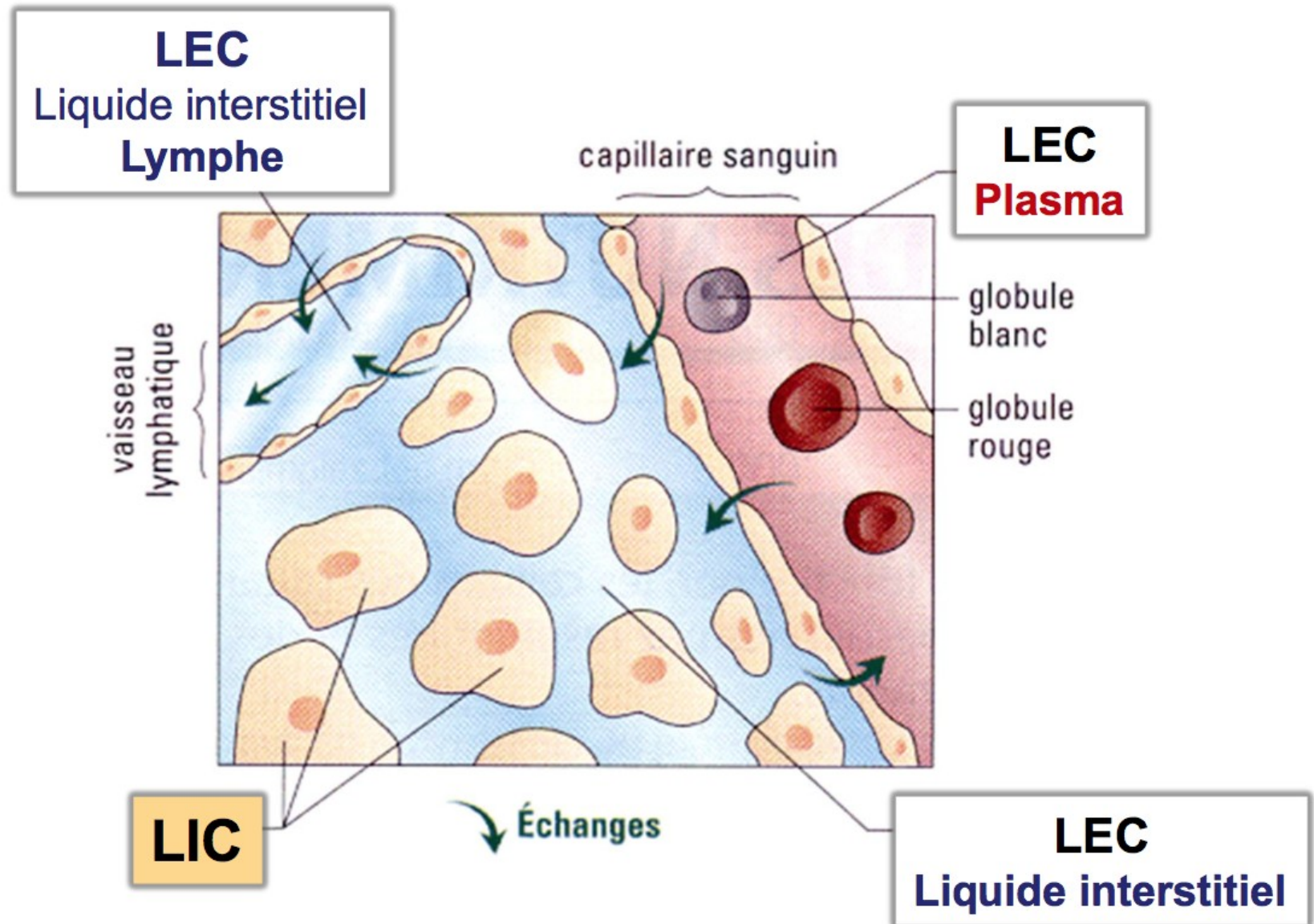
Fonction

Nutrition : corrélation trophiques entre les organes (Transport des nutriments, des gaz respiratoires et des déchets

Relation : transport des hormones, de l'énergie thermique, des cellules immunitaires

Les liquides internes

Liquides intracellulaires, liquides interstitiels, sang



RAPPELS : le système circulatoire (SVA-1 la vache BCPST1)

Relier poumon, cœur, intestin, foie, muscle 1, muscle 2, rein

Nommer les vaisseaux :

Indiquer le sens de circulation

Bleu : sang désoxygéné

Rouge : sang oxygéné

Pour les plus rapides : ajouter le rumen

Pré-requis :

- la circulation du sang dépend de la **pression du sang dans les artères**
- le sang est mis sous pression dans les artères **par le cœur**
- La pression artérielle (PA) **varie** dans le temps
 - Causes à court terme, moyen terme, long terme ?
- La pression artérielle moyenne (PAM) est **régulée**. Intérêt évolutif ?
- la PAM augmente lors d'un effort. Intérêt évolutif ?
- Incidence des problèmes cardiovasculaires en France ?

Comment la coopération de différents organes permet une régulation et une adaptation physiologique de la pression artérielle ?

- 1- Le sang circule sous pression dans un système clos
- 2- Le cœur est le moteur de la circulation sanguine
- 3- Régulation à court terme de la PAM par un baroréflexe
- 4- Modulation de la PAM lors d'un effort physique

1- Le sang circule sous pression dans un système clos

A- Une double circulation permet d'irriguer les organes avec un sang riche en dioxygène et nutriments

Double circulation sanguine

-circulation pulmonaire

Faible pression

Poumon en série avec
les autres organes

-circulation systémique

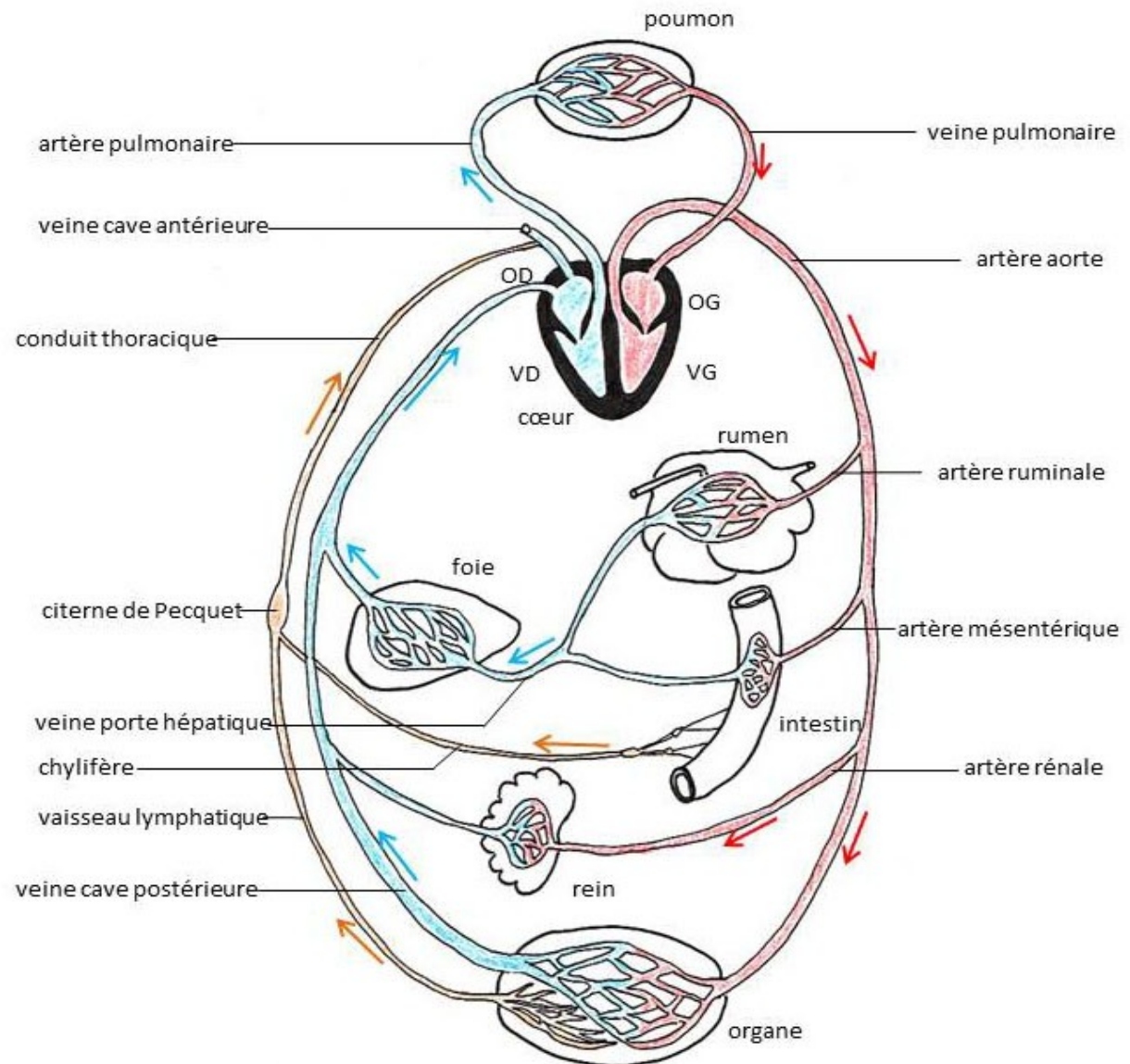
Haute pression

Organes placés en parallèles

Ajouter artère hépatique

Ajouter muscle 2

→ optimise l'oxygénation



1- Le sang circule sous pression dans un système clos

A- Une double circulation permet d'irriguer les organes avec un sang riche en dioxygène et nutriments

Double circulation sanguine

-circulation pulmonaire

Faible pression

Poumon en série avec
les autres organes

-circulation systémique

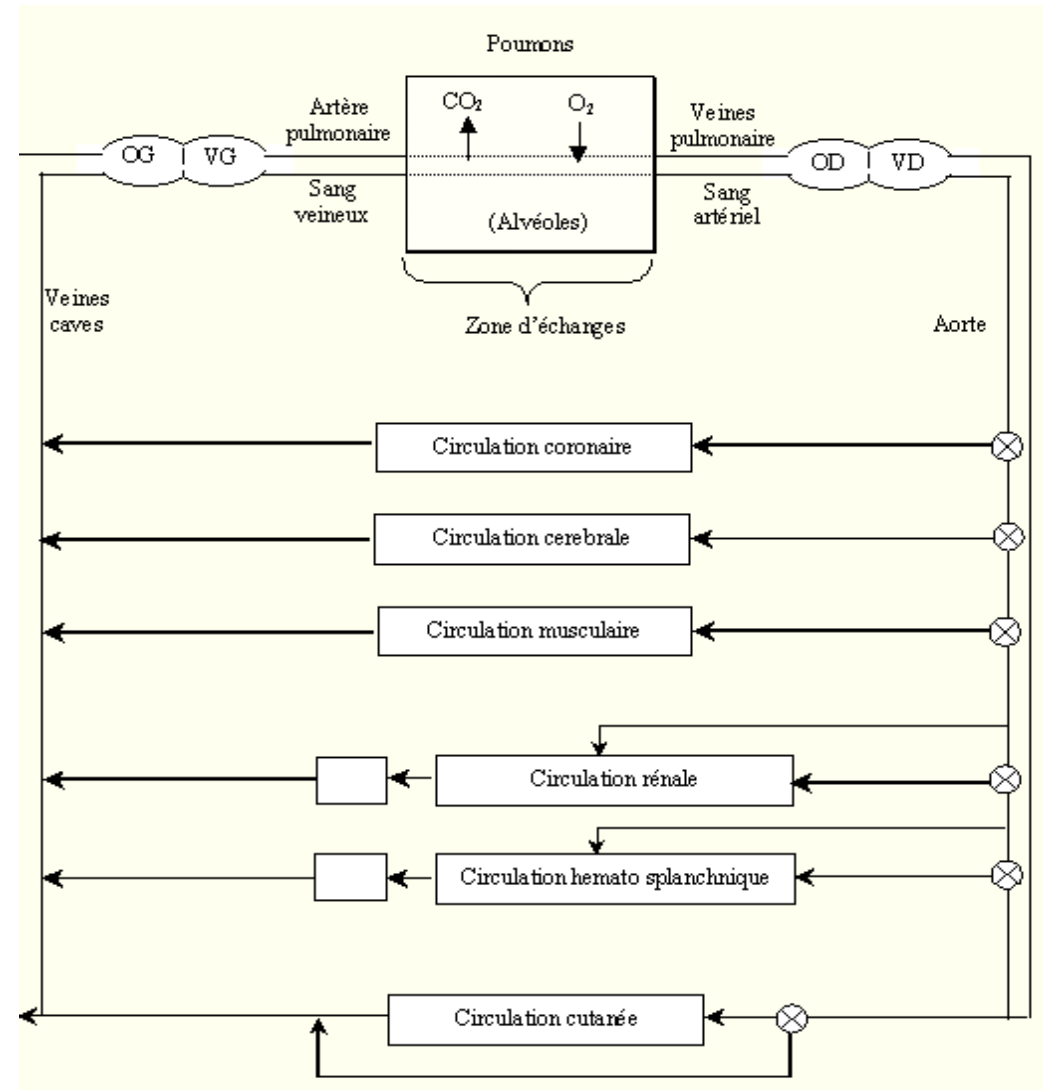
Haute pression

Organes placés en parallèles

Ajouter artère hépatique

Ajouter muscle 2

→ optimise l'oxygénation



1- Le sang circule sous pression dans un système clos

A- Une double circulation permet d'irriguer les organes avec un sang riche en dioxygène et nutriments

RQ : veine porte

Intestin → foie

→ **contrôle la [nutriment]**

RQ autres v. portes

(Rumen → foie

Hypothalamus → hypophyse)

RQ : Circulation lymphatique

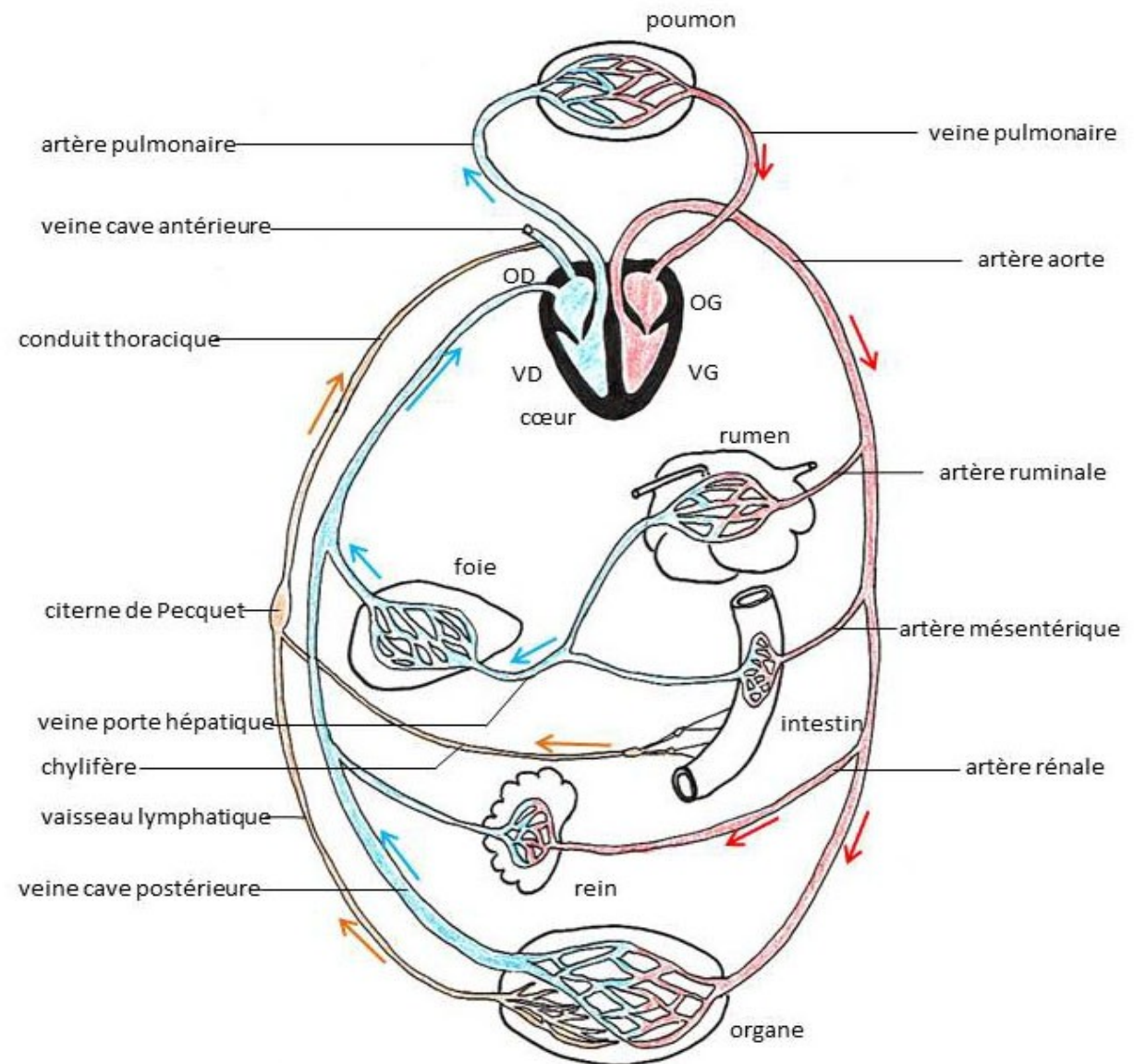
Système ouvert

Organes → veine cave

V=8-10L (sang : 5L),

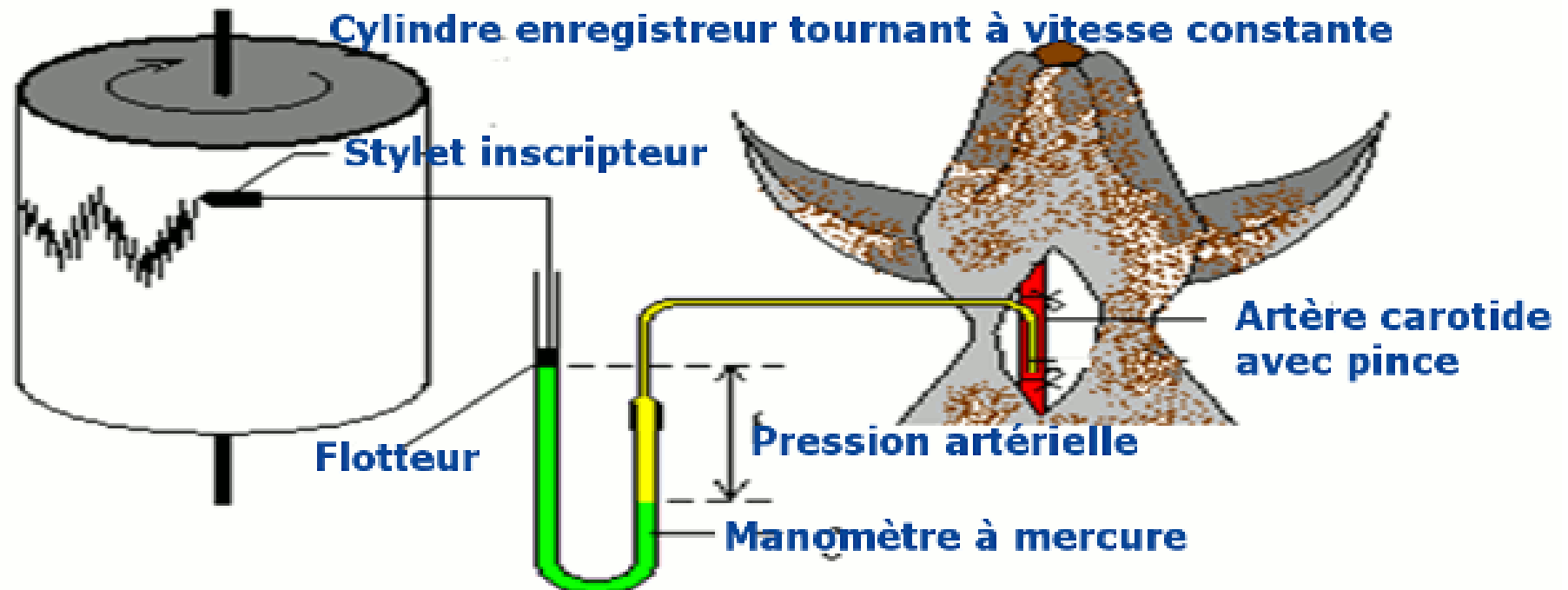
Q=2-4L/jour (sang 5L/min)

Absence d'hématie



B-La variation de pression dans les vaisseaux permet le déplacement du sang

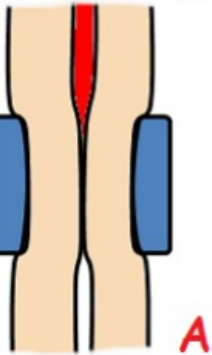
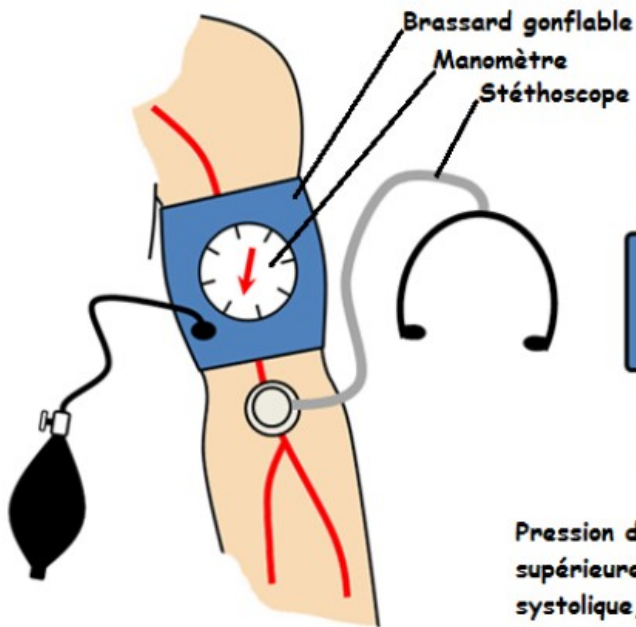
Mesure directe de la Pression sanguine



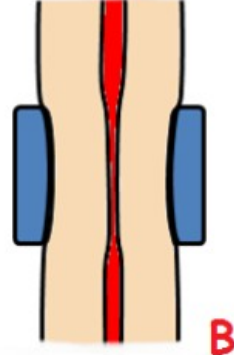
Mesure directe de la pression artérielle chez le chien

B-La variation de pression dans les vaisseaux permet le déplacement du sang

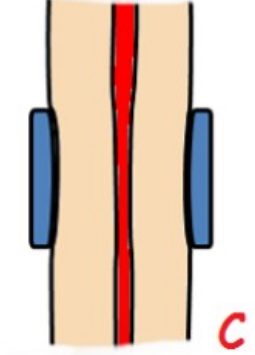
Mesure indirecte de la P.A par la tension des artères



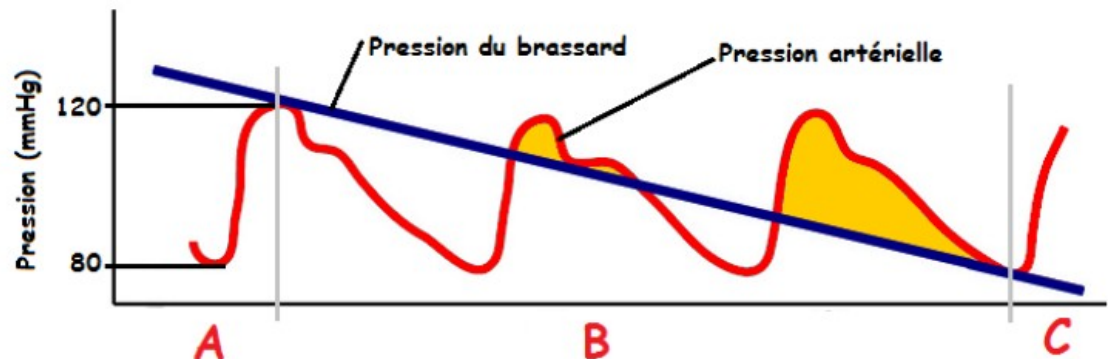
Pression dans le brassard supérieure à la pression systolique, pas d'écoulement sanguin dans l'artère, aucun son



Pression dans le brassard entre la pression systolique et la pression diastolique, écoulement turbulent du sang, son intermittent



Pression dans le brassard inférieure à la pression diastolique, écoulement laminaire du sang, aucun son



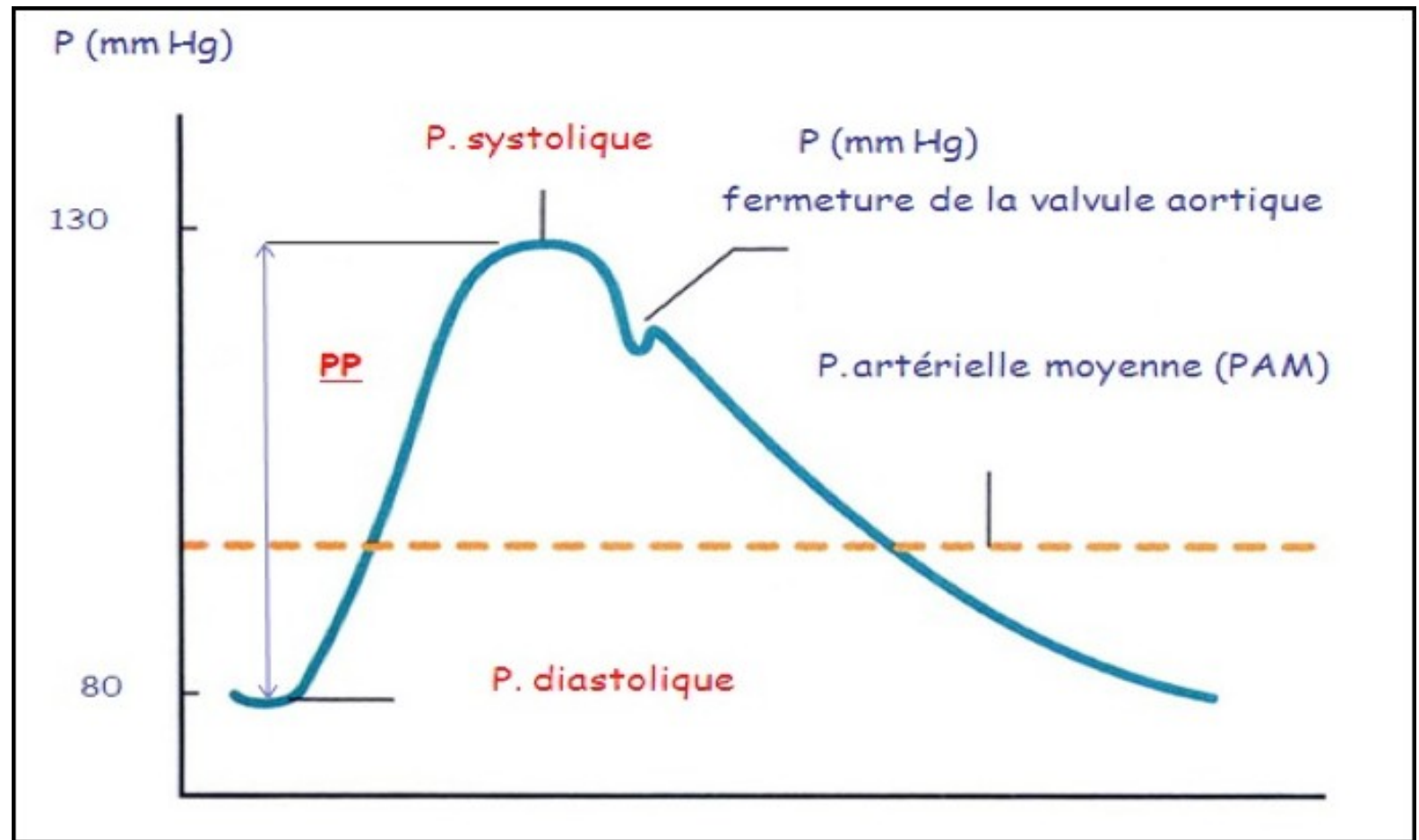
B-La variation de pression dans les vaisseaux permet le déplacement du sang

Notation :

Pression artérielle : Pression systolique (PS), diastolique (PD),

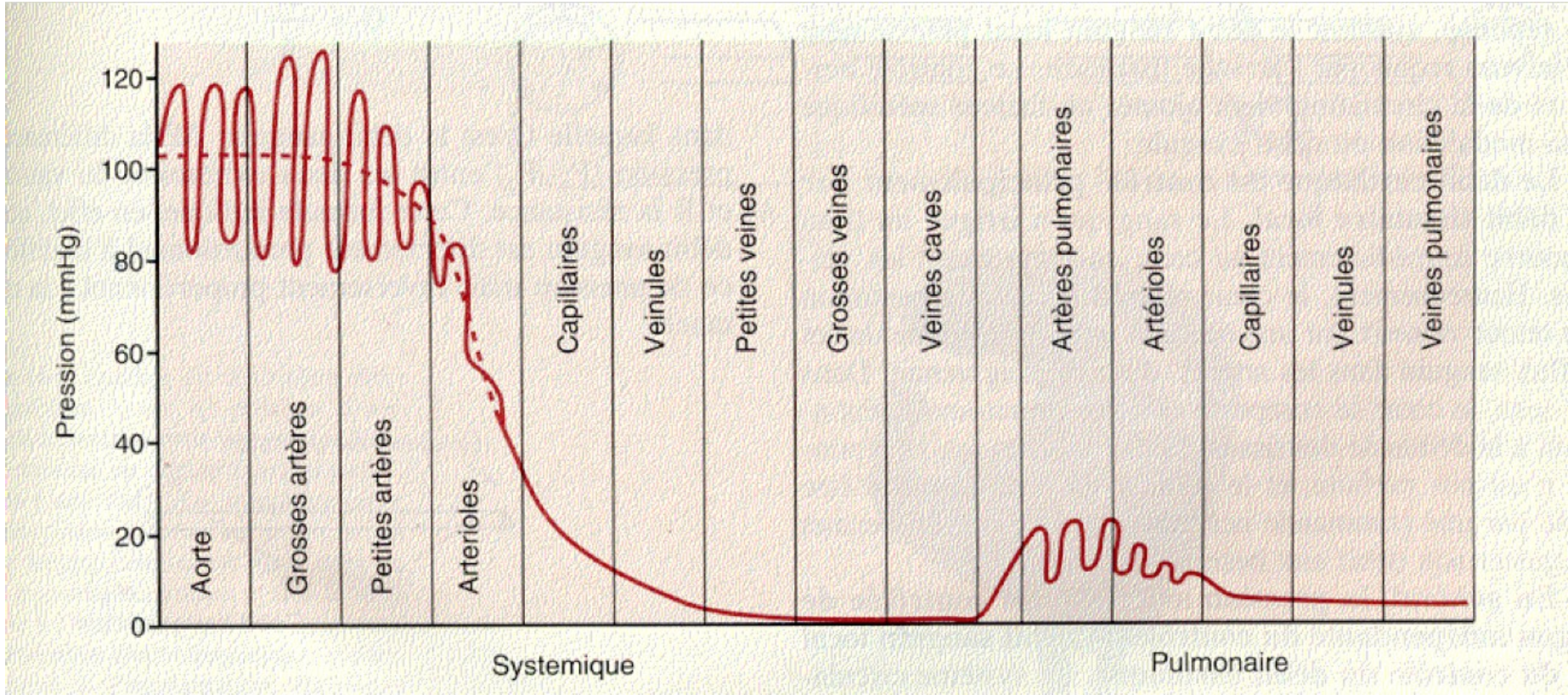
Pression artérielle moyenne (PAM) $\approx 2/3 PD + 1/3 PS = PD + 1/3 (PS - PD)$

Pression artérielle différentielle (ou pression pulsée) = PS - PD



B-La variation de pression dans les vaisseaux permet le déplacement du sang

Evolution de la pression dans la circulation systémique et pulmonaire



B-La variation de pression dans les vaisseaux permet le déplacement du sang

Modélisation de la circulation : loi de Hagen-Poiseuille

Hyp d'un écoulement laminaire
(lignes d'écoulement parallèles)

$$\Delta P = R Q$$

ΔP en Pa, Q : débit en $L.s^{-1}$

R : résistance à l'écoulement

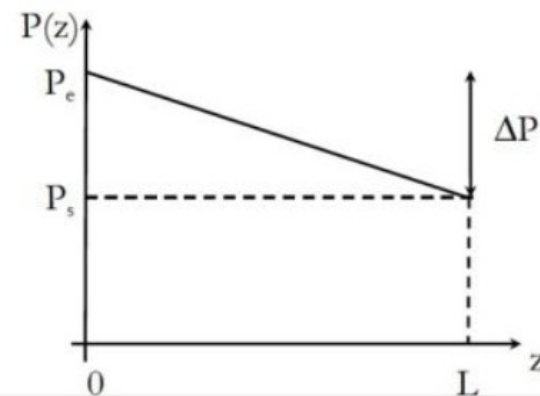
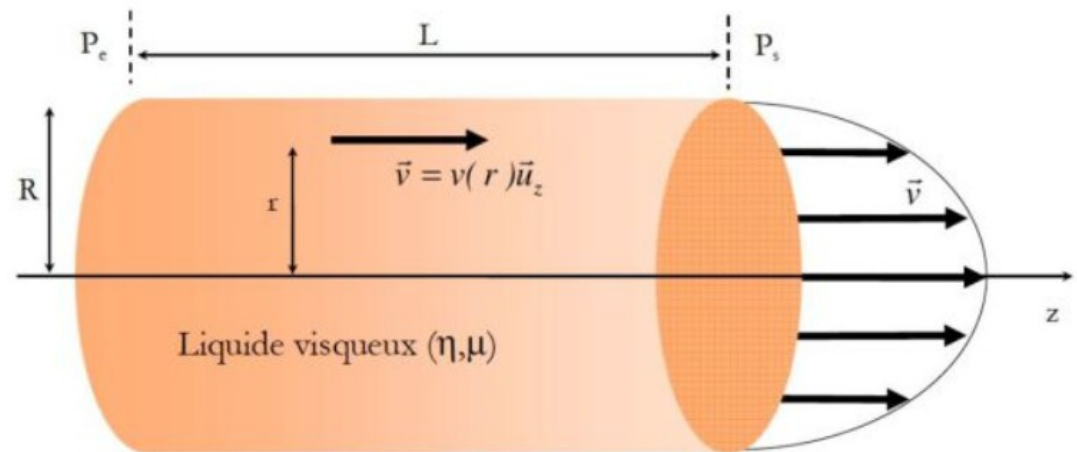
Friction du liquide sur la paroi

$$R = 8 \cdot \eta \cdot L / \pi \cdot r^4$$

η : viscosité du sang ,

L : longueur du vaisseau,

r : rayon



Application à la circulation sanguine même si écoulement rarement laminaire

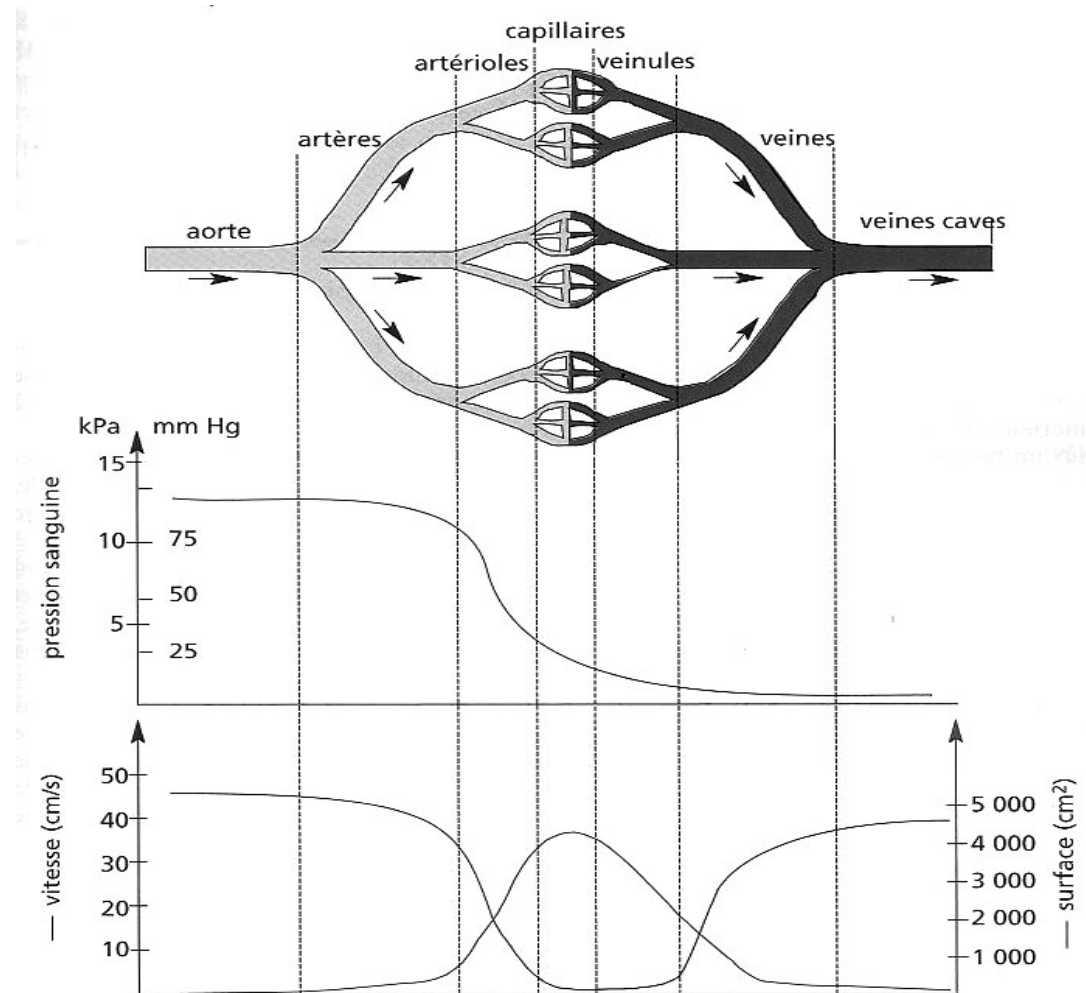
C-variation de la vitesse dans les segments vasculaires

$$\text{Vitesse} = Q/S$$

S : surface des sections cumulées

=> Le sang ralentit au niveau
des artérioles

Vitesse minimale au niveau
des capillaires



D-Complémentarité fonctionnelle des segments vasculaires

Organisation générale

3 couches ou tuniques:

intima: tunique interne

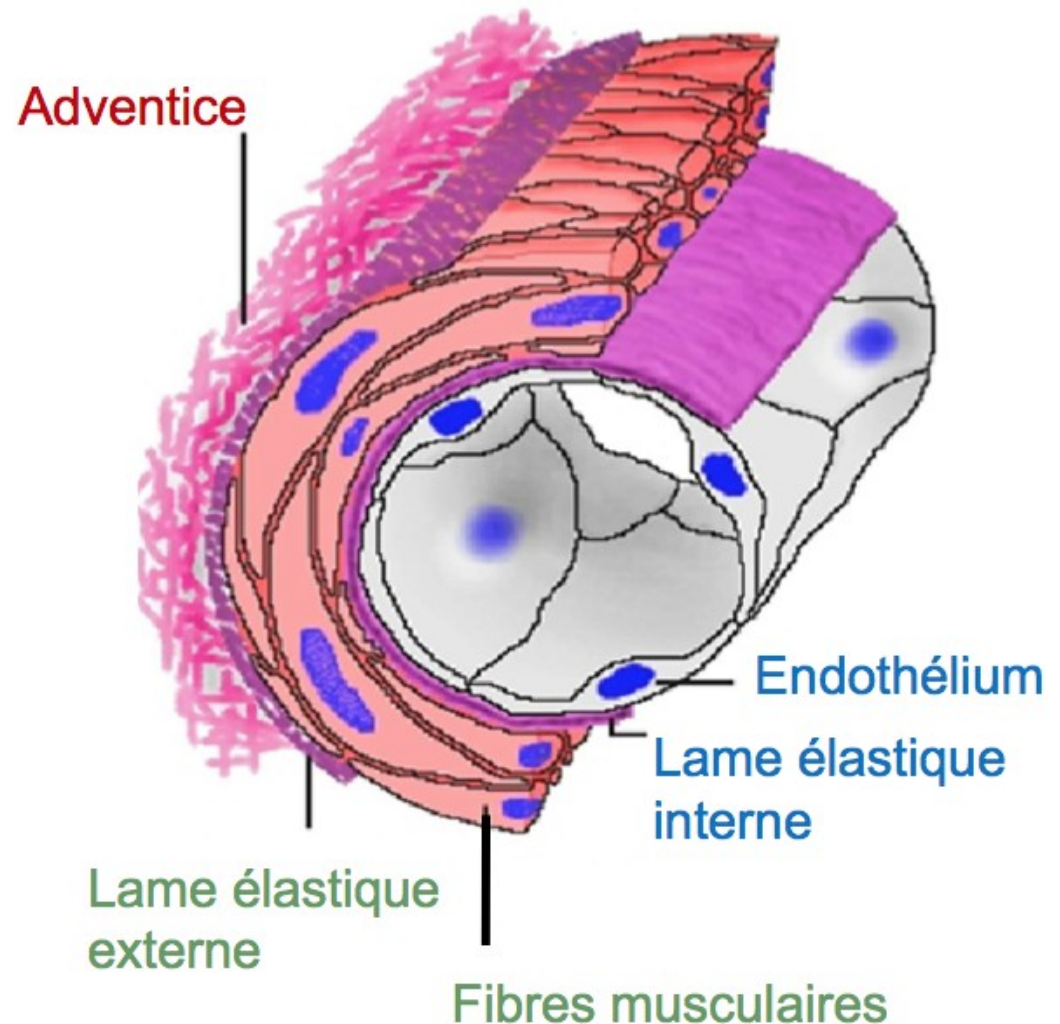
endothélium
MEC: lame basale

média: tunique moyenne

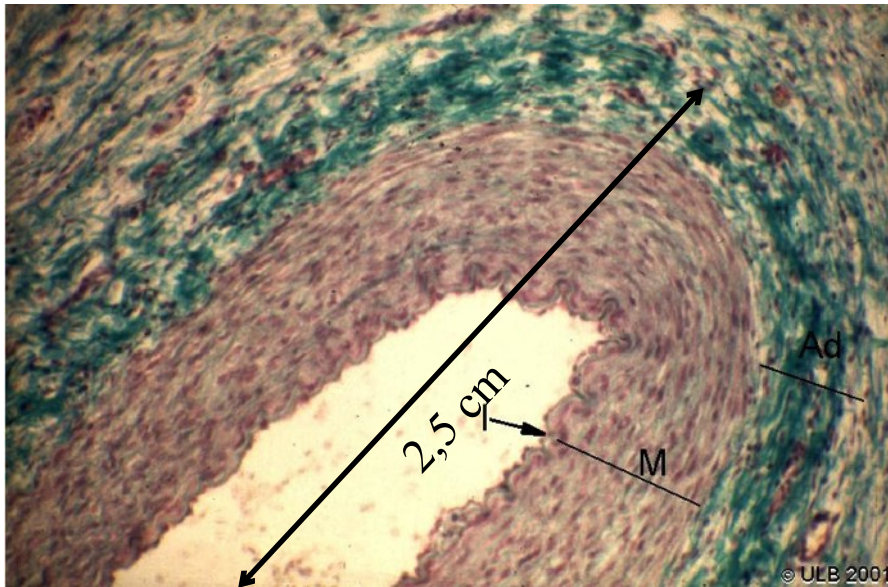
fibres musculaires lisses
MEC: +/- fibres élastiques + collagène
2 limitantes élastiques

adventice: tunique externe

tissu conjonctif
+ capillaires sanguins
+ terminaisons nerveuses



1- Les artères élastiques sont des réservoirs de pression



*Faible résistance à l'écoulement
=> P reste cte

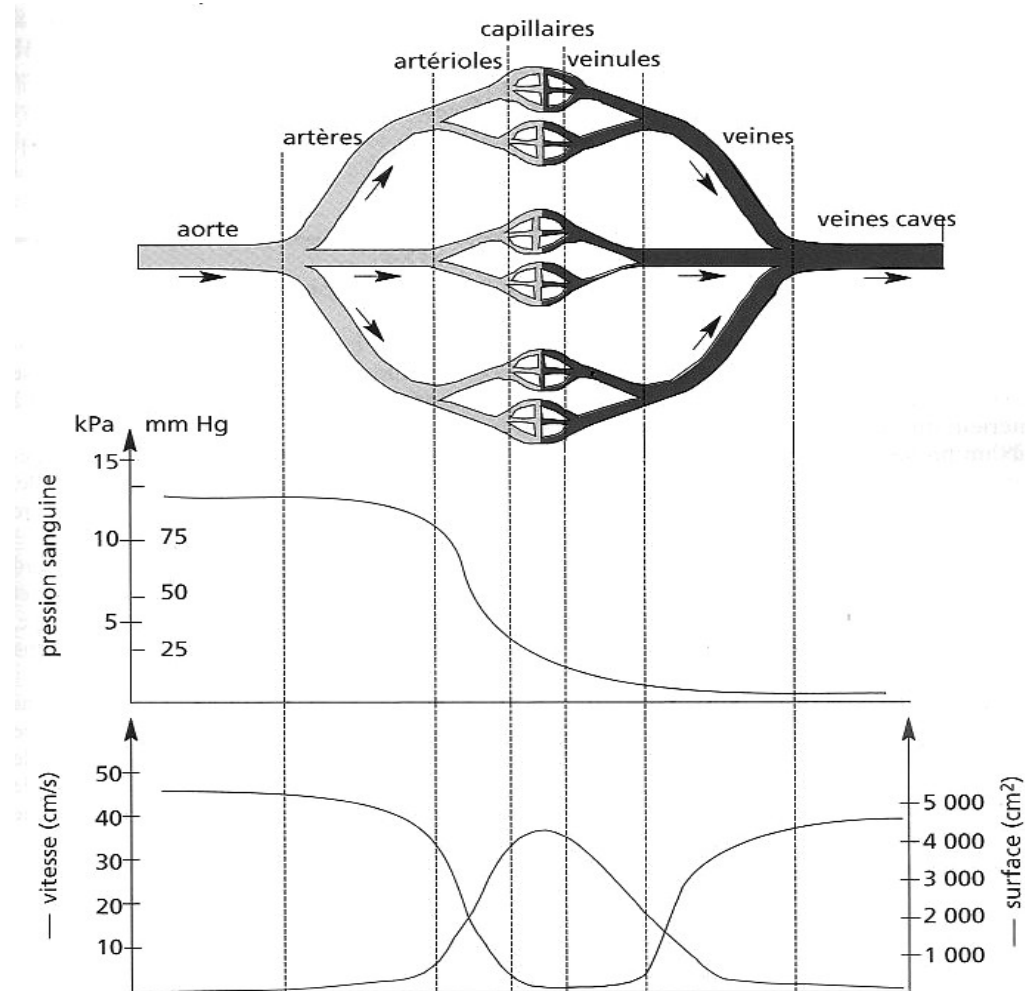
loi de Hagen-Poiseuille

$$\Delta P = Q.R$$

$$R = 8.\eta.L / \pi.r^4$$

*Vitesse élevée

$V = Q/S$ et S (Surface des sections cumulées) faible



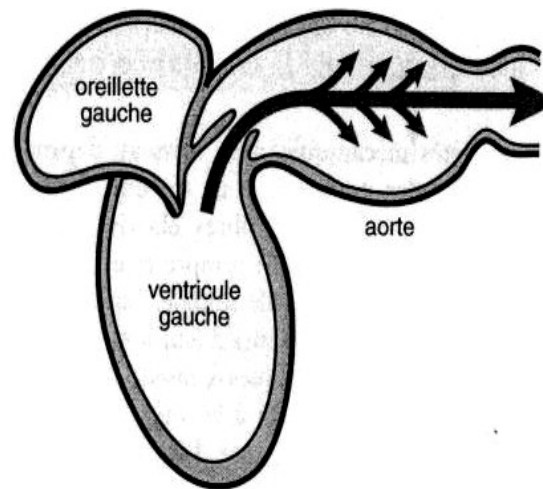
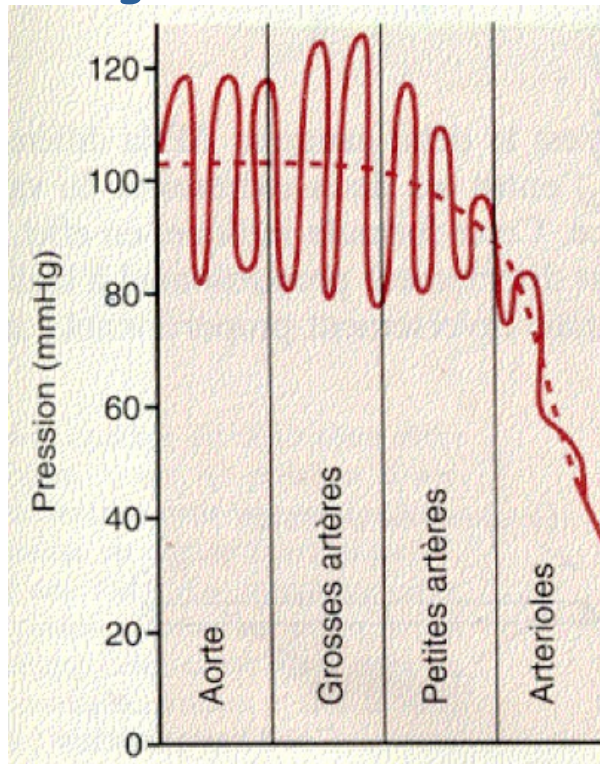
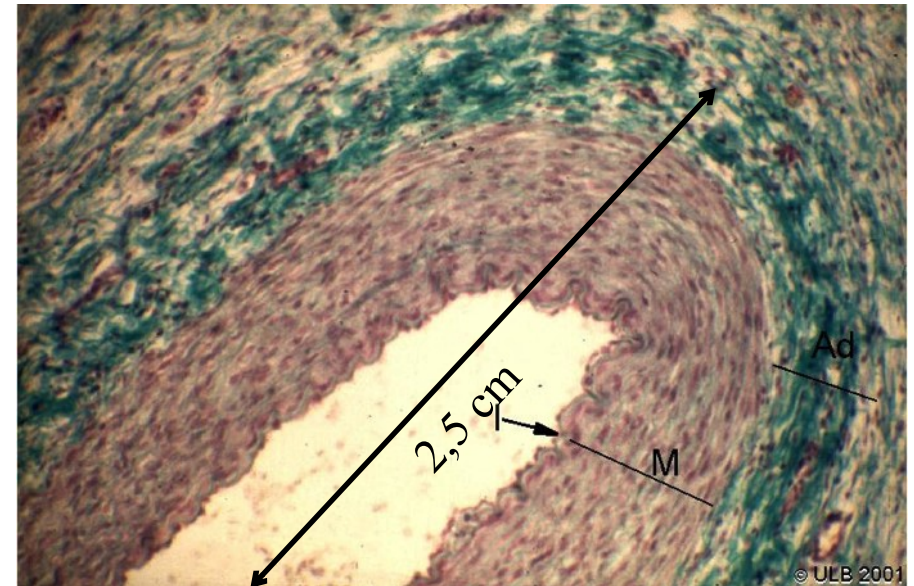
1- Les artères élastiques sont des réservoirs de pression

* résistance à l'étirement

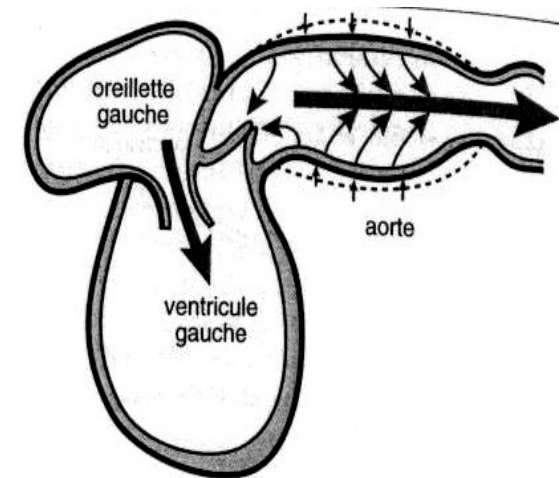
Paroi épaisse (2mm) + média riche en Collagène => solidité

* forte compliance $C = \Delta V / \Delta P$

Média riche en élastine
=> régularisation du flux



Systole ventriculaire
(stockage de 2/3 vol sanguin)



Diastole ventriculaire
Maintient flux sanguin

2-Les artères musculaires et artérioles contrôlent les débits

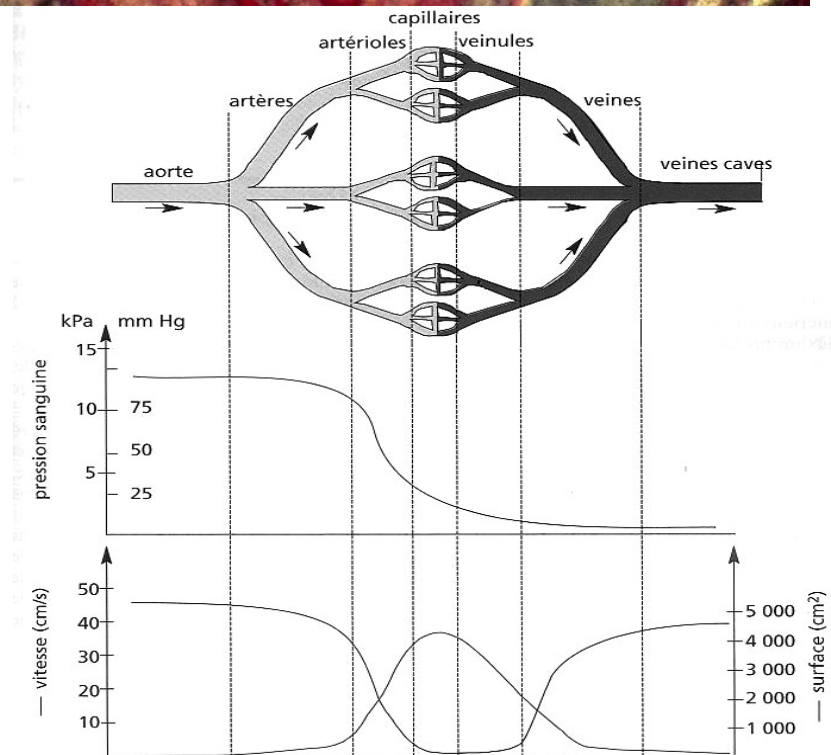
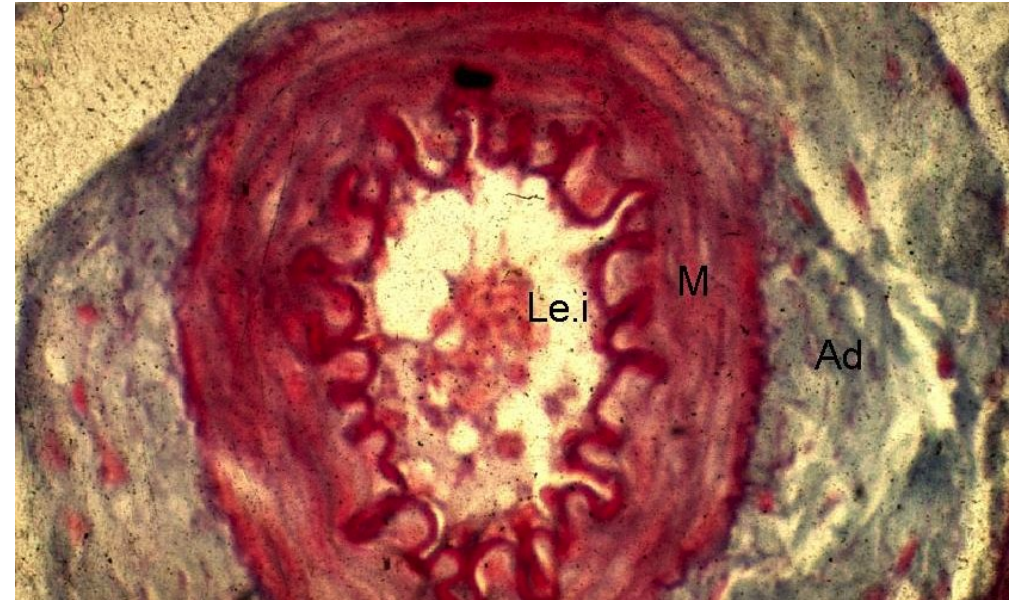
* forte résistance à l'écoulement

Diamètres plus faibles ($30\mu\text{m}$)

$\Rightarrow \nearrow R \Rightarrow \nearrow \Delta P \Rightarrow \searrow P$

* ralentissement de l'écoulement

$S \text{ cumul } \nearrow \Rightarrow V \searrow$



2-Les artères musculaires et artérioles contrôlent les débits

* vasomotricité

Paroi très épaisse ($20\mu\text{m}$)

+ média riche en **Myocytes lisses**

Contraction $\Rightarrow \searrow r \Rightarrow \nearrow R$

\Rightarrow contrôle de PAM à l'échelle de la circulation systémique :

$$\Delta P = R Q \Rightarrow PAM = RPT Dc$$

Q = Débit cardiaque Dc

$$\Delta P = PAM - 0,$$

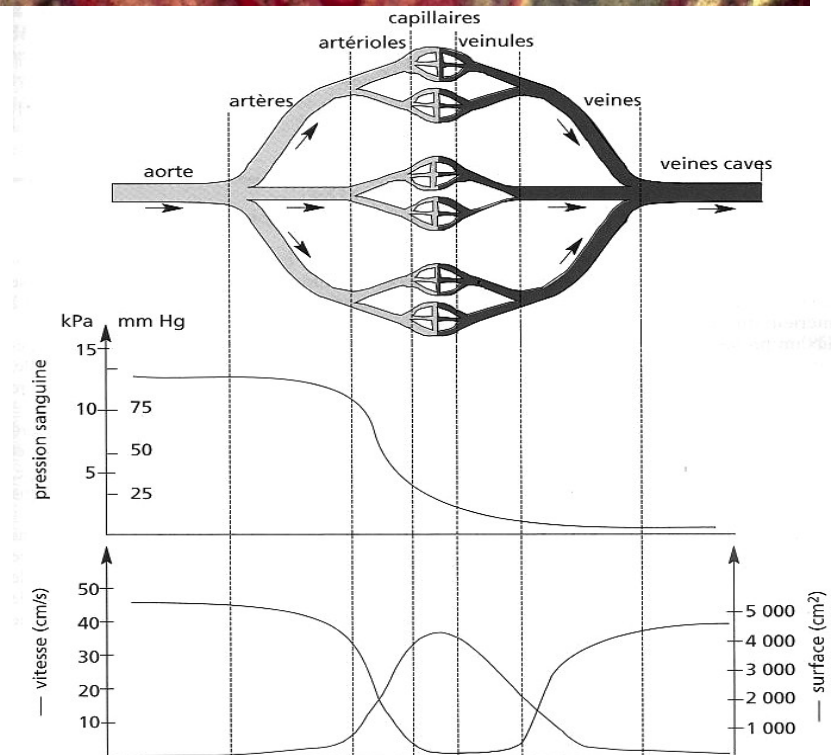
$$RPT = \Sigma R$$

Si Dc = cte et $\nearrow \Sigma R \Rightarrow \nearrow PAM$

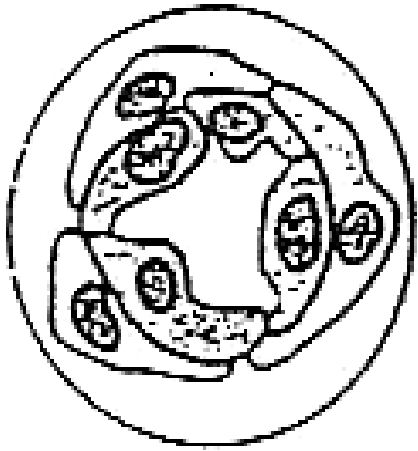
\Rightarrow contrôle du débit à l'échelle d'un organe

$$PAM = Q_{org} R_{org}$$

Si PAM = cte et $\nearrow R_{org} \Rightarrow \searrow Q_{org}$



RQ : Variation du diamètre de la **lumière** de l'artériole



vasoconstriction



vasodilatation

RQ : Répartition du débit cardiaque

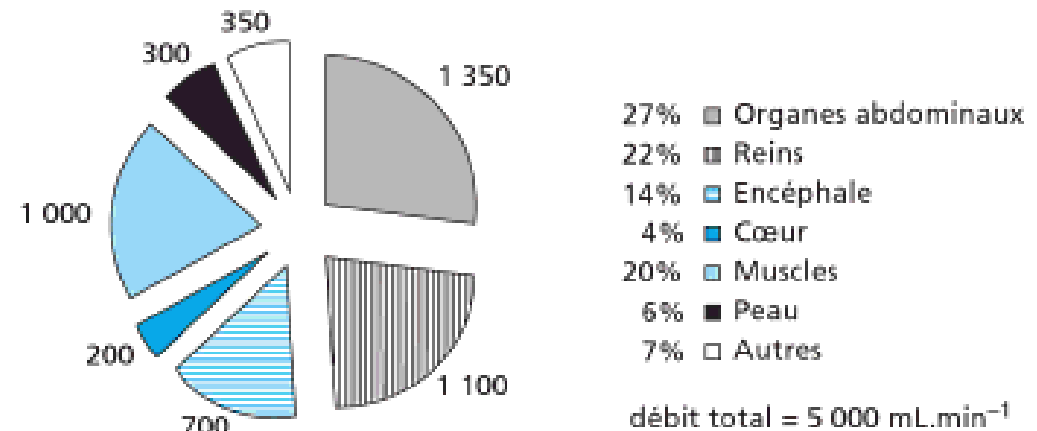
Lors d'un exercice physique

Q constant : encéphale

↗ Q muscle, cœur, peau

↘ Q viscères

(a) Répartition du débit cardiaque au repos ($\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}$)



(b) Répartition du débit cardiaque au cours d'un exercice intense ($\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}$)

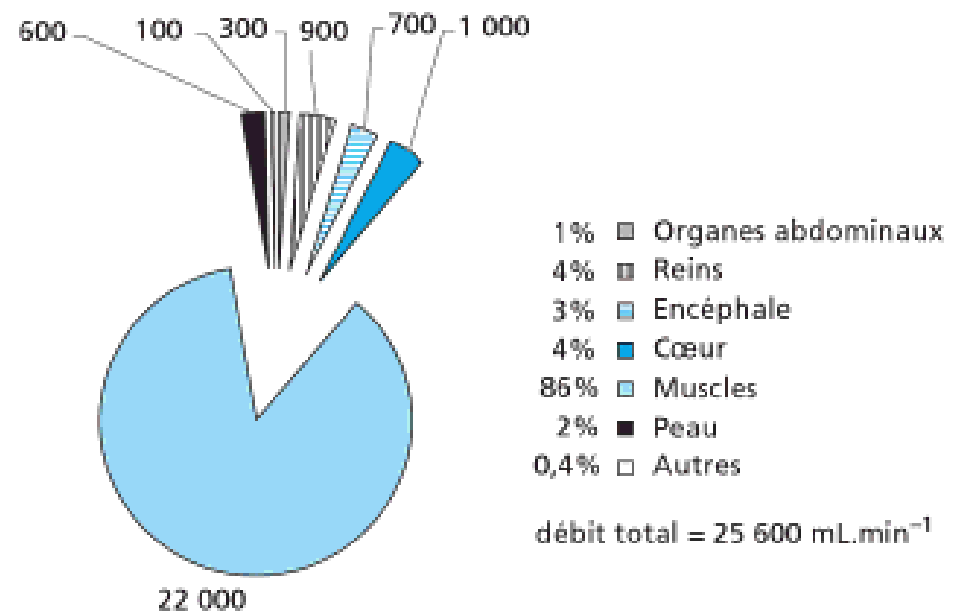


Figure 19.1 Distribution du débit cardiaque total chez un sujet entraîné au repos et lors d'un exercice intense.

3-Les capillaires assurent les échanges

a- une surface d'échange efficace

Flux unidirectionnel artériole → veinule

- Section cumulée importante

$V=Q/S \Rightarrow$ vitesse lente ($0,1\text{cm.s}^{-1}$)

5-10 % du vol sanguin

- Réseau ramifié

=> Surface paroi importante

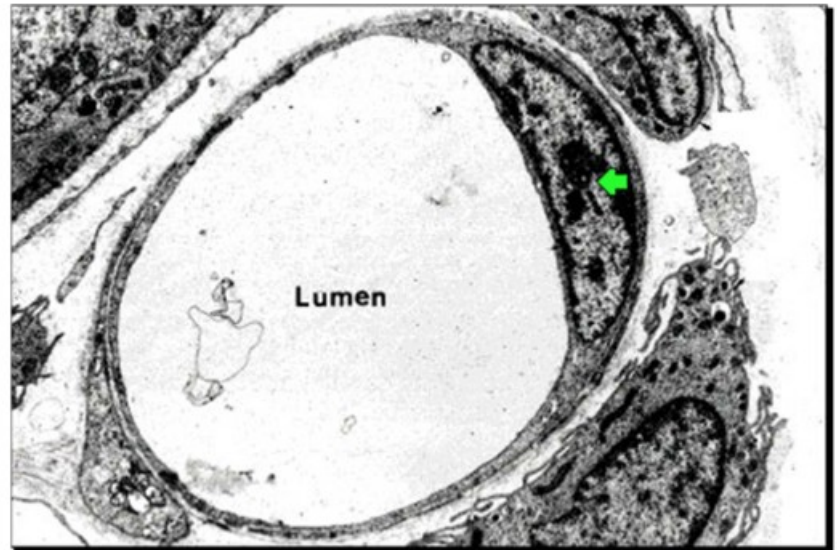
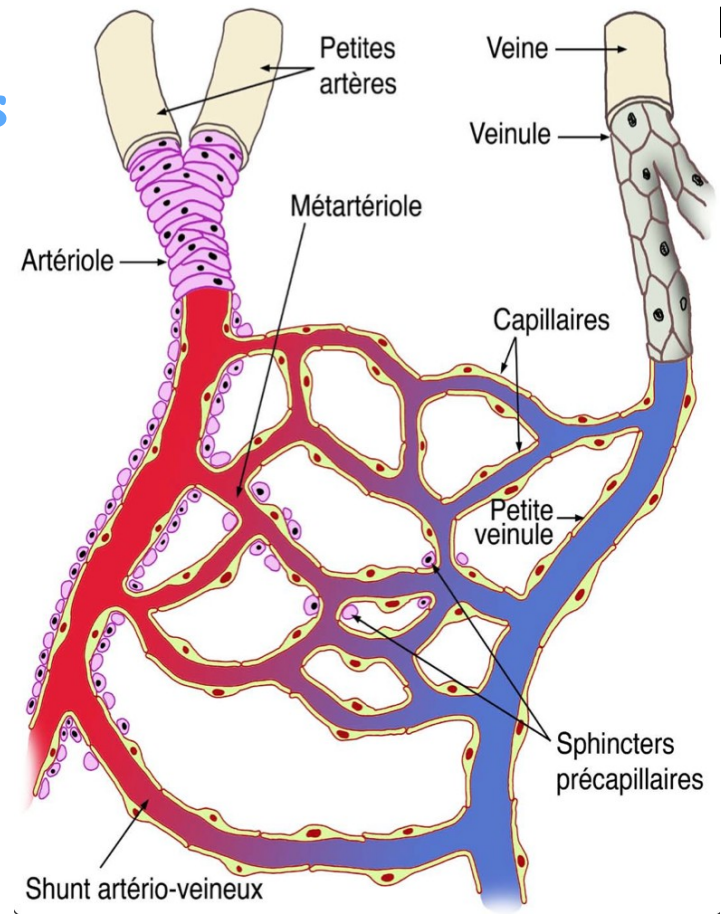
=> ajustée par Sphincters précapillaires

- Paroi fine

(absence de média et adventice)

=> e faible ($1\mu\text{m}$)

=> fragiles

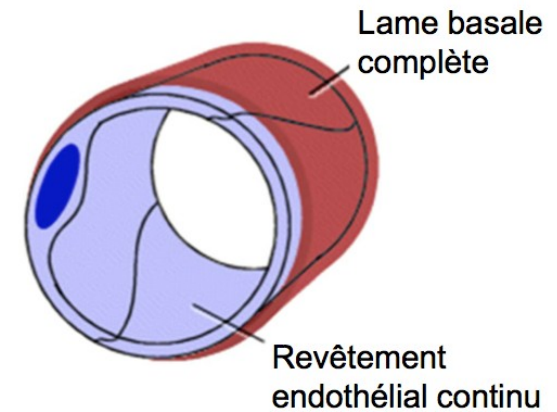


RQ : diversité des capillaires

Capillaires continus

Jonctions entre les cellules serrées et relativement **imperméables** aux protéines.

Ex : poumon, cœur, muscle squelettique, système nerveux central

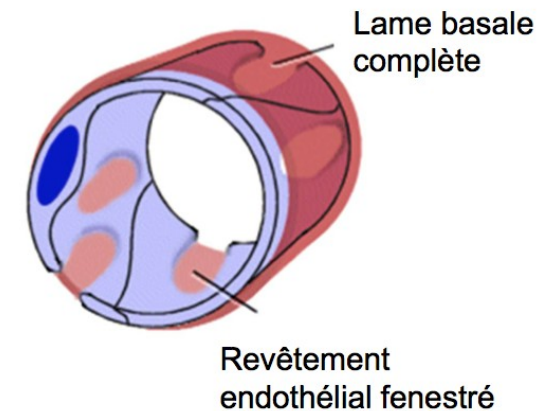


Capillaires fenestrés

Fenestrations : diamètre de 800 Å environ, membrane basale complète.

Plus perméables que les capillaires continus.

Ex : glandes, villosités intestinales, rein ..

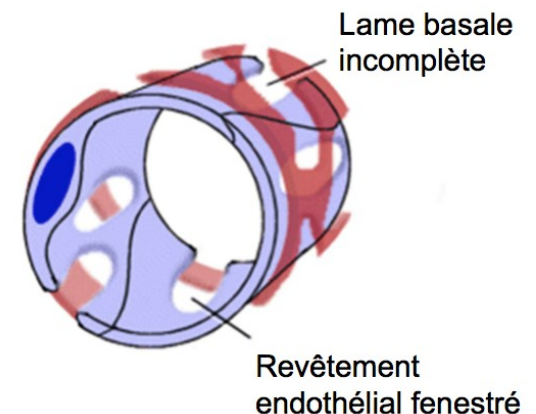


Capillaires discontinus

Fenestrations plus larges (jusqu'à 0,2 microns) y compris dans la membrane basale

Très perméables, même aux macromolécules.

Ex : foie, moelle osseuse, rate.



b-Modalités des échanges

i-Diffusion simple des petits solutés

*transmembranaire

gaz respiratoires, lipides

*Paracellulaire

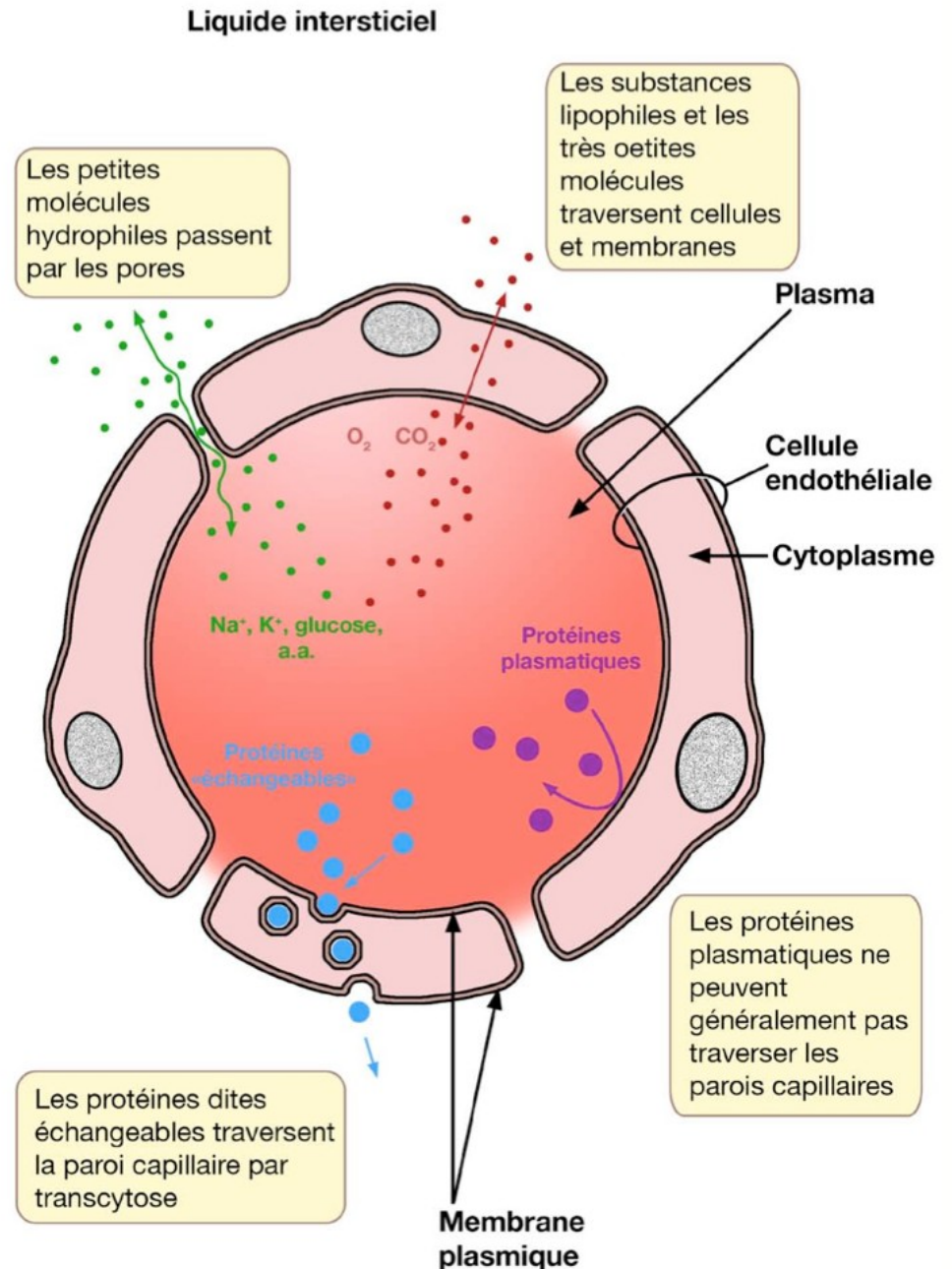
Molécules hydrophiles : ions, nutriments, déchets azotés

Gradients entretenus par

-renouvellement sang

-activité des organes

Pas de diffusion des protéines



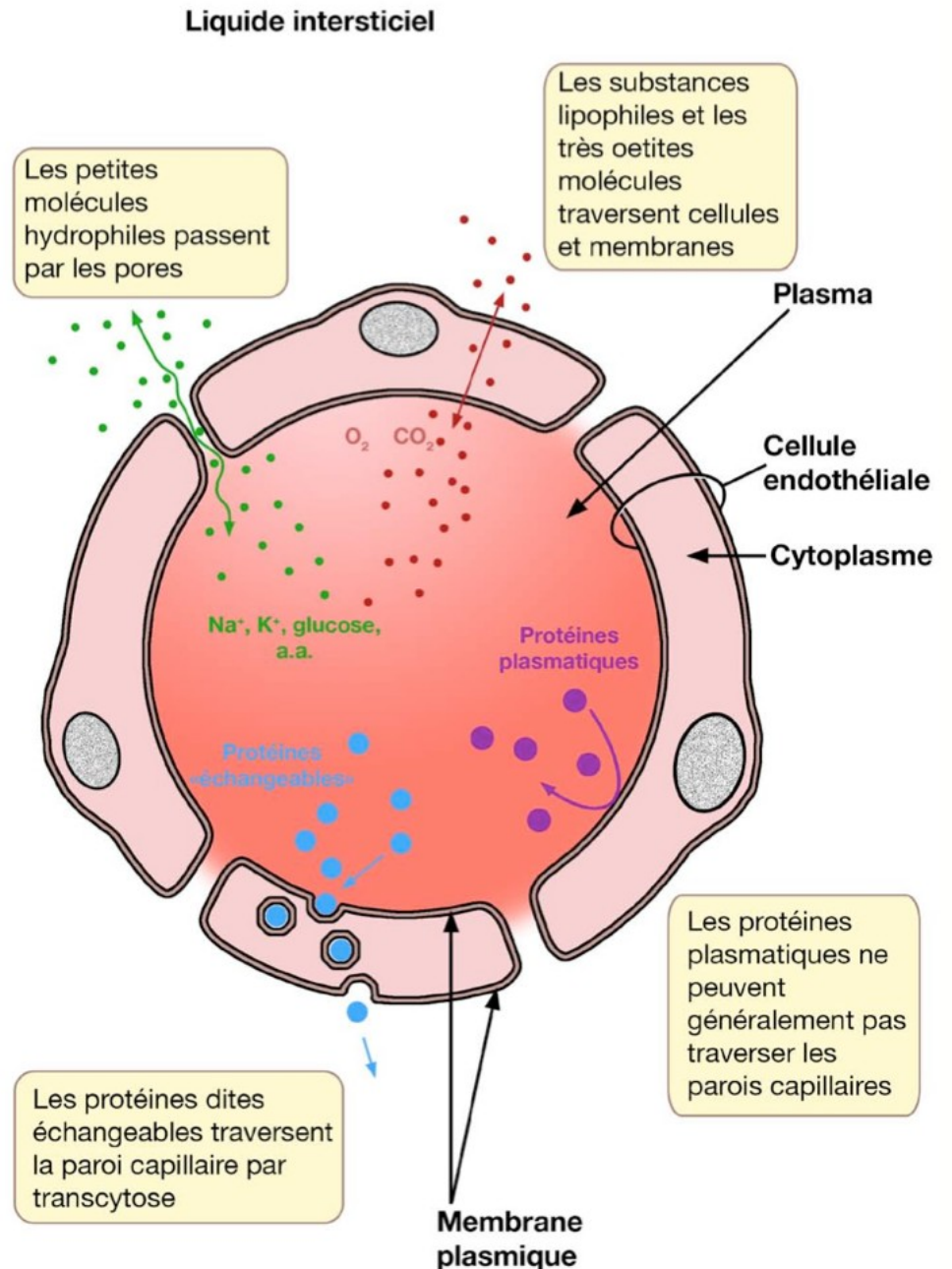
b-Modalités des échanges

ii-Diffusion facilité

Molécules hydrophiles
Ex glucose-GLUT

iii-transcytose

Endocytose par récepteur, pinocytose
Protéines (insuline, ...)
Lipoprotéines

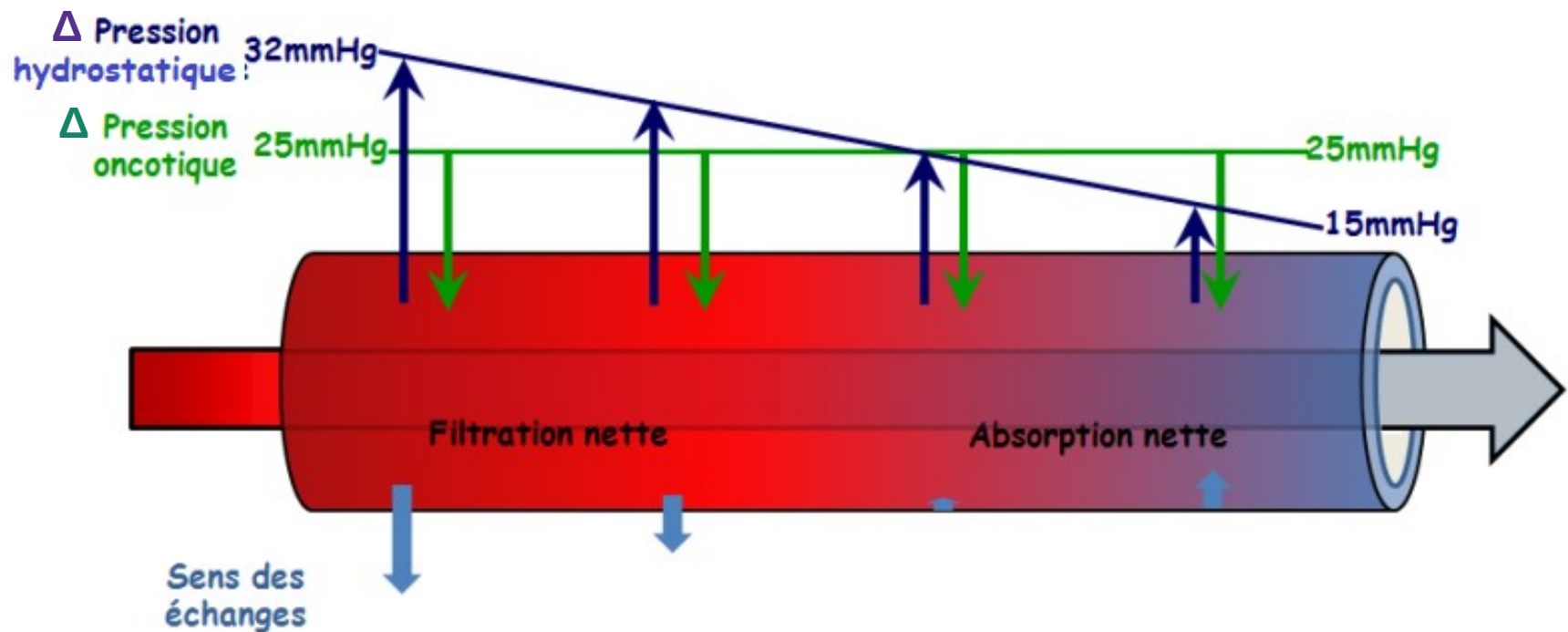


b-Modalités des échanges

iv : filtration - réabsorption

Flux d'eau accompagné de soluté

modèle de Starling : les flux d'eau dépendent de 2 composantes :
Pression hydrostatique (PH) et Pression oncotique (PO)



*Pression nette (PH-PO) >0 côté artériole et <0 côté veinule

b-Modalités des échanges

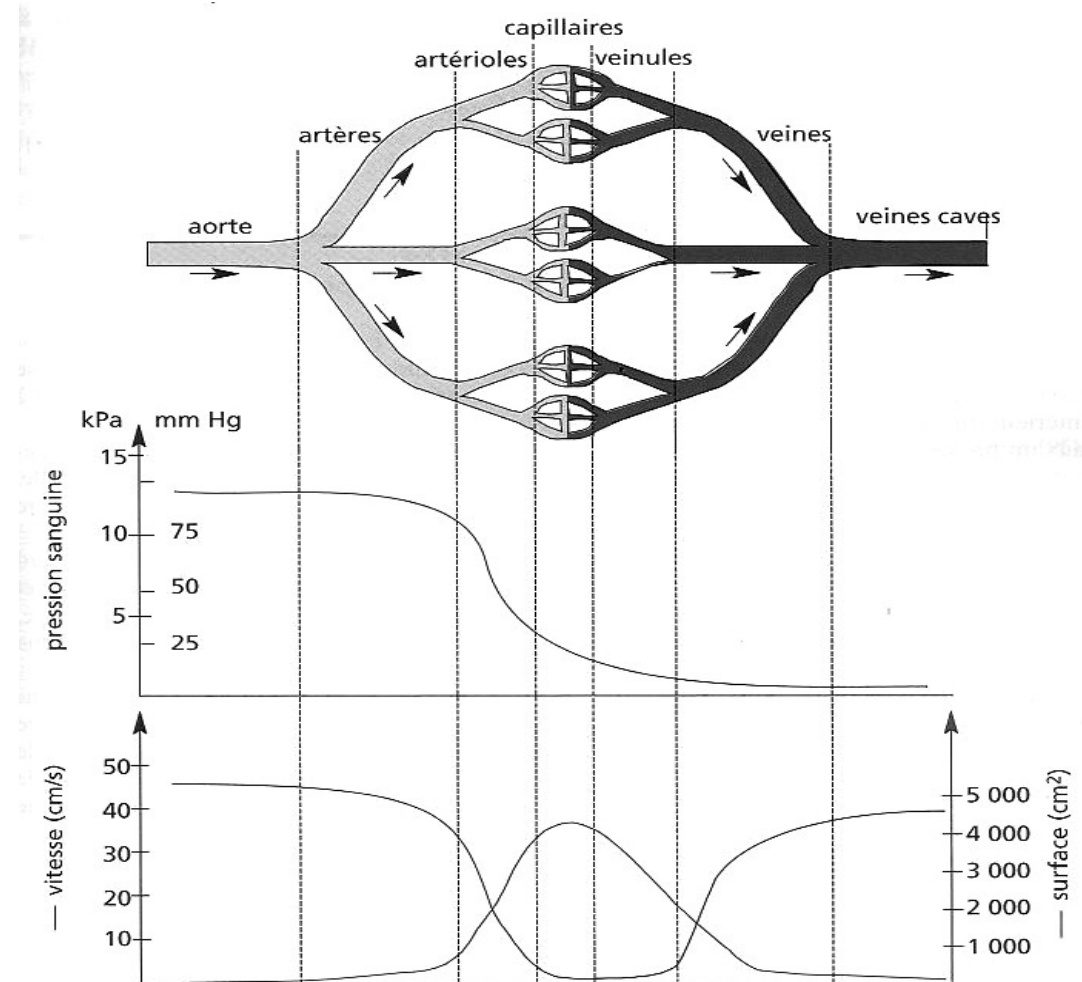
iv :filtration-réabsorption

Homéostasie du milieu interne

→ contrôle de la répartition des liquides entre le sang et le milieu intérieur

4-Les veines sont des réservoirs de volume

- * 60 % du vol sanguin
- * Augmentation de la vitesse
 - ↳ surface des sections cumulées
 - => Retour rapide au cœur



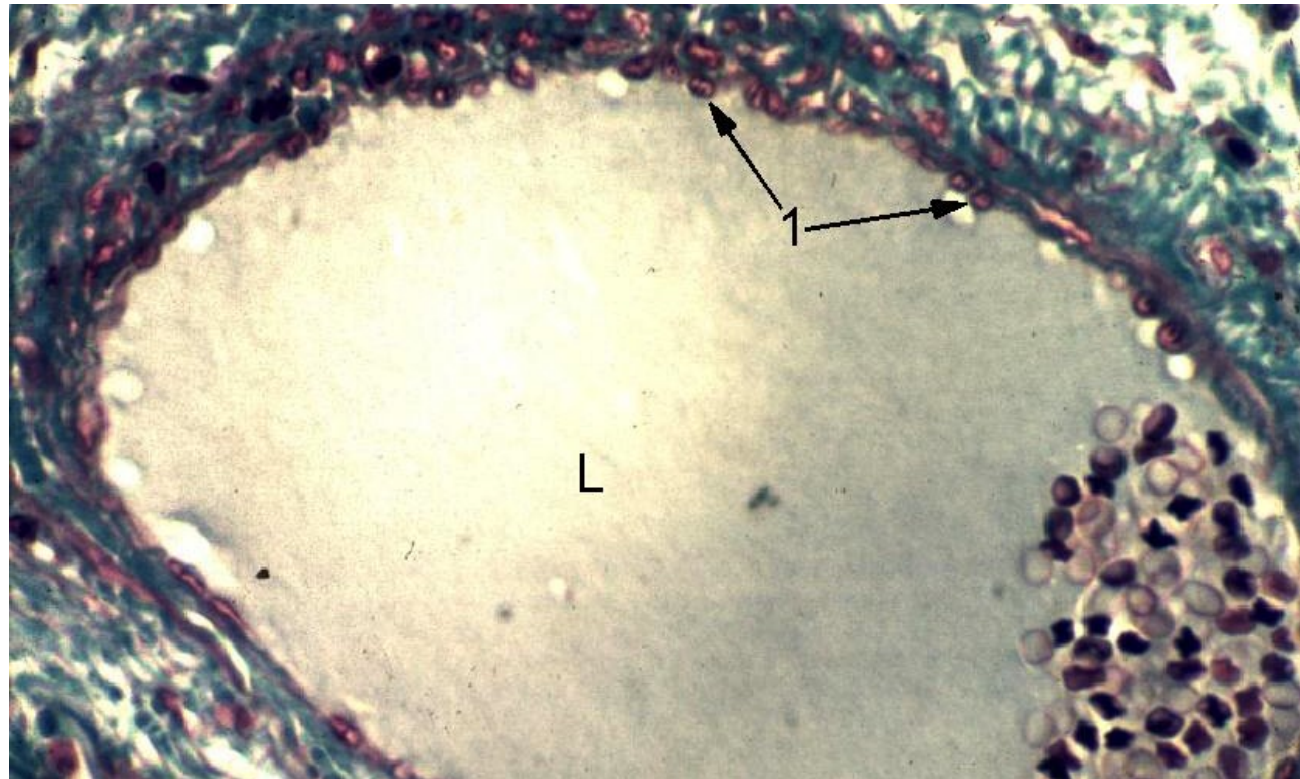
4-Les veines sont des réservoirs de volume

*** très forte compliance**

paroi + fine/ lumière + riche en élastine => très déformable

=> Variation de volume affecte peu la pression dans les veines

=> réservoir de volume à faible pression



Comparaison artériole/veinule

Paroi/lumière

Épaisse
fine

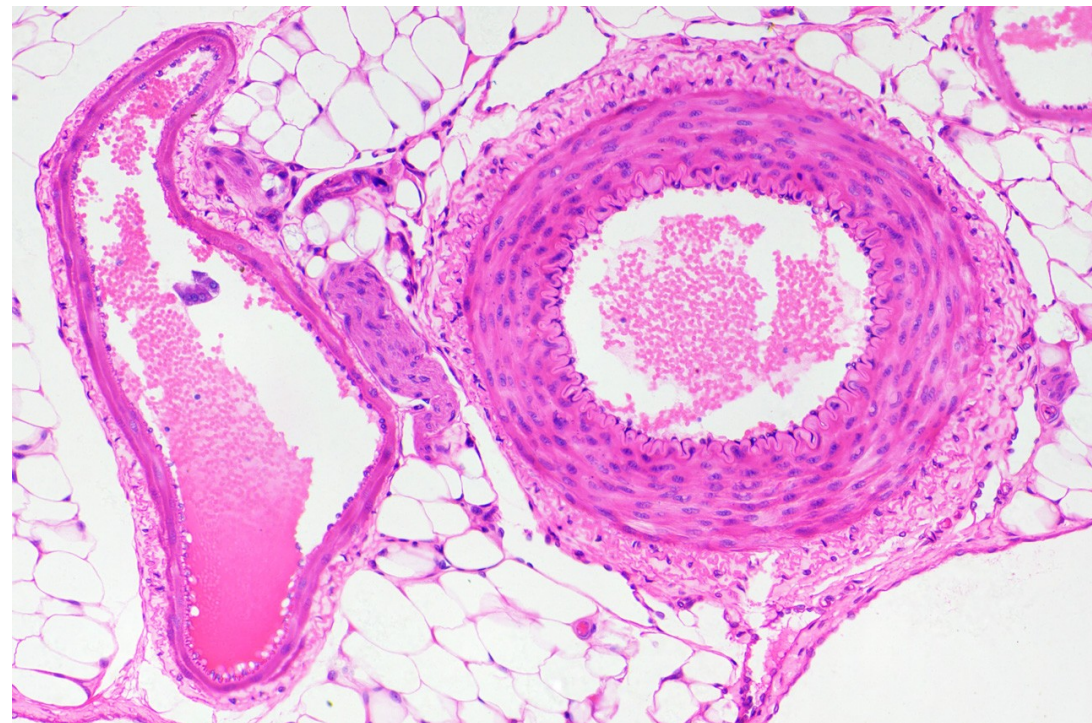
Composition de la Média

myocytes lisses
élastine

Innervation parasymphatique

Importante
faible

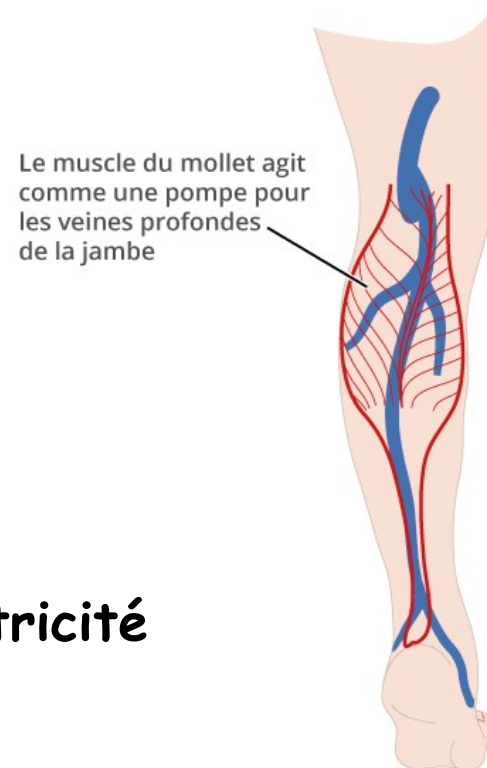
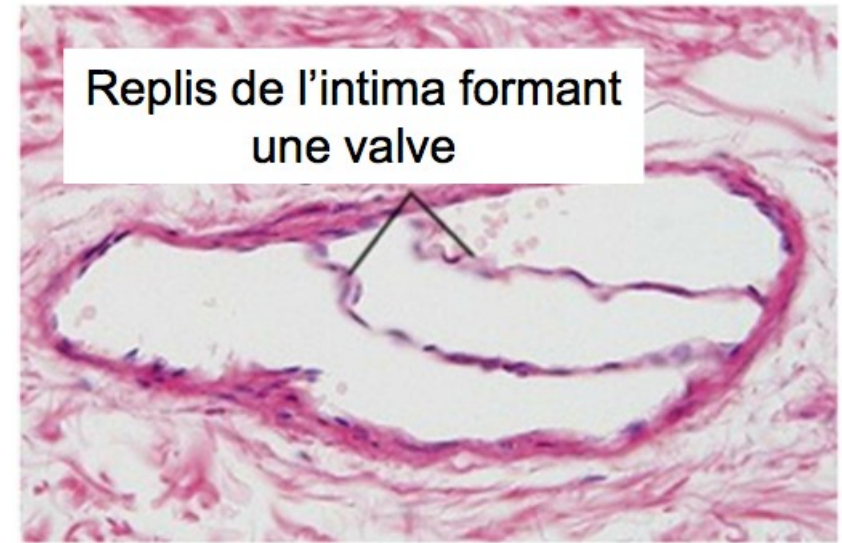
RQ tendance à s'écraser
(flaccidité)



Pb : Faible ΔP + bibédie

retour du sang à l'oreillette droite
facilité par

*la musculature squelettique
et les valvules veineuses



*une légère vasomotricité

