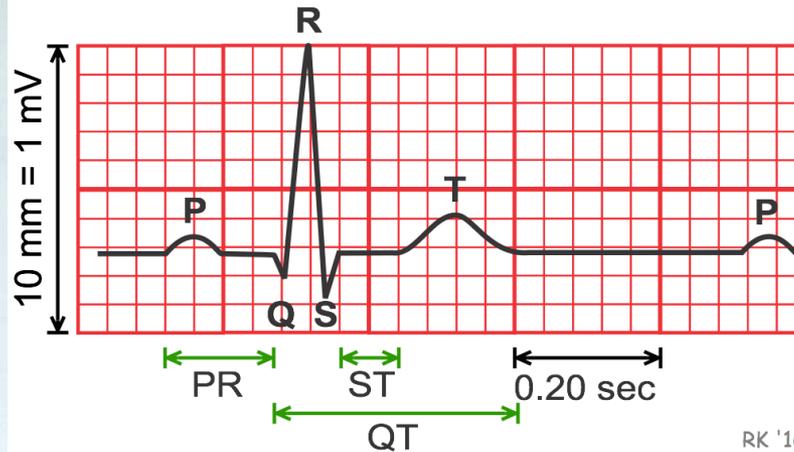
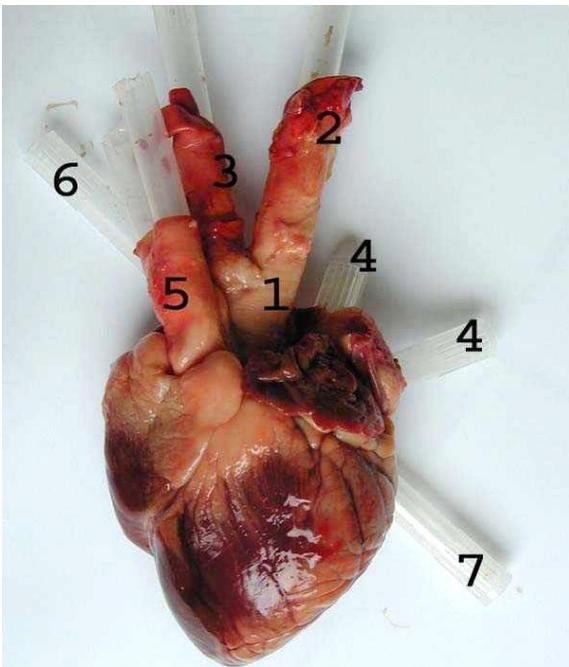
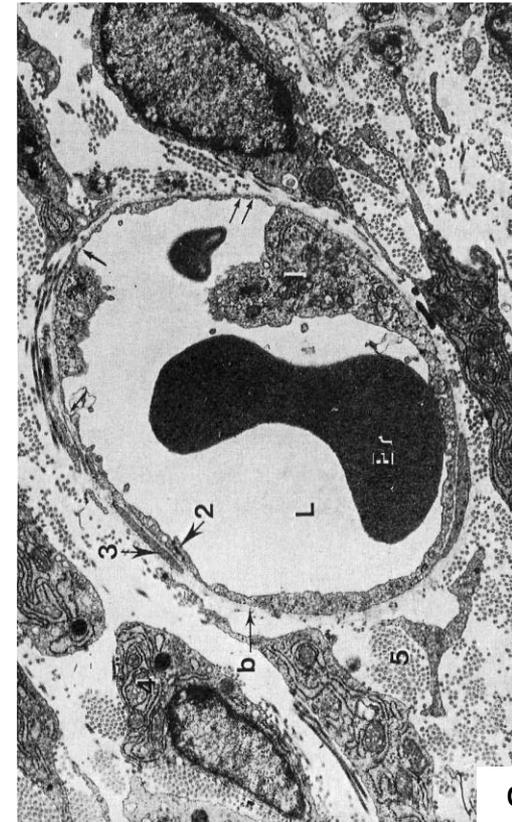


SV – I : Communication intercellulaires et intégration d'une fonction à l'organisme

SV – I – 1 : Intégration d'une fonction à l'échelle de l'organisme : la circulation sanguine chez les Mammifères

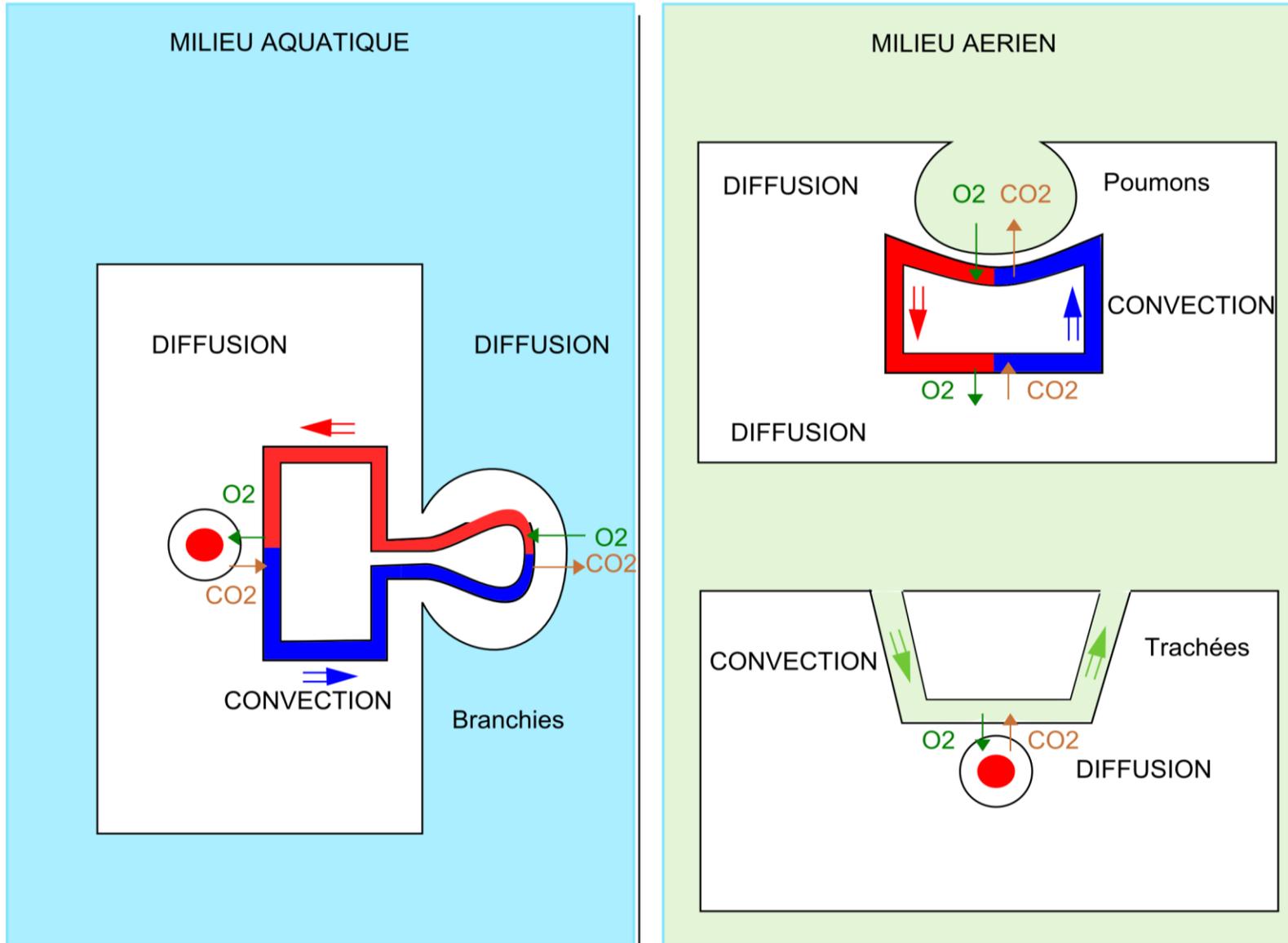


RK '16

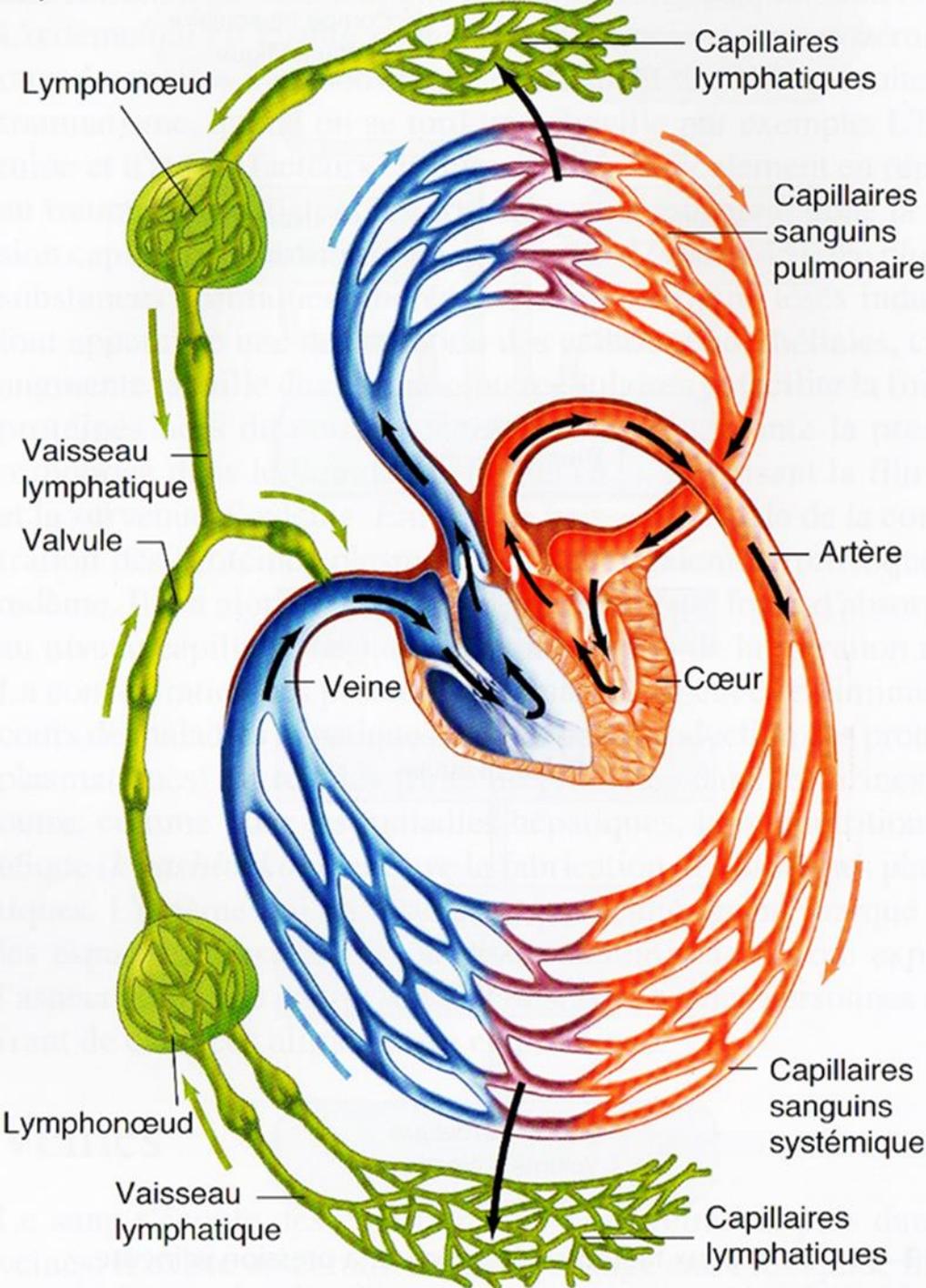


Convection, diffusion et échanges avec le milieu

Eumétazoaires à corps épais



Circulation sanguine et circulation lymphatique



appareil circulatoire	appareil lymphatique
clos	ouvert
Double: circulation pulmonaire circulation systémique	Simple
montés en série	

COMPARTIMENTS LIQUIDIENS

COMPARTIMENT
INTRACELLULAIRE

28 L

COMPARTIMENTS
EXTRACELLULAIRES

3 L

PLASMA
SANGUIN

2 L

LYMPHE
CIRCULANTE

LYMPHE
INTERSTITIELLE

COMPARTIMENTS
PROPRES A TEL
OU TEL ORGANE

milieu intérieur
circulant

5 L

=
milieu intérieur
interstitiel

9 L

=
milieu intérieur
transcellulaire

milieu intérieur

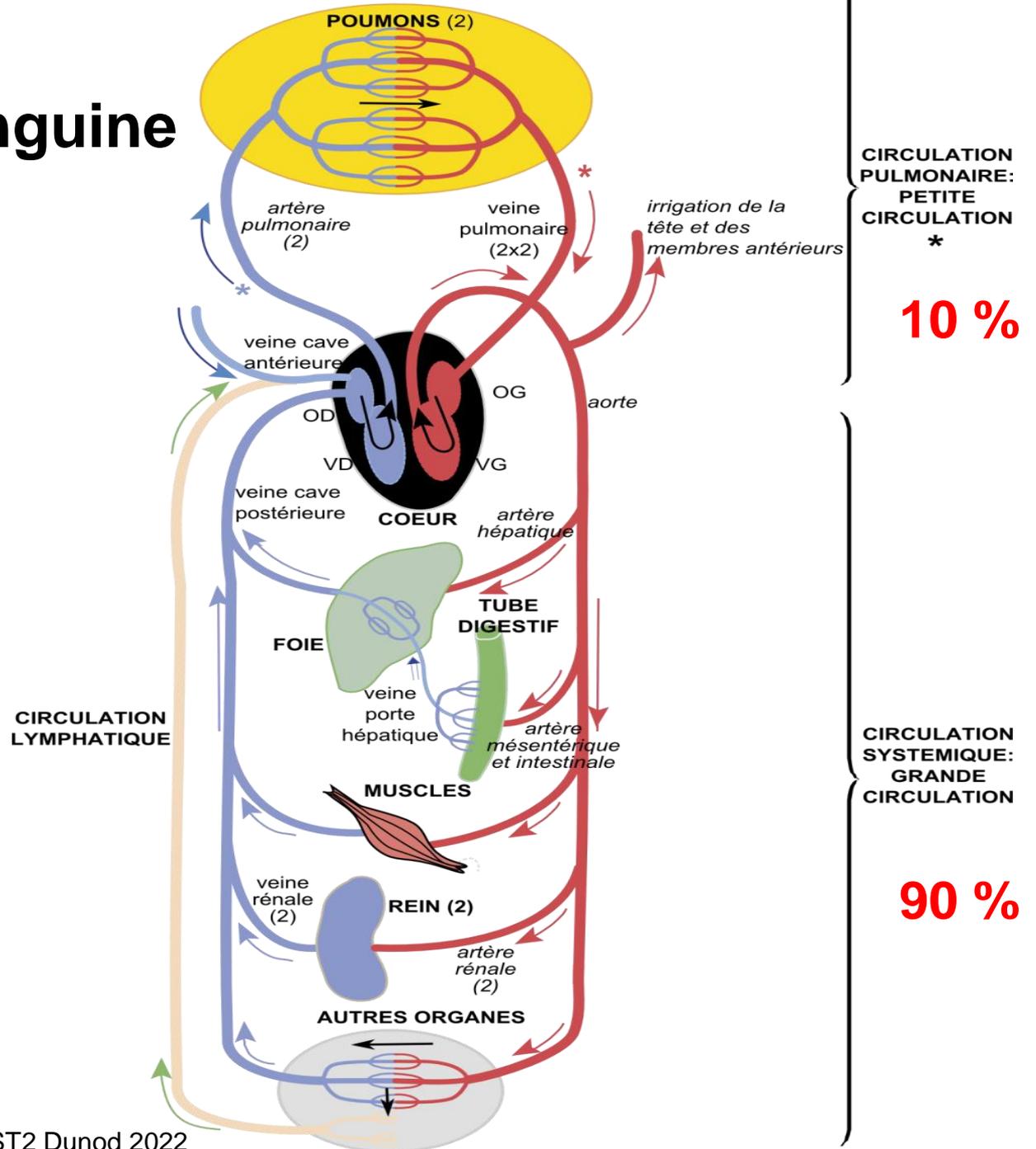
14 L

Document 1. Les constituants du sang.

Cellules		Plasma	
 <p>Hématie</p> <p>Polynucléaire</p> <p>Frottis sanguin (MO x 600)</p> <p>Hématies ($4 - 5,9 \cdot 10^6 / \mu\text{L}$) Polynucléaires Lymphocytes Monocytes Plaquettes</p>	Eau		915 g / L
	Nutriments	- glucose - acides aminés - lipides totaux - cholestérol - vitamines - oligo-éléments	1 g/L (5,6 mM) 0,4 g/L 5 g/L 1,5 à 2,5 g/L 1 µg/L à 25 mg/L 10 µg/L à 3 mg/L
	Gaz	- O₂ - CO₂ - N ₂	2 mL/L 20 mL/L 9 mL / L
	Déchets	- urée - créatinine - acide urique - bilirubine	0,34 g/L 10 mg/L 50 mg/L 2 à 12 mg/L
	Ions	Cations : - Na⁺ - K ⁺ - Ca ²⁺ - Mg ²⁺ Anions : - Cl⁻ - HCO ₃ ⁻ - Phosphates - SO ₄ ²⁻	145 mM 4 mM 2,5 mM 1,5 mM 103 mM 24 mM 1 mM 0,5 mM
	Protéines (73 g/L)	- albumine - globulines - fibrinogène	45 g/L 25 g/L 3 g/L
	Hormones		10 ng à 500 µg/L (1 pM à 1 nM)

Document 2.

Circulation sanguine et circulation lymphatique.



Document 3. Quelques caractéristiques des différents segments vasculaires de la circulation systémique chez l'humain.

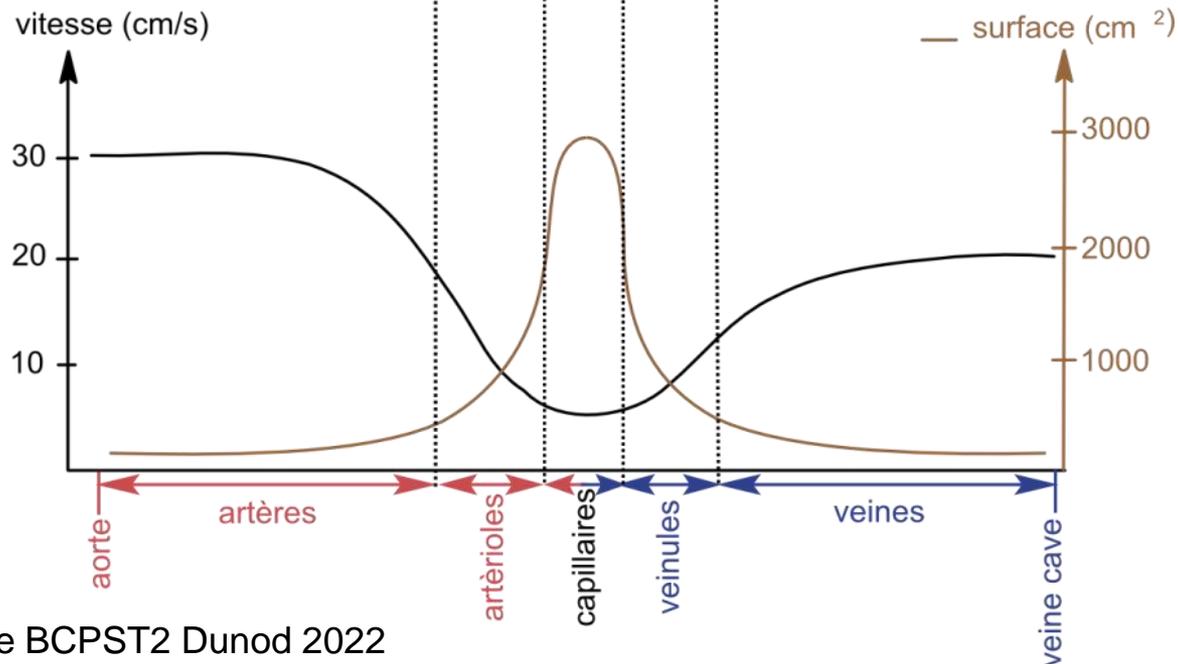
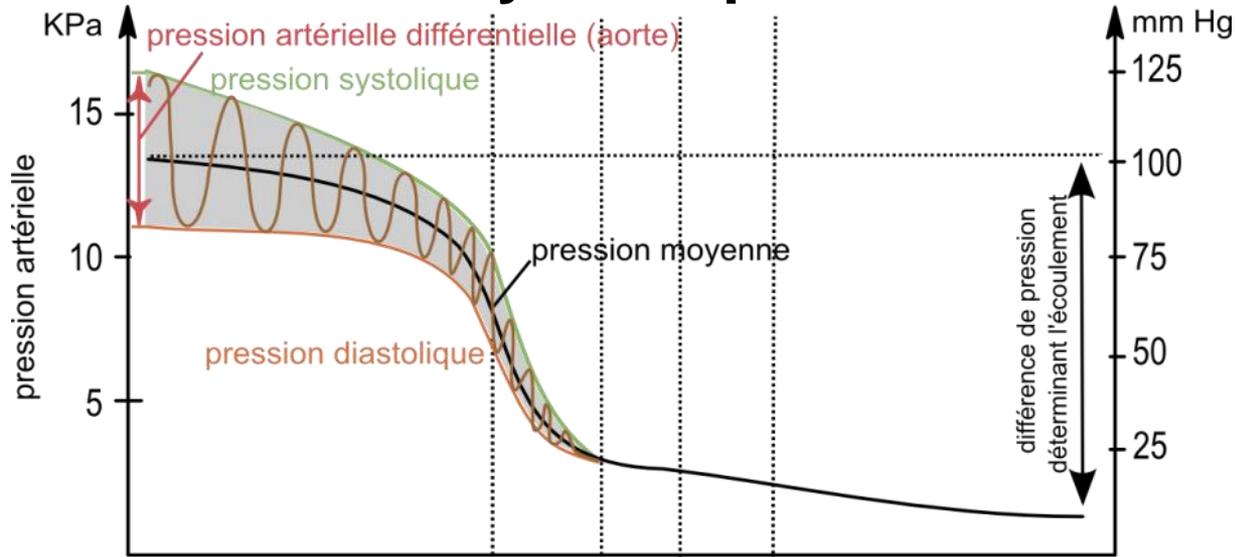
Conduisent le sang du cœur aux organes

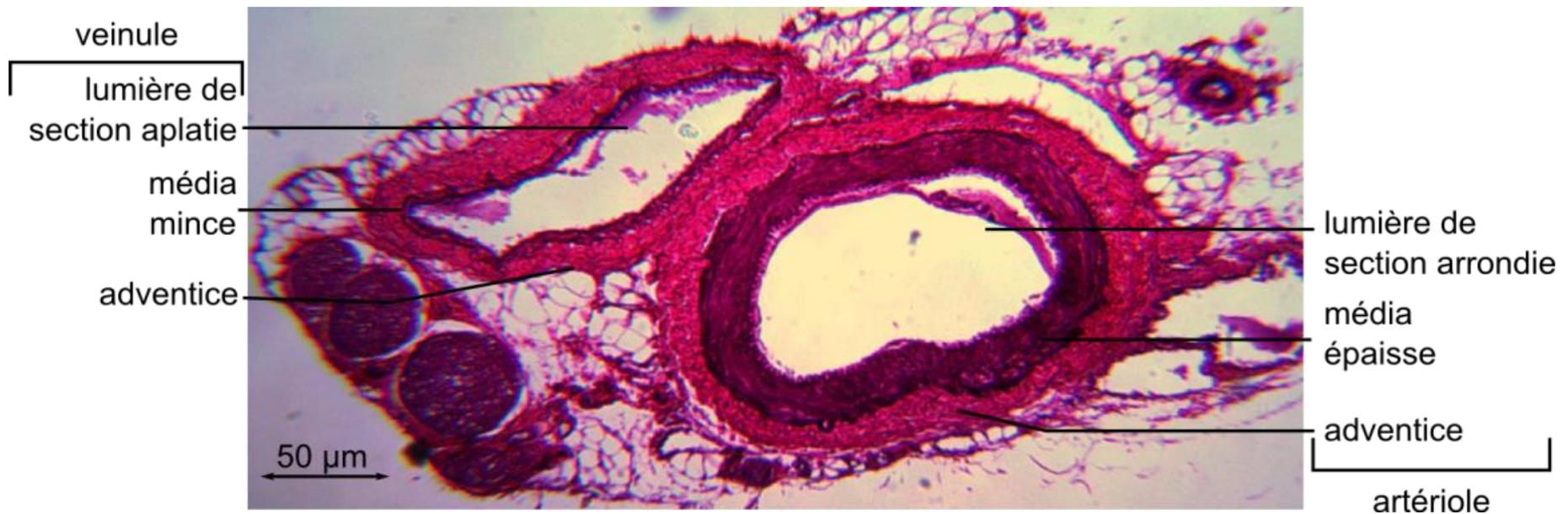
Micro-circulation

Ramènent le sang au cœur

	grosses artères	artérioles	capillaires	veinules et grosses veines
nombre de vaisseaux	40	$4 \cdot 10^7$	$5 \cdot 10^9$	$8 \cdot 10^7$
diamètre moyen (mm)	5-25	0,02	0,005 – 0,01	0,03 – 25
surface totale de section (cm²)	20	400	4500	40 (grosses veines)
volume du sang (en % du volume total)	10	1	5	53
vitesse moyenne de circulation (cm / s)	≈ 20	0,2	0,02	≈ 5
pression moyenne (mm Hg)	95	35	7	≈ 5

Document 4. Évolution des paramètres circulatoires dans la circulation systémique.

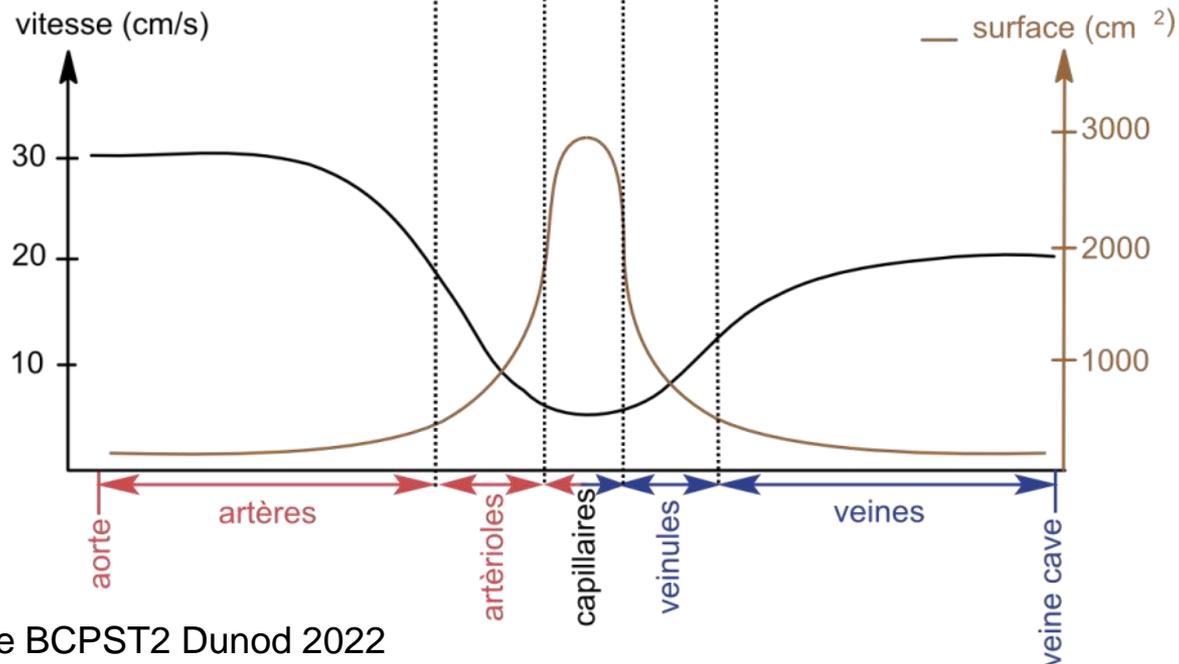
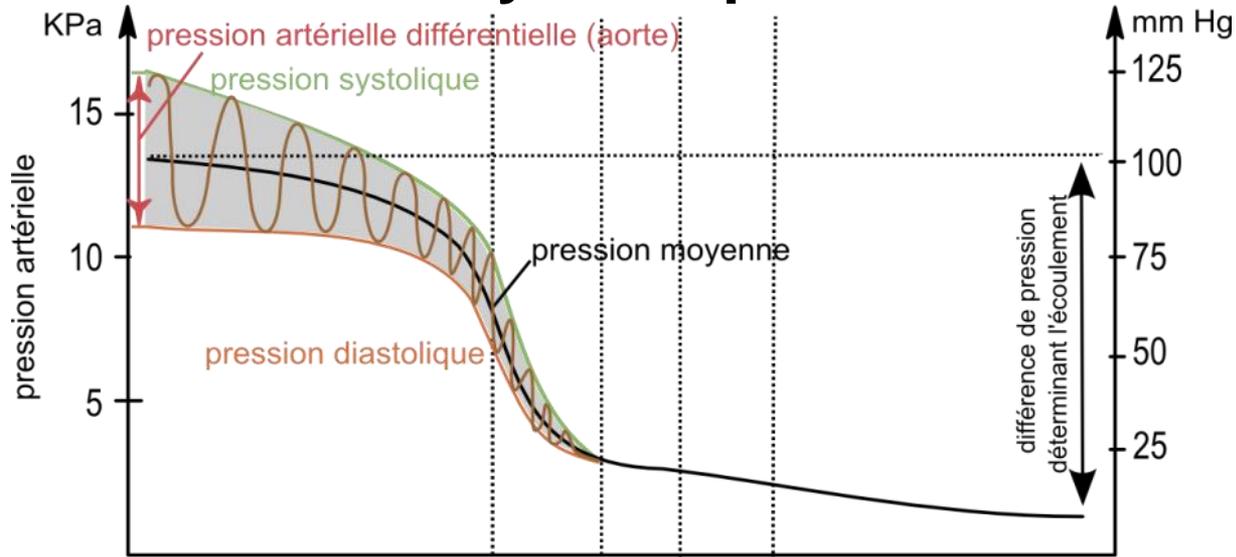




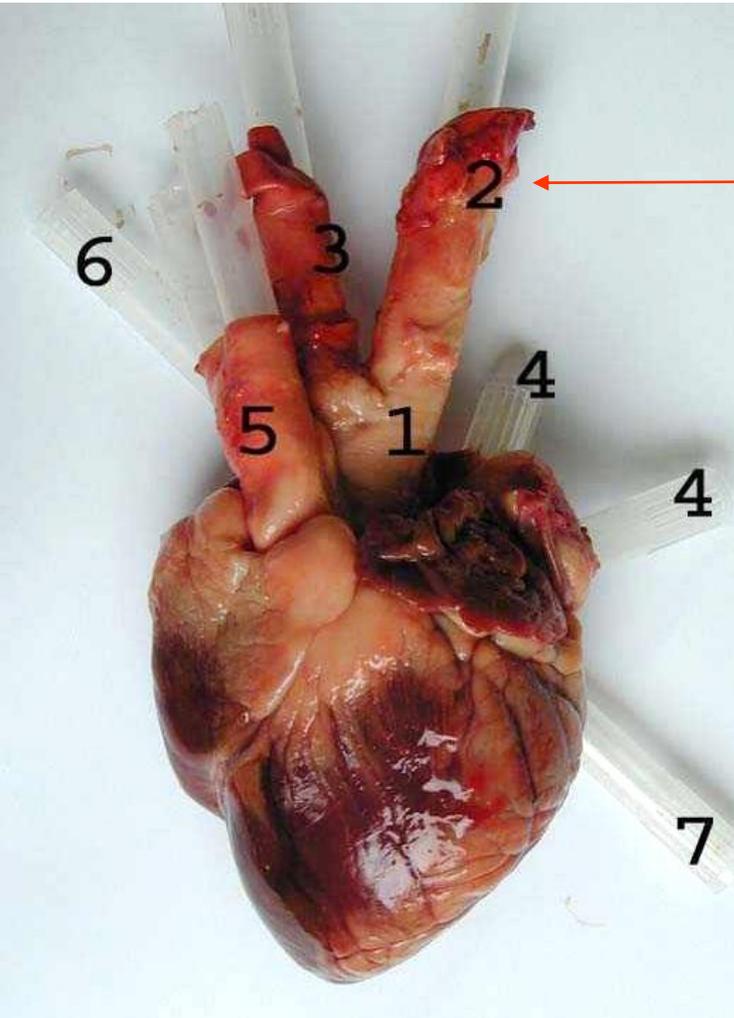
Veinule et artériole (CT) M.O. x 400

Les vaisseaux sont emballés dans du tissu adipeux (grosses cellules claires). Trois nerfs coupés transversalement sont observables en bas à gauche.

Document 4. Évolution des paramètres circulatoires dans la circulation systémique.



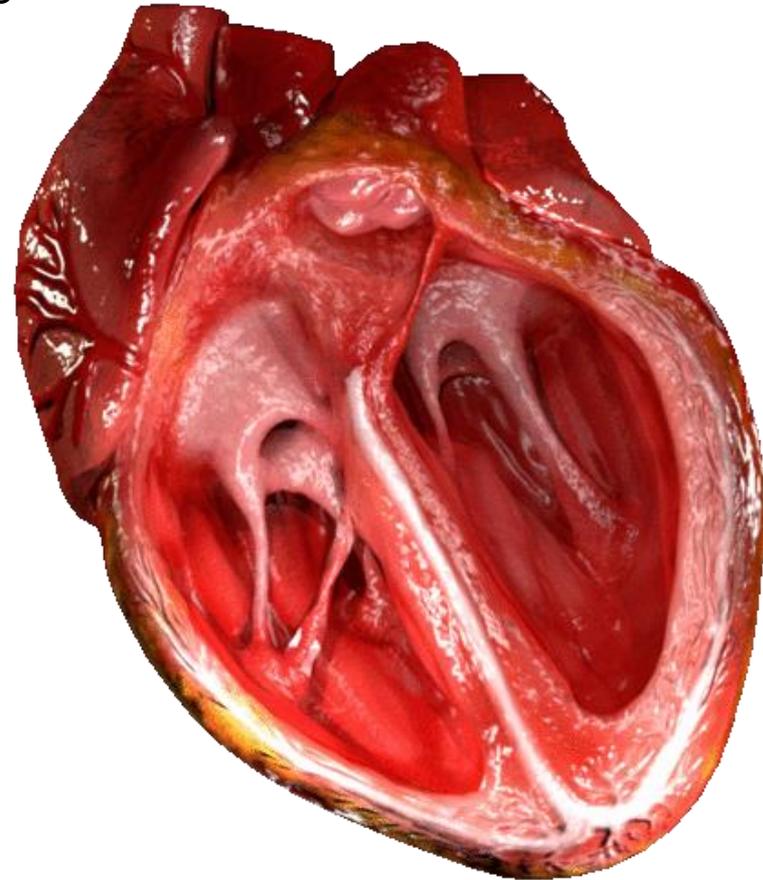
Cœur de mouton (Face antérieure)



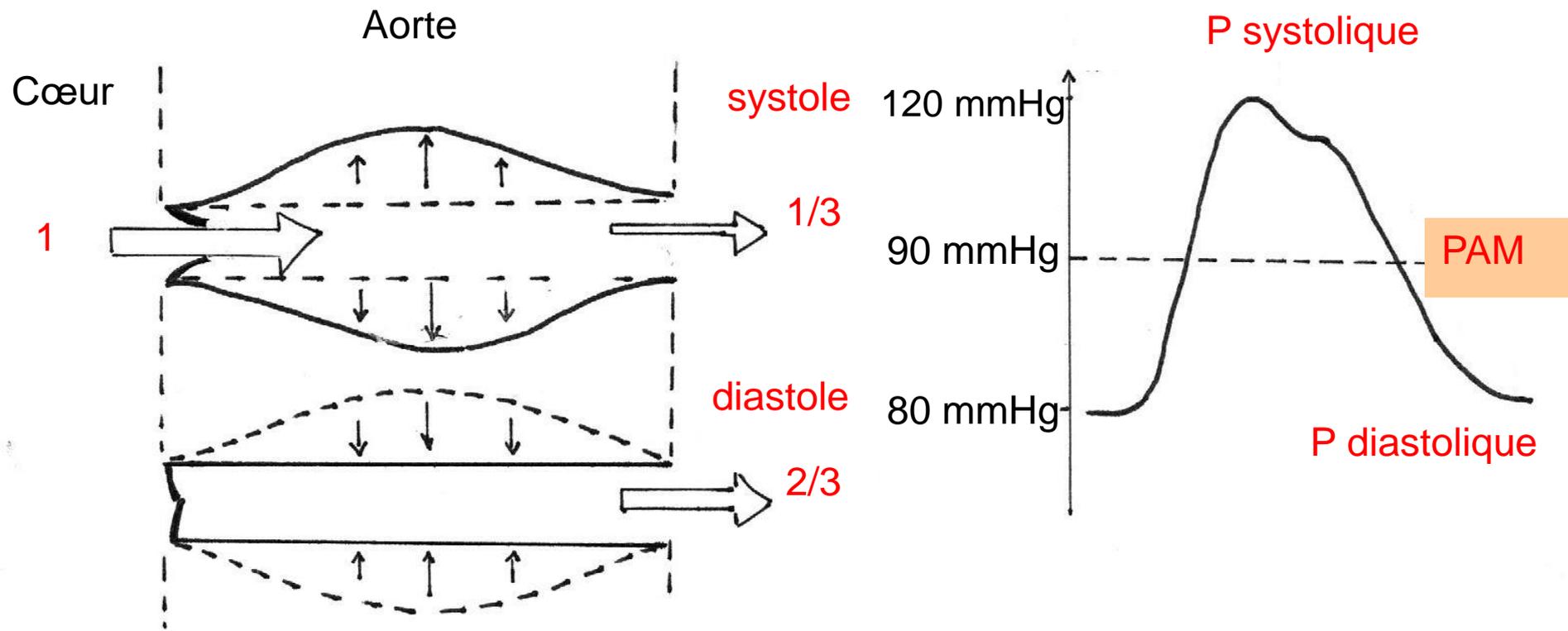
- 1 : départ du tronc aortique
- 2 : aorte
- 3 : tronc brachio-céphalique dr.
- 4 : veine pulmonaire
- 5 : artère pulmonaire
- 6 : veine cave supérieure
- 7 : veine cave inférieure.

Le cycle cardiaque

Repérer la distension de l'aorte et de l'artère pulmonaire en systole



https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/12/CG_Heart.gif

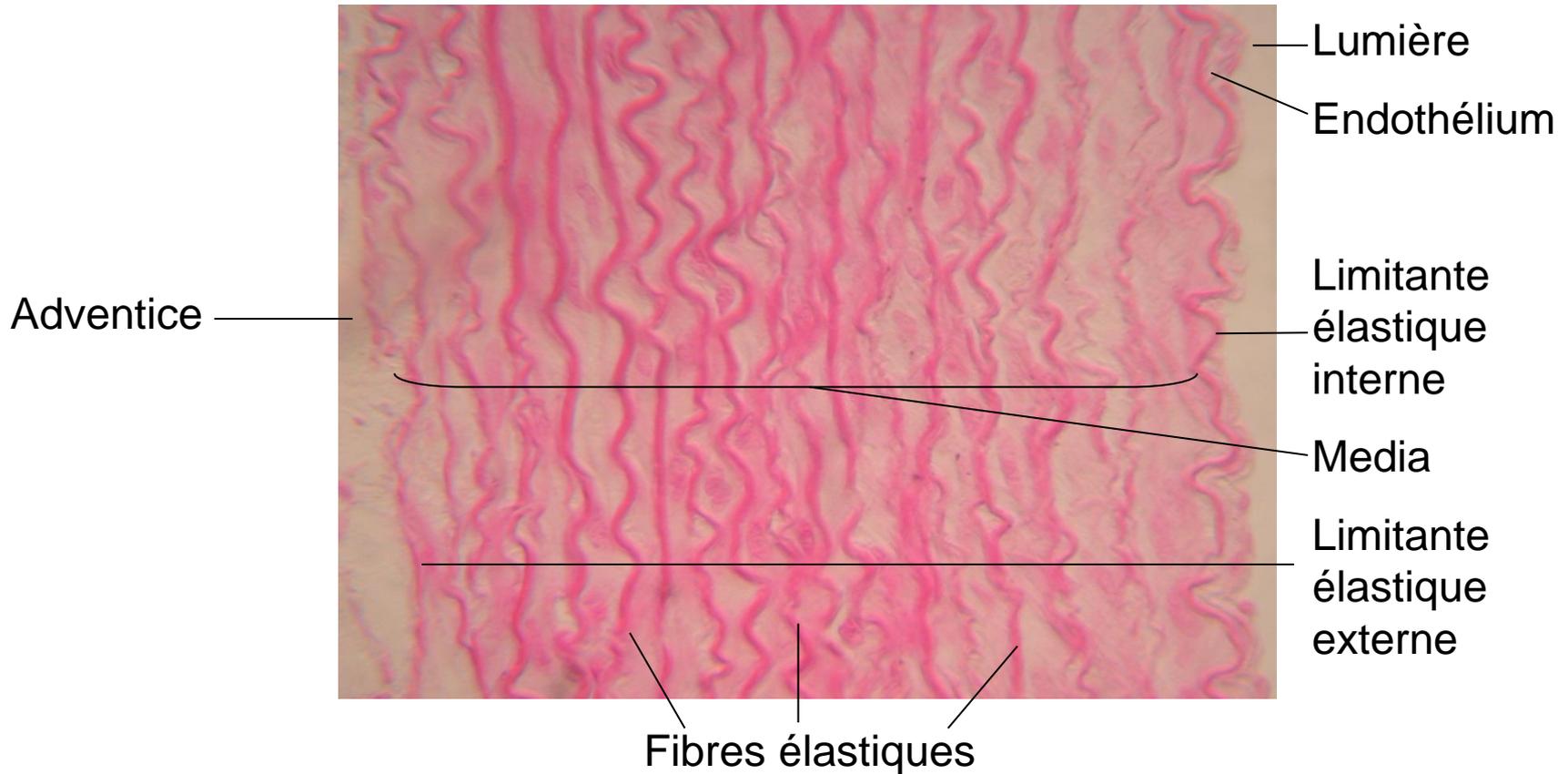


Notion de **COMPLIANCE** = $\frac{\Delta V}{\Delta P}$ Capacité des artères à être étirées sous l'effet de l'apport sanguin

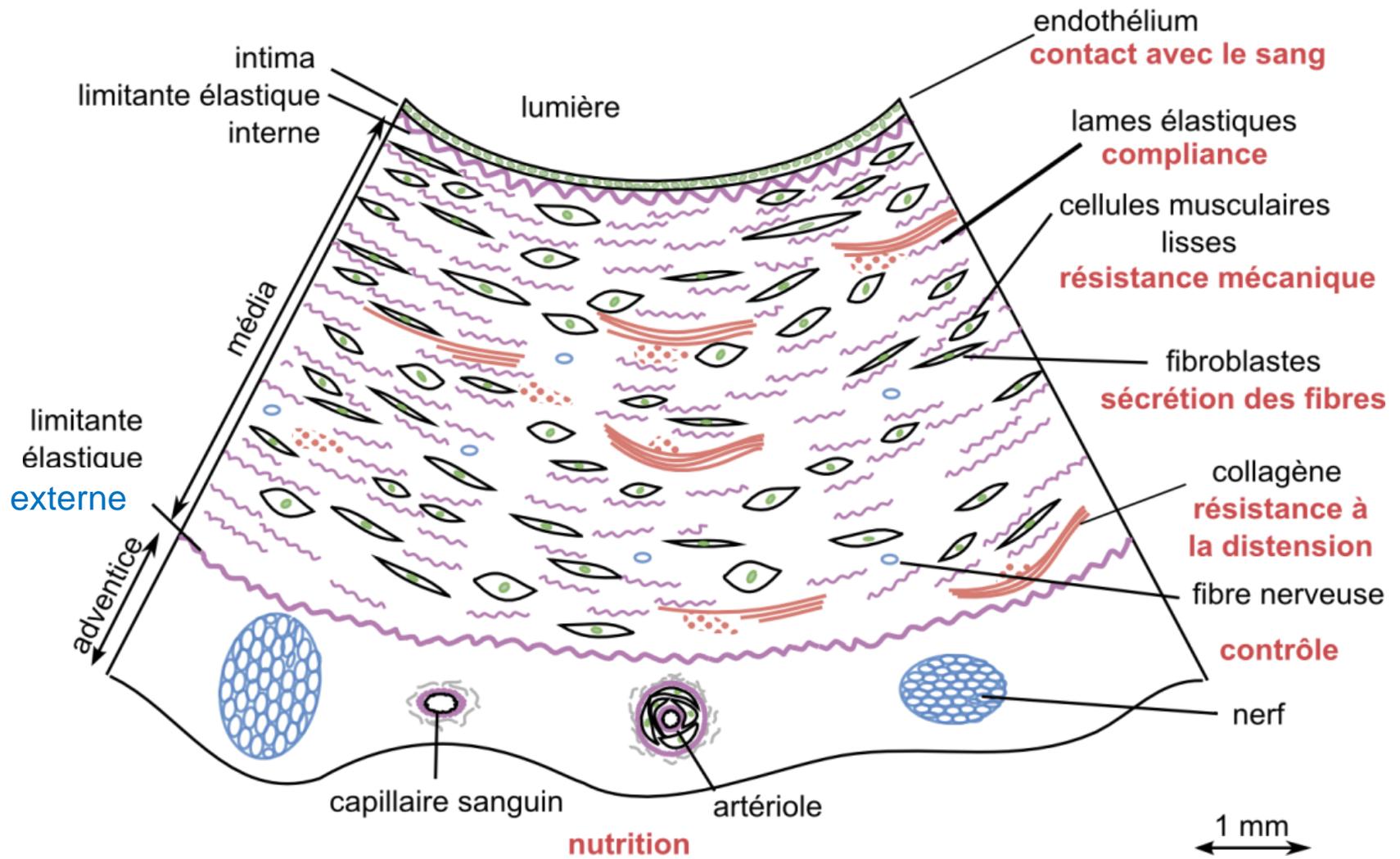
(ΔV = variation du volume du vaisseau sous l'effet d'une variation de pression transpariétale ΔP)

Plus la compliance est élevée, plus la paroi du vaisseau tend à se déformer pour une pression donnée.

Détail de la paroi de l'aorte (MO x 400)



Document 5. Relations entre la structure de la paroi d'une artère élastique et ses fonctions circulatoires (schéma d'une coupe transversale).



Les artères musculaires

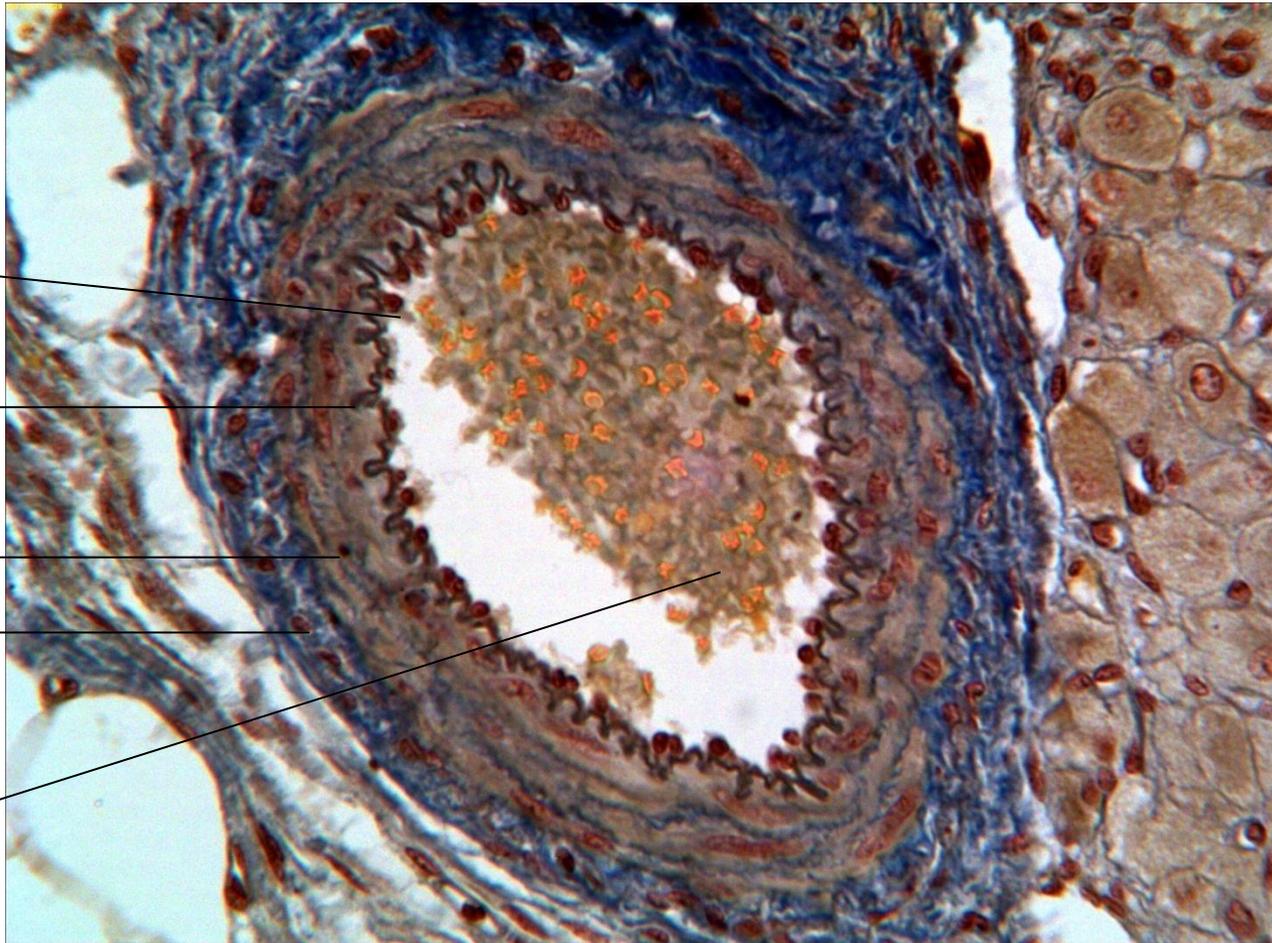
Endothélium

Limitante
élastique
interne

Media

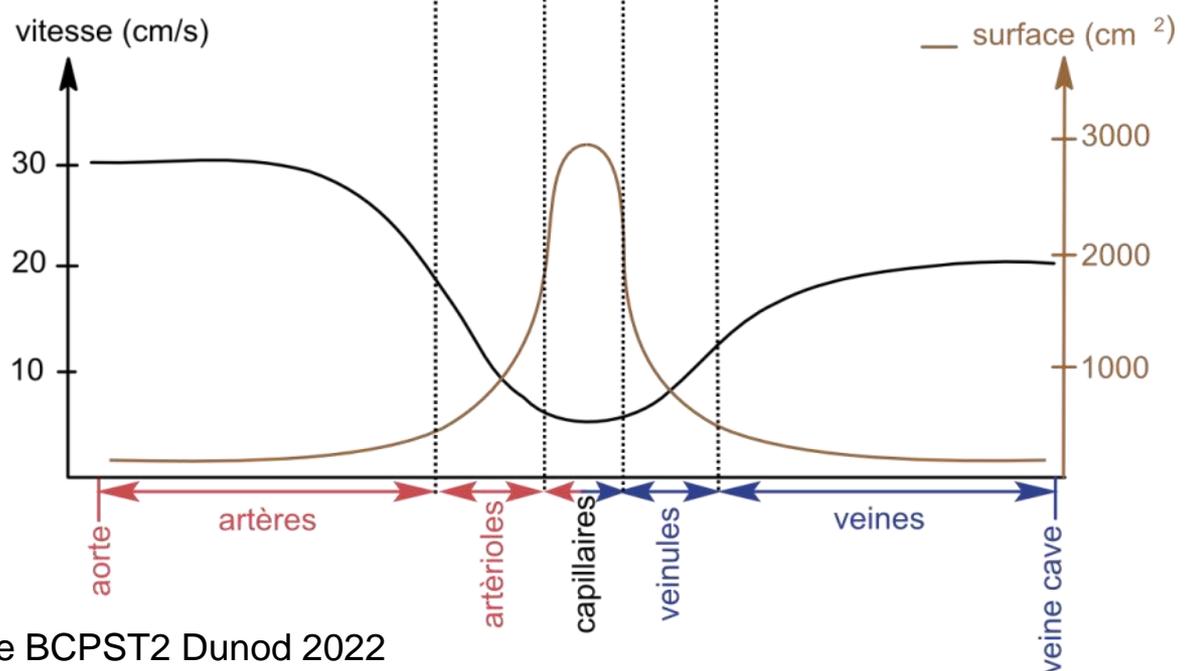
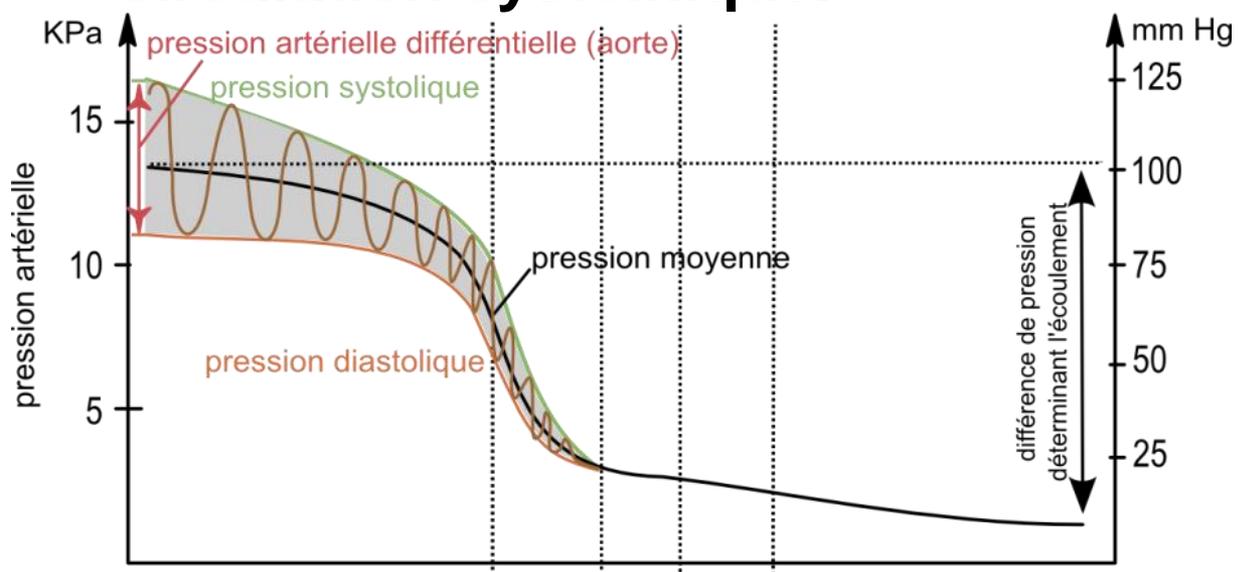
Adventice

Lumière
avec
hématies



CT d'une artériole (MO x 400)

Document 4. Évolution des paramètres circulatoires dans la circulation systémique.



Les artères musculaires

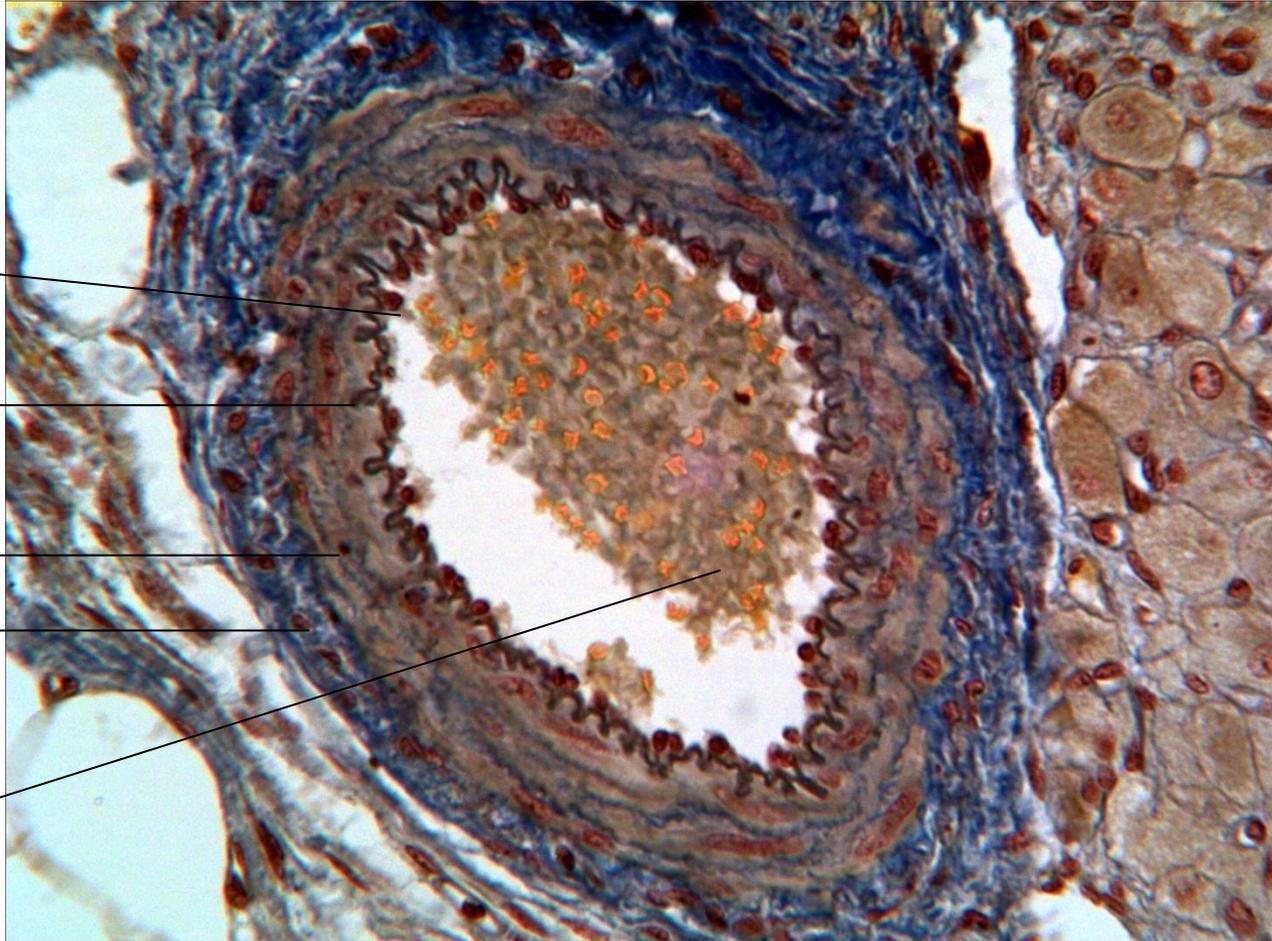
Endothélium

Limitante
élastique
interne

Media

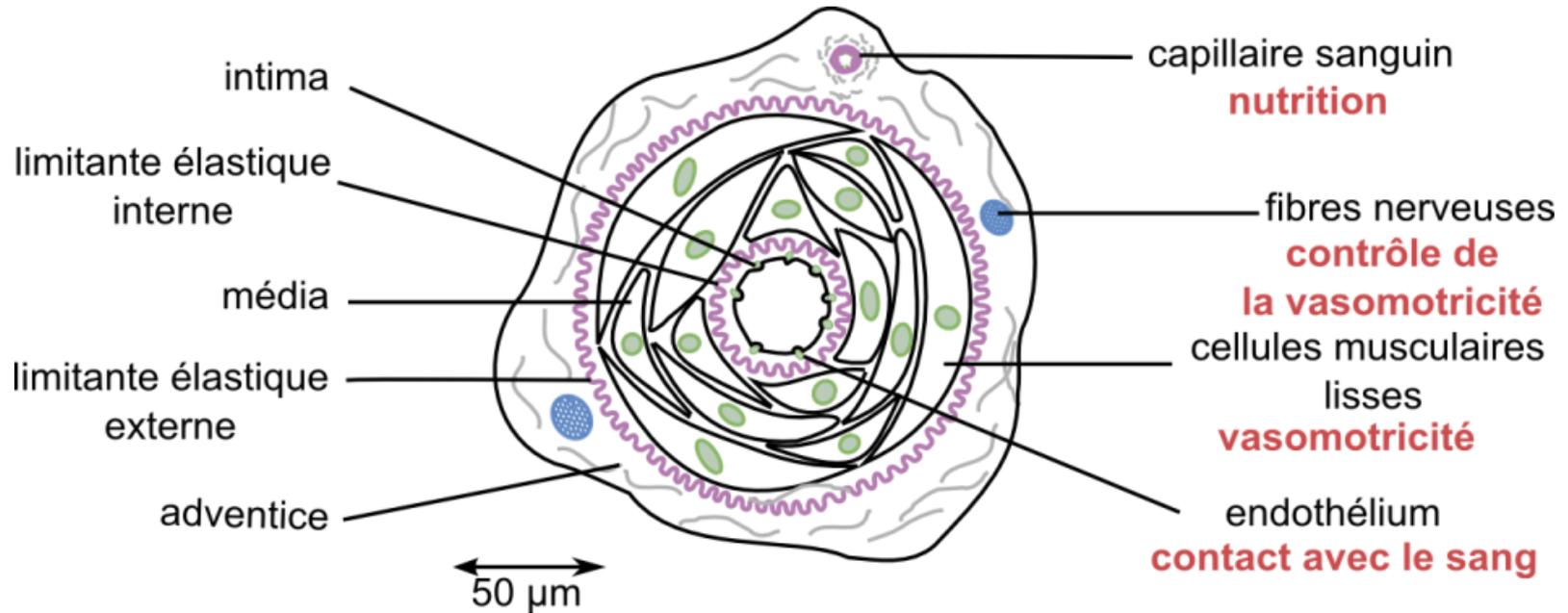
Adventice

Lumière
avec
hématies

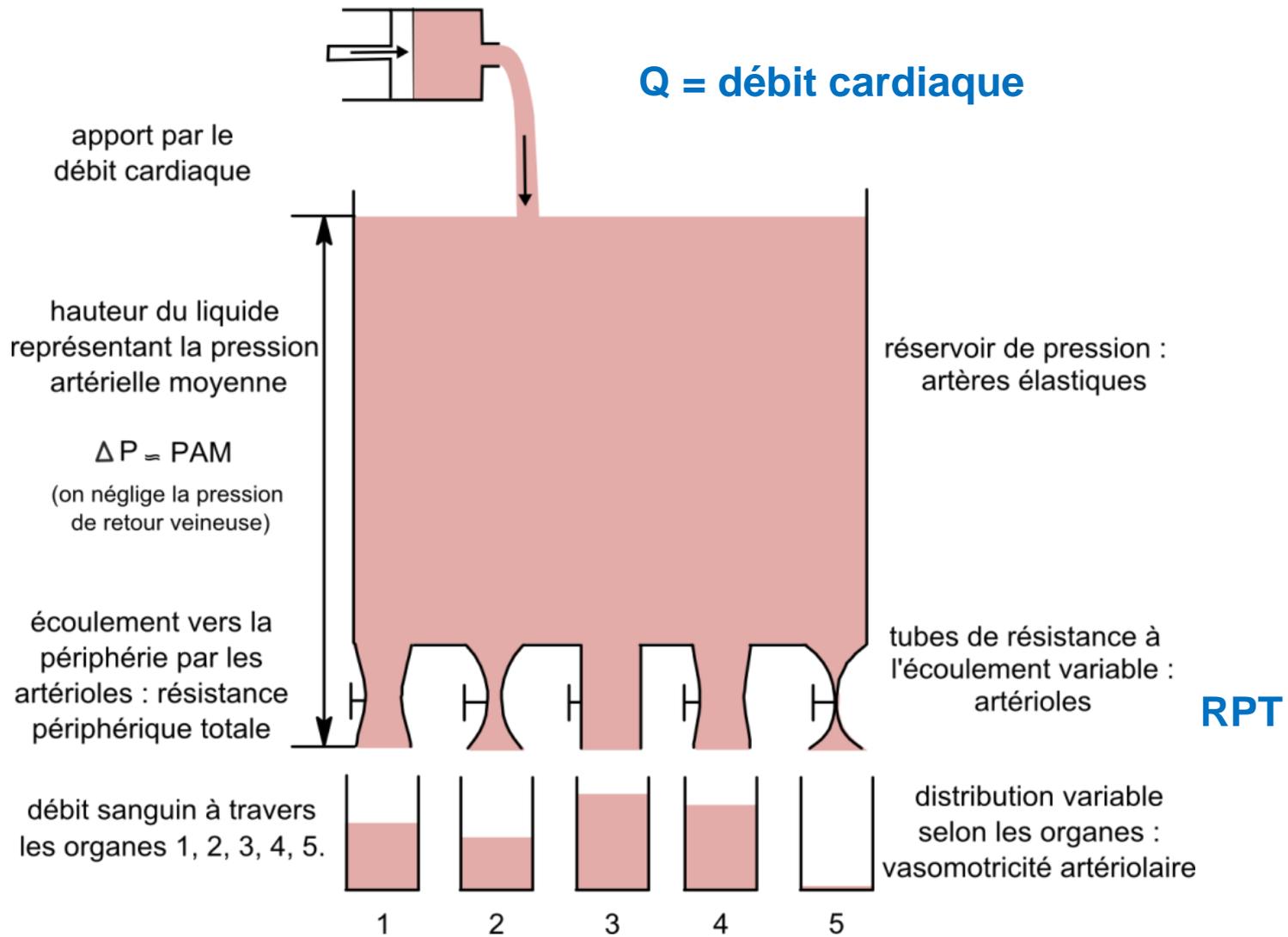


CT d'une artériole (MO x 400)

Document 6. Relations entre la structure de la paroi d'une artériole et ses fonctions circulatoires (schéma d'une coupe transversale).

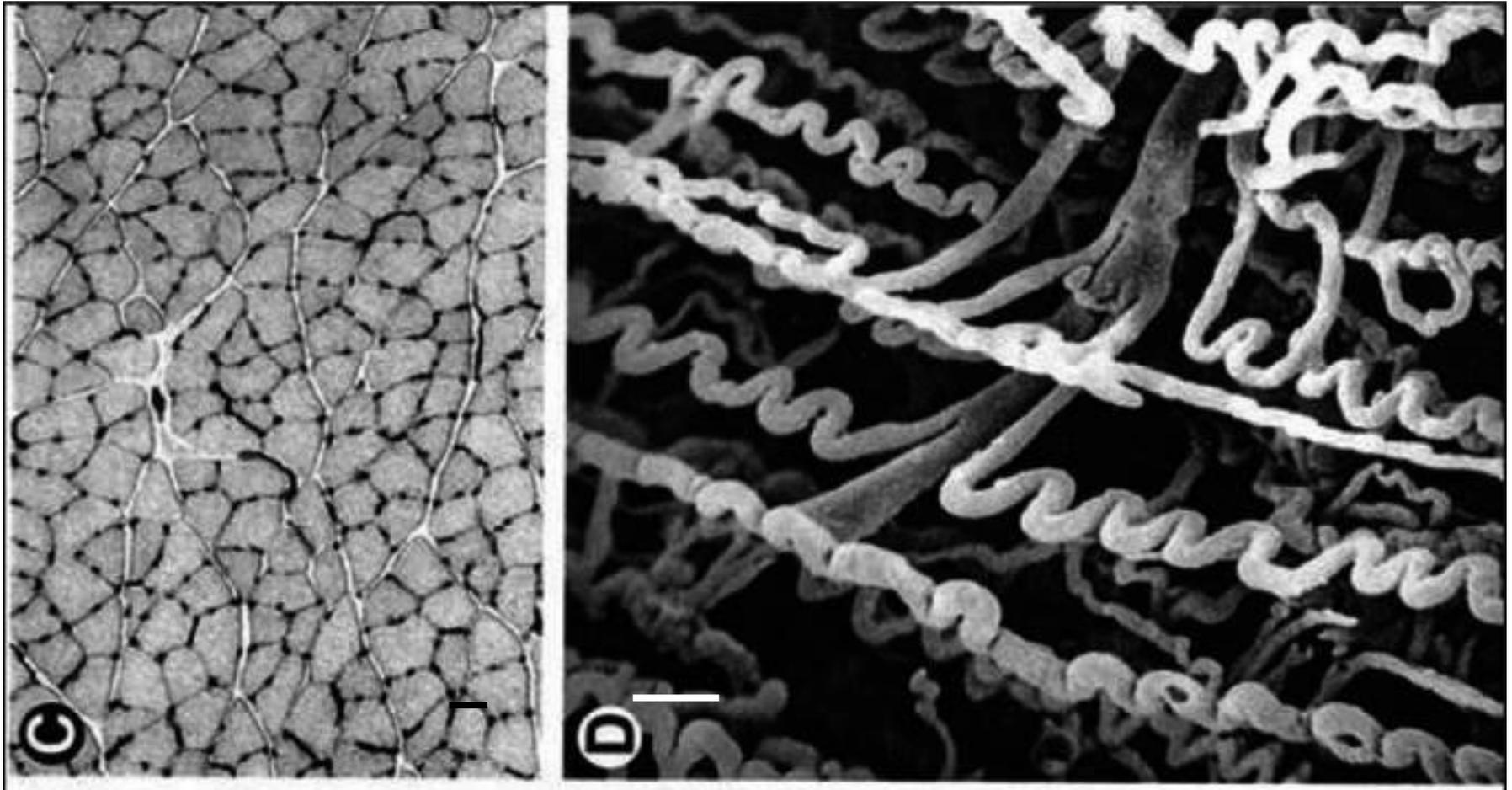


Document 7. Modèle analogique de circulation artérielle.



$$PAM = Q \cdot RPT$$

Microcirculation dans un muscle



Coupe transversale

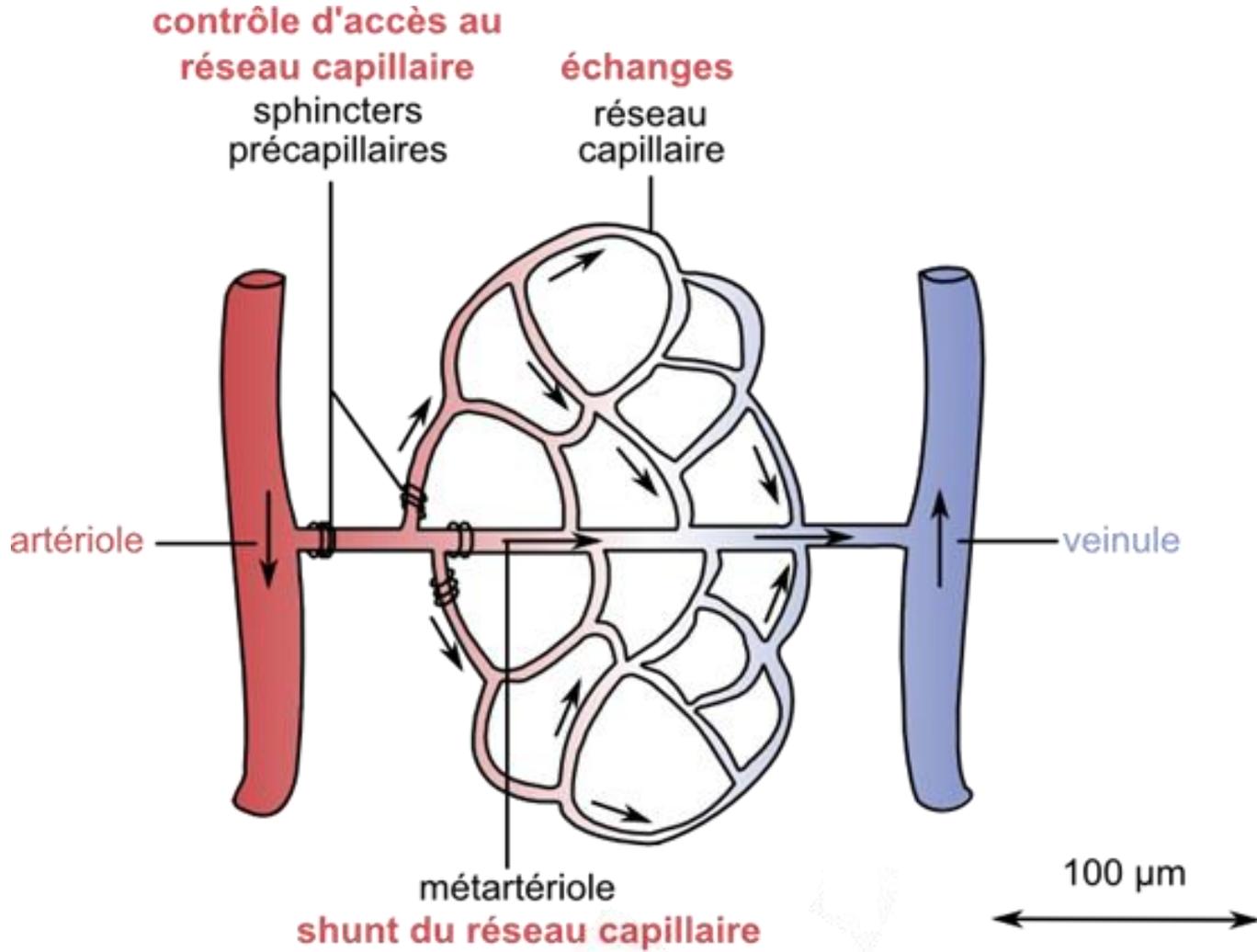
Vue au MEB

Barre d'échelle : 20 μ m

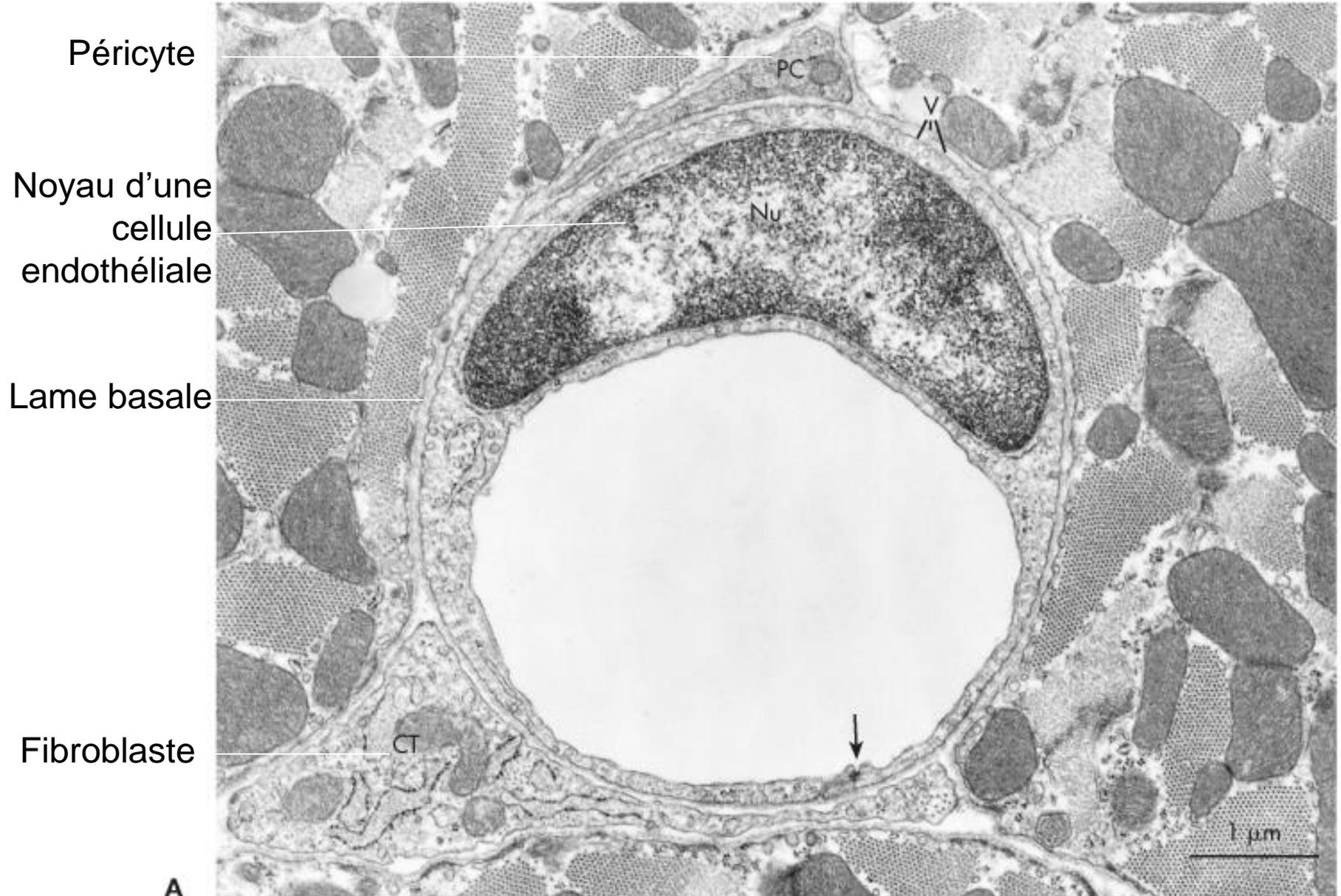
Coupe transversale d'un capillaire continu (M.E.T.)



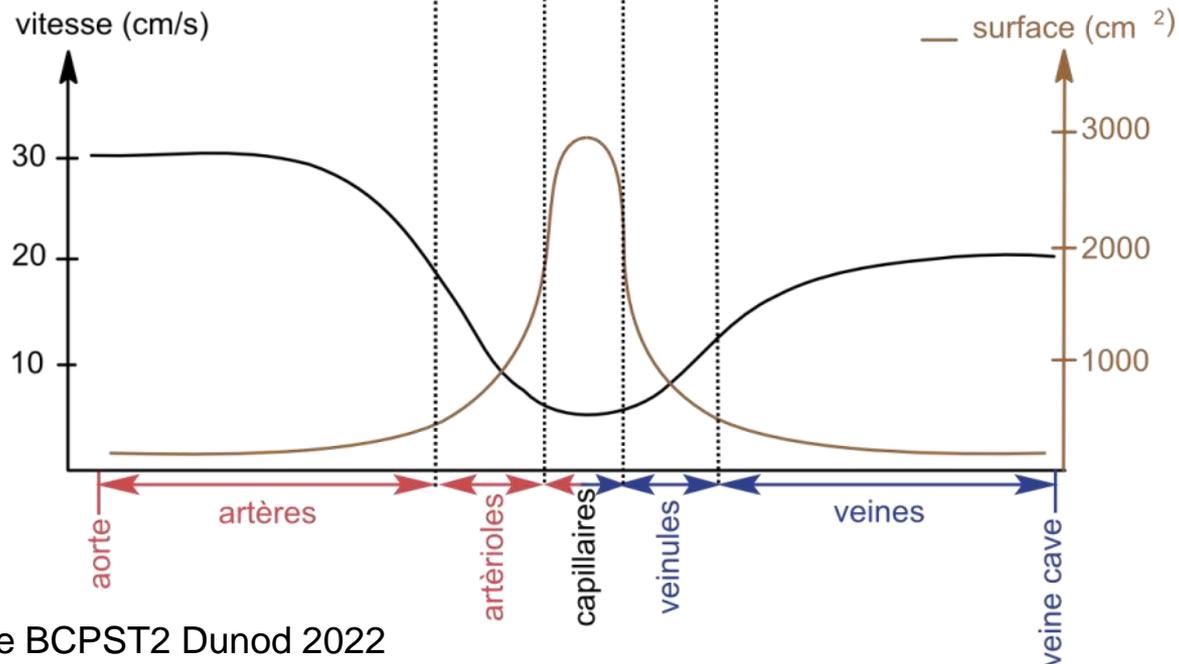
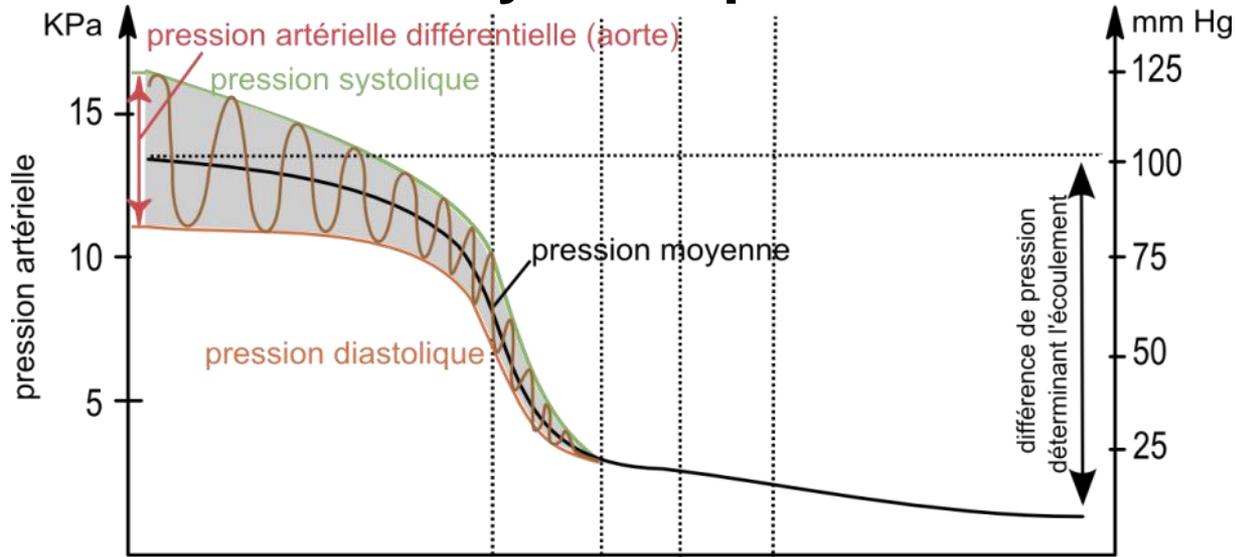
Document 8. Organisation de la microcirculation.



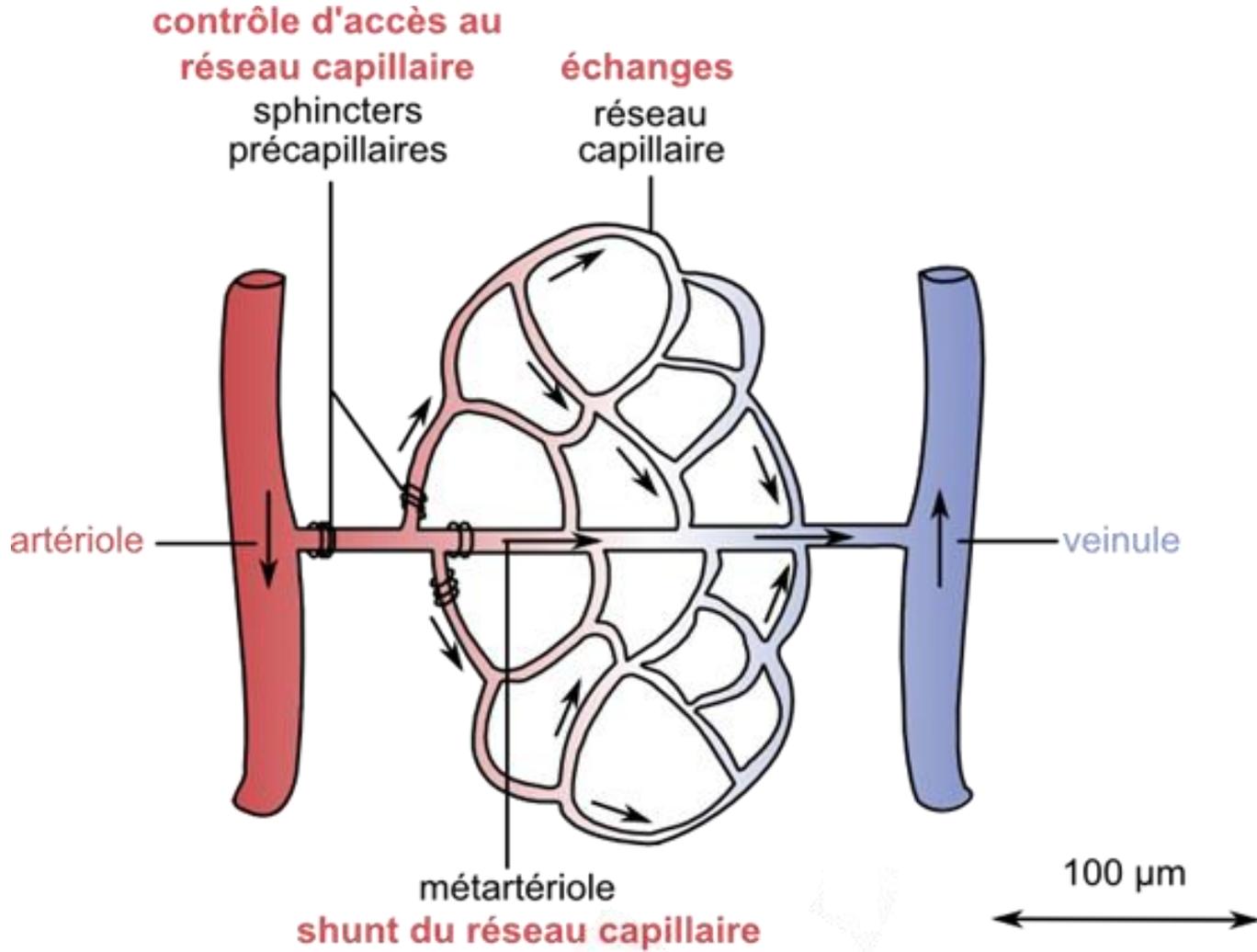
CT d'un capillaire continu (MET)



Document 4. Évolution des paramètres circulatoires dans la circulation systémique.



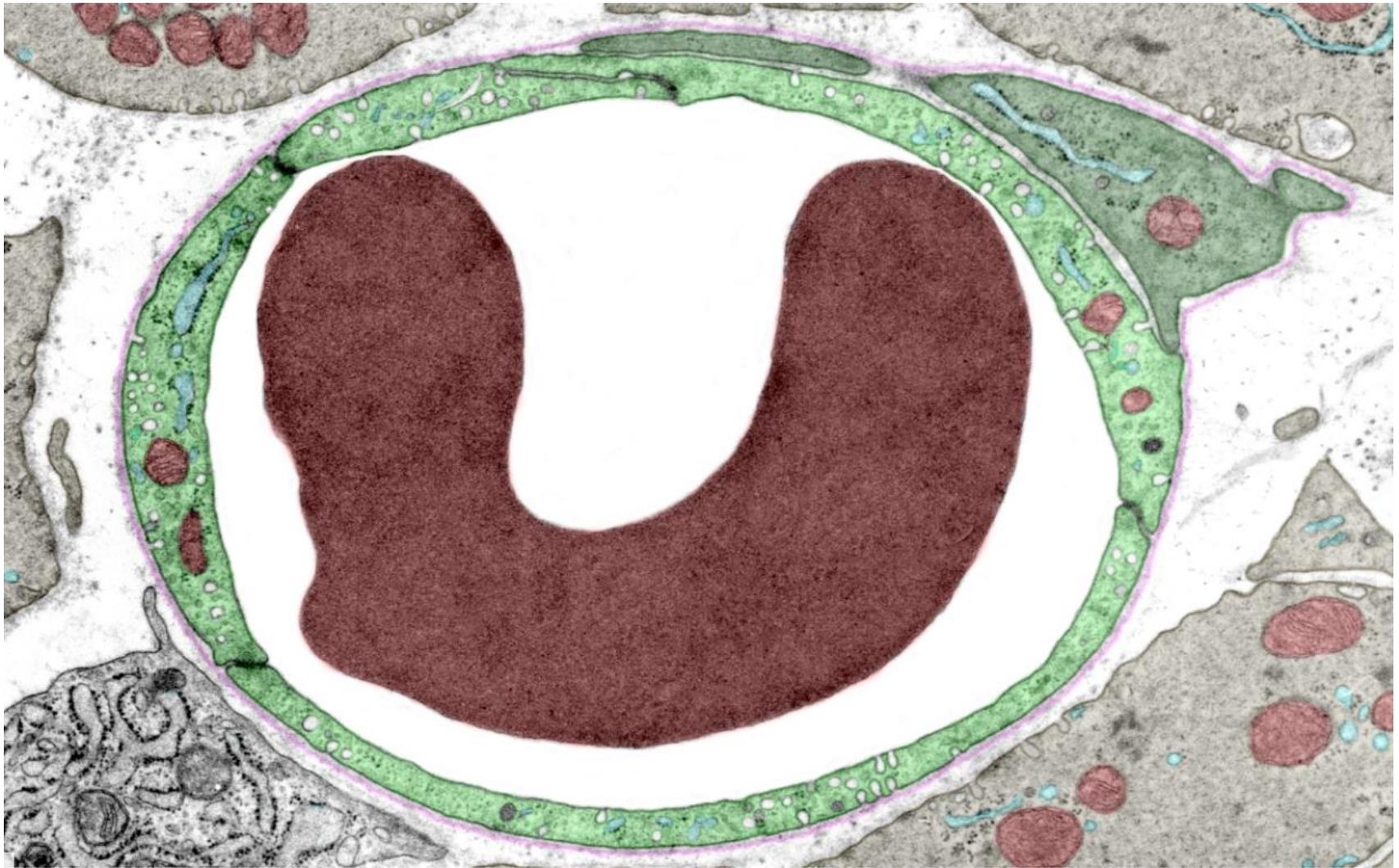
Document 8. Organisation de la microcirculation.



Composition moyenne des milieux liquidiens

Substance	Plasma artériel	Liquide interstitiel
En mmol.L⁻¹		
Na ⁺	140	140
K ⁺	4,8	5
Ca ²⁺	2,3	1,3 à 1,5
Mg ²⁺	0,7 à 0,9	0,7 à 0,9
Cl ⁻	105	105
HCO ₃ ⁻	25	28
Phosphates	4	4
Glucose	5,5	5,0
En g.L⁻¹		
Protéines	70	4

Coupe transversale d'un capillaire continu (M.E.T.)



Vert clair : endothélium

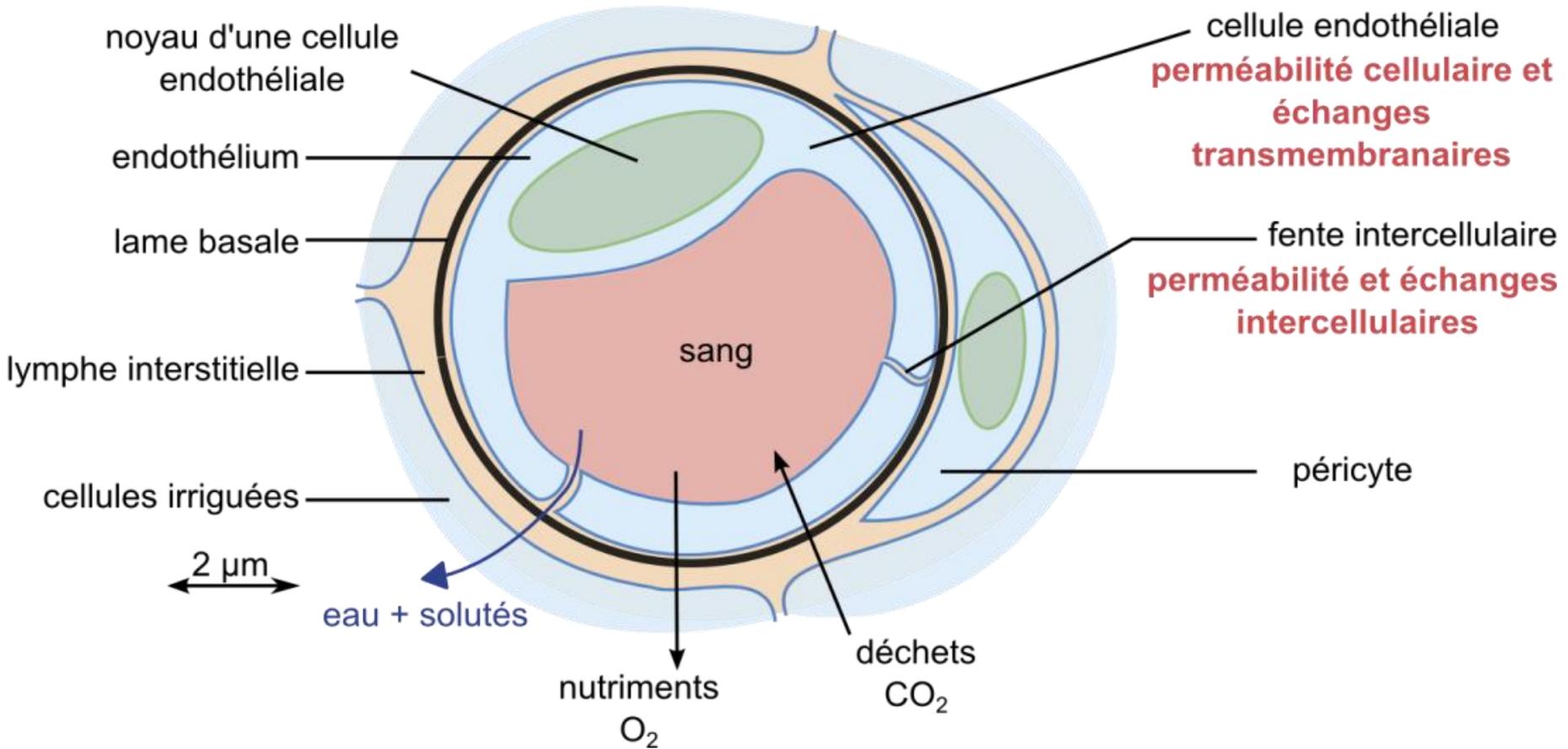
Rose : lame basale

Vert foncé : péricytoplasme

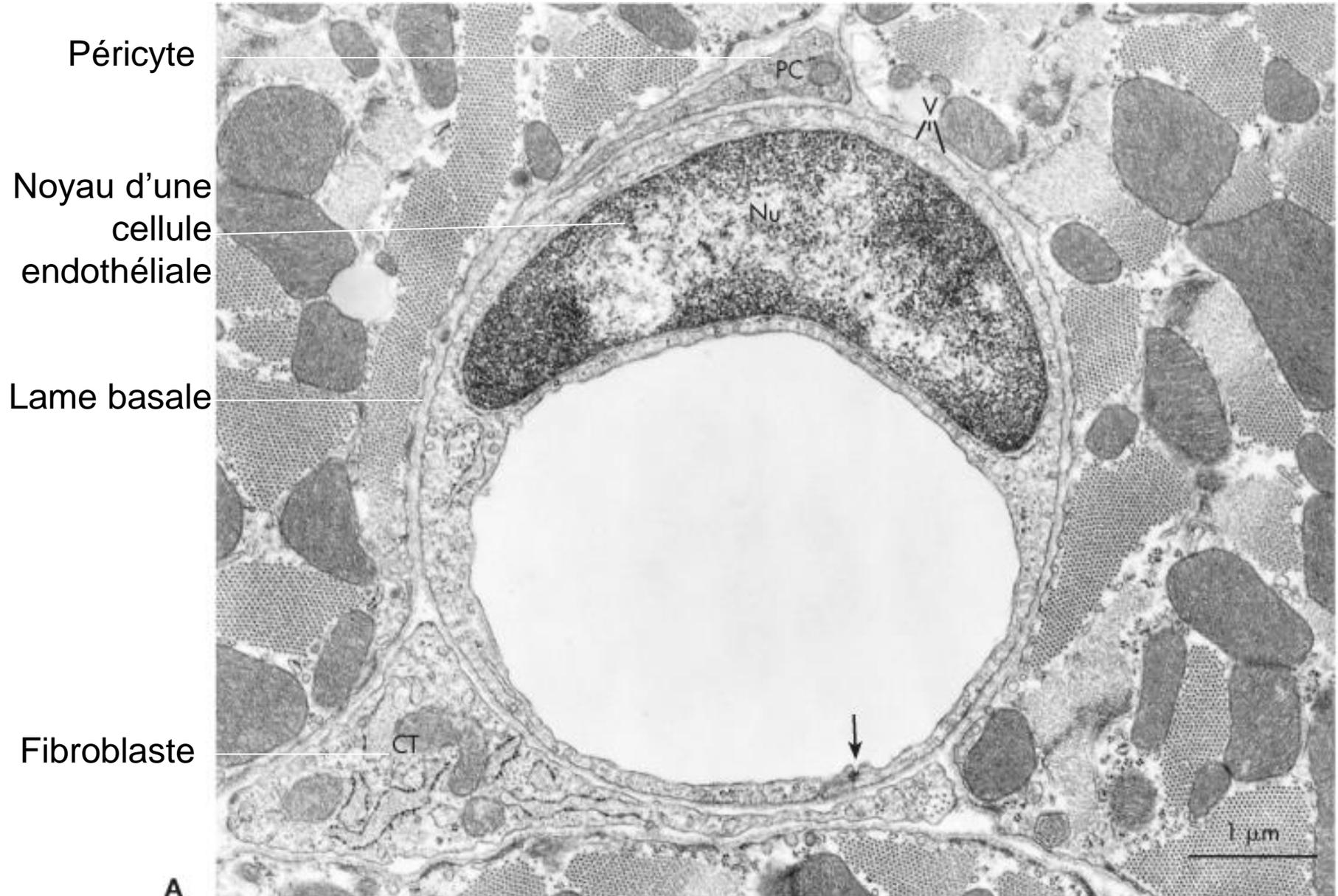
Rouge : hématie

Orange : mitochondrie

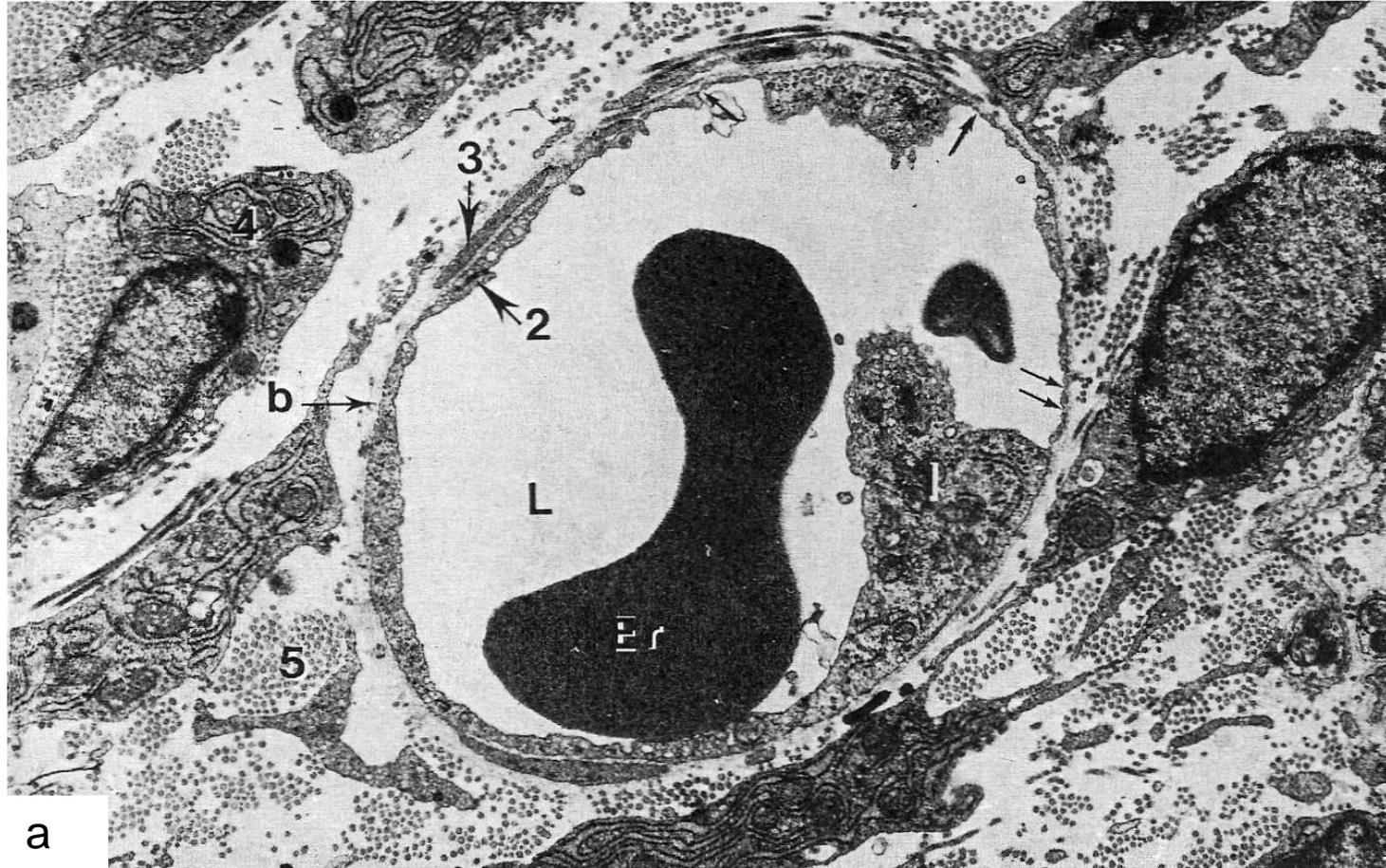
Document 9. Relations entre la structure d'un capillaire continu et sa fonction.



CT d'un capillaire continu (MET)



Capillaire de type fenestré (M.E.T. x 12 500)



L. Lumière du capillaire avec une
hématie (ER)

1. Cytoplasme d'une cellule endothéliale
2. Jonction intercellulaire

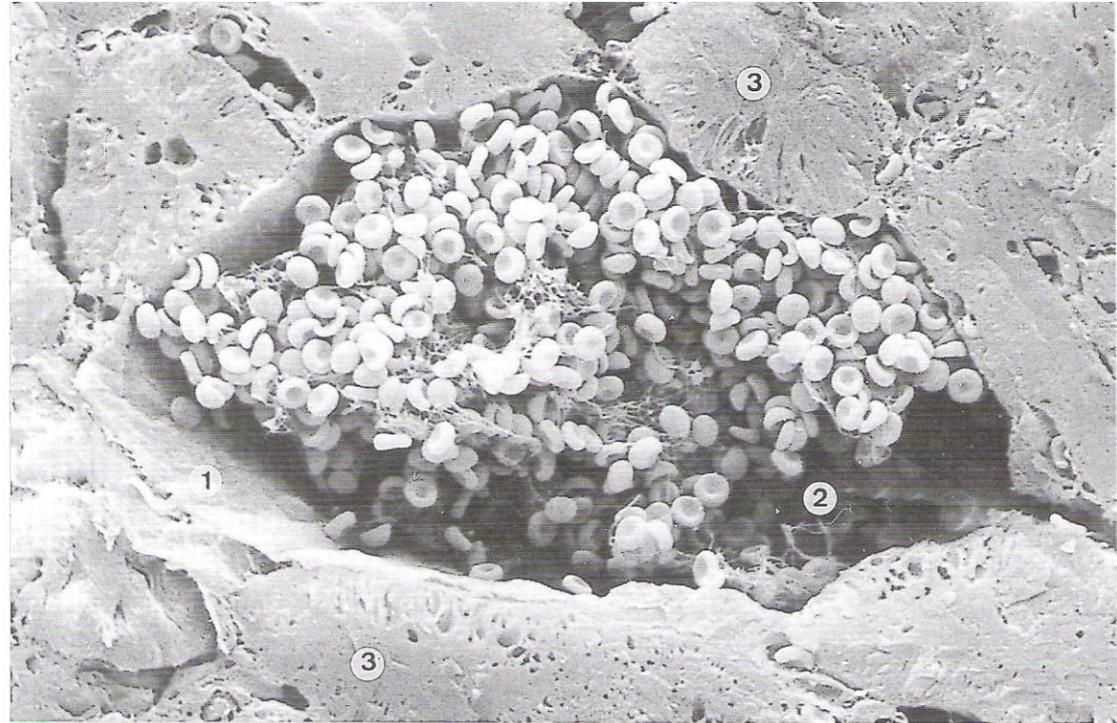
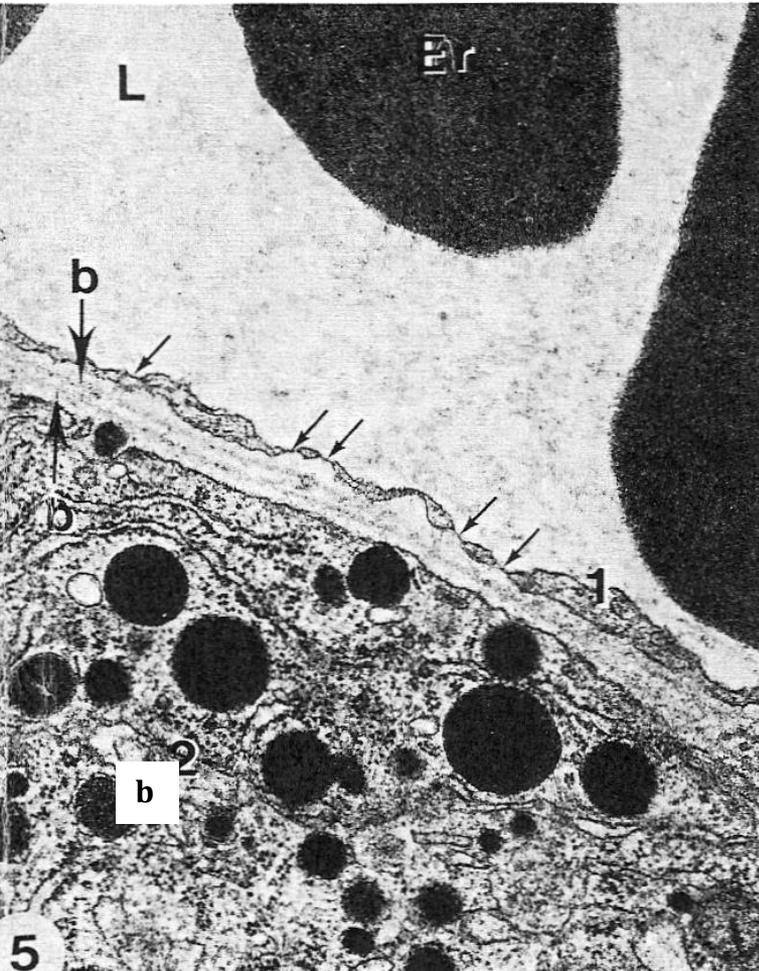
3. Expansion d'un péricyte

4. Fibroblaste

5. Fibrilles de collagène

Capillaires sinusoides

b) Détail de la paroi (M.E.T. x 43 000) c) capillaire sinusoidé (M.E.B. x 700)



1. Endothélium
2. Hématies
3. Hépatocytes

b. Lamé basale

2. Cellule sécrétrice

↑ Pores entre les cellules endothéliales

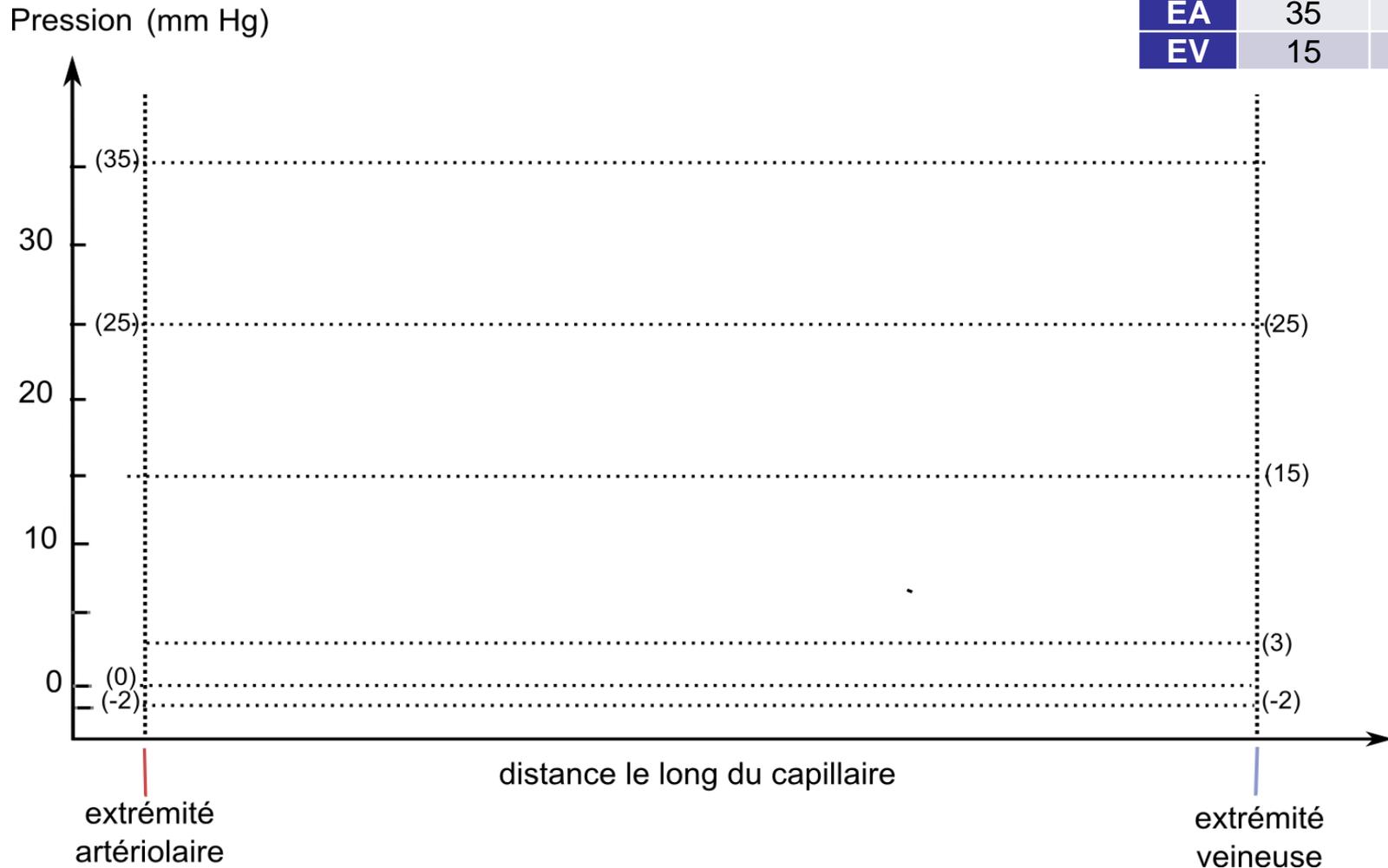
Document 10. Pressions hydrostatiques et oncotiques aux extrémités d'un capillaire.

Valeurs en mm Hg

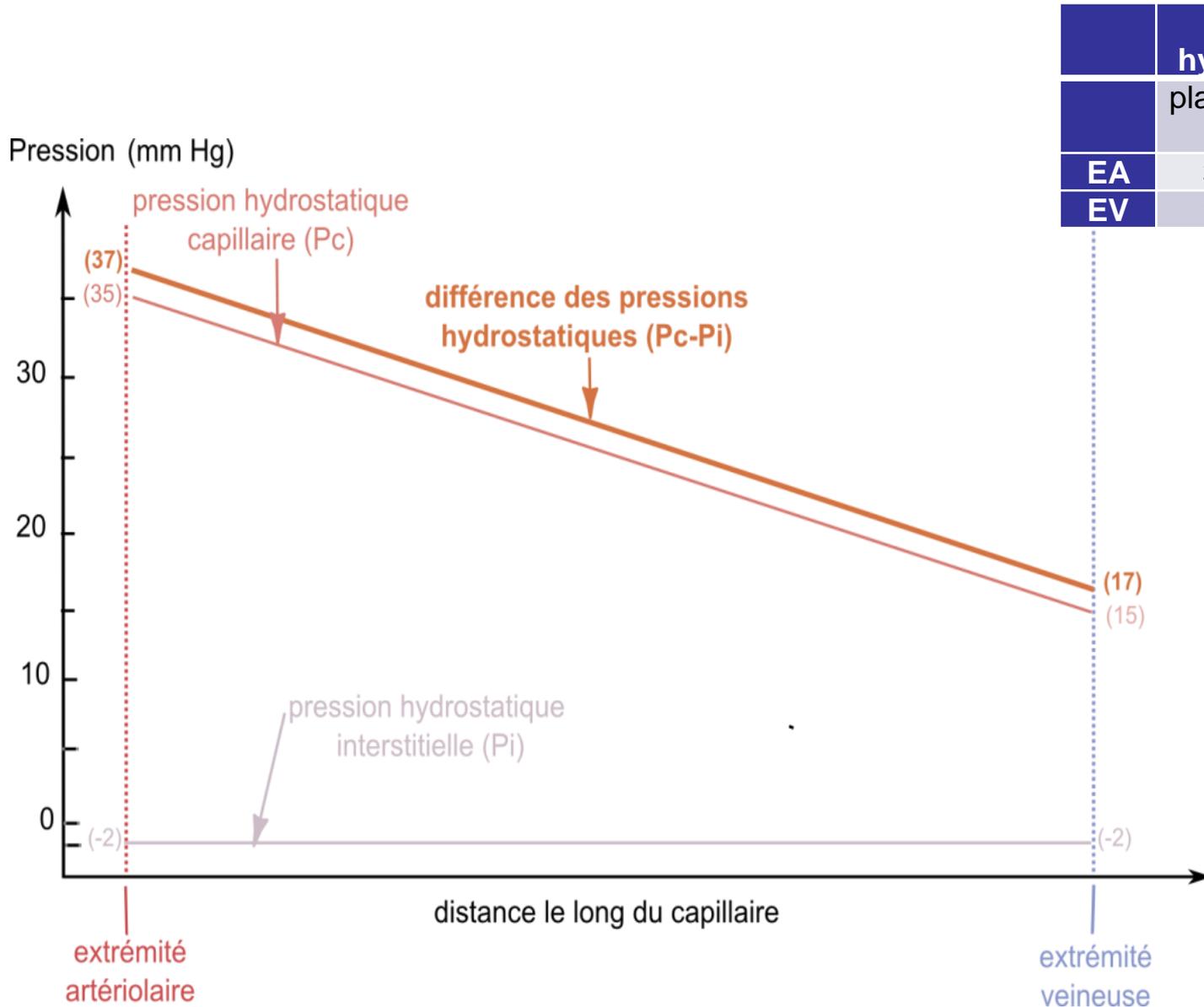
	pressions hydrostatiques		pressions oncotiques	
	plasma	liquide interstitiel	plasma	liquide interstitiel
extrémité artériolaire	35	-2	25	0
extrémité veineuse	15	-2	25	3

Document 11. Evolution des pressions hydrostatiques et oncotiques le long d'un capillaire.

	pressions hydrostatiques	
	plasma	liquide interst.
EA	35	-2
EV	15	-2



Document 11. Evolution des pressions hydrostatiques et oncotiques le long d'un capillaire.



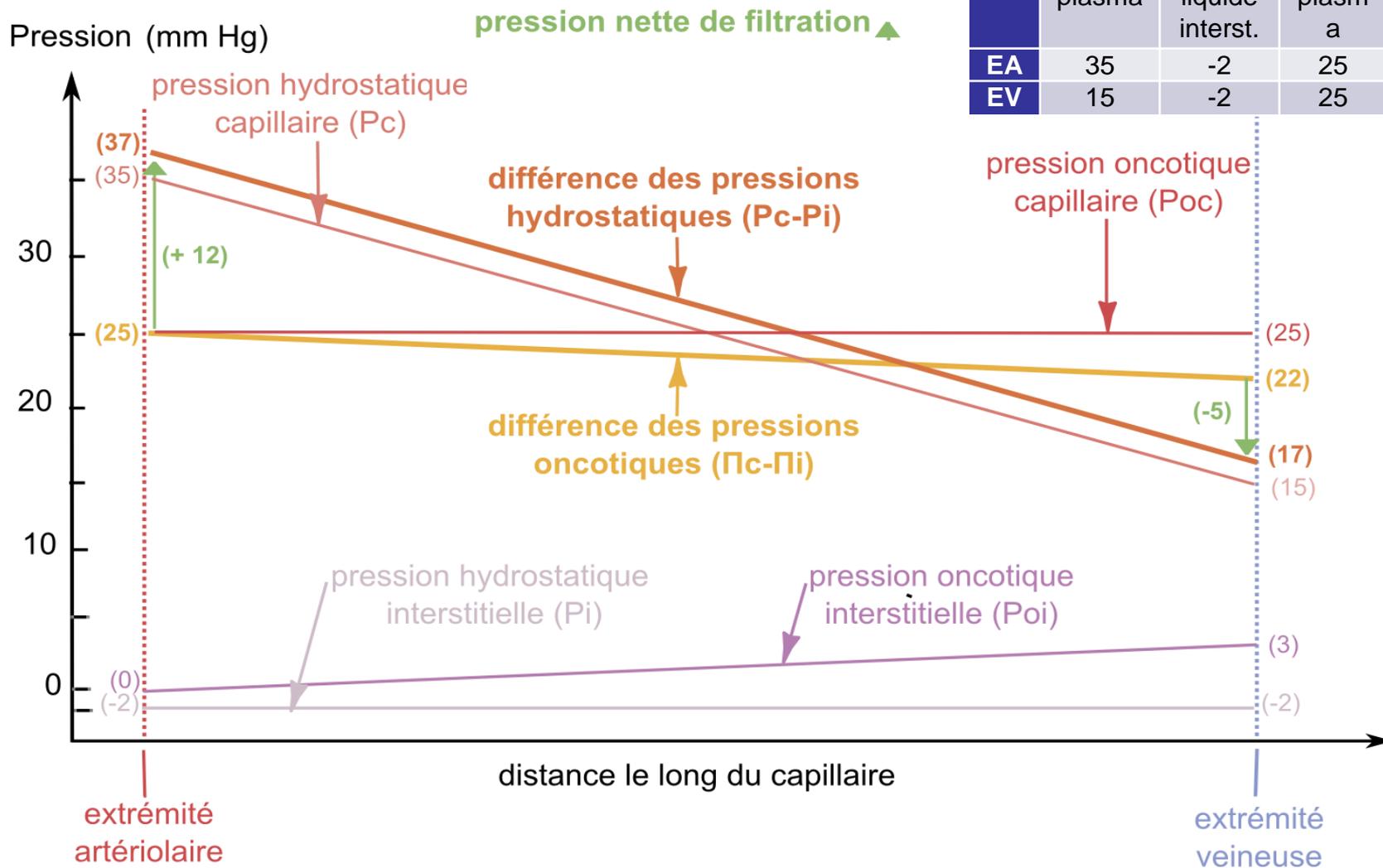
	pressions hydrostatiques	
	plasma	liquide interst.
EA	35	-2
EV	15	-2

Document 10. Pressions hydrostatiques et oncotiques aux extrémités d'un capillaire.

Valeurs en mm Hg

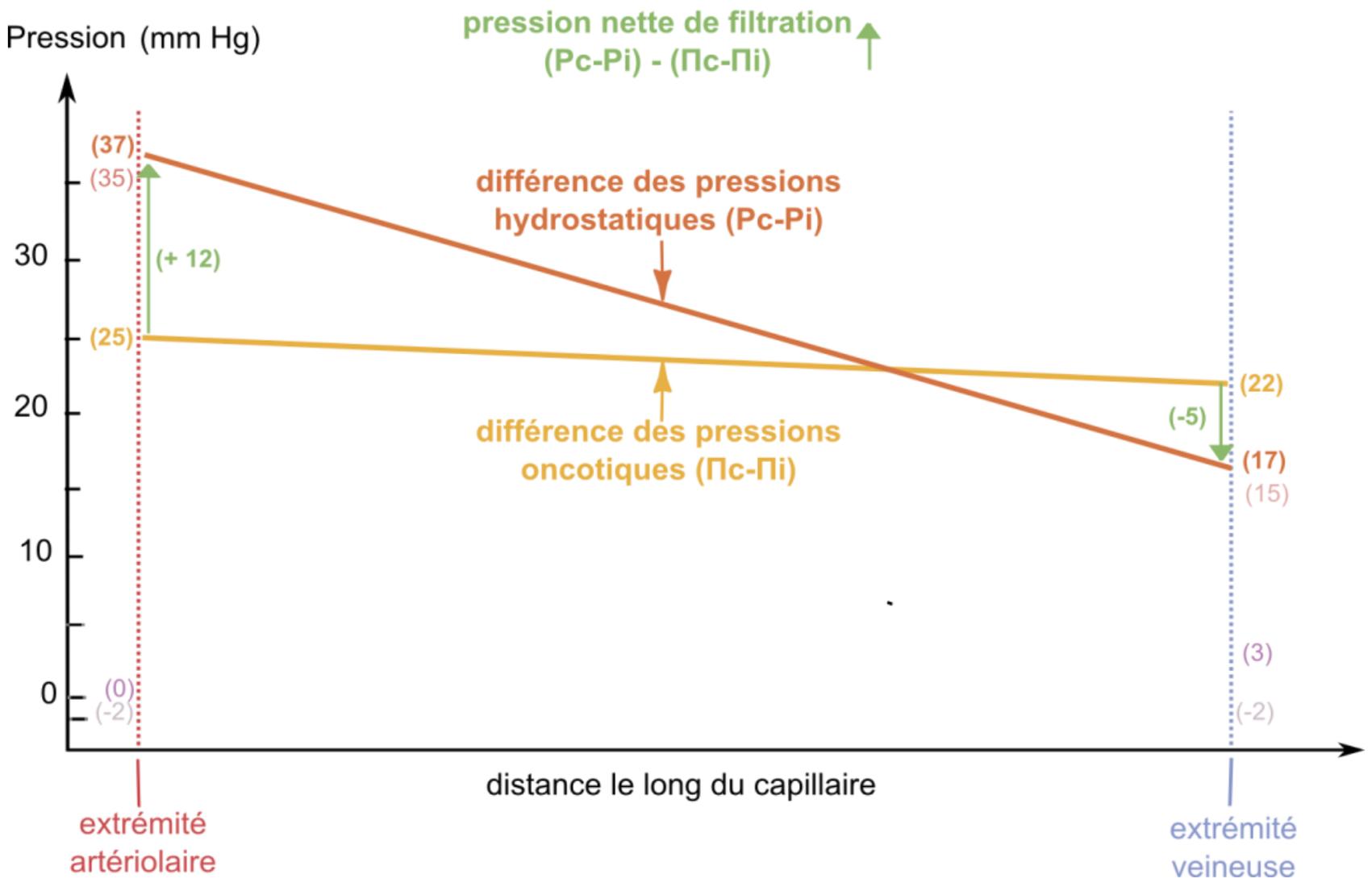
	pressions hydrostatiques		pressions oncotiques	
	plasma	liquide interstitiel	plasma	liquide interstitiel
extrémité artériolaire	35	-2	25	0
extrémité veineuse	15	-2	25	3

Document 11. Evolution des pressions hydrostatiques et oncotiques le long d'un capillaire.

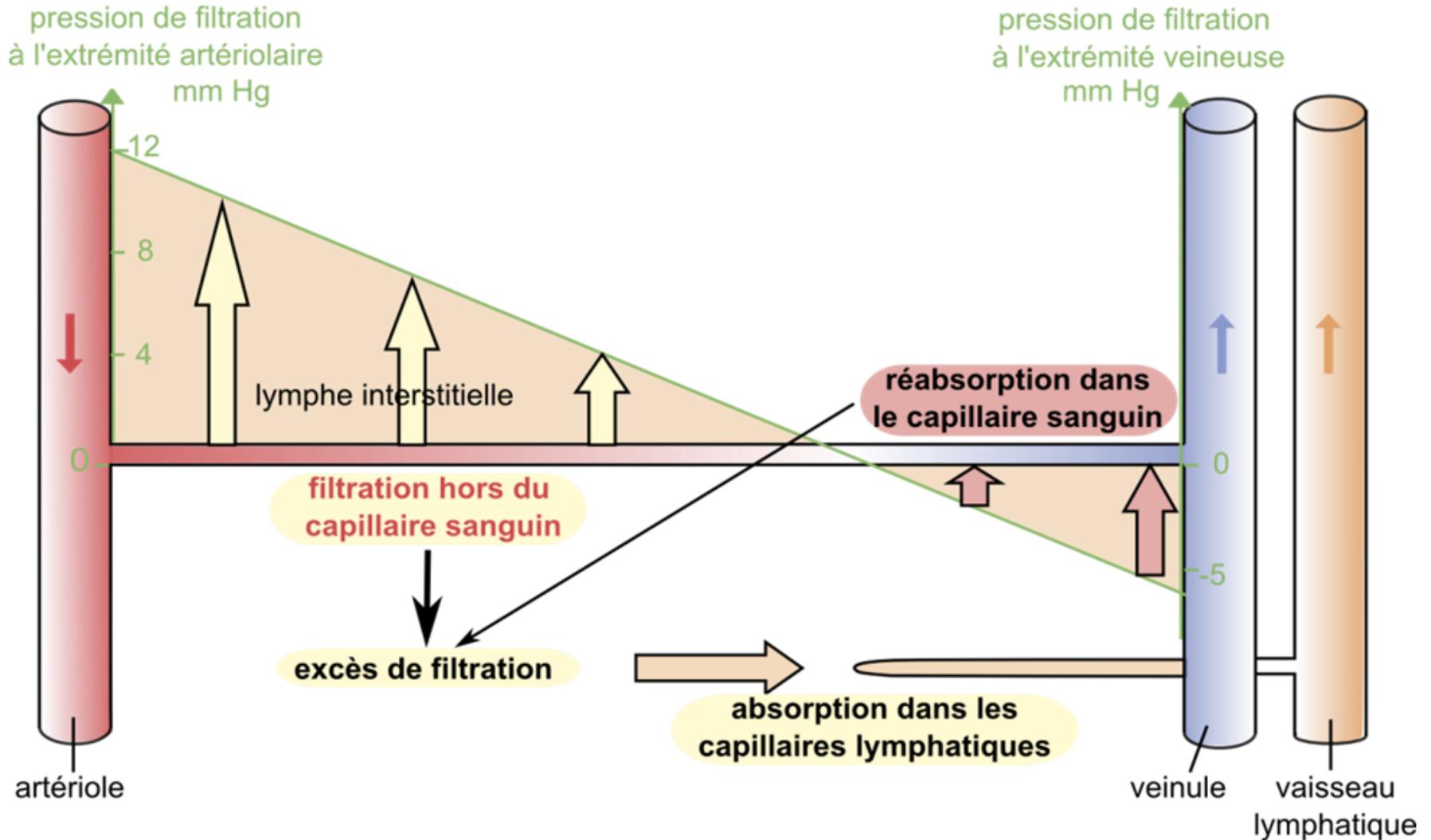


	pressions hydrostatiques		pressions oncotiques	
	plasma	liquide interst.	plasma	liquide interst.
EA	35	-2	25	0
EV	15	-2	25	3

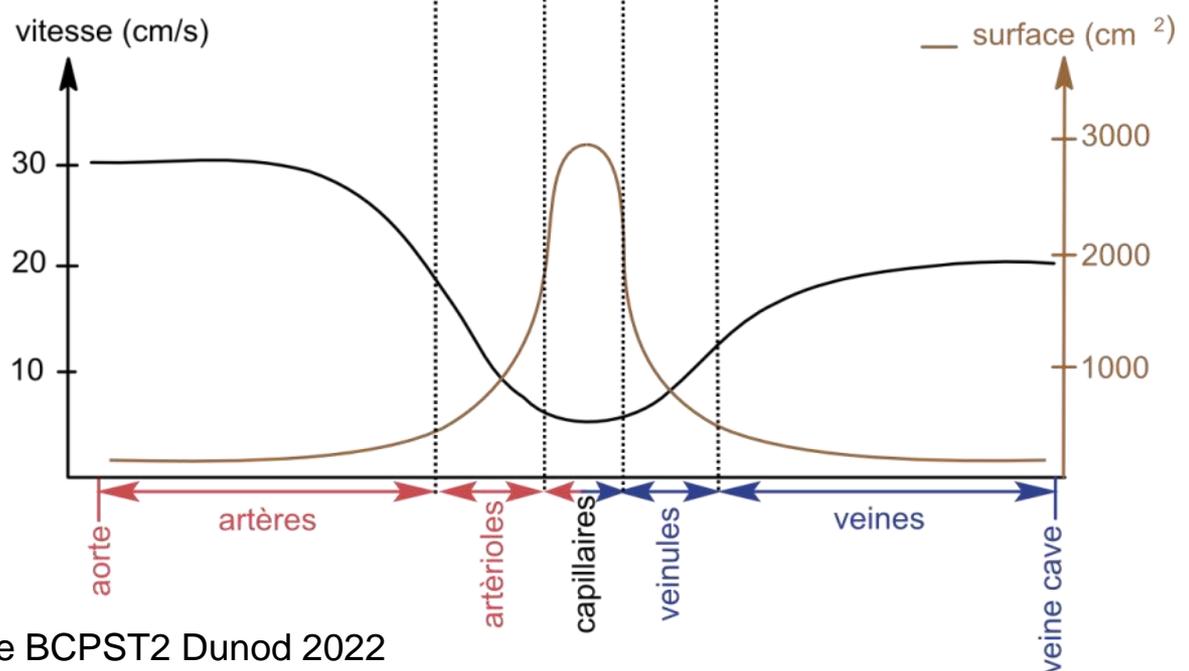
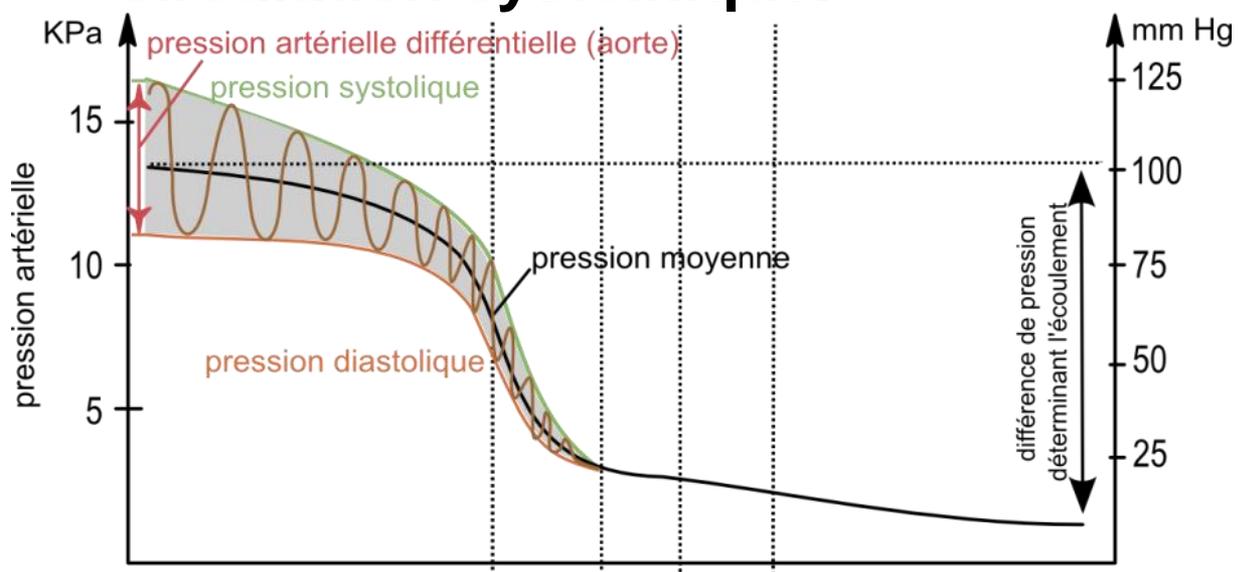
Bilan des différences de pressions hydrostatiques et oncotiques et pression nette de filtration



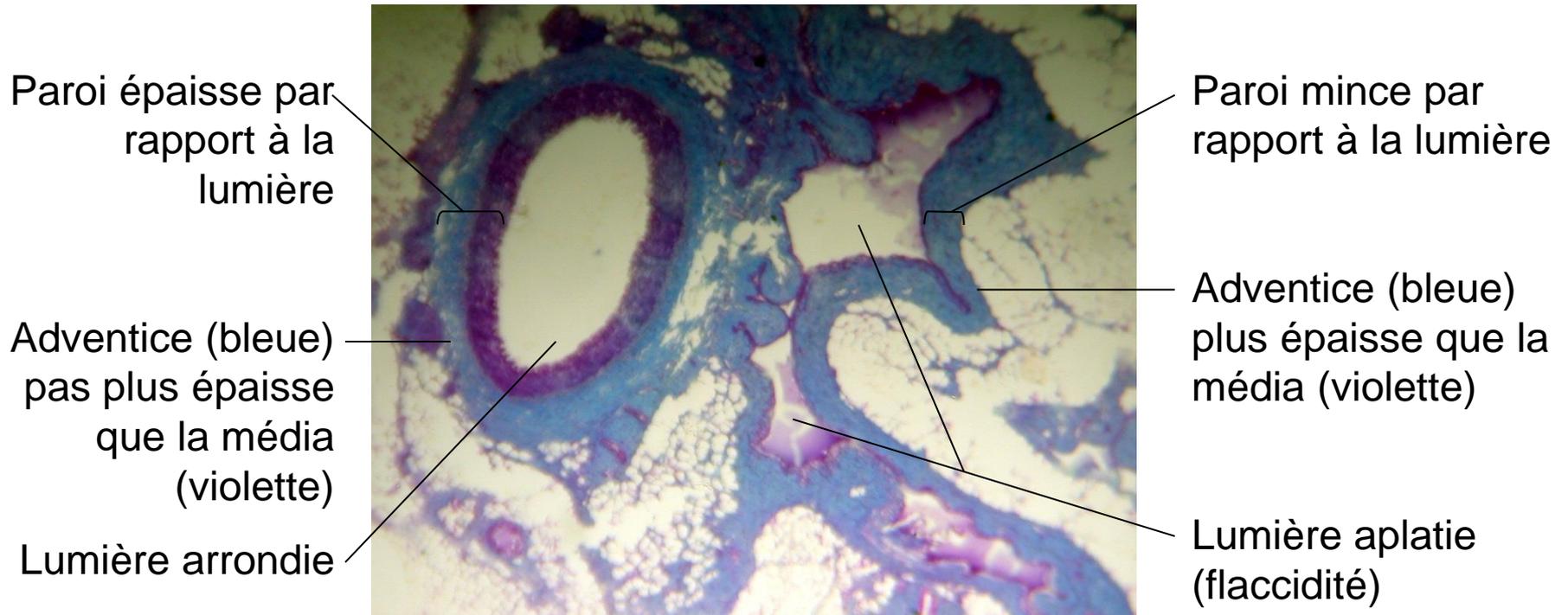
Document 12. Evolution de la pression nette de filtration le long d'un capillaire.



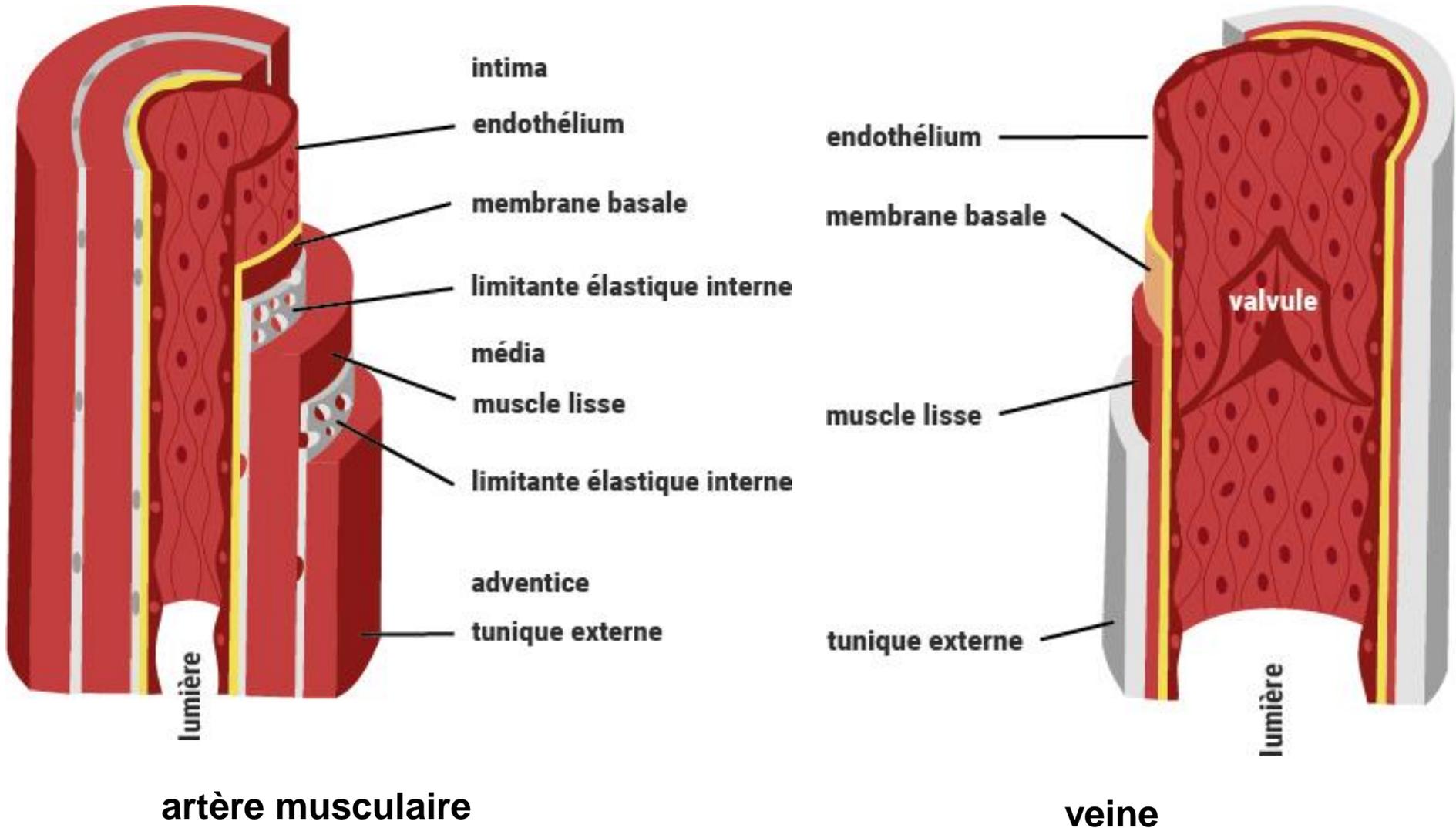
Document 4. Évolution des paramètres circulatoires dans la circulation systémique.



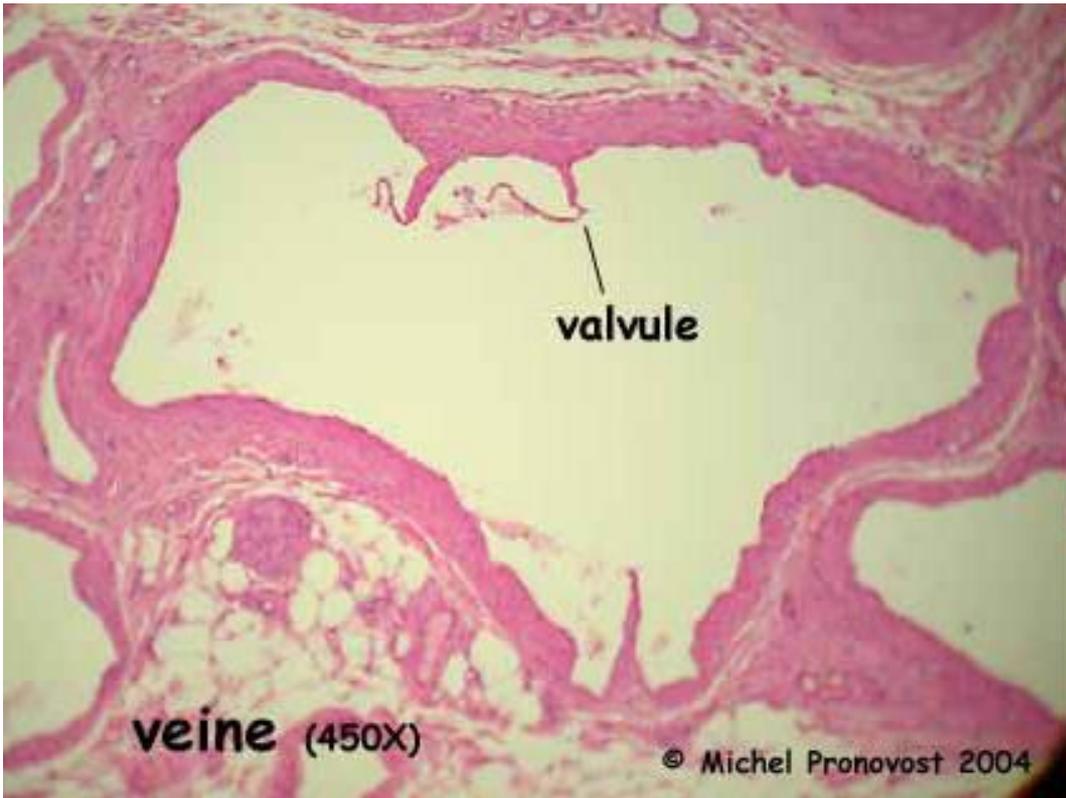
Comparaison d'une artériole et d'une veinule (CT)



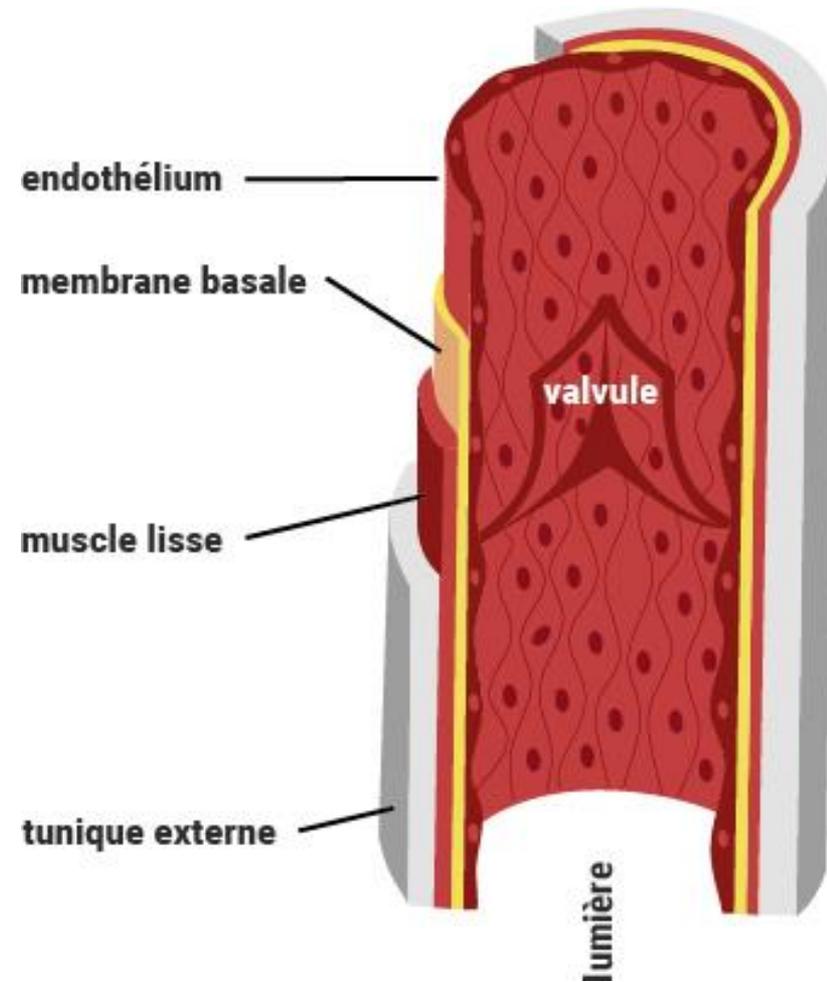
Comparaison de l'organisation de la paroi d'une artère musculaire et d'une veine



Caractéristiques des veines et retour veineux



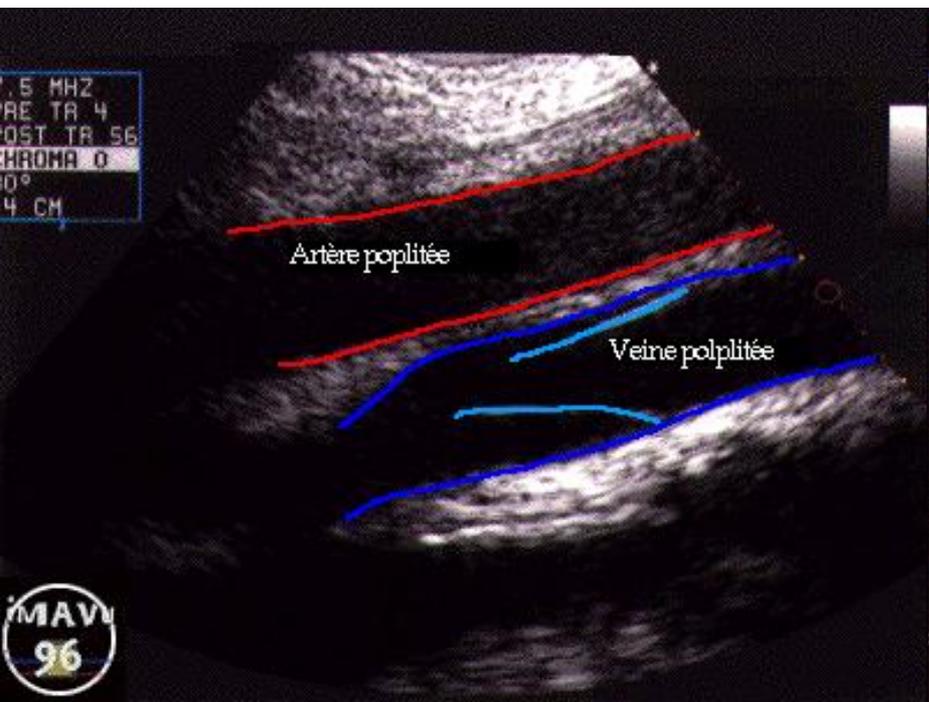
CT d'une veine



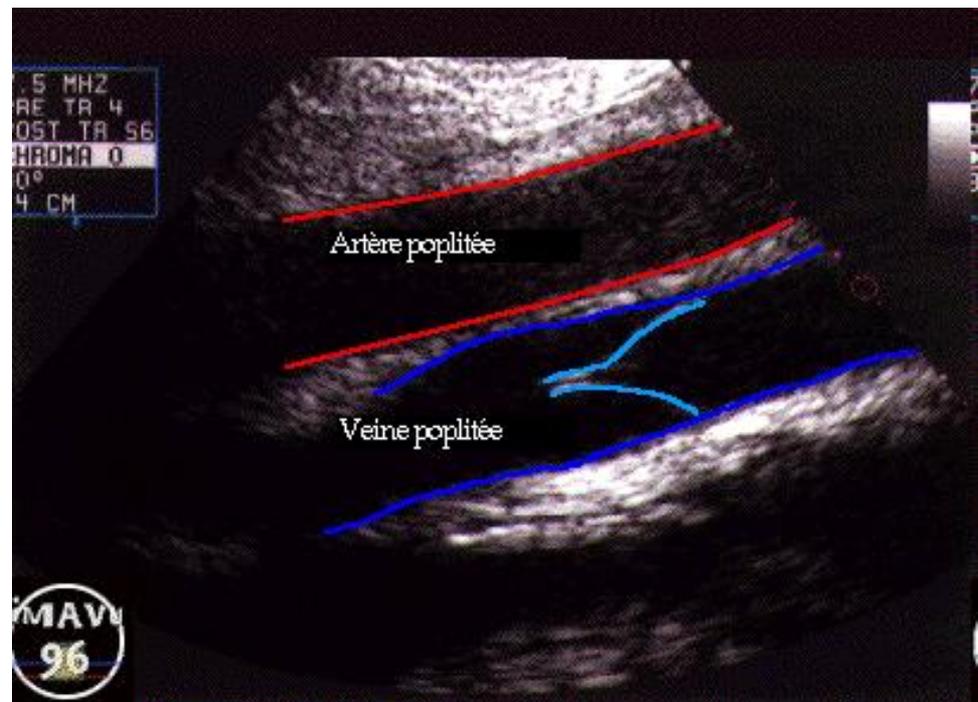
veine

Contraction des muscles et retour veineux

Images échographiques



ouverture des valvules lors d'une contraction des muscles du mollet

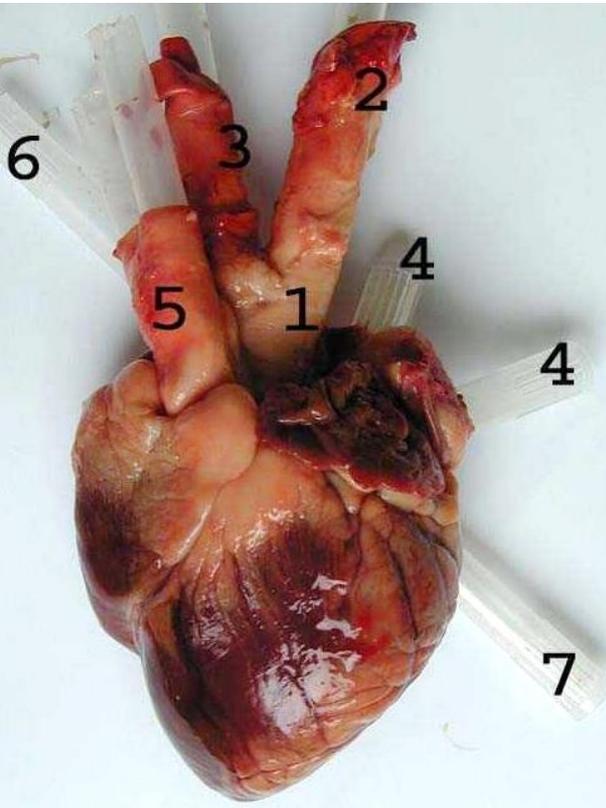


fermeture des valvules empêchant le reflux du sang

Document 13. Relations structure – fonctions des différents segments vasculaires.

Segment	Fonction	Propriétés structurales
Grosses artères	Réservoir de pression Aide à la propulsion du sang + régularisation du débit	Grand diamètre Elasticité
Petites artères Artérioles	Contrôle de la PAM + débits locaux par leur vasomotricité	Média musculaire
Capillaires	Echanges plasma / liquide interstitiel	Paroi de faible épaisseur
Veines	Réservoirs de volume Retour veineux	Flaccidité Paroi mince, valvules

Cœur de mouton (Face antérieure)



- 1 : départ du tronc aortique
- 2 : aorte
- 3 : tronc brachio-céphalique dr.
- 4 : veine pulmonaire
- 5 : artère pulmonaire
- 6 : veine cave supérieure
- 7 : veine cave inférieure

Organisation du cœur

Modèle anatomique de cœur

veines caves

aorte

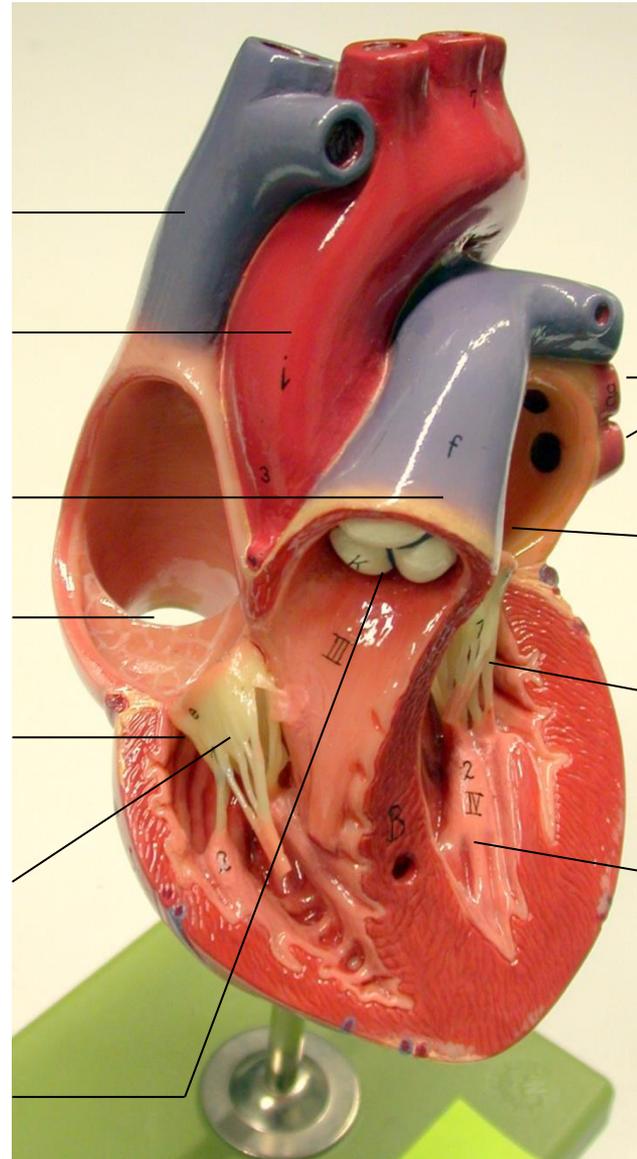
artères
pulmonaires

oreillette
droite

ventricule
droit

valvule
tricuspide

valvules
sigmoïdes



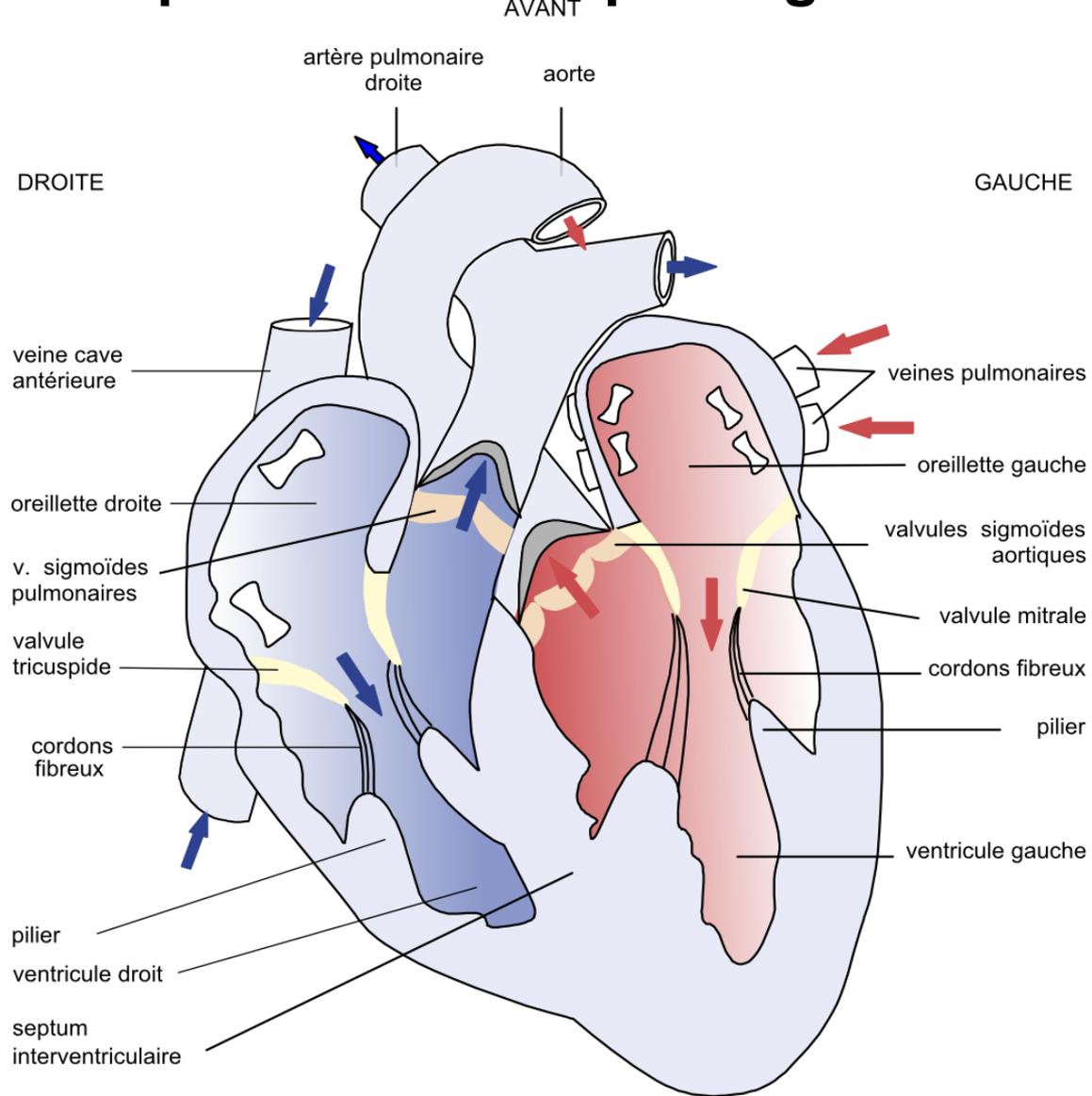
veines
pulmonaires

oreillette
gauche

valvule
mitrale

ventricule
gauche

Document 14. Schéma fonctionnel de la circulation intracardiaque sur une coupe longitudinale du cœur.

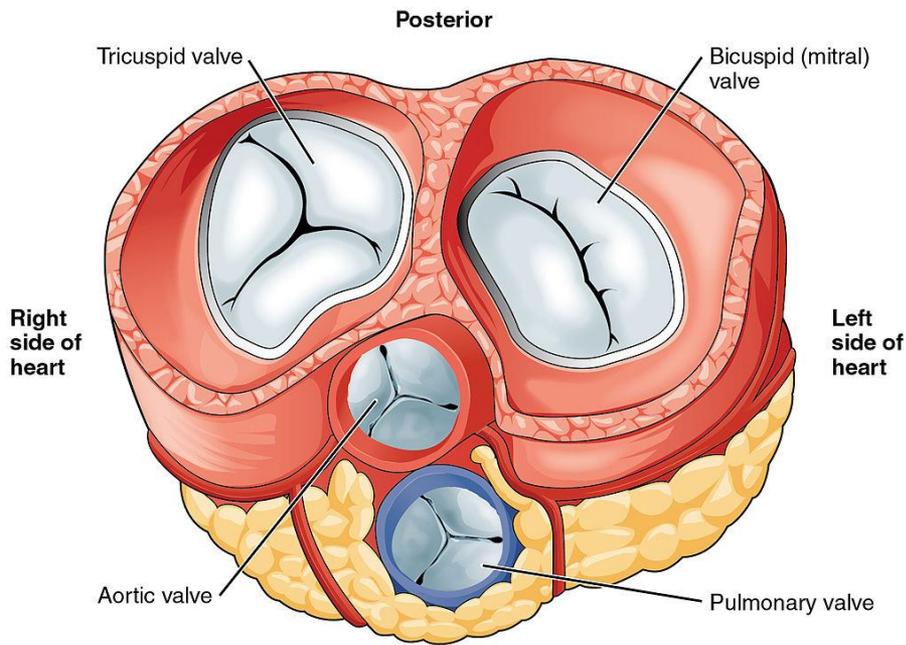


ARRIERE

1 cm

Document 15.

Fonctionnement des valvules cardiaques et artérielles.

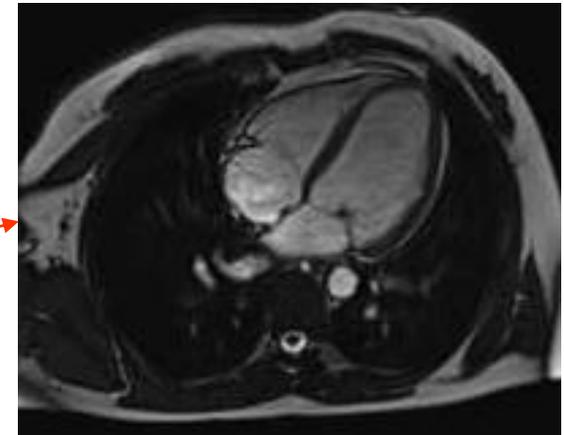
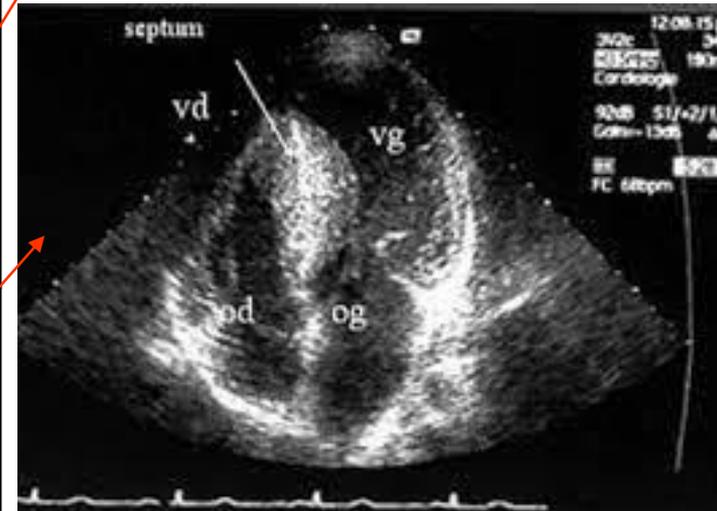


https://wikimedi.ca/wiki/Bruits_cardiaques

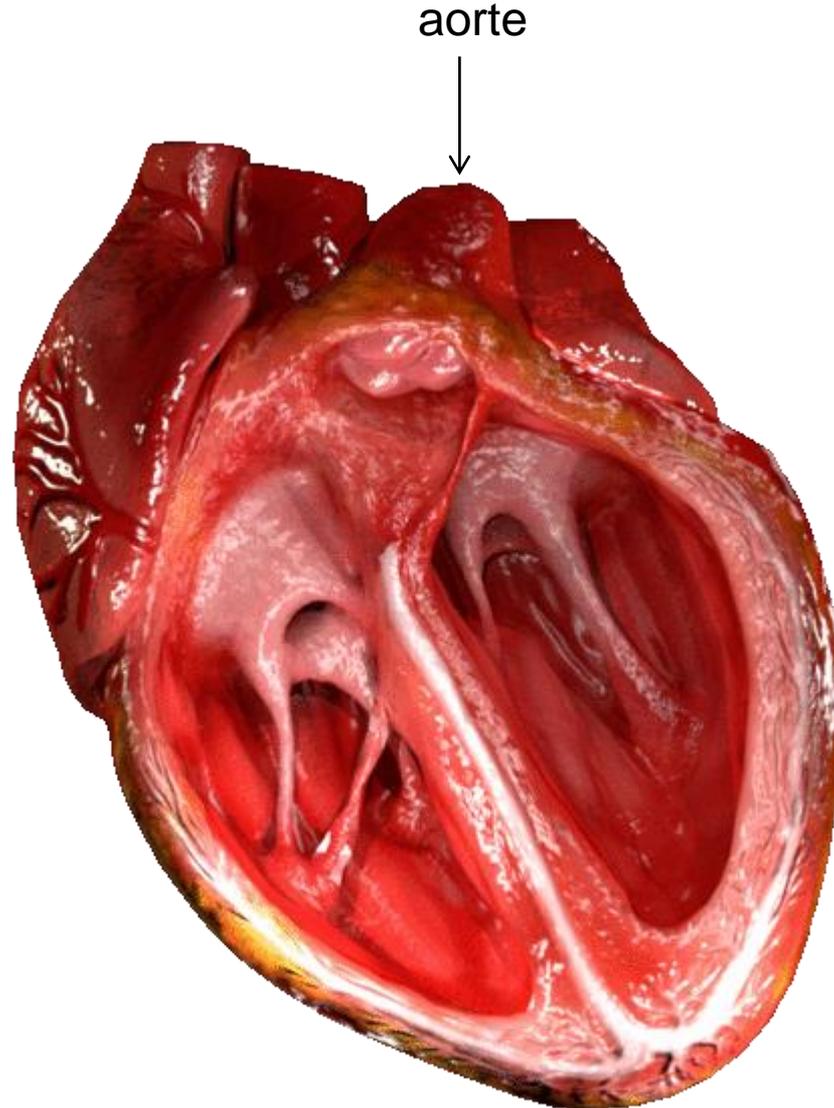
Valvules	Condition d'ouverture	Condition de fermeture
Auriculo-ventriculaires		
Artérielles		

Document 16. Les méthodes d'étude du cycle cardiaque.

Méthode	Principe
L'auscultation	Pratiquée couramment à l'aide d'un stéthoscope, permet d'entendre des bruits associés au fonctionnement du cœur, notamment ceux causés par la fermeture des valvules.
L'électro-cardiographie	Enregistrement de l'activité électrique du cœur à la surface du corps = ddp de part et d'autre de l'axe électrique du cœur liée aux déplacements de charges dans les liquides de l'organisme consécutifs à l'activité électrique des cellules cardiaques qui sont des cellules excitables
L'échographie cardiaque	Consiste à envoyer des ultrasons à travers la paroi du thorax. La réflexion de ces ondes sur les structures cardiaques permet de suivre les mouvements des valvules et de mesurer le diamètre des cavités cardiaques ainsi que l'épaisseur de leurs parois
L'échographie Doppler	Estime la vitesse du flux sanguin en mesurant la différence de fréquence entre les ondes sonores émises et les ondes sonores réfléchies par les hématies en mouvement.
L'imagerie par résonance magnétique (IRM)	Permet d'obtenir des vues du cœur en coupe ou en volume, est une autre technique de détermination des volumes cardiaques et de l'épaisseur du myocarde.

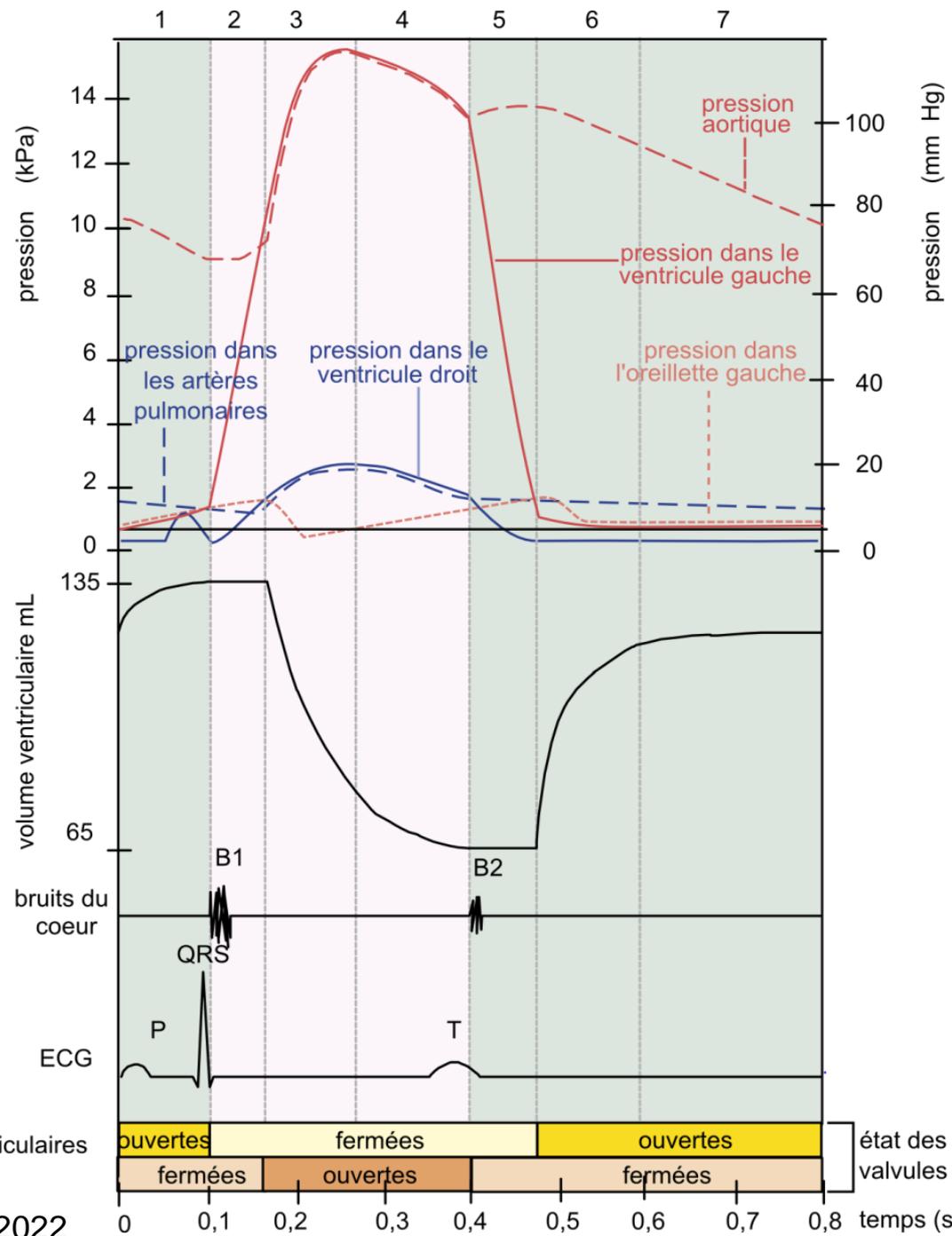


Le cycle cardiaque



Document 17. Évolution des pressions et volumes dans les cavités du cœur et les artères au cours d'un cycle cardiaque.

- 1 - Systole auriculaire
- 2 - Contraction ventriculaire isovolumétrique
- 3 - Ejection systolique rapide
- 4 - Ejection systolique ralentie
- 5 - Relâchement ventriculaire isovolumétrique
- 6 - Remplissage ventriculaire rapide
- 7 - Remplissage ventriculaire lent

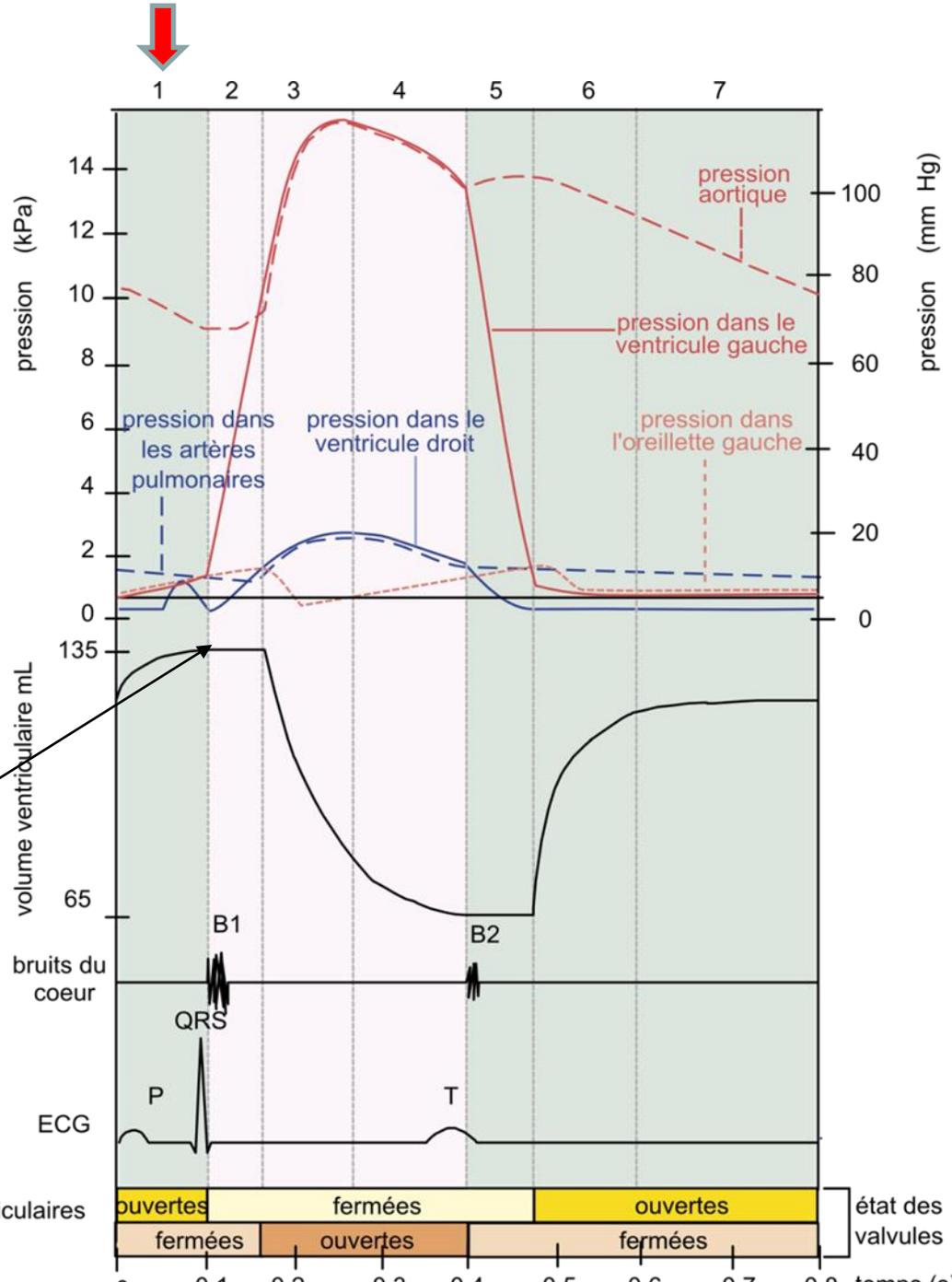


Etape 1 : Remplissage ventriculaire et systole auriculaire

$P_{aortique} > P_{ventriculaire\ gauche}$
 → valvules sigmoïdes (artérielles) fermées

$P_{og} = P_{vg}$
 → valvules mitrales (auriculo-ventriculaires) ouvertes

Volume télédiastolique
 (volume en toute fin de diastole ou au tout début de la systole)



v.auriculo-ventriculaires
 v. artérielles

état des valvules

0 0,1 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 0,7 0,8 temps (s)

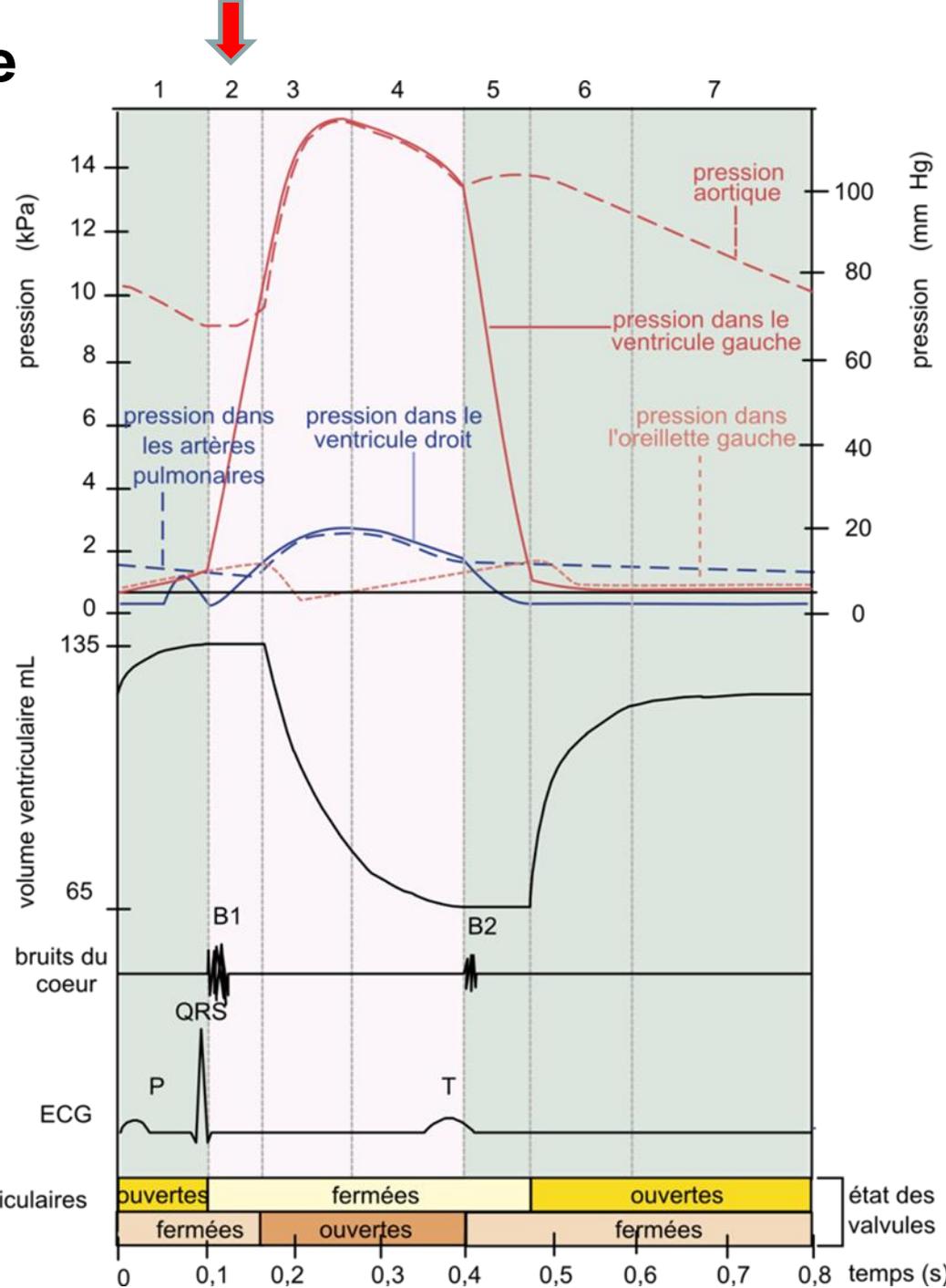
Etape 2 : début de la systole ventriculaire

Pvg devient supérieure à Pog
 → **Fermeture** des valvules auriculoventriculaires



Pvg augmente jusqu'à atteindre Paorte

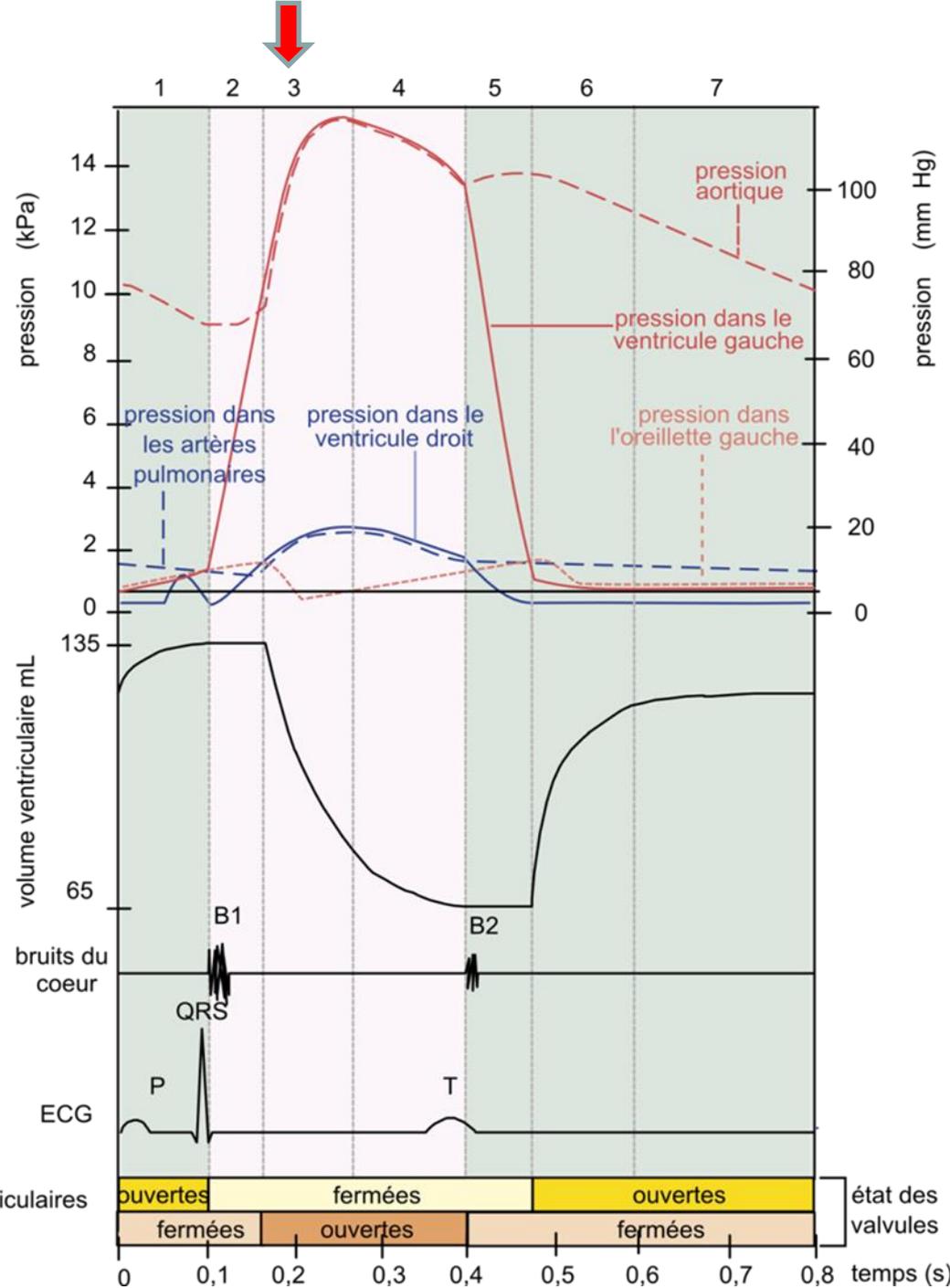
La contraction du ventricule s'effectue à volume constant : **contraction isovolumétrique**, seule la pression intraventriculaire augmente



Etape 3 : poursuite de la systole ventriculaire

Pvg augmente et Paortique aussi mais PVg devient > à Paortique
 → **ouverture** des valves sigmoïdes

C'est l'**éjection systolique rapide**



Etape 4: Fin de systole

Ejection plus lente, le volume éjecté et la pression ventriculaire diminuent.

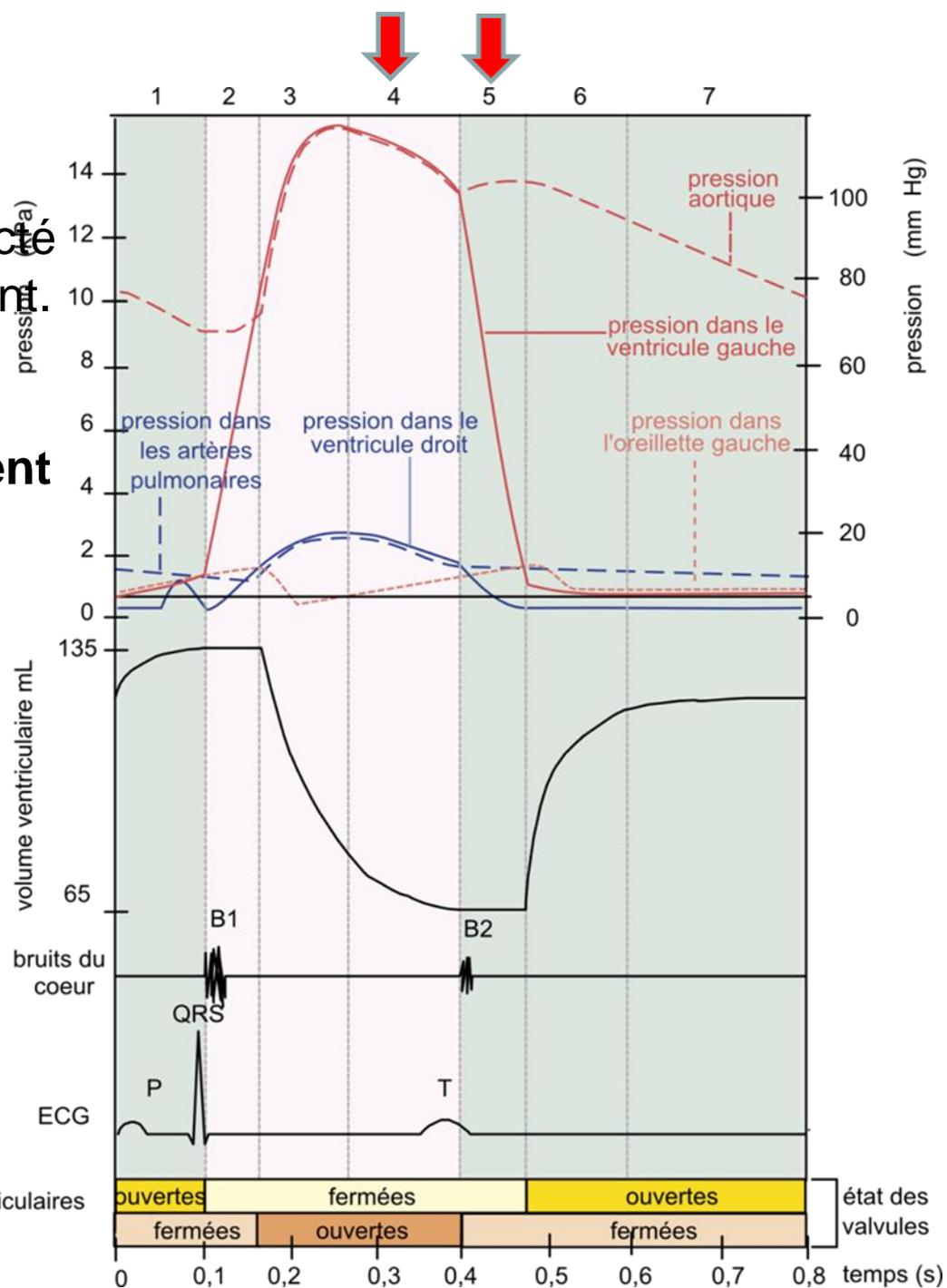
Lorsque P_v devient $<$ à P_{aorte} ,
Les valvules sigmoïdes se ferment



Etape 5 : Relâchement ventriculaire isovolumétrique

Le cœur entre en **diastole**, toutes les **valvules sont fermées**
 P_v chute mais P_{aorte} reste élevée
 (propriétés élastiques de l'aorte)

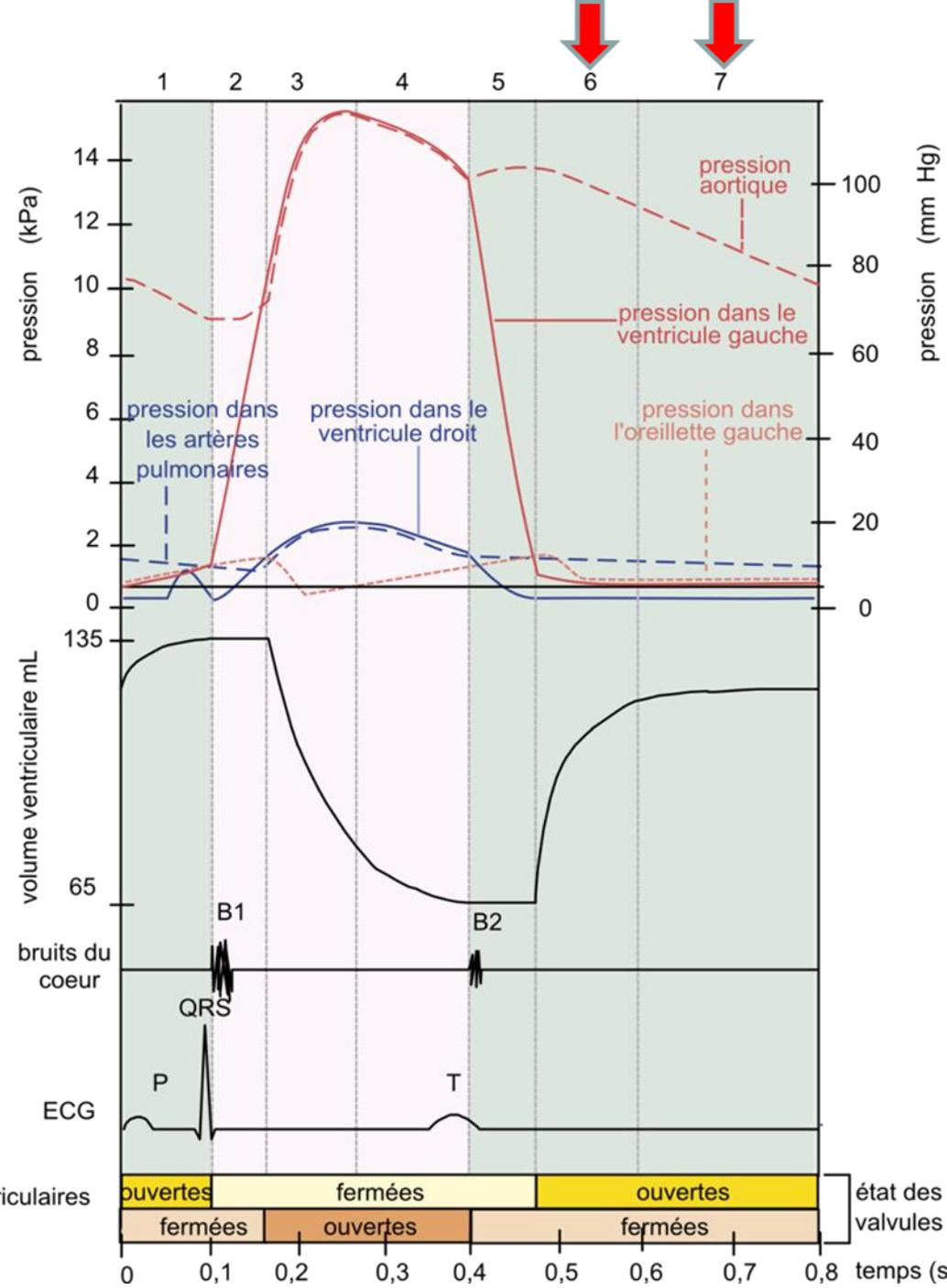
v. auriculo-ventriculaires
 v. artérielles



Etapes 6 et 7 : Diastole générale et remplissage ventriculaire

Po devient > à Pv

→ les **VAV s'ouvrent**
 et le sang transite des veines aux oreillettes jusqu'aux ventricules
d'abord rapidement (étape 6)
puis plus lentement (étape 7)



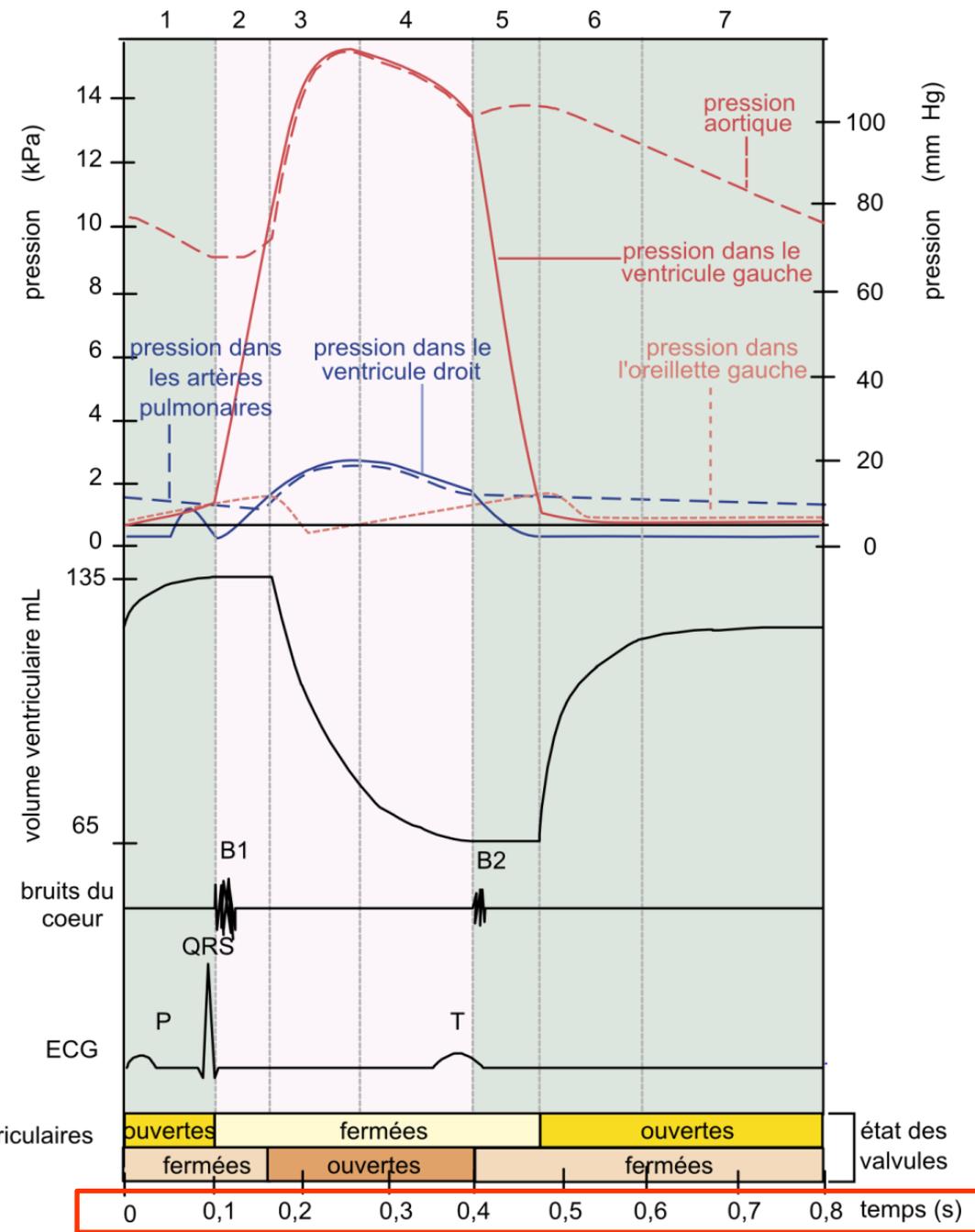
Document 17. Évolution des pressions et volumes dans les cavités du cœur et les artères au cours d'un cycle cardiaque.

- 1 - Systole auriculaire
- 2 - Contraction ventriculaire isovolumétrique
- 3 - Ejection systolique rapide
- 4 - Ejection systolique ralentie
- 5 - Relâchement ventriculaire isovolumétrique
- 6 - Remplissage ventriculaire rapide
- 7 - Remplissage ventriculaire lent

Systole ventriculaire

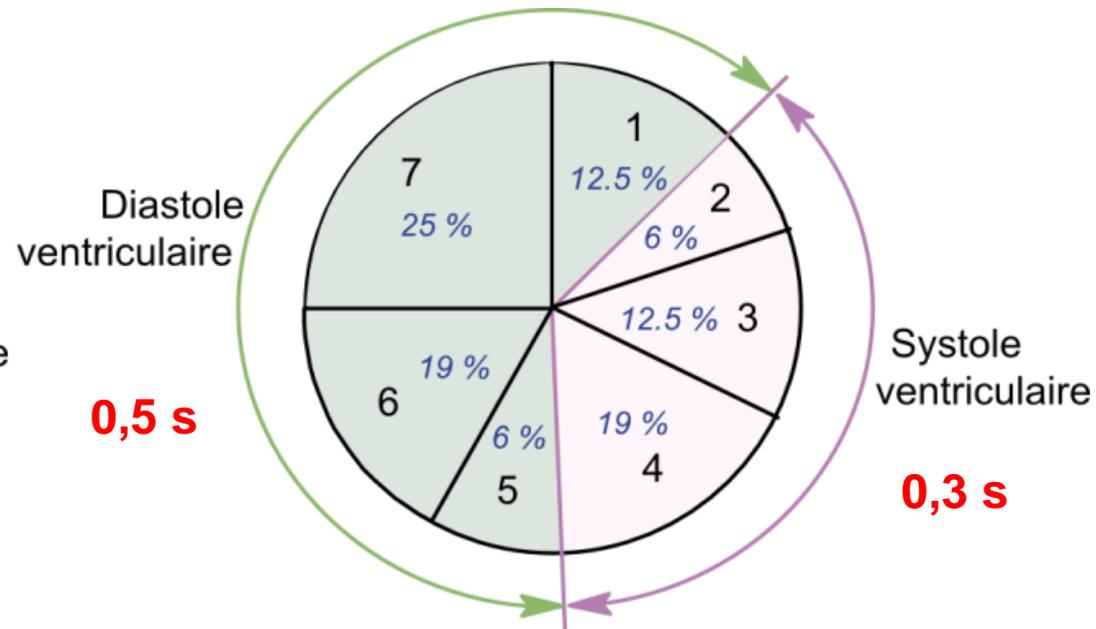
Diastole ventriculaire

v.auriculo-ventriculaires
v. artérielles



Document 18. Durées des étapes d'un cycle cardiaque.

- 1 - Systole auriculaire
- 2 - Contraction ventriculaire isovolumétrique
- 3 - Ejection systolique rapide
- 4 - Ejection systolique ralentie
- 5 - Relâchement ventriculaire isovolumétrique
- 6 - Remplissage ventriculaire rapide
- 7 - Remplissage ventriculaire lent

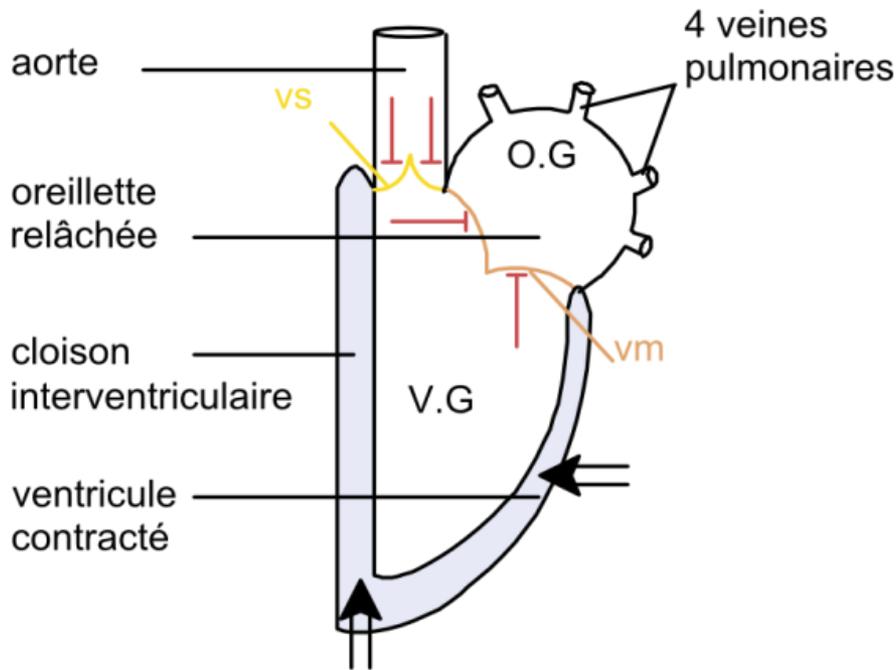


Durée des différentes étapes (en % de la durée d'un cycle cardiaque)

Document 19. Récapitulatif des phases du cycle cardiaque (CL schématique du cœur gauche).

1 - SYSTOLE VENTRICULAIRE

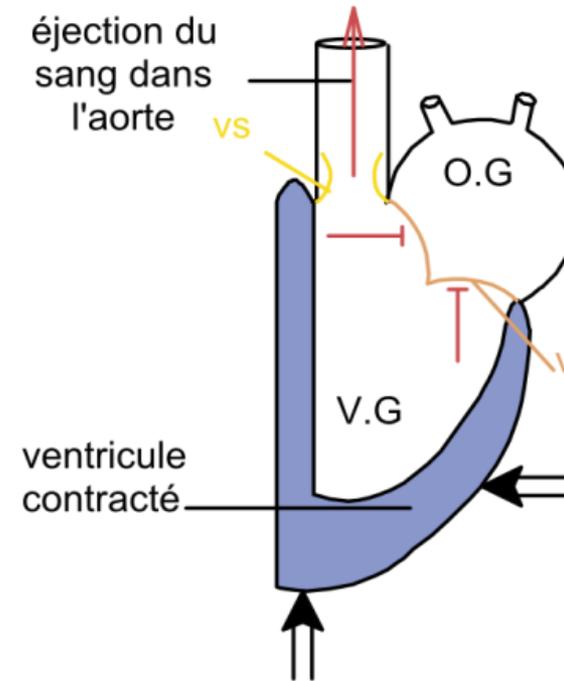
2 Contraction isovolumétrique



vs = valvules artérielles : fermées

vm = valvule mitrale : fermée

3 - 4 Ejection ventriculaire



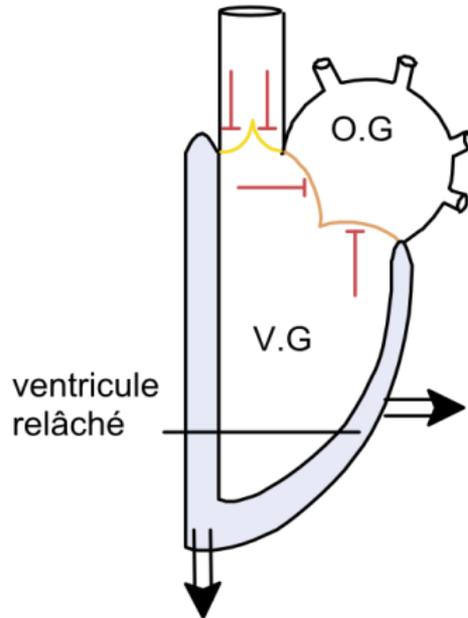
vs = valvules artérielles : ouvertes

vm = valvule mitrale : fermée

Document 19. Récapitulatif des phases du cycle cardiaque (CL schématique du cœur gauche).

2 - DIASTOLE VENTRICULAIRE

5 Relaxation isovolumétrique



ventricule relâché

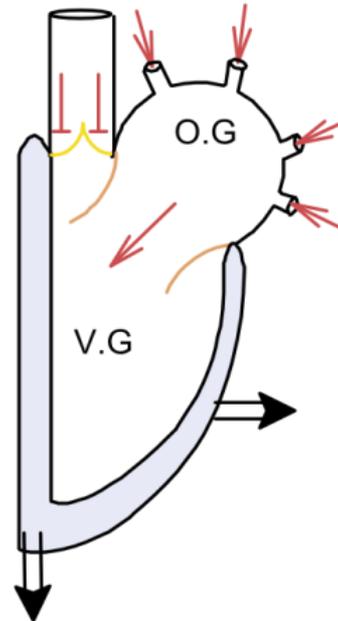
vs = valvules artérielles : fermées

vm = valvule mitrale : fermée

⇒ contraction / relâchement du myocarde

O.G : oreillette gauche

6 – 7 Remplissage ventriculaire en diastole auriculaire



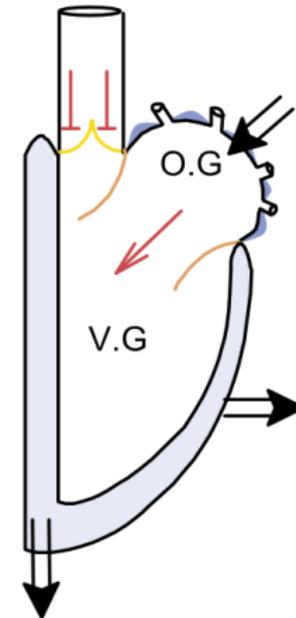
vs = valvules artérielles : fermées

vm = valvule mitrale : ouverte

→ flux sanguin

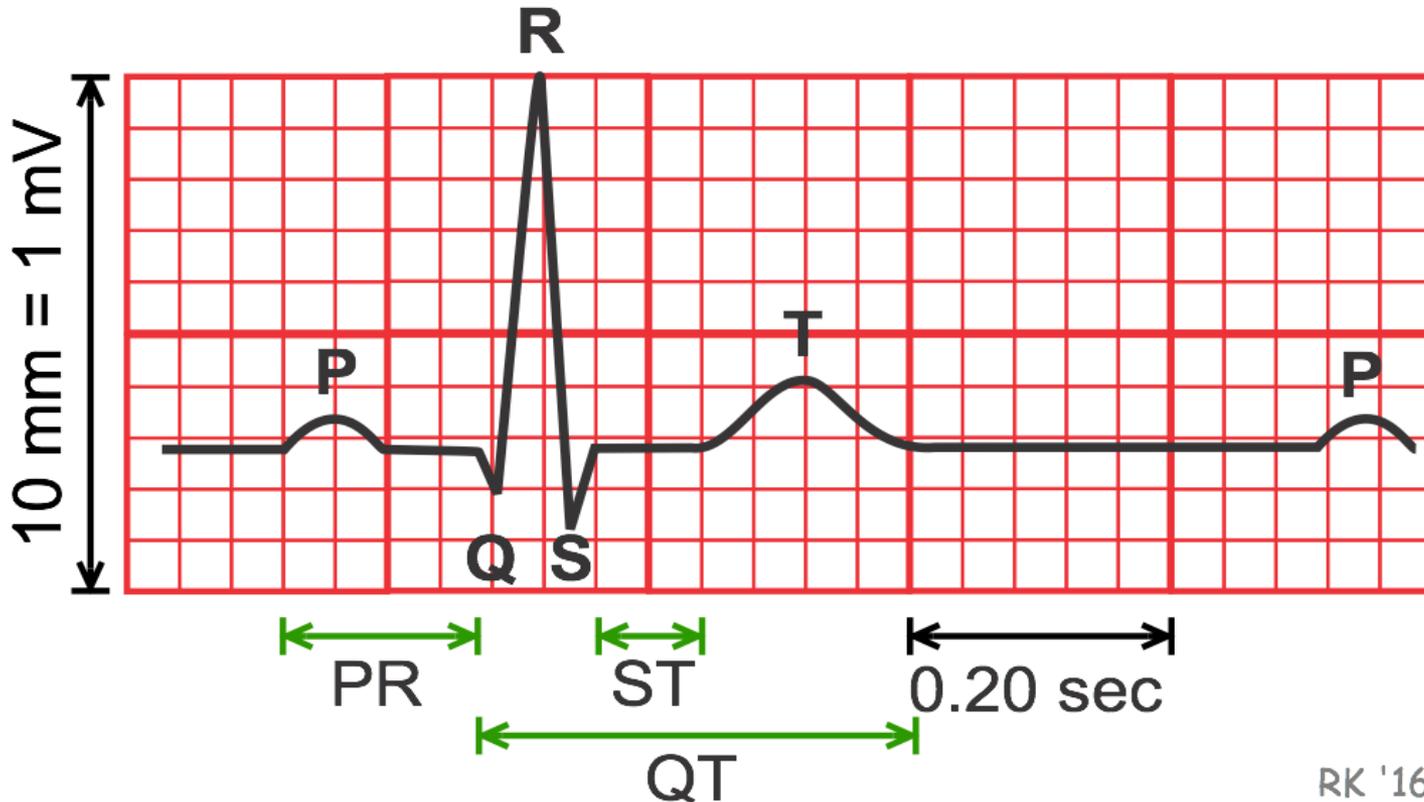
V.G : ventricule gauche

1 Fin du remplissage ventriculaire et systole auriculaire



Document 20. Un électrocardiogramme.

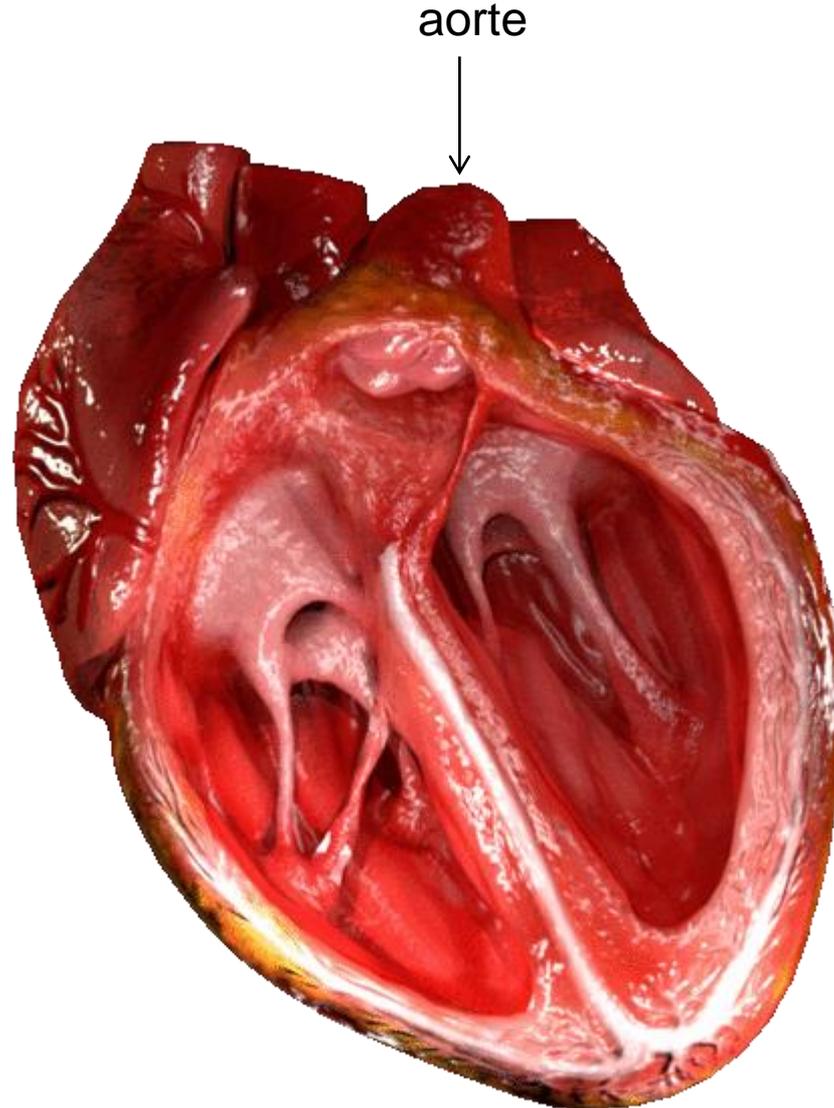
**QRS : dépolarisation cellules
ventriculaires + repolarisation
cellules auriculaires**



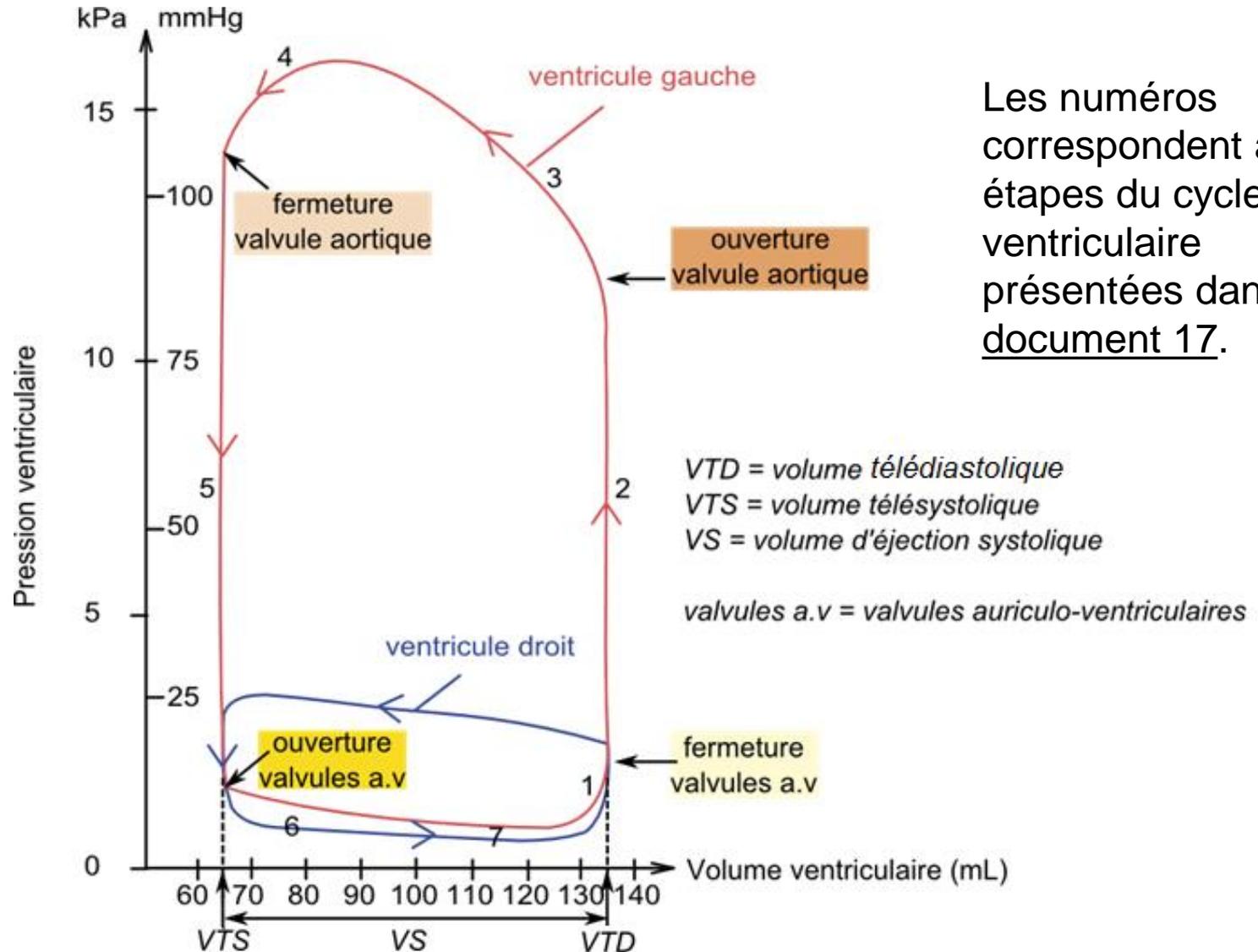
**P : dépolarisation
cellules
auriculaires**

**T : repolarisation
cellules
ventriculaires**

Le cycle cardiaque

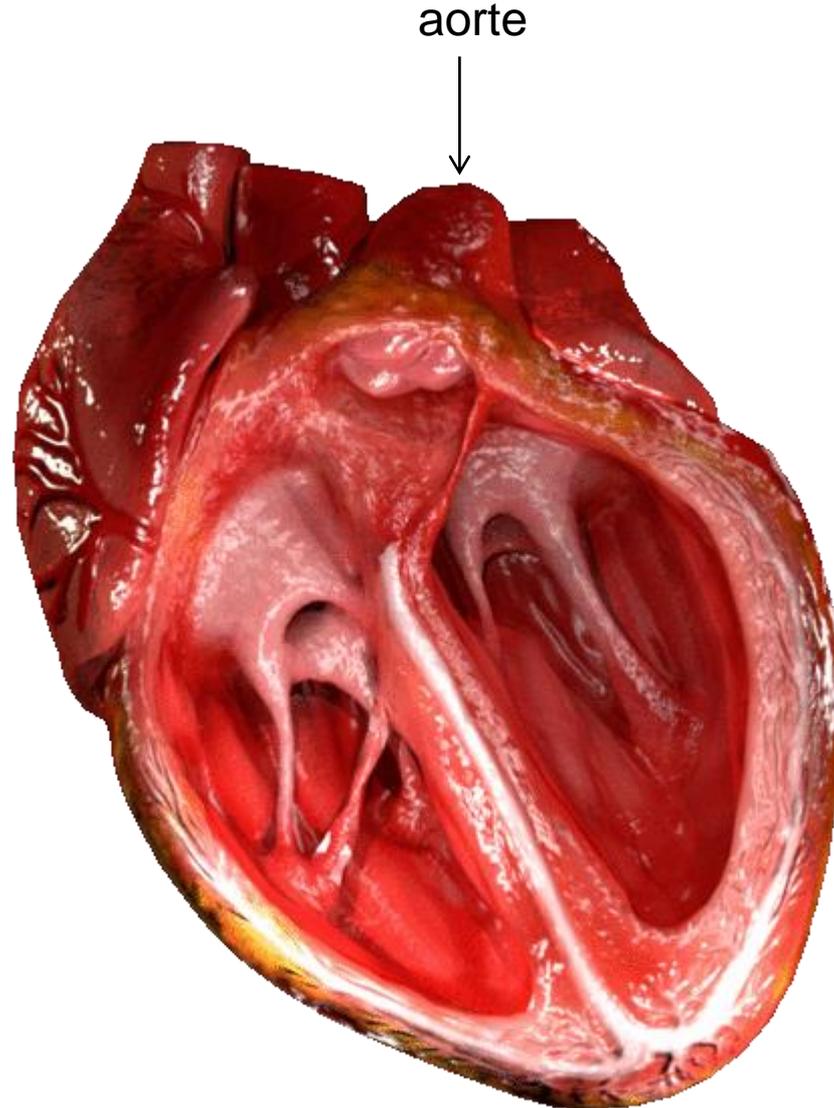


Document 21. Evolution de la pression et du volume de chaque ventricule au cours du cycle cardiaque.

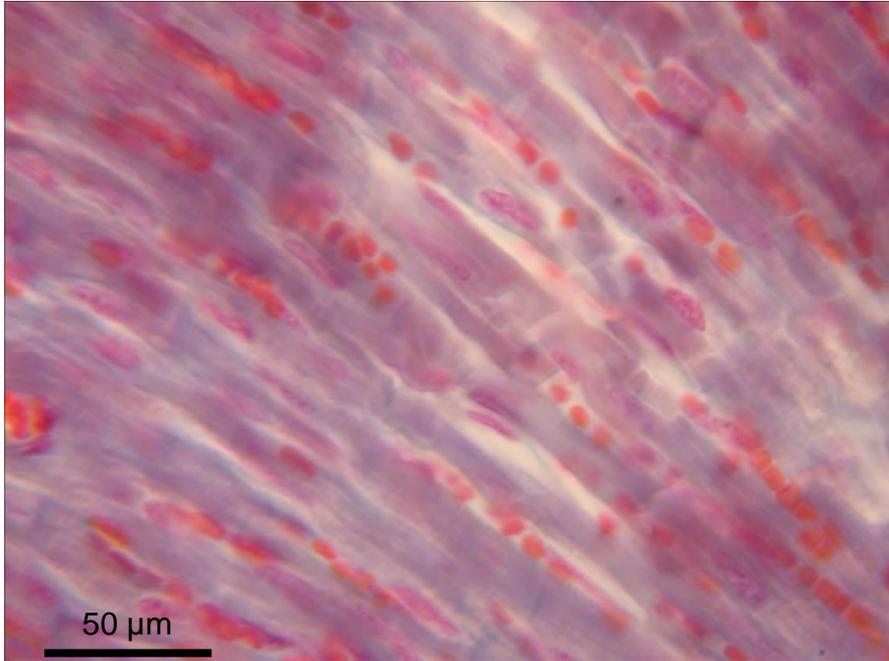


Les numéros correspondent aux étapes du cycle ventriculaire présentées dans le document 17.

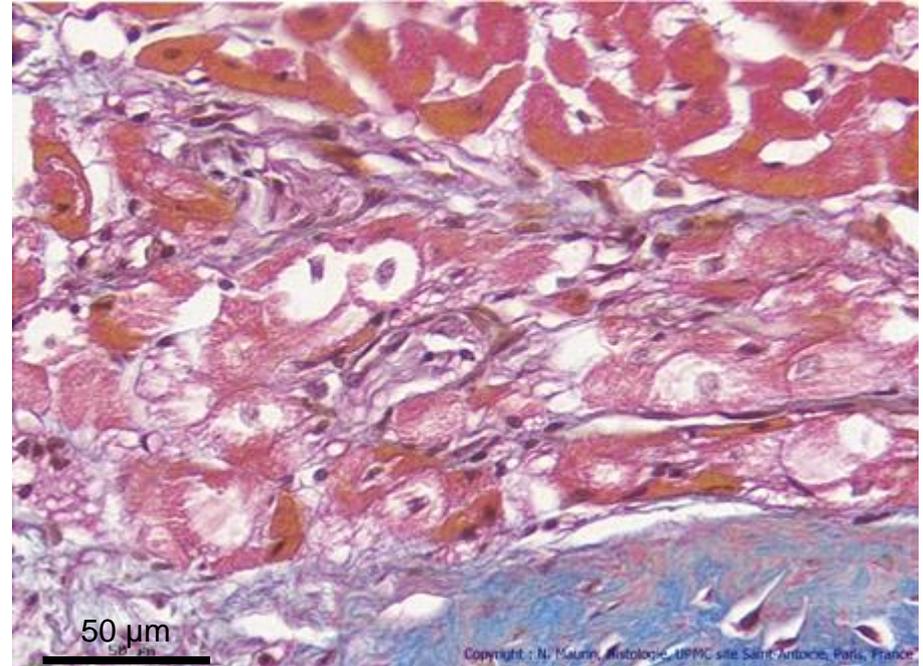
Le cycle cardiaque



Cellules cardiaques (MO)

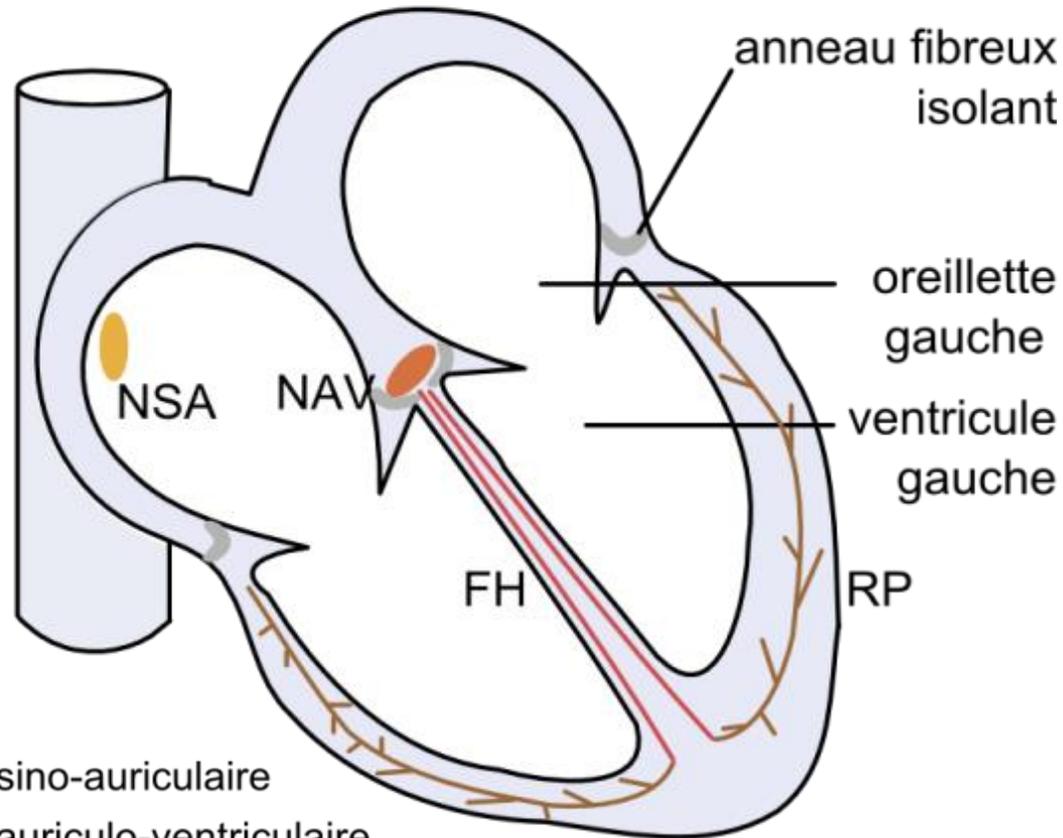


Cardiomyocytes



Cellules nodales
Également appelées cellules cardionectrices
Cellules musculaires mais non contractiles

Localisation du tissu nodal dans le cœur (coupe longitudinale schématique)

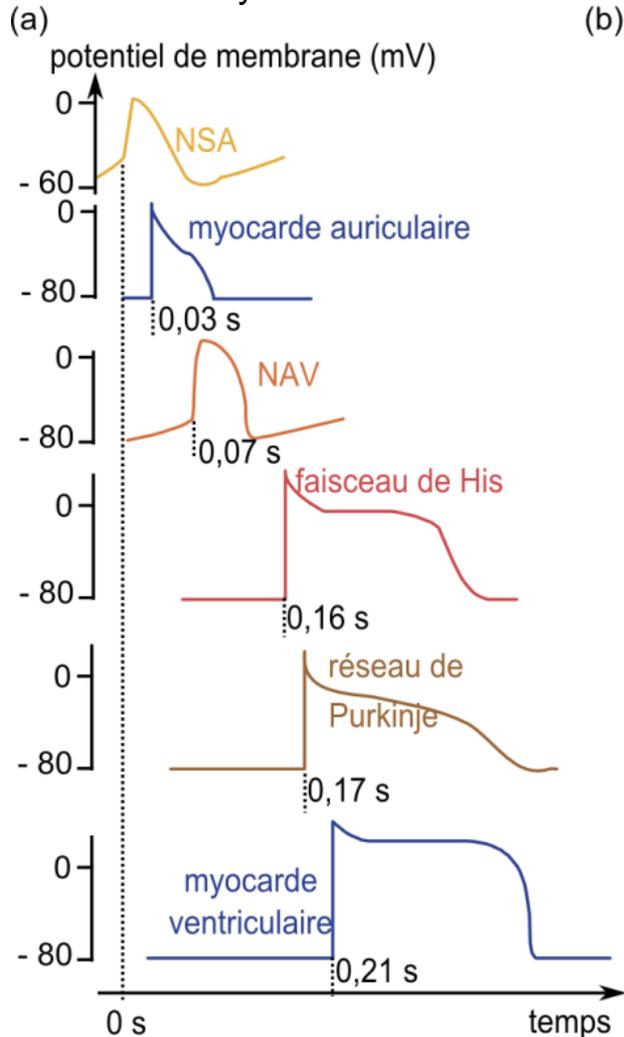


Tissu nodal

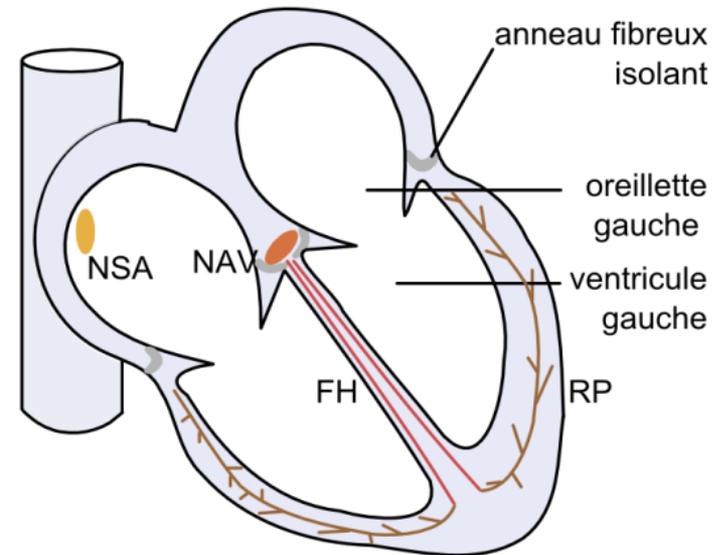
- NSA : noeud sino-auriculaire
- NAV : noeud auriculo-ventriculaire
- FH : faisceau de His
- RP : réseau de Purkinje

Document 22. Chronologie de l'activation du myocarde à partir de la dépolarisation du NSA.

Potentiels d'action dans les différentes régions du tissu nodal et du myocarde



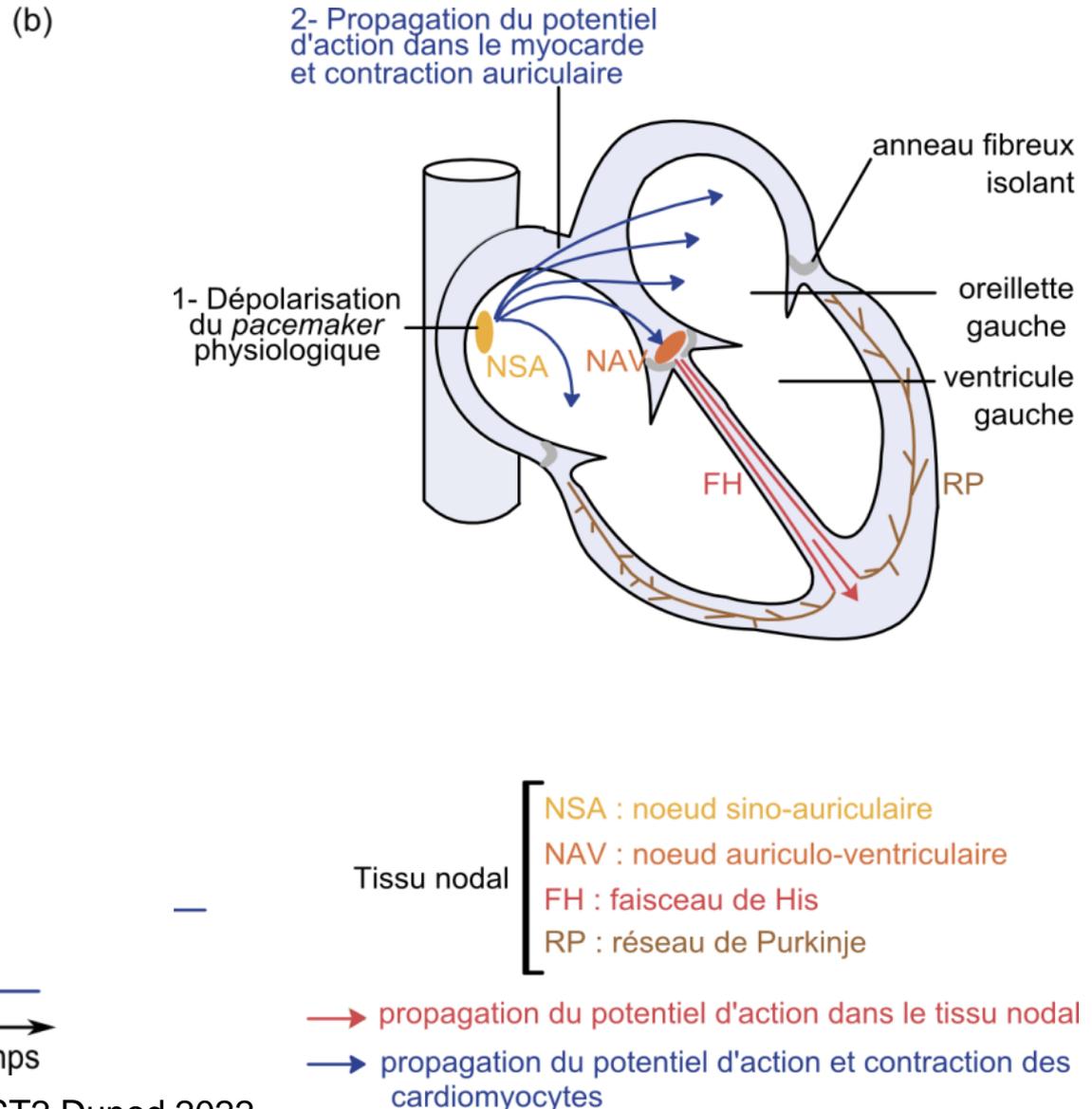
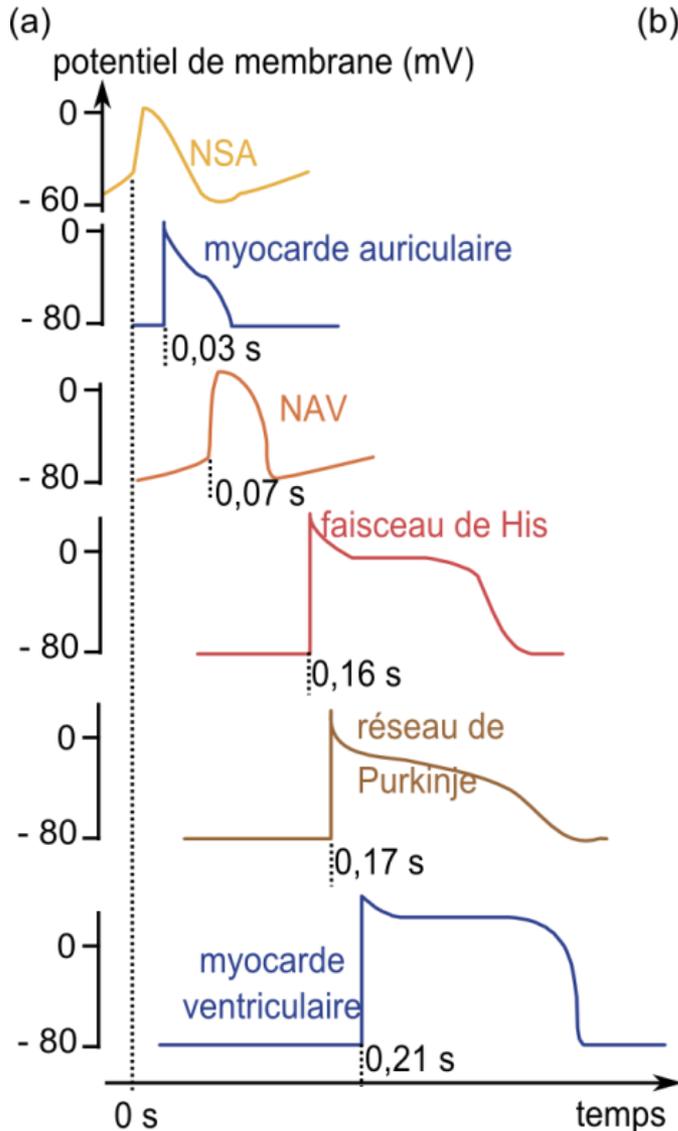
Succession des événements de l'activation du myocarde



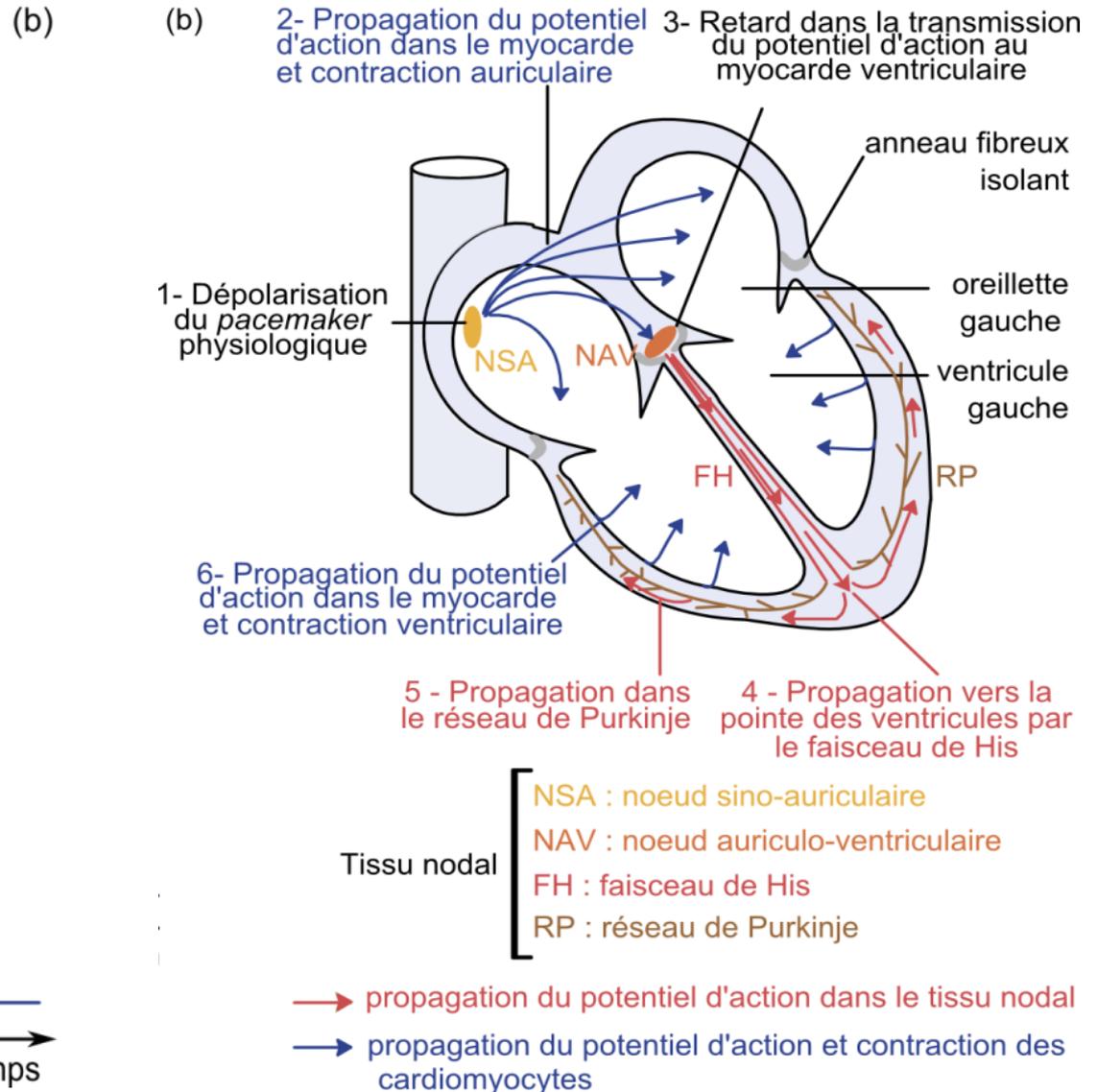
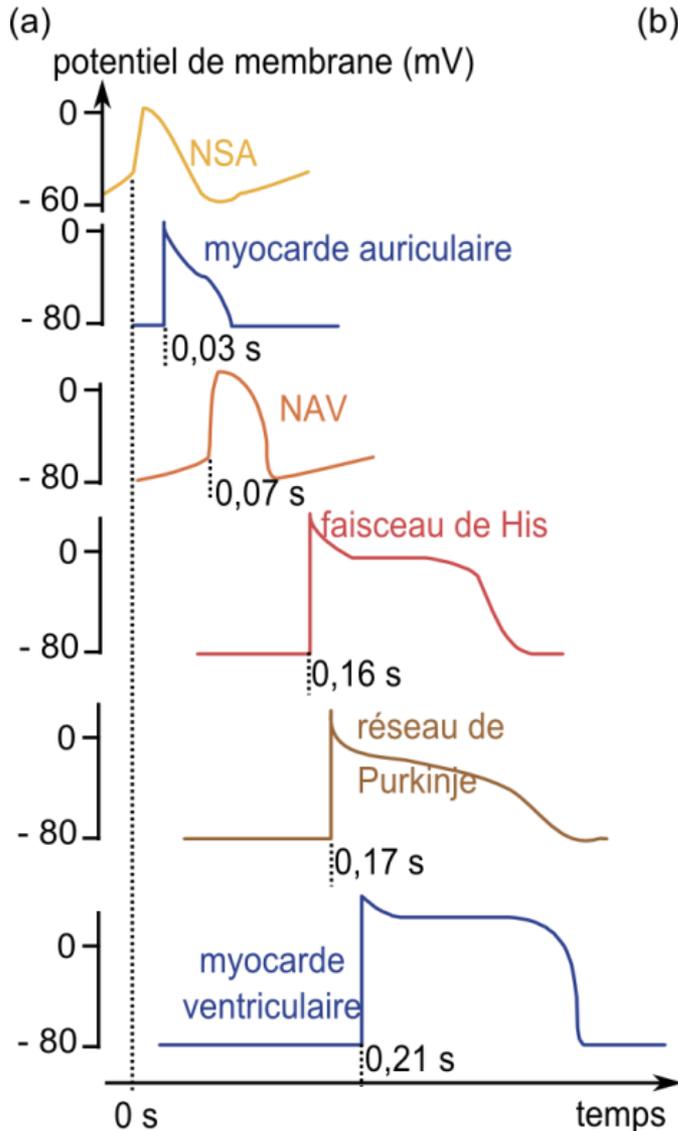
Tissu nodal

- NSA : noeud sino-auriculaire
- NAV : noeud auriculo-ventriculaire
- FH : faisceau de His
- RP : réseau de Purkinje

Document 22. Chronologie de l'activation du myocarde à partir de la dépolarisation du NSA.



Document 22. Chronologie de l'activation du myocarde à partir de la dépolarisation du NSA.



Localisation des anneaux fibreux isolants entre oreillettes et ventricules

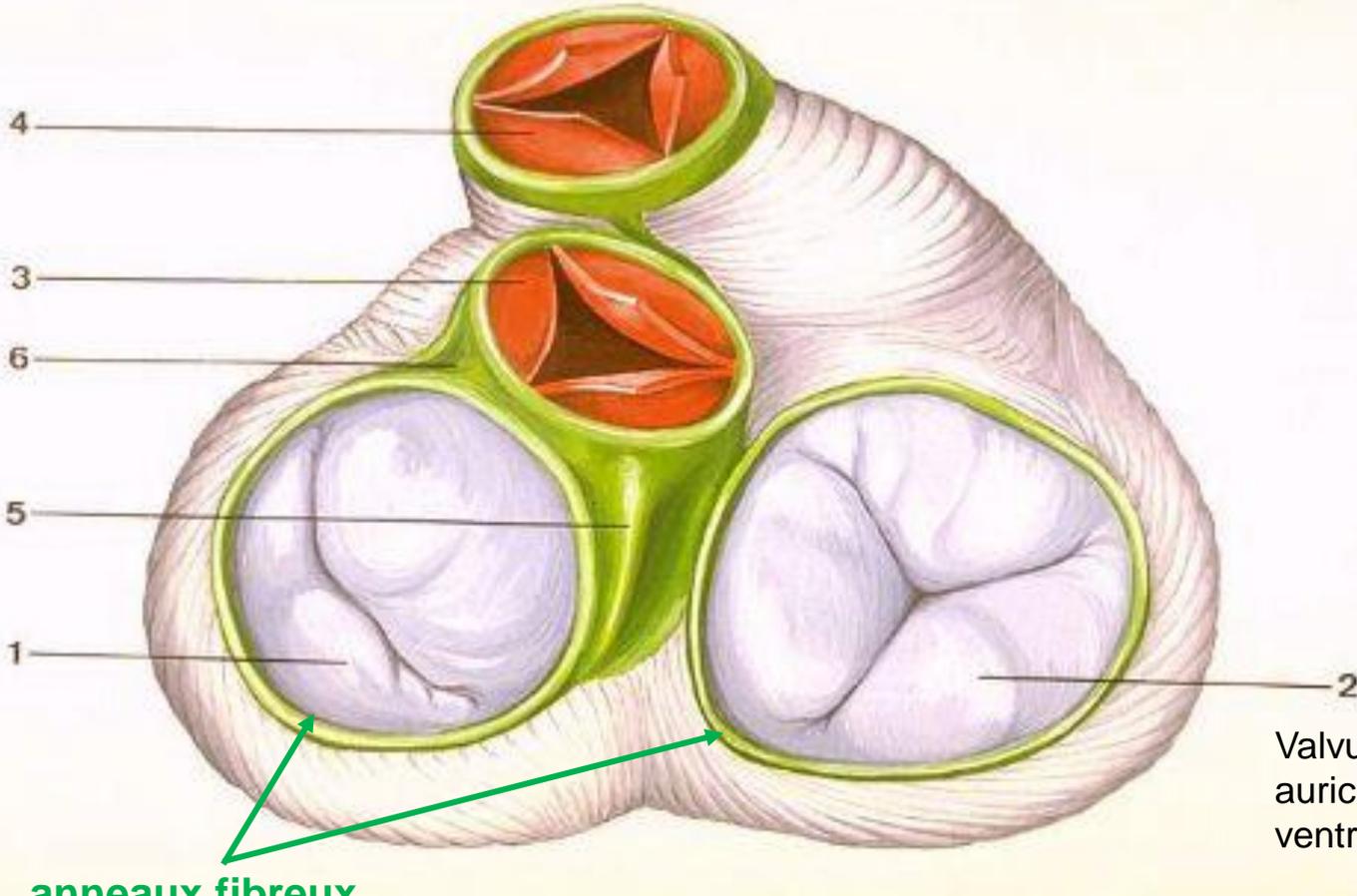
Face ventrale

Valvules sigmoïdes pulmonaires

Valvules sigmoïdes aortiques

tissu fibreux reliant les anneaux fibreux

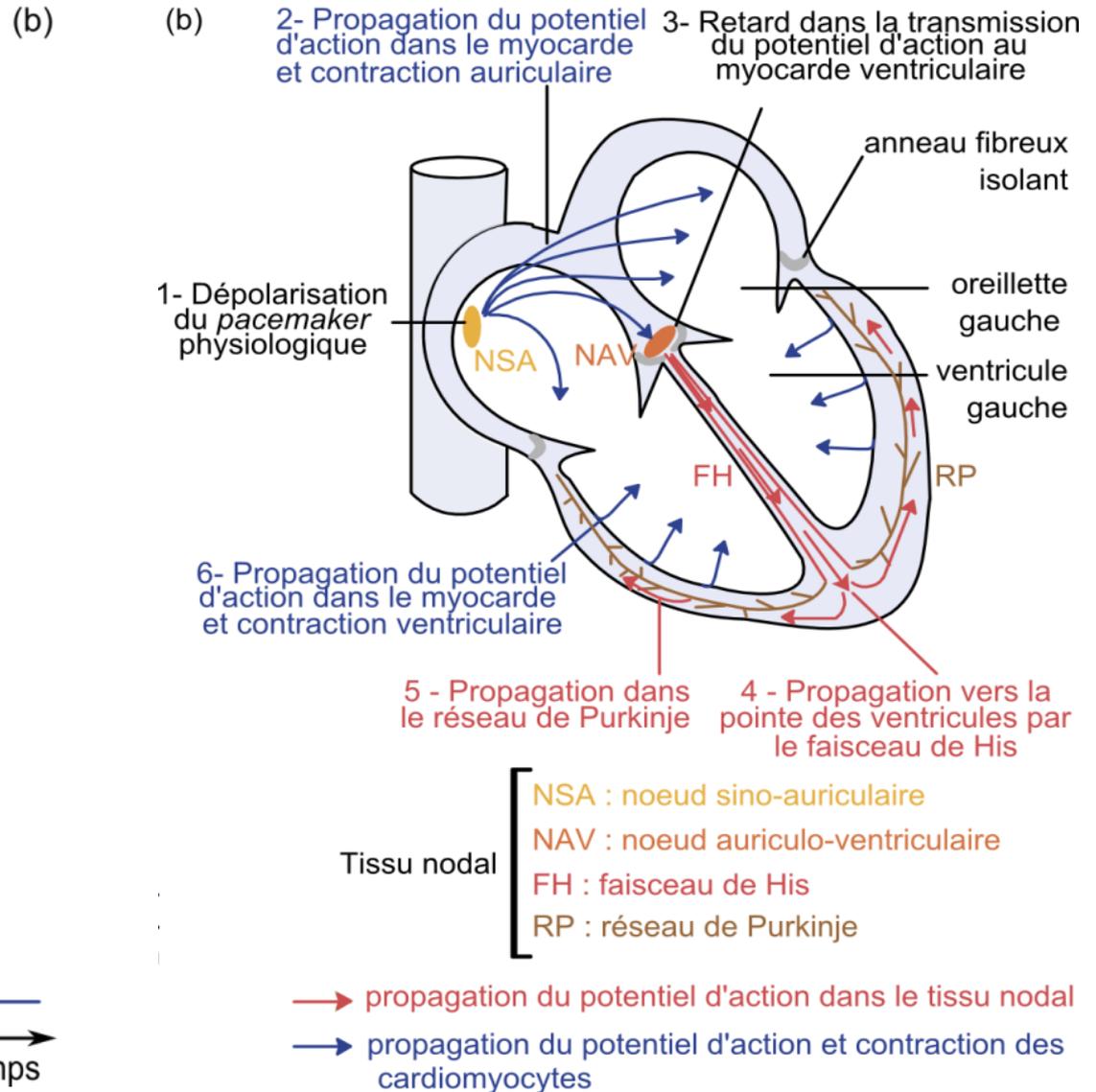
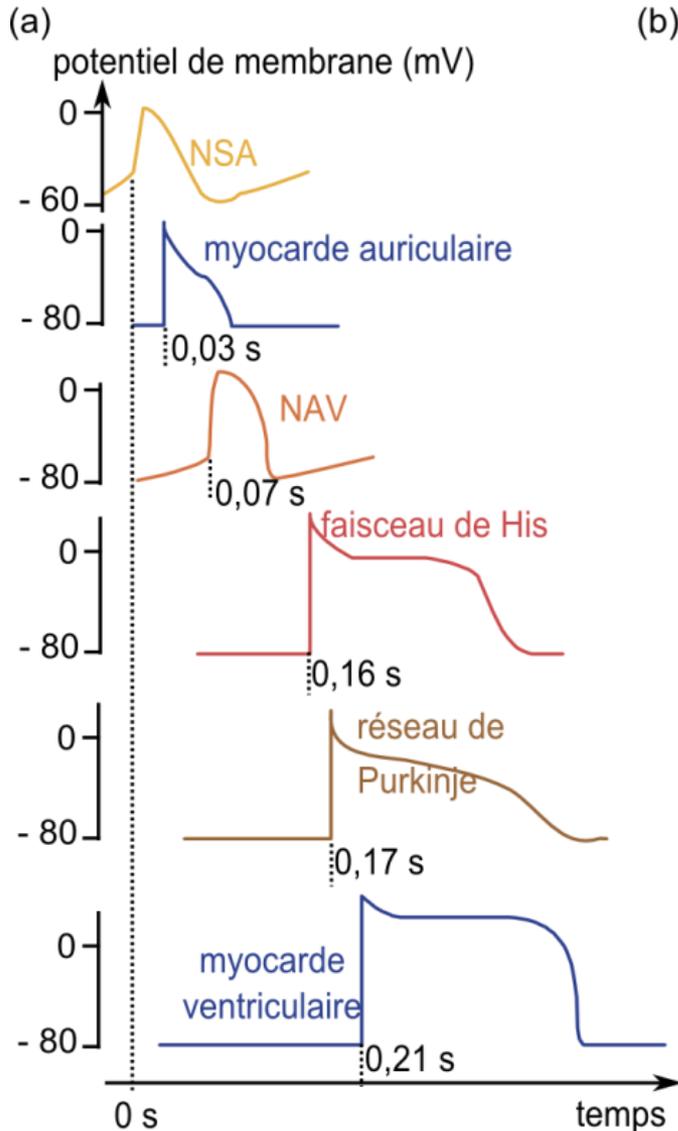
Valvules auriculo-ventriculaires G



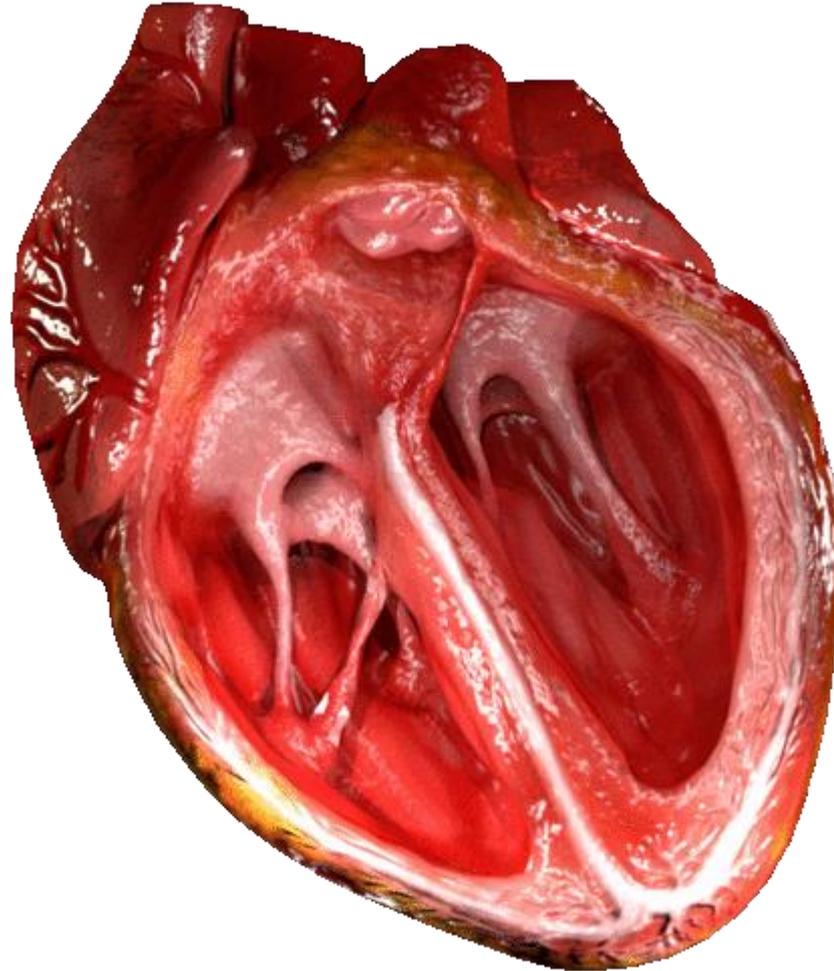
anneaux fibreux isolants

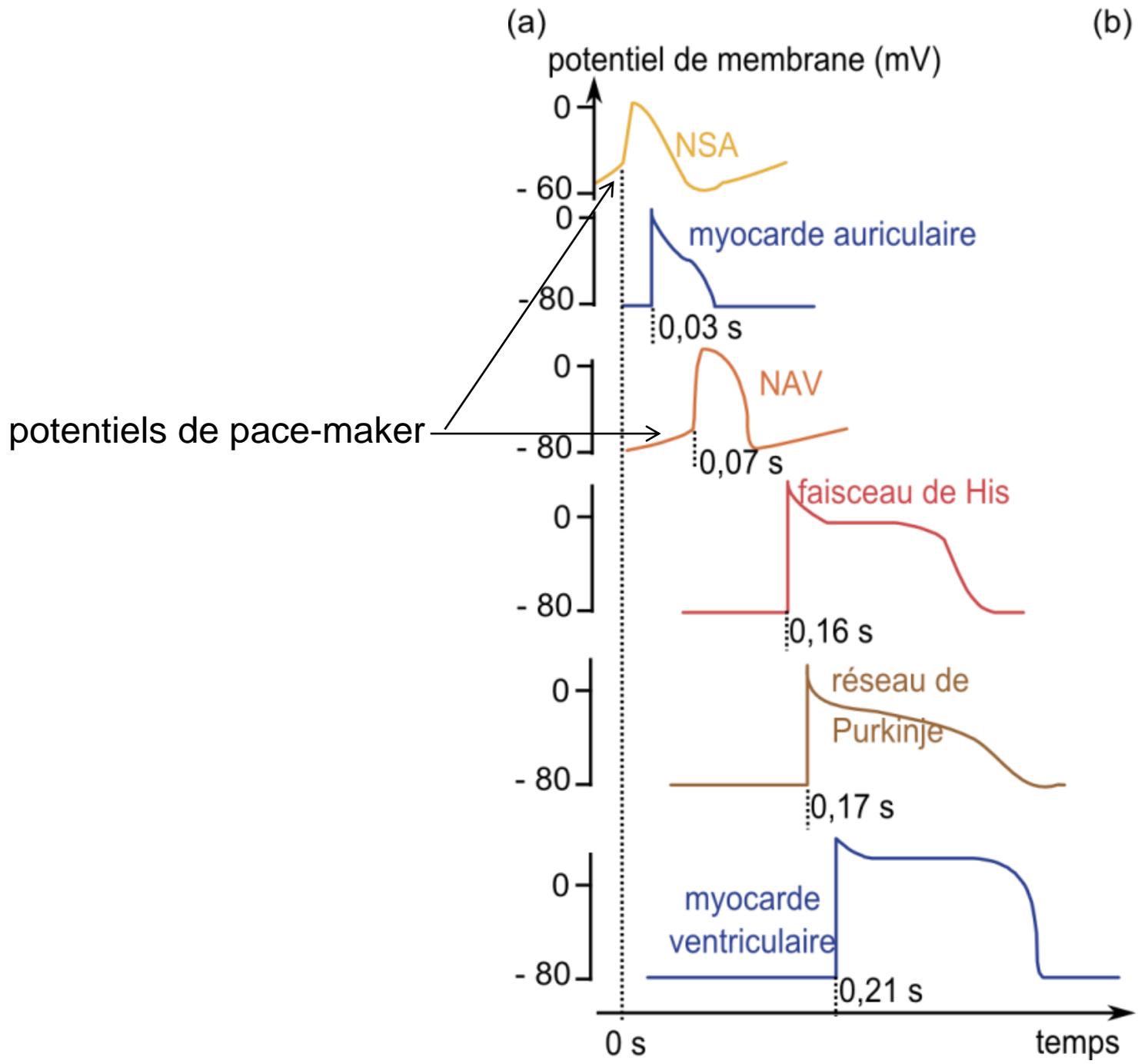
Face dorsale

Document 22. Chronologie de l'activation du myocarde à partir de la dépolarisation du NSA.

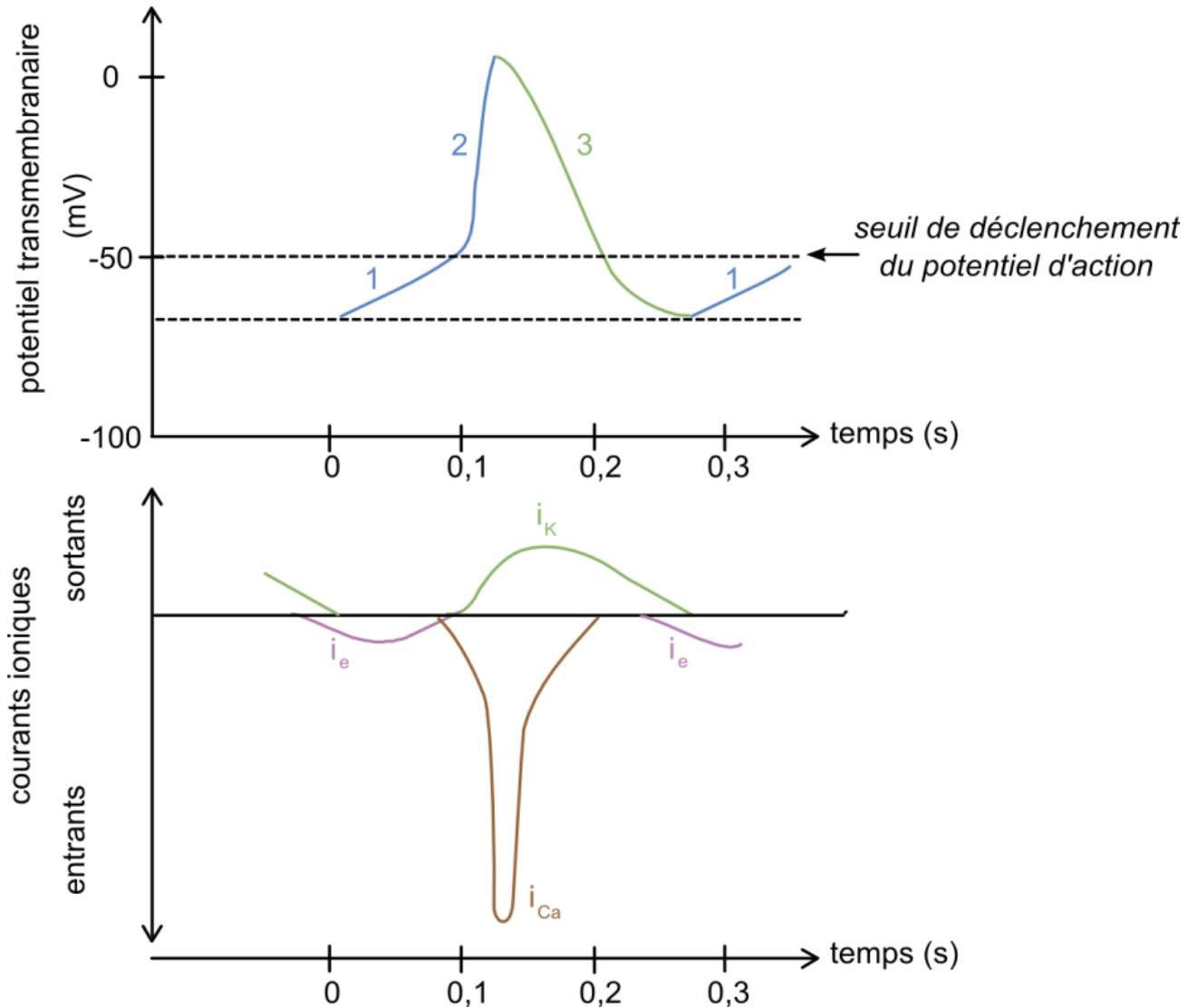


Contraction des ventricules de la pointe vers la base

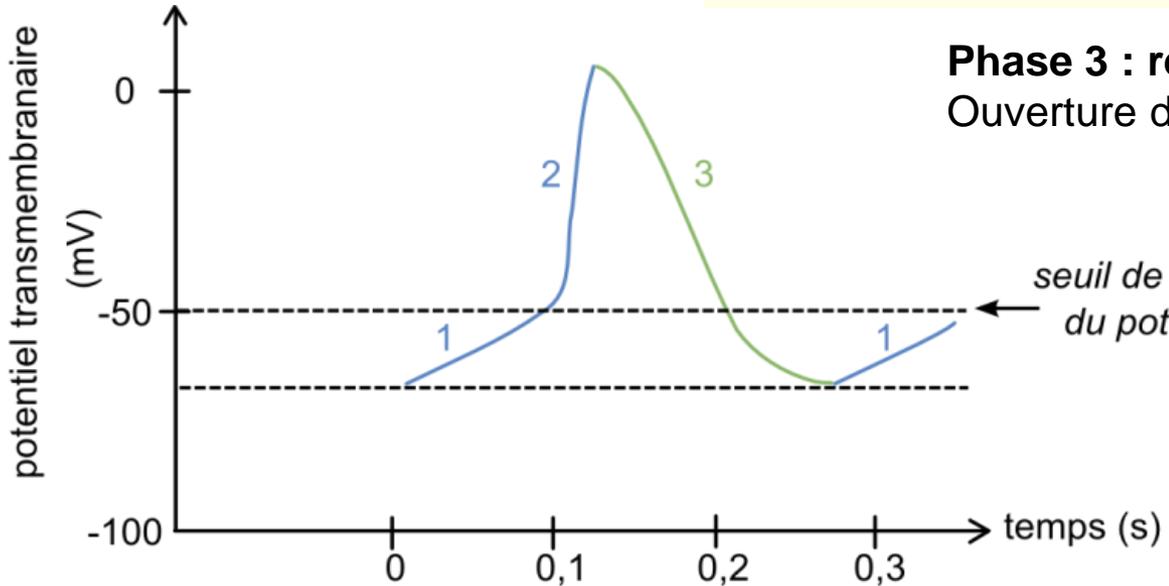
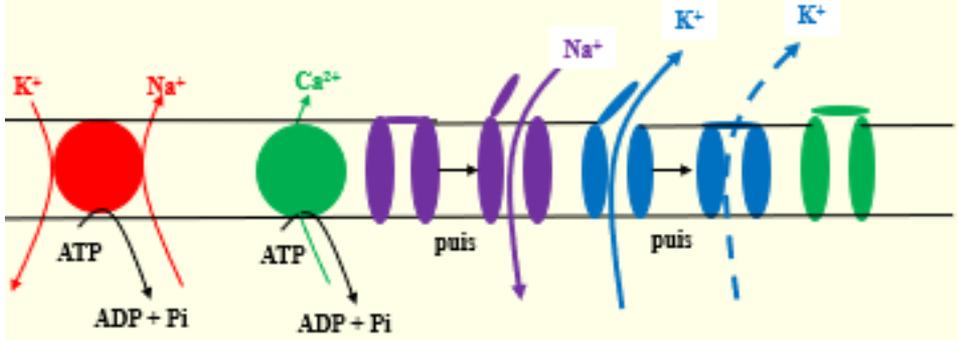




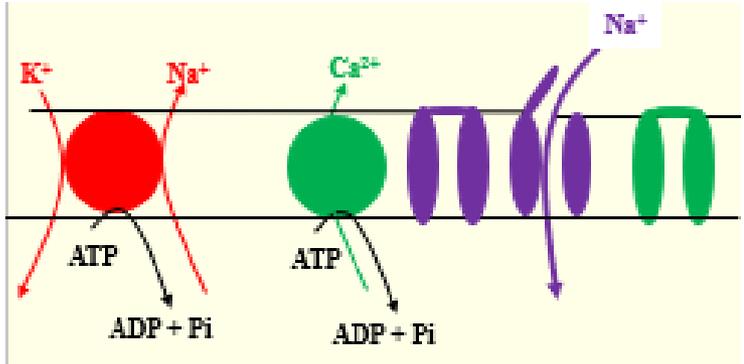
Document 23. Potentiel de pacemaker des cellules nodales et mesures de courants ioniques obtenues par patch clamp.



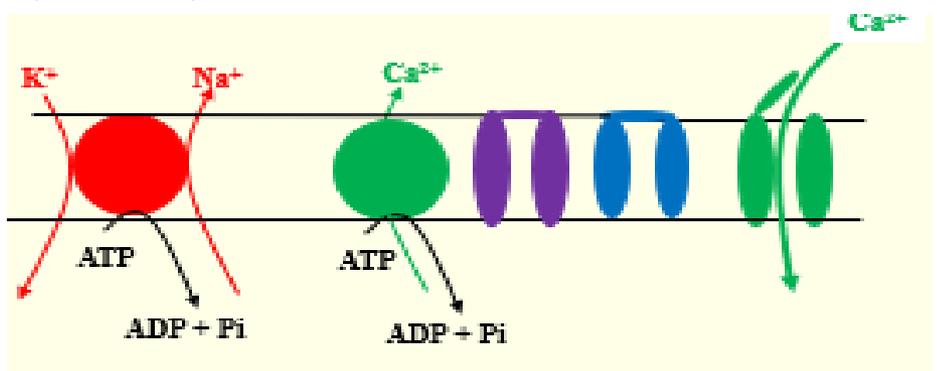
Document 23. Les échanges ioniques mis en jeu.



Phase 3 : repolarisation
Ouverture des canaux K^+ (K^+ sort)



Phase 1: Potentiel de pacemaker
Ouverture des canaux Na^+

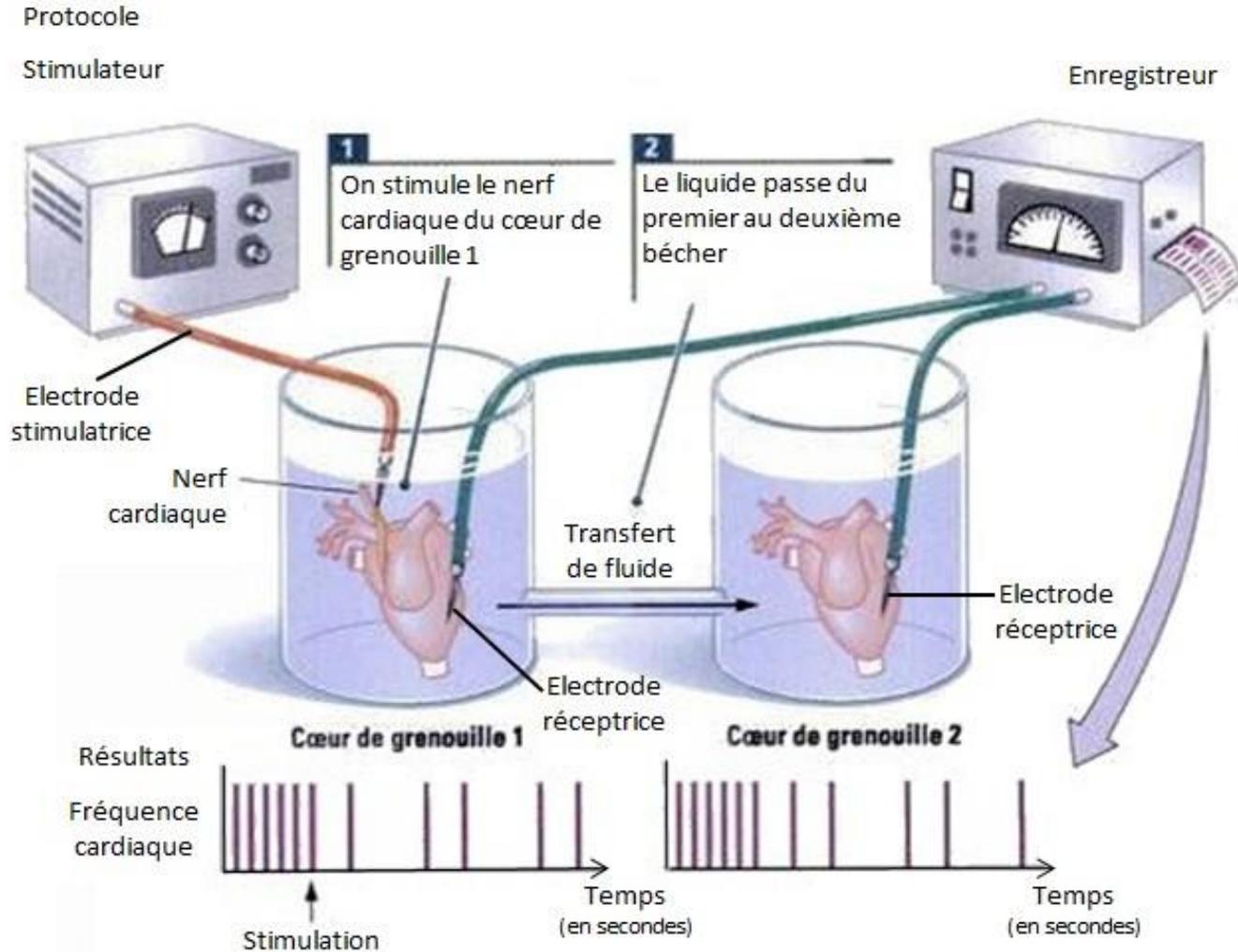


Phase 2 : Dépolarisation rapide
Ouverture des canaux Ca^{2+}

Les expériences de Loewi

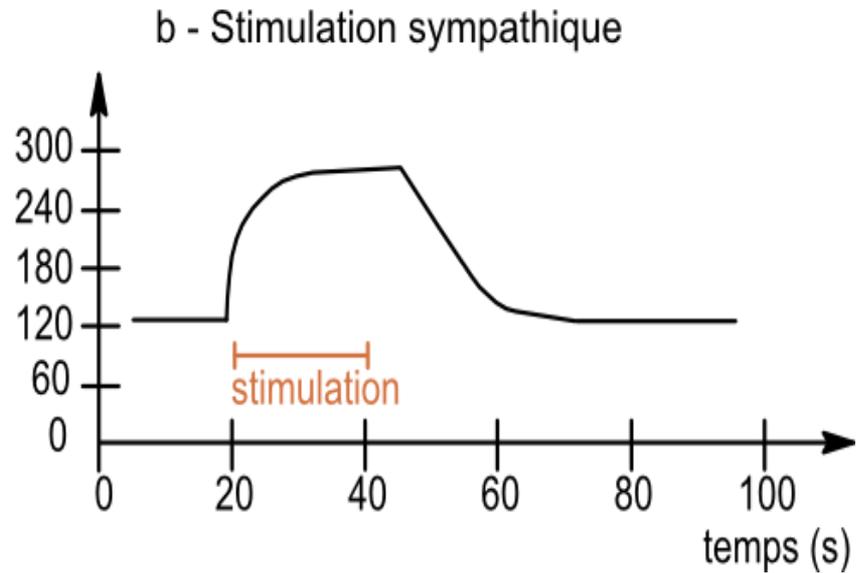
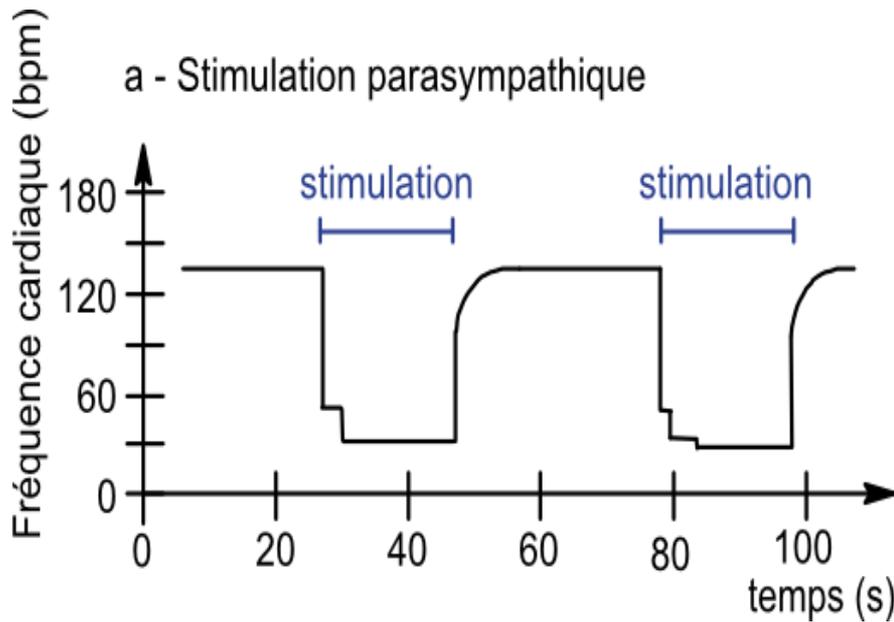
1. Un cœur de Grenouille toujours innervé est placé dans une solution de Ringer. Le cœur continue à battre.

2. La stimulation électrique des fibres nerveuses du nerf vague est suivie de diminution de la fréquence cardiaque.

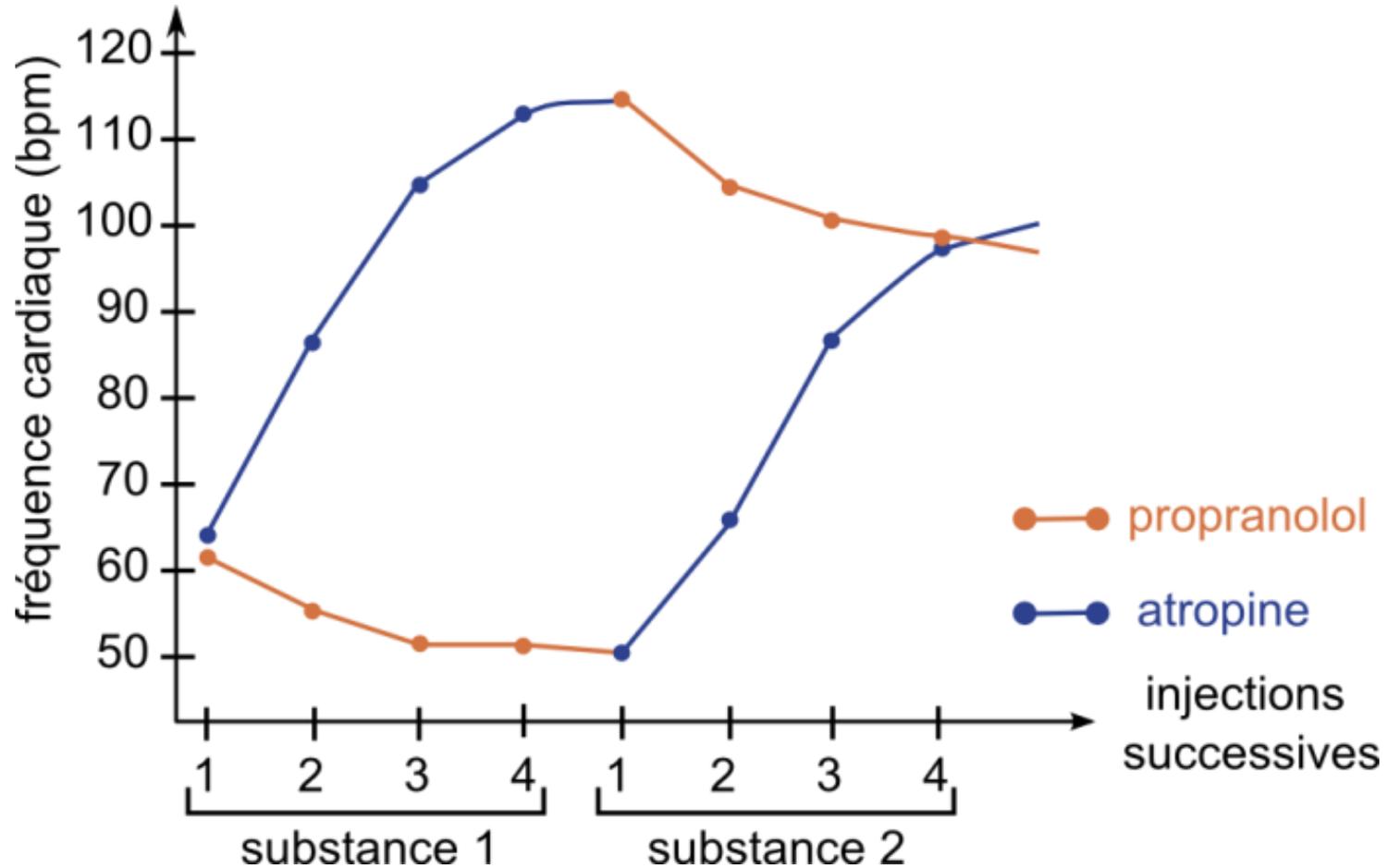


3. Le liquide de Ringer ayant baigné le premier cœur est transféré dans une enceinte contenant un second cœur dénervé : sa fréquence de battement diminue, comme celle du premier cœur.

Document 24. Effets de stimulations de l'innervation cardiaque chez le chien.



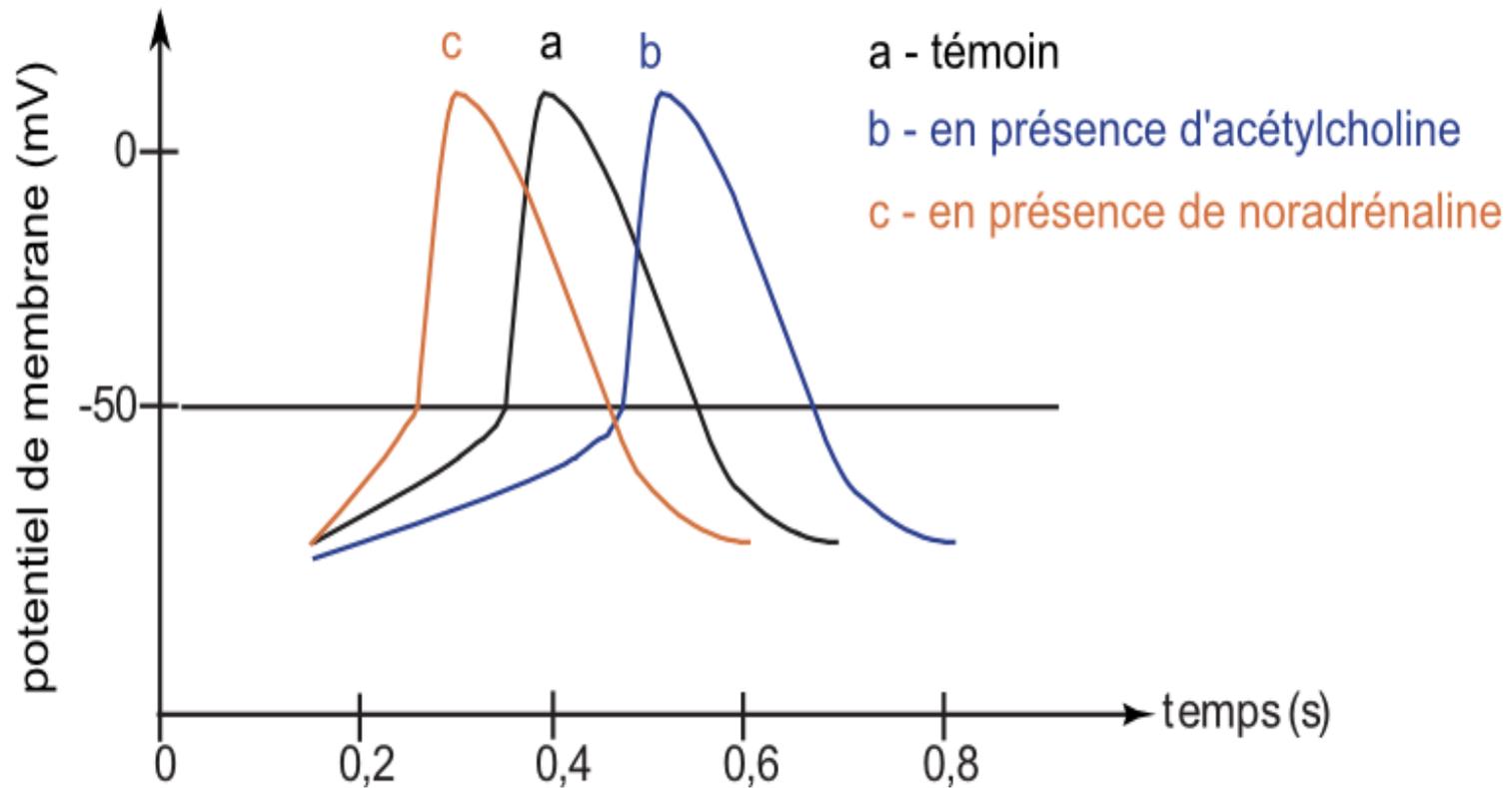
Document 25. Effets de l'injection de drogues sur la fréquence cardiaque chez l'humain.



Atropine : antagoniste de l'acétylcholine

Propanolol : antagoniste de la noradrénaline

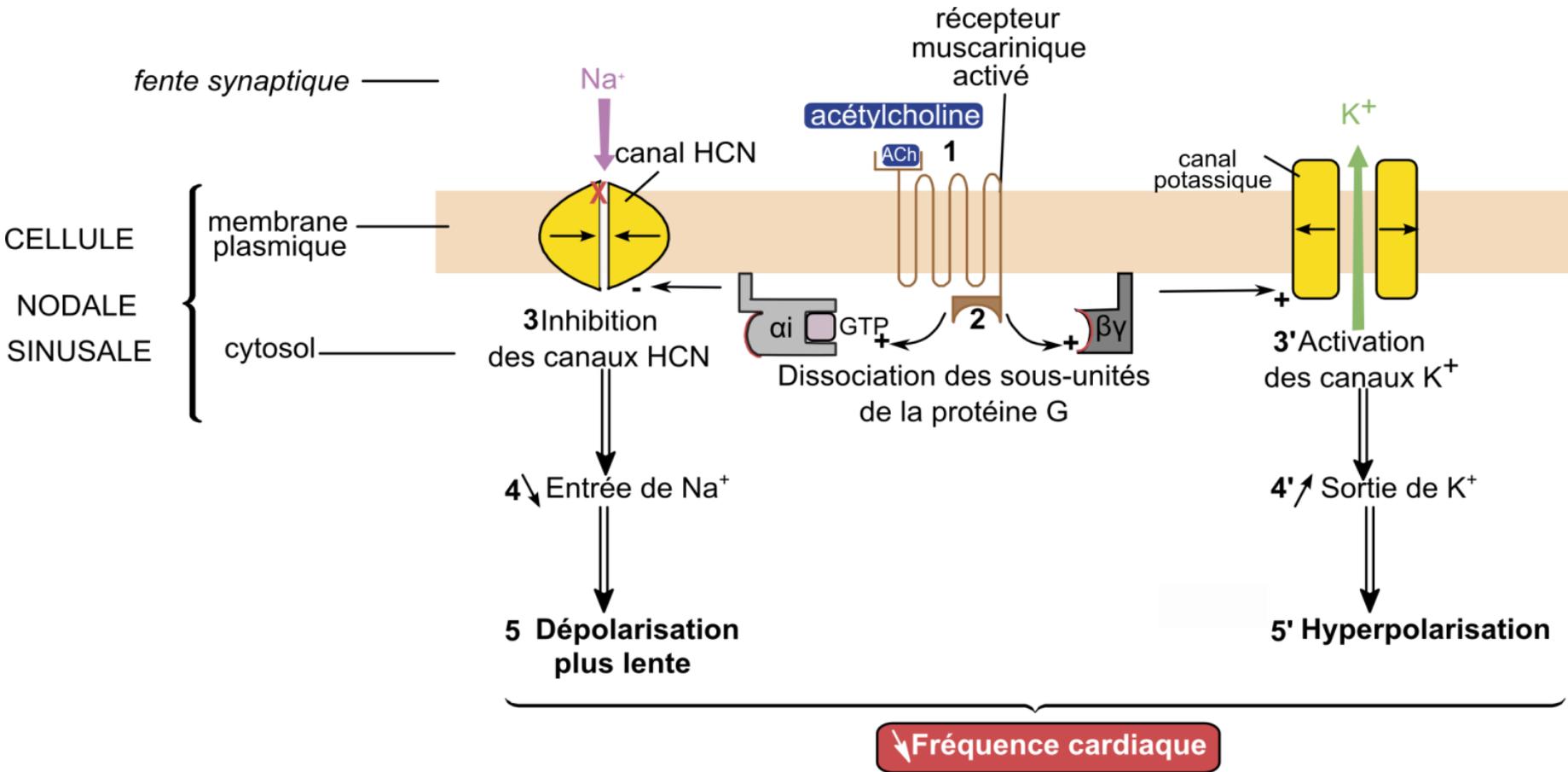
Document 26. Effets des neuromédiateurs du système nerveux végétatif sur le potentiel de membrane d'une cellule du nœud sinusal.



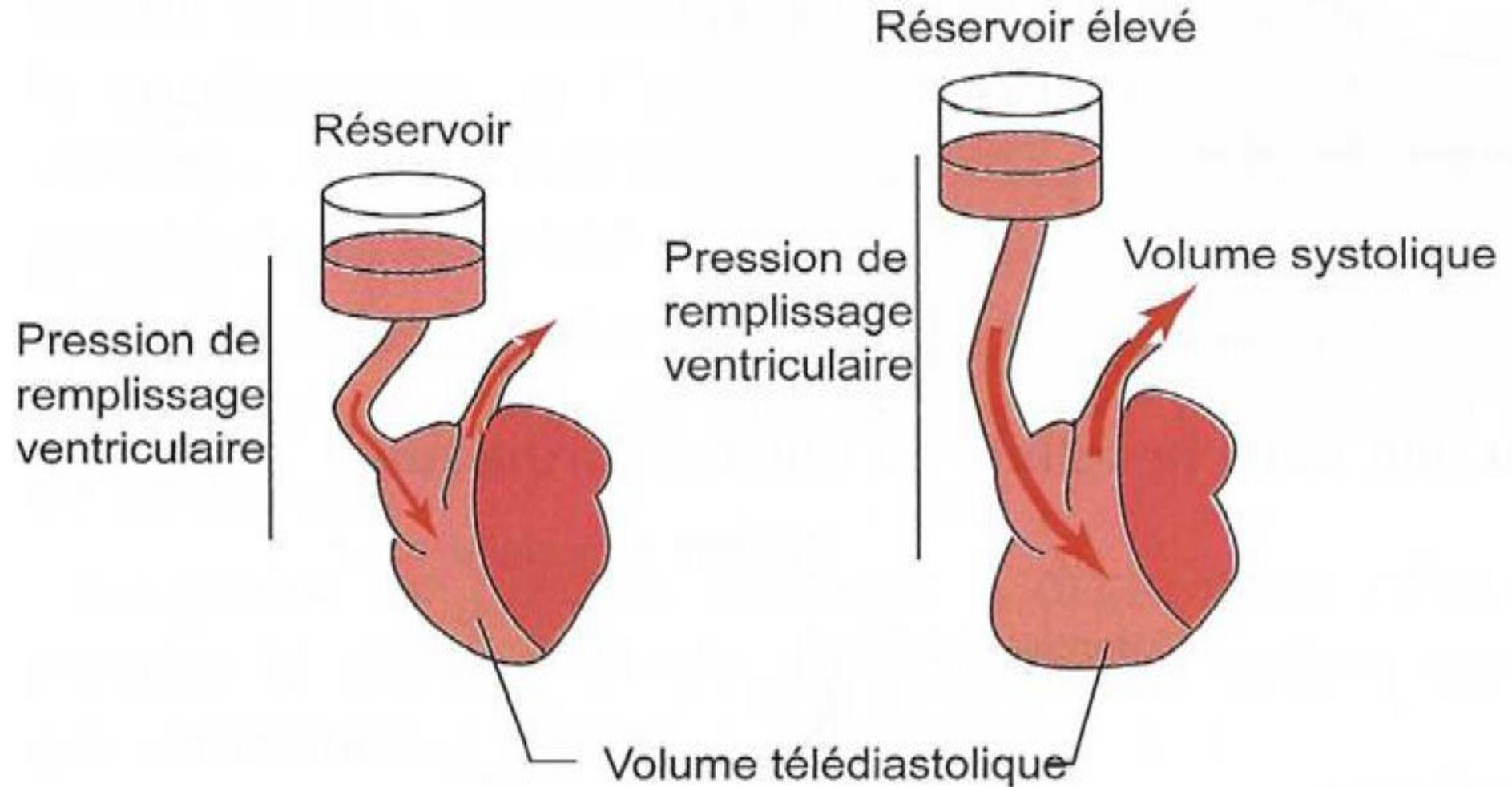
Document 27. Comparaison des effets des deux composantes du SNV sur le fonctionnement du cœur.

	Systeme parasymphathique	Systeme sympathique
Effet sur la dépolarisation lente du potentiel de pacemaker		
Effet sur le potentiel de membrane des cellules du NSA		
Effet sur la fréquence cardiaque		

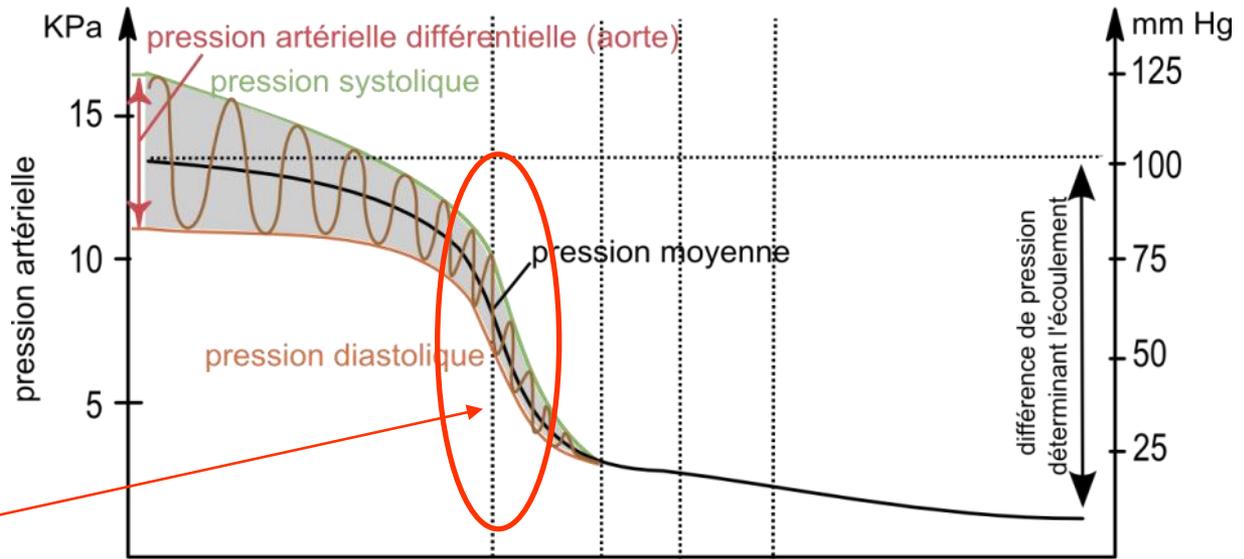
Document 28. Effet chronotrope négatif de l'acétylcholine sur une cellule du NSA via des récepteurs muscariniques.



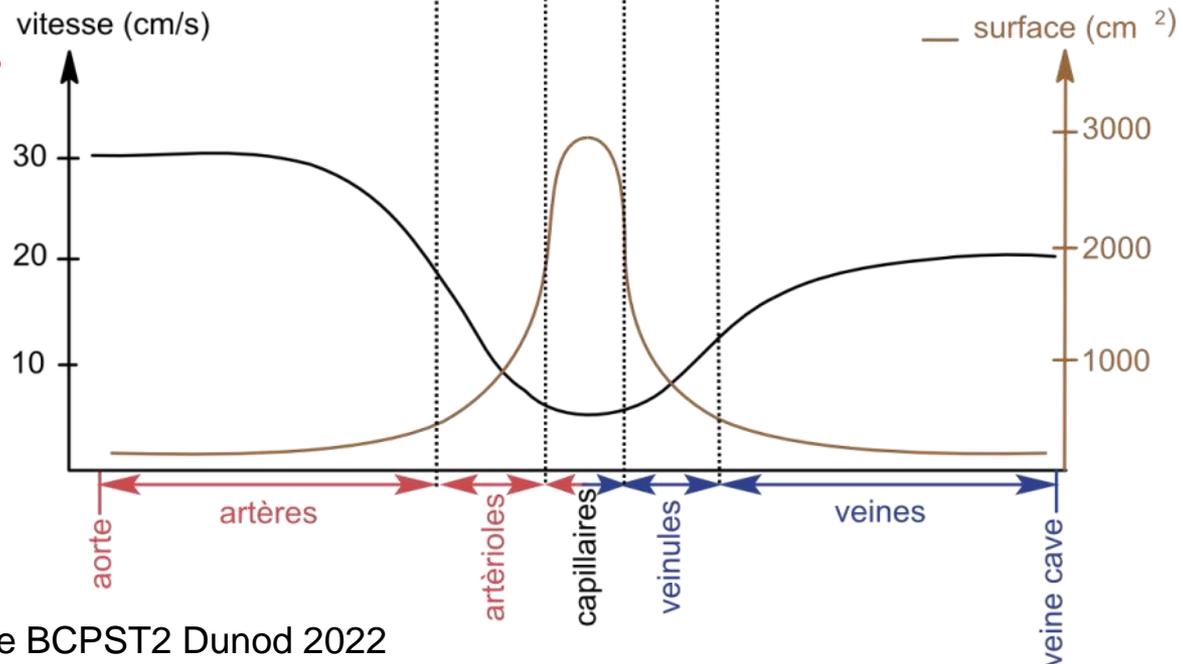
Expérience de Starling (1914)



Document 4. Évolution des paramètres circulatoires dans la circulation systémique.

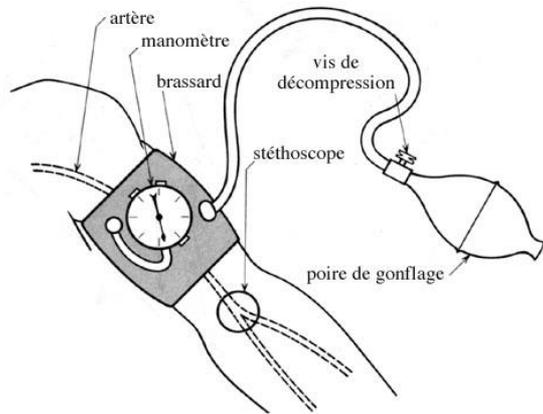


Chute de pression au niveau des artères et artérioles

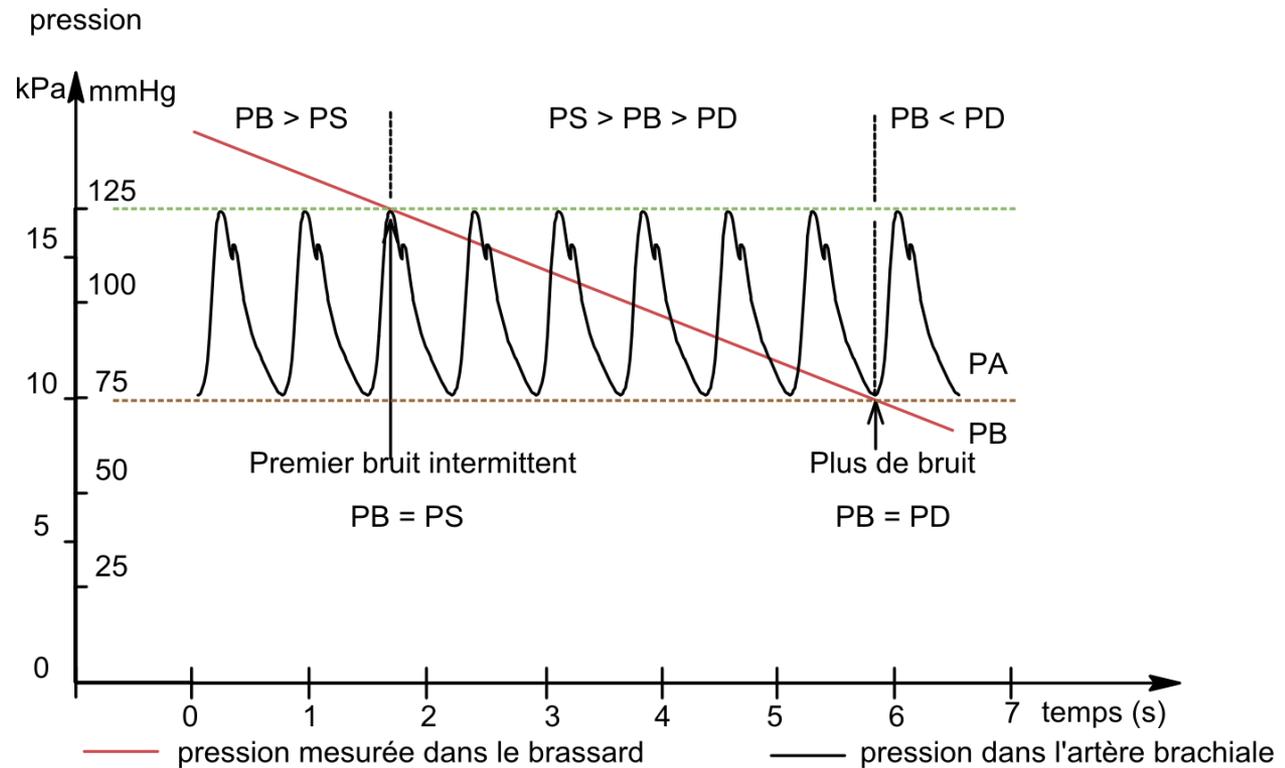


Mesure de la pression artérielle par un sphygmomanomètre

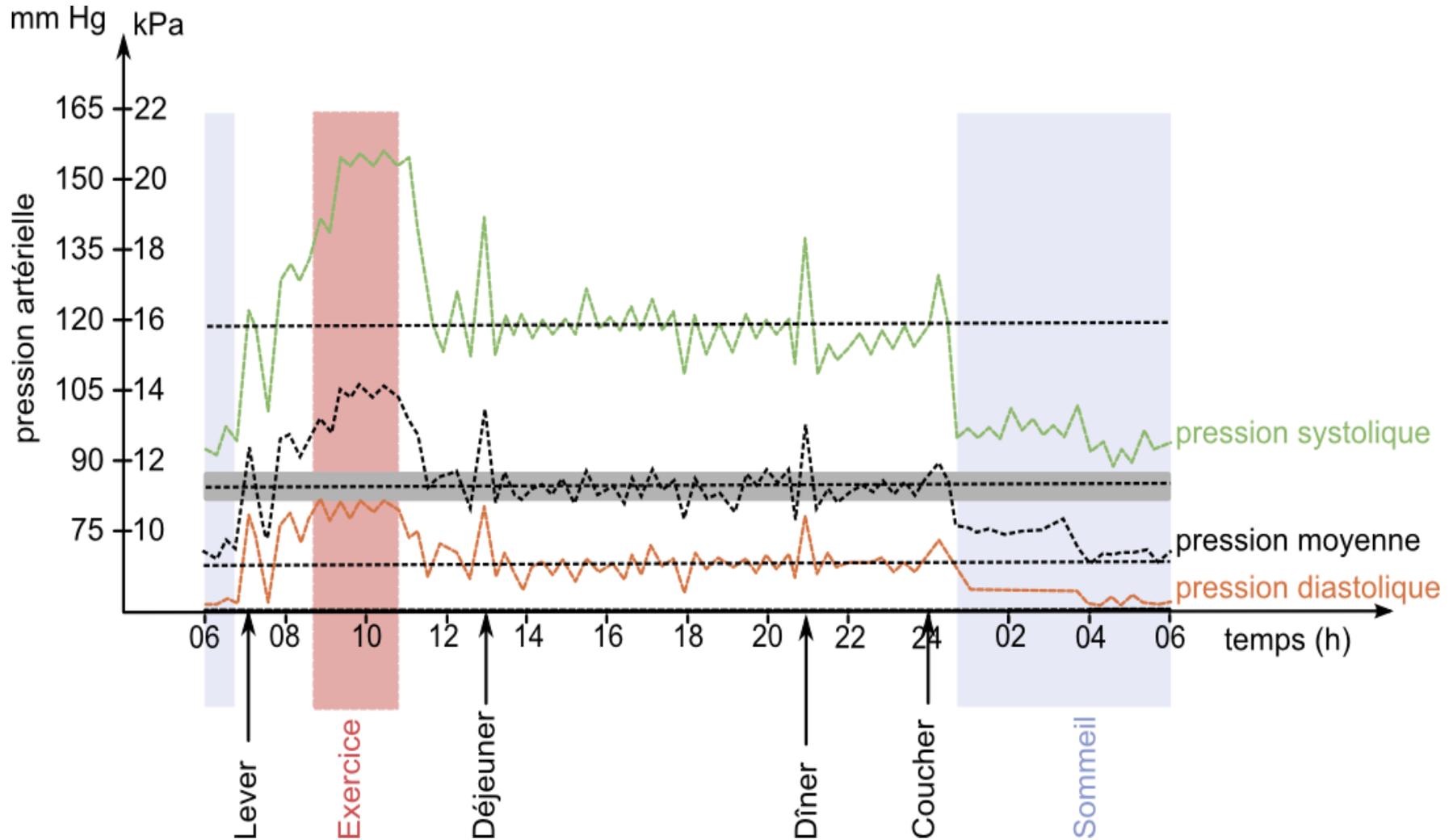
a - Dispositif de mesure



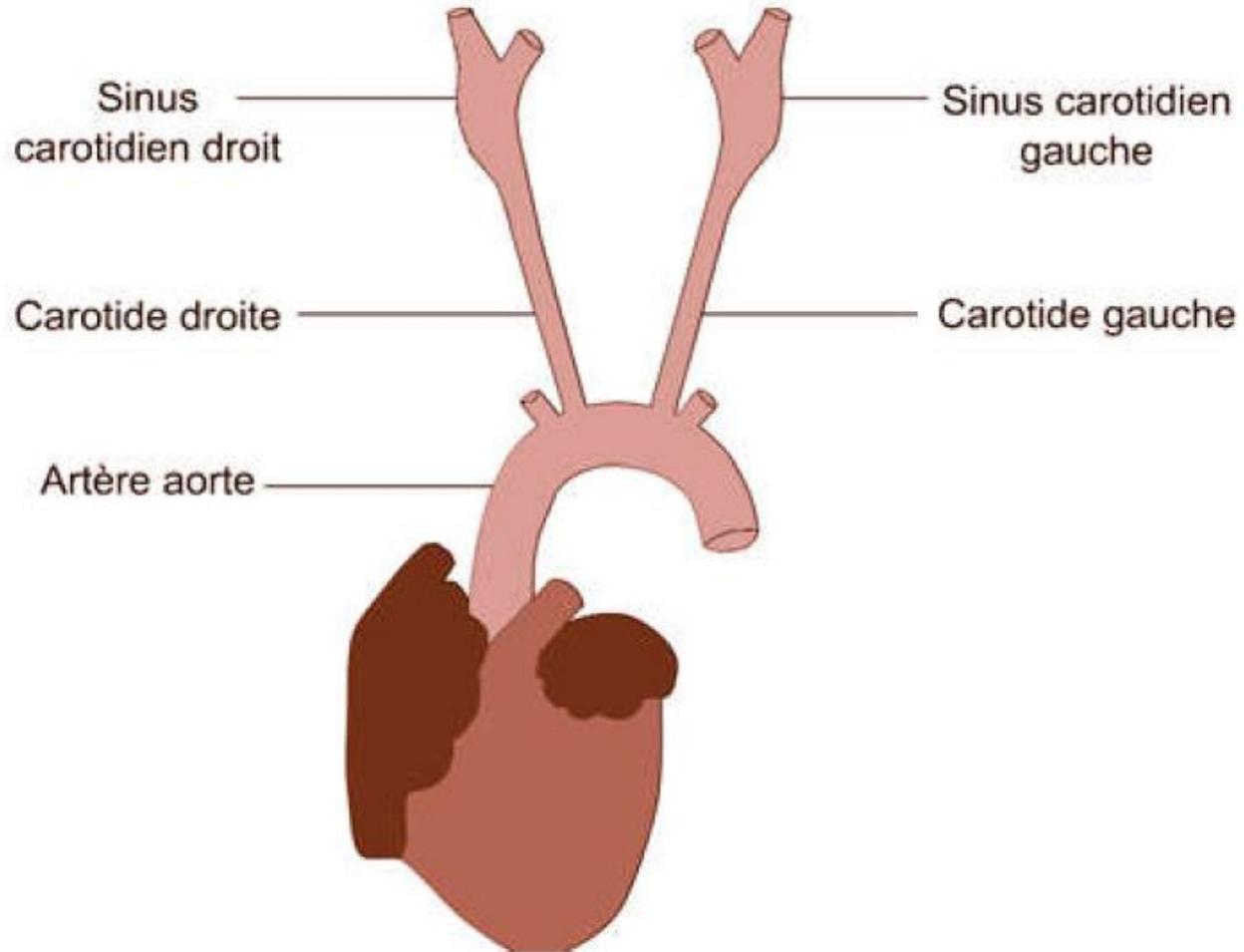
b - Variation de la pression sanguine dans l'artère brachiale



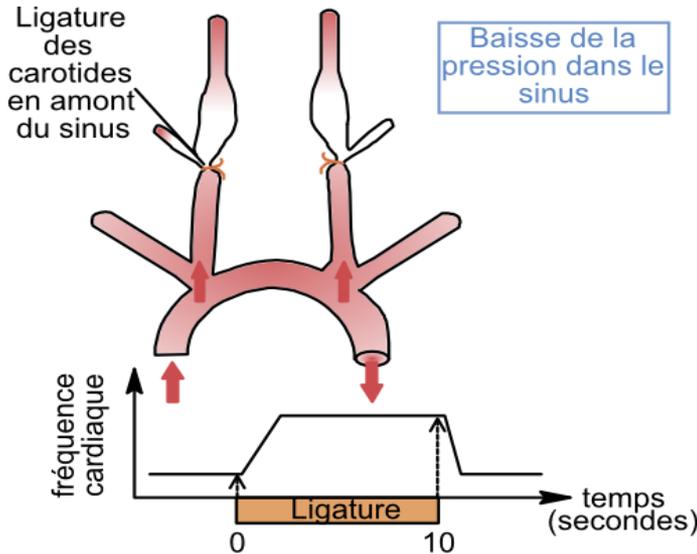
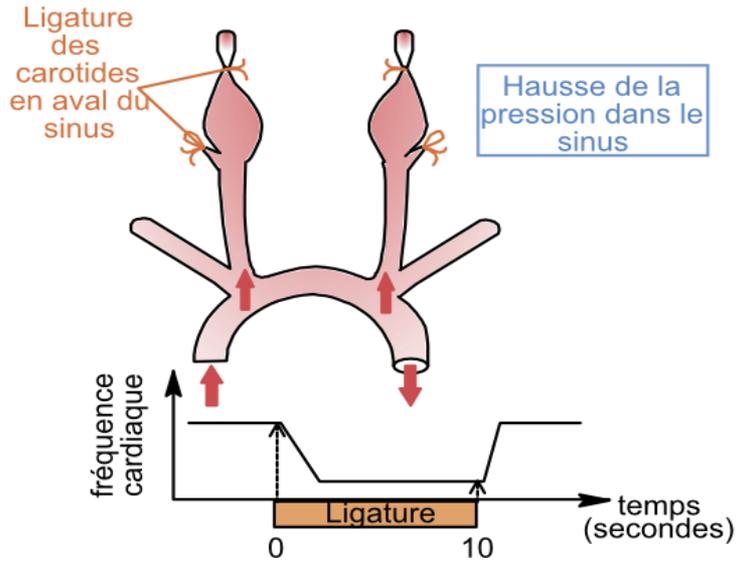
Document 29. Enregistrement en continu de la pression artérielle d'un sujet en bonne santé au cours d'une journée.



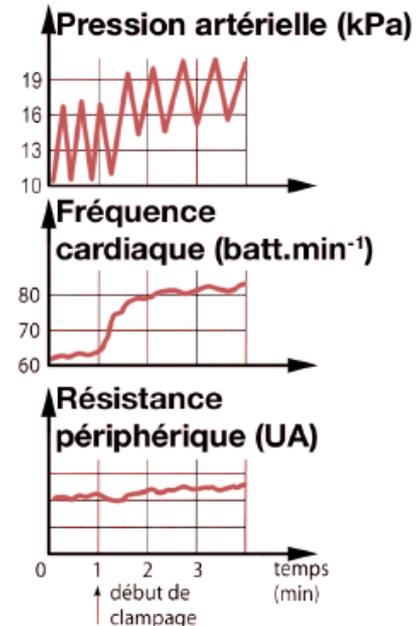
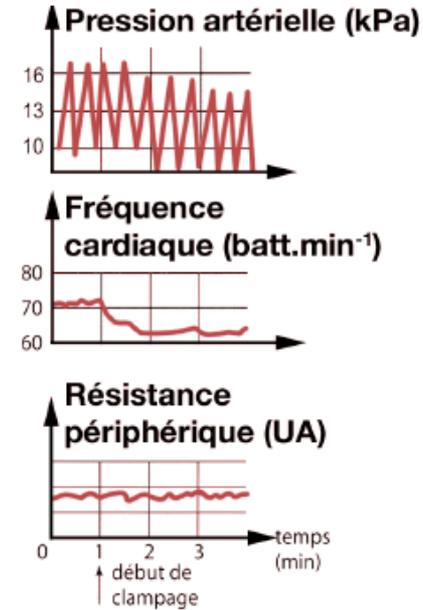
Localisation des sinus carotidiens



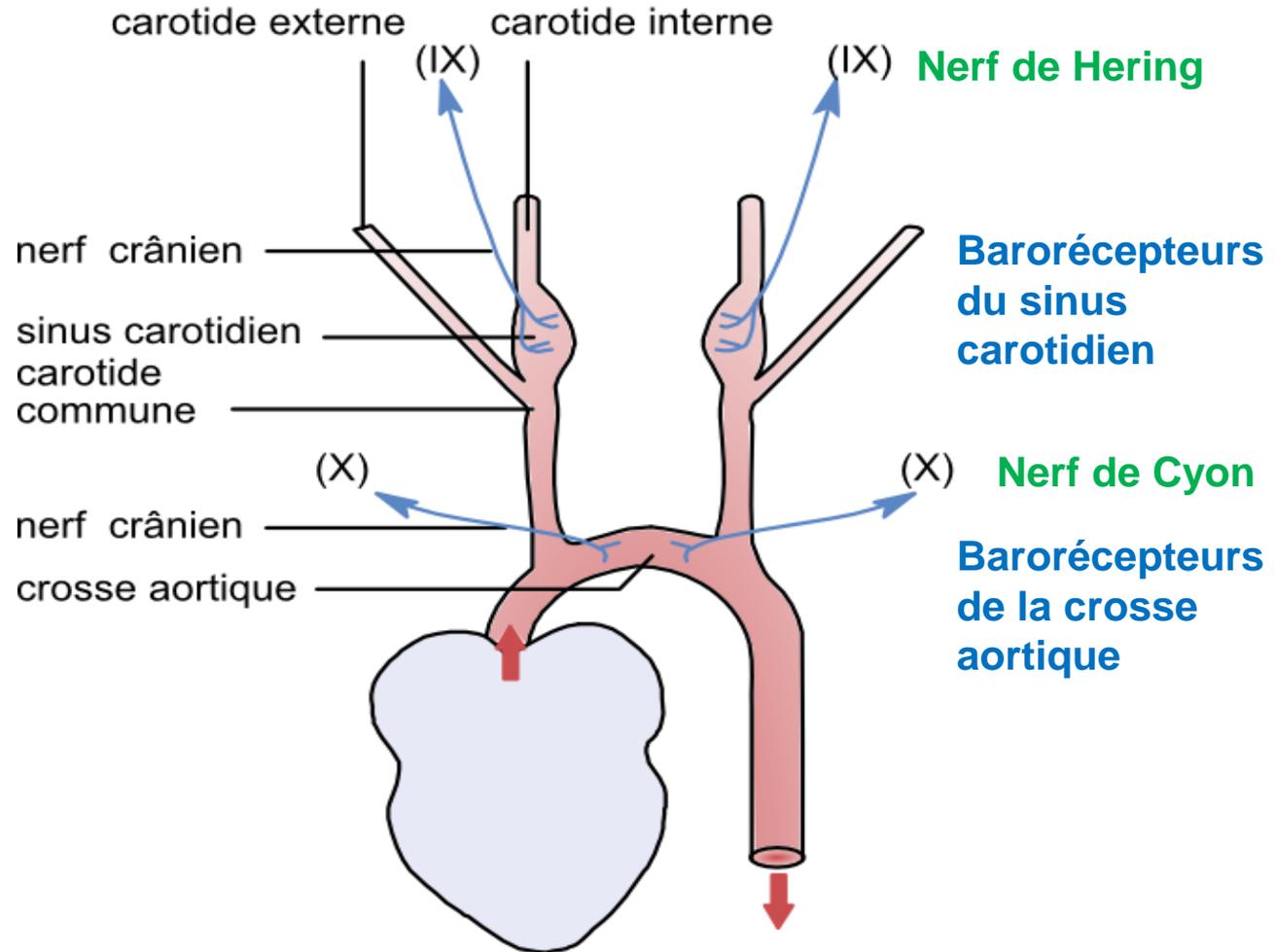
Document 30. Mise en évidence du rôle des sinus carotidiens dans la régulation de la pression artérielle.



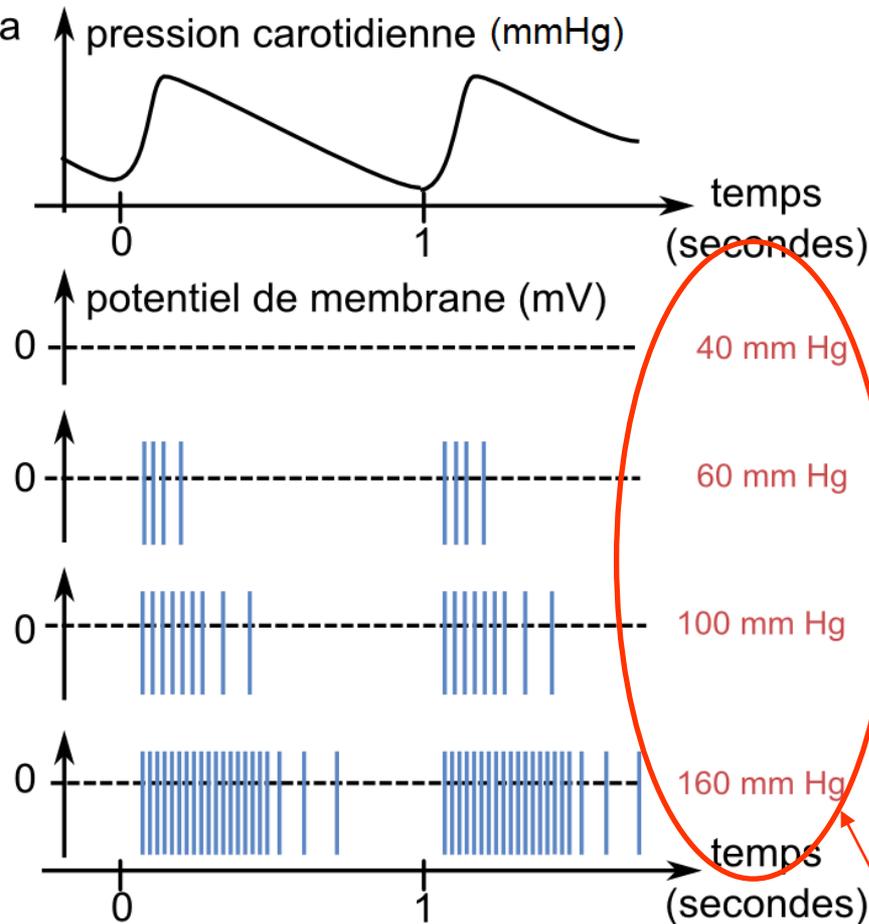
b - Expériences de ligature du sinus carotidien



Document 31. Localisation des barorécepteurs artériels dans la circulation systémique.

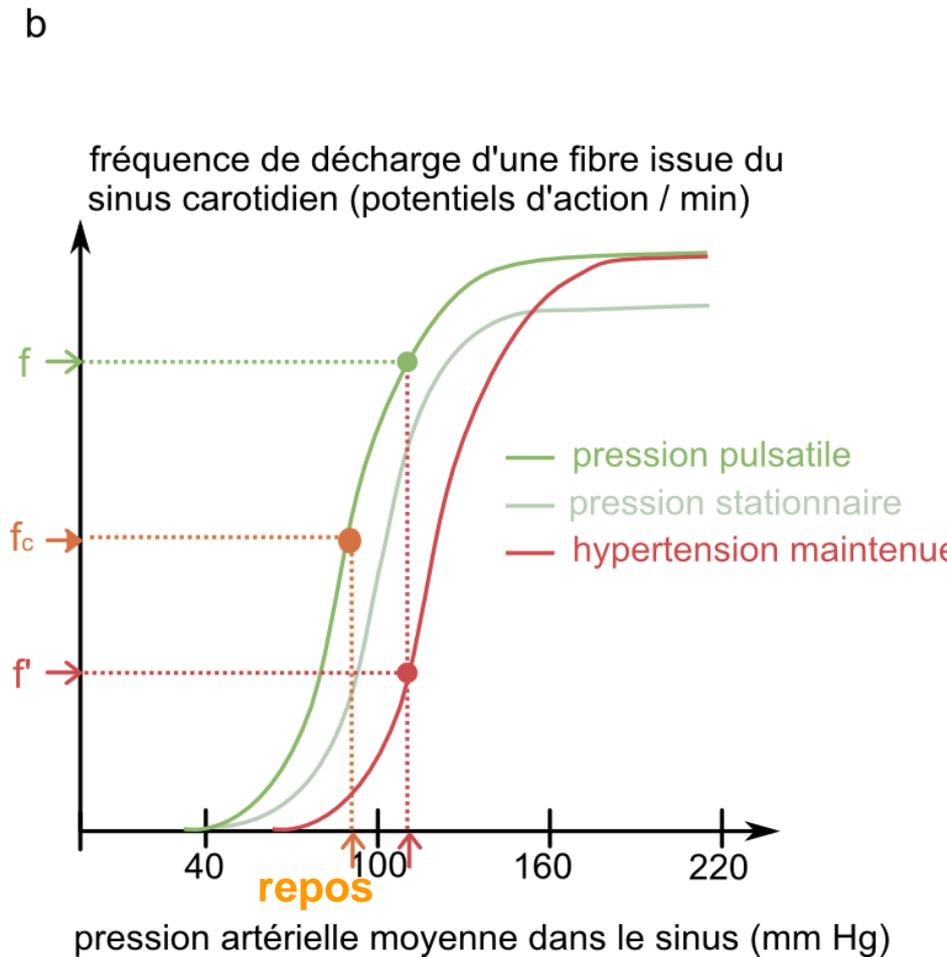


Document 32. Activité des barorécepteurs en fonction de la pression artérielle moyenne à leur niveau.

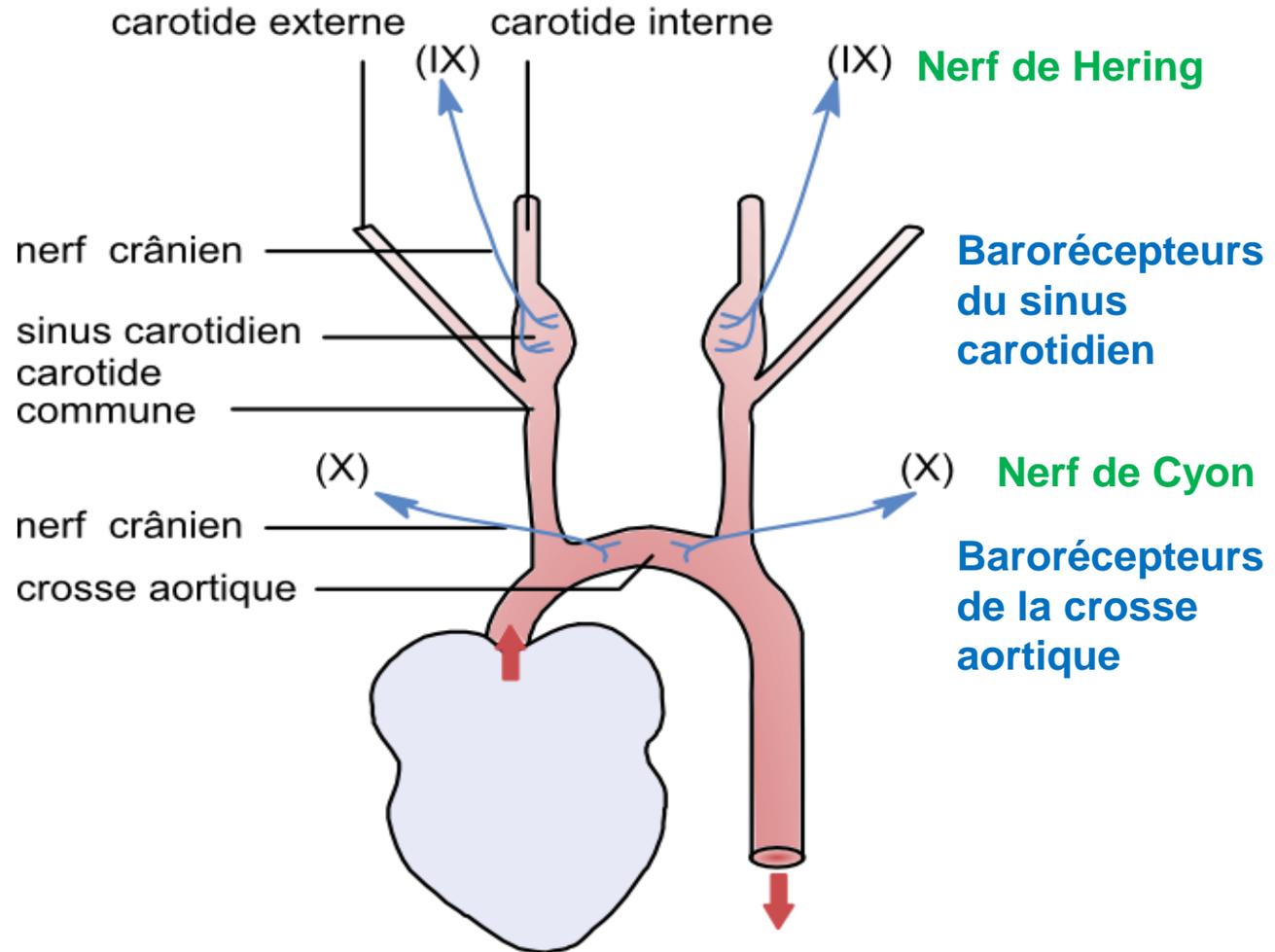


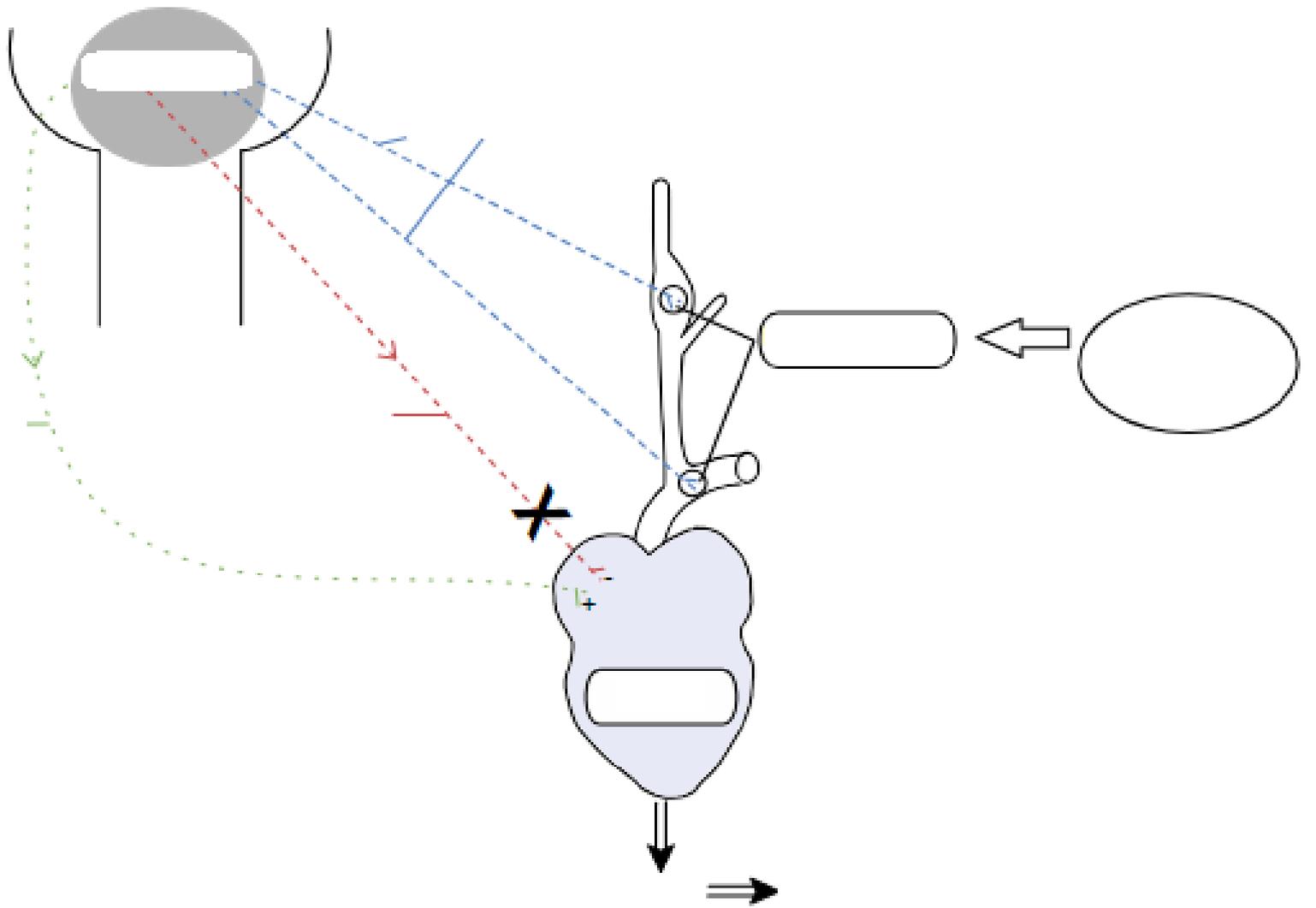
en rouge, les valeurs de la pression carotidienne moyenne

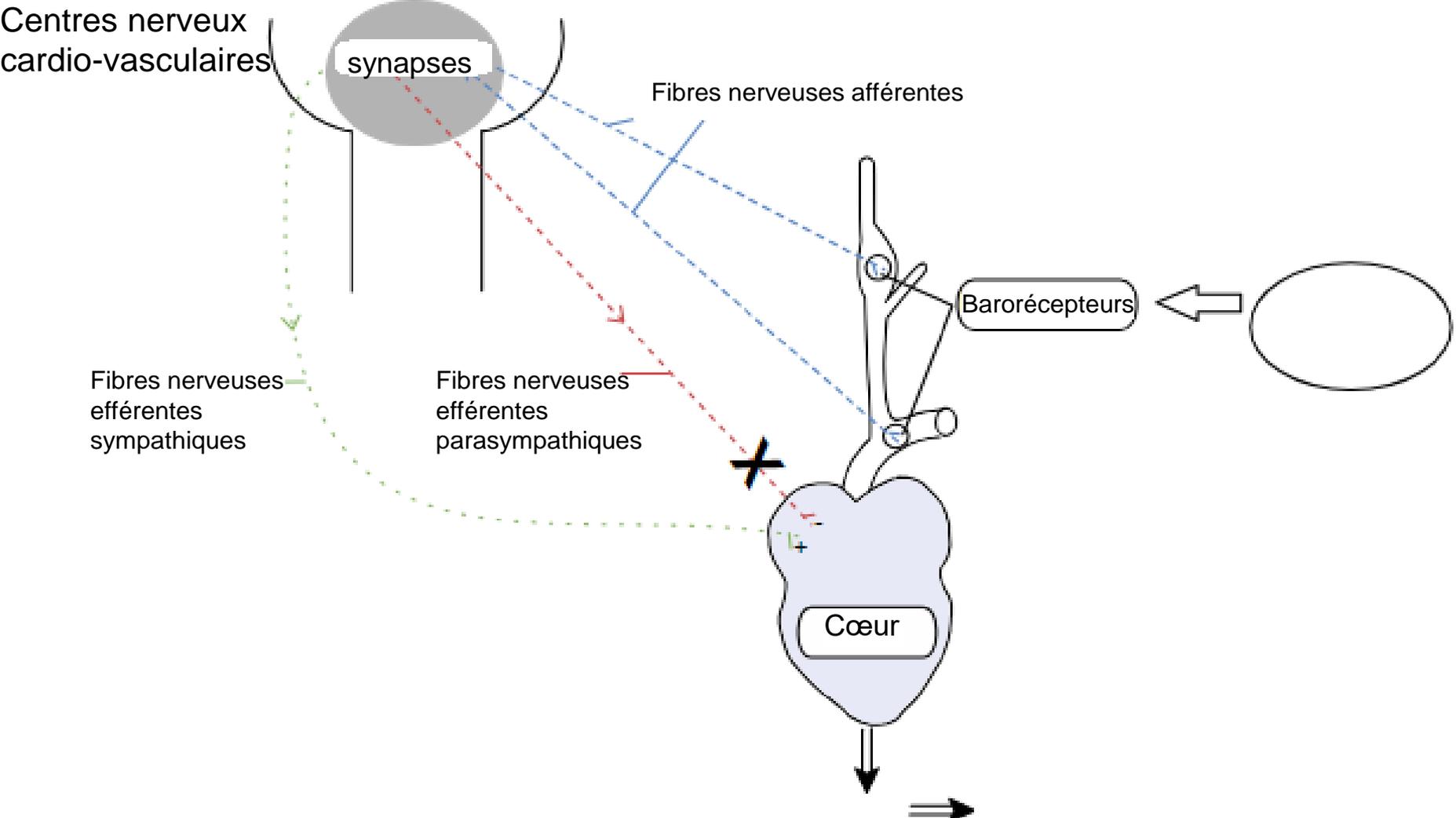
Ce qui varie

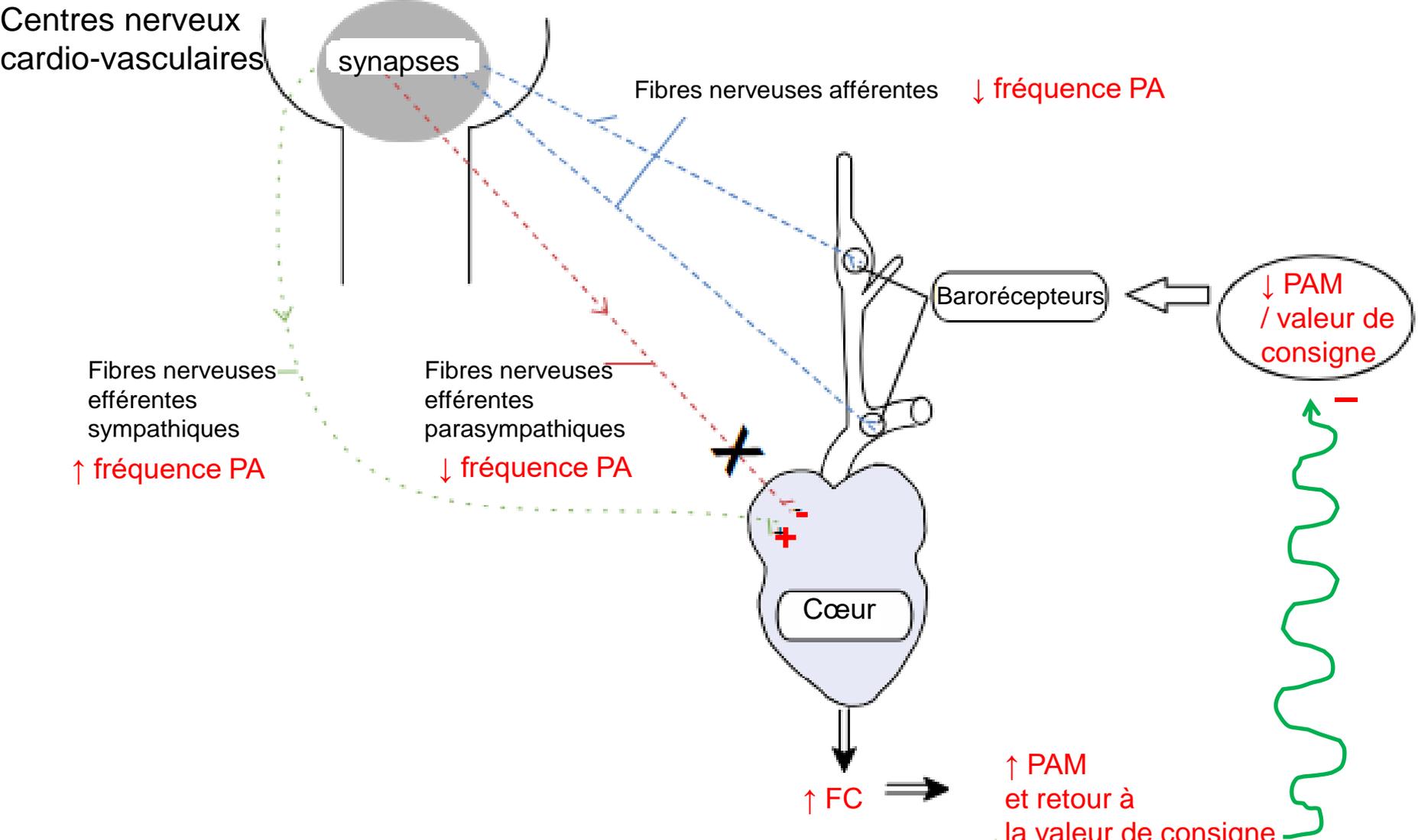


Document 31. Localisation des barorécepteurs artériels dans la circulation systémique.







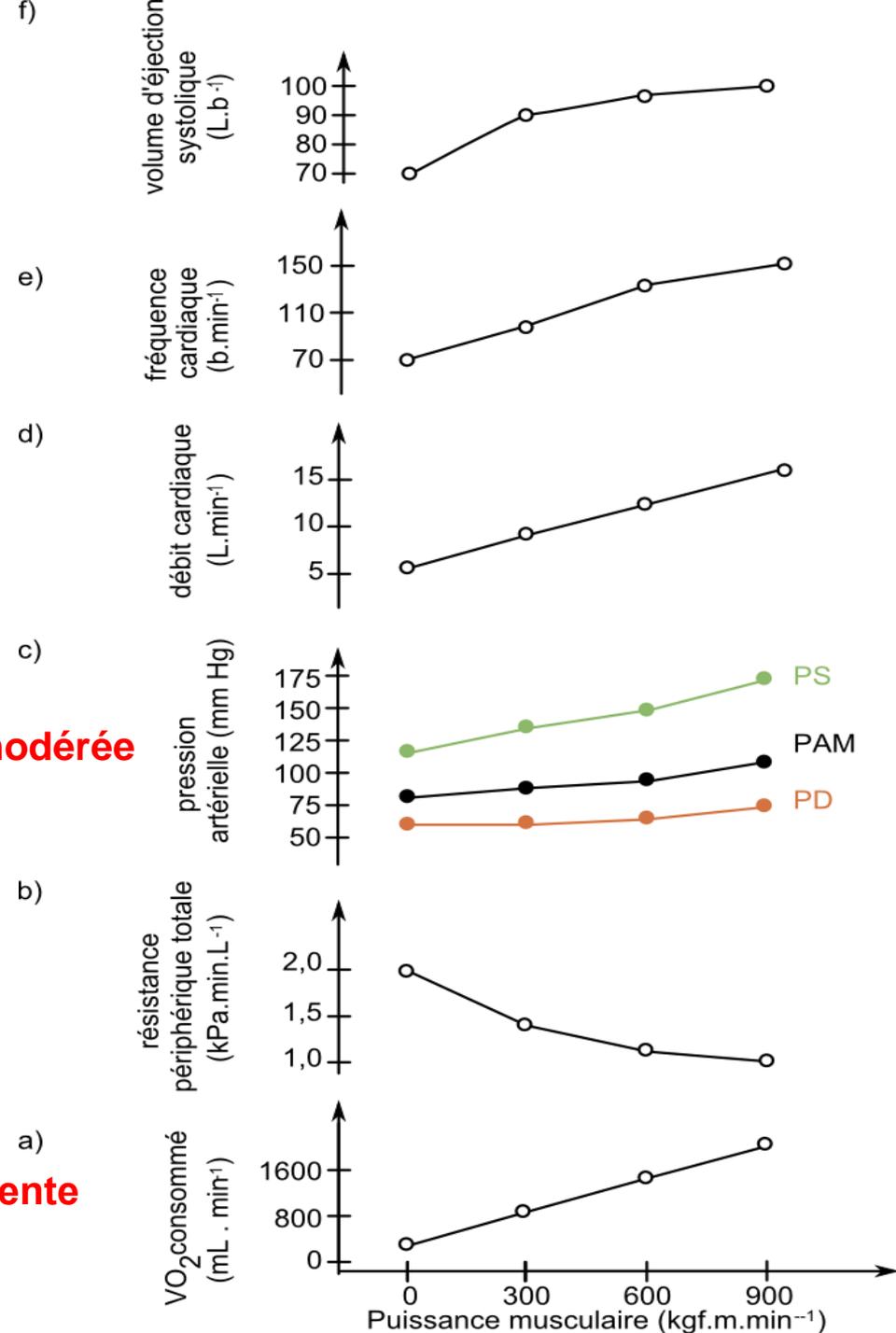


Le baroréflexe en réponse à une hypotension

Document 33. Modifications de quelques paramètres physiologiques au cours d'exercices musculaires.

La PA moyenne augmente de façon modérée

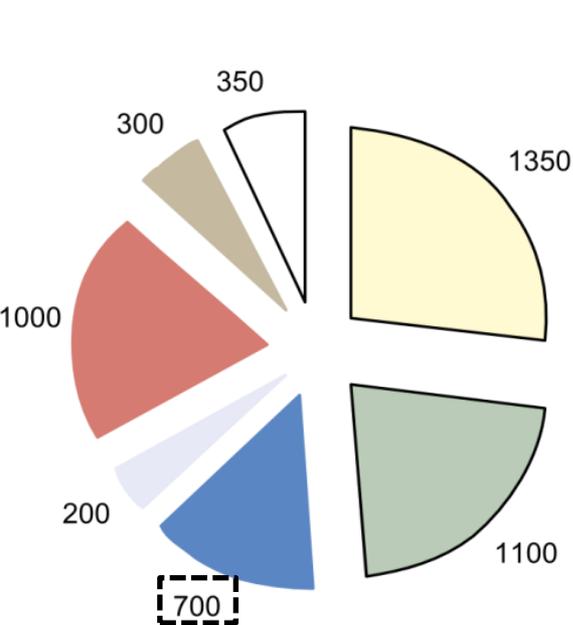
La quantité d'O₂ consommé augmente



Document 34. Distribution du débit cardiaque total au repos et lors d'un exercice intense.

Au repos

Débit cardiaque total = 5000 mL.min⁻¹



27%	organes abdominaux	1%
22%	reins	4%
14%	encéphale	3%
4%	cœur	4%
20%	muscles	86%
6%	peau	2%
7%	autres	0,4%

Inchangé en %

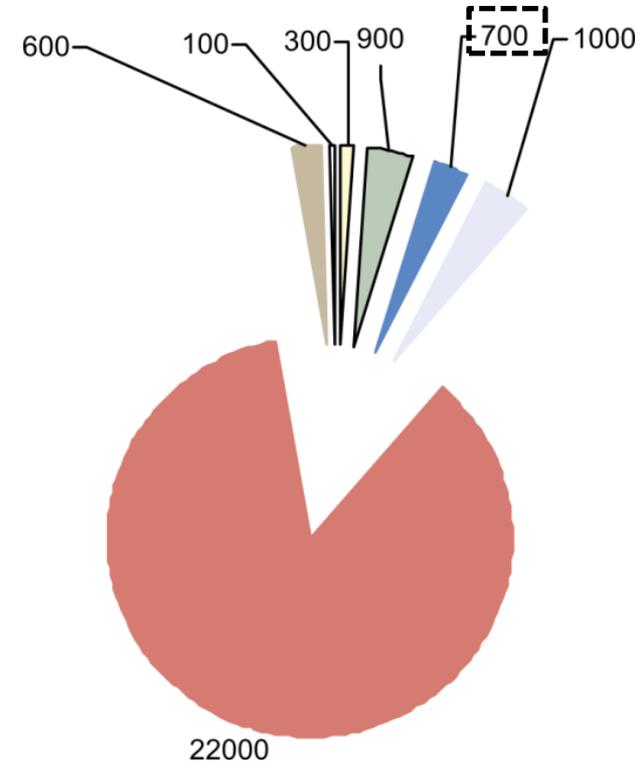
Inchangé en VA

Augmente en %

Diminue en % et en VA

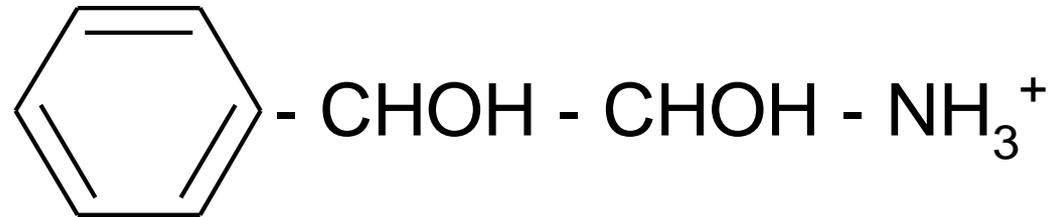
Au cours d'un exercice intense

Débit cardiaque total = 25000 mL.min⁻¹

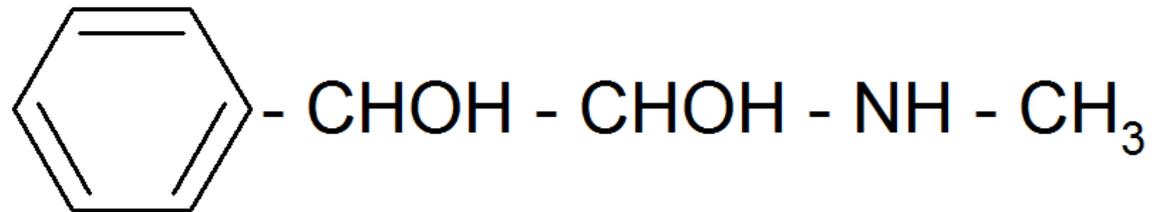


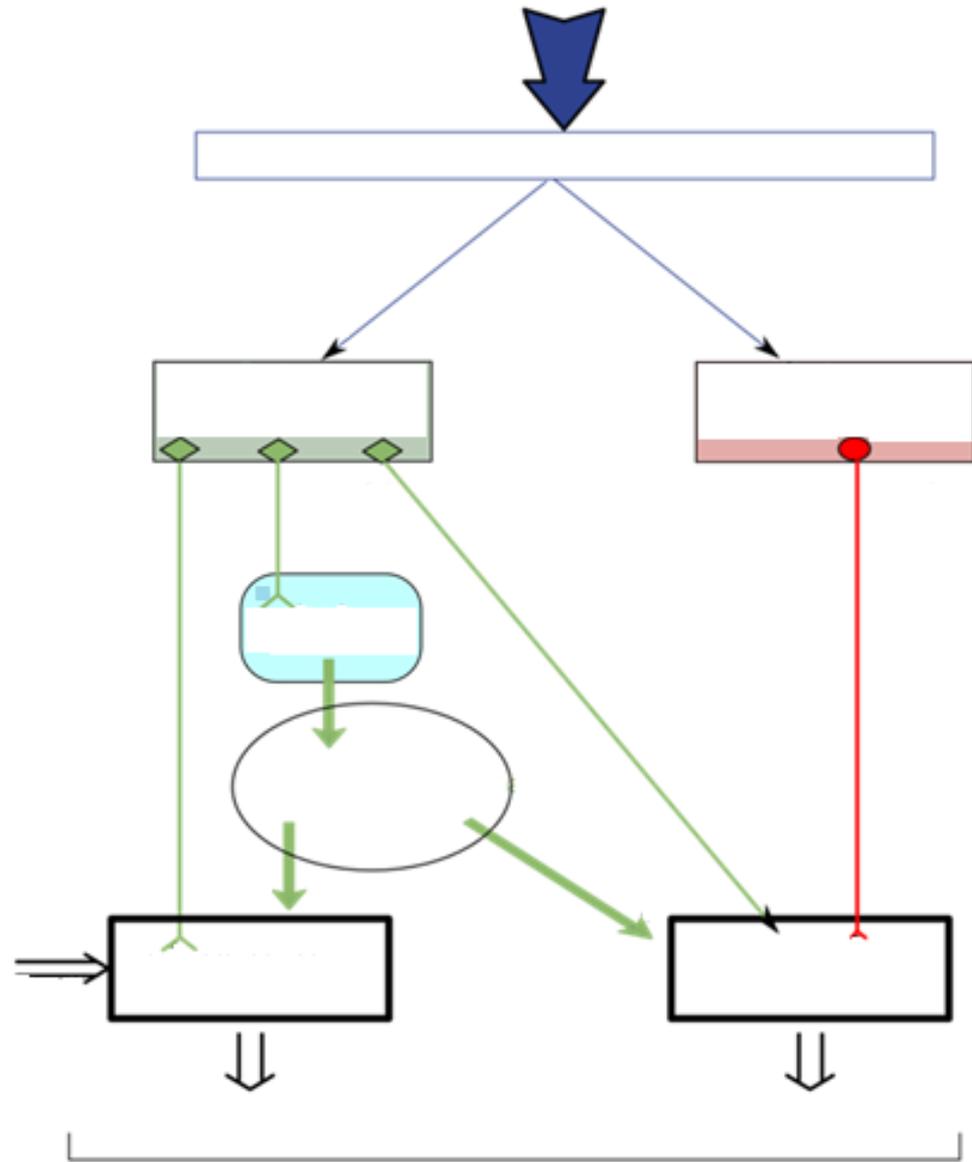
Les catécholamines

Neurotransmetteur : la noradrénaline

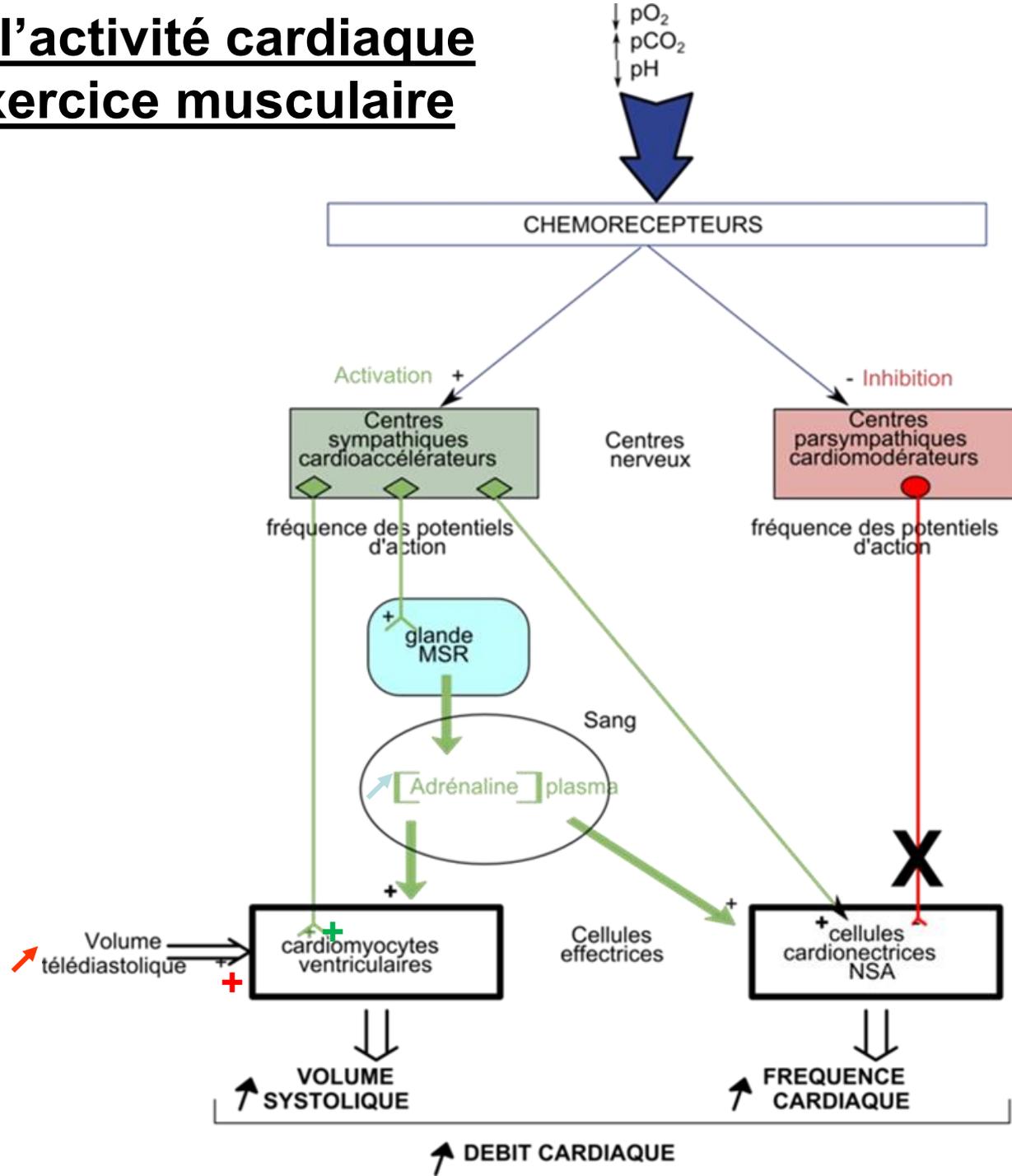


Hormone : l'adrénaline





Contrôle de l'activité cardiaque lors d'un exercice musculaire



Les artères musculaires

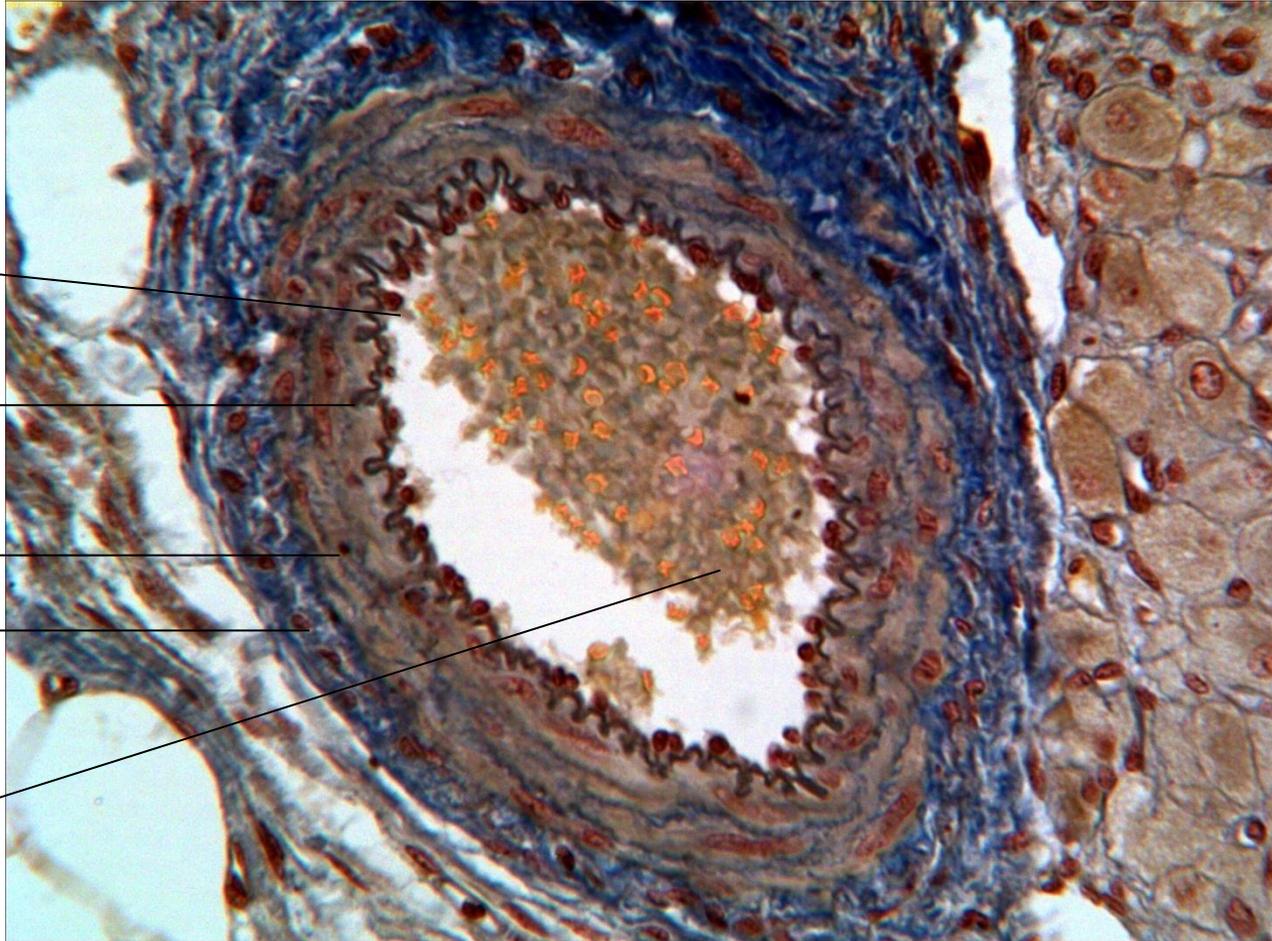
Endothélium

Limitante
élastique
interne

Media

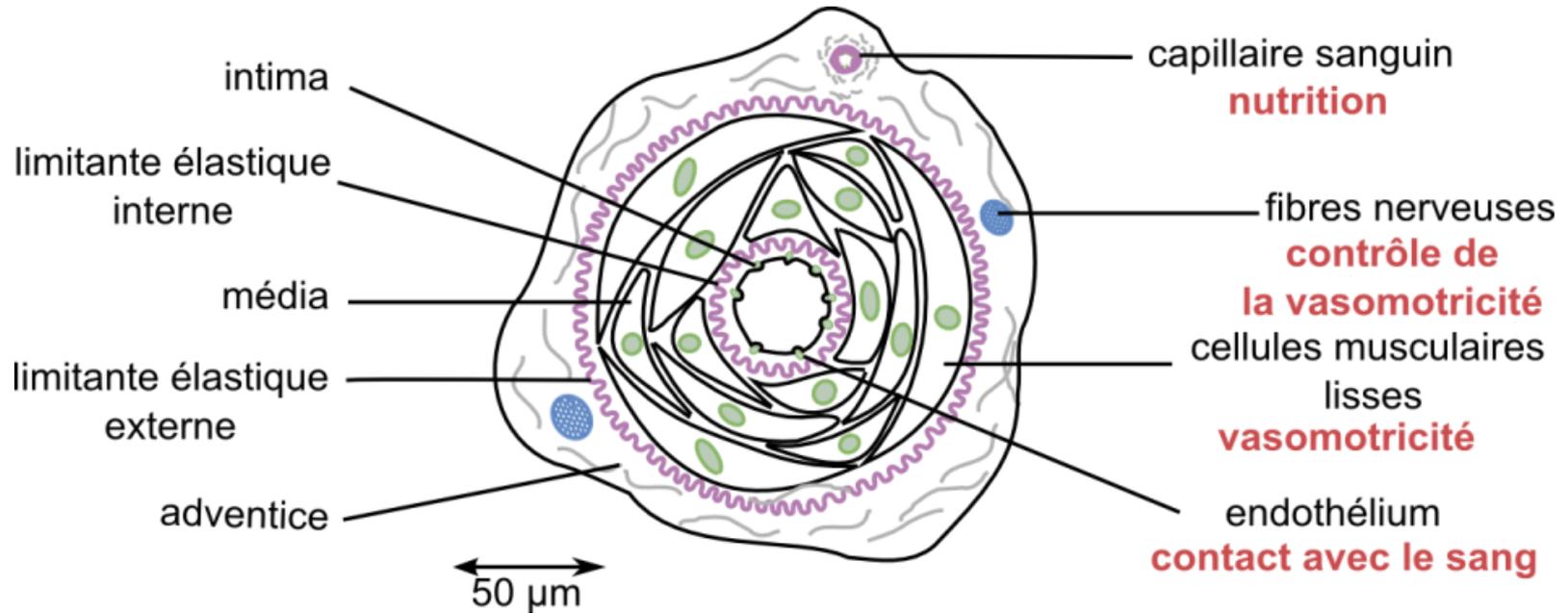
Adventice

Lumière
avec
hématies

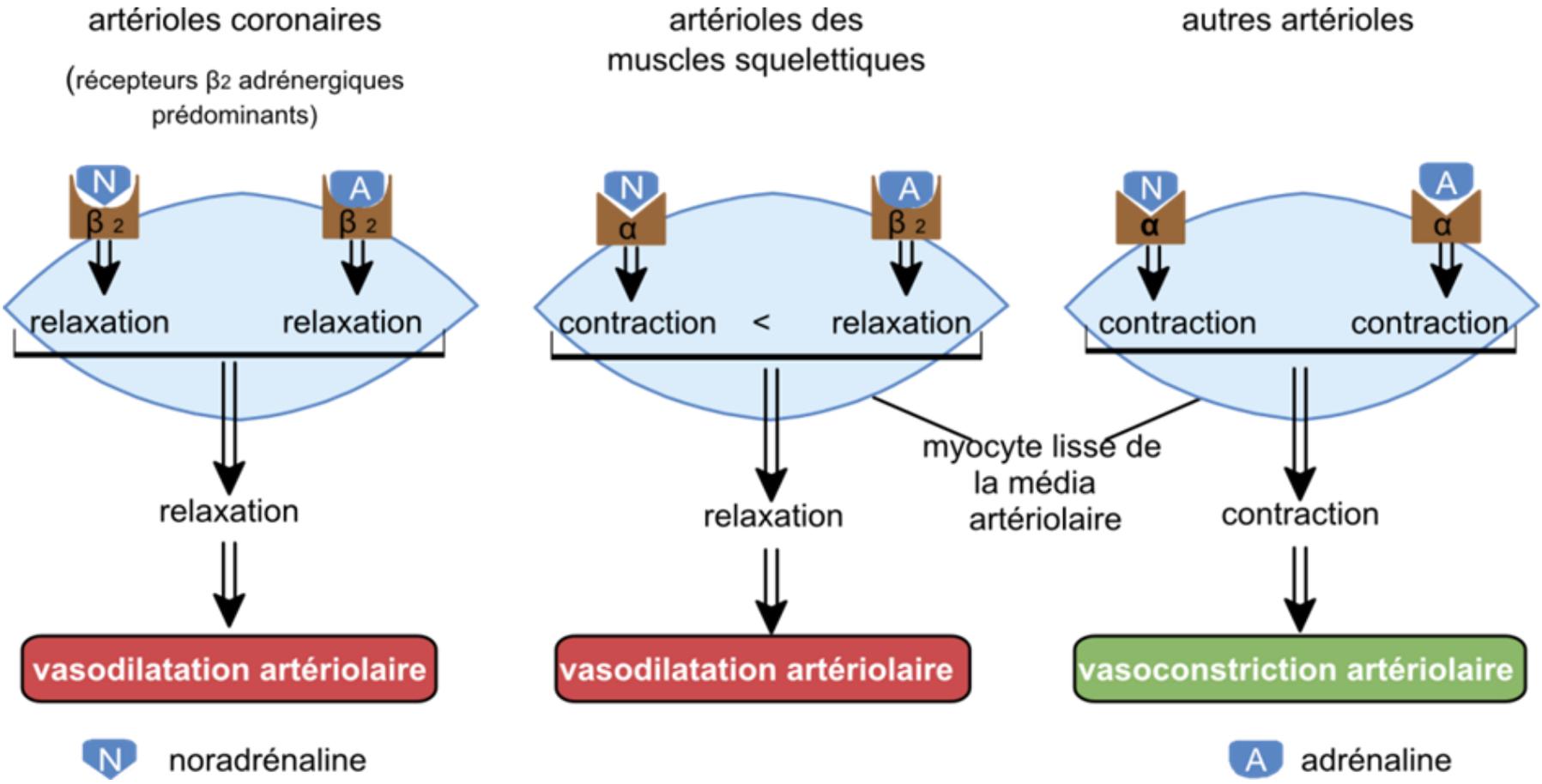


CT d'une artériole (MO x 400)

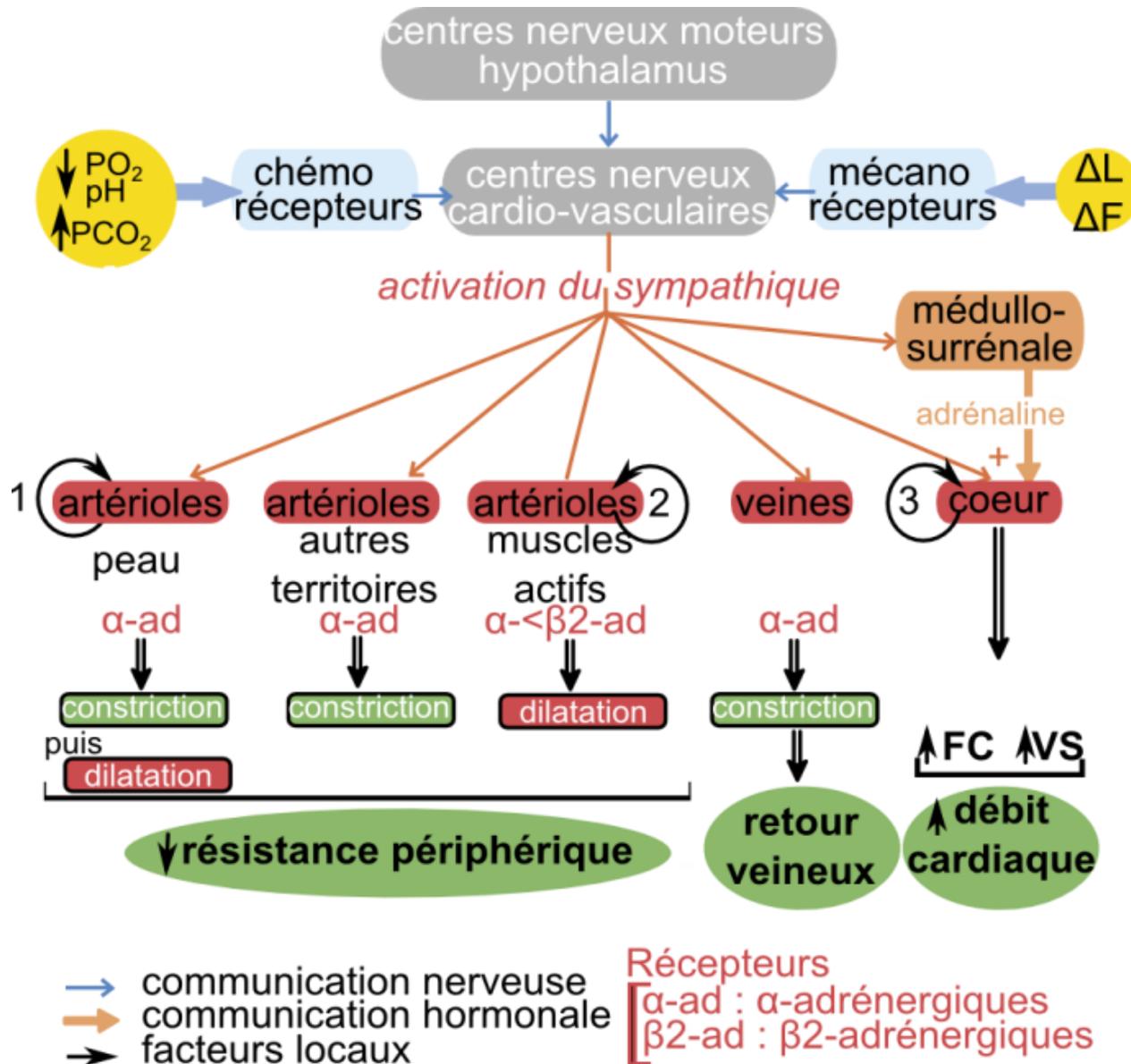
Document 6. Relations entre la structure de la paroi d'une artériole et ses fonctions circulatoires (schéma d'une coupe transversale).



Document 35. Effet des catécholamines sur les artérioles de muscles de différents organes.



Document 36. Les modifications circulatoires au cours d'un exercice physique.



Document 37. Bilan des modifications circulatoires lors d'un exercice physique.

voie	cœur	artérioles					veine
		myocarde	muscles	peau	encéphale	autre	autre
local	Starling	Facteurs métaboliques	Facteurs métaboliques NO	bradykinine	Tonus vasoconstricteur		
à distance récepteurs	β_1 – ad	β_2 – ad	$\beta_2 > \alpha$ – ad	α – ad		α – ad	α – ad
réponse	↑ VES ↑ FC	VD ↑ débit local	VD ↑ débit local	VC puis VD	Débit constant	VC ↓ débit local	↑ retour veineux