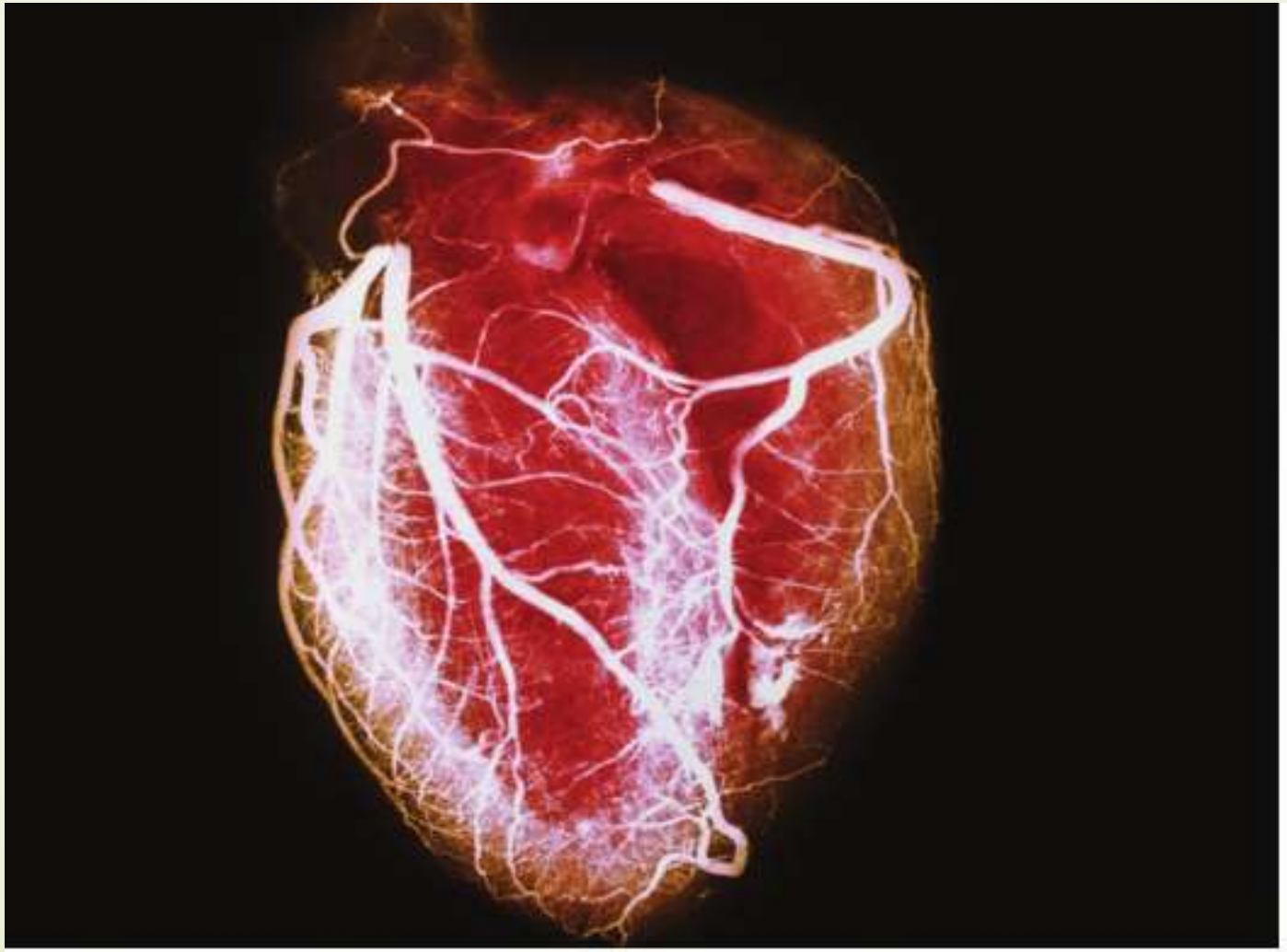
Chapitre I: Physiologie cardiovasculaire



Color-enhanced angiographic image of coronary arteries.

INTRODUCTION

Le cœur: Pompe fournissant au sang l'énergie nécessaire à son écoulement vers les tissus. le sang coule d'une zone à haute pression vers une zone à basse pression.

Les vaisseaux sanguins: Voies de communications par lesquelles le sang circule du cœur vers les tissus et revient au cœur.

Le sang: Milieu liquide dans lequel sont transportées sur de grandes distances des substances essentielles à l'organisme et des déchets.

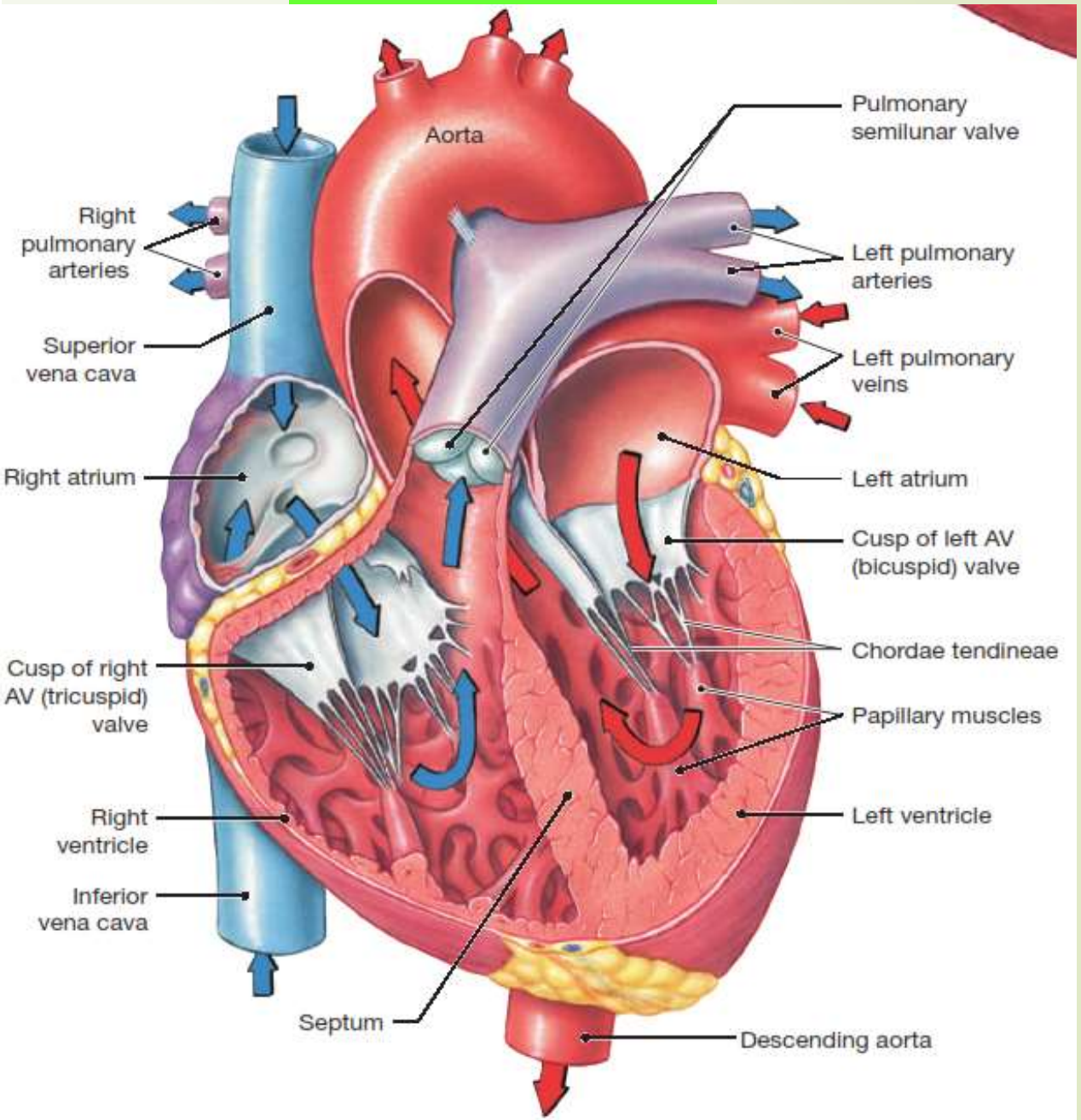
1- Anatomie du cœur:

Organe musculaire creux, situé dans le thorax, entre le sternum en avant et la colonne vertébrale en arrière.

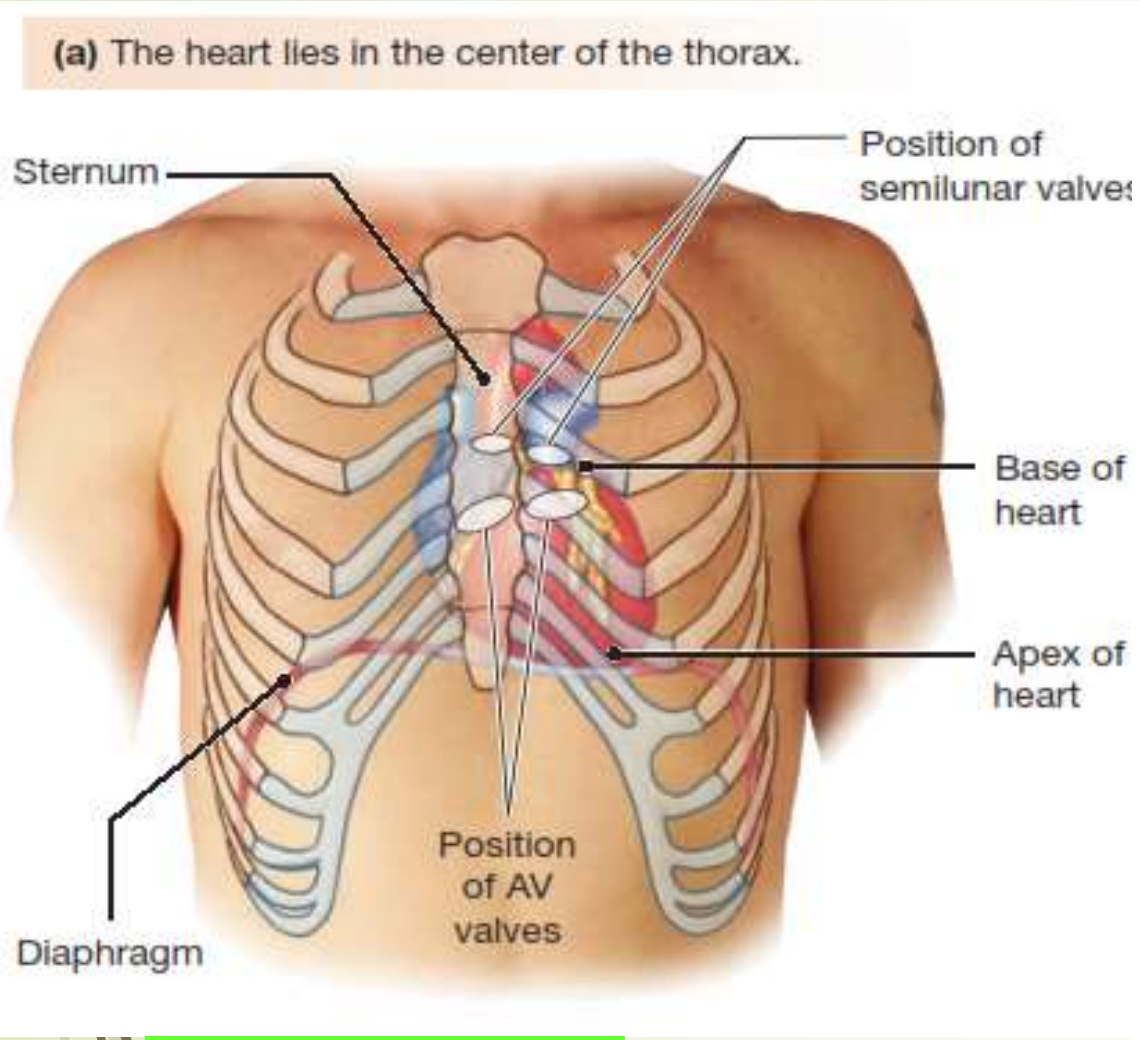
Le cœur a un coté droit et un coté gauche et quatre cavités (2 oreillettes, 2 ventricules). Les côtés gauche et droit sont deux pompes distinctes.

Une cloison (septum) sépare les deux côtés du cœur et empêche le mélange du sang oxygéné (pompé par le côté gauche) et le sang pauvre en oxygène (reçu par le côté droit).

Anatomie du cœur



Position du cœur

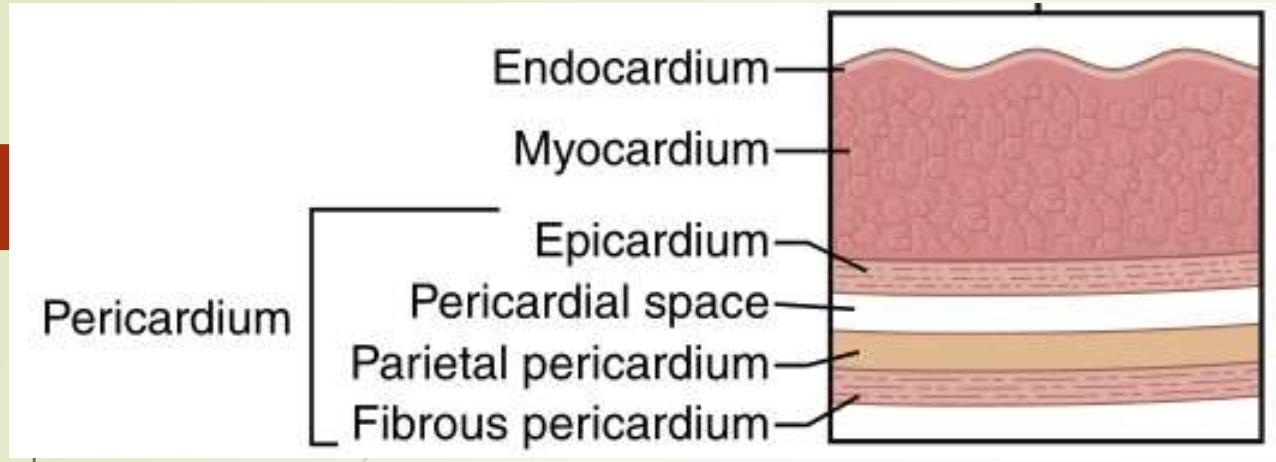


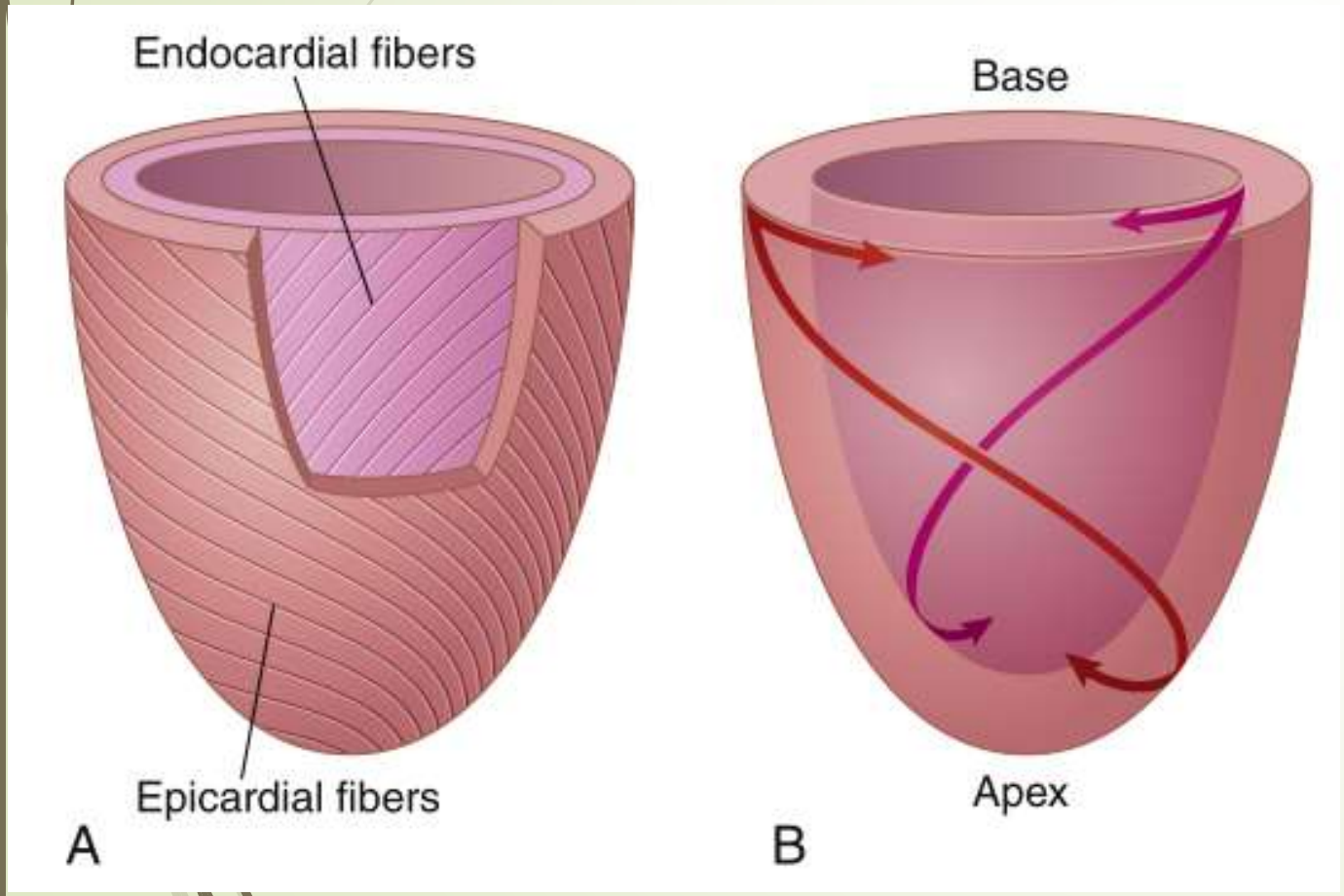
2- Histologie de la paroi cardiaque

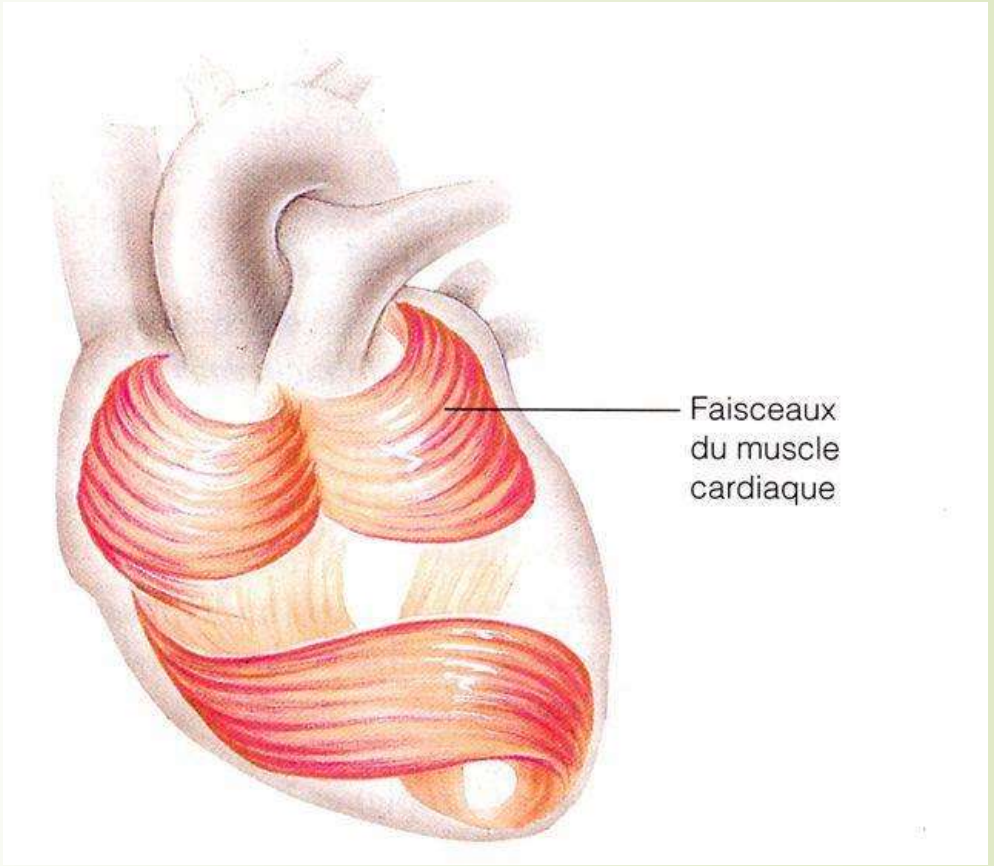
Endocarde : Fine couche d'endothélium qui tapisse la totalité de l'appareil circulatoire.

Myocarde: La couche la plus volumineuse, faite de cellules musculaires cardiaques sous forme de faisceaux disposés obliquement en spirale autour des cavités cardiaques.

Epicarde : Fin feuillet recouvrant le cœur.


Endocardium
Myocardium
Epicardium
Pericardial space
Pericardium
Parietal pericardium
Fibrous pericardium


Endocardial fibers
Epicardial fibers
A
Base
Apex
B


Faisceaux
du muscle
cardiaque

Les cellules du myocarde sont ramifiées (anastomosées) et leurs extrémités sont reliées entre elles par les disques intercalaires.

Dans ces disques ont trouve deux types de jonctions:

Desmosomes: connexions adhésives qui fixent les cellules les unes aux autres (assurent la cohésion entre les cellules).

Jonctions communicantes: endroits de faible résistance par où le potentiel d'action passe de cellule en cellule.

Certaines cellules cardiaques produisent des potentiels d'action en absence de stimulation nerveuse (cellules cardionectrices).

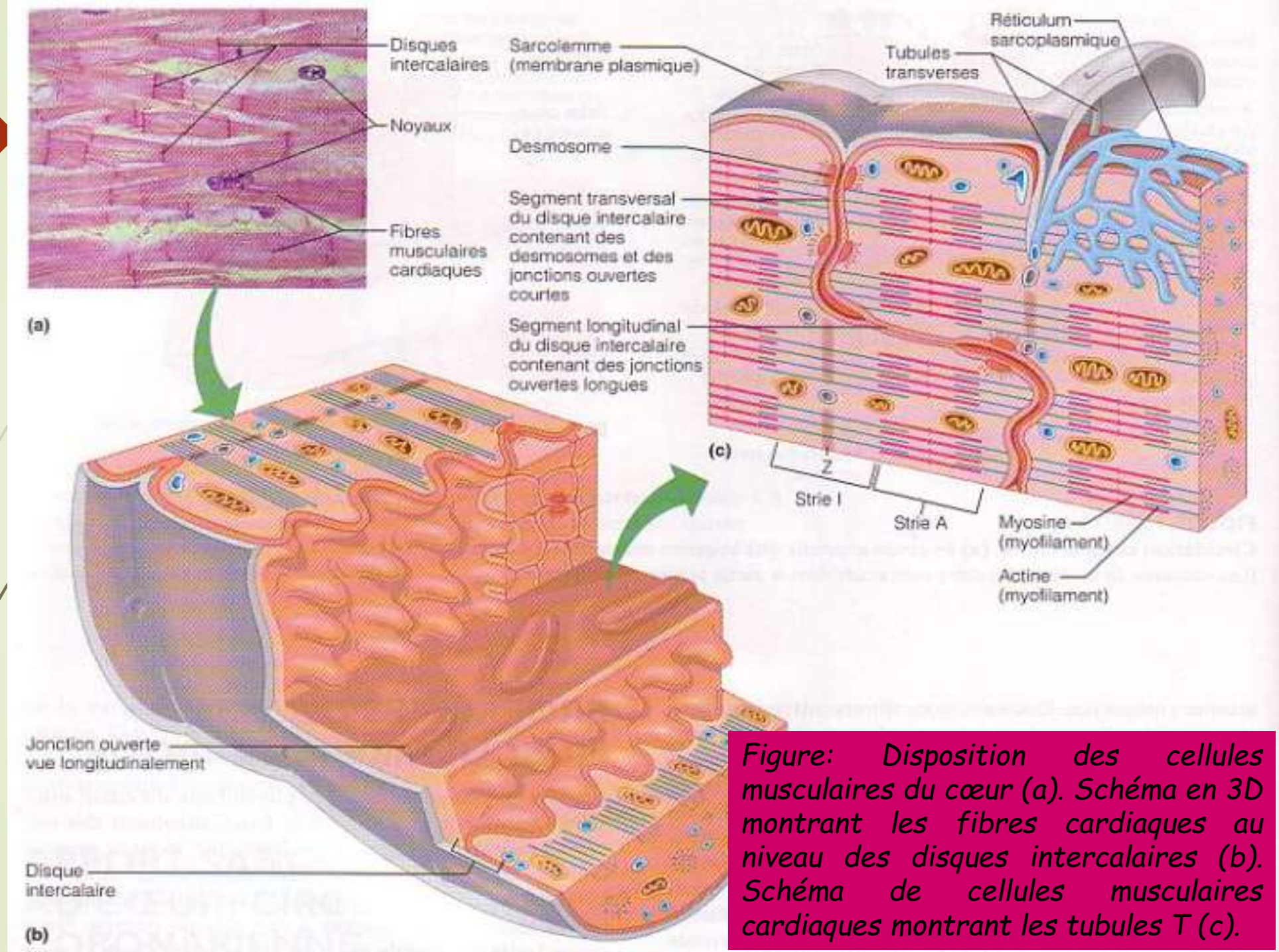


Figure: Disposition des cellules musculaires du cœur (a). Schéma en 3D montrant les fibres cardiaques au niveau des disques intercalaires (b). Schéma de cellules musculaires cardiaques montrant les tubules T (c).

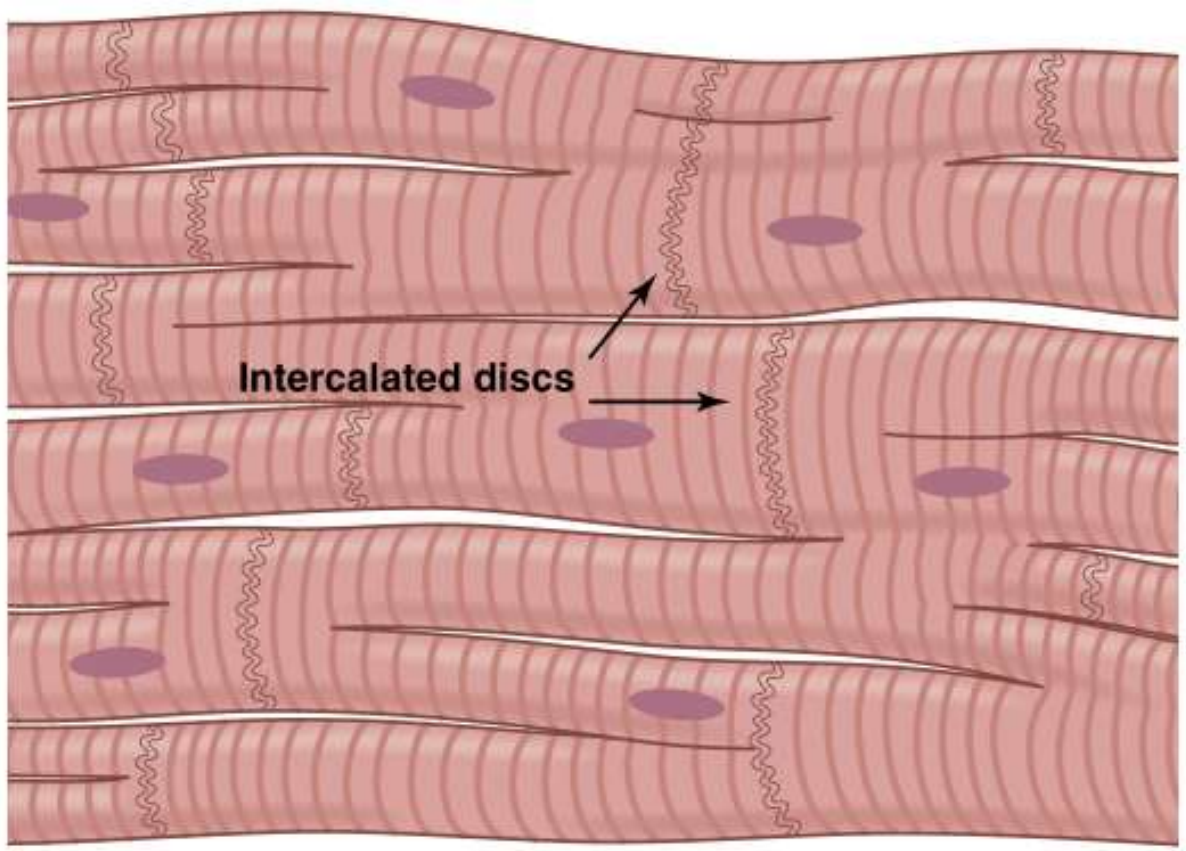
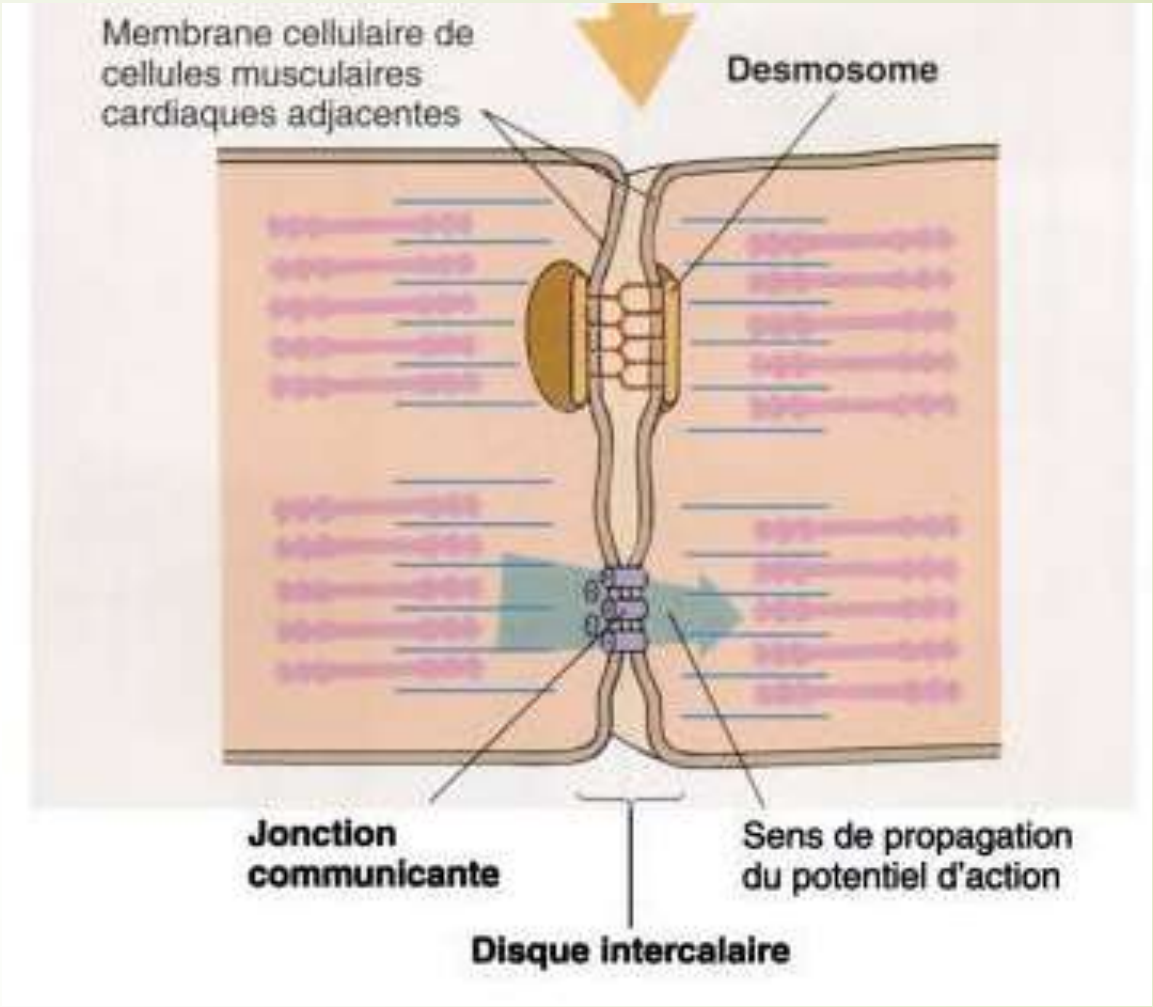


Figure 9-2. Syncytial interconnecting nature of cardiac muscle fibers.



les disques intercalaires contiennent deux types de jonctions spécialisées: les Desmosomes jouent le rôle de rivets attachant les cellules entre elles et les jonctions communicantes qui permettent la propagation de potentiel d'action de cellule en cellule.

3- Circulation systémique et circulation pulmonaire

Le sang de la circulation systémique revient au cœur par les grosses veines caves: V.C.S (moitié supérieure) et V.C.I (moitié inférieure) du corps.

Le sang qui entre dans l'oreillette droite revient des tissus (pauvre en O2 et riche en CO2) passe dans le ventricule droit qui le pompe dans l'artère pulmonaire:

* Artère pulmonaire gauche: irrigue le poumon gauche

* Artère pulmonaire droite: irrigue le poumon droit.

Dans les poumons: le sang perd le CO2 et se charge en O2 avant de gagner l'oreillette gauche par les veines pulmonaires

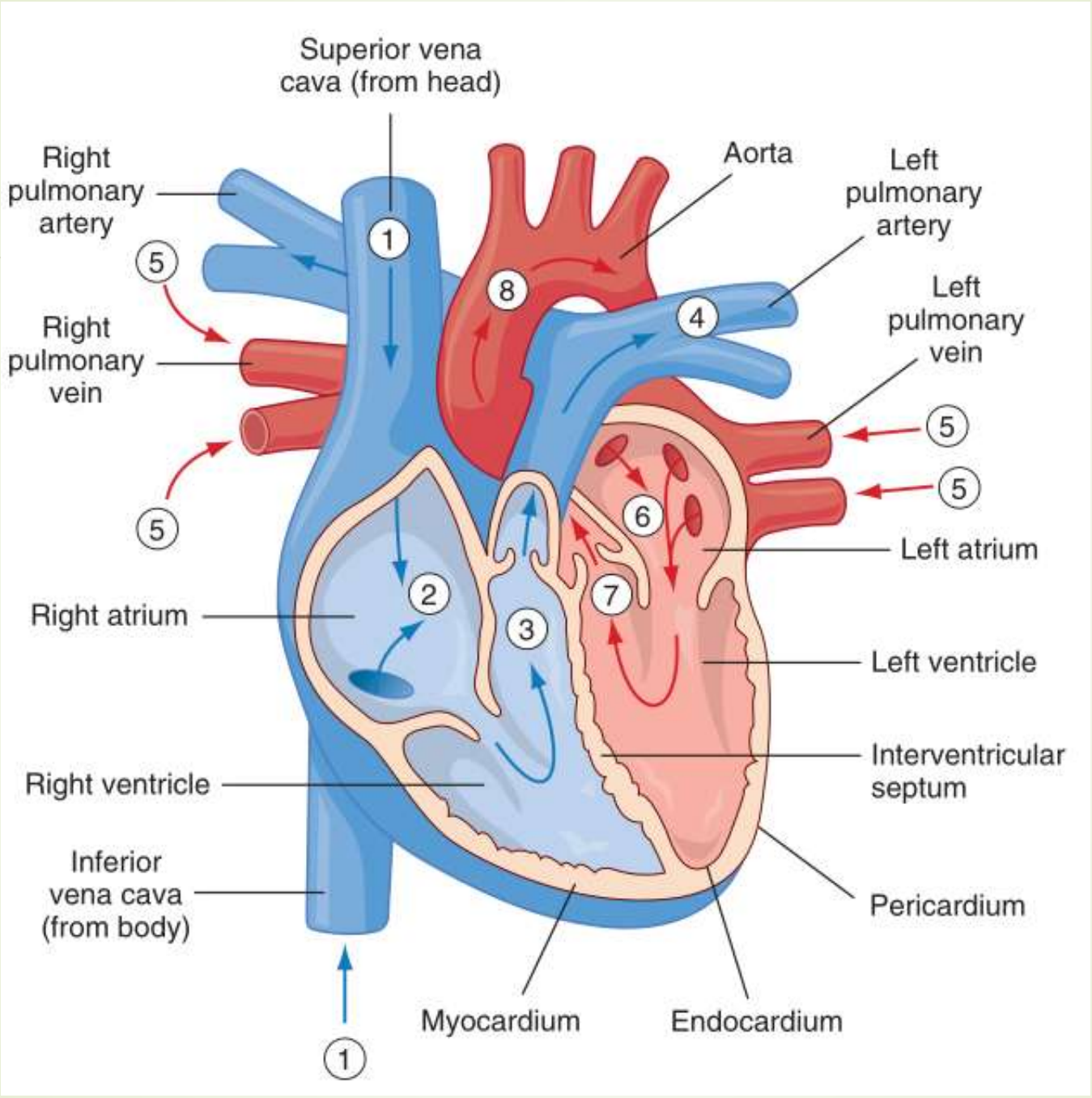
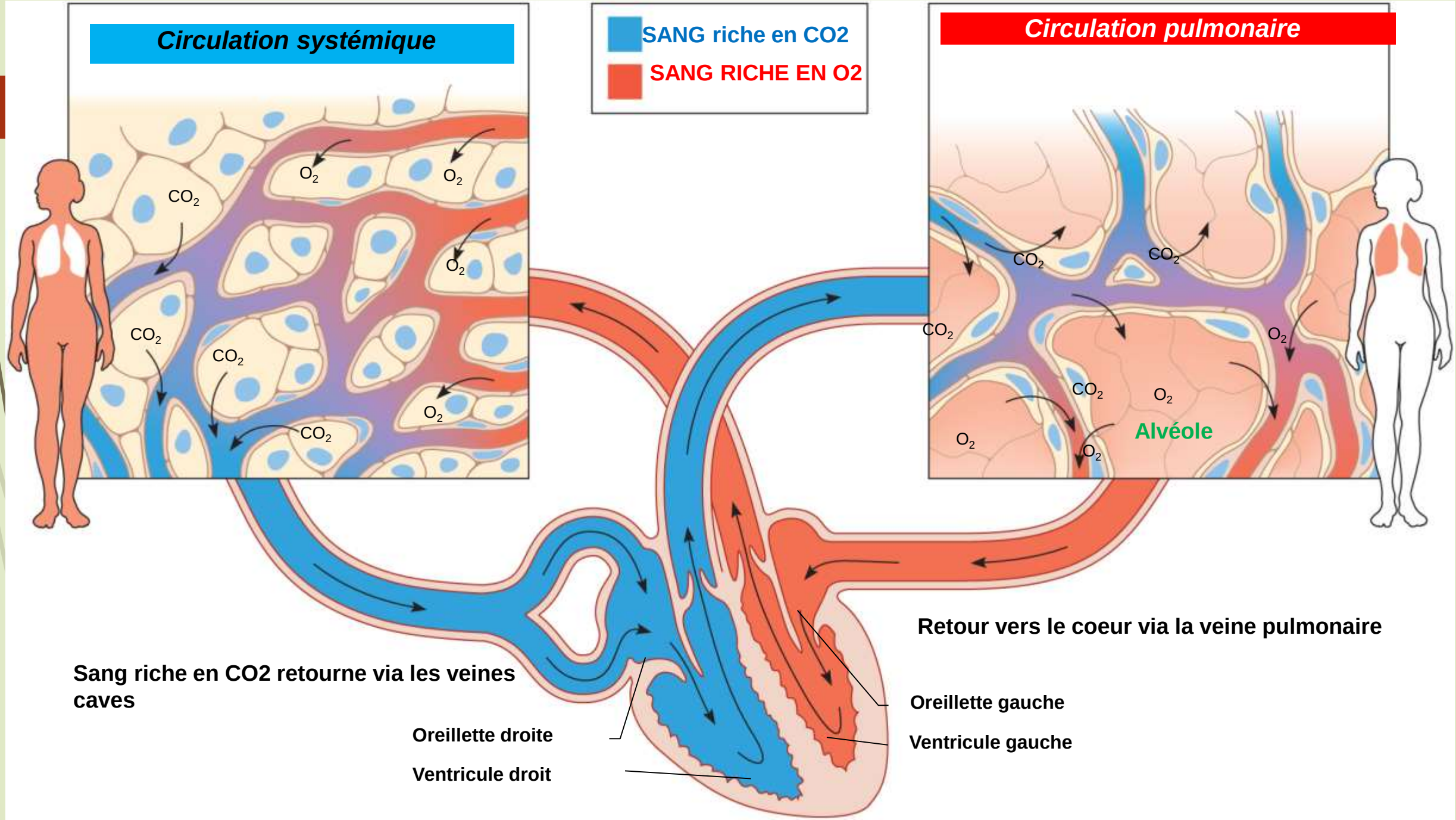


Figure 3: circuit du sang à l'intérieur du cœur.


Circulation systémique
SANG riche en CO2
SANG RICHE EN O2
Circulation pulmonaire
O_2
CO_2
Alvéole
Retour vers le coeur via la veine pulmonaire
Sang riche en CO2 retourne via les veines caves
Oreillette droite
Ventricule droit
Oreillette gauche
Ventricule gauche

Le sang riche en O2 arrive dans le ventricule gauche qui le propulse par l'aorte dans l'organisme (à l'exception des poumons) = circulation systémique.

La circulation systémique est la somme d'une série de petites circulations régionales disposées en parallèle. Chaque partie de l'organisme reçoit du sang oxygéné; le même sang artériel ne passe pas successivement d'un organe à l'autre.

4- Les valves cardiaques :

L'écoulement unidirectionnel du sang dans le cœur: oreillettes vers les ventricules et de ceux-ci vers les grosses artères.

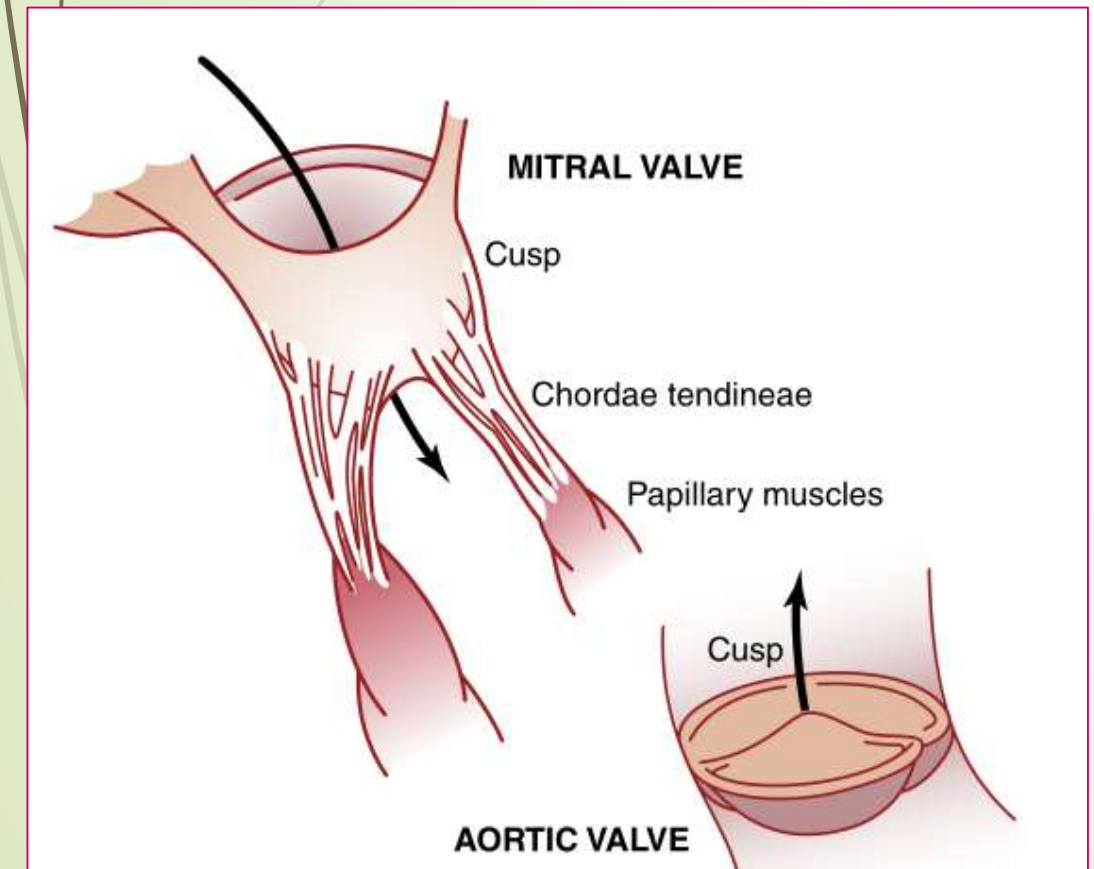
Le sens de l'écoulement imposé par quatre valves unidirectionnelles qui s'ouvrent et se ferment passivement sous l'influence de la différence de la pression.

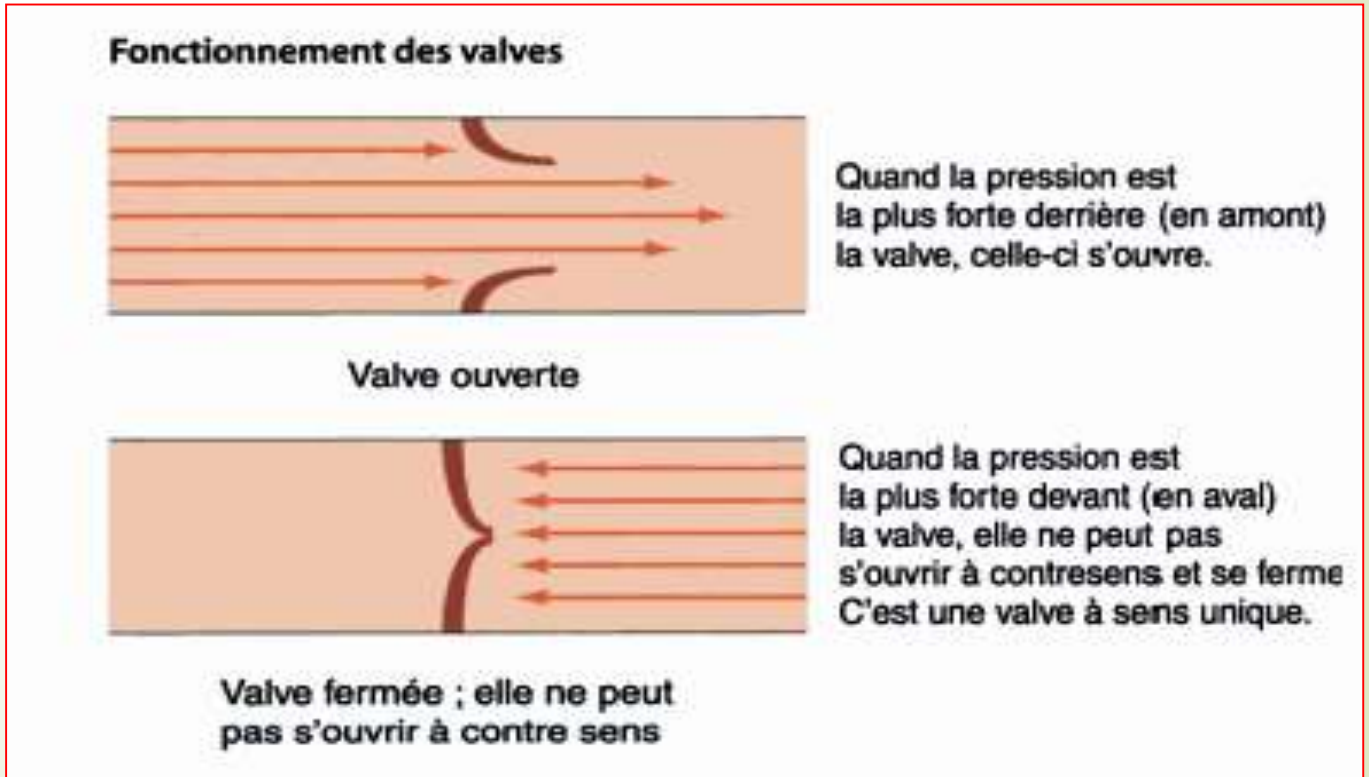
Quand la pression devant la valve est supérieure à la pression derrière, la valve s'ouvre et inversement quand la pression derrière est supérieure, la valve se referme.

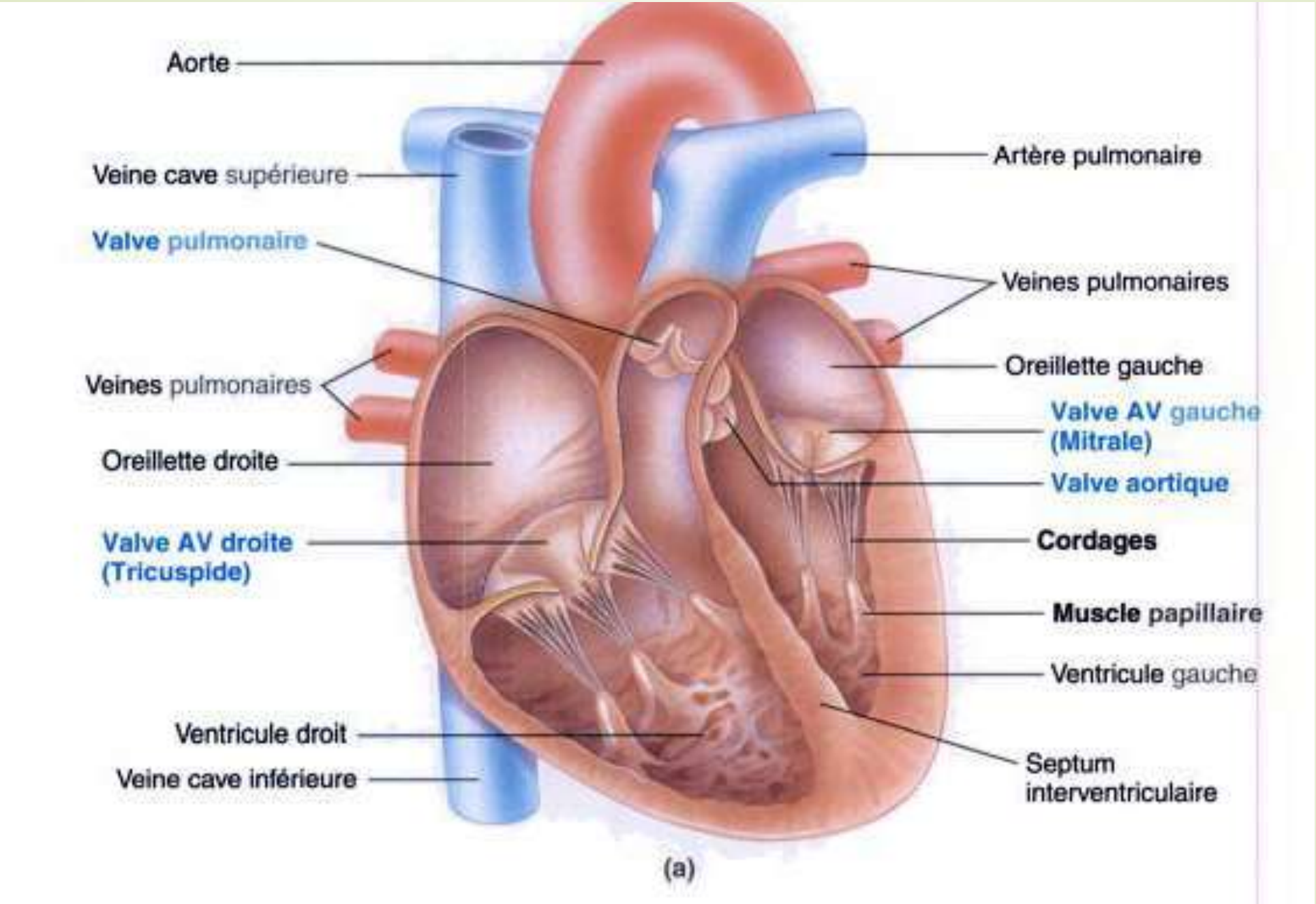
02 valves auriculo-ventriculaires droite et gauche (entre l'oreillette et le ventricule).

02 valves: aortique et pulmonaire, situées à la jonction des grosses artères et des ventricules correspondants.

Il ya pas de valves entre les veines et les oreillettes.







coupe longitudinale du cœur montrant la position des 4 valves cardiaques.

5- Automatisme cardiaque:

Cellules cardionectrices:

Cellules autorythmiques, leur rôle est de générer et de conduire le potentiel d'action responsable de l'excitation des cellules contractiles.

Syncytium fonctionnel:

Le potentiel d'action né spontanément dans une cellule gagne toutes les cellules qui se contractent toutes ensemble et en même temps. (Les oreillettes et les ventricules sont des syncytiums distincts)

Loi du tout ou rien:

Le cœur se contracte en masse ou ne se contracte pas, la contraction partielle du cœur est impossible.

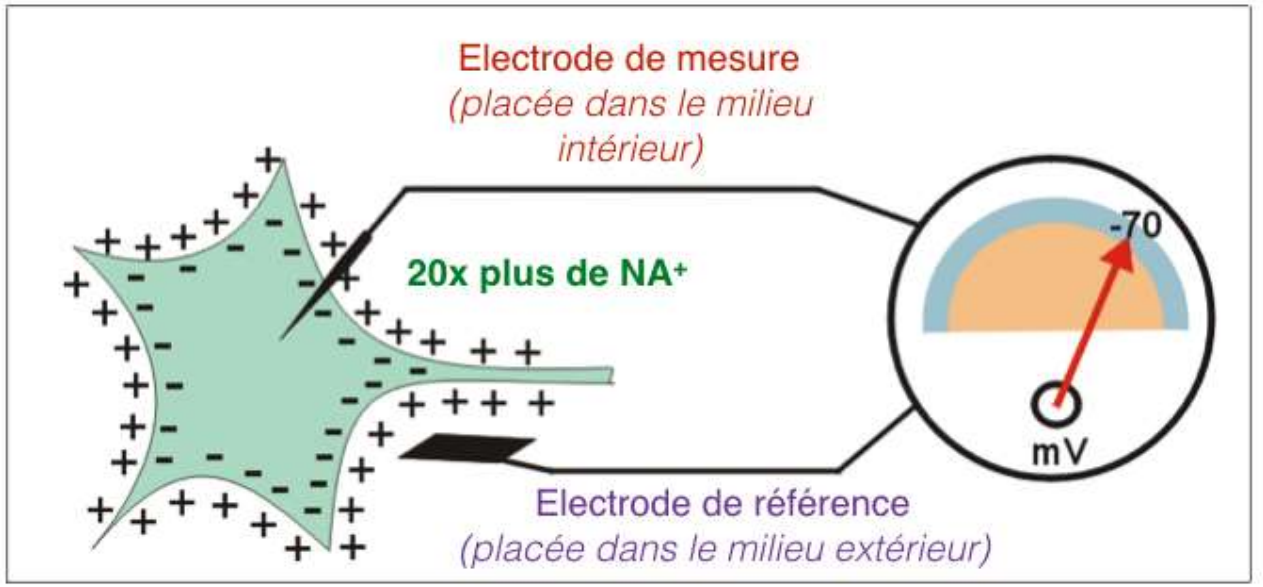
a- Activité ‘’pacemaker’’:

Au repos, le potentiel de membrane des cellules autorythmiques est instable.

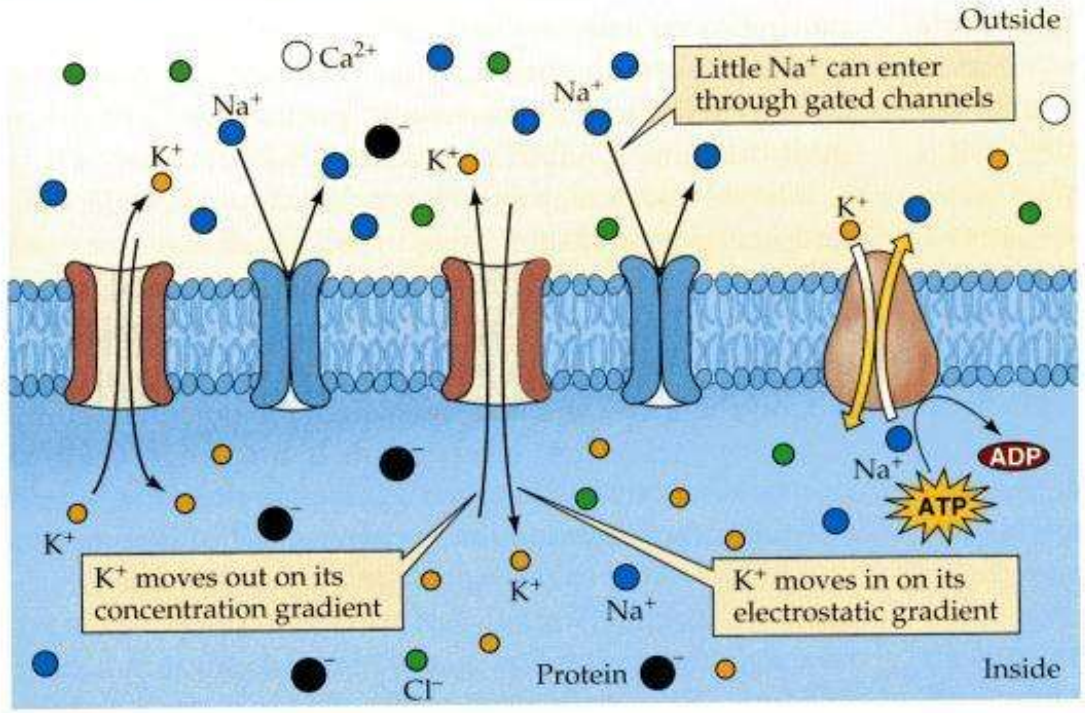
Modifications des flux ioniques passifs dues aux changements spontanés de la perméabilité des canaux ioniques,

Dépolarisation progressive jusqu’à ce qu’un seuil soit atteint ce qui donne naissance à un potentiel d’action = potentiel pacemaker.

(En absence de toute stimulation nerveuse, les cycles répétés de dépolarisations et de potentiels d’action propagés à l’ensemble du cœur sont responsables de battements)



	Units of concentration				
	Na^+	K^+	Cl^-	Ca^{2+}	$^-$ Protein
Outside cell	440	20	560	10	few
Inside cell	50	400	40–150	0.0001	many



Potentiel de membrane: répartition inégale des charges électriques de part et d'autre de la membrane cellulaire.

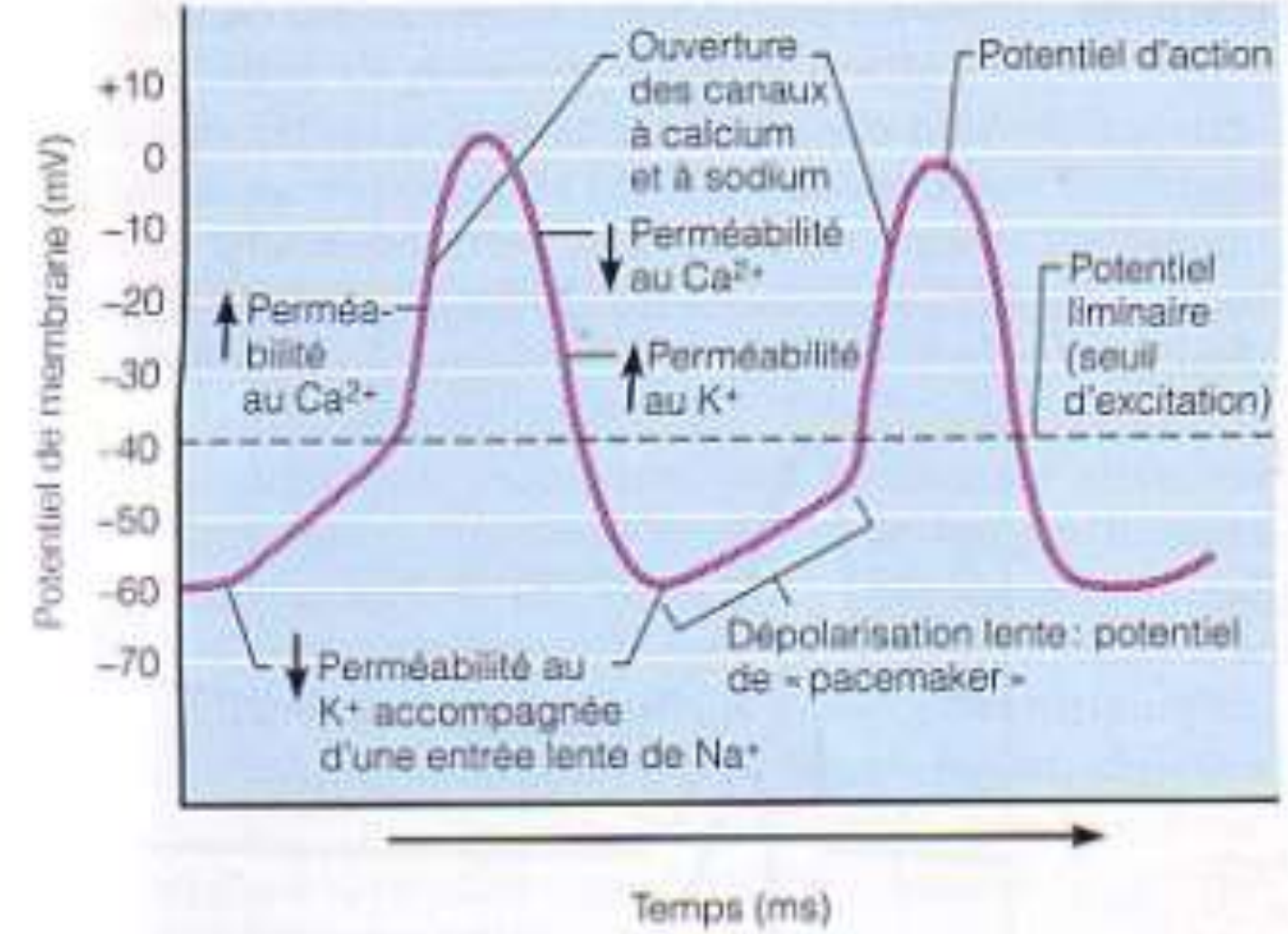


FIGURE 19.13
Potentiel de «pacemaker» et potentiel d'action des cellules cardionectrices.

Figure 11: activité pacemaker d'une cellule autorythmique.

2-Cellules cardiaques à activité ‘’pacemaker’’:

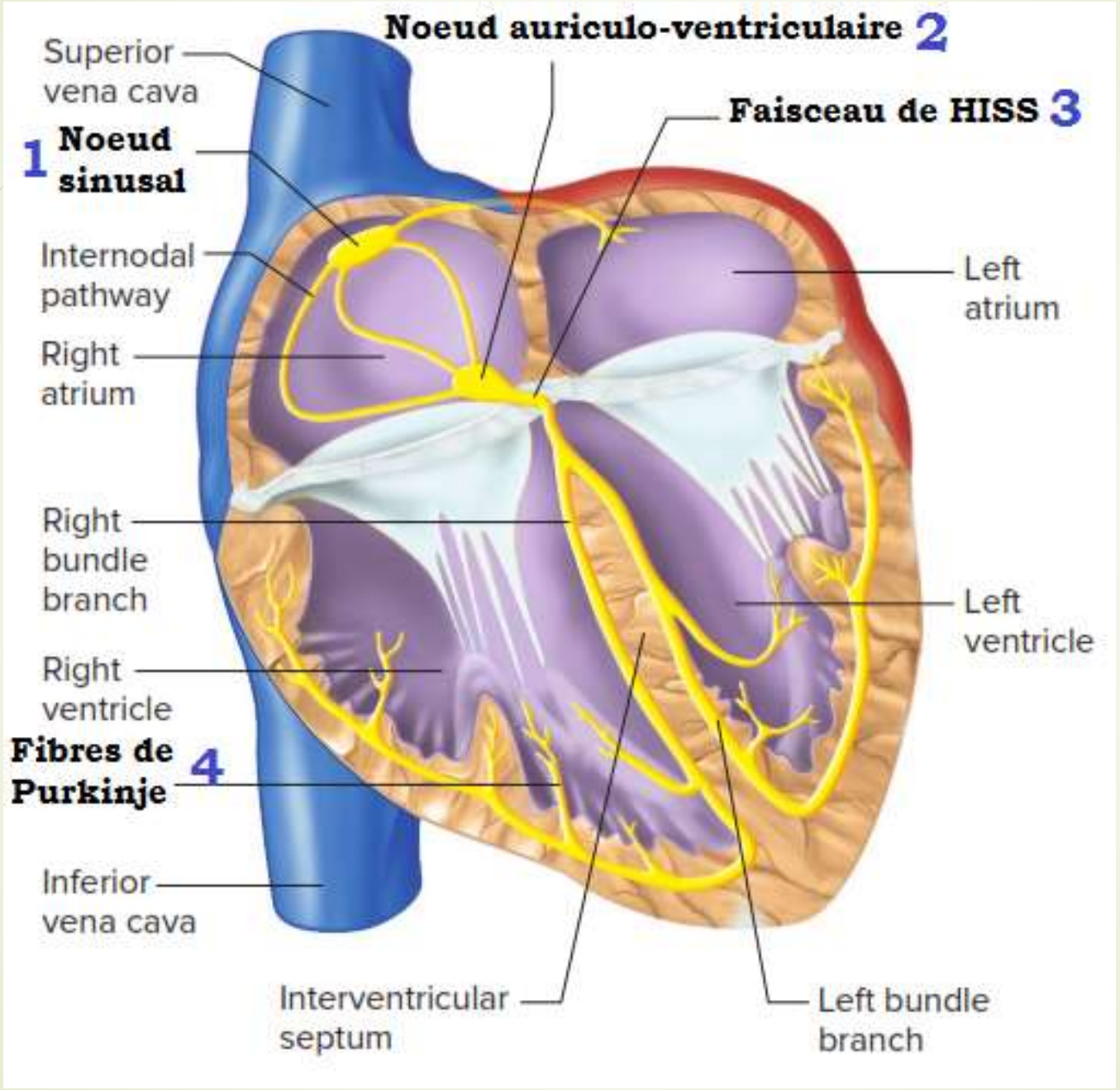
Nœud sinusal (nœud SA): petit groupe de cellules situés dans la paroi de l’oreillette droite prés de l’embouchure de la veine cave supérieure.

Nœud auriculo-ventriculaire (nœud AV): petit groupe de cellule situé au plancher de l’oreillette droite.

Faisceau de His: faisceau de cellules spécialisées naissant du nœud AV passant dans la partie haute du septum jusqu’à la pointe du cœur qu’elles dépassent pour remonter vers les oreillettes.

Fibres de Purkinje: naissent des branches des faisceau de His et se distribuent à l’ensemble du myocarde des ventricules.

Système de conduction spécialisé du cœur



vitesse de dépolarisation des cellules autorythmiques

Niveau	Potentiel d'action/min
Nœud Sinusal	70-80
Nœud Auriculo-ventriculaire	40-60
Faisceau de His et fibres de purkinje	20-40

Les cellules du nœud SA ont la fréquence la plus élevée (70-80/min): tout le cœur est excité et bat à la fréquence imposée par le nœud SA.

c- Propagation de l'excitation cardiaque:

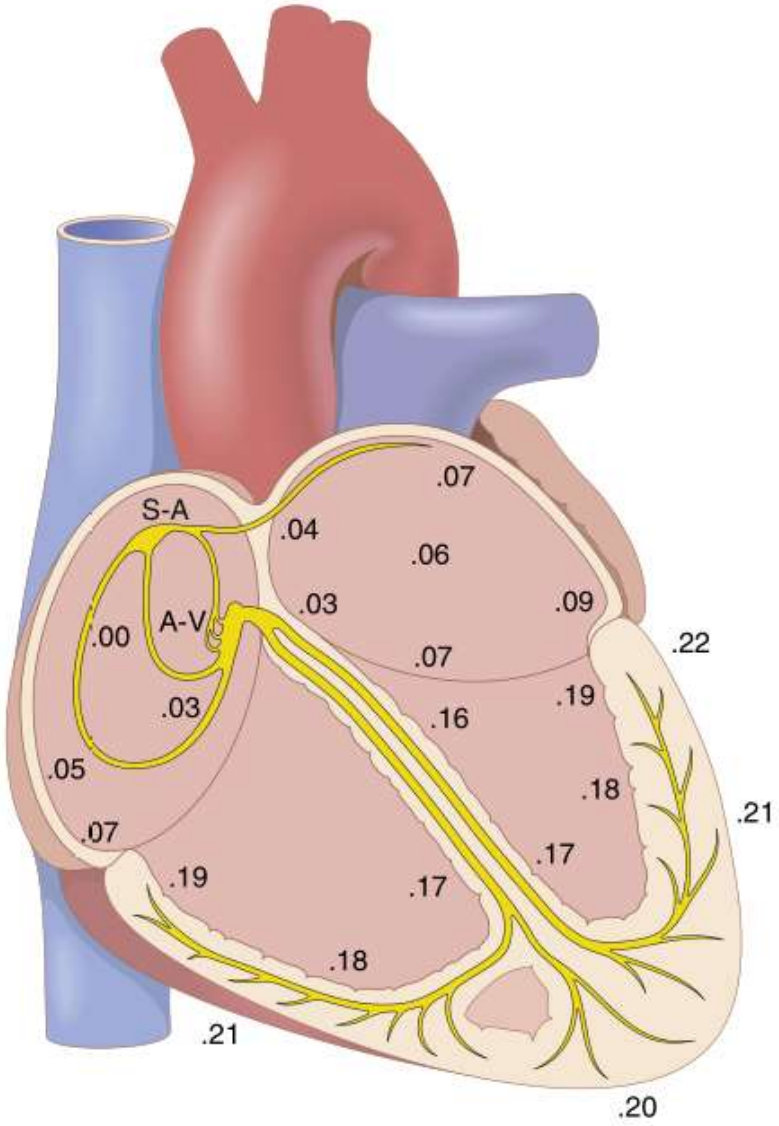


Figure 10-4 Transmission of the cardiac impulse through the heart, showing the time of appearance (in fractions of a second after initial appearance at the sinoatrial node) in different parts of the heart.

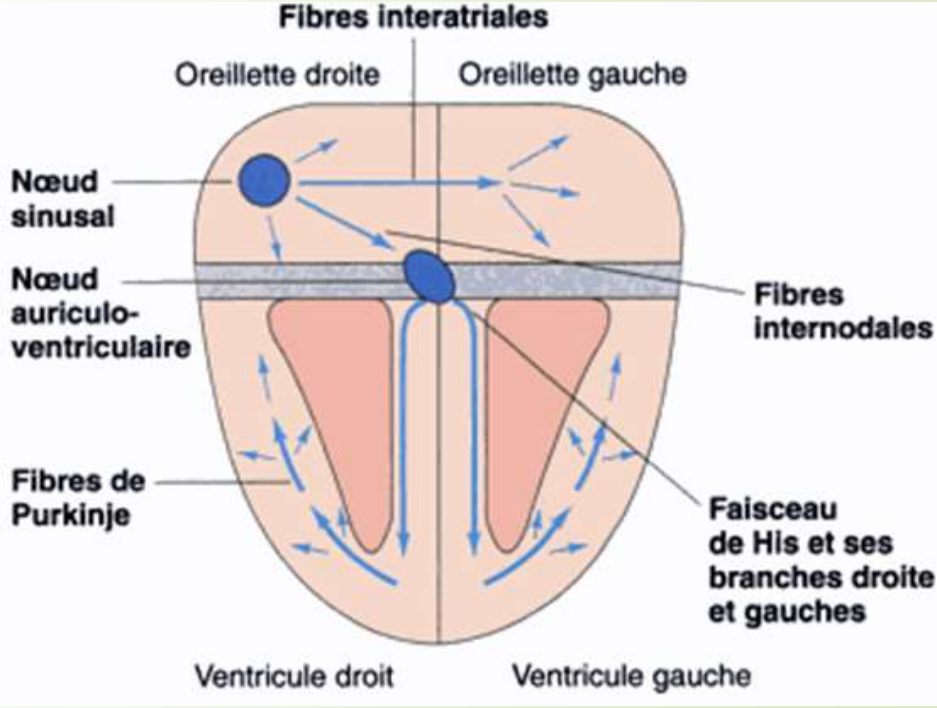
C-1: Excitation des oreillettes:

- Le potentiel d'action né dans le nœud sinusal gagne l'ensemble des oreillettes par les jonctions communicantes.

- Deux voies accélèrent la conduction dans les oreillettes:

Les fibres interatriales: du nœud sinusal à l'oreillette gauche, elles synchronisent donc la contraction des deux oreillettes.

Fibres internodales: du nœud sinusal au nœud AV (le seul point de passage possible du PA des oreillettes aux ventricules).



C-2: Excitation des ventricules:

- Le passage du PA dans le nœud AV est relativement lent. Le retard ***(délai nodal)*** est de l'ordre de 100ms (il donne au ventricule le temps d'achever son remplissage).
- L'excitation chemine rapidement dans le faisceau de His, ses branches et les fibres de Purkinje pour atteindre tout le myocarde ventriculaire et permet une contraction coordonnée (des deux ventricules).

6- Potentiel d'action des cardiomyocytes:

Repos: Potentiel de membrane stable (-90mv).

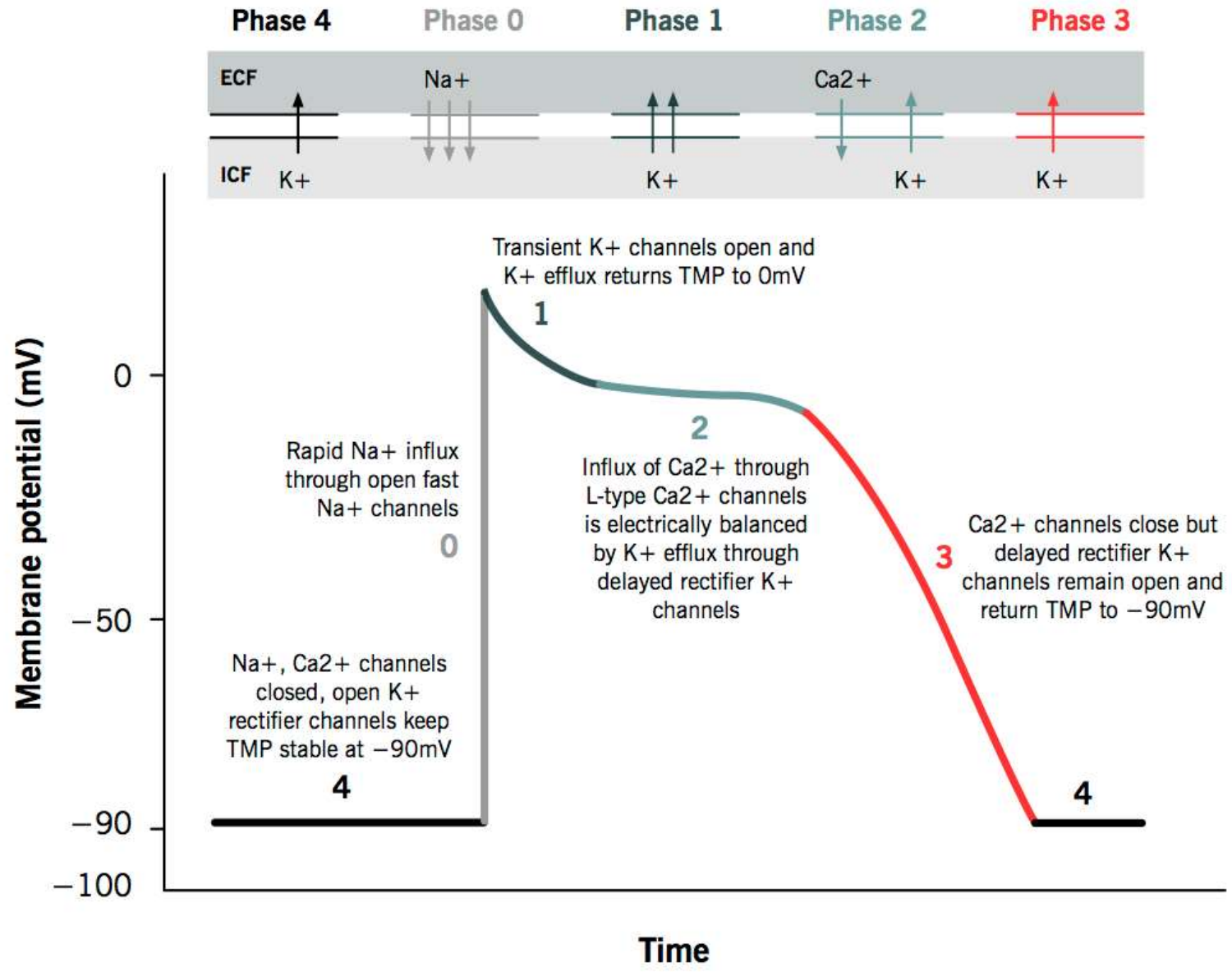
Excitation: le potentiel de membrane passe à +30mv: entrée rapide du Na+ (activation des canaux Na+).

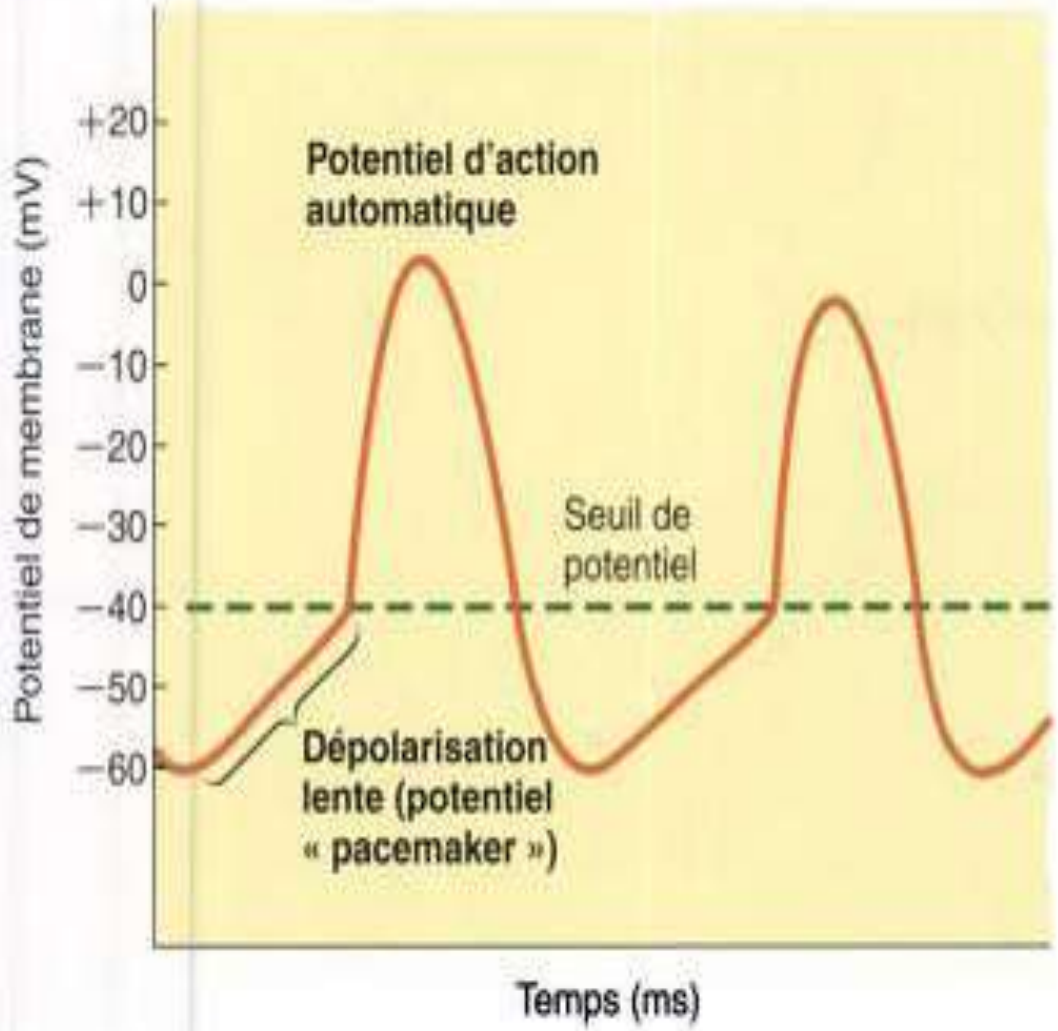
Plateau: le potentiel reste accroché à cette valeur positive (+30mv) pendant quelques 100aines de ms: activation des canaux Ca2+ lents voltages dépendants.

Phase descendante: est due à l'activation des canaux Ca2+ et l'activation des canaux K+ voltage dépendant. Le Retour au potentiel de repos est du à la sortie rapide de K+ hors de la cellule.

Action potential of cardiac muscles

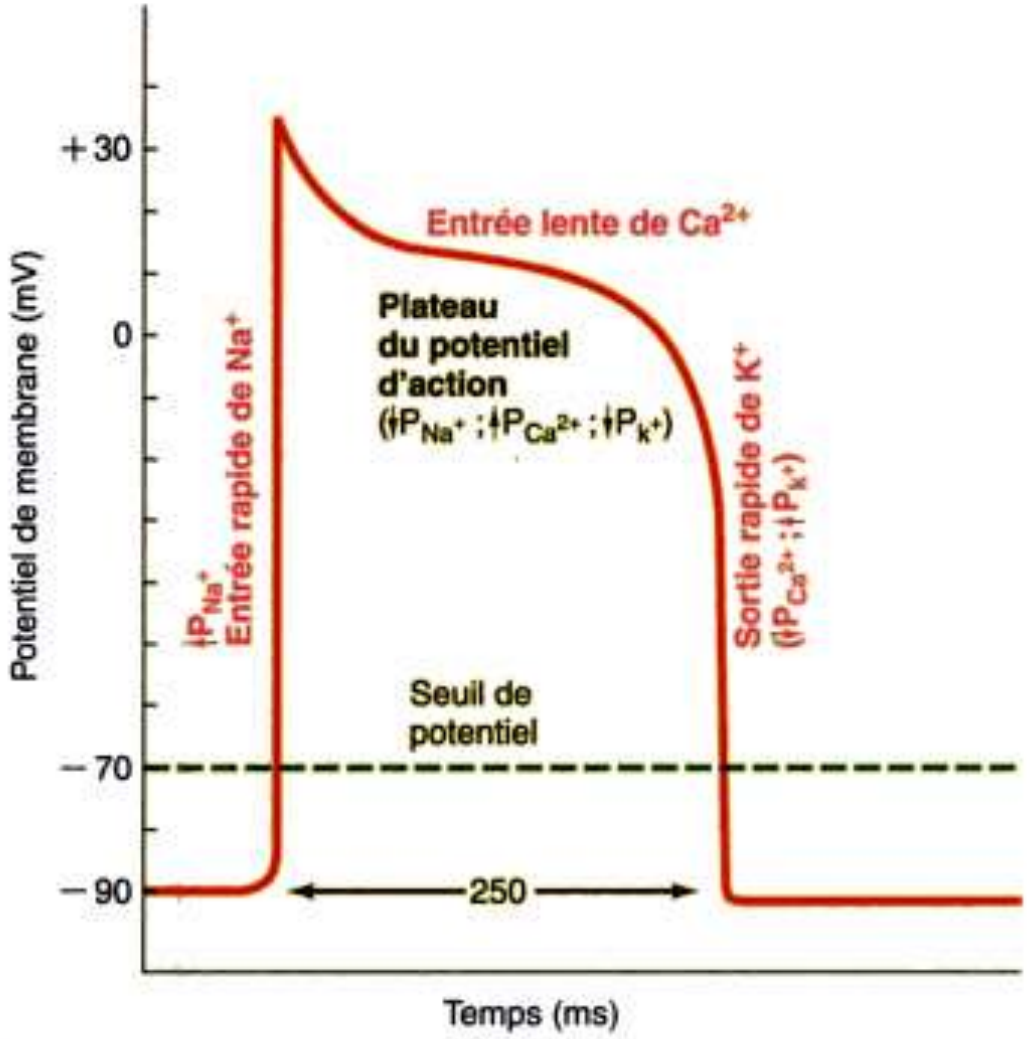
Grigoriy Ikonnikov and Eric Wong





● **FIGURE 9-6**

Activité pacemaker d'une cellule automatique



● **FIGURE 9-10**

Potentiel d'action d'une cellule musculaire contractile des ventricules
Le potentiel d'action des cellules contractiles est très différent de celui d'une cellule « pacemaker » (comparer à la ● figure 9-6)

Couplage excitation-contraction:

Dans les cellules contractiles cardiaques, les canaux calciques sont situés au niveau des tubules T (s'ouvrent pendant le potentiel d'action).

- Il y a aussi diffusion de Ca^{2+} du liquide extracellulaire vers le cytosol.
- L'entrée de Ca^{2+} entraine l'ouverture des canaux Ca^{2+} situés dans le R.E: l'entrée d'une petite quantité entraine la libération d'une grande quantité de Ca^{2+} à partir du stock intracellulaire.
- Le Ca^{2+} cytosolique se lie à la troponine C, découvrant les site de fixation de la myosine sur l'actine et la formation de liens entre l'actine et la myosine.

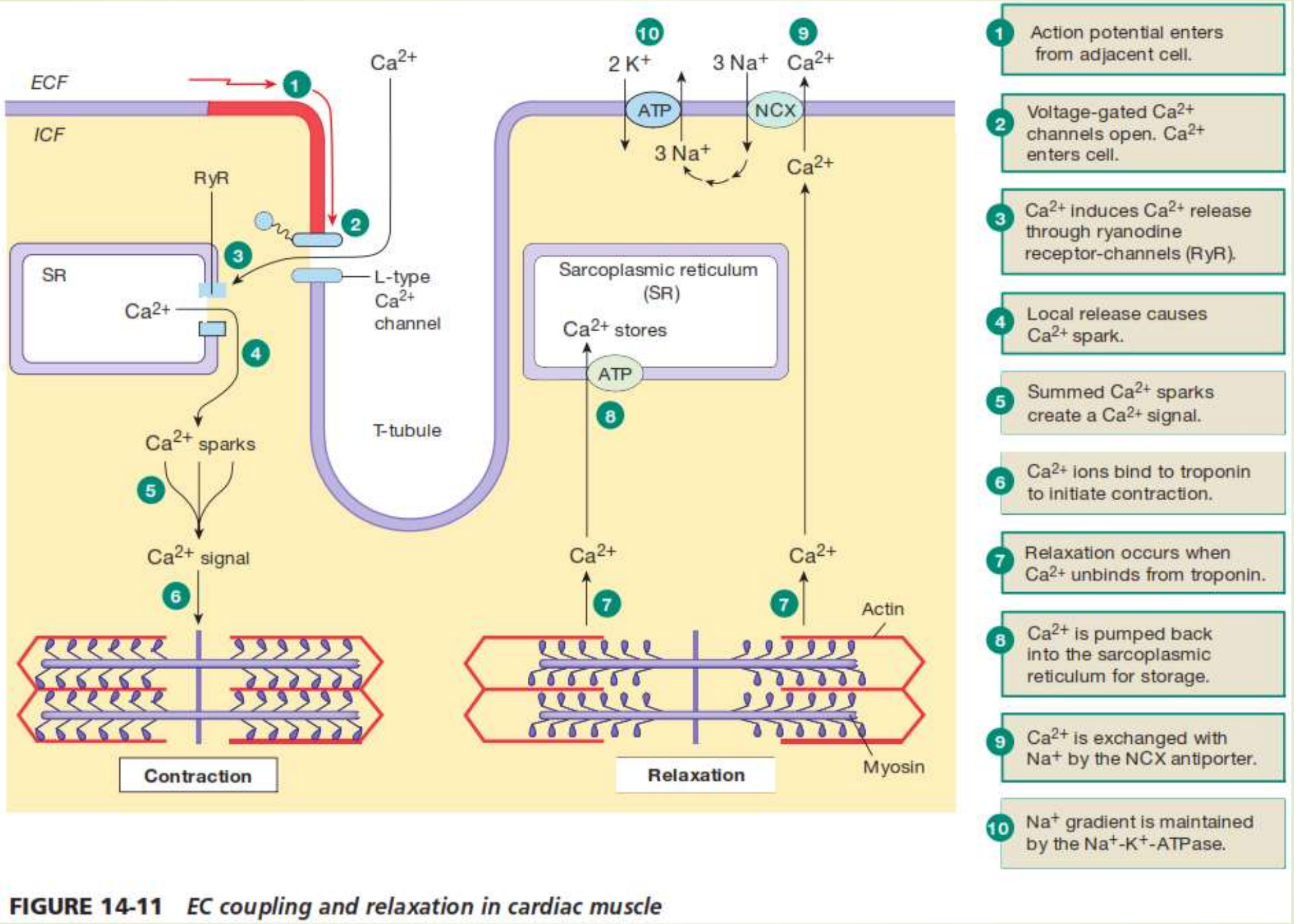
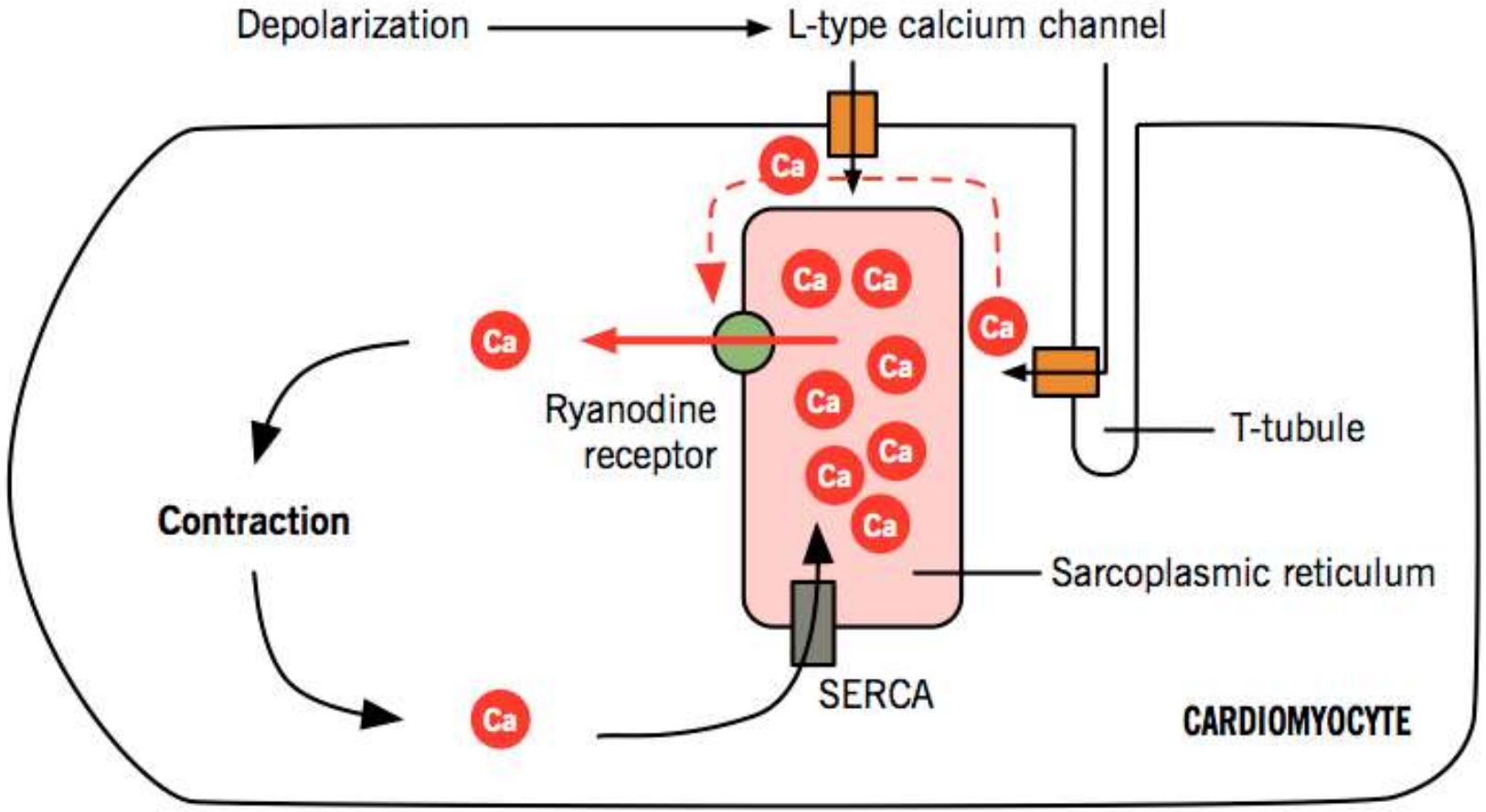


FIGURE 14-11 *EC coupling and relaxation in cardiac muscle*

Calcium-induced calcium release

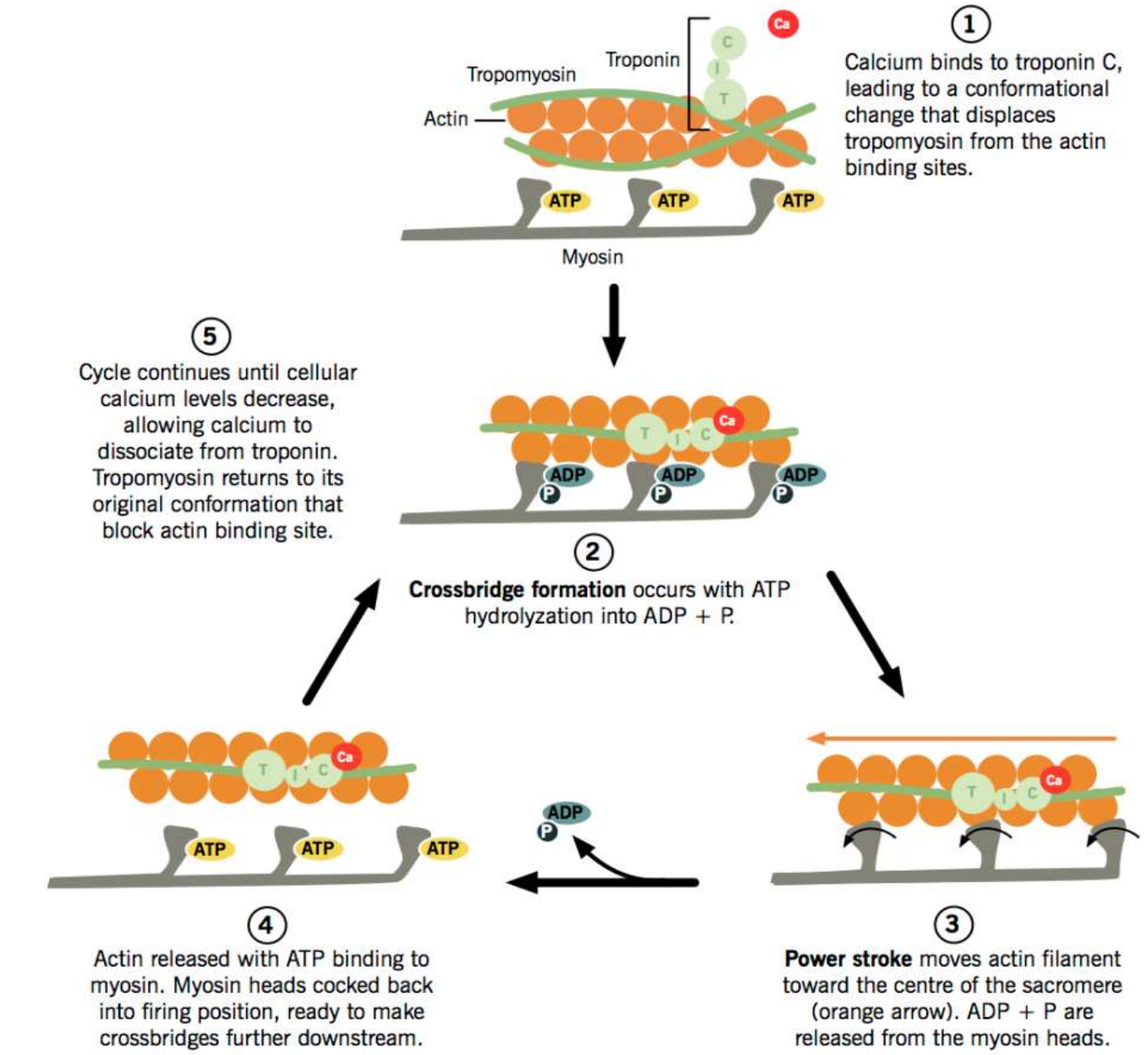
Grigoriy Ikonnikov and Eric Wong

After a depolarization via sodium channels, calcium enters the cardiomyocyte via L-type calcium channels (orange). Calcium then activates **ryanodine receptors** (green) on the sarcoplasmic reticulum (SR). This special receptor senses intracellular calcium and triggers calcium release from the SR to further increase calcium availability in the cell. As the contraction ends, intracellular calcium returns to the SR via the SERCA calcium channel (grey).



Cardiomyocyte contractile cycle

Grigoriy Ikonnikov and Eric Wong



1. Calcium binds to troponin C, leading to a conformational change that displaces tropomyosin from the actin binding sites.

2. **Crossbridge formation** occurs with ATP hydrolyzation into ADP + P.

3. **Power stroke** moves actin filament toward the centre of the sacromere (orange arrow). ADP + P are released from the myosin heads.

4. Actin released with ATP binding to myosin. Myosin heads cocked back into firing position, ready to make crossbridges further downstream.

5. Cycle continues until cellular calcium levels decrease, allowing calcium to dissociate from troponin. Tropomyosin returns to its original conformation that block actin binding site.

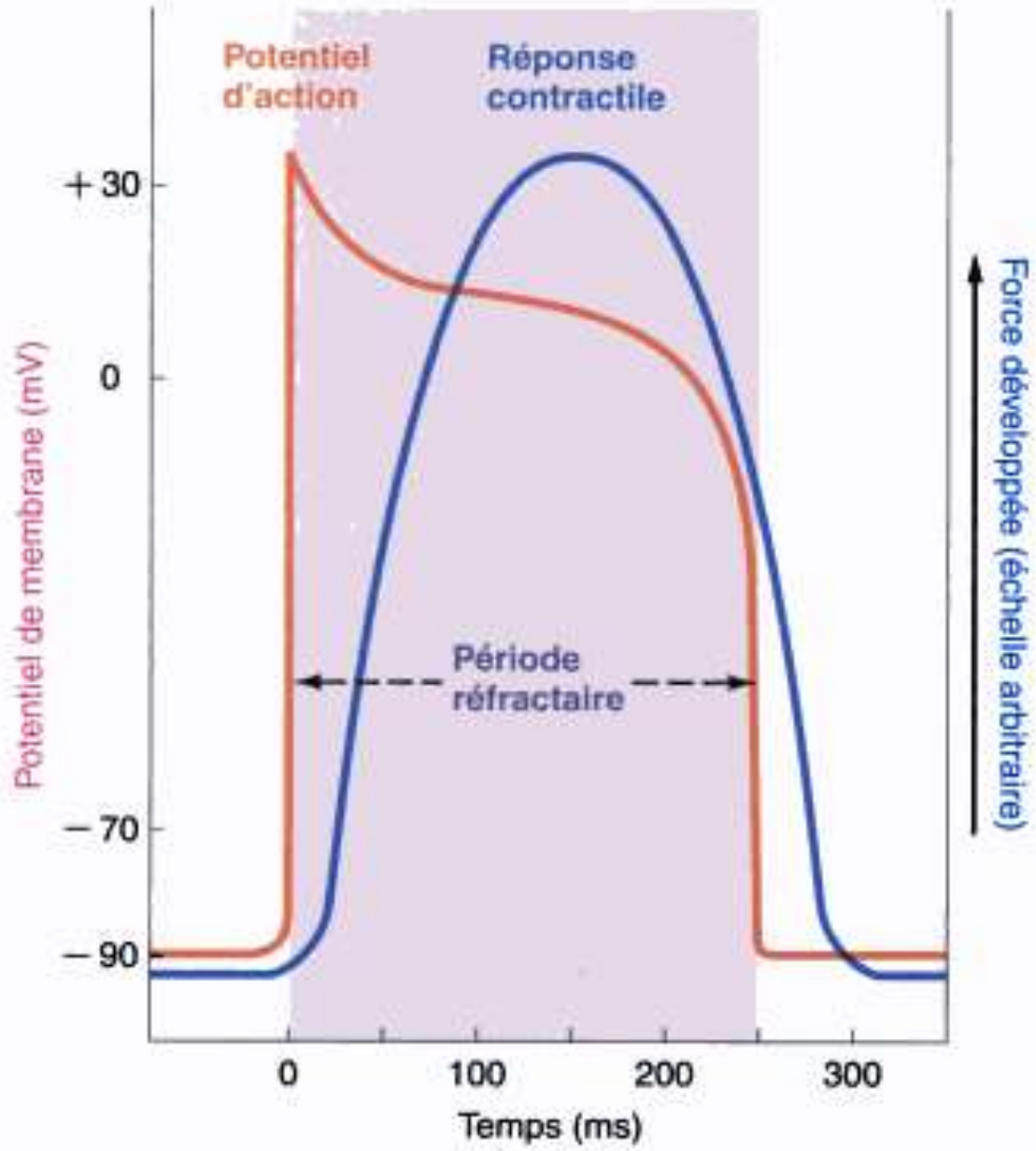
4-2-Période réfractaire du muscle cardiaque:

Le muscle cardiaque a une période réfractaire, durant laquelle, un nouveau potentiel d'action est impossible tant que la membrane excitable n'a pas récupérée.

La période réfractaire du myocarde=250ms. (aussi longue que la durée de la contraction qui dure 300ms). Ce qui empêche la sommation des contractions (tétanos du cœur).

Elle permet également aux ventricules de se vider du sang avant le début de la contraction suivante: alternance de périodes de contraction (vidange) et de relâchement (remplissage) des ventricules.

Relation entre le potentiel d'action et la période réfractaire d'une part et la durée de la contraction du muscle cardiaque d'autre part



ECG: activité électrique cardiaque

Les courants issus de l'activité électrique du cœur (dépolarisation et repolarisation) sont conduits par les liquides de l'organisme et circulent dans les tissus entourant le cœur.

Une partie de ces courants atteint la surface du corps. Elle peut être enregistrée à l'aide d'électrodes enregistreuses placées à des endroits bien déterminés du corps. L'enregistrement = ECG (Electrocardiogramme).

Sur un tracé normal, on distingue 3 ondes successives:

P: la dépolarisation des oreillettes.

QRS: correspond à la dépolarisation des ventricules.

T: correspond à la repolarisation des ventricules.

Repolarisation des oreillettes???

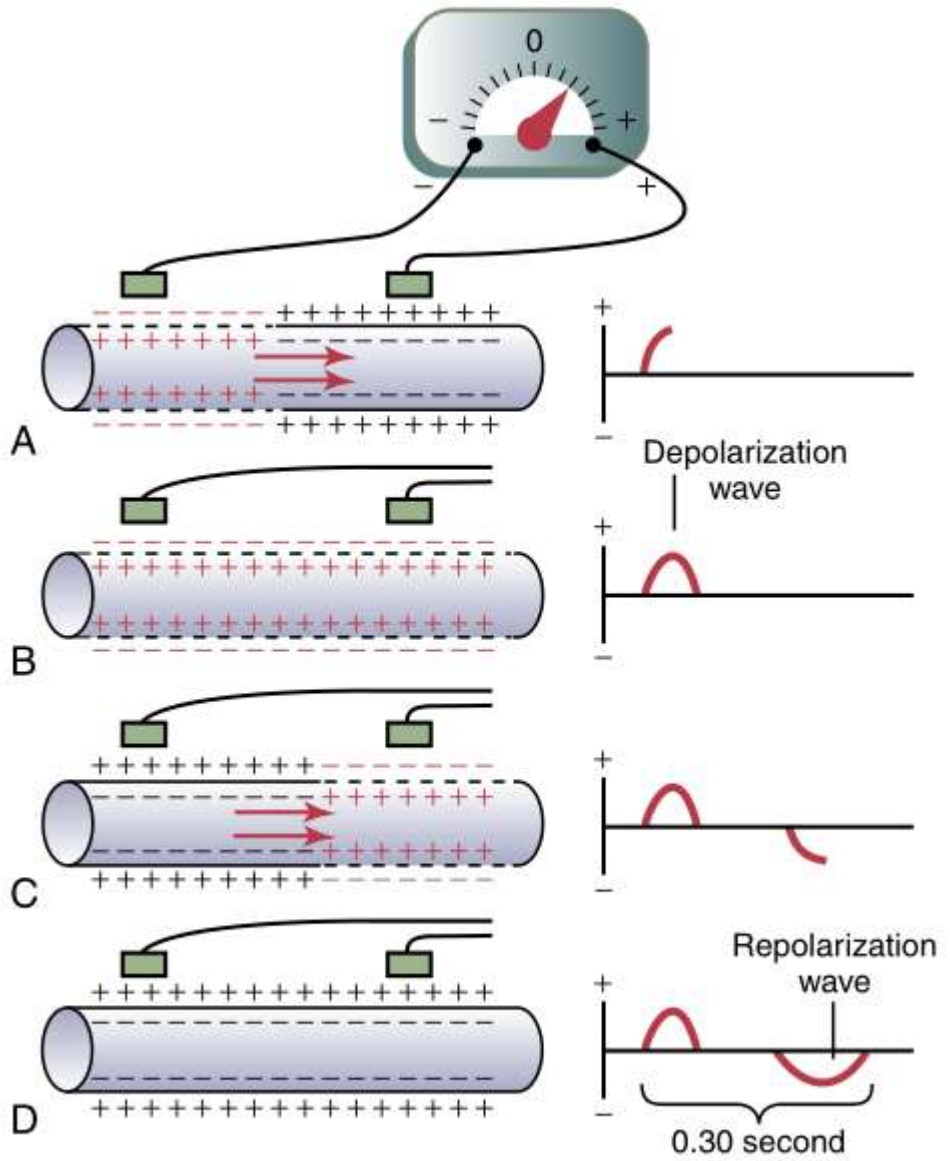
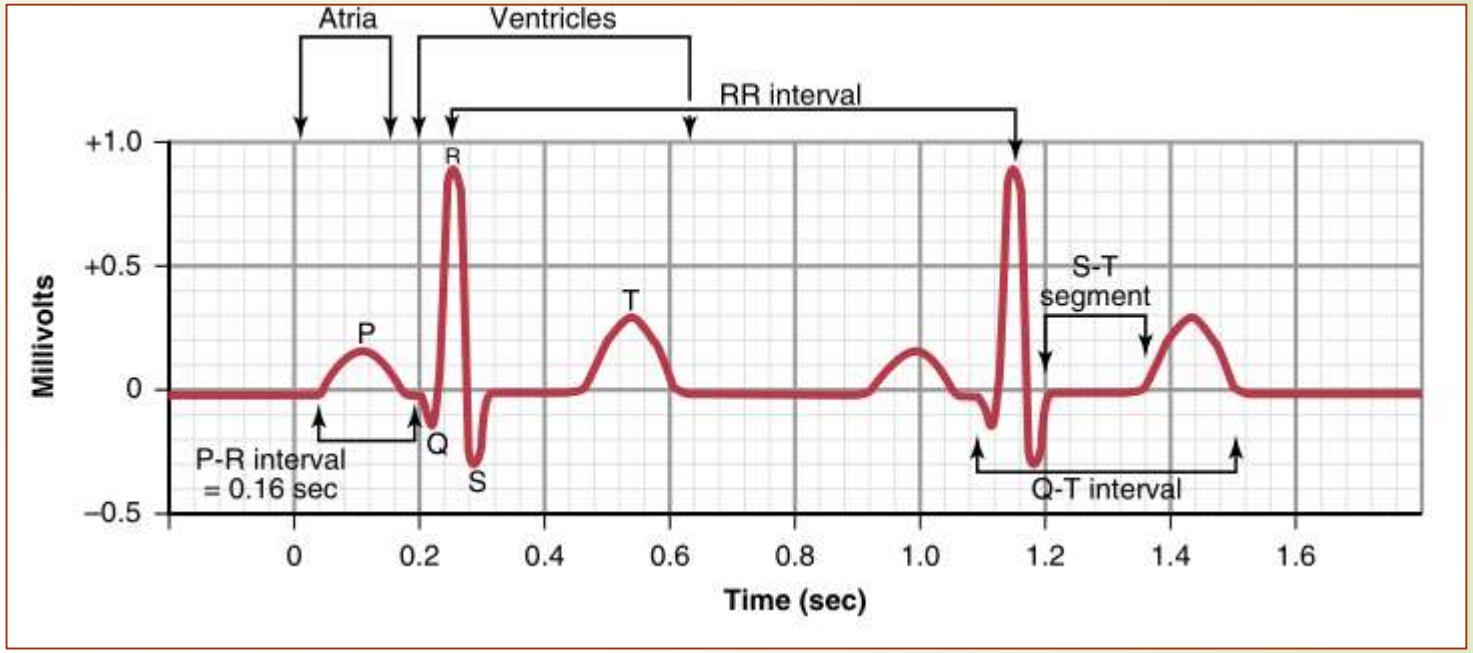


Figure 11-2. Recording the depolarization wave (**A** and **B**) and the repolarization wave (**C** and **D**) from a cardiac muscle fiber.



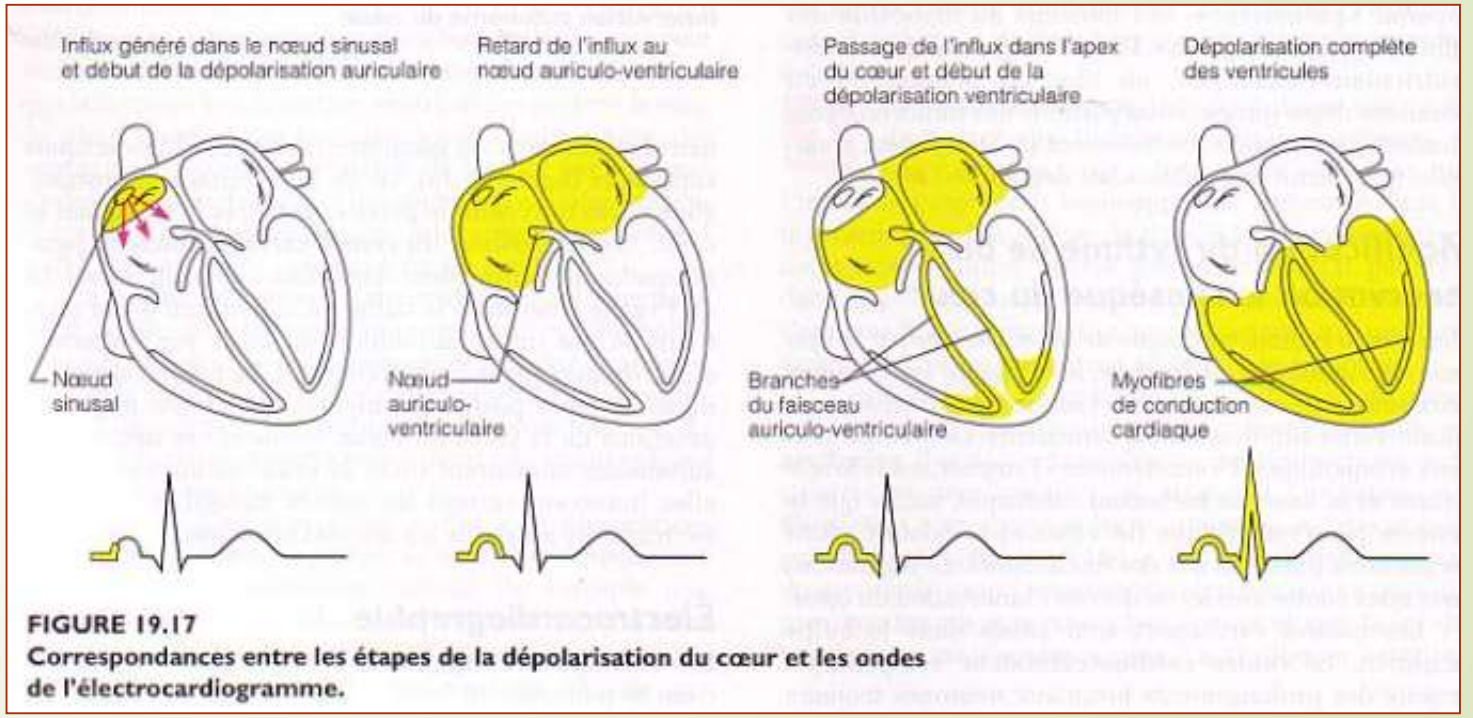


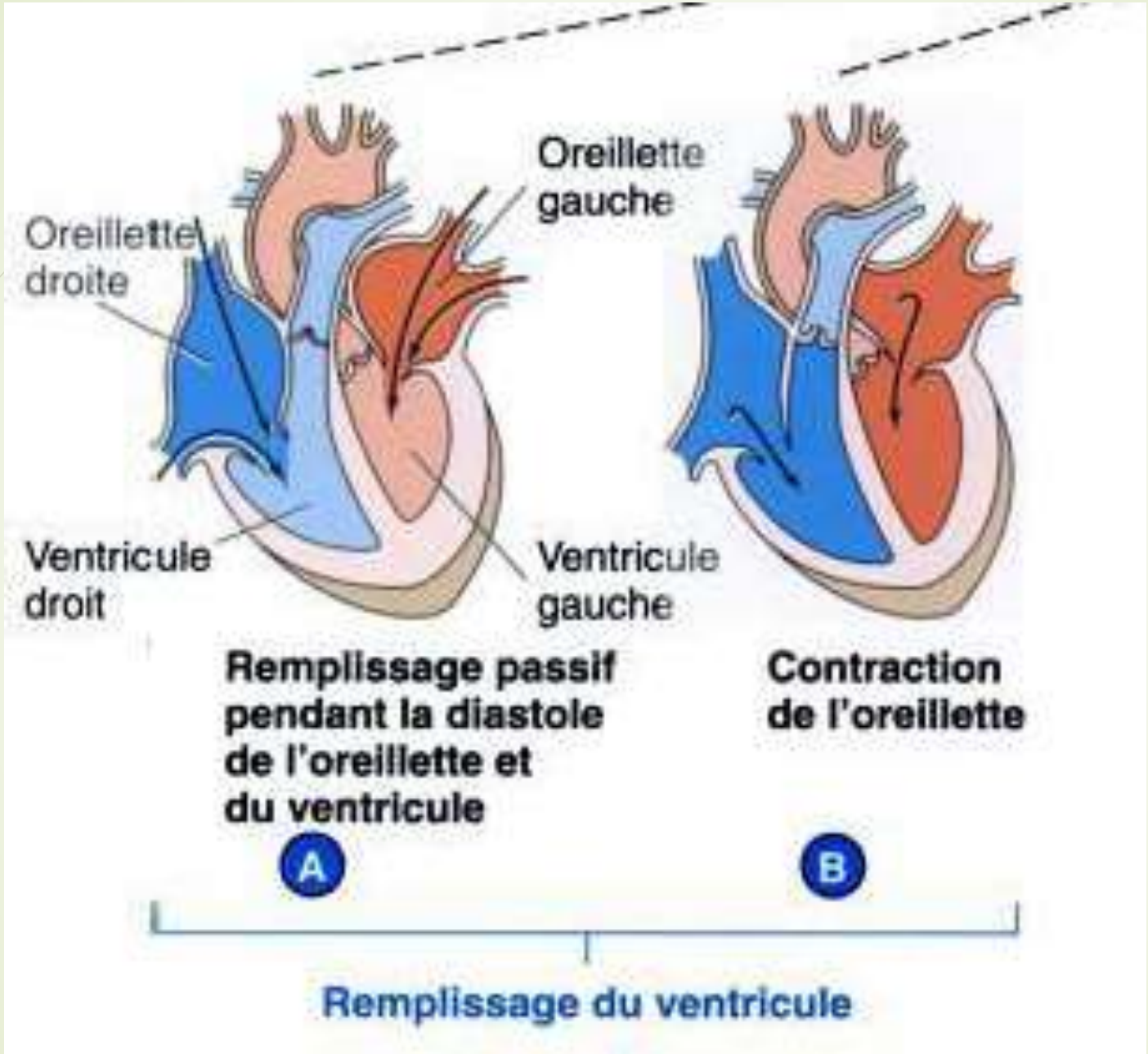
FIGURE 19.17
Correspondances entre les étapes de la dépolarisation du cœur et les ondes de l'électrocardiogramme.

C- Cycle cardiaque:

- Le cycle cardiaque = alternance de SYSTOLE (contraction et vidage) et de DIASTOLE (relâchement et remplissage).
  - Contraction = la propagation de l'excitation dans le myocarde (Dépolarisation).
  - Relâchement = Repolarisation consécutive du myocarde.
- La même séquence d'événements a lieu dans les parties droite et gauche du cœur, à l'exception que la pression dans le ventricule droit est 7fois plus basse que dans le ventricule gauche.

1: Diastole ventriculaire:

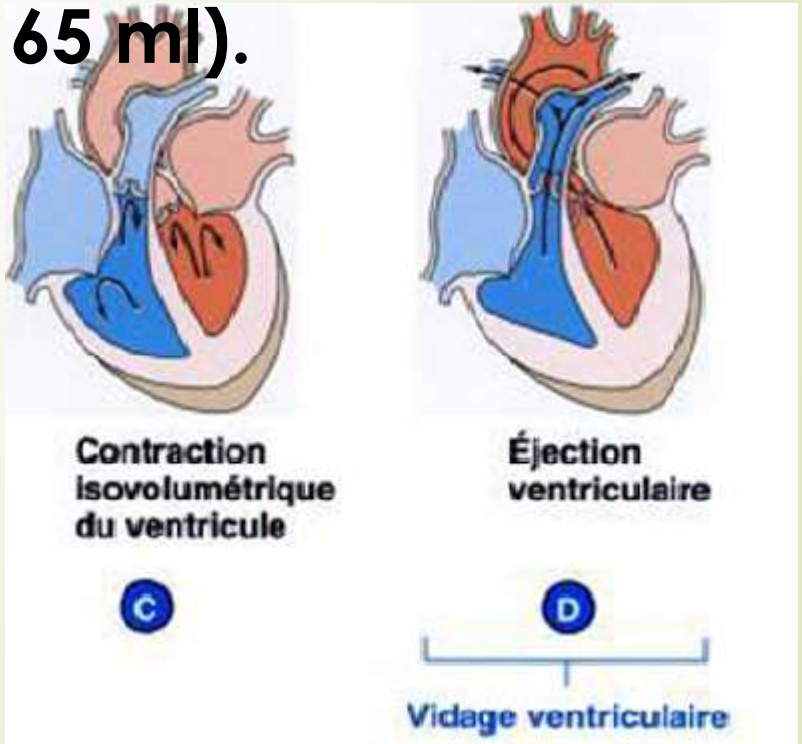
- ***Début***: À cause de l'entrée continuelle du sang veineux dans l'oreillette, la pression dans celle-ci est légèrement plus haute que dans le ventricule, ce qui conduit à l'ouverture des valves AV permettant le passage du sang pendant toute la diastole ventriculaire (cœur A sur la figure).
- ***Phase tardive***: le nœud SA se met en marche et l'excitation gagne les oreillettes (*onde P de l'ECG*). La contraction de l'oreillette propulse une quantité additionnelle du sang dans le ventricule (cœur B sur la figure). la diastole se termine au début de la contraction.
- ***Volume télédiastolique*** est ***le volume maximal du sang que contient le ventricule à la fin de la diastole*** (135 ml chez l'adulte).


Oreillette droite
Oreillette gauche
Ventricule droit
Ventricule gauche
Remplissage passif pendant la diastole de l'oreillette et du ventricule
Contraction de l'oreillette
A
B
Remplissage du ventricule

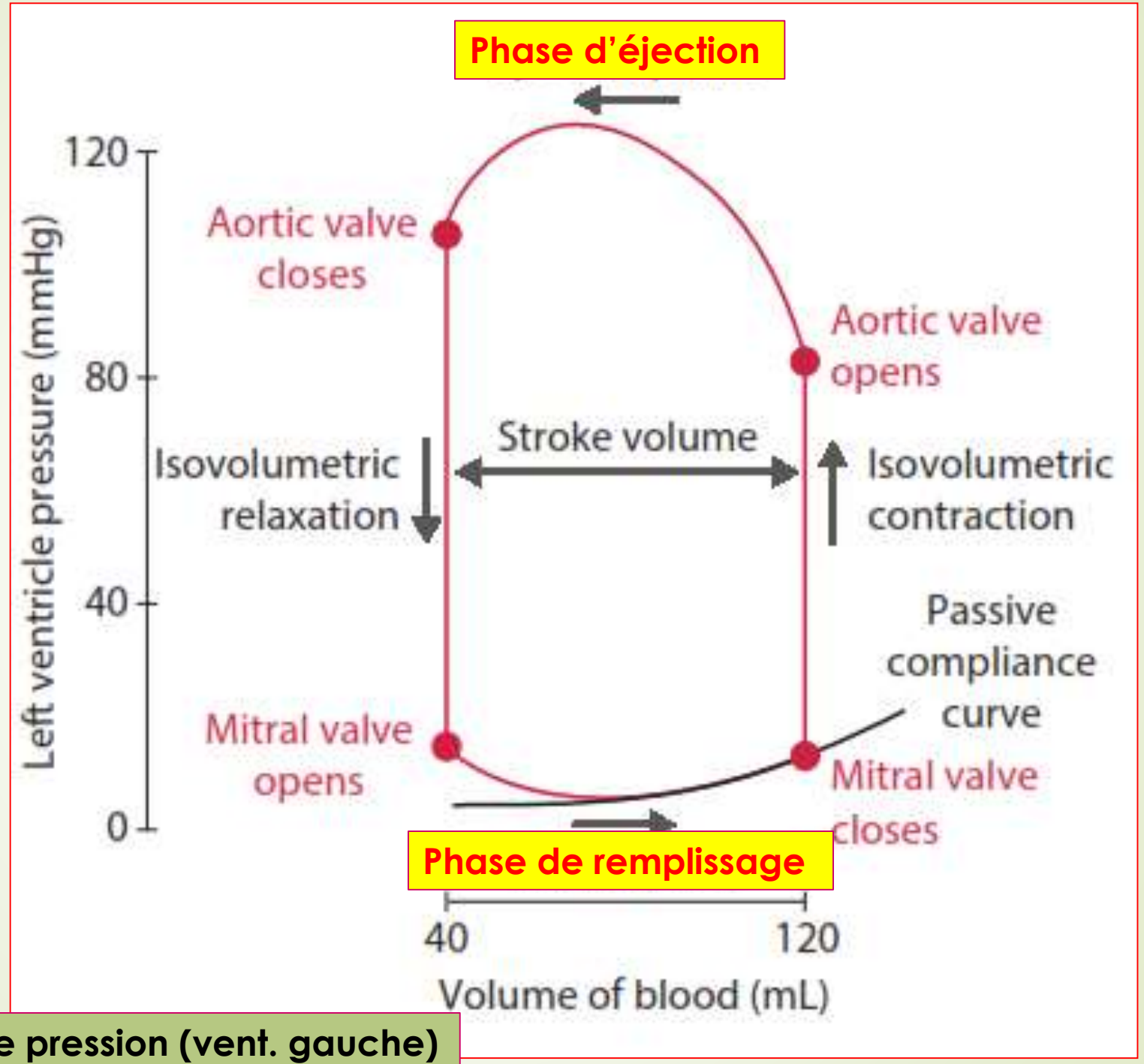
2: Systole ventriculaire:

- Excitation et début de la systole: L'influx traverse le nœud AV. Quand l'excitation gagne le ventricule, la contraction de l'oreillette est déjà terminée. La pression dans le ventricule monte rapidement, elle devient plus haute que dans l'oreillette ce qui cause la fermeture des valves AV.
- Contraction isovolumétrique du ventricule: il y a un temps court pendant lequel les deux valves sont fermées, le sang ne peut ni entrer ni sortir du ventricule, c'est la contraction isovolumétrique: le volume ventriculaire et la longueur des cellules contractiles ne changent pas alors que la pression ventriculaire continue à monter (cœur C sur la figure).

- **Ejection ventriculaire: Dés que la pression ventriculaire dépasse celle dans l'aorte, la valve aortique s'ouvre et le cœur éjecte le sang.**
- **Le volume systolique est le volume du sang pompé hors du ventricule à chaque contraction (cœur D).**
- **Le ventricule ne se vide pas complètement de son sang, le volume de sang restant dans le ventricule à la fin de l'éjection est le volume télésystolique (environ 65 ml).**



- **Repolarisation et début de la systole ventriculaire: onde T de l'ECG. La pression tombe dans le ventricule ce qui conduit à la fermeture de la valve aortique alors que la valve AV n'est pas encore ouverte. Pendant cette période il ne peut y avoir ni sortie du sang vers l'aorte ni entrée du sang dans le ventricule en provenance de l'oreillette: relâchement isovolumétrique.**
- **Remplissage ventriculaire: Quand la pression dans le ventricule tombe au dessous de la pression dans l'oreillette, la valve AV s'ouvre à nouveau et le remplissage ventriculaire recommence.**



Relation volume pression (vent. gauche)

Débit cardiaque et son contrôle

Volume du sang pompé par minute par chacun des ventricules.

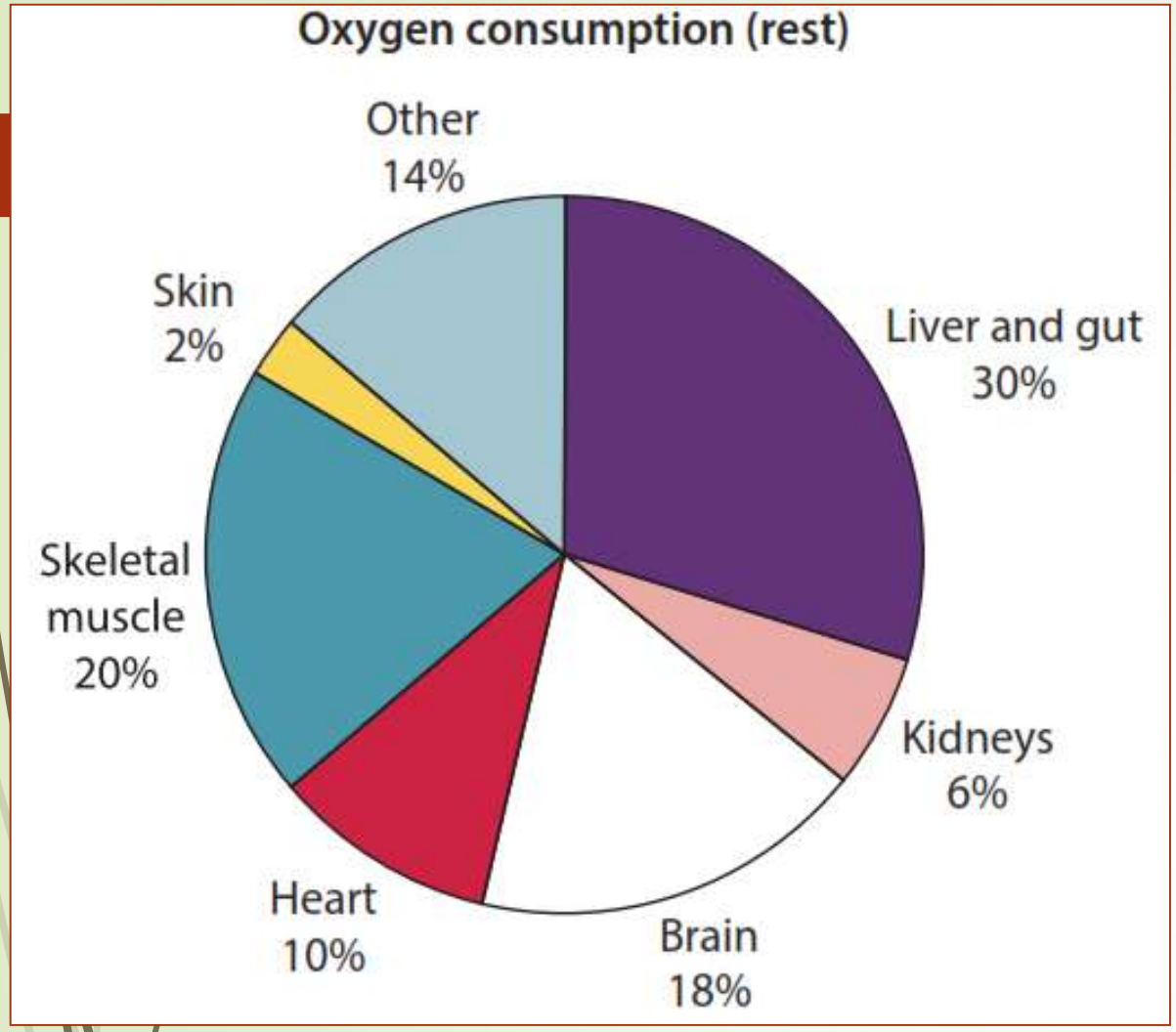
DC = Fréquence x volume systolique

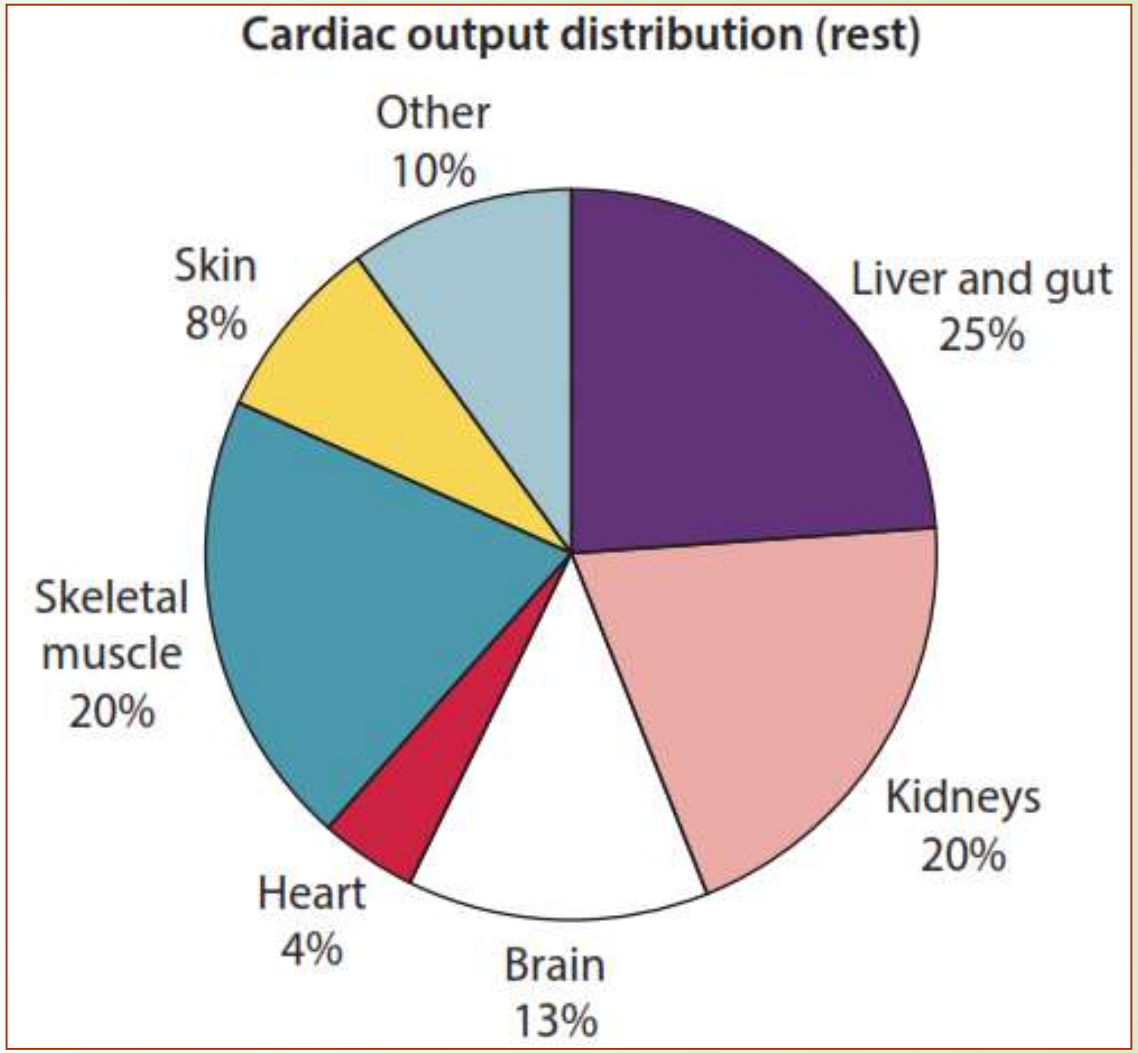
- **Repos**: la fréquence cardiaque (70 bat/min), volume systolique (70 ml):

DC = 5L/min.

- **Exercice:** le DC peut atteindre **20** à **30 L/min** et jusqu'à **40 L/min** chez les athlètes de très haut niveau.

(Fréquence cardiaque maximale = 220- âge)

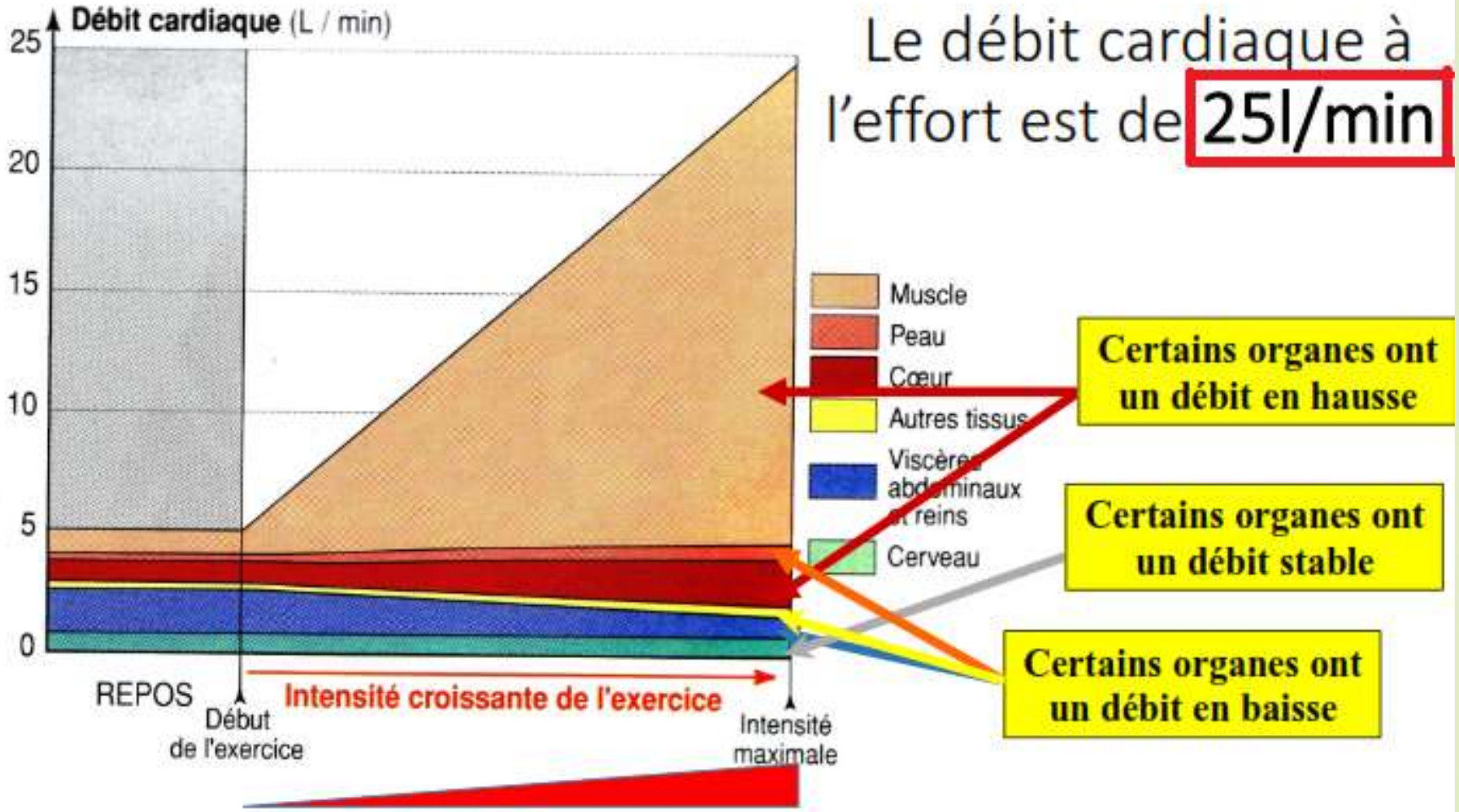




Débit cardiaque: 5l/min en moyenne.
Au repos, la répartition est homogène entre les organes suivant leur consommation

Des modifications du débit sanguin dans les organes en relation avec l'exercice physique

Avec l'effort, la circulation sanguine est modifiée et la répartition suit les besoin des organes.



Le débit cardiaque à l'effort est de **25l/min**

Certains organes ont un débit en hausse

Certains organes ont un débit stable

Certains organes ont un débit en baisse

Le débit augmente avec l'effort.

Contrôle du débit cardiaque

a- Contrôle de la fréquence cardiaque:

- Le nœud sinusal est le pacemaker normal du cœur. Le rythme des PA génère une fréquence de 70 bat/min.
- Innervation du cœur: parasympathique (nerf vague) et sympathique: Régulation rapide.
- Les nerfs parasympathiques innervent les oreillettes (nœud SA, nœud AV).
- Le système sympathique en plus des oreillettes, il innerve les ventricules.

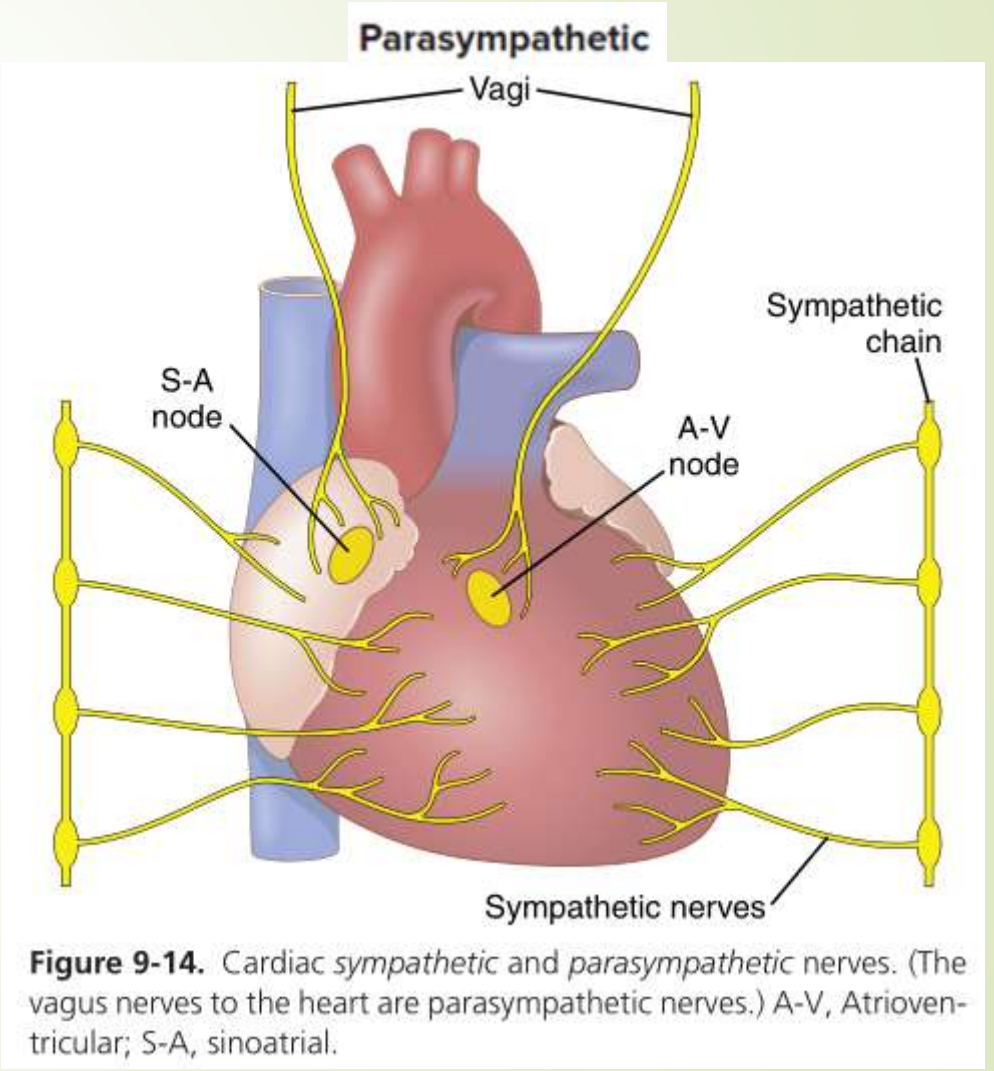


Figure 9-14. Cardiac *sympathetic* and *parasympathetic* nerves. (The vagus nerves to the heart are parasympathetic nerves.) A-V, Atrioventricular; S-A, sinoatrial.

Effet	Sympathique	Parasympathique
Chronotrope	**POSITIF** **augmente la vitesse de dépolarisation du nœud SA.**	**NEGATIF** **ralentit la dépolarisation du nœud SA.**
Dromotrope	**POSITIF** **raccourcit le délai nodal (accélère la vitesse de conduction).**	**NEGATIF** **réduit l'excitabilité du nœud AV**
Inotrope	**POSITIF:** **augmente la force de contraction des oreillettes et des ventricules**	**NEGATIF** **réduit la force de contraction des cellules de l'oreillette.**

- **Effets antagonistes sur l'activité cardiaque.**
- **Activité coordonnée par les centres cardiovasculaires (tronc cérébral).**

Contrôle du débit cardiaque

b- Contrôle du volume systolique:

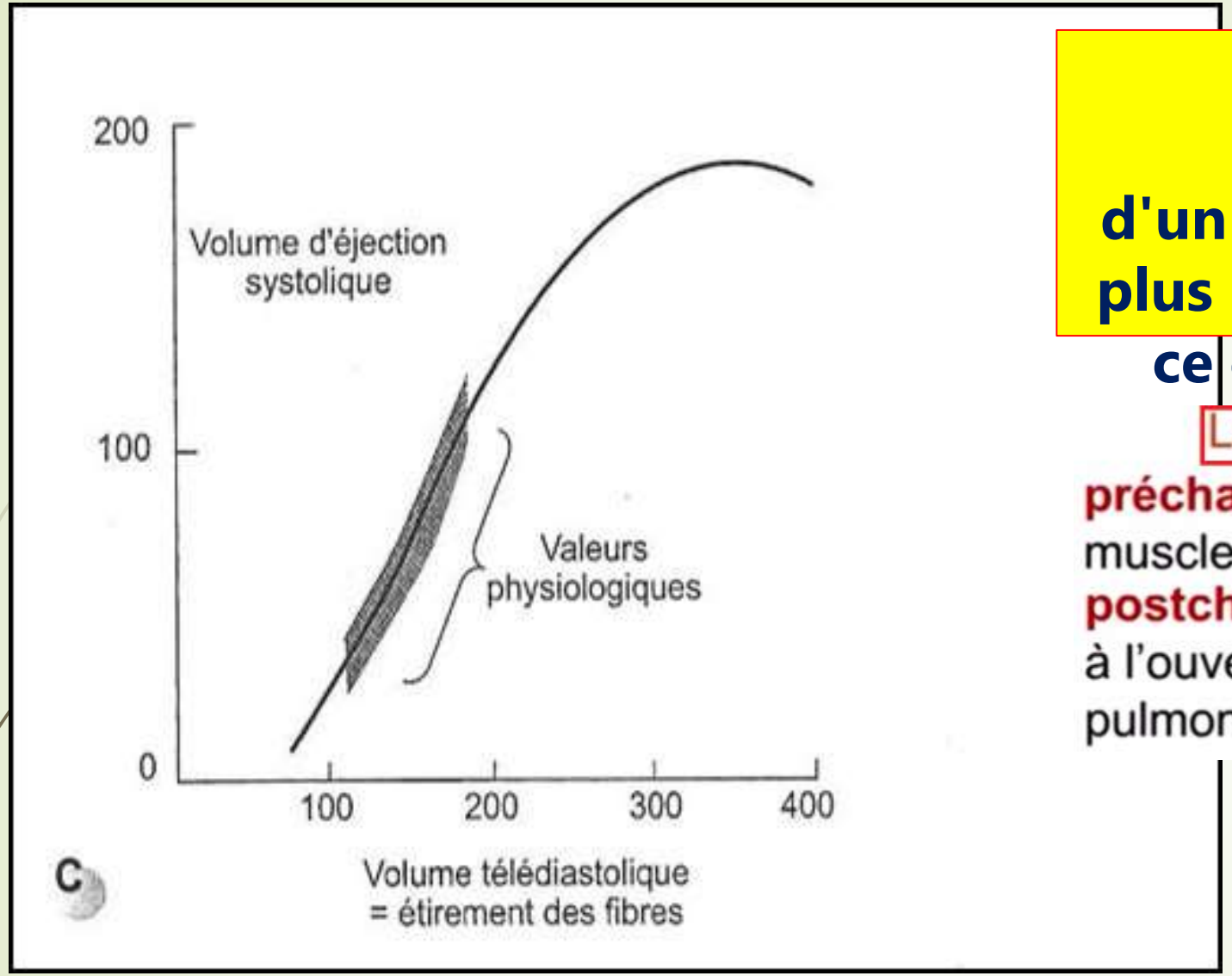
- VS dépend de 2 facteurs: retour veineux et stimulation sympathique.

Retour veineux (contrôle intrinsèque):

Dans des limites physiologiques, le cœur est capable de remettre en circulation tout le volume sanguin correspondant au retour veineux. L'augmentation du retour veineux entraine l'augmentation du VS.

Loi de Frank-Starling: L'amplitude de la contraction des cardiomyocytes dépend de leur degré d'étirement.

Exercice, le retour veineux augmente (stimulation sympathique) et l'augmentation du VS qui en résulte associée à l'augmentation de la fréquence cardiaque contribue à l'augmentation du DC.



plus le volume télédiastolique d'un ventricule augmente, plus l'énergie produite par ce dernier pour éjecter

La relation longueur - tension

précharge = degré d'étirement du muscle cardiaque,

postcharge = pression qui s'oppose à l'ouverture des valves aortique et pulmonaire.

Le volume d'éjection en systole (VES) est une fonction directe de l'étirement des fibres myocardiques en diastole jusqu'à une distension maximale.

Stimulation sympathique (contrôle extrinsèque):

VS dépend aussi de la stimulation sympathique et l'adrénaline qui augmentent la contractilité cardiaque: Le cœur pompe plus de sang qu'il contient de sorte que le volume systolique devient plus grand.

- La contraction des muscles lisses des veines sous l'effet de la stimulation sympathique favorise l'écoulement du sang vers le cœur et l'augmentation du VS (pompe musculaire)

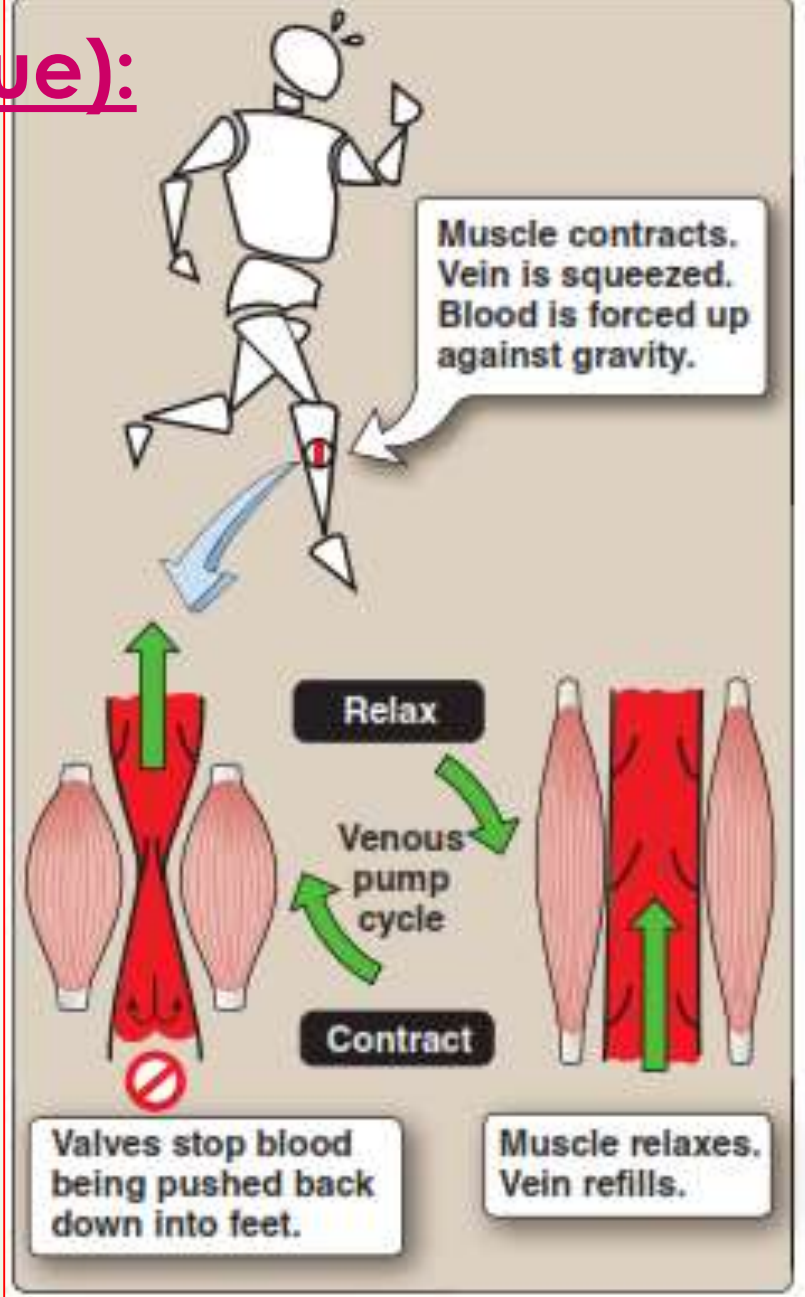


Figure 20.21
Venous pump.

PARTIE II- LES VAISSEAUX SANGUINS

- Système de transport qui assure l'aprovisionnement des cellules en O_2 et en nutriments et l'élimination des déchets du métabolisme cellulaire.
- Les artères par où le sang va du cœur aux tissus assurent l'irrigation des différentes régions du corps. À l'intérieur de l'organe auquel elles sont destinées, les artères se ramifient en artérioles.
- Dans les organes, les capillaires sont des ramifications des artérioles.
- Les capillaires fusionnent pour former des veinules qui à leur tour se fusionnent pour donner des veines qui sortent des organes.

I-Physique de l'écoulement sanguin

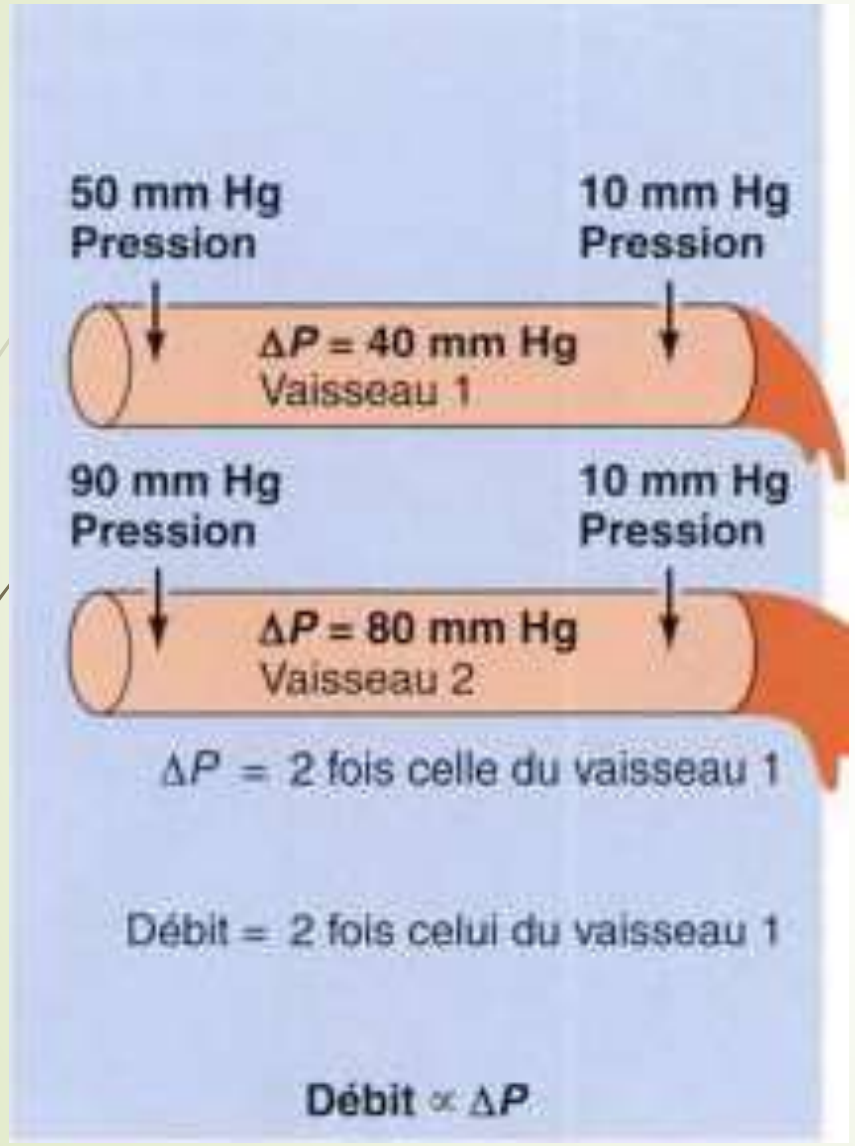
Le débit du sang dans un vaisseau dépend de la différence de pression et de la résistance vasculaire.

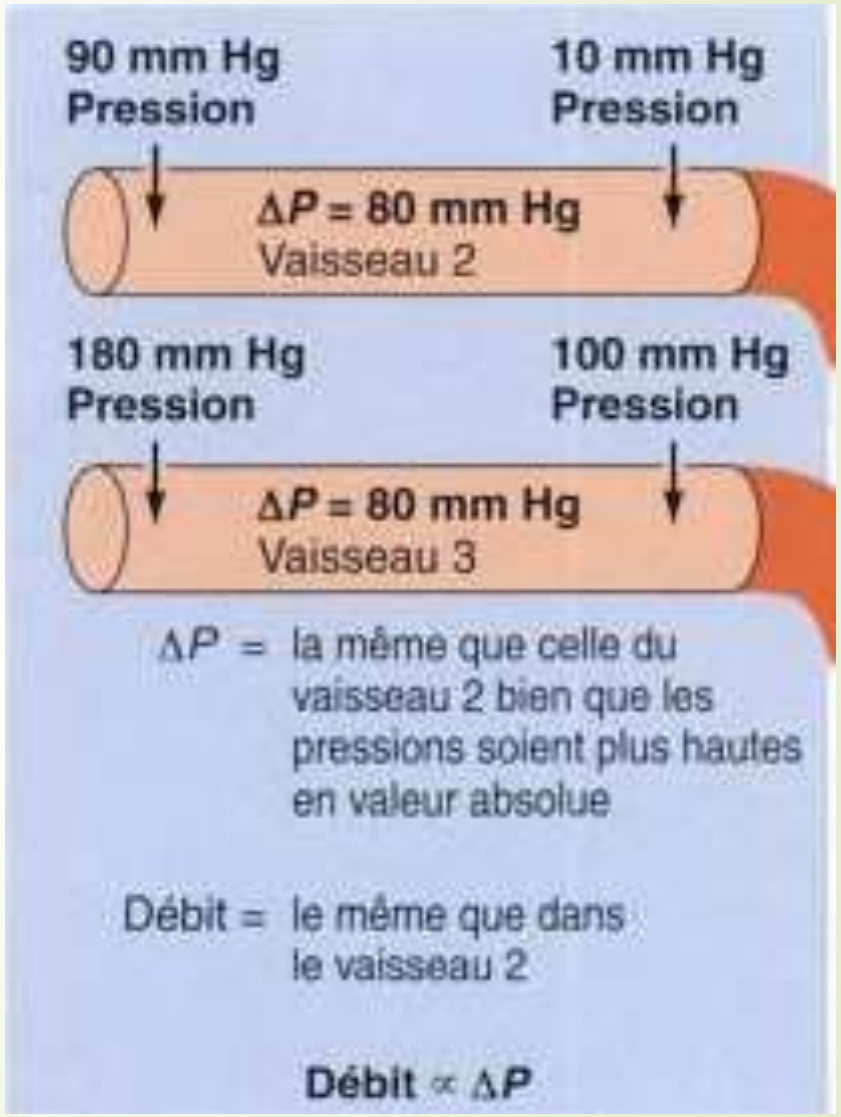
1- Différence de pression:

La différence de pression entre l'entrée et la sortie du vaisseau est la principale force motrice pour l'écoulement du sang.

La contraction du cœur est à l'origine de cette pression. Du fait de la résistance à l'écoulement, la pression diminue le long des vaisseaux.

c'est la différence de pression qui est la force motrice de l'écoulement et non pas la pression absolue.





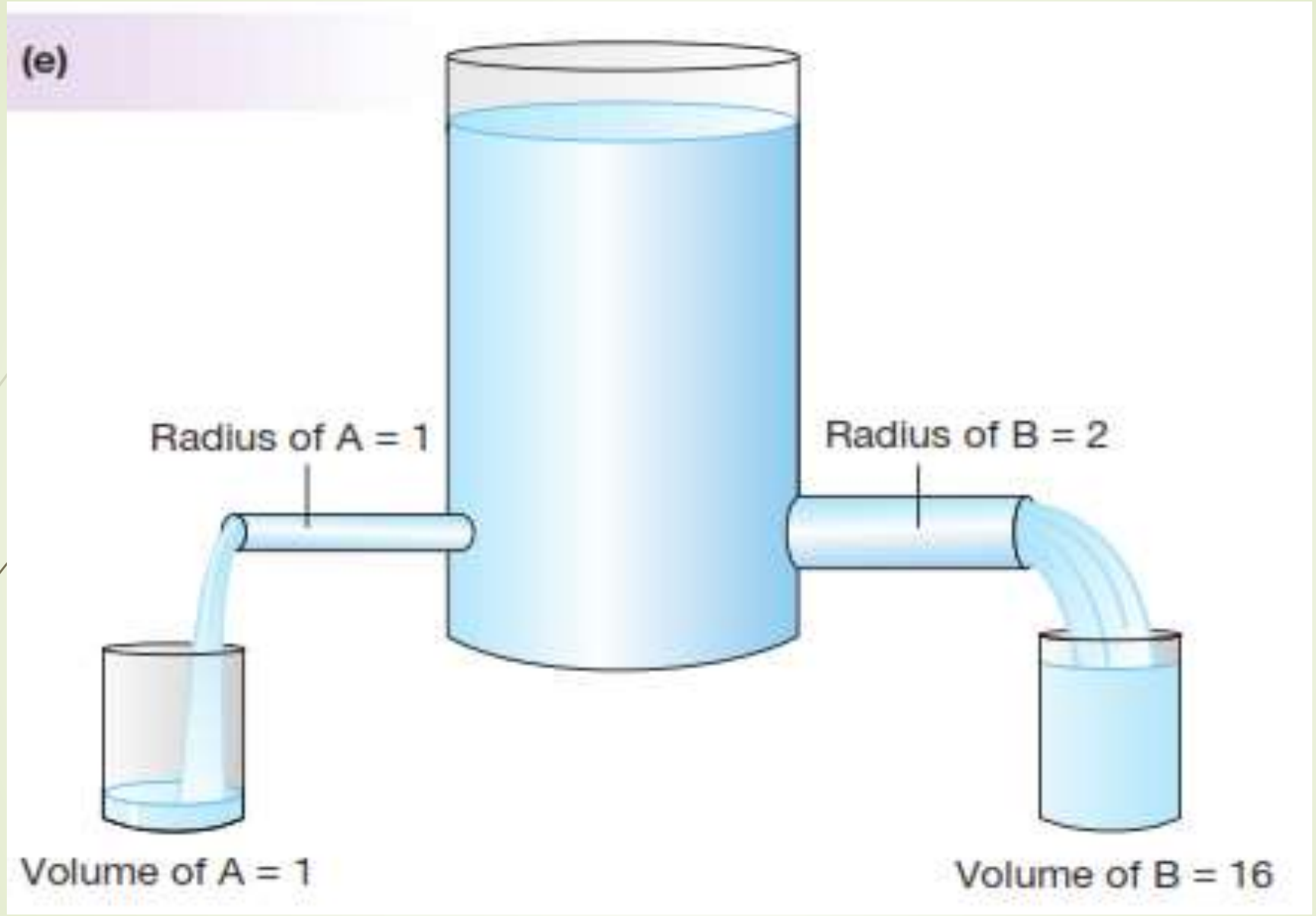
2- La résistance:

= l'ensemble des forces qui s'opposent à l'écoulement. Elle dépend de 3 facteurs:

i: la viscosité du sang: Elle est due à la présence des globules rouges.

ii: la longueur du vaisseau: la résistance est plus grande que la surface de contact est grande.

iii- le rayon du vaisseau: principal déterminant de la résistance: La résistance est plus grande dans un petit vaisseau.



As the radius of a tube decreases, the resistance to flow increases.

II- Réseau vasculaire:

Organisation générale:

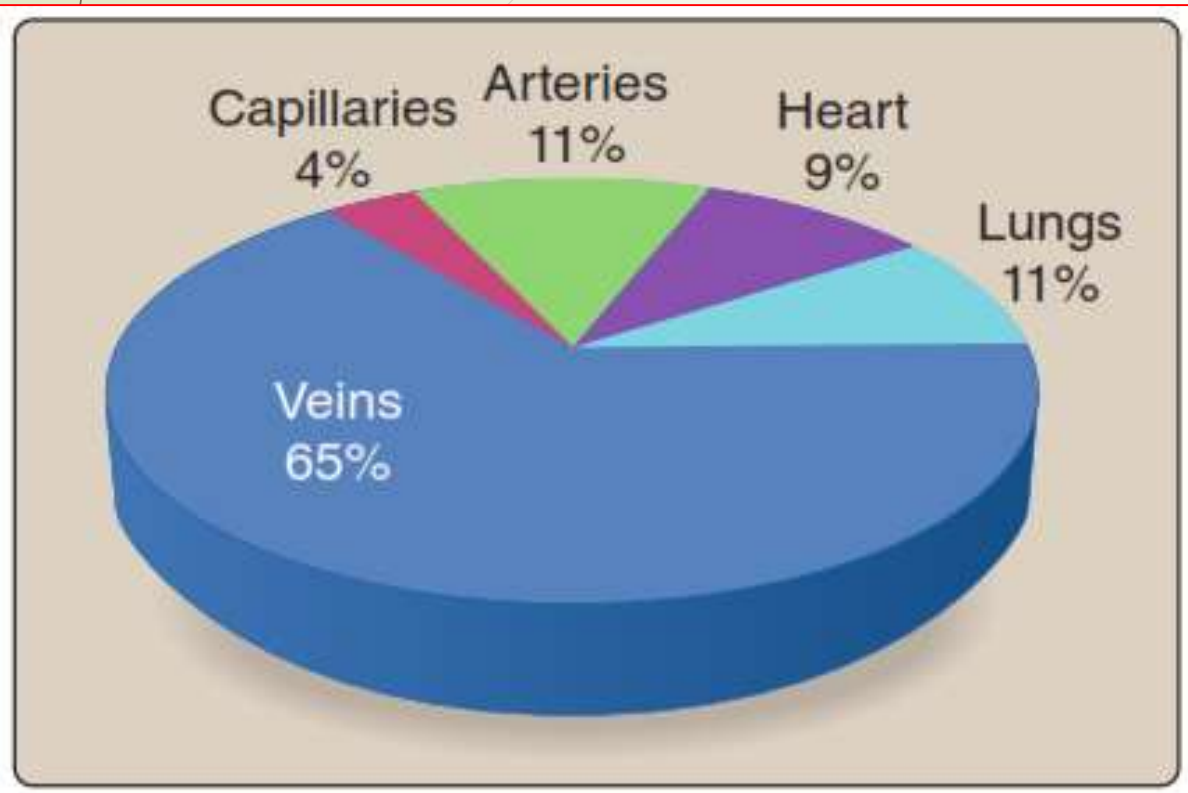
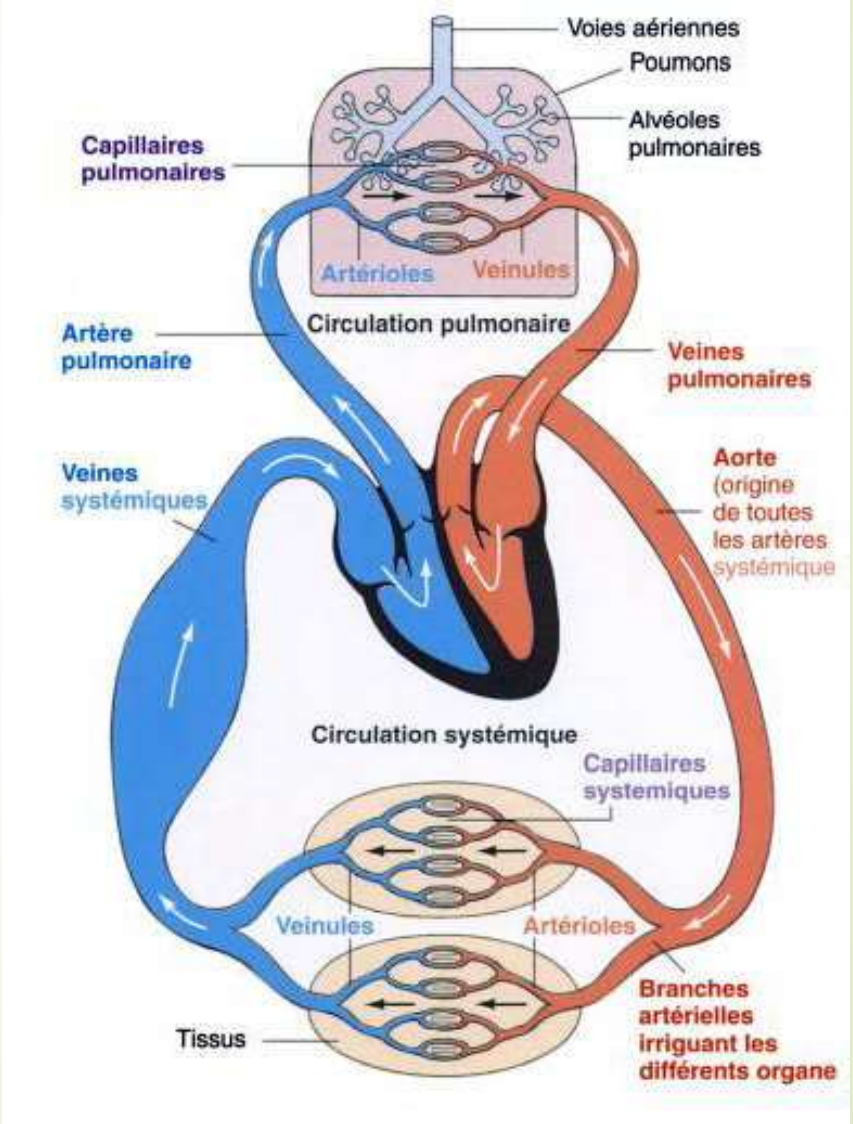
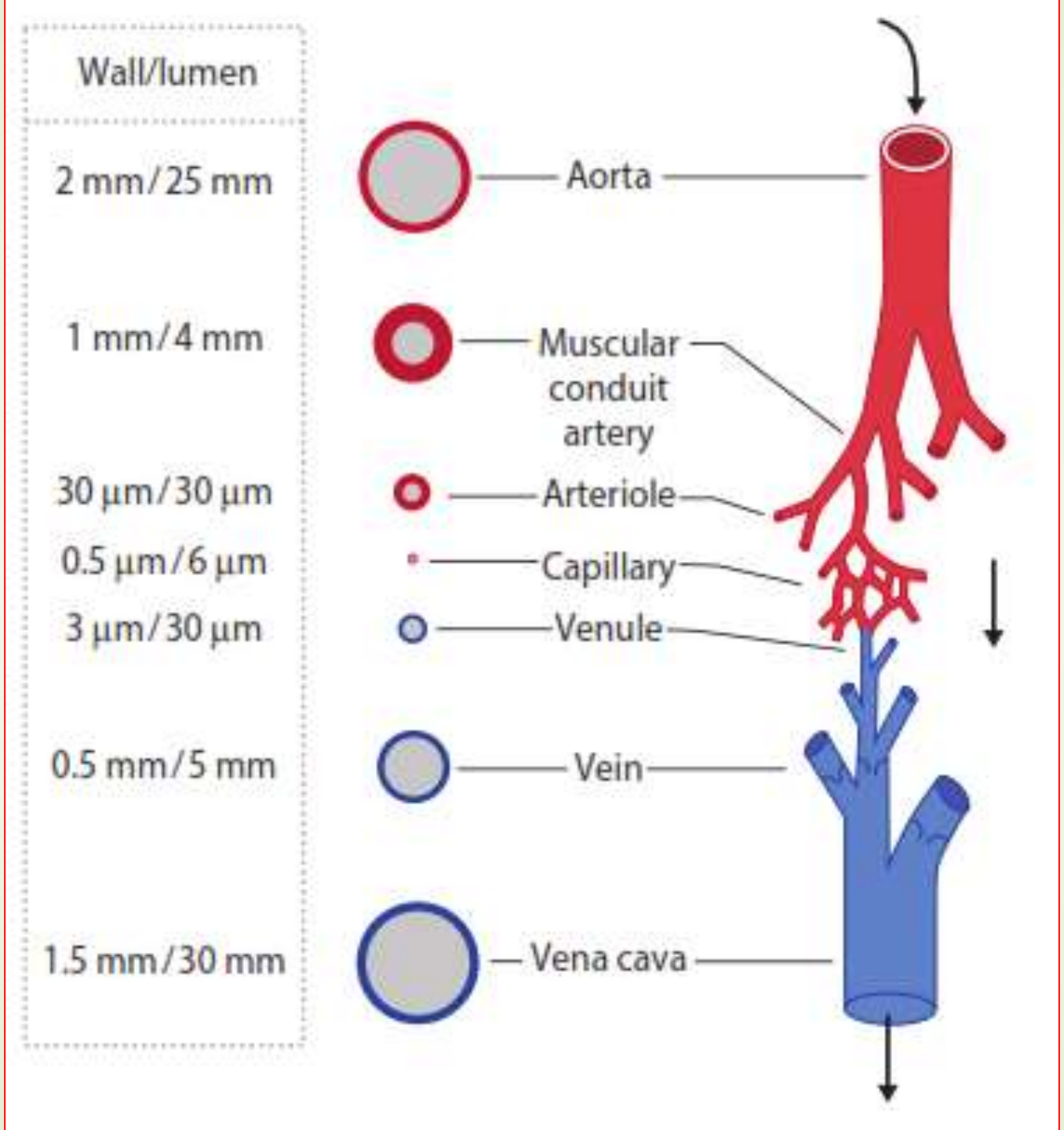


Figure 20.18
Blood distribution within the cardiovascular system.




Wall/lumen
2 mm/25 mm
Aorta
1 mm/4 mm
Muscular conduit artery
30 µm/30 µm
Arteriole
0.5 µm/6 µm
Capillary
3 µm/30 µm
Venule
0.5 mm/5 mm
Vein
1.5 mm/30 mm
Vena cava

Histologie de la paroi vasculaire:

Endothélium: couche en contact du sang formée par un épithélium;

Intima (tunique interne): couche formée de fibres élastiques;

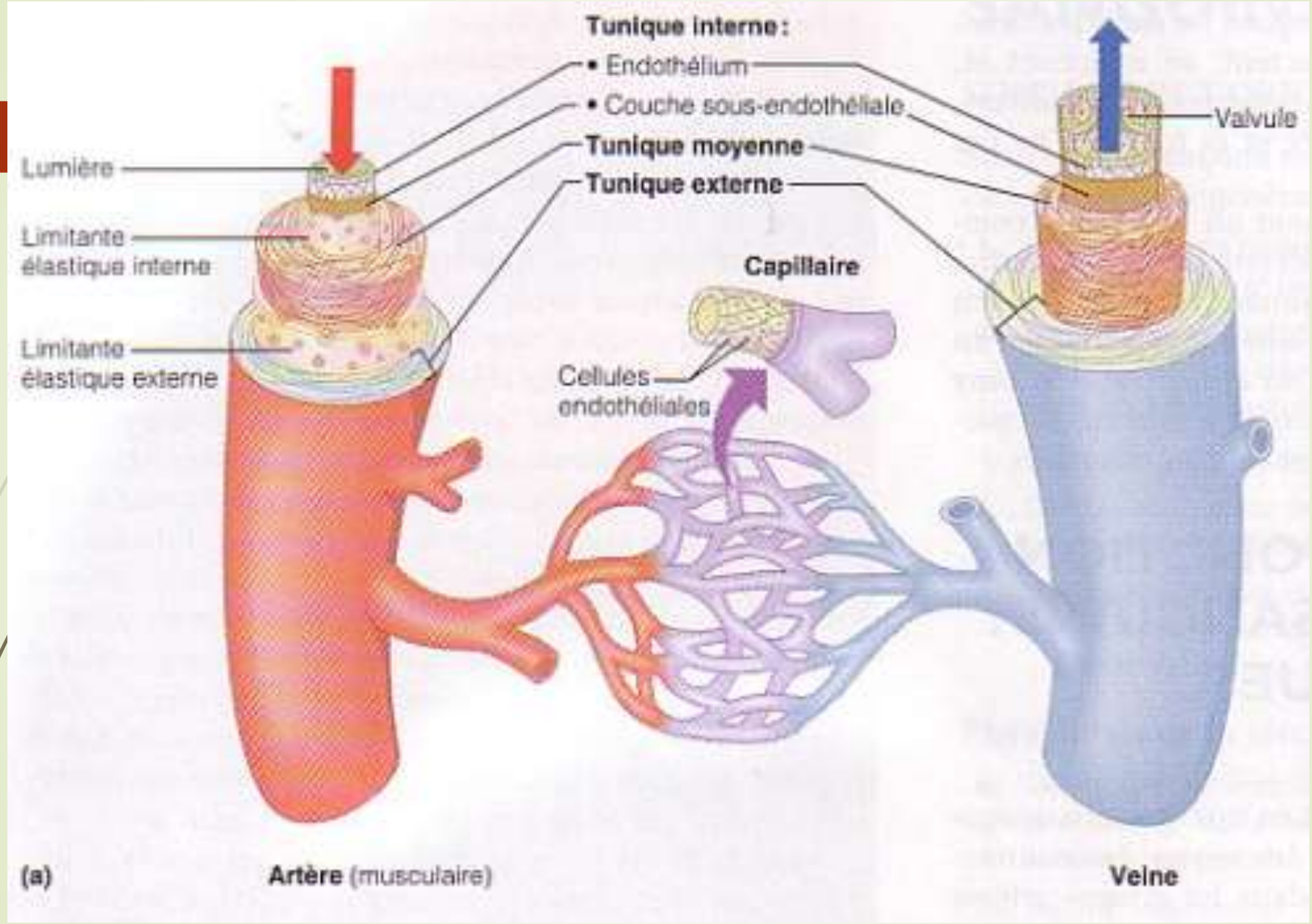
Média (tunique moyenne): couche formée par des cellules musculaires lisses.

Adventice (tunique externe): couche formée de collagène (t. conjonctif);

On note:

- absence de l'intima au niveau de la paroi de veine.

- au niveau des capillaires, la paroi est formée d'une seule couche endothéliale.


Tunique interne :
• Endothélium
• Couche sous-endothéliale
Tunique moyenne
Tunique externe
Lumière
Limitante élastique interne
Limitante élastique externe
Capillaire
Cellules endothéliales
Valvule
(a)
Artère (musculaire)
Veine

Les artères:

Une voie d'écoulement rapide du sang du cœur vers les tissus, du fait de leur grand rayon elles opposent peu de résistance à l'écoulement.

Un réservoir de pression fournissant la force motrice pour l'écoulement du sang pendant la phase de repos du cœur (diastole). Cette force est fournie par l'élasticité de la paroi artérielle.

1: pression artérielle:

La force par unité de surface exercée par le sang contre la paroi de l'artère. (pas stable au cours du cycle cardiaque).

[Pression systolique: maximale, 120-130 mmHg; Pression diastolique : minimale, environ 80mmHg].

2: pression différentielle:

La différence entre la pression systolique et la pression diastolique.

3: pression artérielle moyenne:

C'est la principale force motrice responsable de l'écoulement continu du sang vers les tissus pendant le cycle cardiaque.

Pr. Art. moy= pr. diastolique + pr. différentielle/3.

(stable, la même dans tout le réseau artériel).

LES ARTÉRIOLES:

Dans les organes qu'ils irriguent, les artères se ramifient en multiples artérioles.

Les artérioles sont les principaux vaisseaux résistifs de l'organisme.

L'importante résistance artériolaire est responsable de la chute de la pression artérielle à la sortie des artérioles.

C'est aussi la forte résistance des artérioles qui est responsable de la transformation du débit et de la pression pulsatile dans les artères en débit continu et pression stable dans les capillaires.

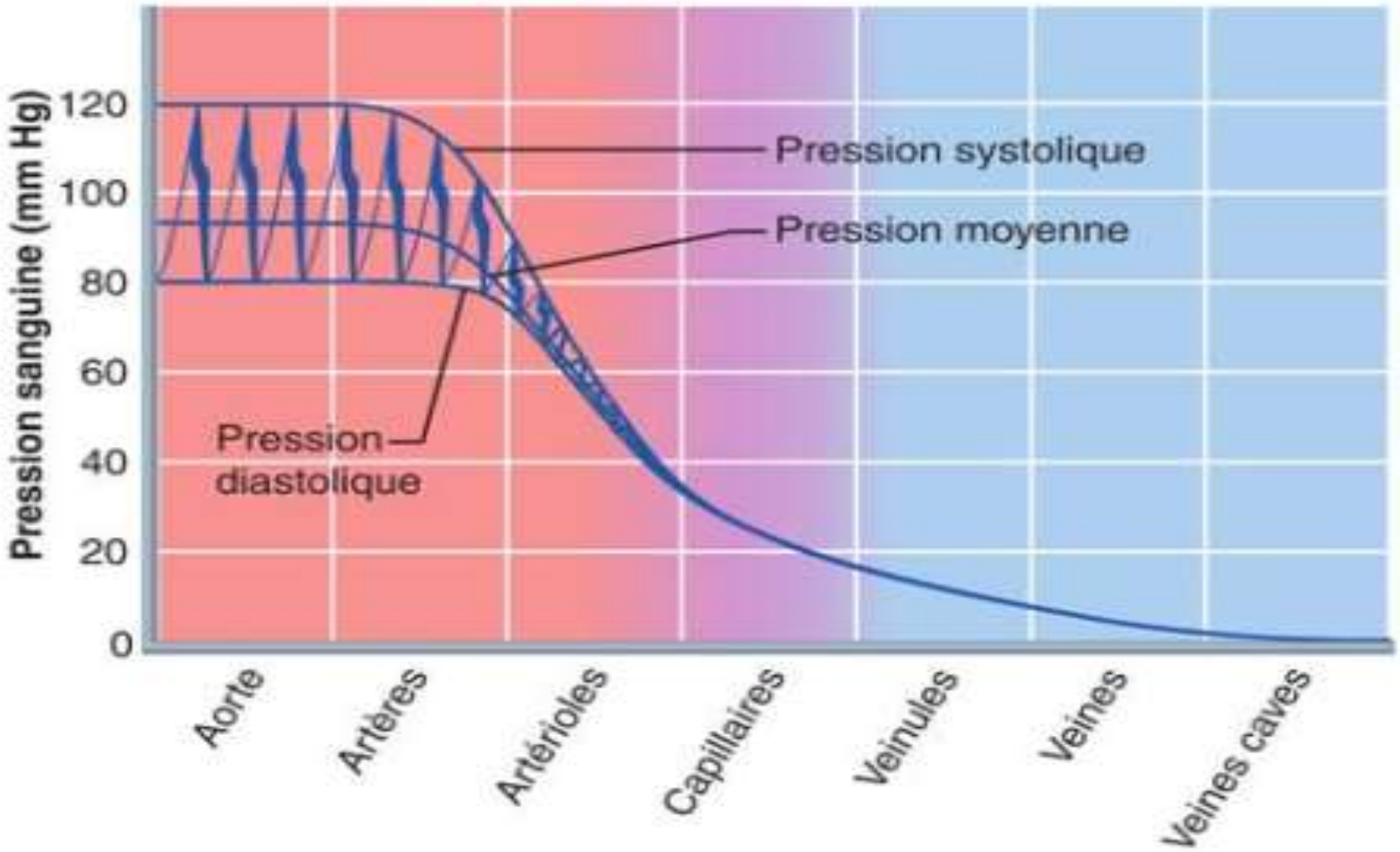


Figure 19.6 Pression sanguine dans divers vaisseaux de la circulation systémique.

Le rayon (résistance) de l'artériole peut être ajusté pour chaque organe indépendamment, ceci est important pour:

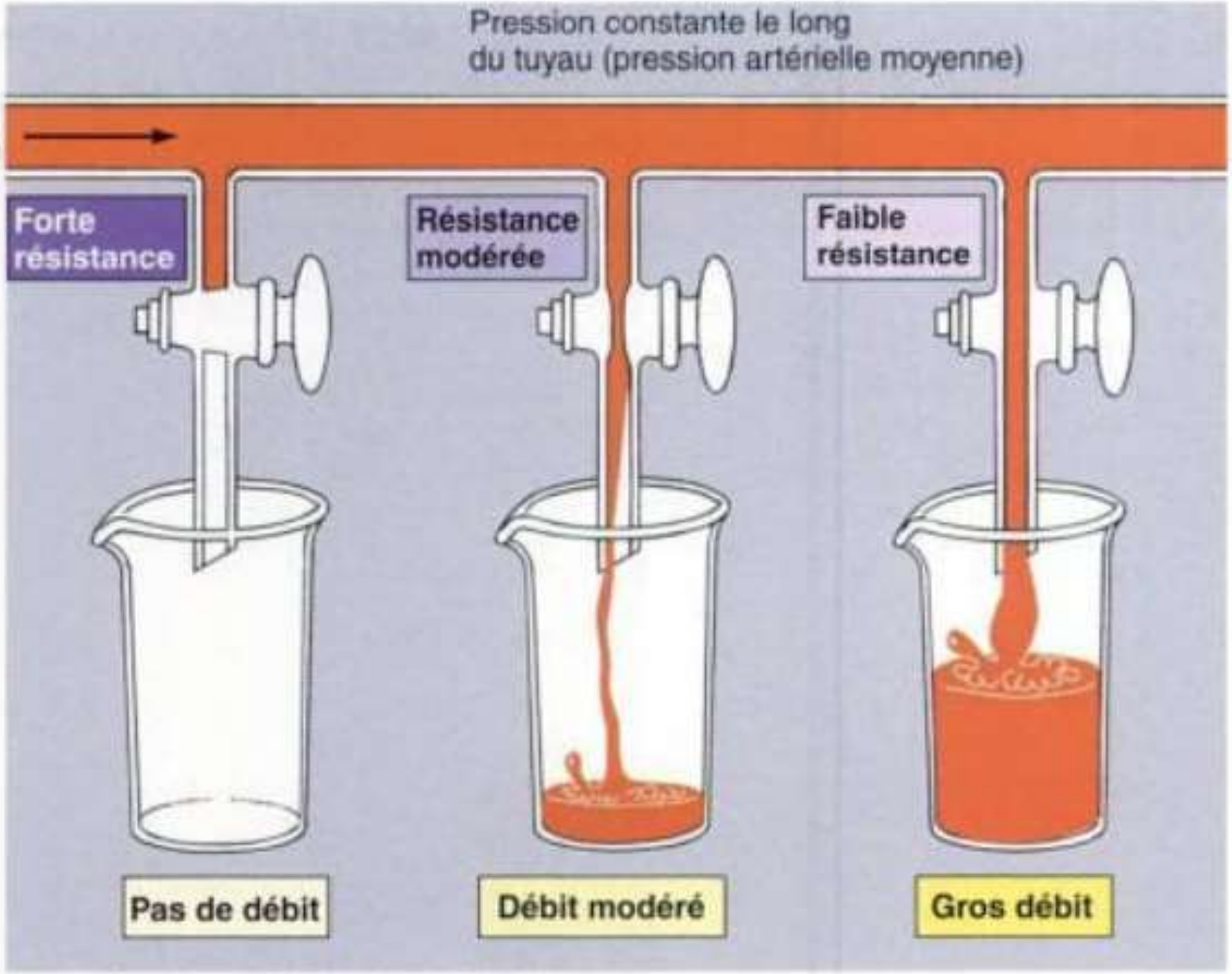
- (1) **Distribution** du débit cardiaque entre organes en fonction des besoins de l'organisme.

- (2) **Régulation** de la pression artérielle.

Le muscle lisse est disposé de façon circulaire autour de la paroi:

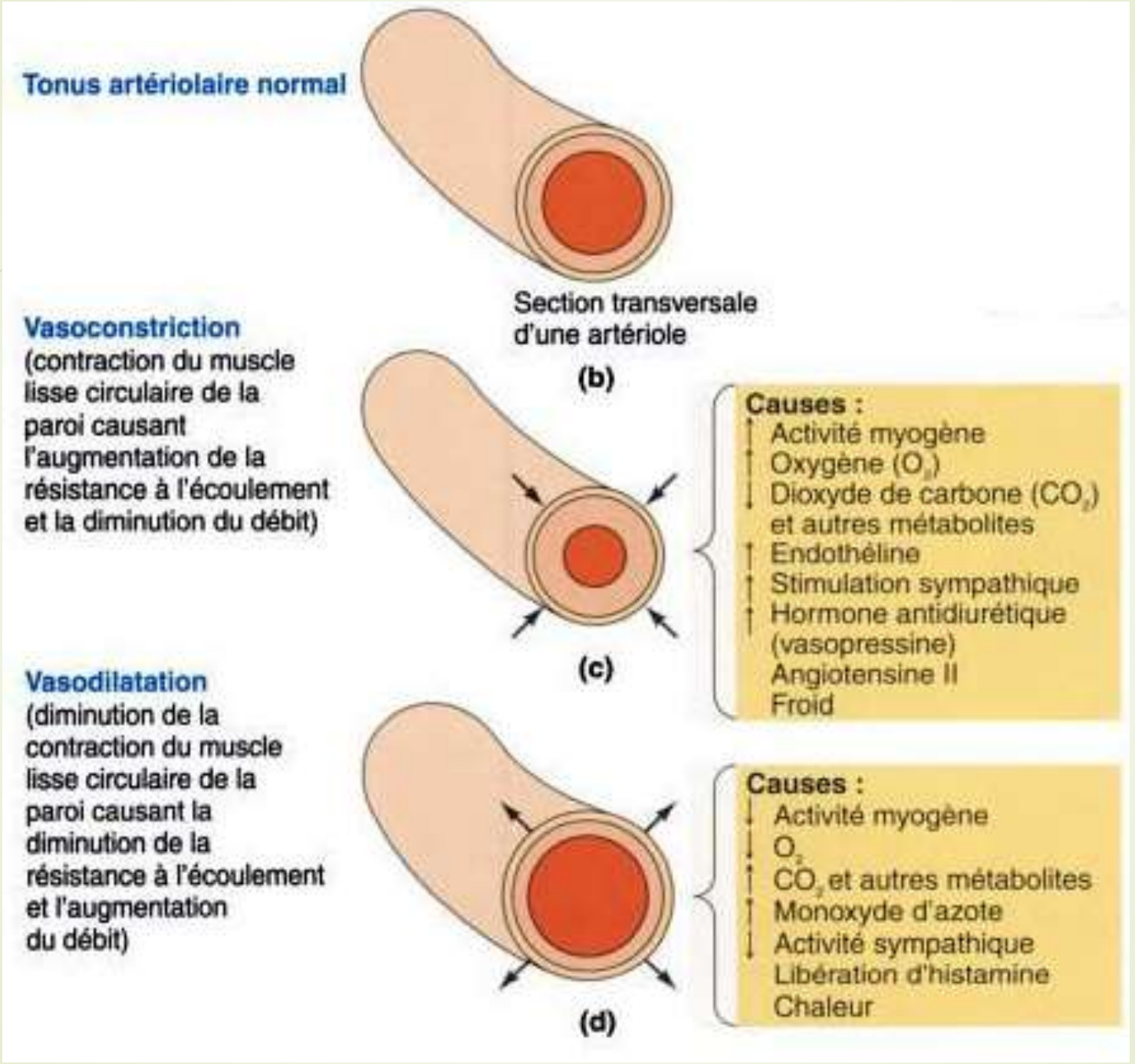
- **Contraction**: réduit le rayon du vaisseau (**vasoconstriction**).

-**Relâchement**: augmentation du diamètre de l'artériole (**vasodilatation**).



Les robinets représentent les artérioles

● **FIGURE** Débit en fonction de la résistance à l'écoulement


Tonus artériolaire normal
Section transversale d'une artériole
(b)
Vasoconstriction
(contraction du muscle lisse circulaire de la paroi causant l'augmentation de la résistance à l'écoulement et la diminution du débit)
Causes :
↑ Activité myogène
↑ Oxygène (O_2)
↓ Dioxyde de carbone (CO_2) et autres métabolites
↑ Endothéline
↑ Stimulation sympathique
↑ Hormone antidiurétique (vasopressine)
Angiotensine II
Froid
(c)
Vasodilatation
(diminution de la contraction du muscle lisse circulaire de la paroi causant la diminution de la résistance à l'écoulement et l'augmentation du débit)
Causes :
↓ Activité myogène
↓ O_2
↑ CO_2 et autres métabolites
↑ Monoxyde d'azote
↓ Activité sympathique
Libération d'histamine
Chaleur
(d)

Les capillaires:

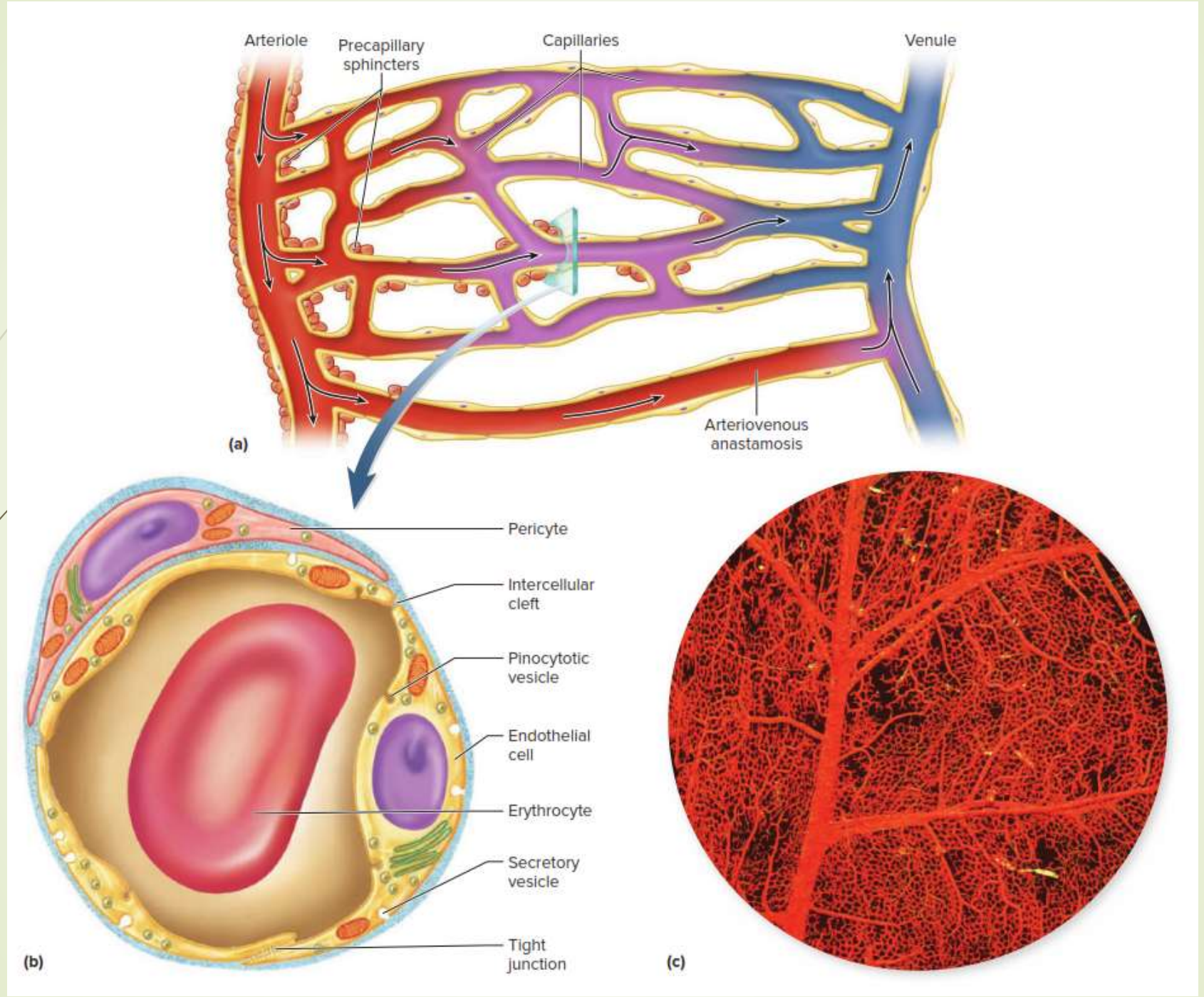
- Siège d'échanges de matière entre le sang et les tissus.
- Les échanges se font surtout par <u>diffusion</u> (il ya pas de transporteurs dans la paroi). Les substances liposolubles passent facilement au travers des cellules endothéliales.
- <u>Pressions mises en jeu</u>:

✓ <u>Pression hydrostatique</u>: <u>Poussée</u> causée par la pression qu'exerce un liquide sur une paroi.

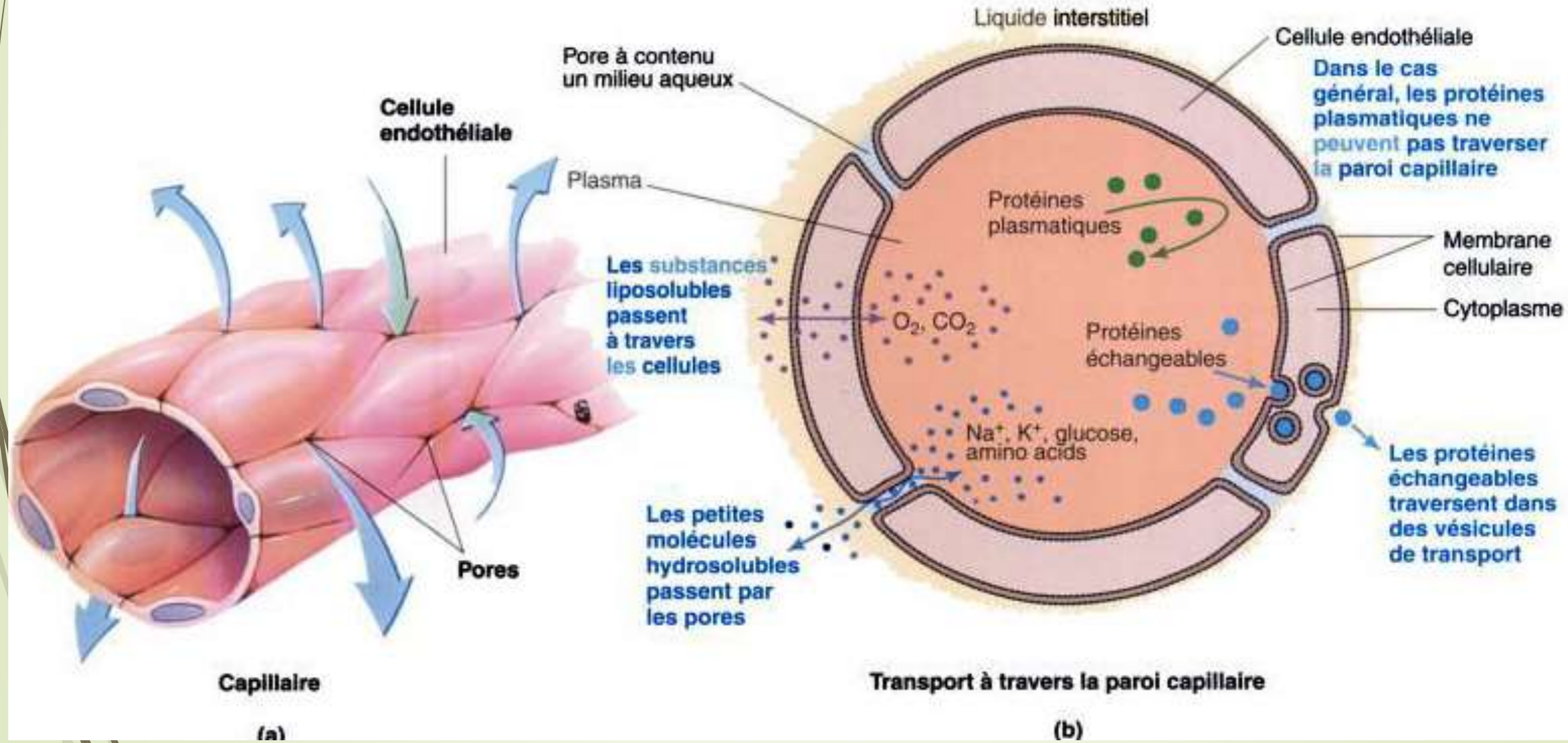
* <u>Capillaires:</u> Pousse le liquide hors des capillaires.
* <u>Liquide interstitiel</u>: Retient le liquide à l'intérieur.

✓ <u>Pression oncotique</u>: <u>Attraction</u> causée par la présence de solutés non diffusibles (par ex les protéines plasmatiques).

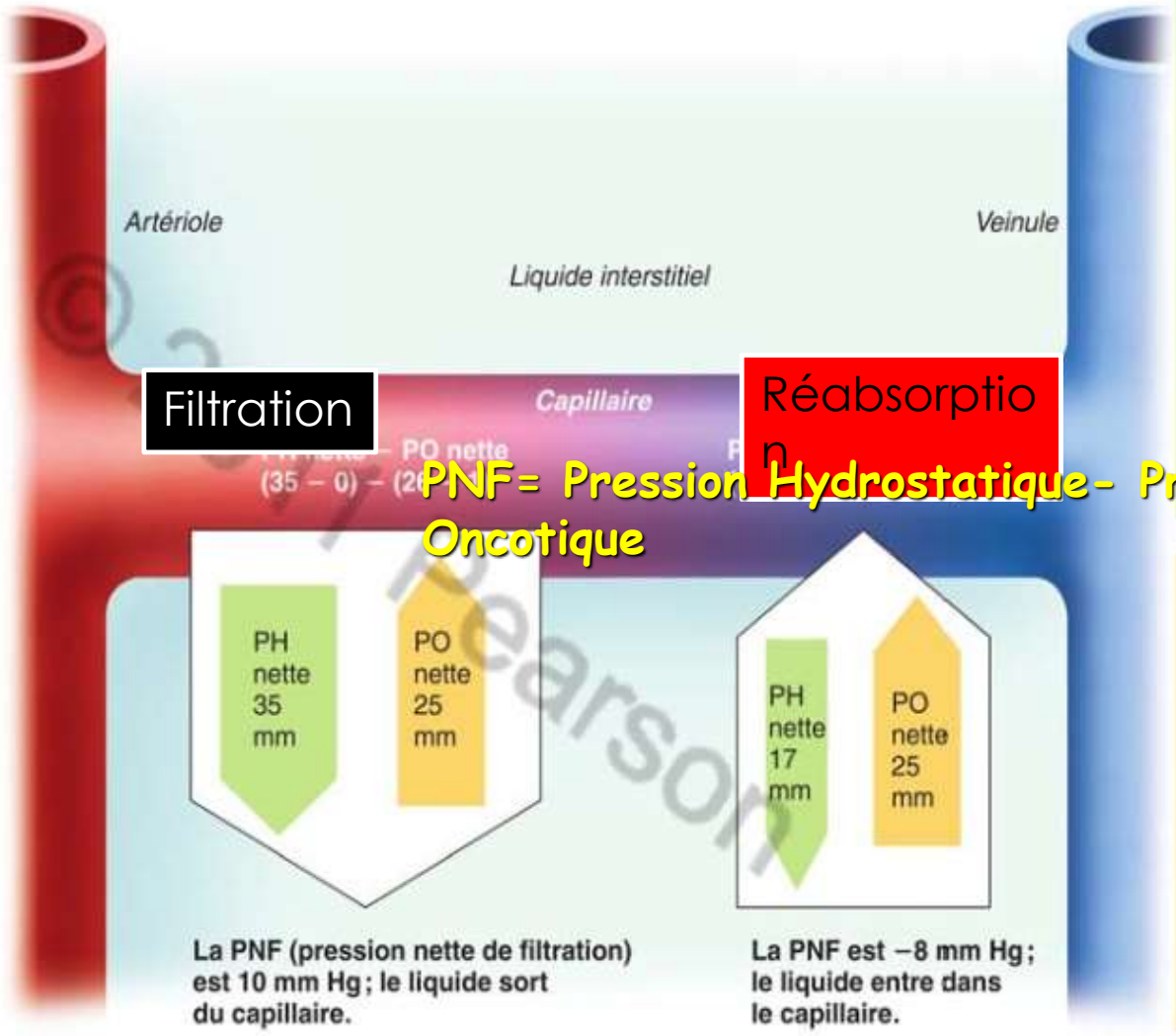
* <u>Capillaires:</u> Attire le liquide à l'intérieur des capillaires.
* <u>Liquide interstitiel:</u> Pousse le liquide en dehors des cap.


Arteriole
Precapillary sphincters
Capillaries
Venule
Arteriovenous anastamosis
(a)
Pericyte
Intercellular cleft
Pinocytotic vesicle
Endothelial cell
Erythrocyte
Secretory vesicle
Tight junction
(b)
(c)

Échanges à travers la paroi des capillaires a) Des interstices entre les cellules endothéliales forment des pores dans la paroi des capillaires. b) Représentation schématique de la section transversale d'un capillaire. Les petites molécules hydrosolubles passent du plasma au liquide interstitiel dans le contenu aqueux des pores. Les échanges de substances liposolubles se font à travers les cellules endothéliales. Les protéines traversent dans des vésicules de transport. Dans la plupart des capillaires, les protéines plasmatiques ne traversent pas la paroi des capillaires.



Les échanges capillaires: pressions mises en jeu



PH = pression hydrostatique
- Causée par la pression qu'un liquide exerce contre une paroi
- Poussée
- **Dans le capillaire (PH_c)**
  - Force qui tend à pousser les liquides *hors du* capillaire
  - 35 mm Hg à l'extrémité artérielle et 17 mm Hg à l'extrémité veineuse dans l'exemple
- **Dans le liquide interstitiel (PH_{li})**
  - Force qui attire les liquides *à l'intérieur* du capillaire
  - 0 mm Hg dans l'exemple

PO = pression colloïdoosmotique
- Causée par la présence de solutés non diffusibles (les protéines plasmatiques, par exemple)
- Attraction
- **Dans le capillaire (PO_c)**
  - Force qui attire les liquides *à l'intérieur* du capillaire
  - 26 mm Hg dans l'exemple
- **Dans le liquide interstitiel (PO_{li})**
  - Force qui tend à pousser les liquides *hors du* capillaire
  - 1 mm Hg dans l'exemple

Figure 19.17 Échanges liquidiens dans les capillaires.

LES VEINES:

Les veines ramènent le sang au cœur. Au repos, le réseau veineux contient 60% du volume du sang total (RÉSEAU CAPACITIF).

Le retour veineux est influencé par plusieurs facteurs extrinsèques:

- la différence de pression entre l'oreillette (0 mmHg) et la veinule (17mmHg).
- Pompe musculaire: la contraction des muscles squelettiques.
- Pompe respiratoire: Les mouvements respiratoires:,
- les valves des veines:
- Aspiration cardiaque.
- Stimulation sympathique: vasoconstriction favorise le retour veineux