



Physiologie Cardiovasculaire



PR. HÉLÈNE THIBAUT

**EXPLORATIONS FONCTIONNELLES
CARDIOVASCULAIRES**

HÔPITAL LOUIS PRADEL, LYON

PLAN

2

INTRODUCTION

Organisation générale de la circulation
Bases anatomique et histologique du cœur
Innervation cardiovasculaire

CIRCULATION

1. Généralités
2. Différenciation fonctionnelle des vaisseaux
3. Caractéristiques générales de la circulation systémique

COEUR

1. Activation rythmique de la contraction
2. Couplage excitation/ contraction
3. Hémodynamique intra- cardiaque/ le cycle cardiaque
4. Hémodynamique intra- cardiaque/ facteurs déterminants de la performance cardiaque



Circulation



- 1. GÉNÉRALITÉS**
- 2. DIFFÉRENCIATION FONCTIONNELLE DES VAISSEAUX**
- 3. CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DE LA CIRCULATION SYSTEMIQUE**

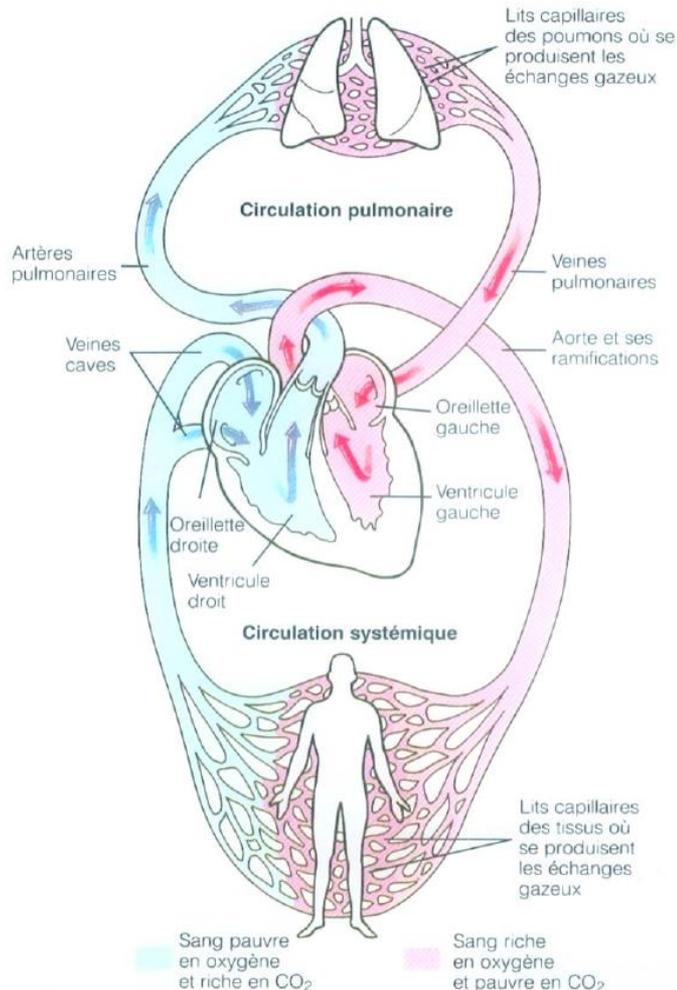
Circulation

4

1-GÉNÉRALITÉS

Cheminement du sang

5

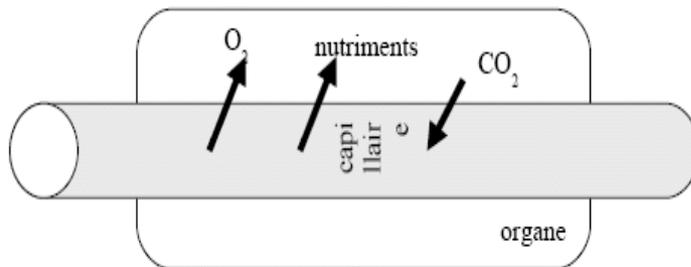
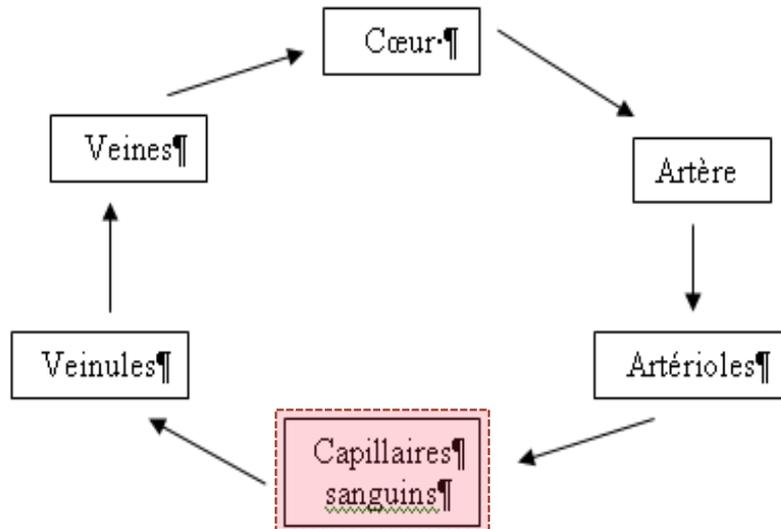


- **Un système de propulsion** la pompe cardiaque
- **Un système de conduction**
 - Un système à haute pression
 - Un système à basse pression
- **Deux systèmes d'échanges**
 - Pulmonaire
 - Systémique

Cheminement du sang

6

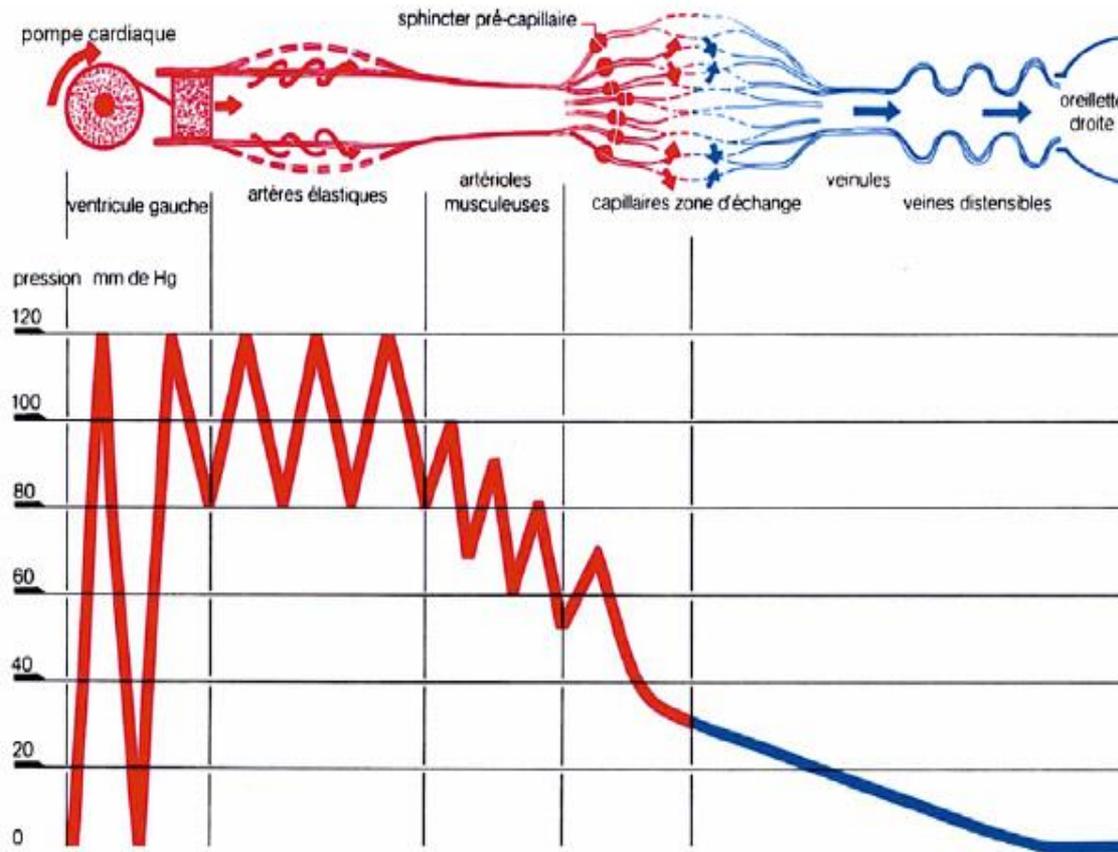
L'arbre vasculaire



- Ce sont les capillaires, au niveau de la microcirculation, qui sont responsables des échanges métaboliques
- Le reste du réseau joue essentiellement un rôle de transporteur

Pression dans le réseau vasculaire

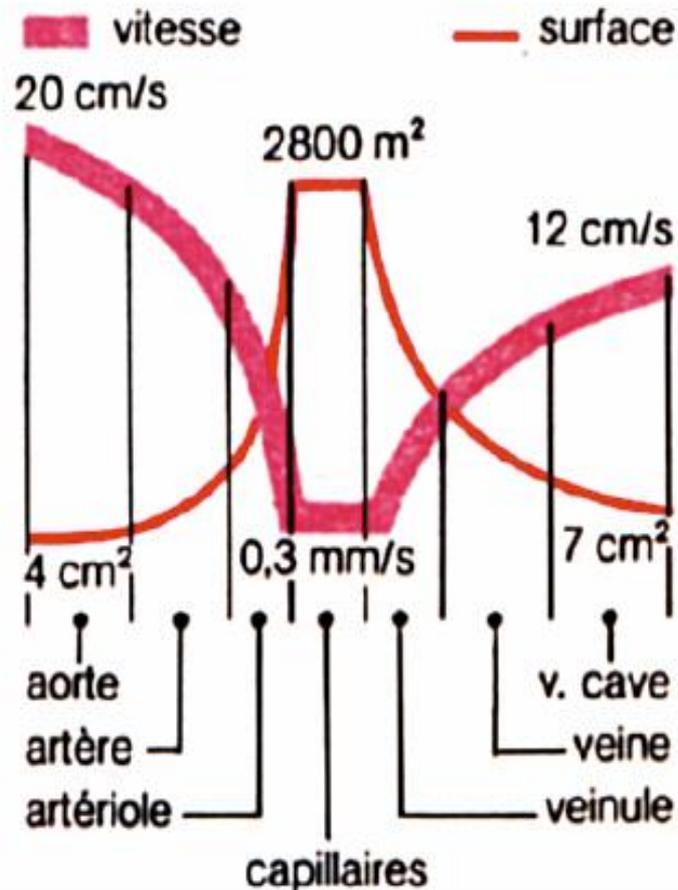
7



Vitesse d'écoulement du sang dans le réseau vasculaire

8

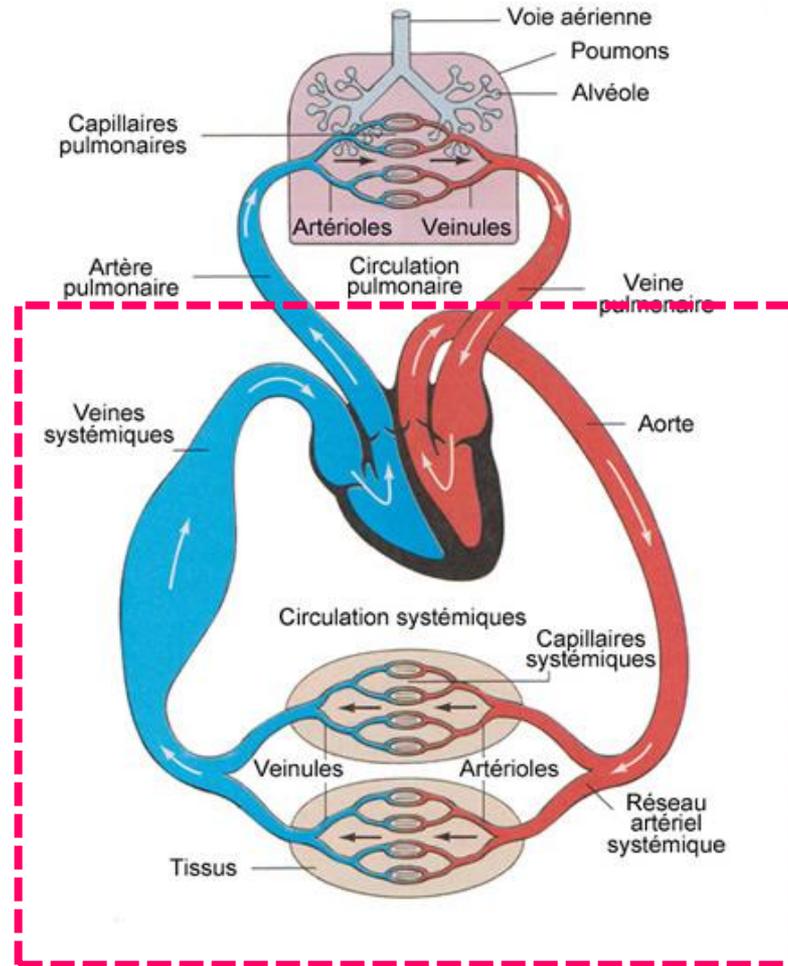
Débit moyen constant dans le réseau



Cheminement du sang

Circulation systémique

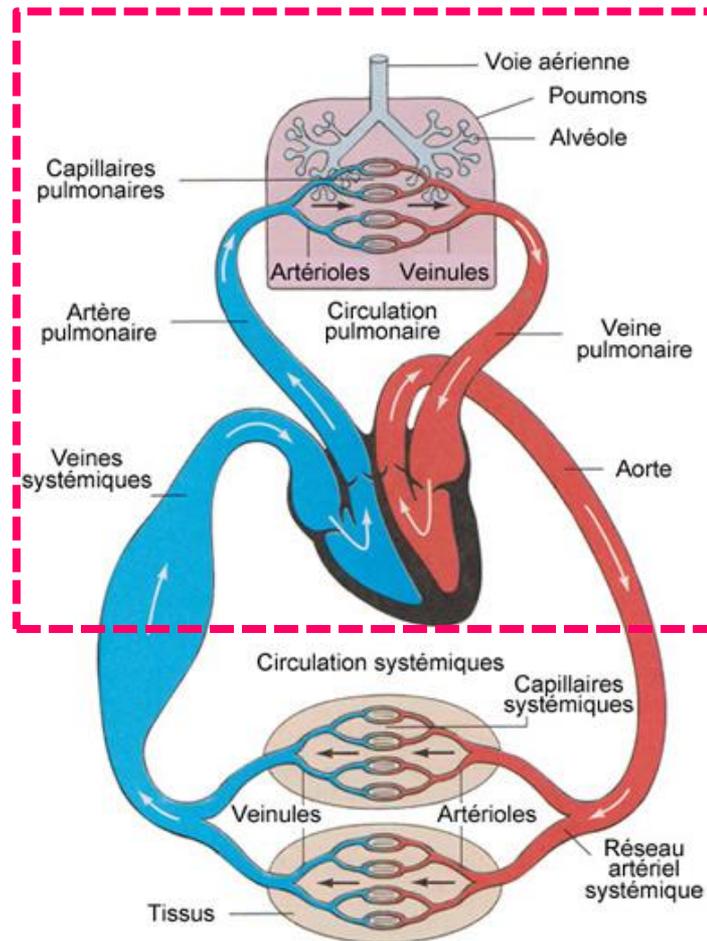
9



Cheminement du sang

Circulation pulmonaire

10



Deux circulations montées en « série »

11

Deux circulations montées en « série » donc **traversée par le même débit**

Circulation systémique

Zone artérielle
Pression 6X plus importante que dans circulation pulmonaire

Zone capillaire d'échange

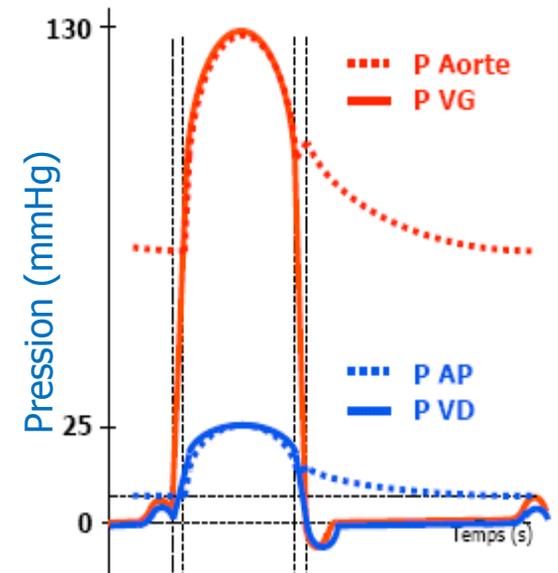
Zone veineuse à basse pression

Circulation pulmonaire

Zone artérielle
Pression 6X moins importante dans circulation systémique

Zone capillaire d'échange

Zone veineuse à basse pression



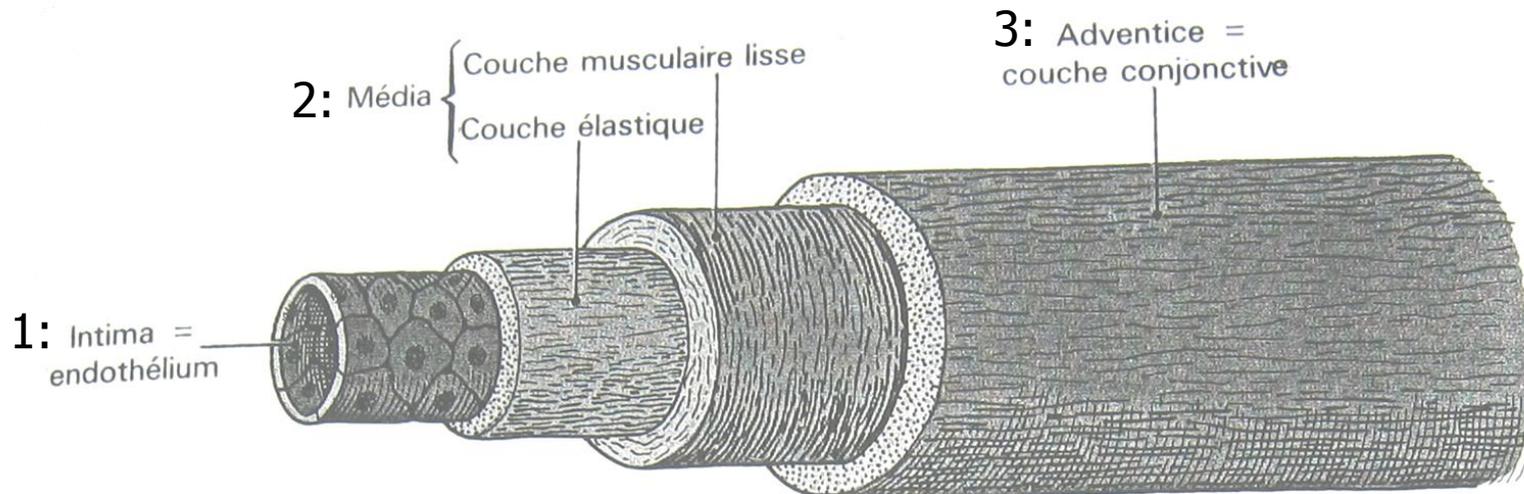
Circulation

12

2-DIFFERENCIATION FONCTIONNELLE DES VAISCEAUX

Paroi vasculaire

13



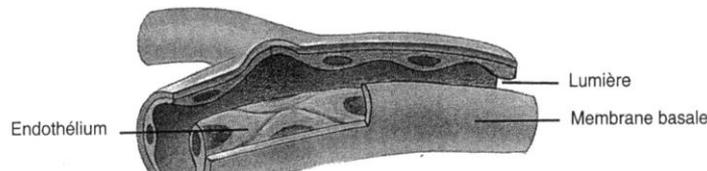
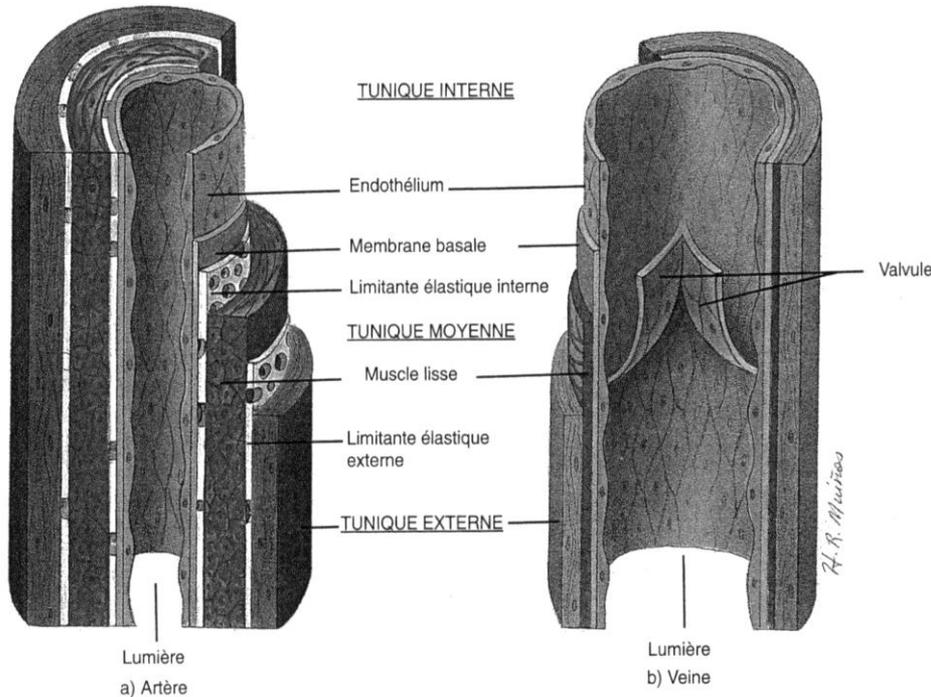
- 2: Média: proportion relative de la composante cellulaire musculaire lisse et de tissu conjonctif (fibres élastiques) variable en fonction du type de vaisseaux
- 3: Dans adventice cheminent les vasa vasorum (« vaisseaux des vaisseaux »)

Structure comparée des 3 vaisseaux

14

Artères

Veines

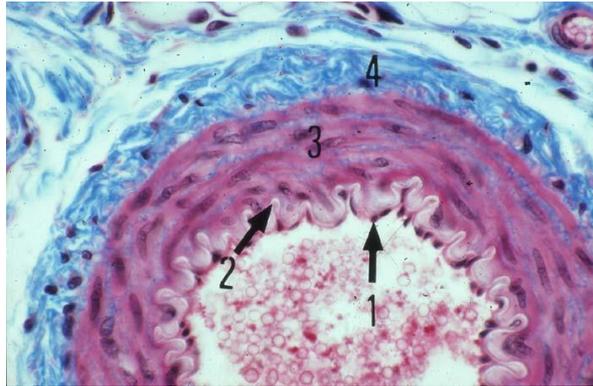


Capillaires: lieu d'échange plasma-milieu interstitiel

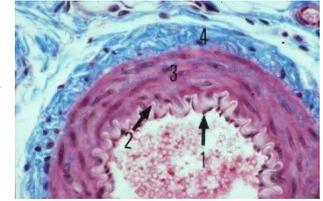
Endothélium vasculaire



- Monocouche de cellules (1) en contact avec le sang et en interface avec les cellules musculaires lisses (3)
- **Nombreux récepteurs** spécifiques et sensibles à divers stimuli chimiques, physiques et mécaniques (étirement).



Endothélium vasculaire



- Stimulés, ces récepteurs => formation par la cellule endothéliale de substances agissant sur les cellules musculaires lisses et donc sur le tonus vasculaire.
- Le principal **agent vasodilatateur** endothélial est le **monoxyde d'azote (NO)**. Le principal **agent vasoconstricteur** endothélial est l'**endothéline 1**.
- **Egalement rôle dans l'inflammation/ coagulation/ thrombogenicité**

Les artères

17

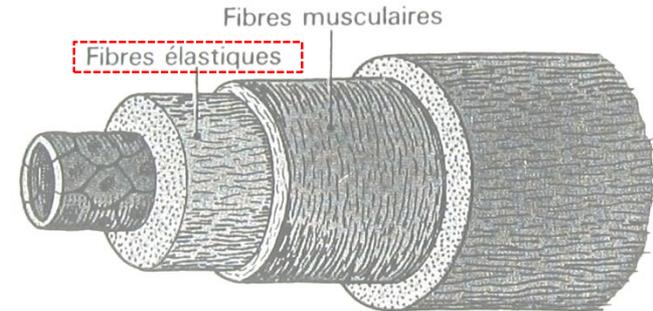
Média épaisse

1) Artères de conduction:

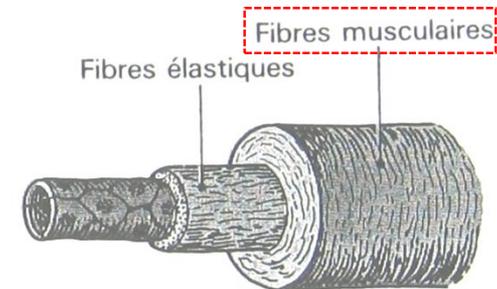
- Artères élastiques
- Etirement passif à chaque contraction cardiaque

2) Artères de distribution:

- Artères musculaires, Artérioles++
- Modulation du calibre donc de la résistance => régulation du débit...



ARTERE = ELASTICITE
paroi riche en fibres élastiques



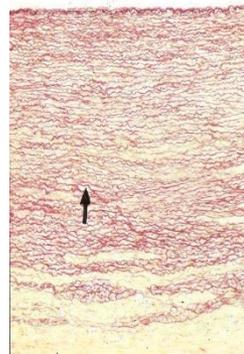
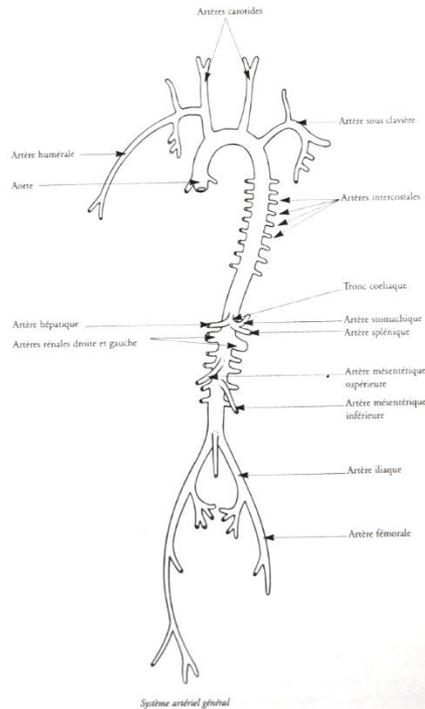
ARTERIOLE = VASO-MOTRICITE
paroi riche en fibres musculaires

Les artères

18

Artères élastiques: artères de conduction
Aorte (25mm) et artères de grand calibre (>7mm).

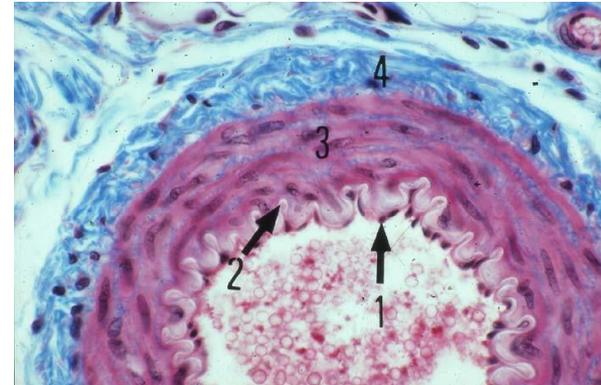
Aorte



Paroi de l'aorte constituée d'une cinquantaine de lames élastiques parallèles

Artères musculaires: artères de distribution (artères périphériques de moyen (<7mm) et petit calibre (<2mm))

Artère de moyen calibre



- 1, noyaux endothéliaux
- 2, la limitante élastique interne
- 3, la média manchon de cellules musculaires lisses
- 4, l'adventice.

Atlas d'histologie humaine et animal
<http://webapps.fundp.ac.be/umd/histohuma/index.htm>

Les artérioles

19

- Diamètre 30-200 μm
- Paroi relativement épaisse (20 μm comparé à 30 μm diamètre de la lumière)
- Média avec composante importante en cellules musculaires lisses.
- Innervé par le SN sympathique (vasoconstriction périphérique)
- **Vasomotricité ++**
 - ⇒ **Se caractérise par une variabilité du calibre des vaisseaux selon la contraction des cellules musculaires lisses**
 - ⇒ **Vasoconstriction / Vasorelaxation**
 - ⇒ **Modifier la résistance à l'écoulement**

Les artérioles

20

➤ **Systeme à résistance ajustable**

- Résistance: Force qui s'oppose à l'écoulement (au débit)
- Résistance (Poiseuille): $R = 8 \frac{\mu \cdot L}{\pi \cdot r^4}$

μ : viscosité sanguine

L: longueur du vaisseau

r: rayon du vaisseau

⇒ **Adaptation du débit local à la demande**

⇒ **Adapter les échanges entre interstitium et vaisseaux**

⇒ **Régulation de la pression artérielle**

Contrôle du tonus vasomoteur artériolaire

21

➤ Facteurs intrinsèques

Augmentation des besoins locaux => augmentation du débit local (facteurs métaboliques => agents vasodilatateurs/constricteurs locaux)

➤ Facteurs extrinsèques

❖ **Systeme nerveux sympathique vasoconstricteur** (via récepteurs alpha)

❖ Facteurs humoraux:

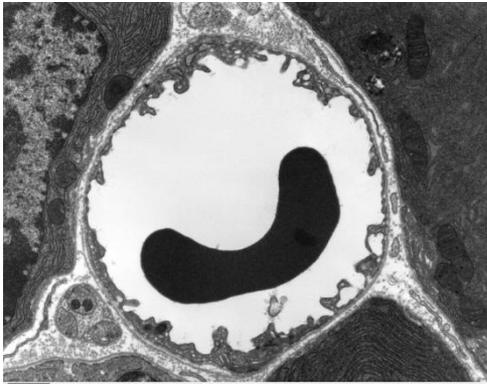
- Agents vasoconstricteurs: Angiotensine II, Endothéline...
- Agents vasodilatateurs: acétylcholine, peptide natriurétique auriculaire...

Les capillaires

22

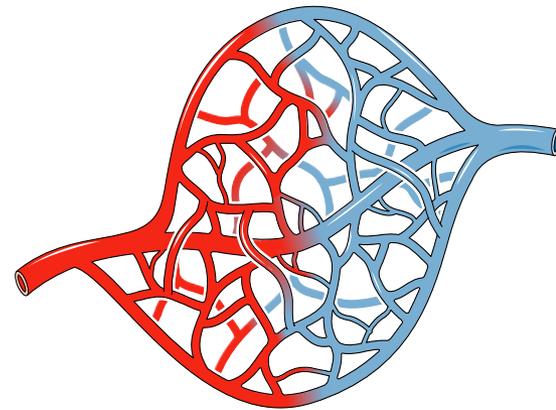
- Réseau ramifié entre les artérioles et les veinules
- Lieu d'échange: sang/ tissus
- Dans la circulation systémique et pulmonaire
- Non innervés
- Diamètre 3,5-5,5 μm
- Paroi 1 μm

Microscopie électronique



Wikipedia

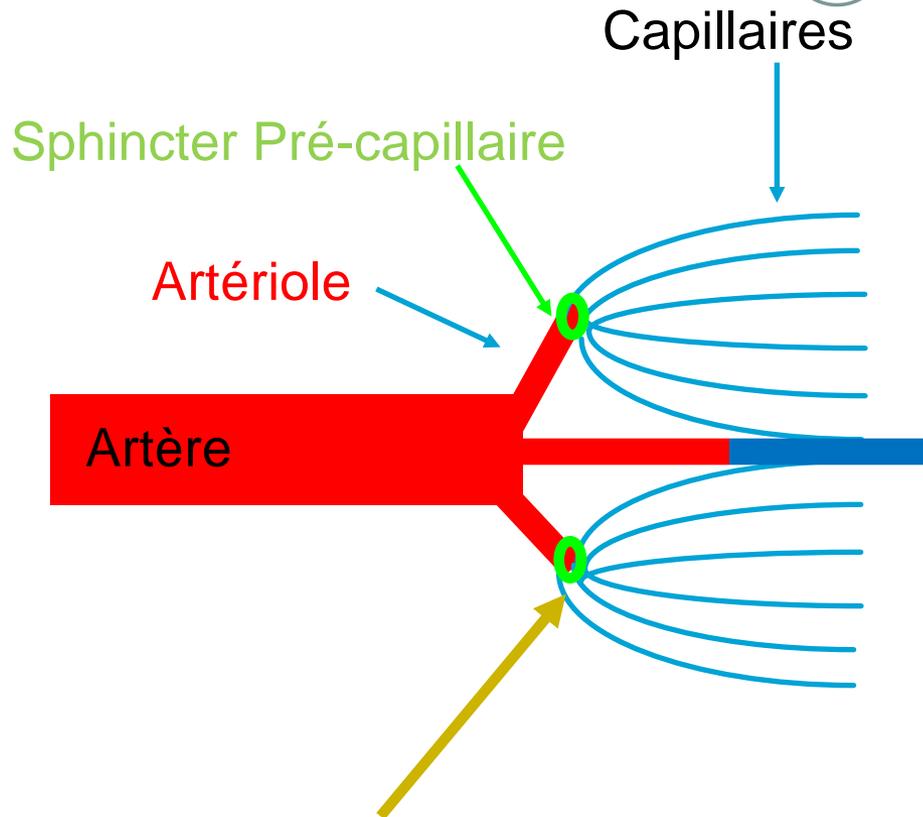
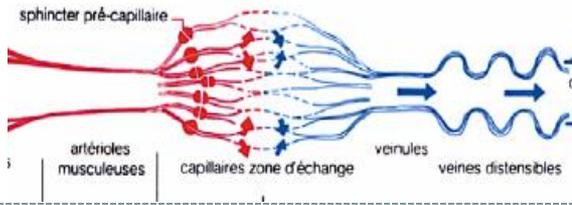
Artériole



Veinule

Les capillaires

23



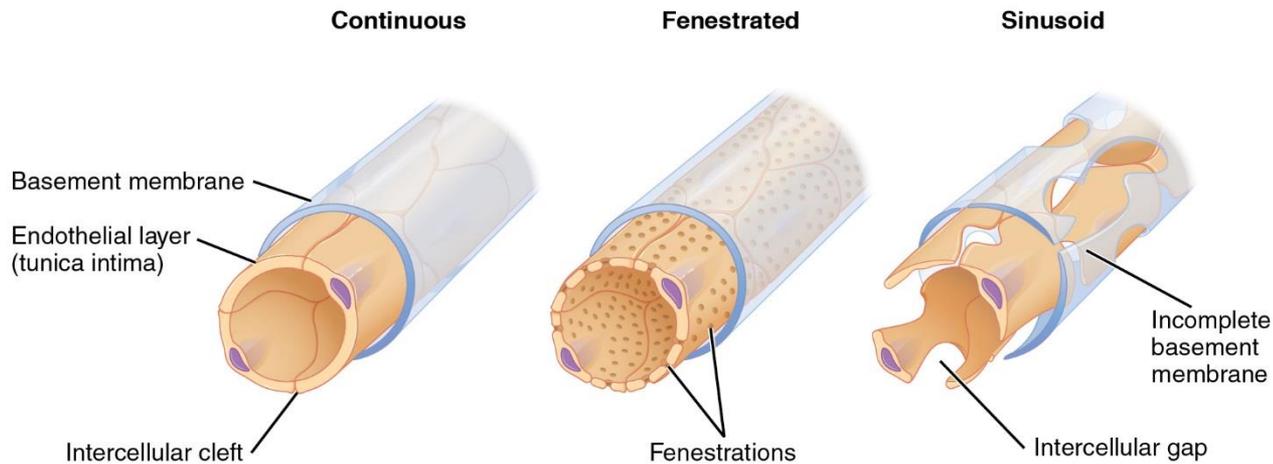
- **Sphincters pré-capillaires**
- Permet le **recrutement des capillaires** (notamment si il existe une demande metabolique élevée)

Métabolites locaux, PO_2 , PCO_2 , PH, lactate, adénosine, NO...

Les capillaires

24

Une couche de cellules endothéliales/ membrane basale



- Jonction serrées,
 - Relativement imperméables aux protéines
- Ex: poumon, cœur, SNC

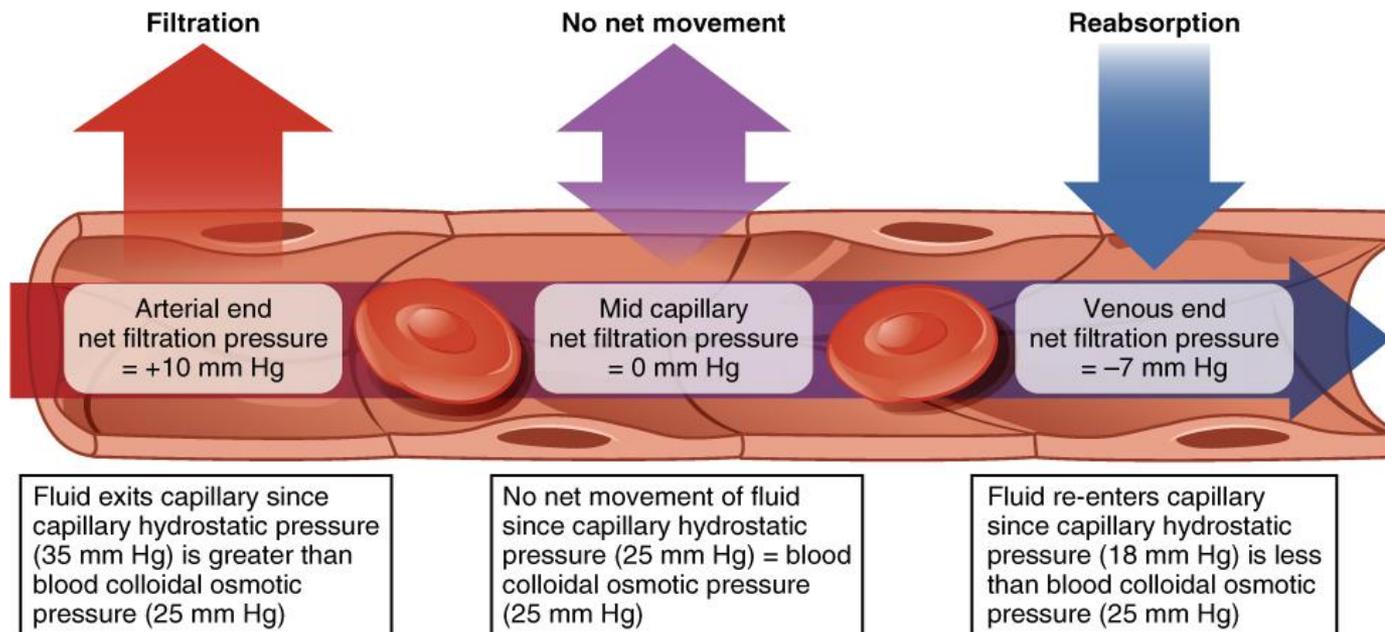
- Endothélium fenêtré
 - Membrane basale complète
- Ex: glandes, rein

- <http://en.wikipedia.org/wiki/Capillary>
- Fenestrations plus larges
 - Membrane basale fenestrée
 - Très perméable aux macromolécules, cellules...
- Ex: Foie, moelle osseuse, rate

Les capillaires/ échanges

25

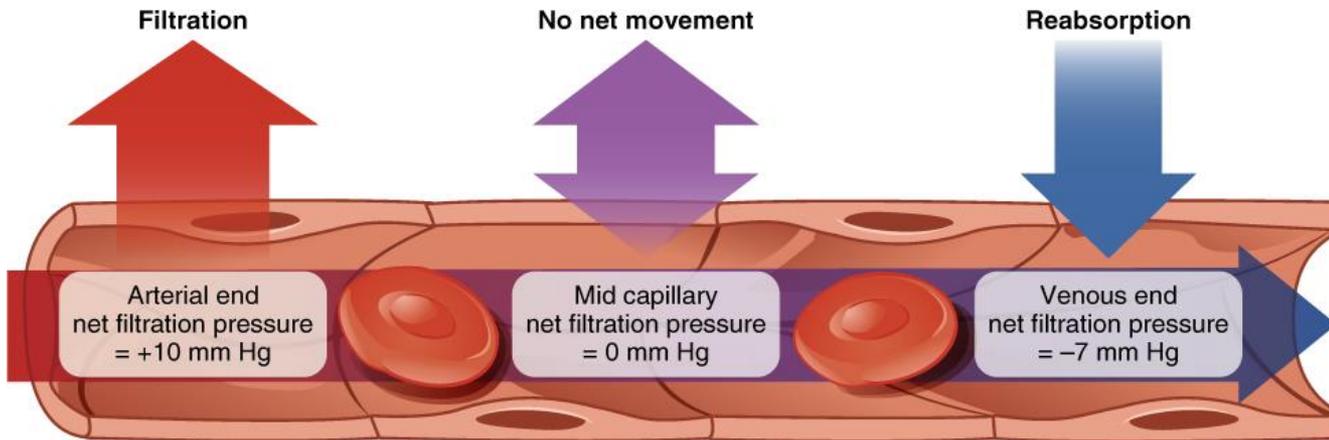
- Echanges favorisés par le flux sanguin lent
- Phénomène de filtration sous la dépendance de la pression hydrostatique et oncotique capillaire et interstitiel
- Phénomène de filtration soumis à la loi de Starling (cf cours Pr Janier)



Les capillaires/ échanges

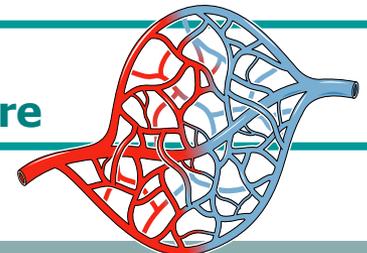
26

- Echanges favorisés par le flux sanguin lent
- Phénomène de diffusion
- Phénomène de filtration sous la dépendance de la pression hydrostatique et oncotique capillaire et interstitiel
- Phénomène de filtration soumis à la loi de Starling (cf cours Pr Janier)



Wikipedia

Variation des échanges en fonction de la pression capillaire
=> Pression artériolaire pré-capillaire et veinulaire post-capillaire



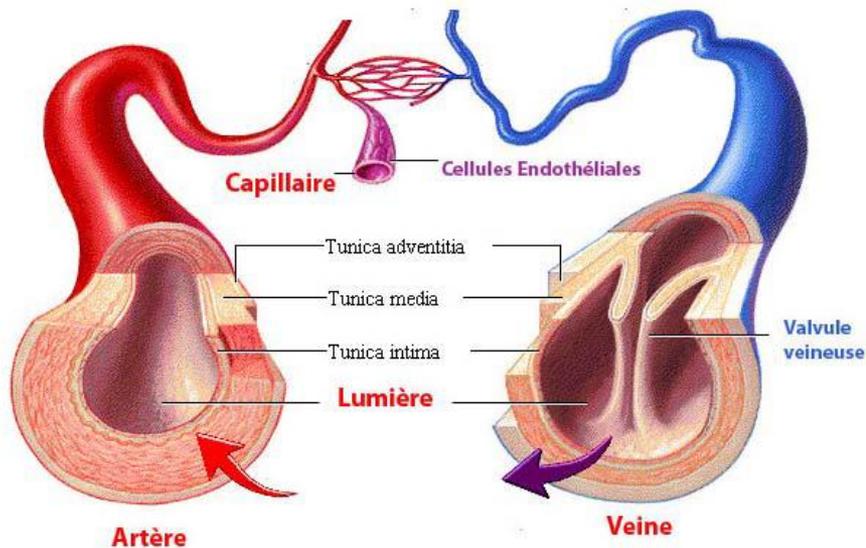
Les veines

27

Structure similaire à celle des artères

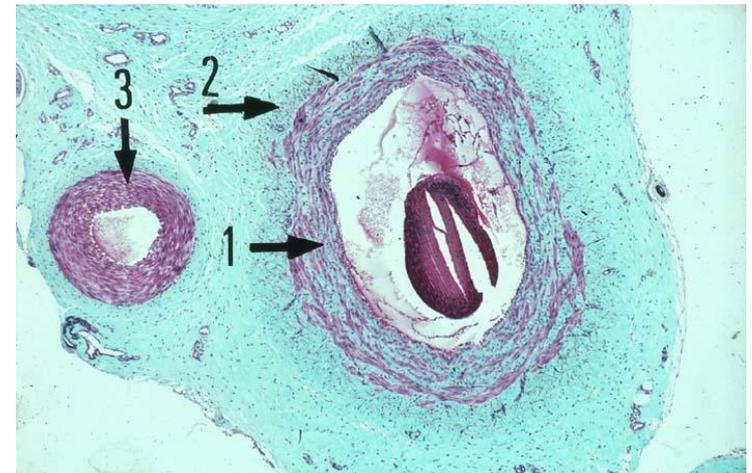
mais

- Média peu développée
- Présence de valvules « antireflux »



Structure histologique variable

Colorations: Trichrome de Masson



- 1: Veine
3: Artère avec media développé.

Les lymphatiques

28

STRUCTURES

➤ Capillaires lymphatiques

en comparaison aux capillaires sanguins:

- extrémité en cul-de-sac,
- calibre + grand,
- lame basale très discontinue

➤ Vx lymphatiques: struct. voisine de celle des veines mais valvules + nombreuses

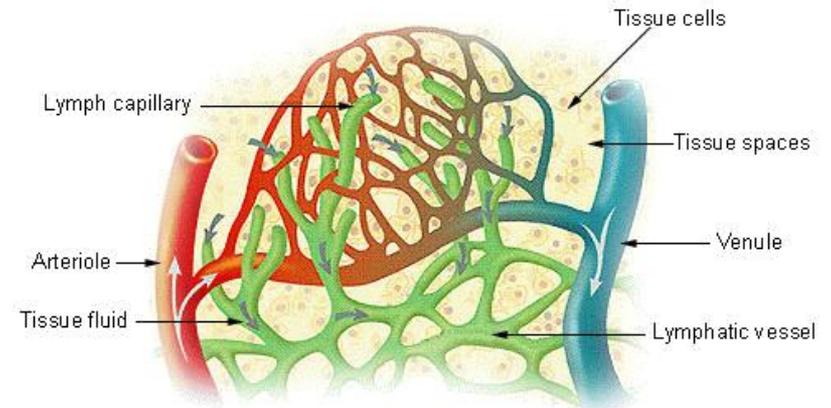
FONCTION

➤ Draine 10% du liquide filtré par l'interstitium qui n'est pas réabsorbé + grosses protéines plasmatiques

➤ Rôle également dans l'immunité (ganglions lymphatiques)

Réseau lymphatique développé dans espaces péri- capillaires

Lymph Capillaries in the Tissue Spaces



wikipedia

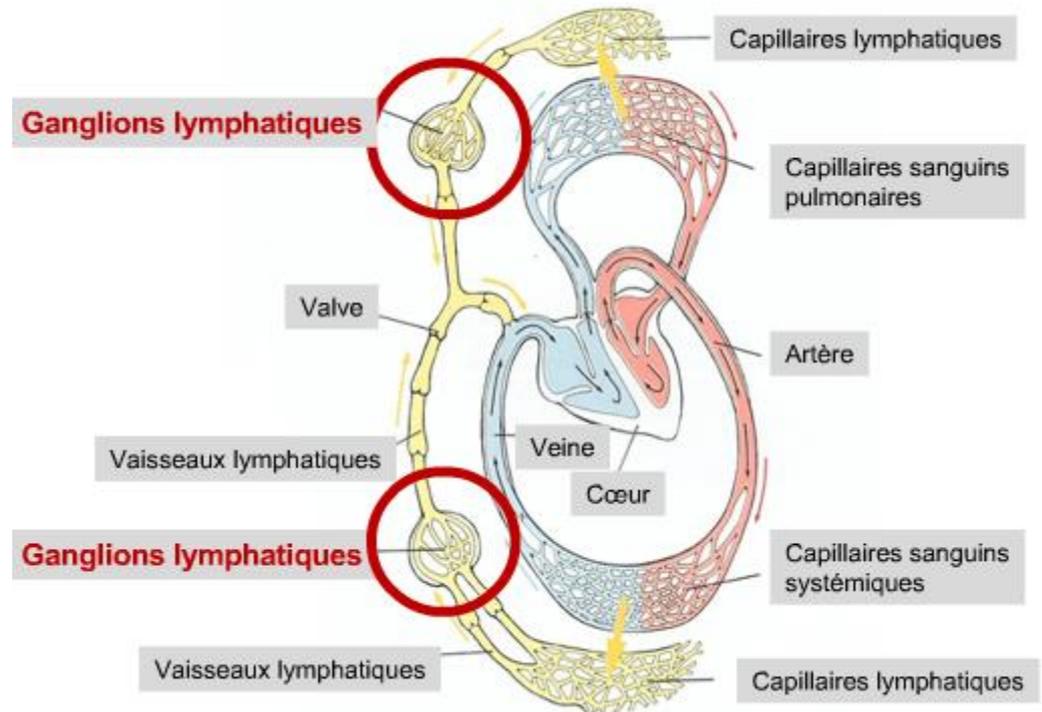
Réseau lymphatique

29

➤ **Les vaisseaux lymphatiques afférents** rejoignent les ganglions lymphatiques

➤ **Les vaisseaux lymphatiques efférents** rejoignent les canaux lymphatiques thoraciques

=> **Veine cave supérieure**



Conclusion

30

