

PHYSIOLOGIE DES GRANDES FONCTIONS

L1 STAPS

CM (18h) : Sylvain DURAND, MCF-HDR

TD (6h): Emilien LEROY, Camille POULIQUEN



sylvain.durand@univ-lemans.fr





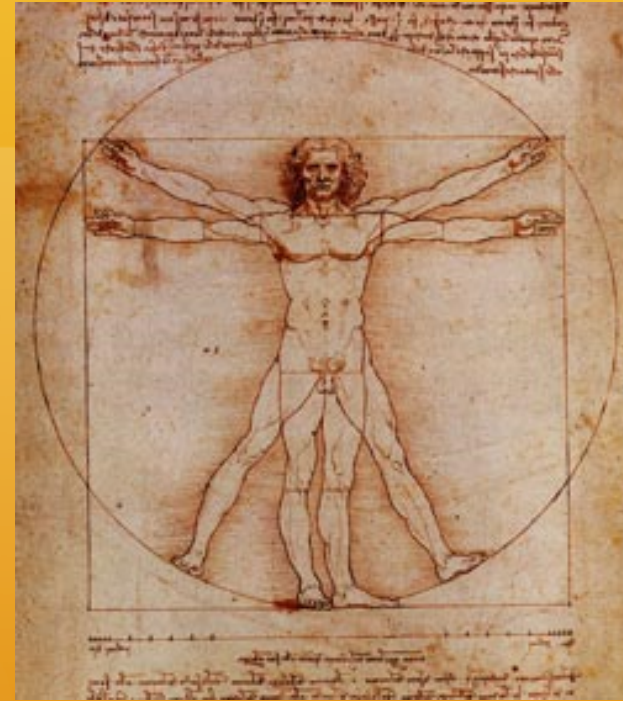
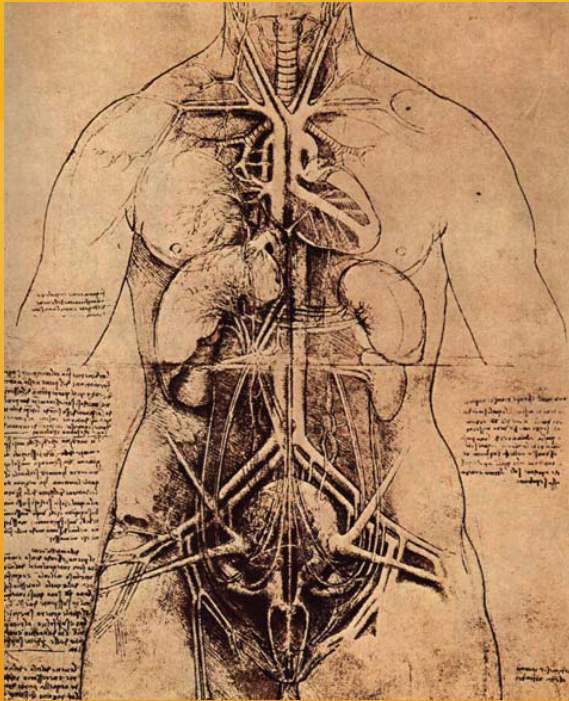
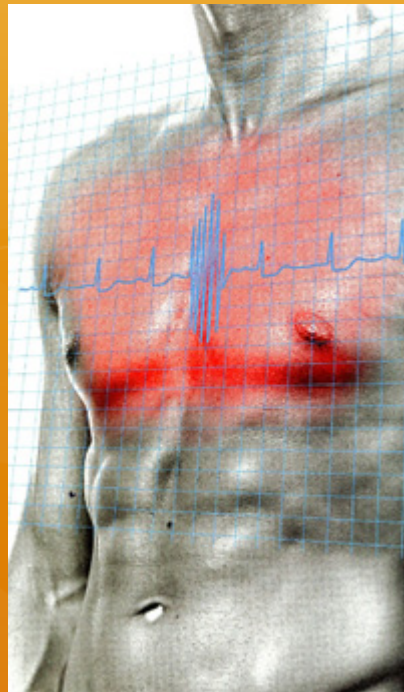
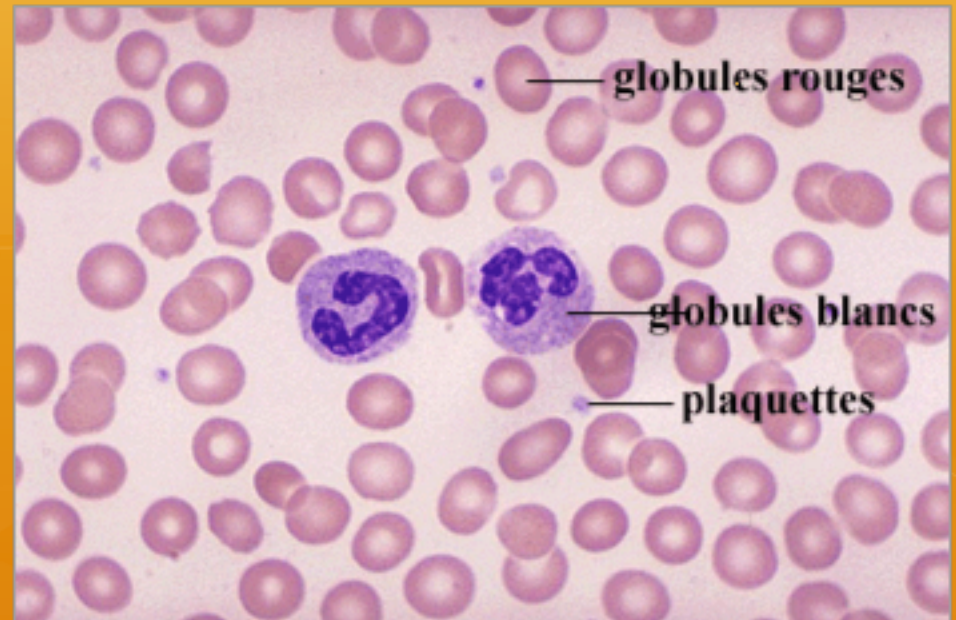
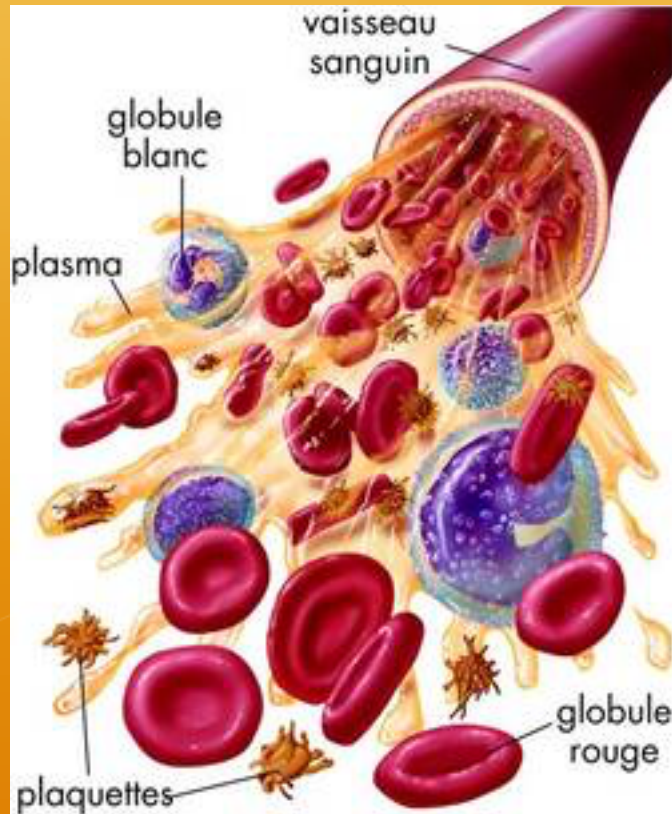


Illustration de Léonard de Vinci au 16^{ème} siècle

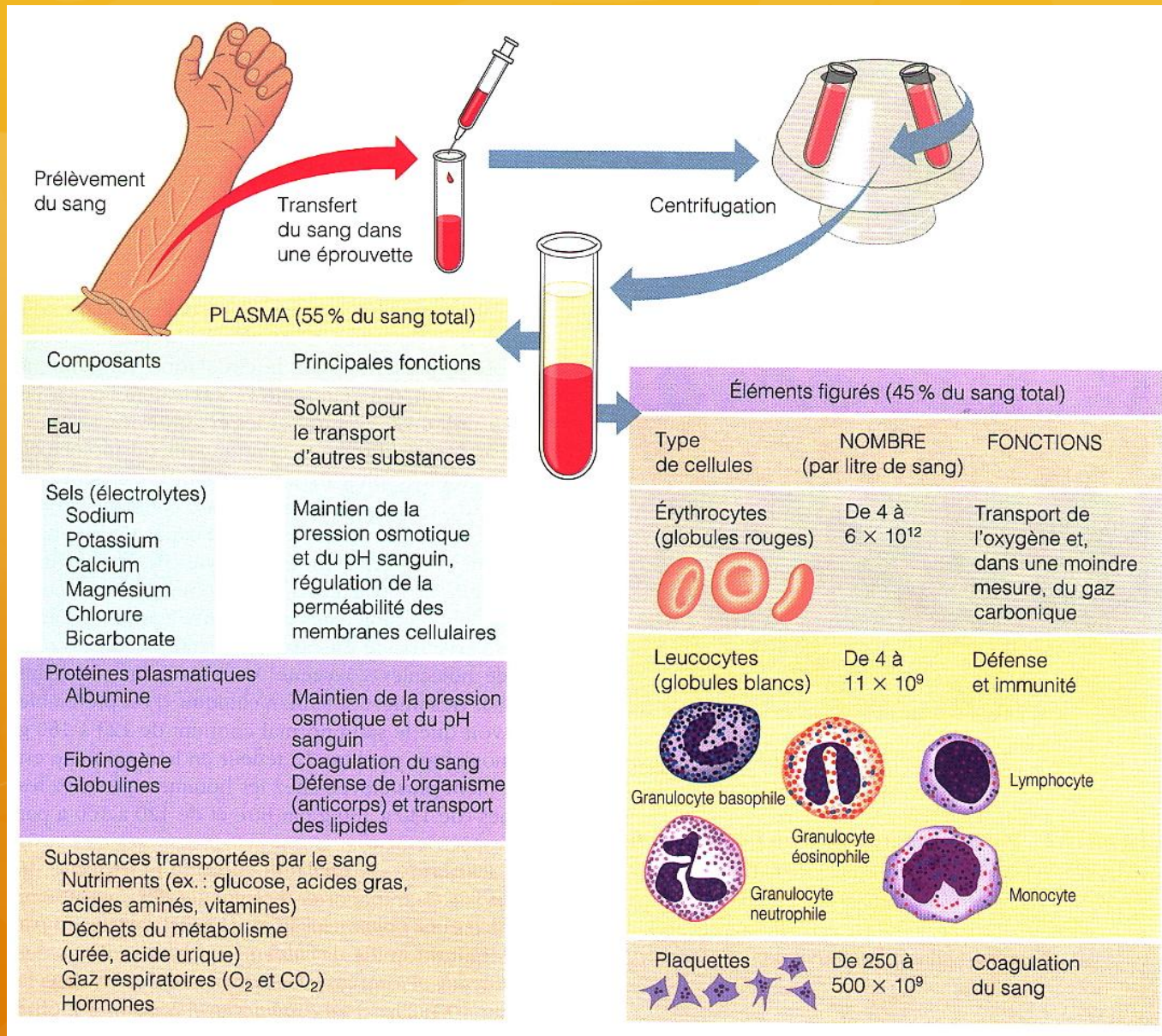
LA FONCTION CARDIOVASCULAIRE



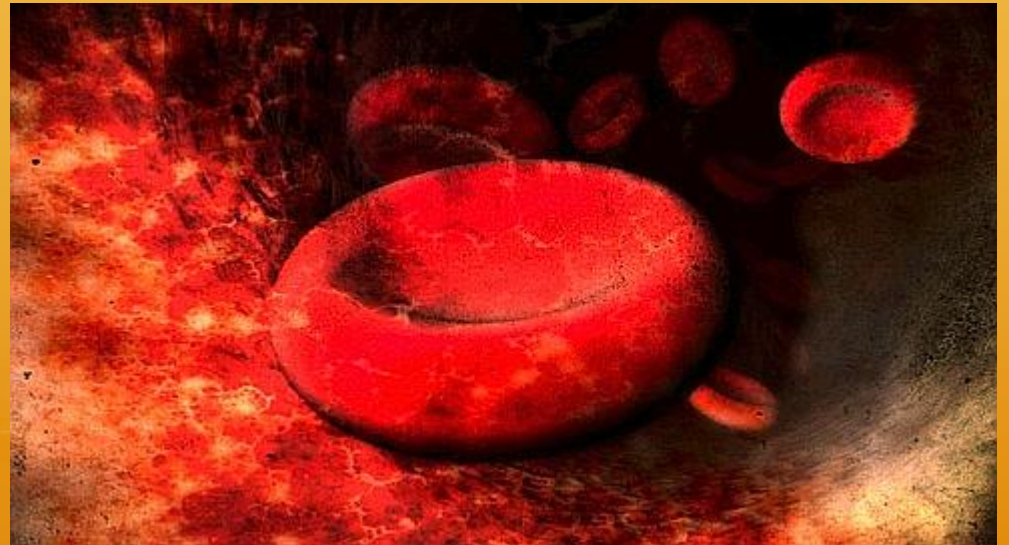
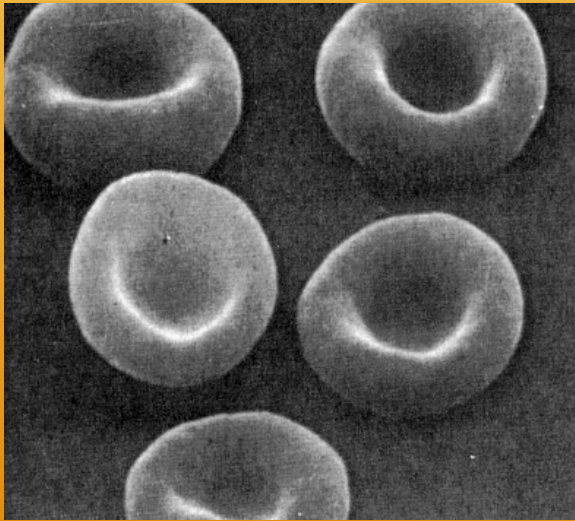
COMPOSITION DU SANG



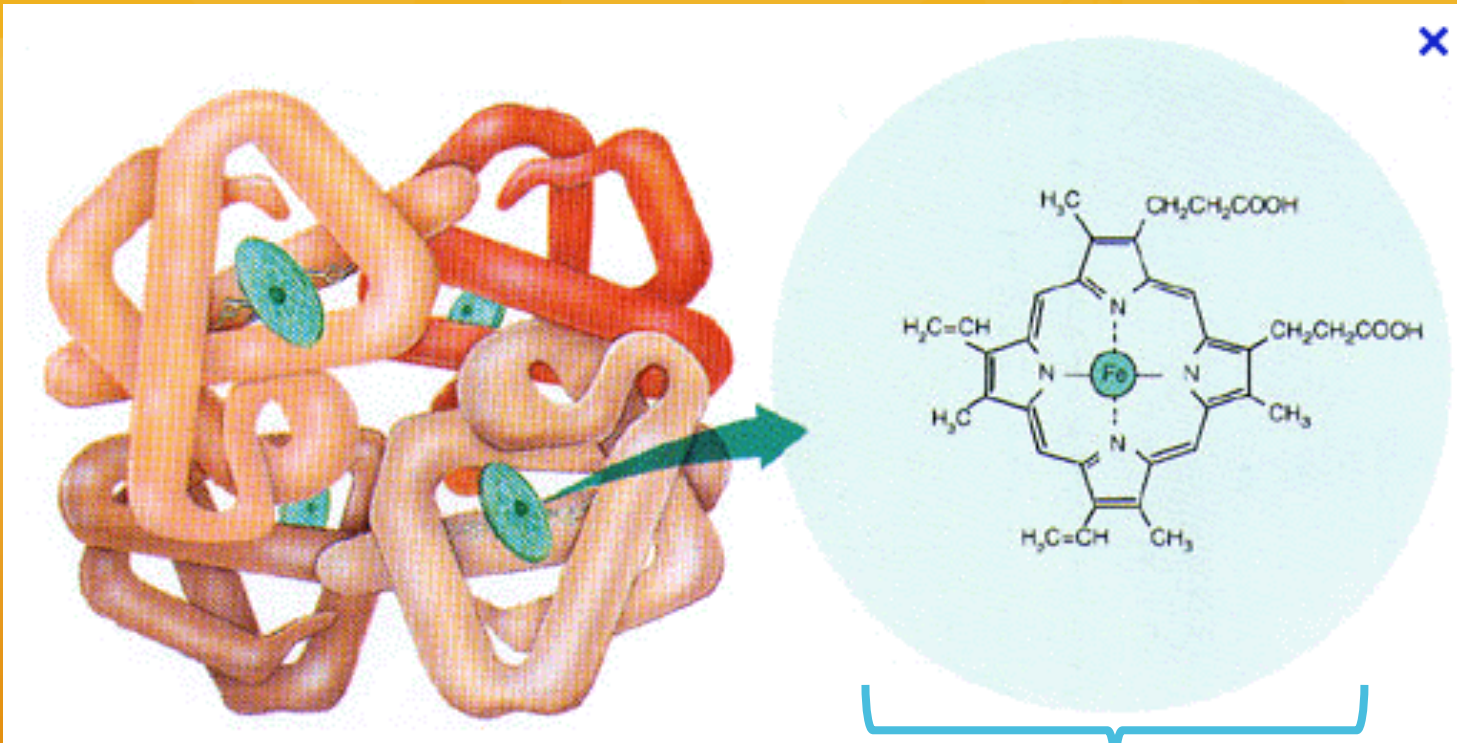
COMPOSITION DU SANG



ZOOM SUR LES GLOBULES ROUGES

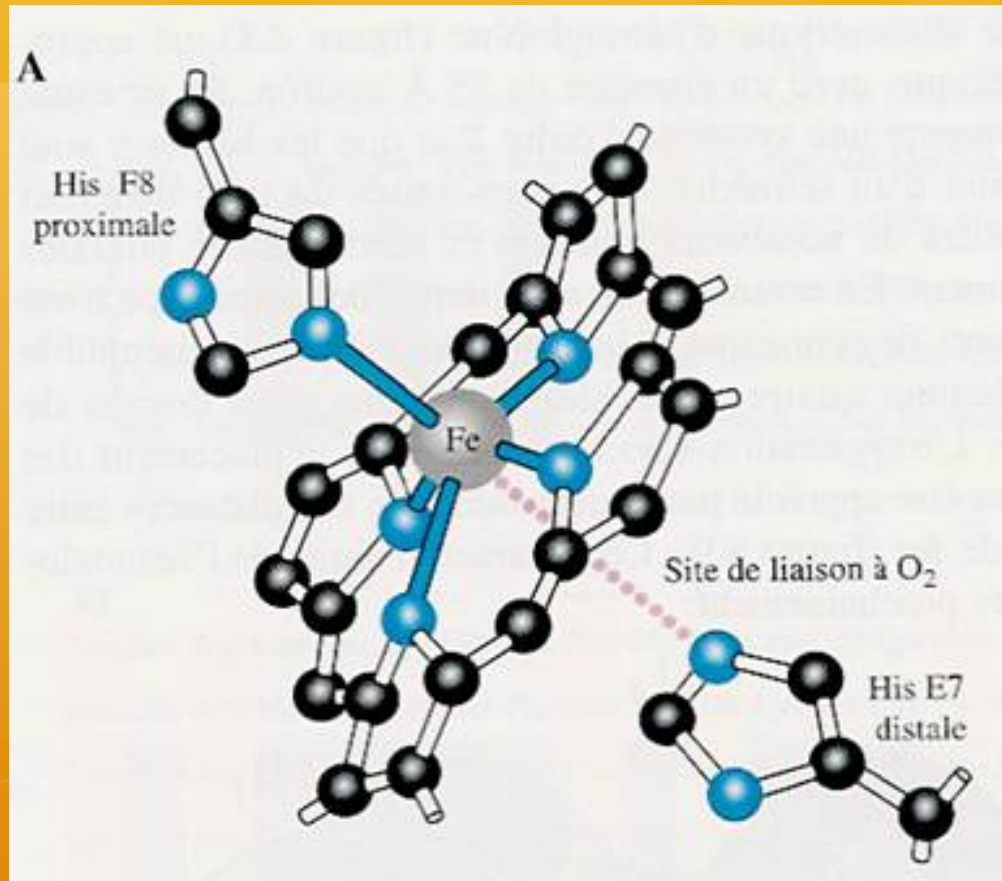


L'HÉMOGLOBINE, COMPLEXE PROTÉIQUE FIXATEUR DE L' O₂

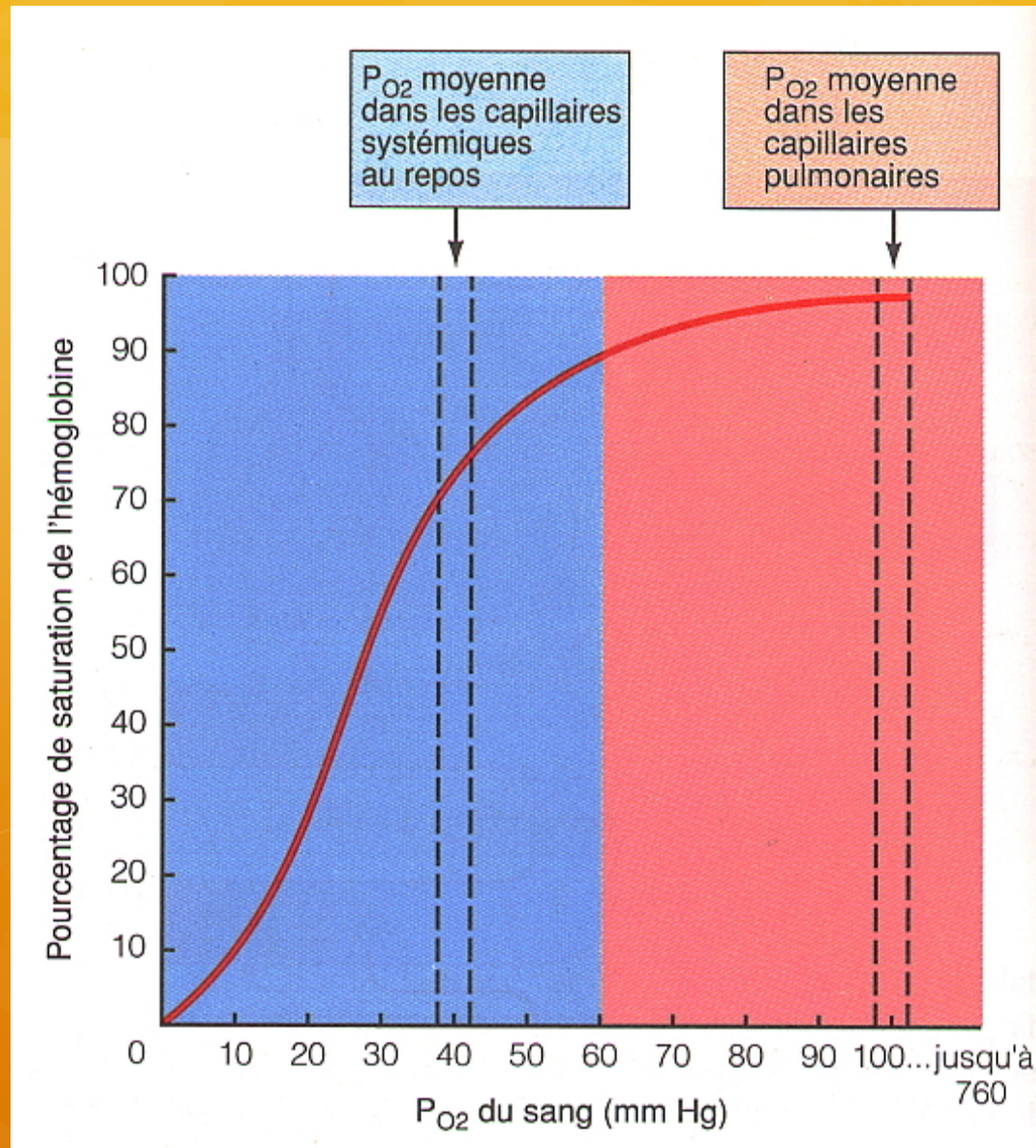


Hème

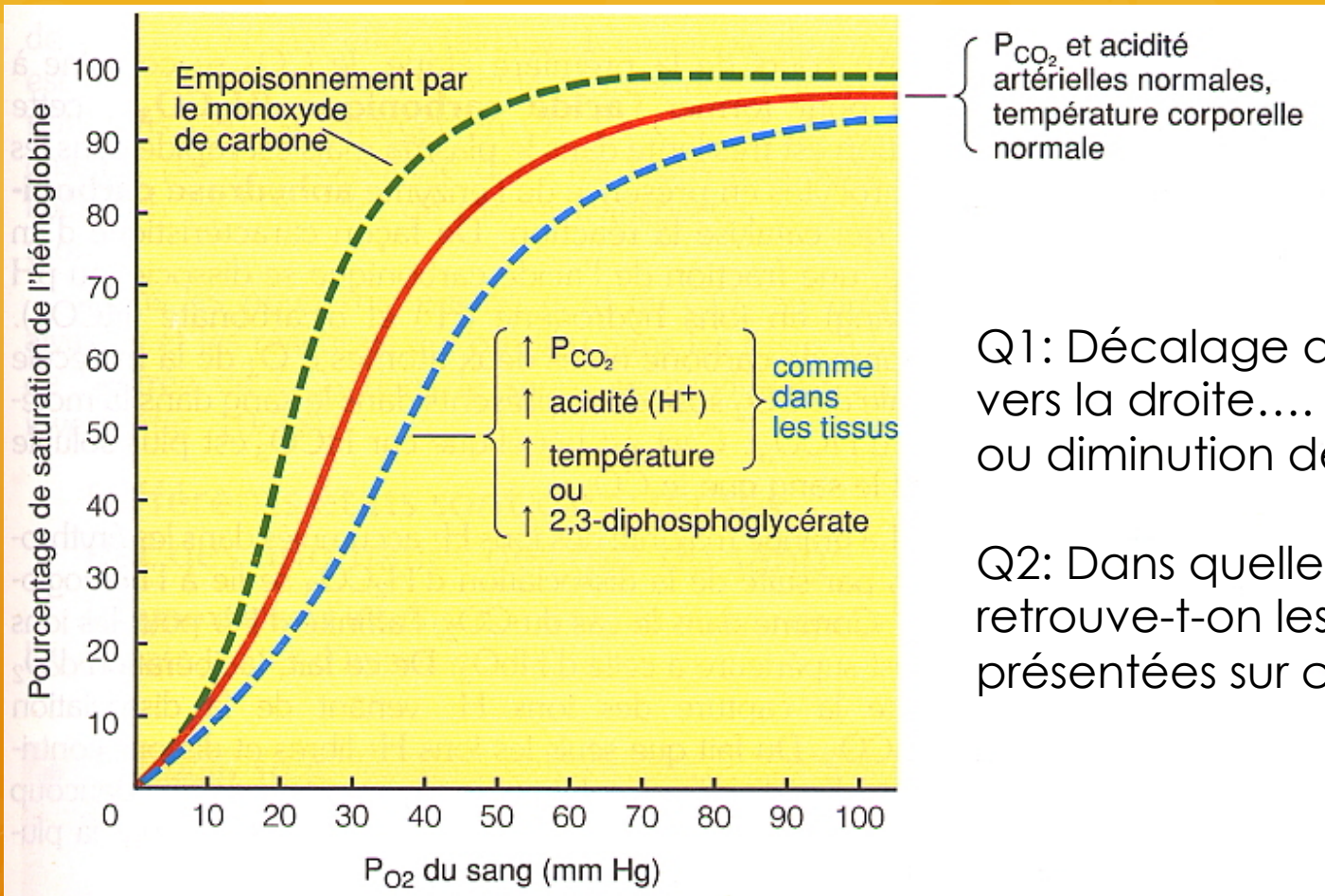
L'IMPORTANCE DU FER POUR LA FIXATION DE L' O₂



LA PROBLÉMATIQUE DE L'HÉMOGLOBINE: FIXER OU RELÂCHER L'O₂ ?



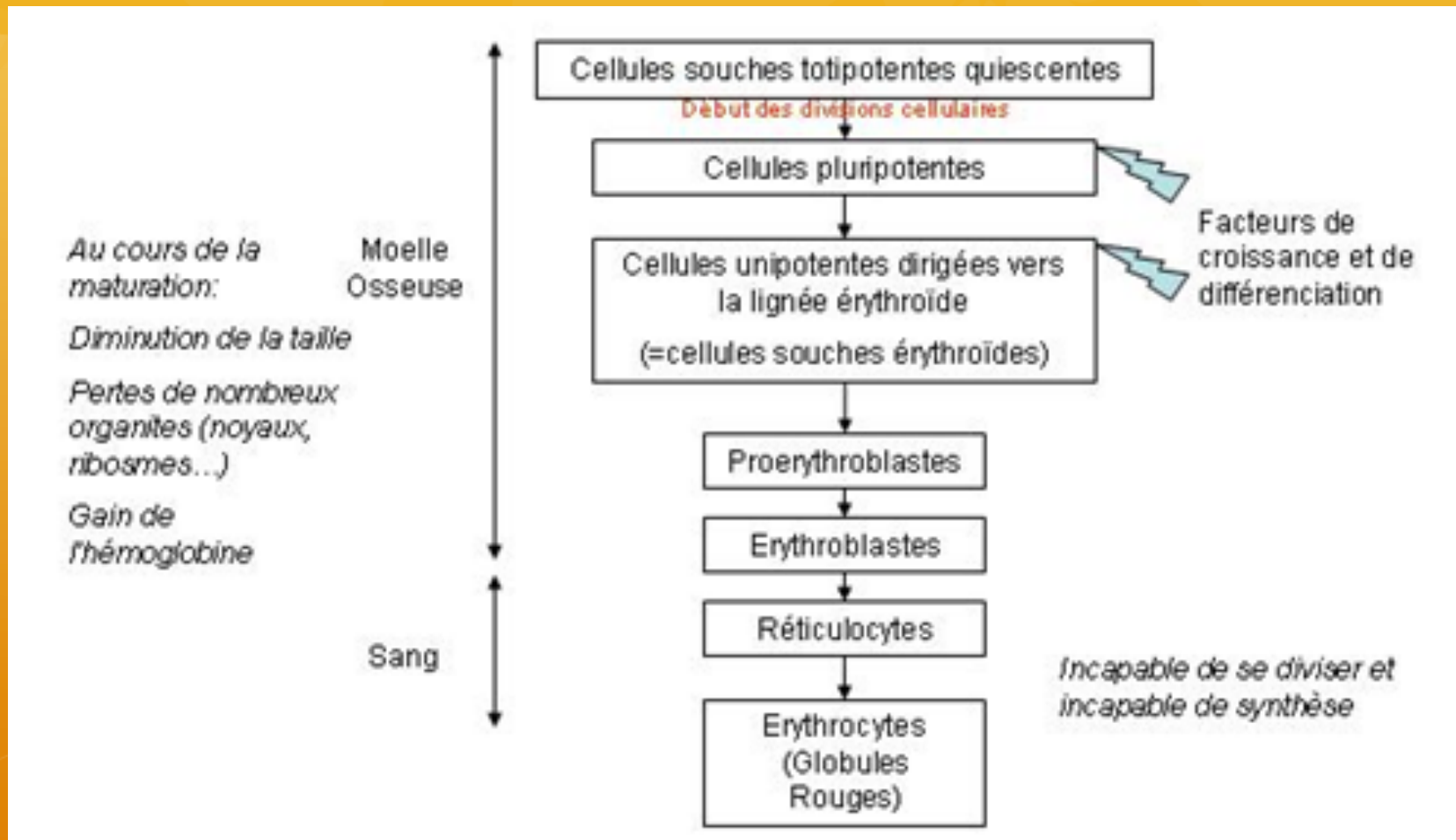
INFLUENCE DE CERTAINS FACTEURS SUR LA CAPACITÉ DE FIXATION DE L' O_2 PAR L'HÉMOGLOBINE.



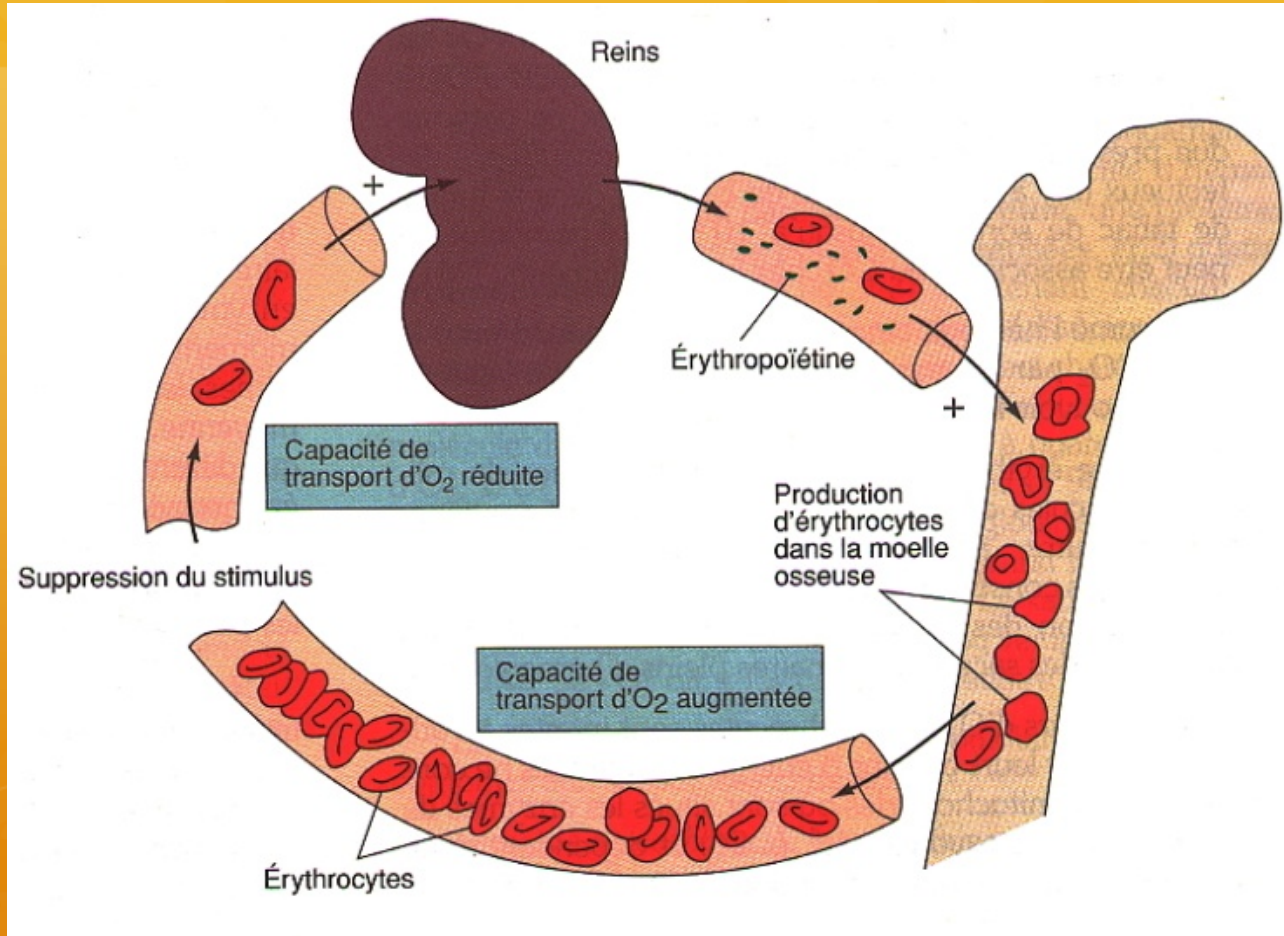
Q1: Décalage de la courbe vers la droite.... Augmentation ou diminution de l'affinité?

Q2: Dans quelle condition retrouve-t-on les variations présentées sur cette figure?

SYNTHÈSE DES GLOBULES ROUGES



RÉGULATION DE LA SYNTHÈSE DES GLOBULES ROUGES: RÔLE DE L'ÉRYTHROPOÏÉTINE



SITUATIONS FAVORISANT LA PRODUCTION DE GLOBULES ROUGES:

- le séjour en altitude



- la grossesse



APPRENONS A ETRE PRECIS

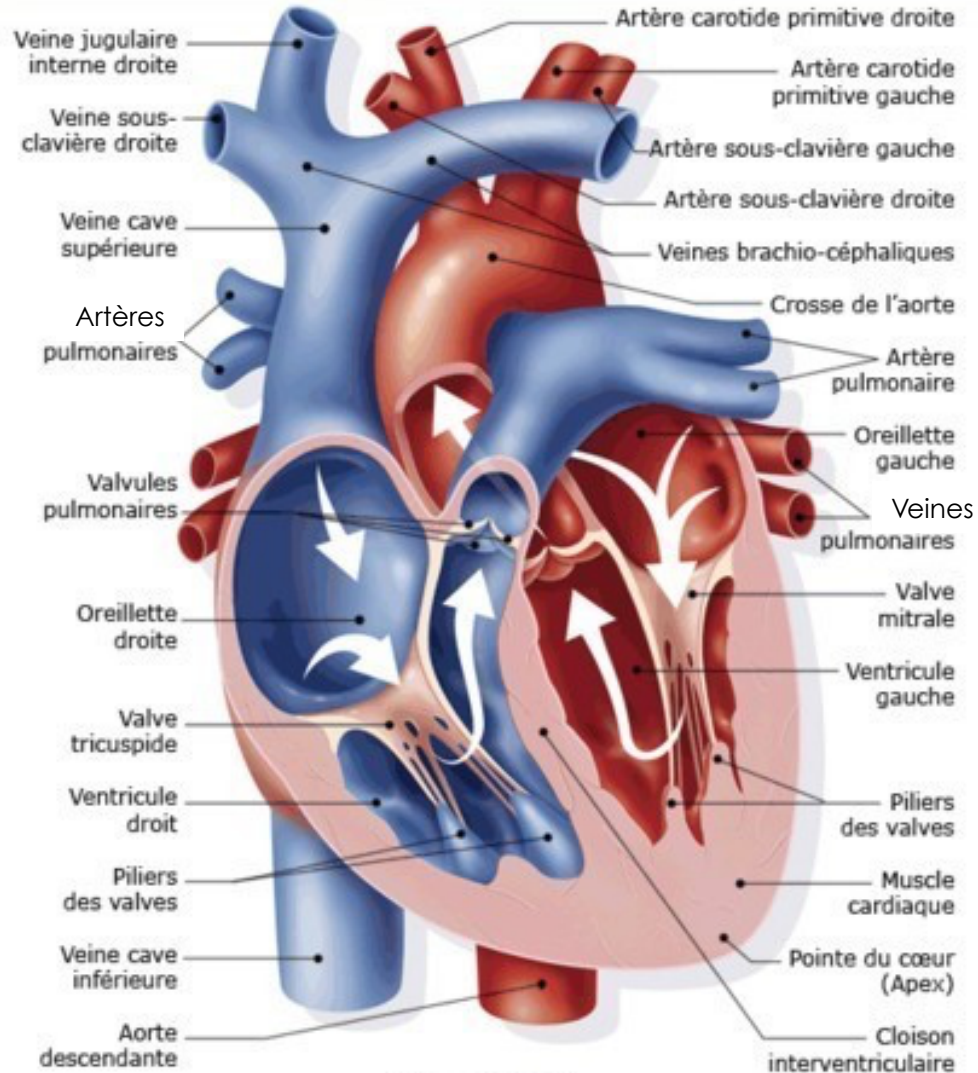
Pourquoi faut-il éviter de dire simplement:

« Lorsque nous montons en altitude, le taux des composants de l'air (O_2 , CO_2 , Azote) n'est plus le même. La pression sanguine va donc augmenter.... » ?

ANATOMIE DU COEUR

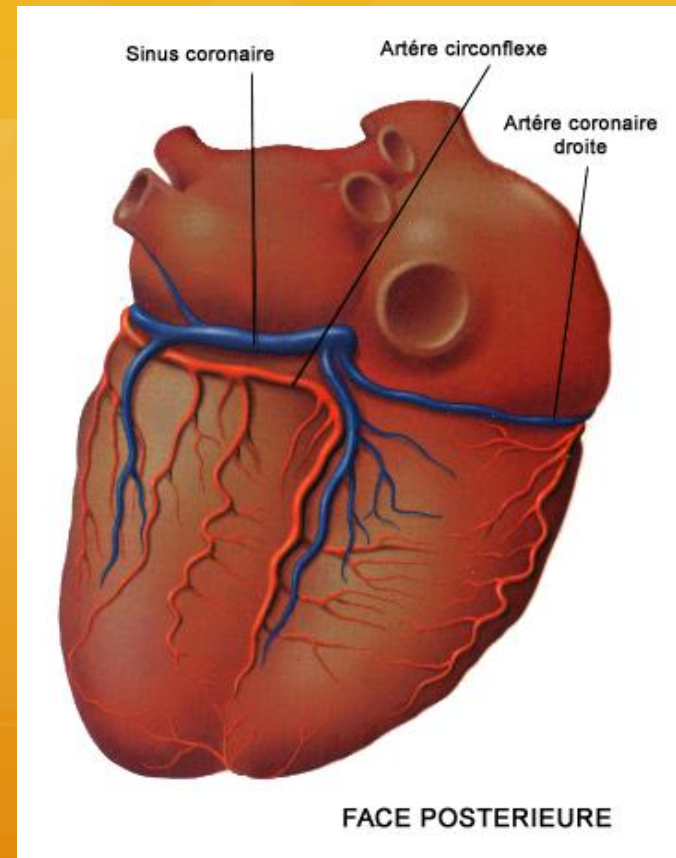
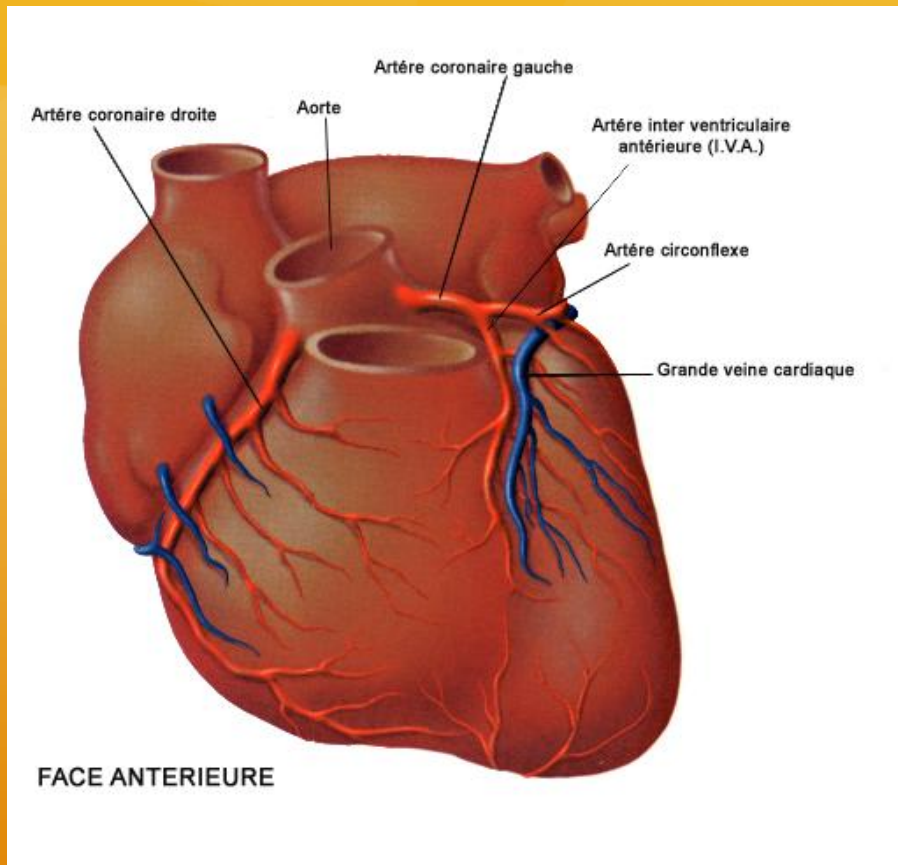


Muscle creux!



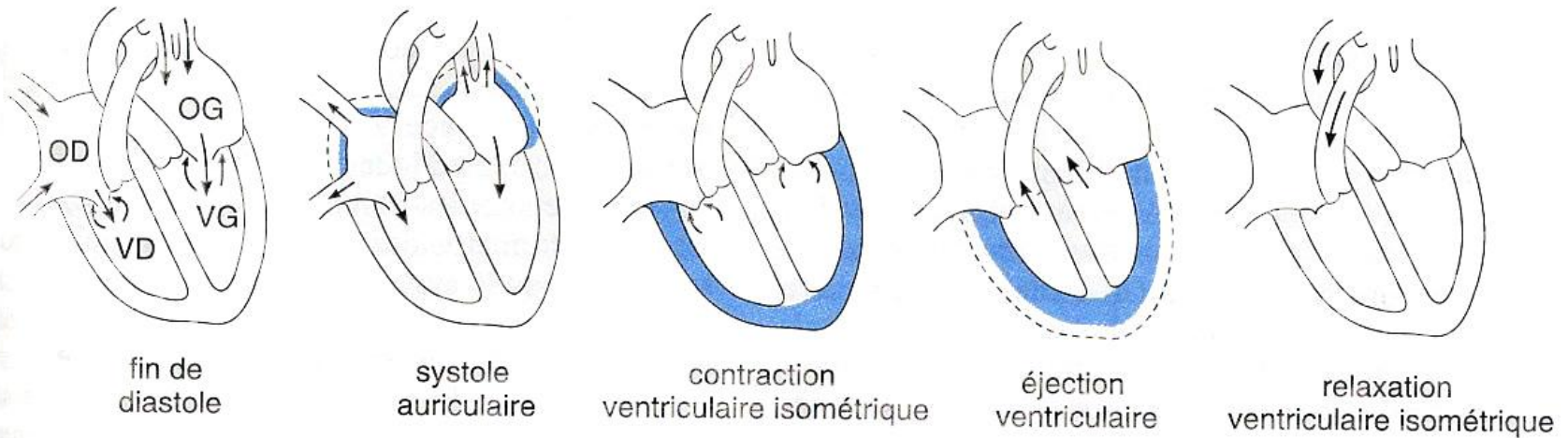
Coupe du cœur
(le sens du courant sanguin est indiqué par des flèches)

IRRIGATION SANGUINE CARDIAQUE

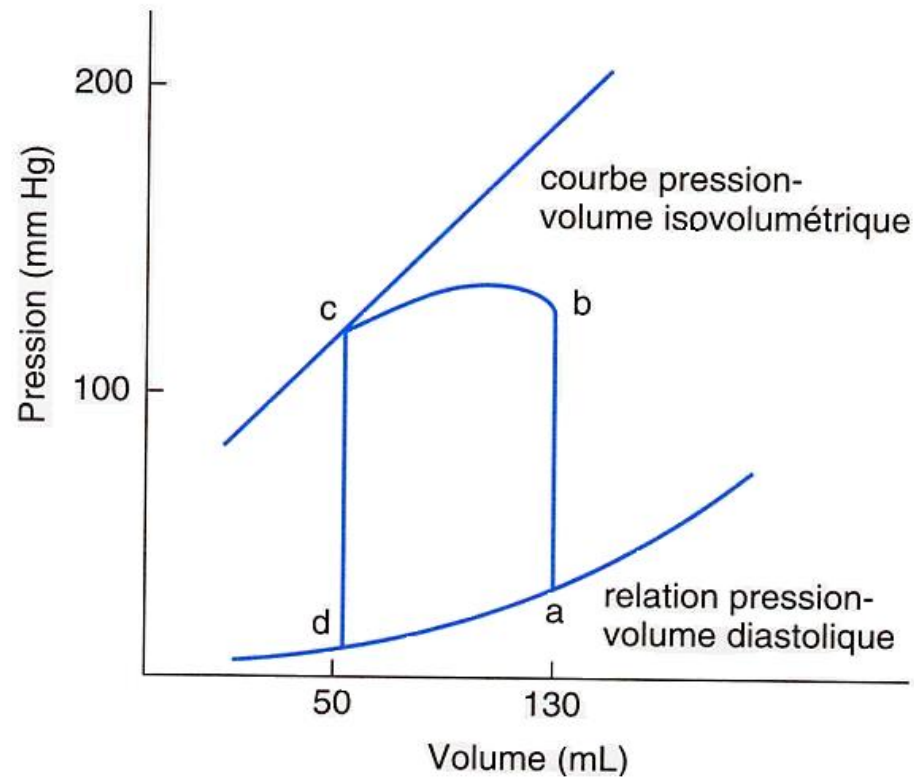


Pontage coronarien

TRAVAIL MECANIQUE CARDIAQUE

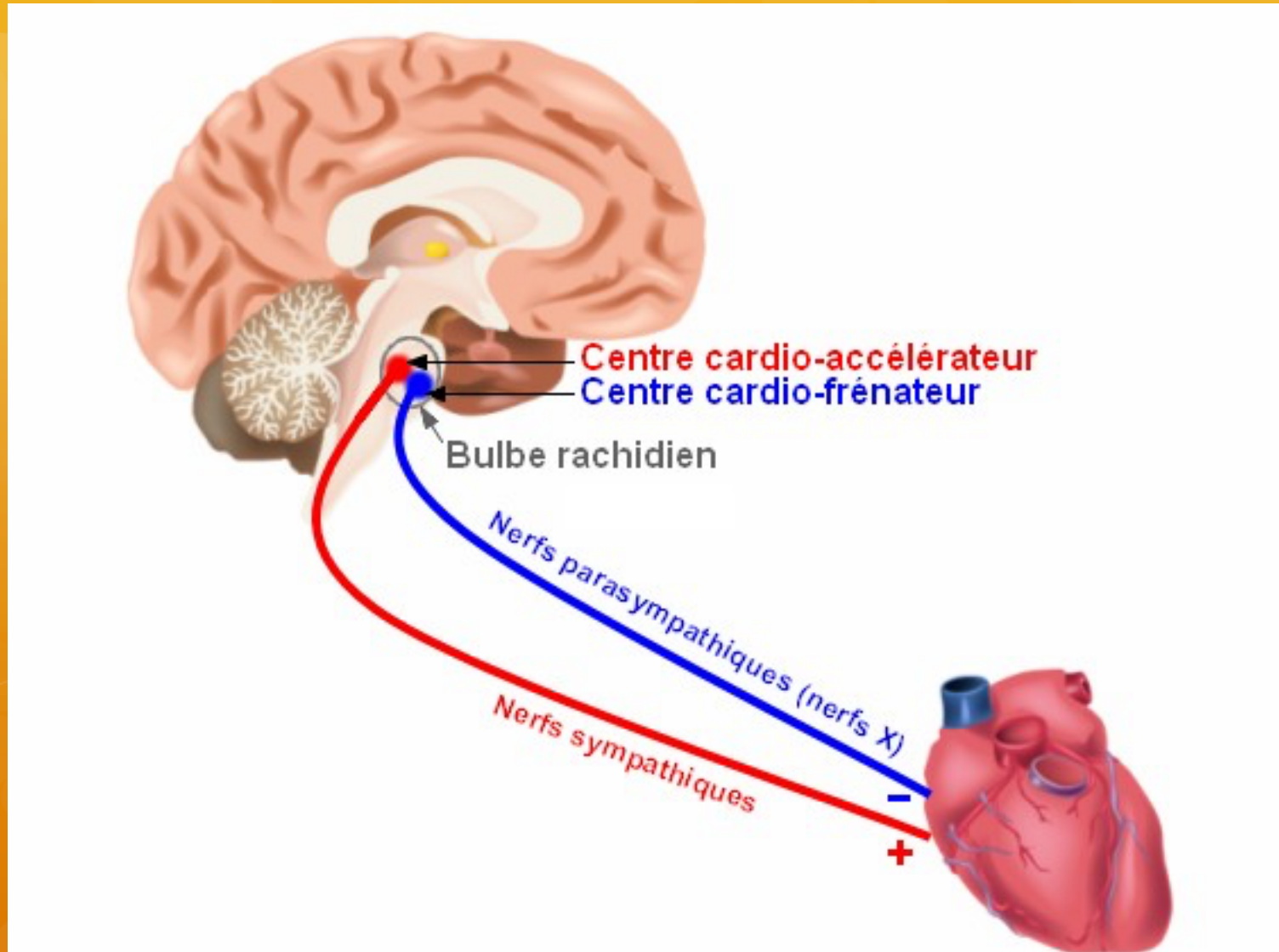


Circulation du sang dans le cœur et dans les gros vaisseaux aux différentes phases du cycle cardiaque. Les parties colorées sont celles qui se contractent. OD et OG, oreillettes droite et gauche ; VD et VG, ventricules droit et gauche.

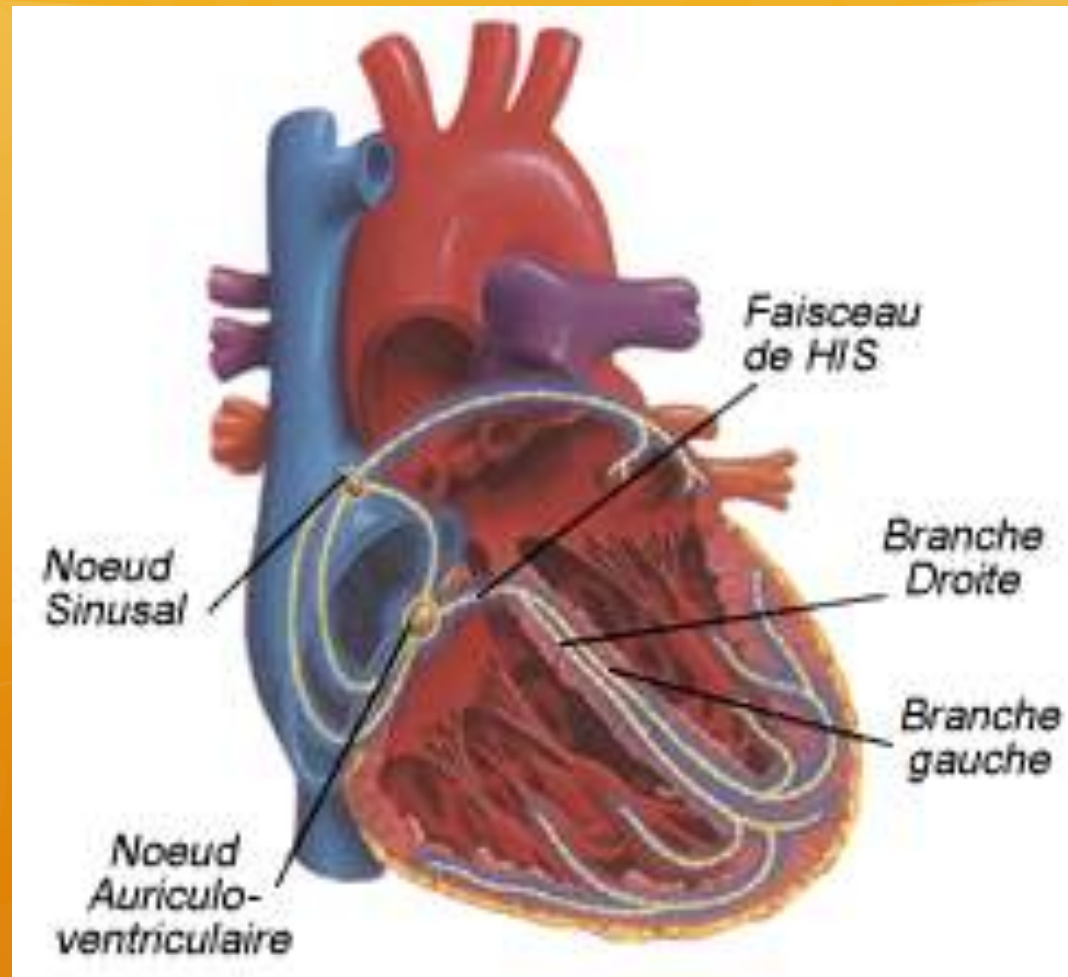


Boucle pression-volume du ventricule gauche. Durant la diastole, le ventricule se remplit et la pression s'élève de **d** à **a**. La pression augmente ensuite rapidement de **a** à **b** durant la contraction isovolumétrique, passant ensuite de **b** à **c** durant l'éjection ventriculaire. En **c**, la valvule aortique se ferme et la pression retombe de **c** à **d** durant la relaxation isovolumétrique. (Reproduite avec permission de McPhee, S.J. *et al.*, *Pathophysiology of Disease*, 2^e éd., Appleton & Lange, 1997.)

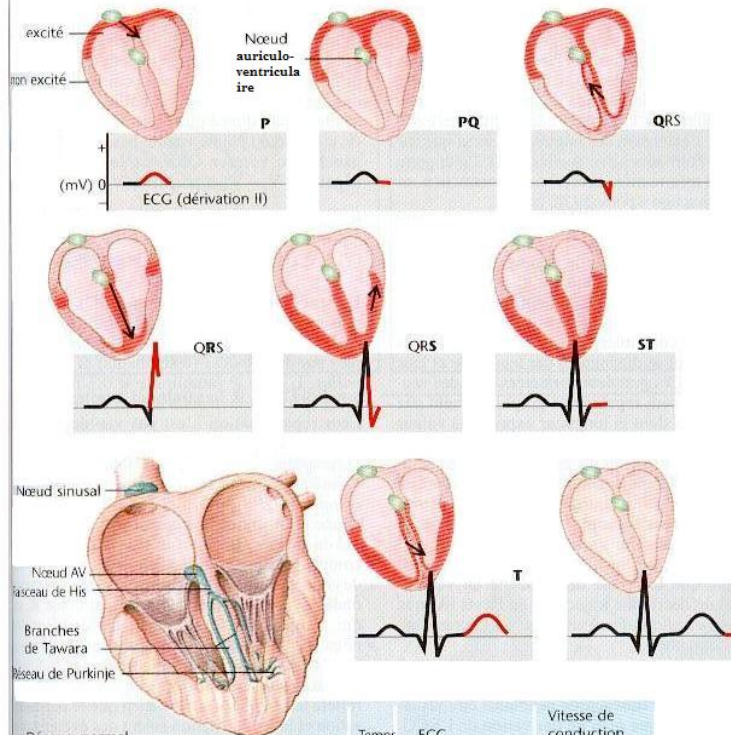
GRÂCE À QUOI LE CŒUR PEUT-IL SE CONTRACTER?



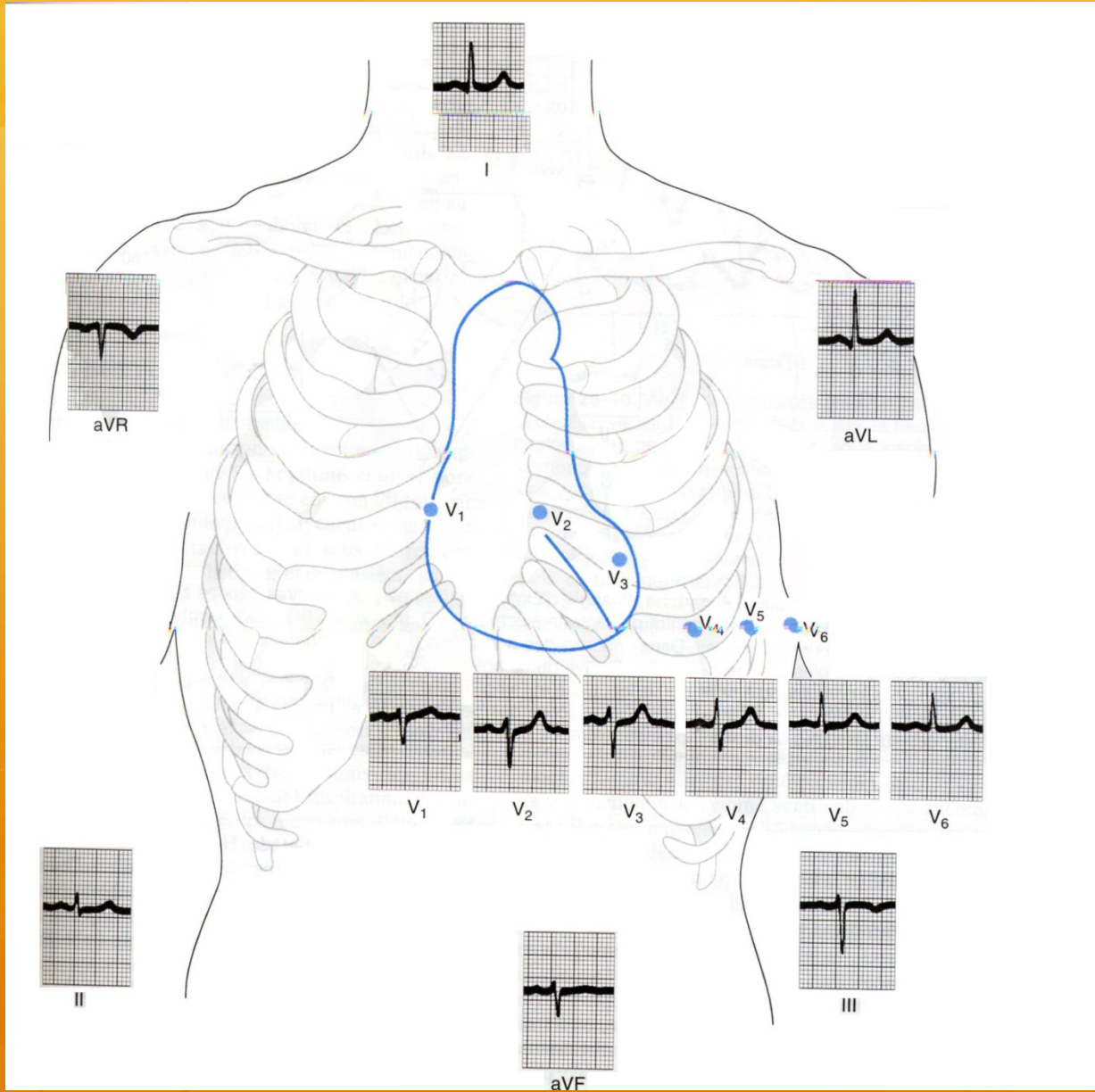
TRAJET DE L'ONDE CARDIAQUE DANS LE COEUR?



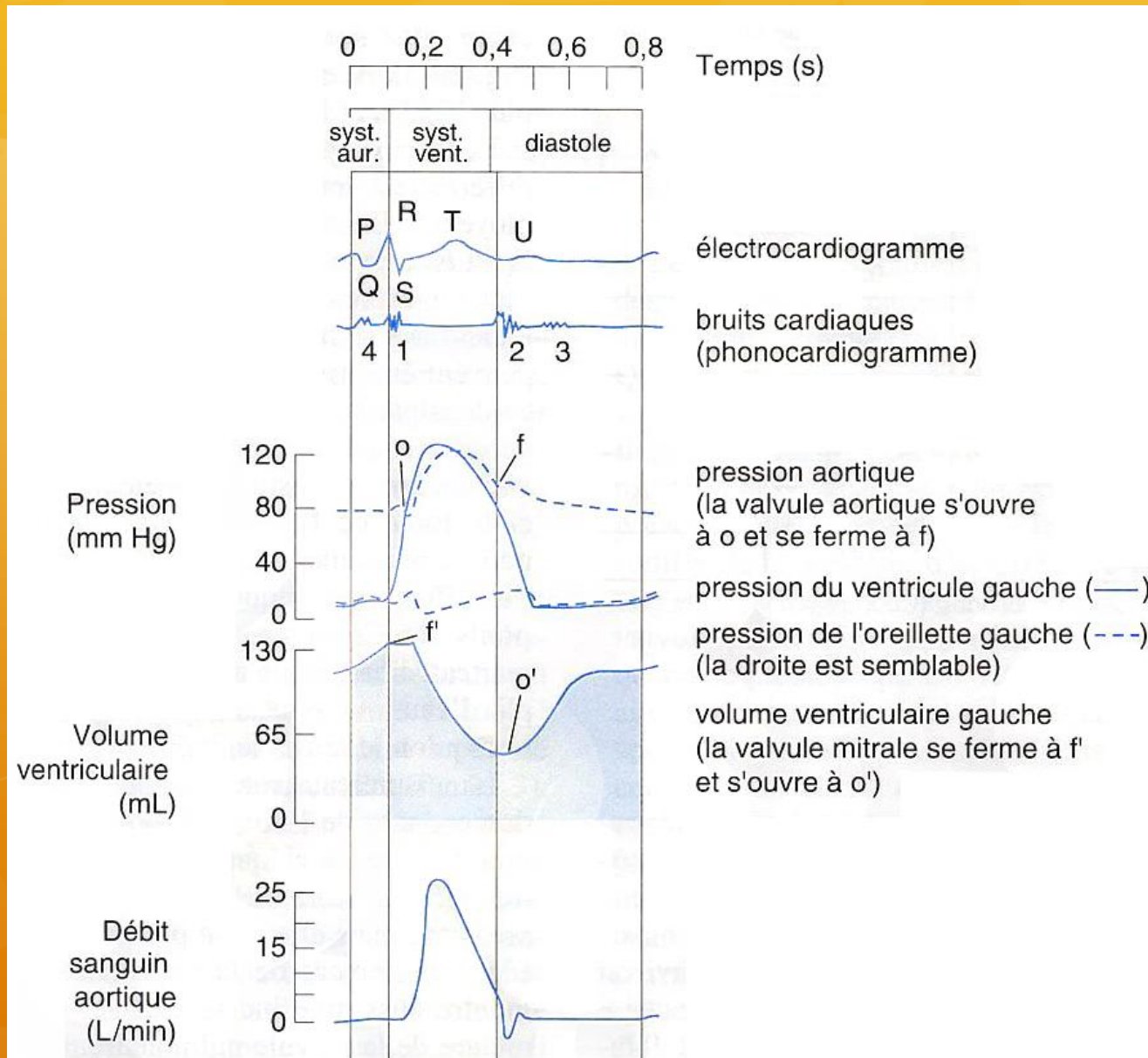
A. Conduction de l'excitation dans le cœur



Décours normal de l'excitation	Temps (ms)	ECG	Vitesse de conduction (m · s ⁻¹)
Nœud sinusal			
Formation de l'impulsion	0	Onde P	0,05 0,8-1,0 dans l'oreillette
Arrivée de l'impulsion dans les parties éloignées des oreillettes	50		
	85		
Nœud AV		Intervalle P-Q (excitation différée)	0,05
Arrivée de l'impulsion	50		
Conduction de l'impulsion	125		
Activation du faisceau de His	130		1,0-1,5
Activation des branches	145		1,0-1,5
Activation du réseau de Purkinje	150		3,0-3,5
Partie interne du myocarde totalement activée	175	Complexe QRS	1,0 dans le myocarde
	190		
Partie externe du myocarde totale activée	205		
	225		

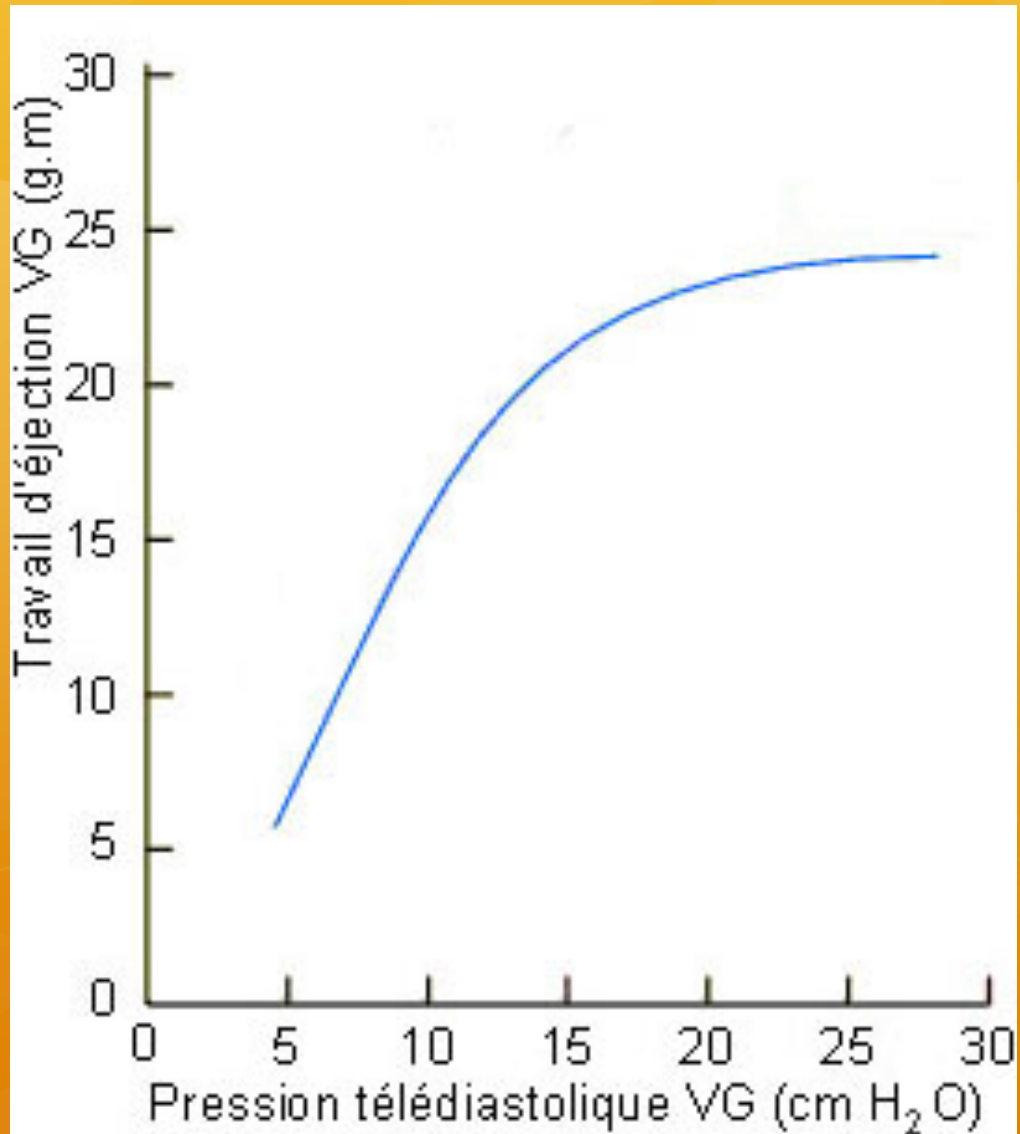


CYCLE CARDIAQUE ET PARAMÈTRES ASSOCIÉS

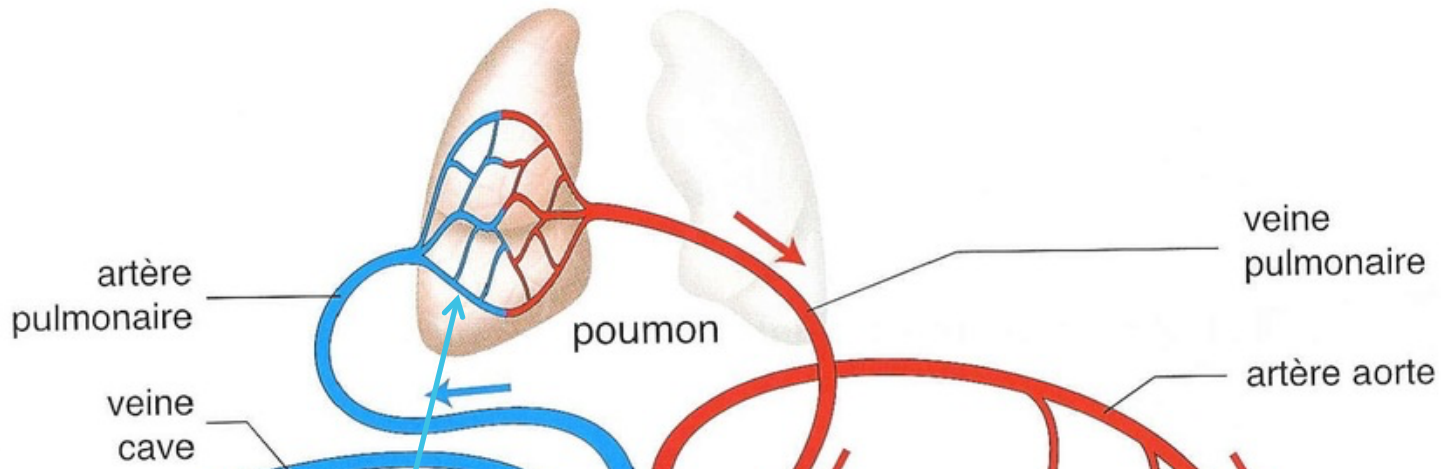


ACTIONS PHYSIOLOGIQUES POSSIBLES SUR LE COEUR

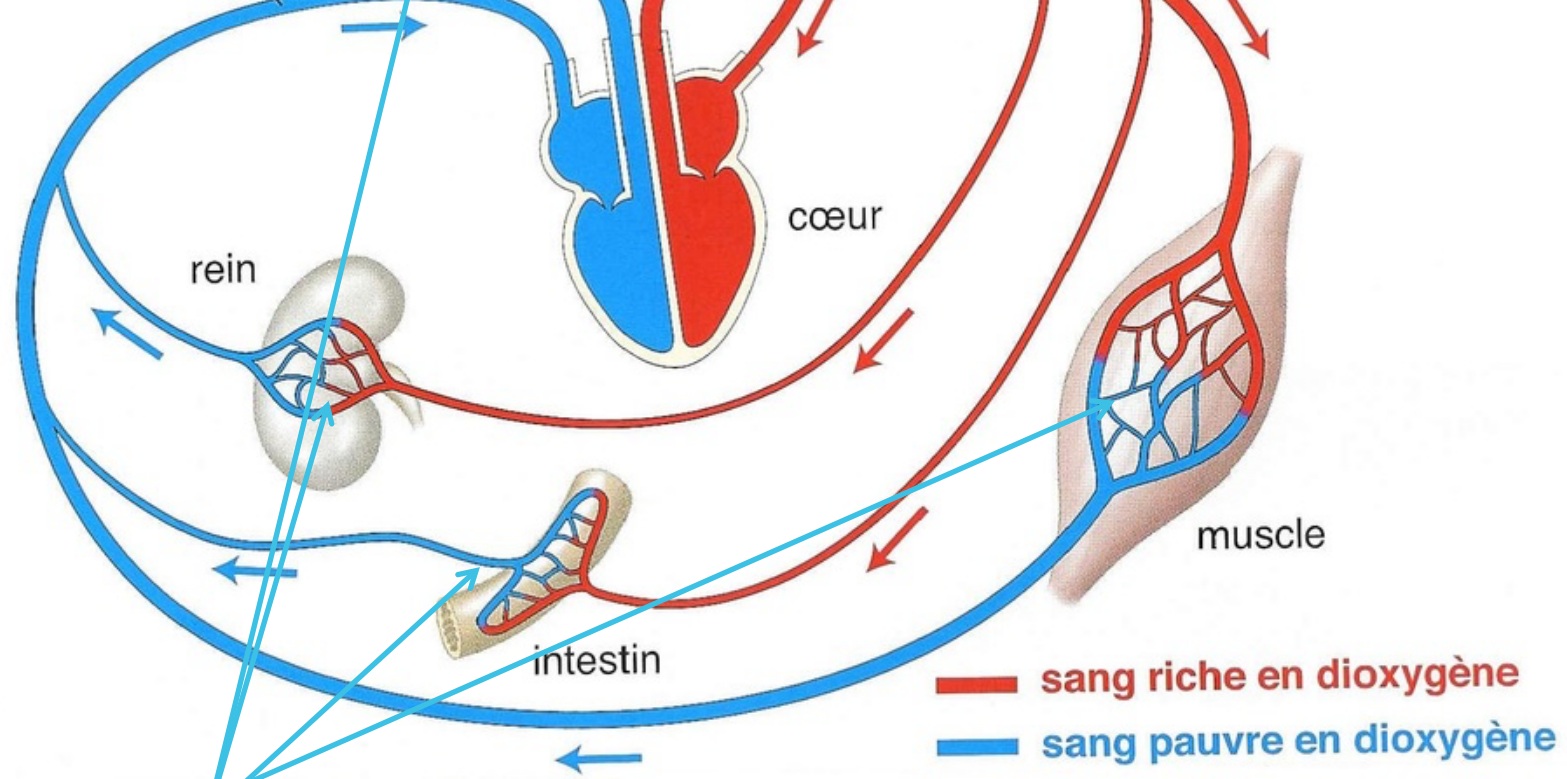
LA LOI DE STARLING CARDIAQUE



**circulation
pulmonaire**

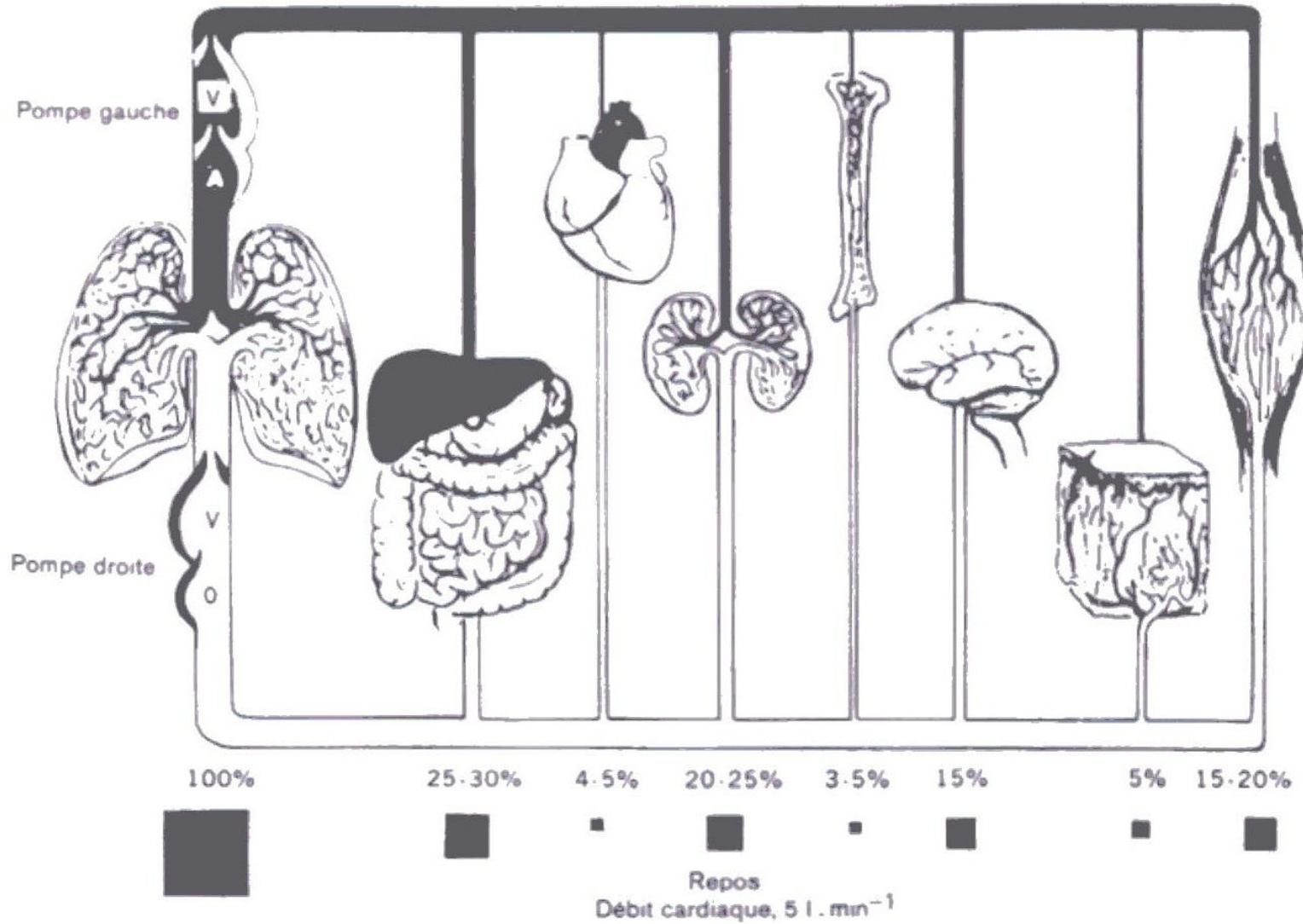


**circulation
générale**



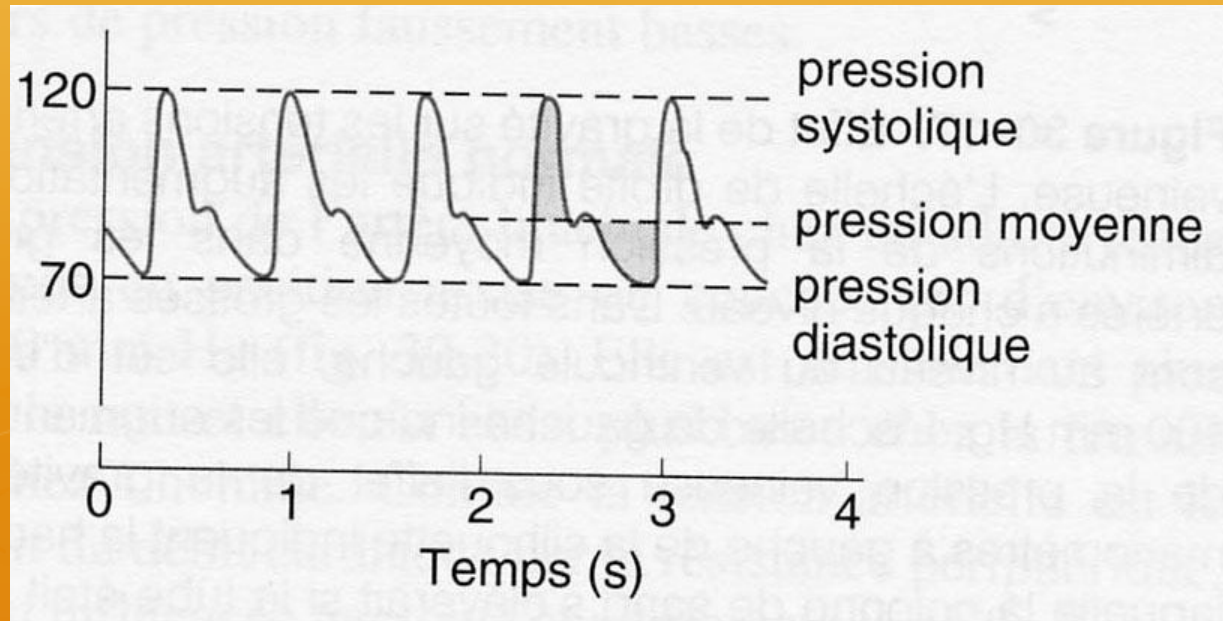
capillaire

RÉPARTITION DU DÉBIT CARDIAQUE AU REPOS



ACTIVITÉ CARDIAQUE ET PRESSION SANGUINE

VARIATION DE LA PRESSION SANGUINE AU COURS DU TEMPS



PRINCIPE DE MESURE DE LA PRESSION SANGUINE

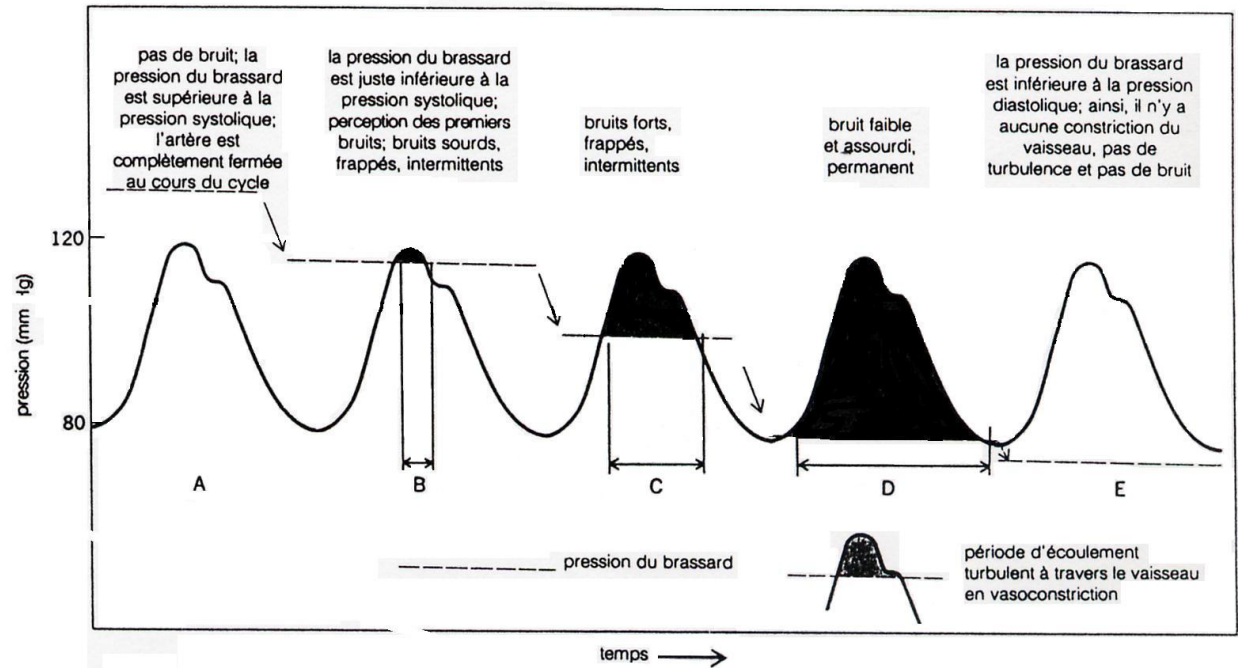
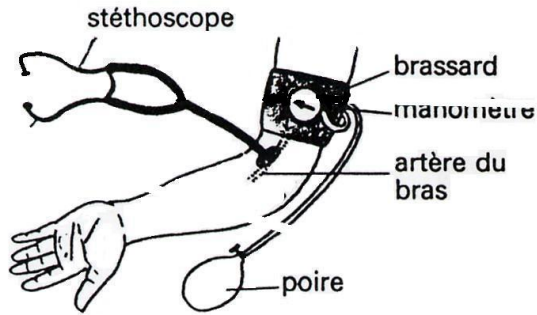
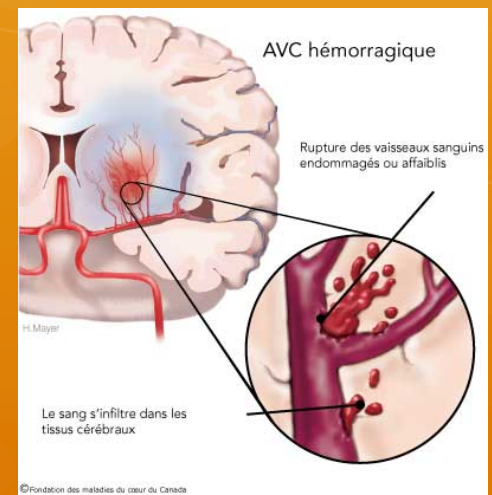
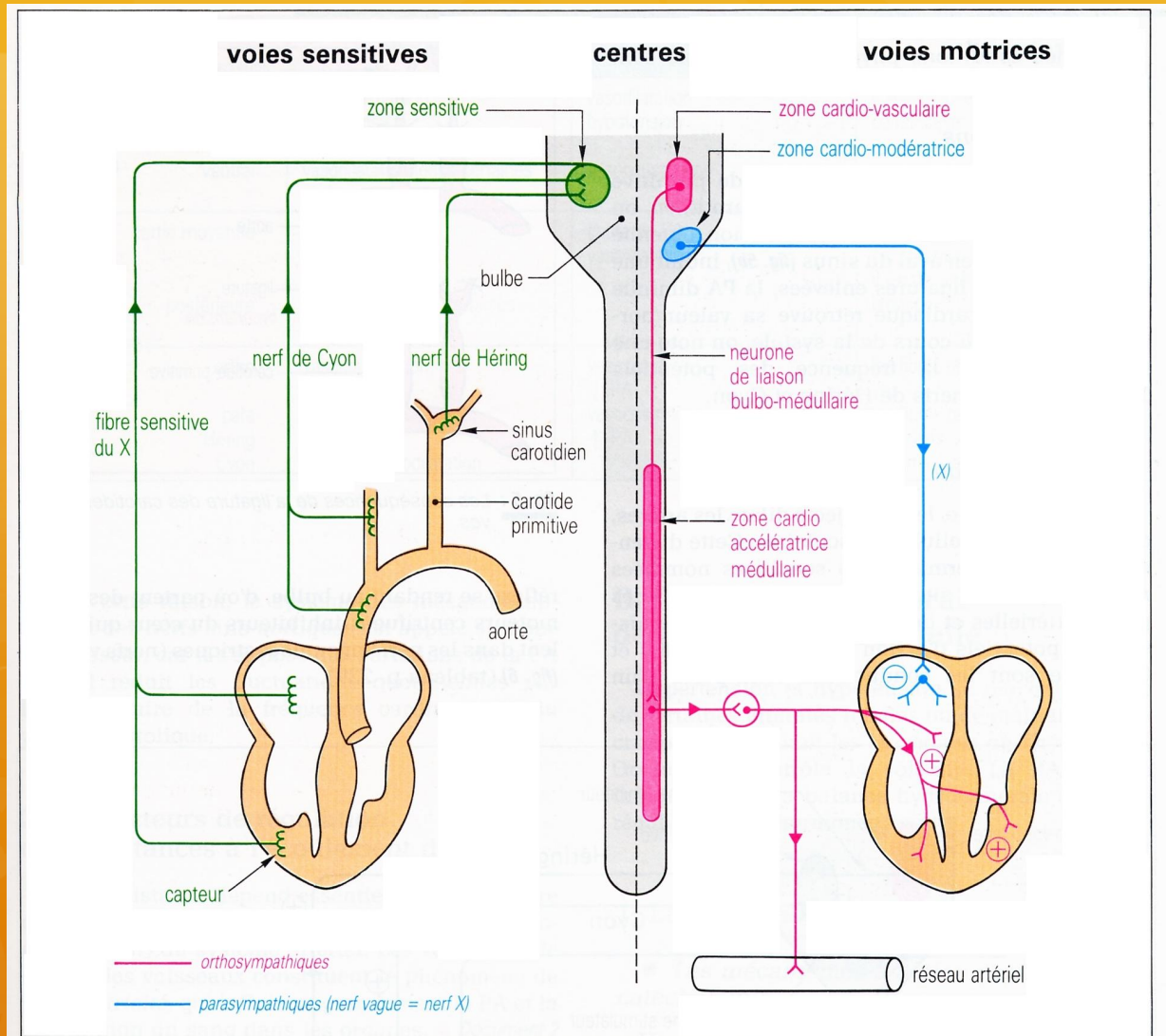


FIGURE Bruits perçus avec un stéthoscope alors que l'on abaisse progressivement la pression dans le brassard d'un sphygmomanomètre. La pression systolique est enregistrée au point B et la pression diastolique au moment de la disparition des bruits.



MÉCANISME PHYSIOLOGIQUE DE RÉGULATION DE LA PRESSION ARTÉRIELLE

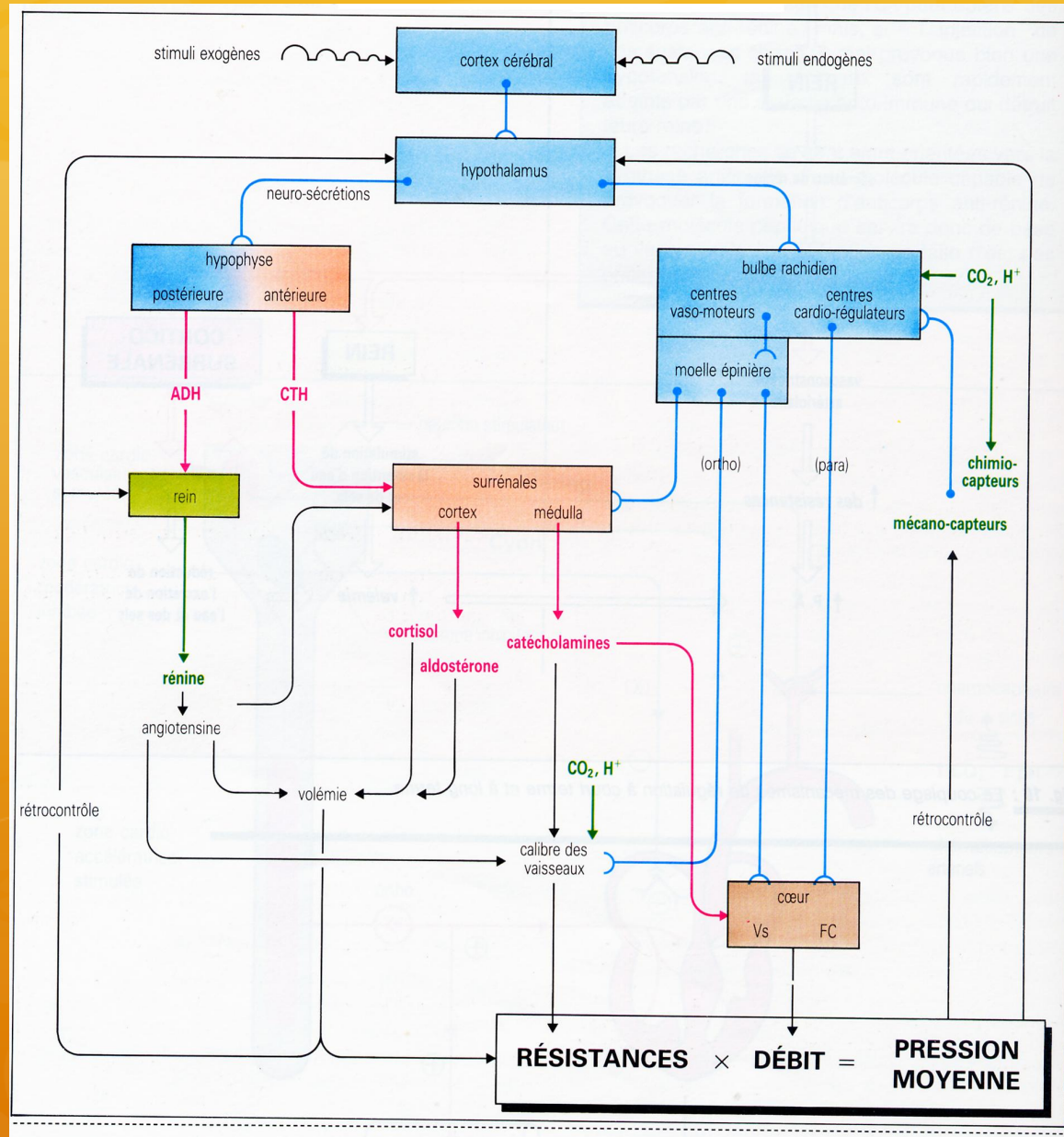
court terme, moyen terme et long terme



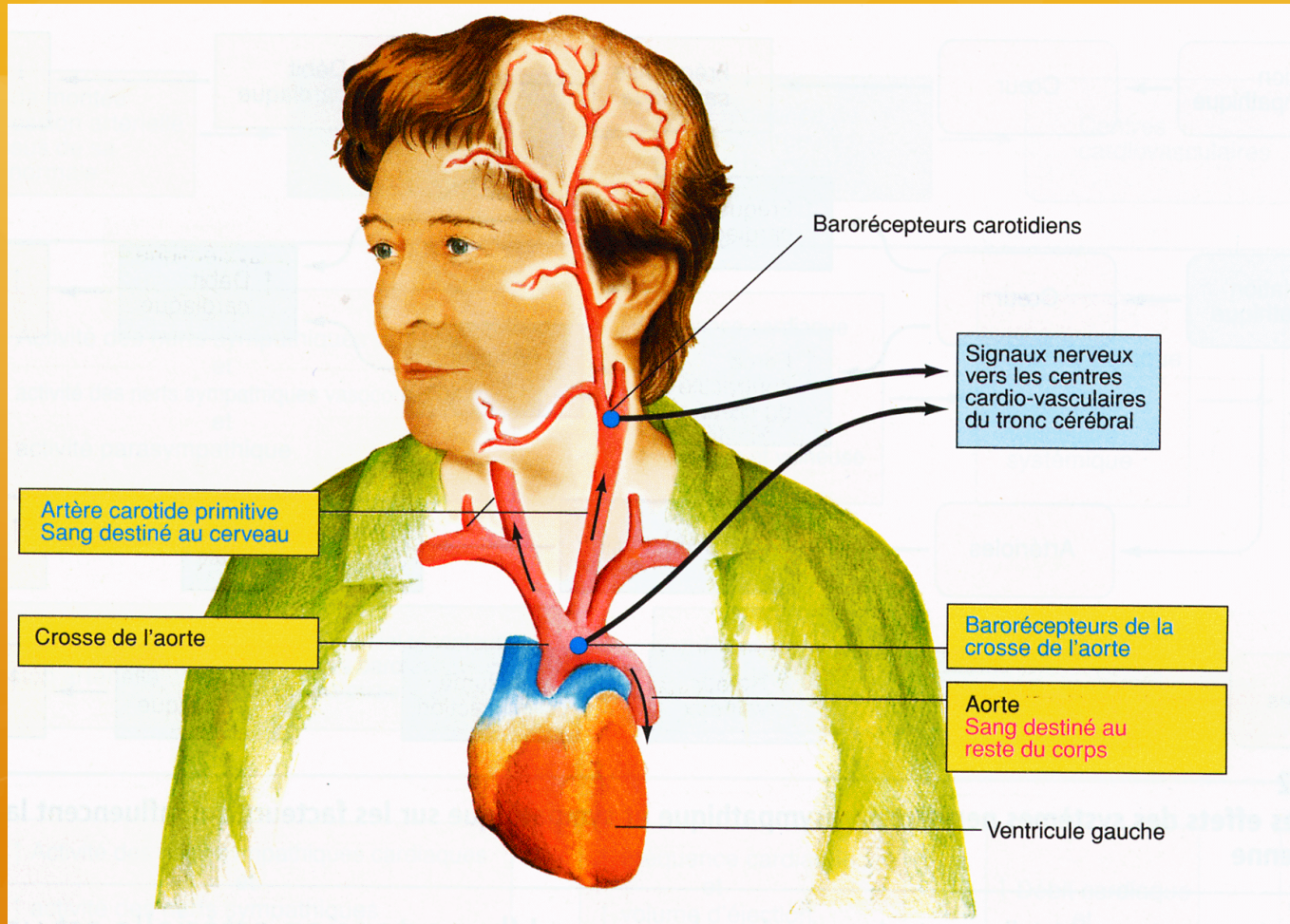
Les centres et les voies nerveuses intervenant dans la régulation cardiaque.



Multiplés stimuli, multiples facteurs...

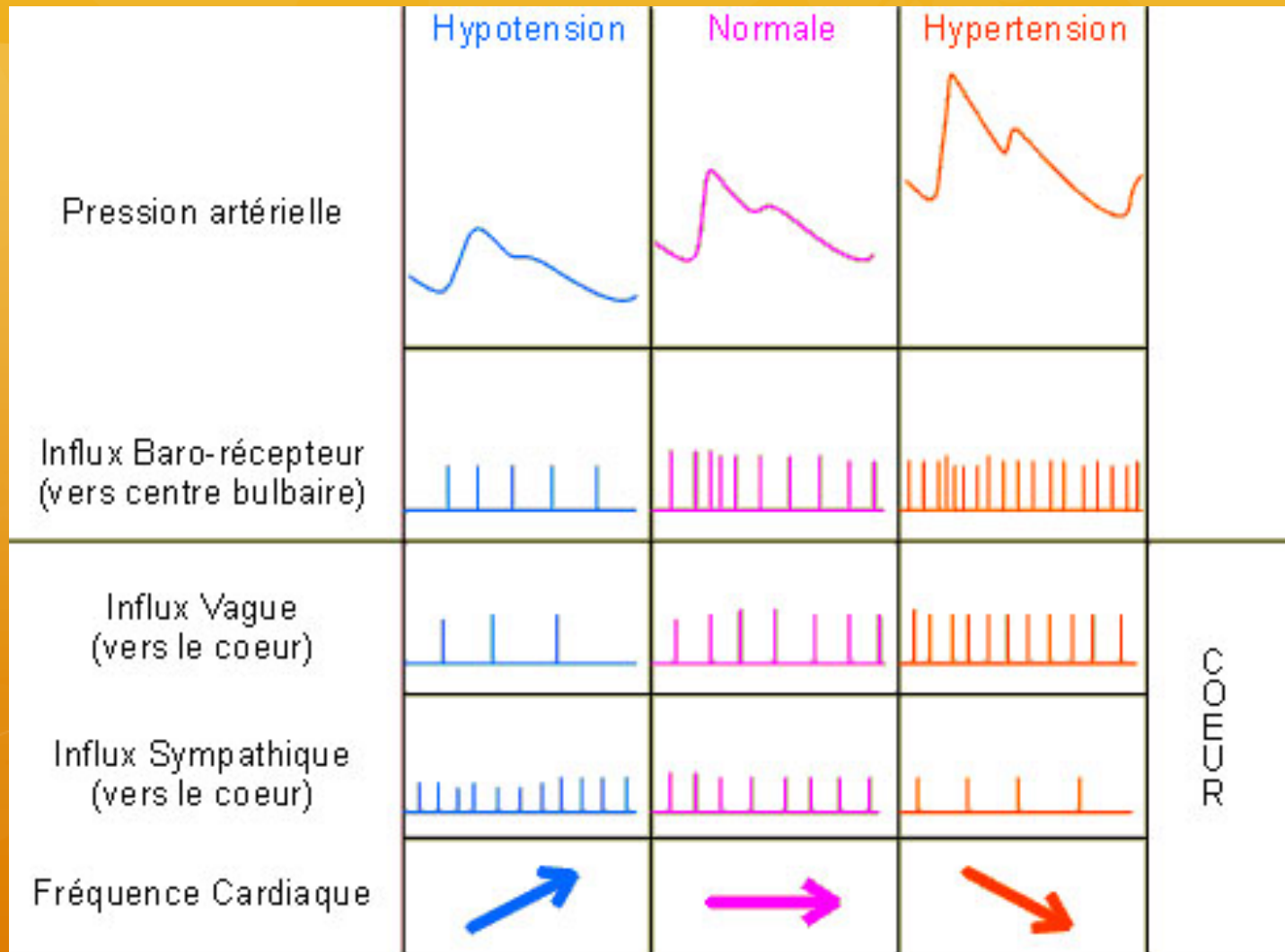


LOCALISATION DES BARORÉCEPTEURS

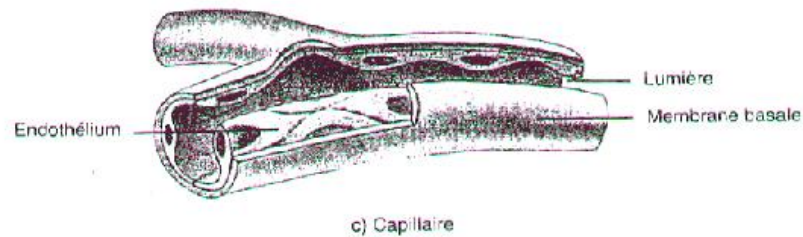
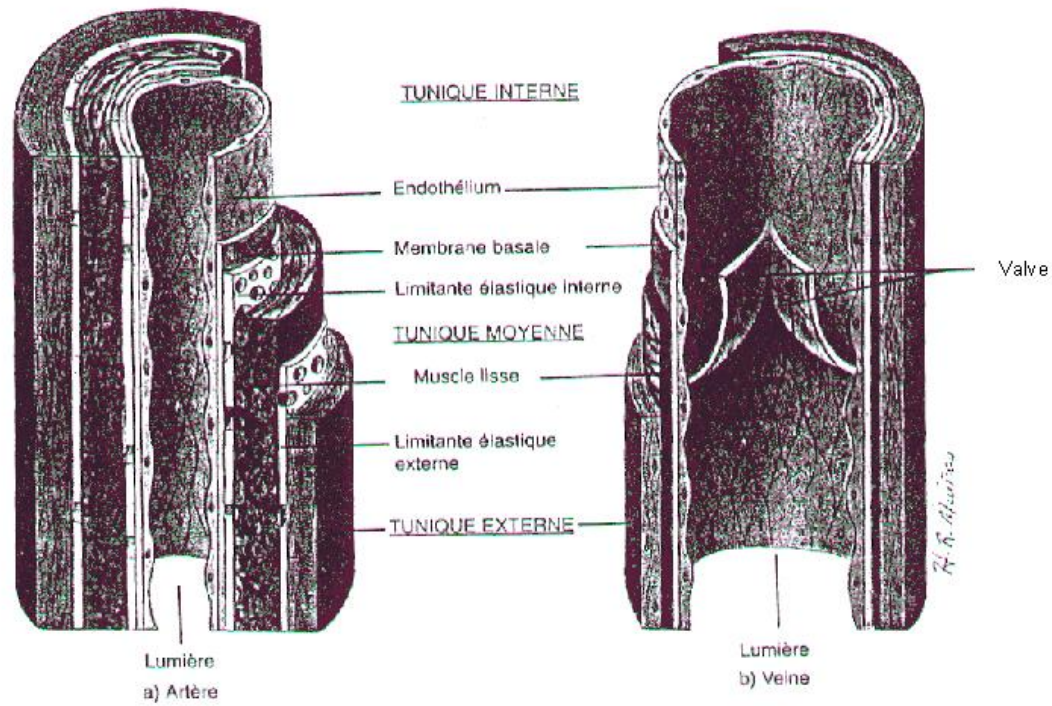


Il existe également des barorécepteurs pulmonaires

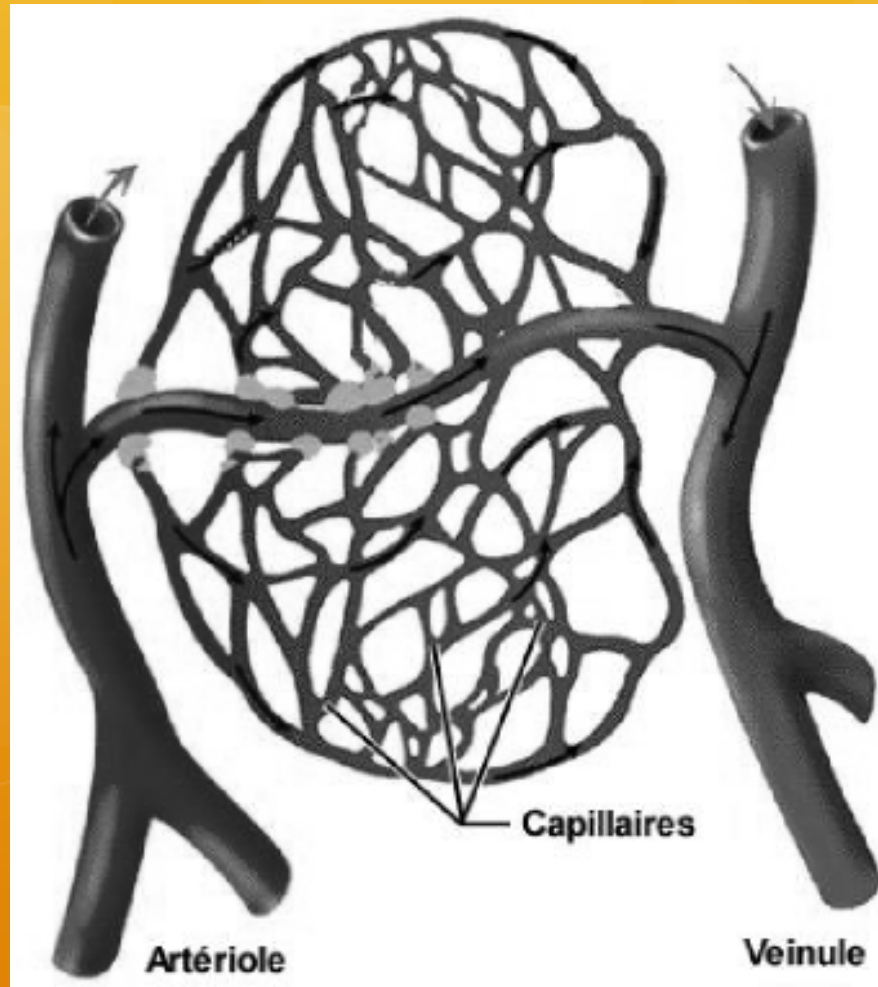
MODALITÉ D'ACTION DES BARORÉCEPTEURS

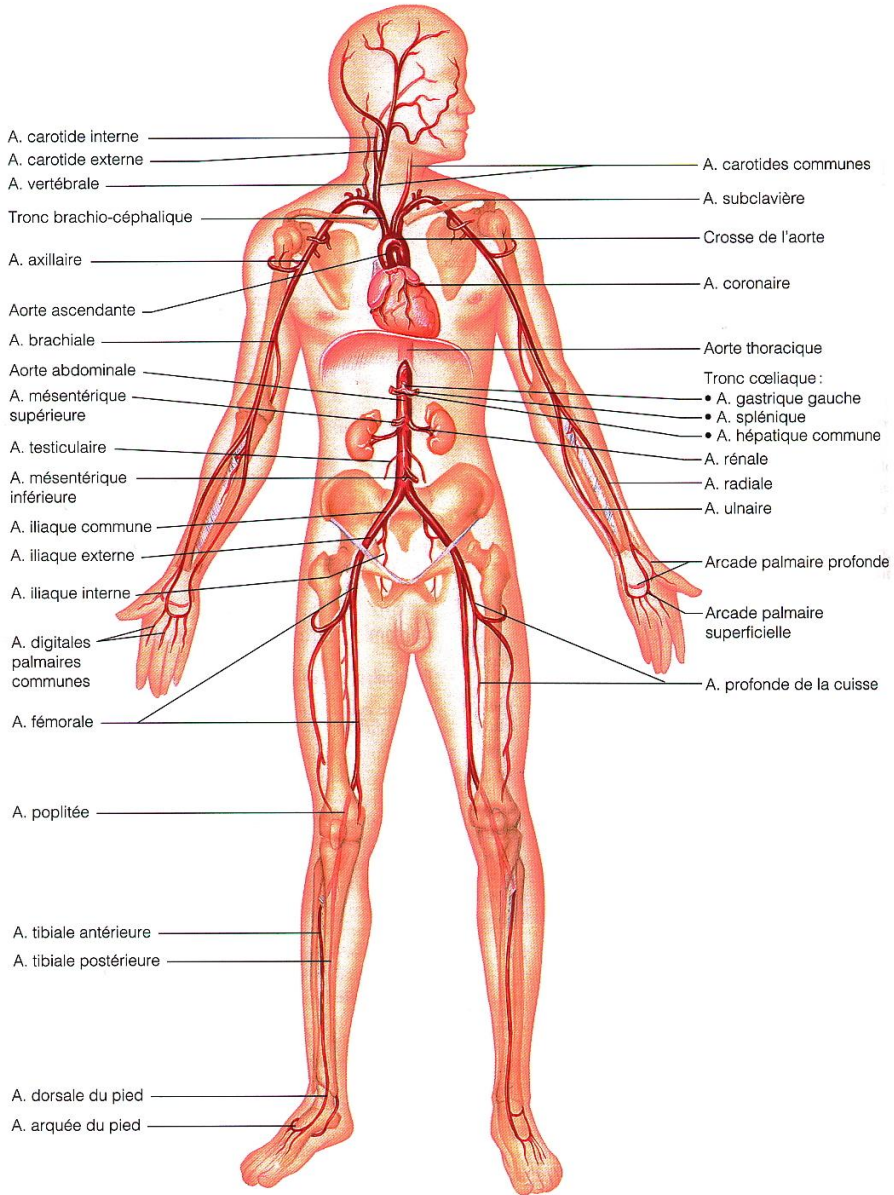


LES VAISSEAUX SANGUINS

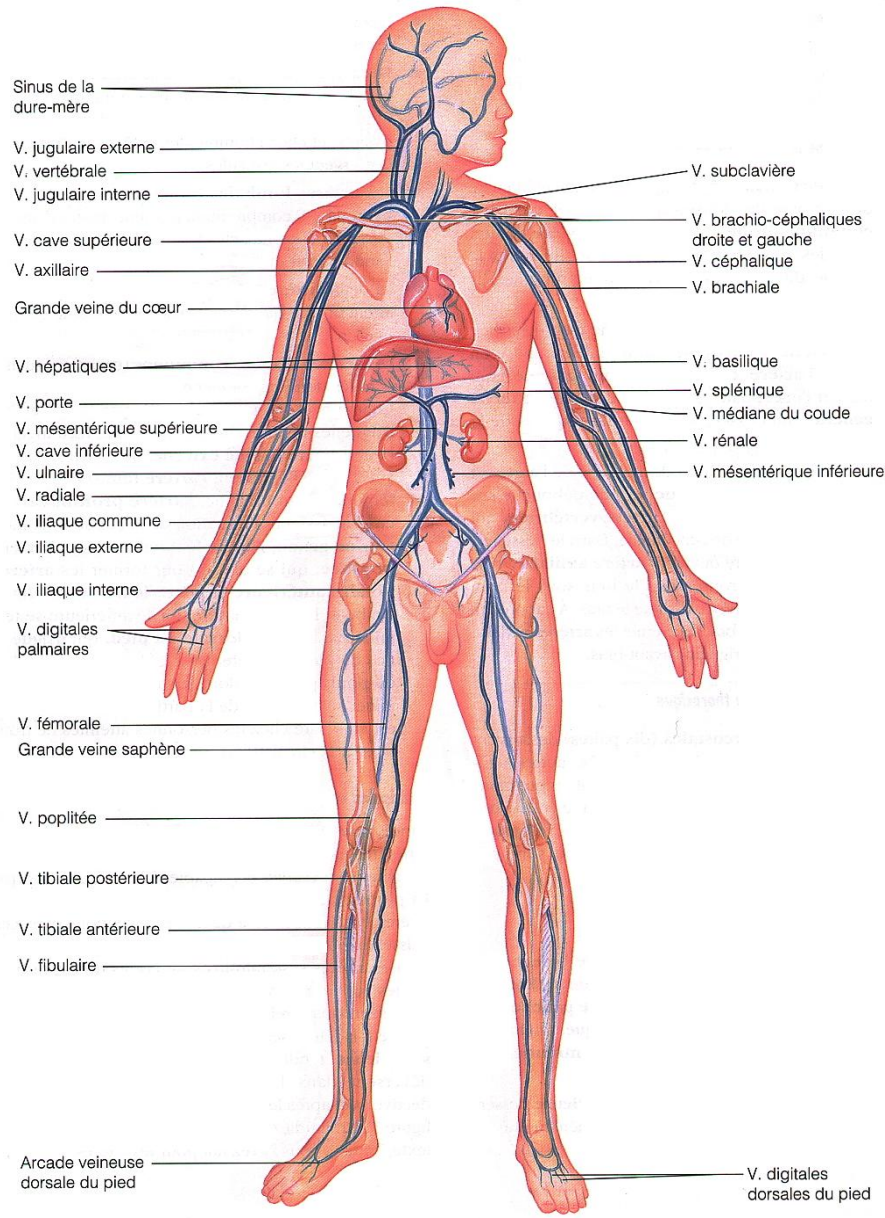


SYSTÈME ARTÉRIO-VEINULAIRE





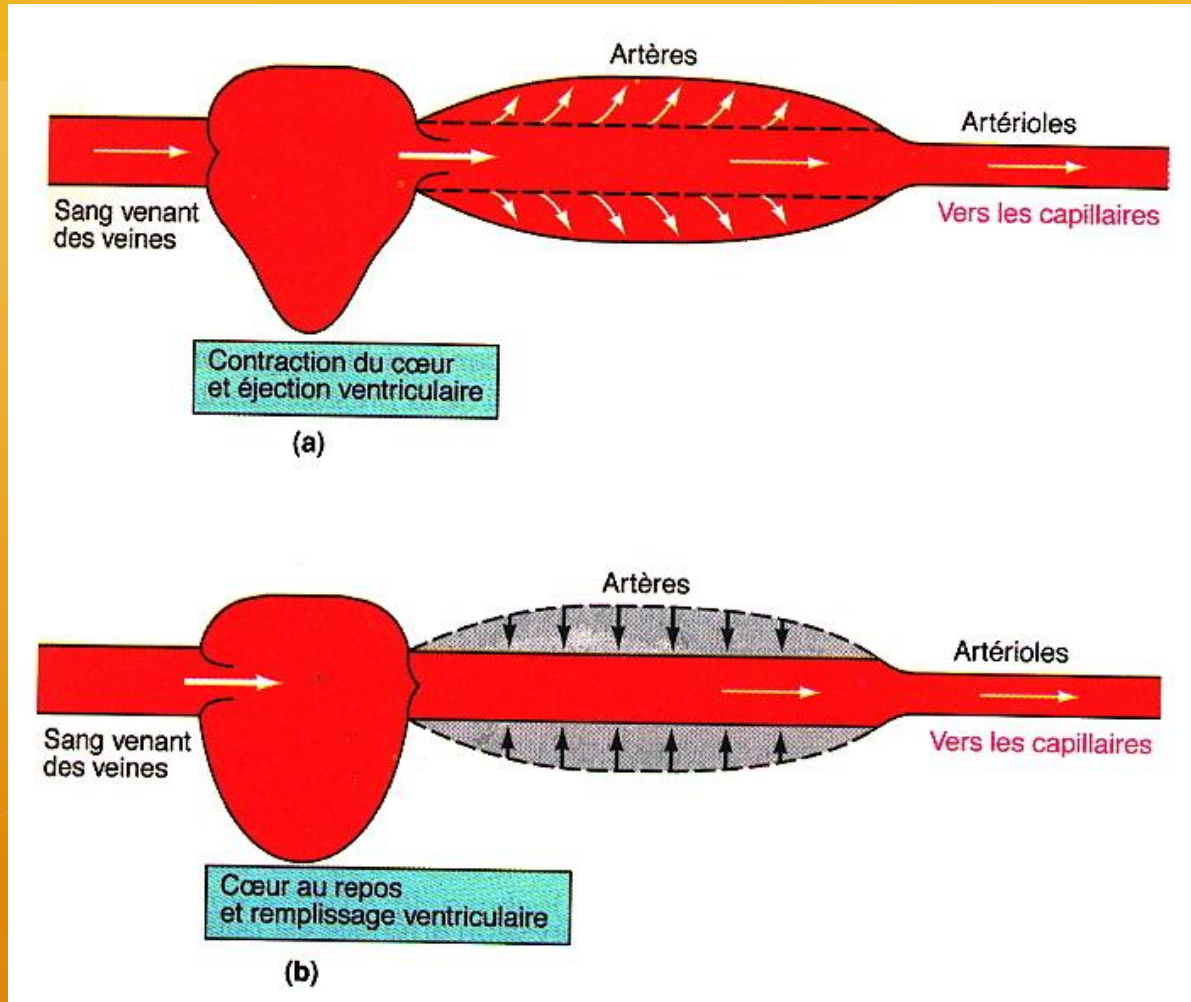
Principales artères de la circulation systémique, face antérieure.



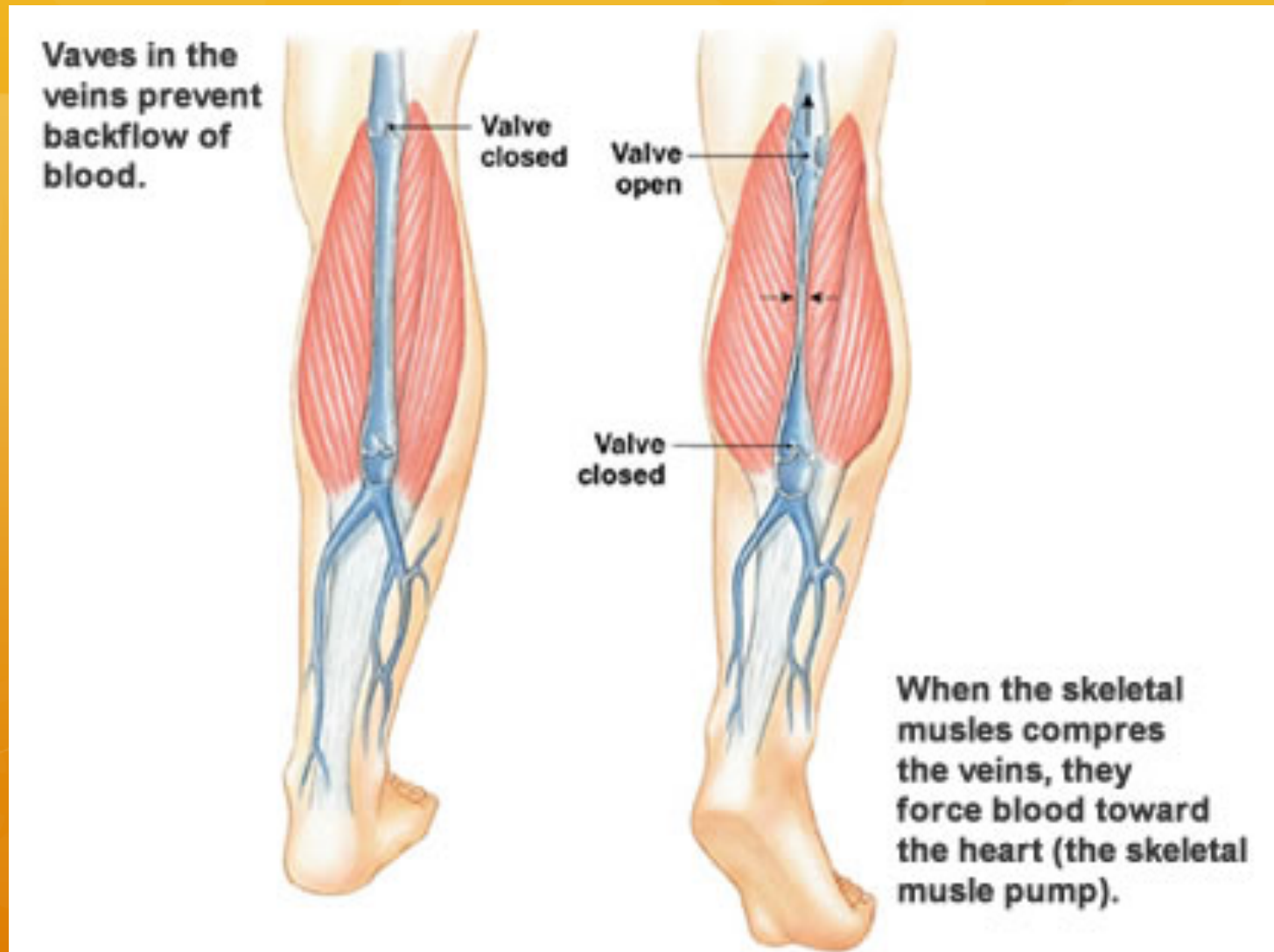
Principales veines de la circulation systémique, face antérieure.

Les vaisseaux de la circulation pulmonaire ne sont pas représentés.

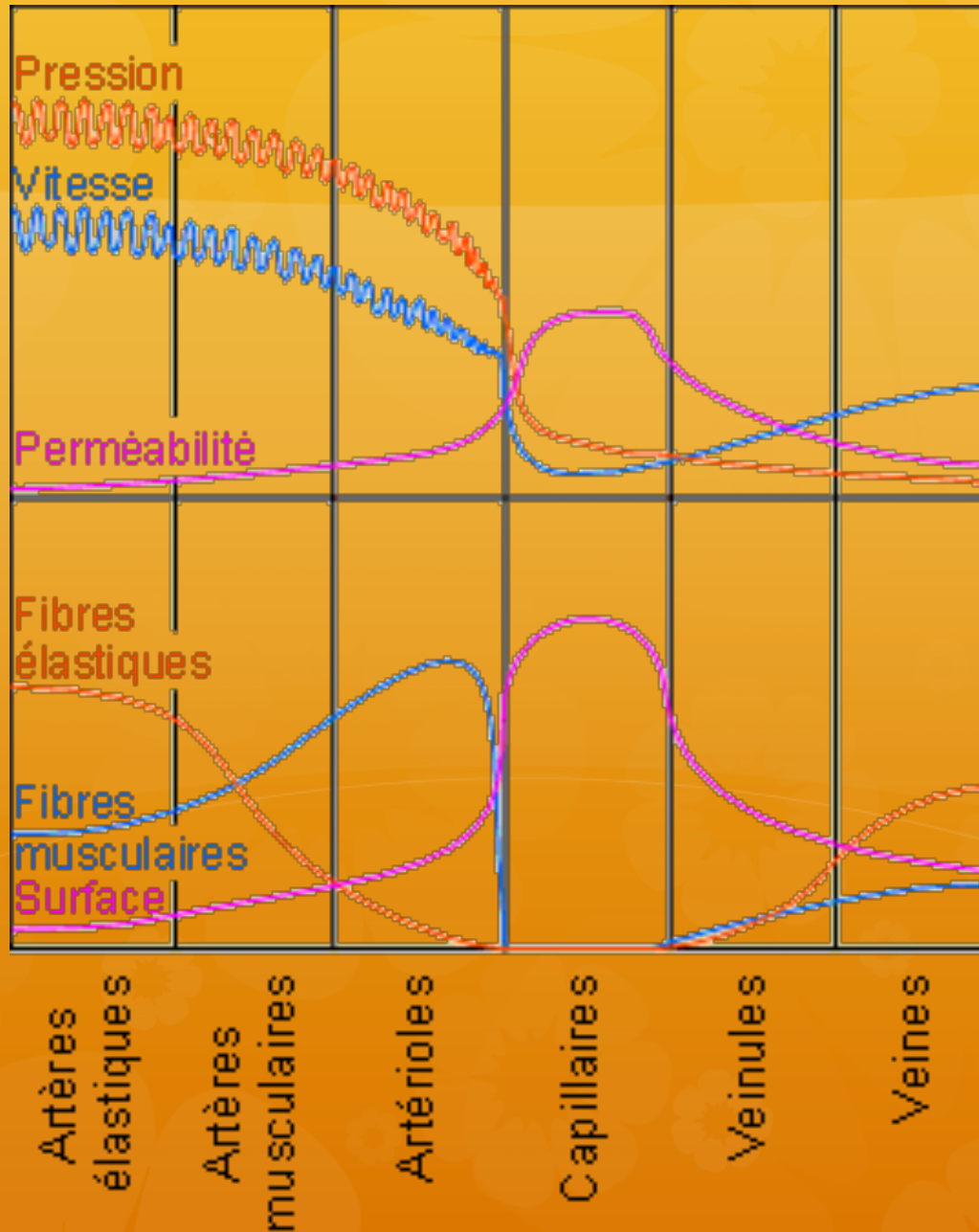
LA COMPLIANCE ARTÉRIELLE



LA « POMPE MUSCULAIRE VEINEUSE » DES MOLLETS



CARACTÉRISTIQUES PHYSIOLOGIQUES DES VAISSEAUX



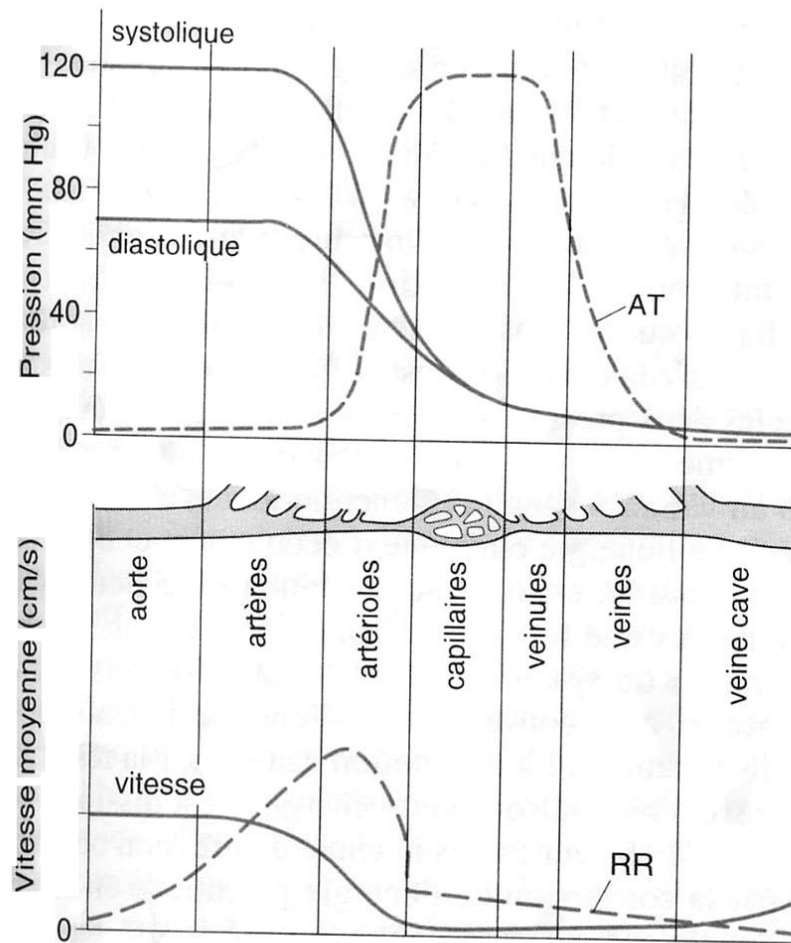
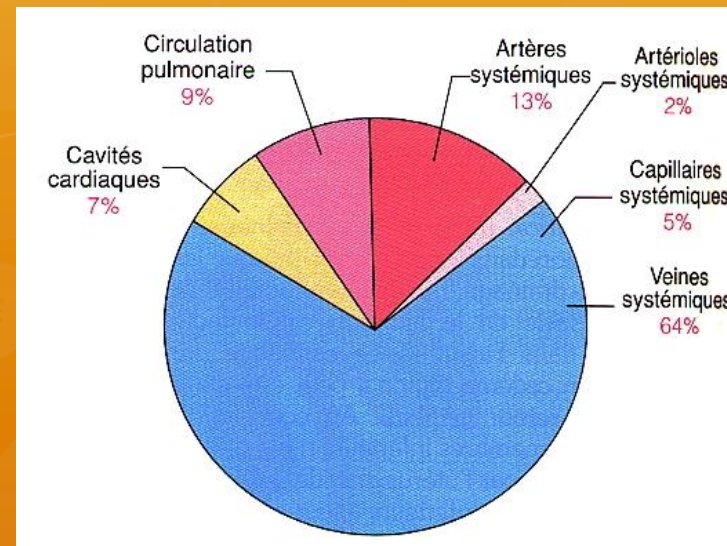
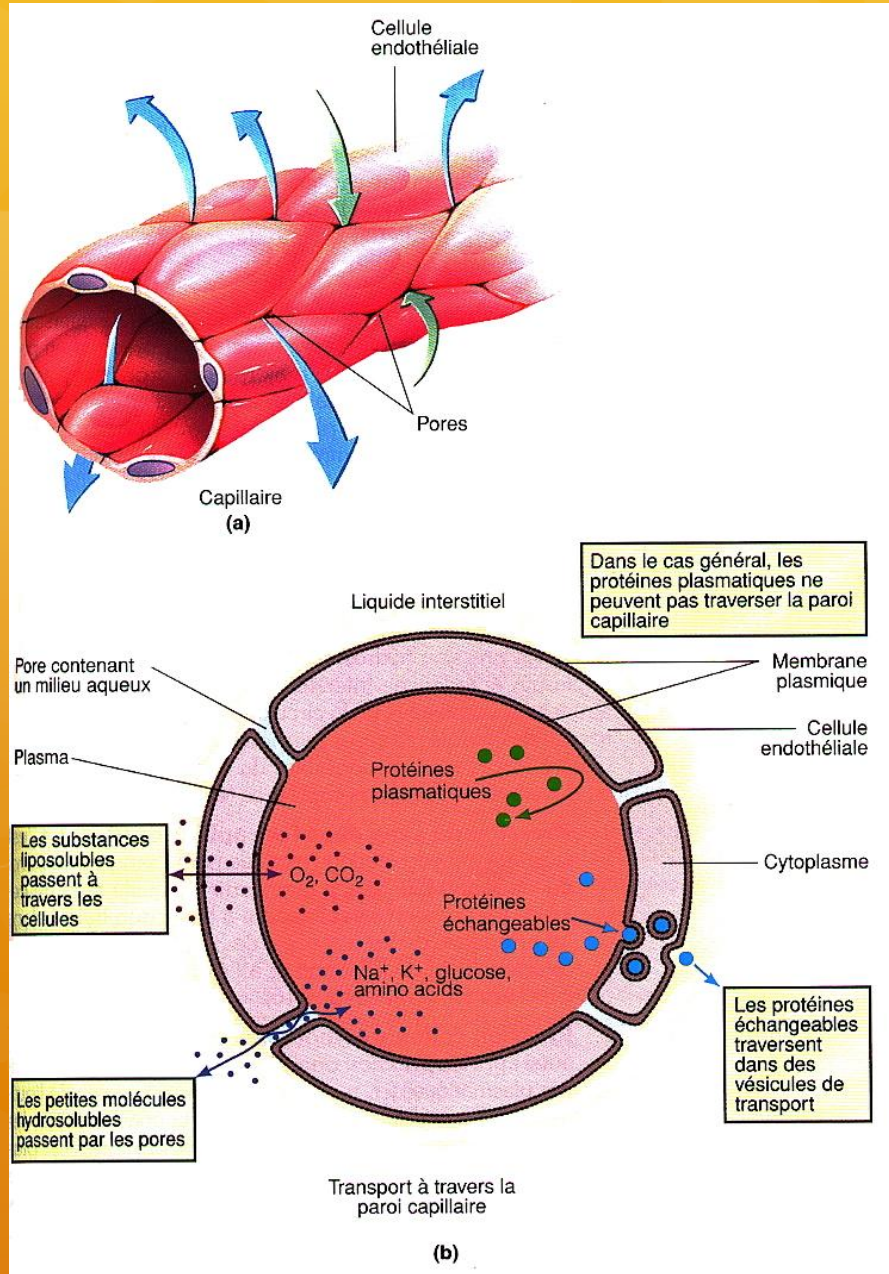


Schéma illustrant les changements de pression et de vitesse à mesure que le sang traverse les différentes portions de la circulation systémique. AT, aire de coupe transversale totale des vaisseaux, qui augmente de 4,5 cm² dans l'aorte à 4 500 cm² dans les capillaires (tabl. 30-1). RR, résistance relative, qui est maximale dans les artérioles.

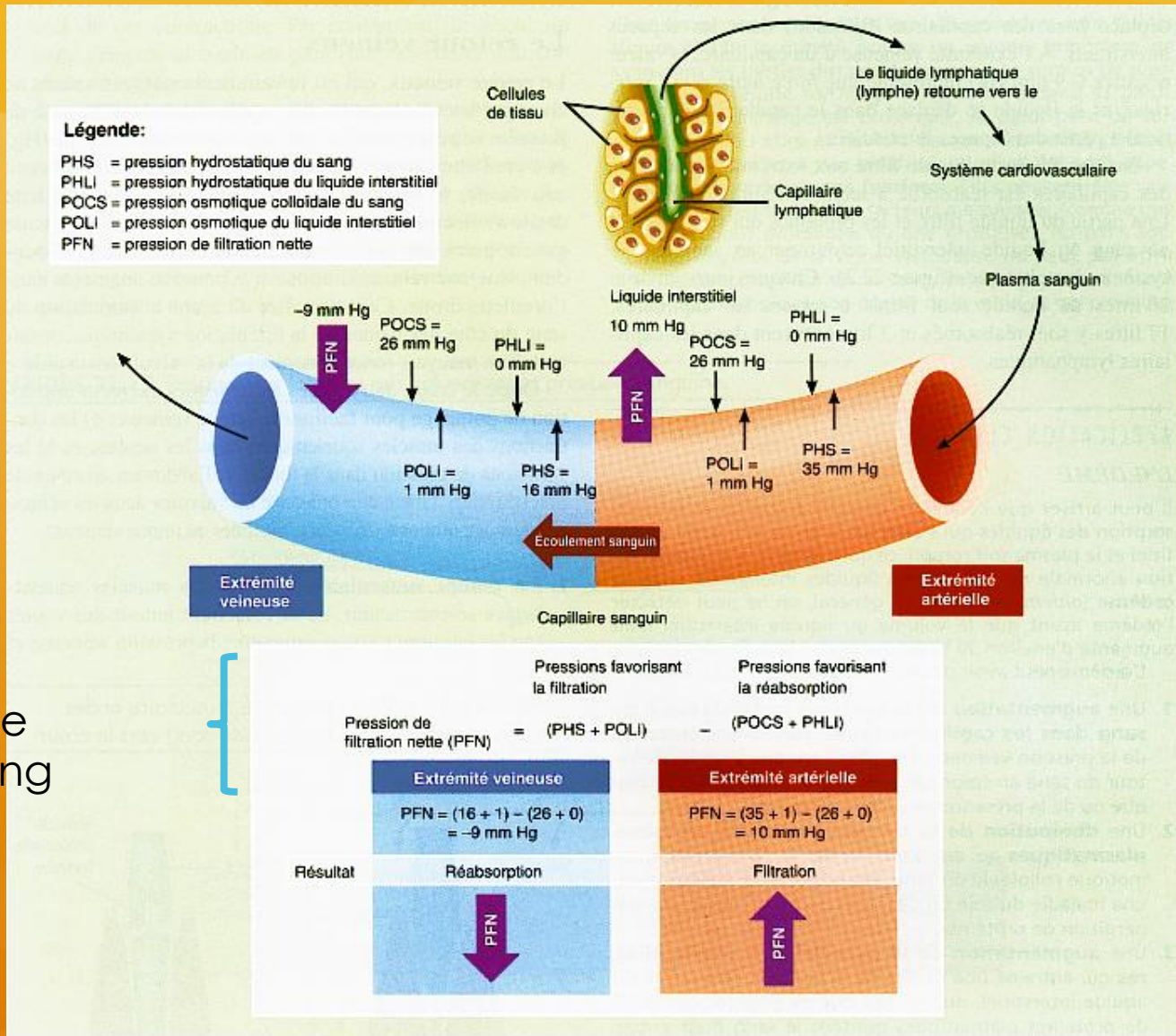
Vaisseau	Volume (ml)	Pression (mmHg)	Vitesse (cm/s)
Aorte	100	100	40
Artères	300	100-40	40-10
Artérioles	50	40-30	10-0,1
Capillaires	250	30-12	< 0,1
Veinules	300	12-10	< 0,3
Veines	2200	10-5	0,3-5
Veine cave	300	2	5-20



CARACTÉRISTIQUES DE LA PAROI DES CAPILLAIRES



FILTRATION « IN » ET « OUT » AU NIVEAU DES CAPILLAIRES



Loi de Starling

ADAPTATION CARDIO-VASCULAIRE À L'EFFORT

Travail	W	Repos	50	100	150	200	300
QO ₂	l/min	0,3	0,9	1,5	2,1	2,8	4,1



ADAPTATION CARDIO-VASCULAIRE À L'EFFORT

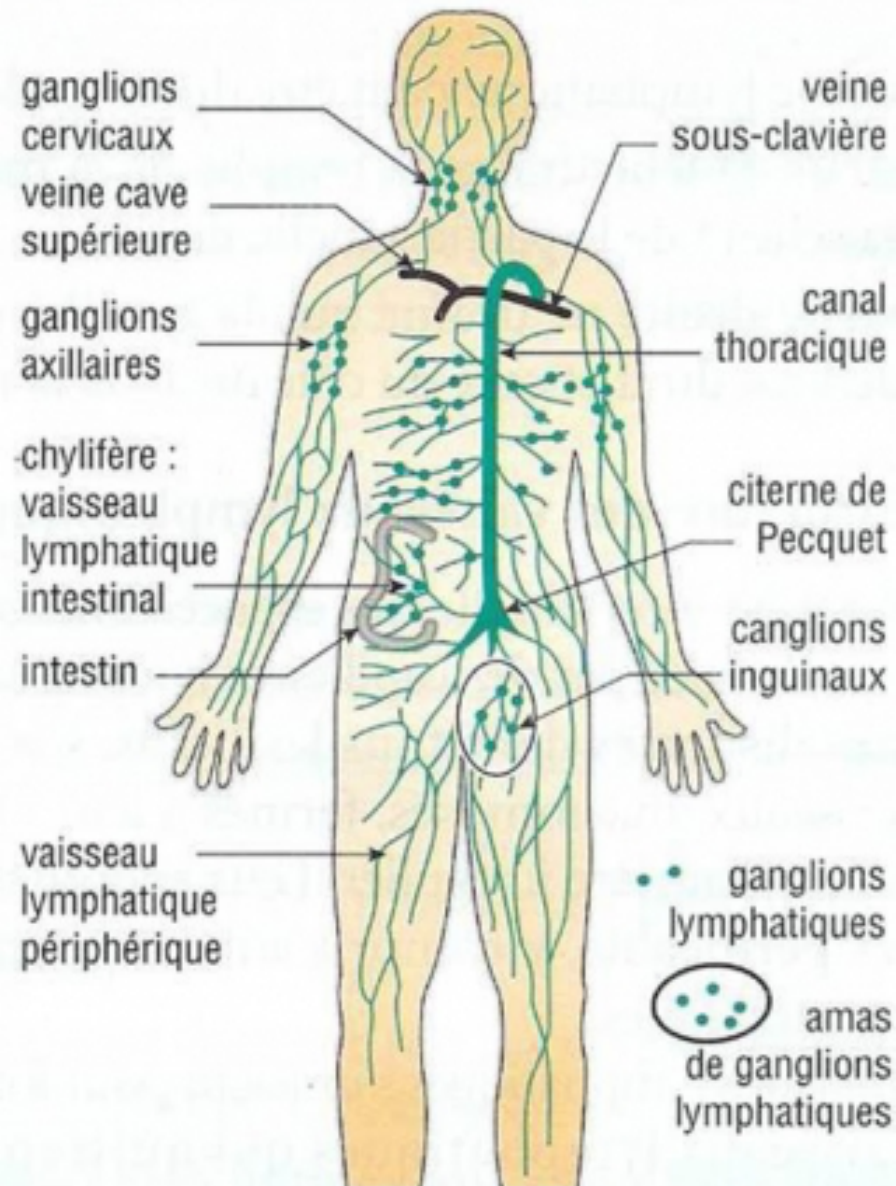
ADAPTATION CARDIO-VASCULAIRE À L'EFFORT

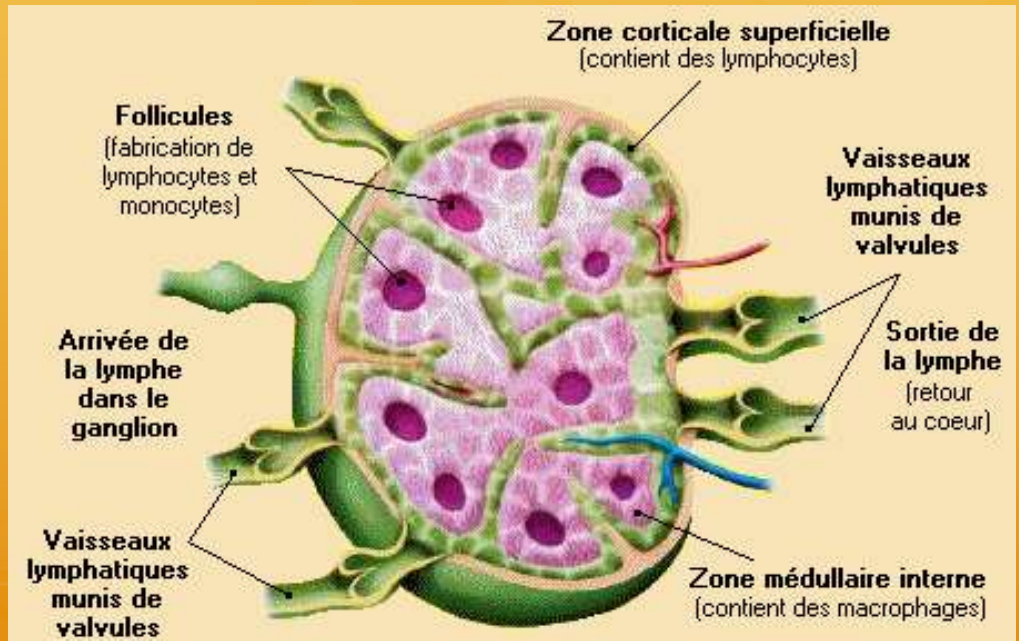
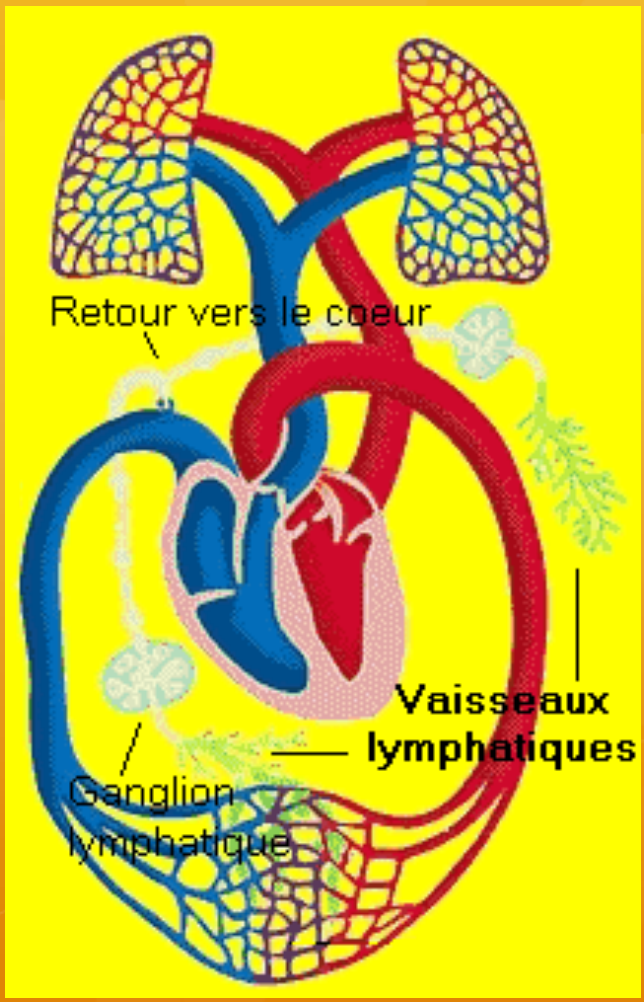
Variation des différents paramètres cardio-vasculaires chez un sujet sportif en fonction de l'intensité de l'effort fourni

Les débits sont donnés en l/min, la fréquence en pulsations/min, la pression artérielle en mmHg et la saturation veineuse en %. D'après Vadot 1975, modifié.				
Travail (W)	0	100	200	300
Débit systémique	5	9	17	25
Débit cérébral	0,8	0,8	0,8	0,8
Débit myocarde	0,25	0,35	0,75	1
Débit muscles	1	5	12	22
Débit rein	1,1	0,8	0,6	0,4
Fréquence cardiaque	70	100	140	190
Pression artérielle	120/70	140/80	170/90	200/90
Saturation veineuse	75	65	50	40

LE SYSTÈME LYMPHATIQUE

Organisation du système lymphatique

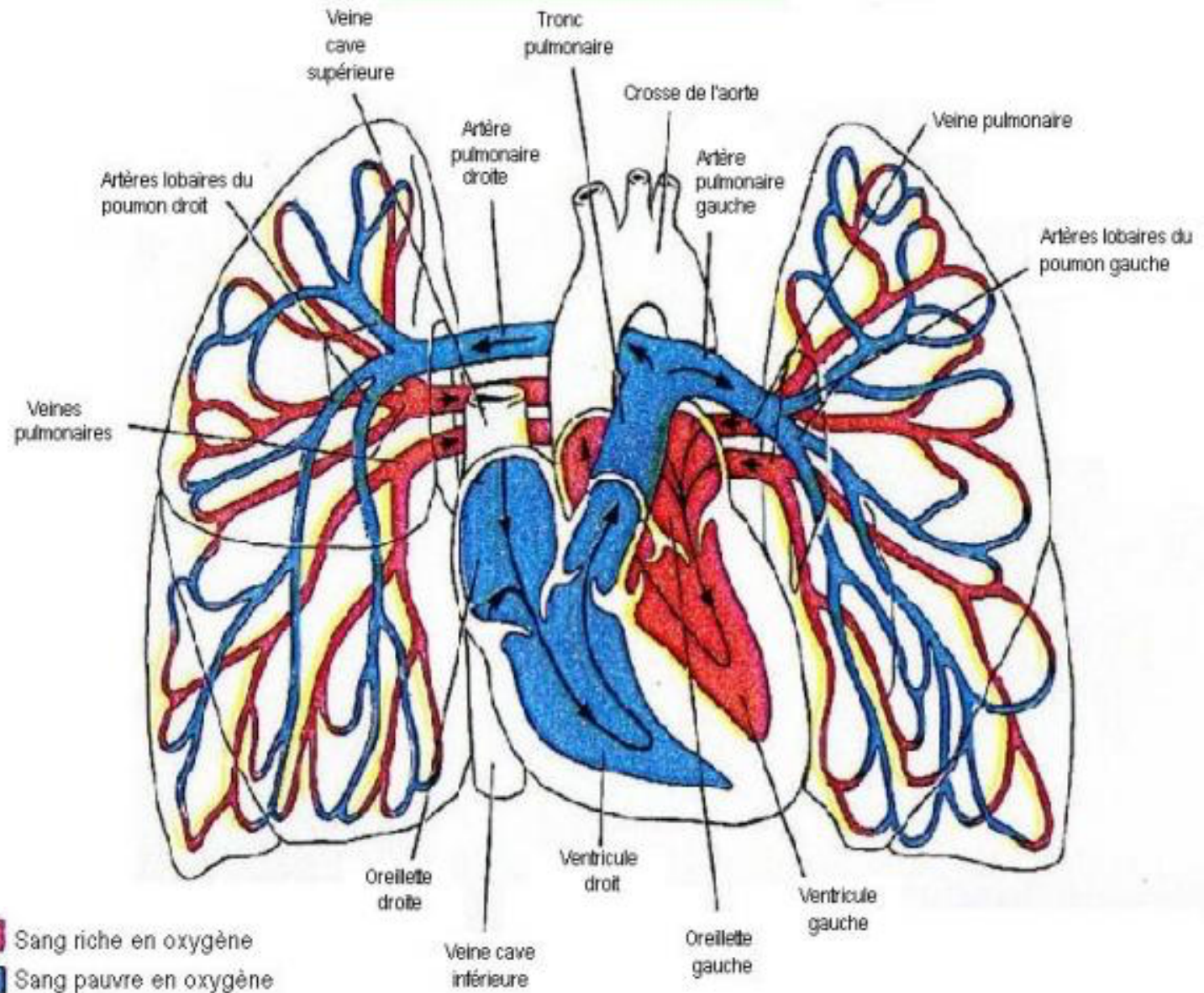




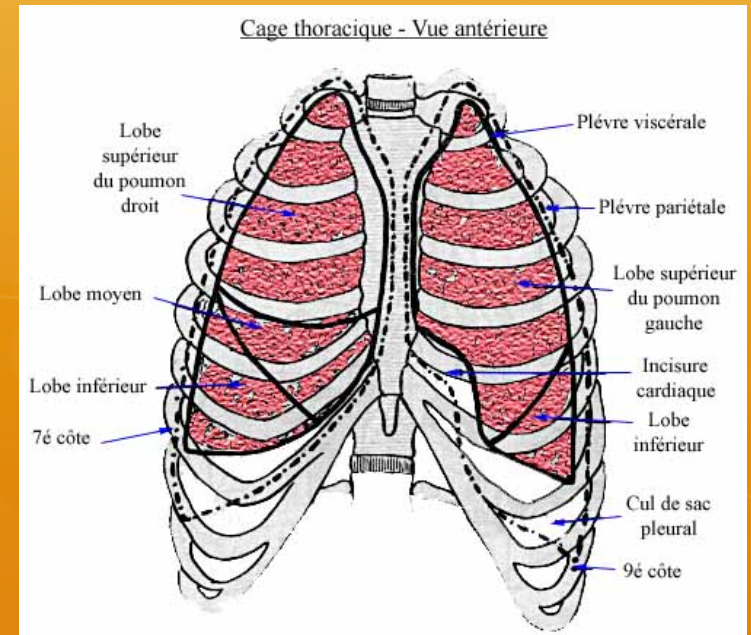
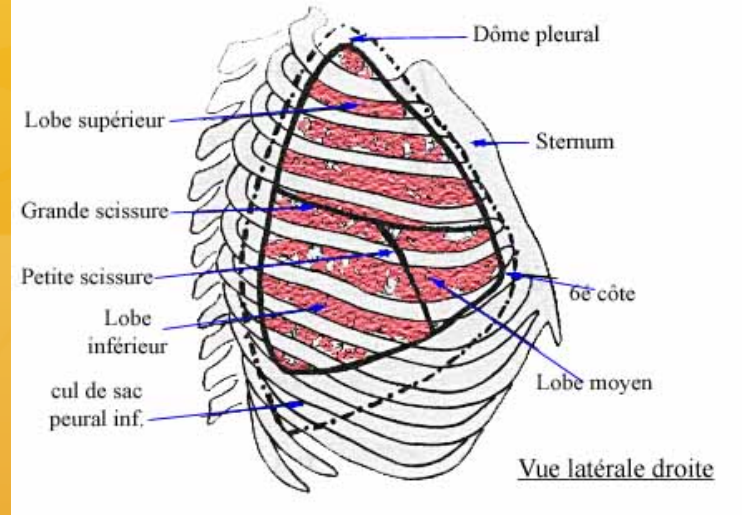
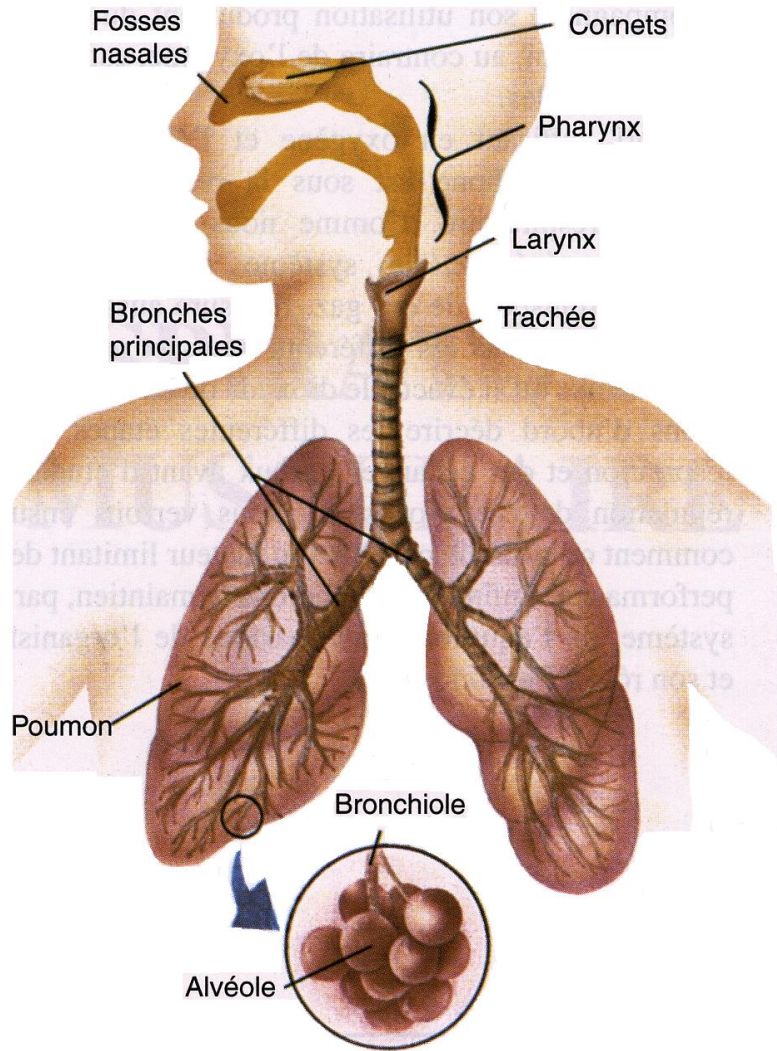
LA RESPIRATION



Circulation plumonaire



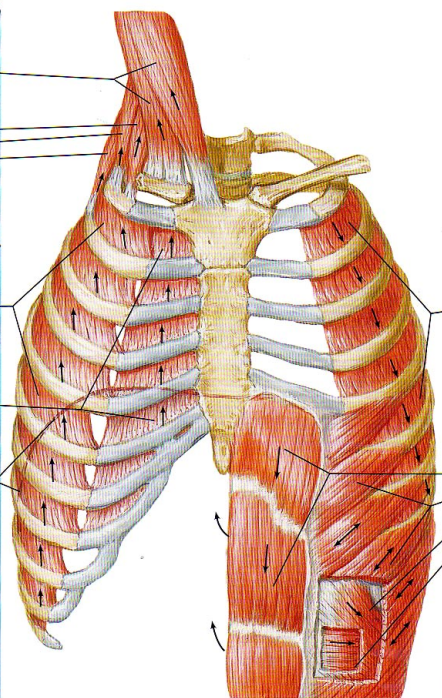
ANATOMIE DU SYSTÈME RESPIRATOIRE ET DES POUMONS



LES MUSCLES RESPIRATOIRES

Muscles de l'inspiration

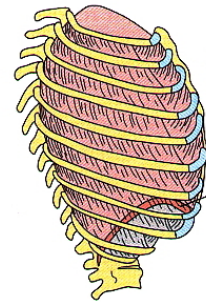
- Accessoires**
 - Sterno-cléido-mastoïdien (élève le sternum)
 - Scalènes
 - Antérieur
 - Moyen
 - Postérieur (élève et fixe les côtes supérieures)
- Principaux**
 - Intercostaux externes (élèvent les côtes accroissant ainsi la largeur de la cage thoracique)
 - Partie interchondrale des intercostaux internes (élève aussi les côtes)
 - Diaphragme (les coupôles s'abaissent, augmentant ainsi la dimension verticale de la cavité thoracique ; élève aussi les côtes inférieures)



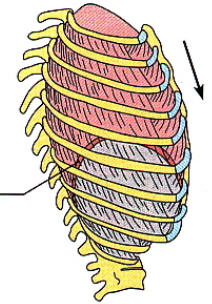
Muscles de l'expiration

- Respiration normale**
 - L'expiration résulte d'une rétraction passive des poumons et de la cage thoracique
- Respiration rapide**
 - Intercostaux internes, sauf la partie interchondrale
 - De l'abdomen (abaissent les côtes inférieures, compriment les viscères abdominaux, faisant ainsi remonter le diaphragme)
 - Droit de l'abdomen
 - Oblique externe
 - Oblique interne
 - Transverse de l'abdomen

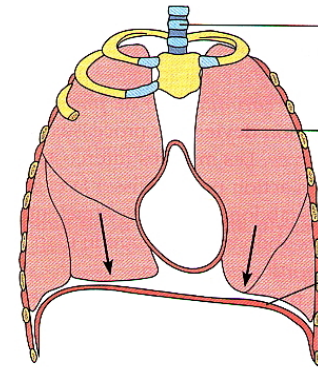
Inspiration



Expiration



Diaphragme

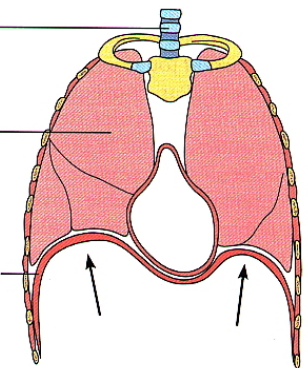


Trachée

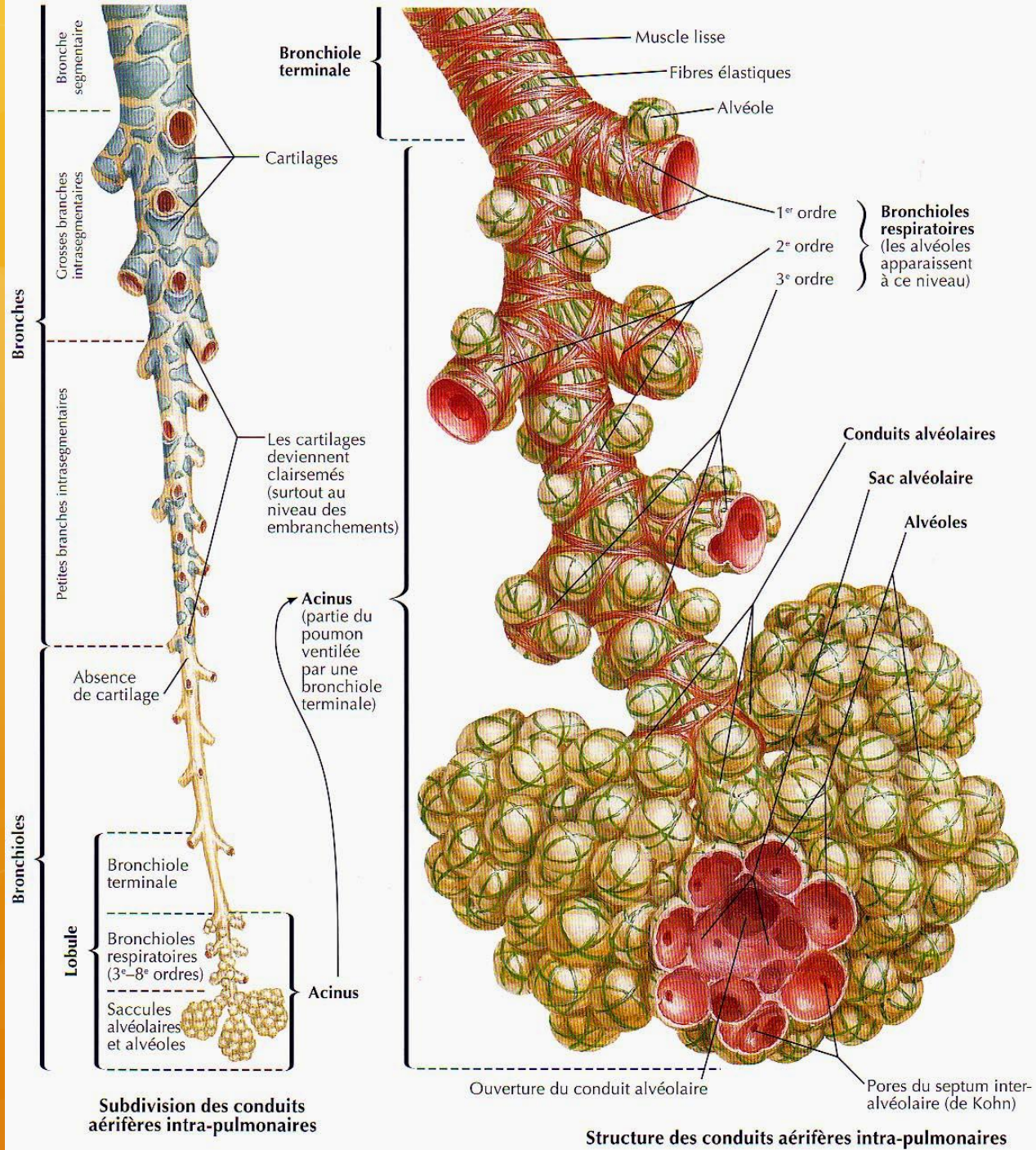
Poumon

Diaphragme

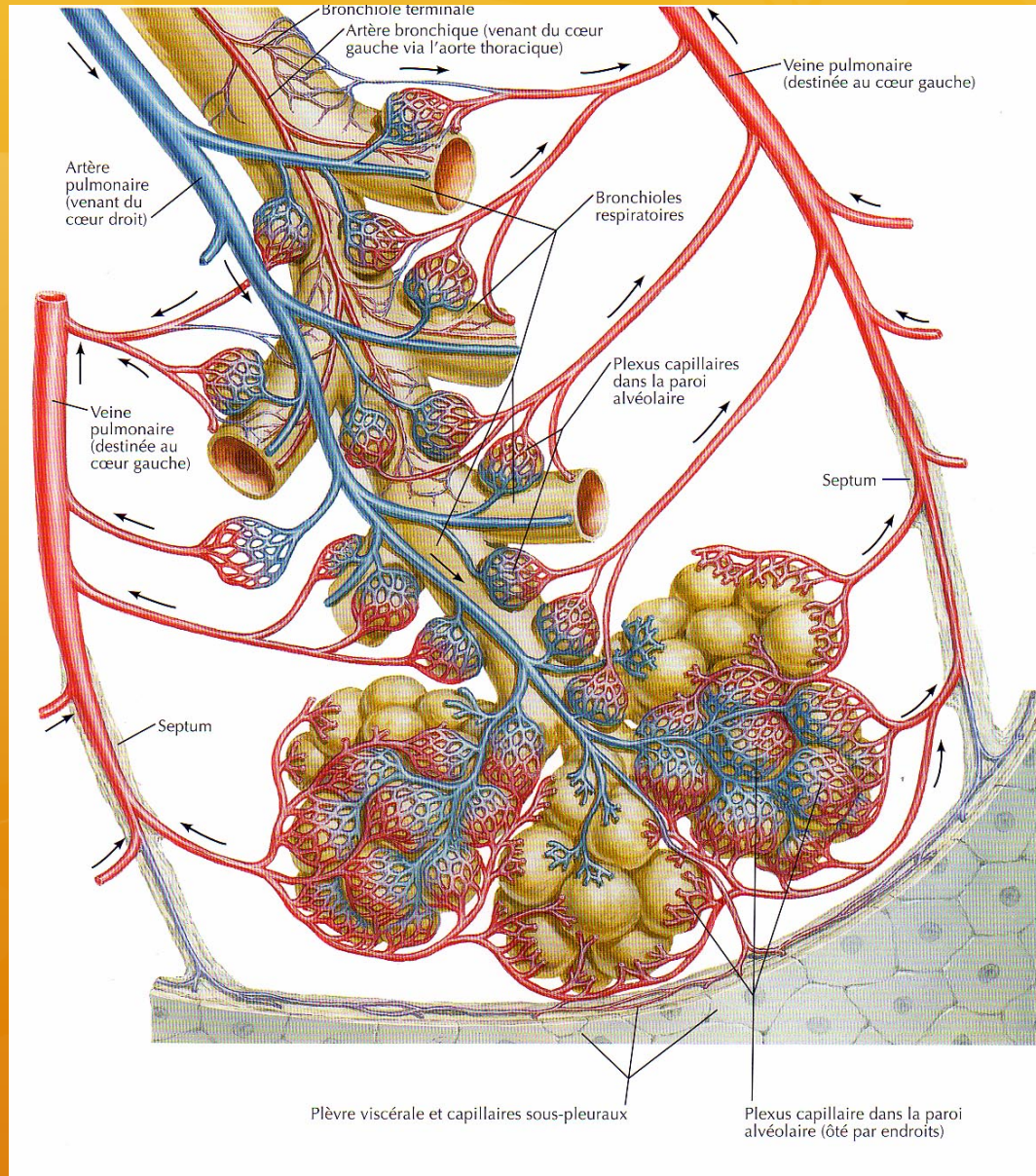
(a)



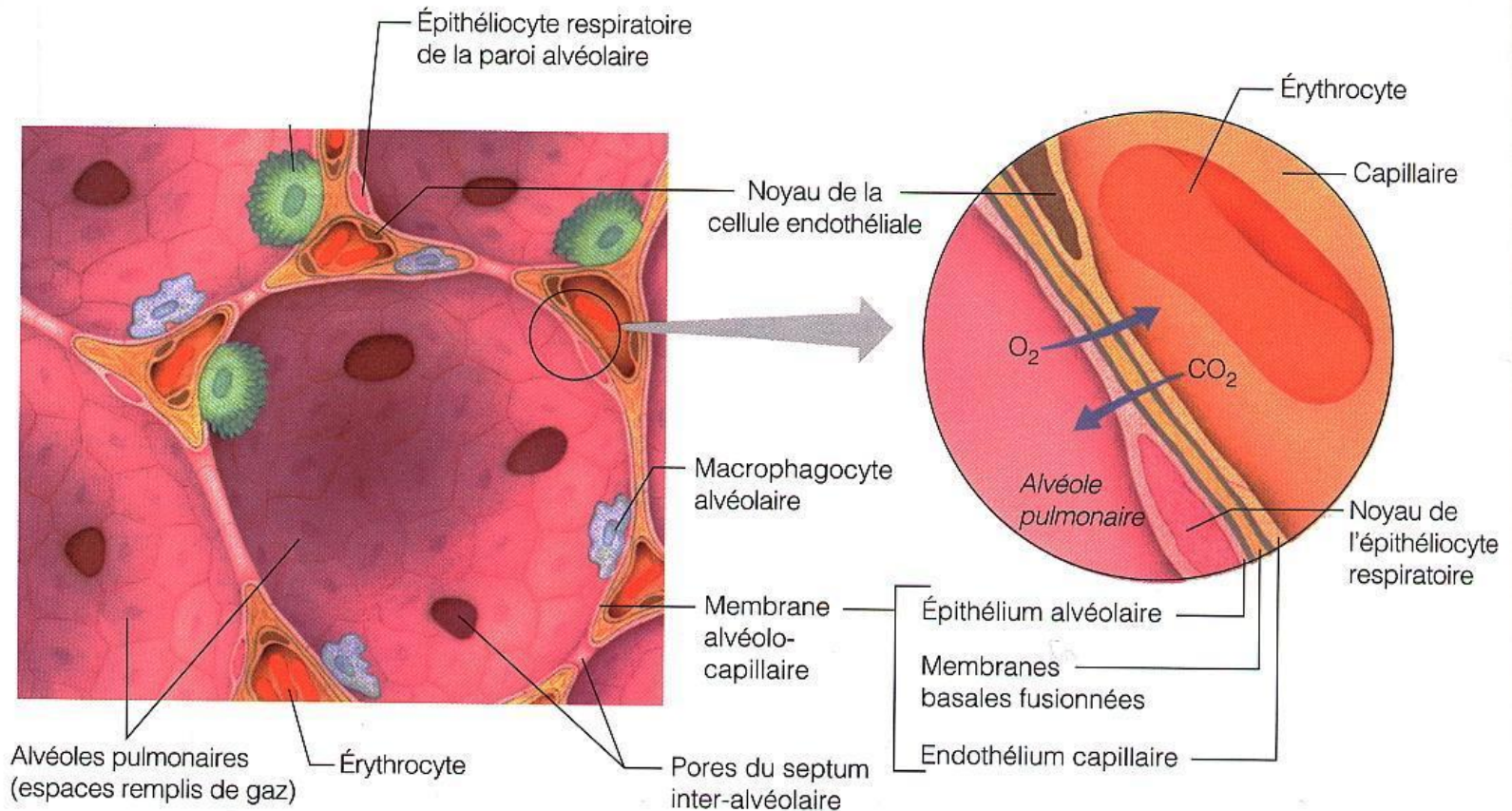
(b)



L'IRRIGATION AU NIVEAU DES ALVÉOLES PULMONAIRES



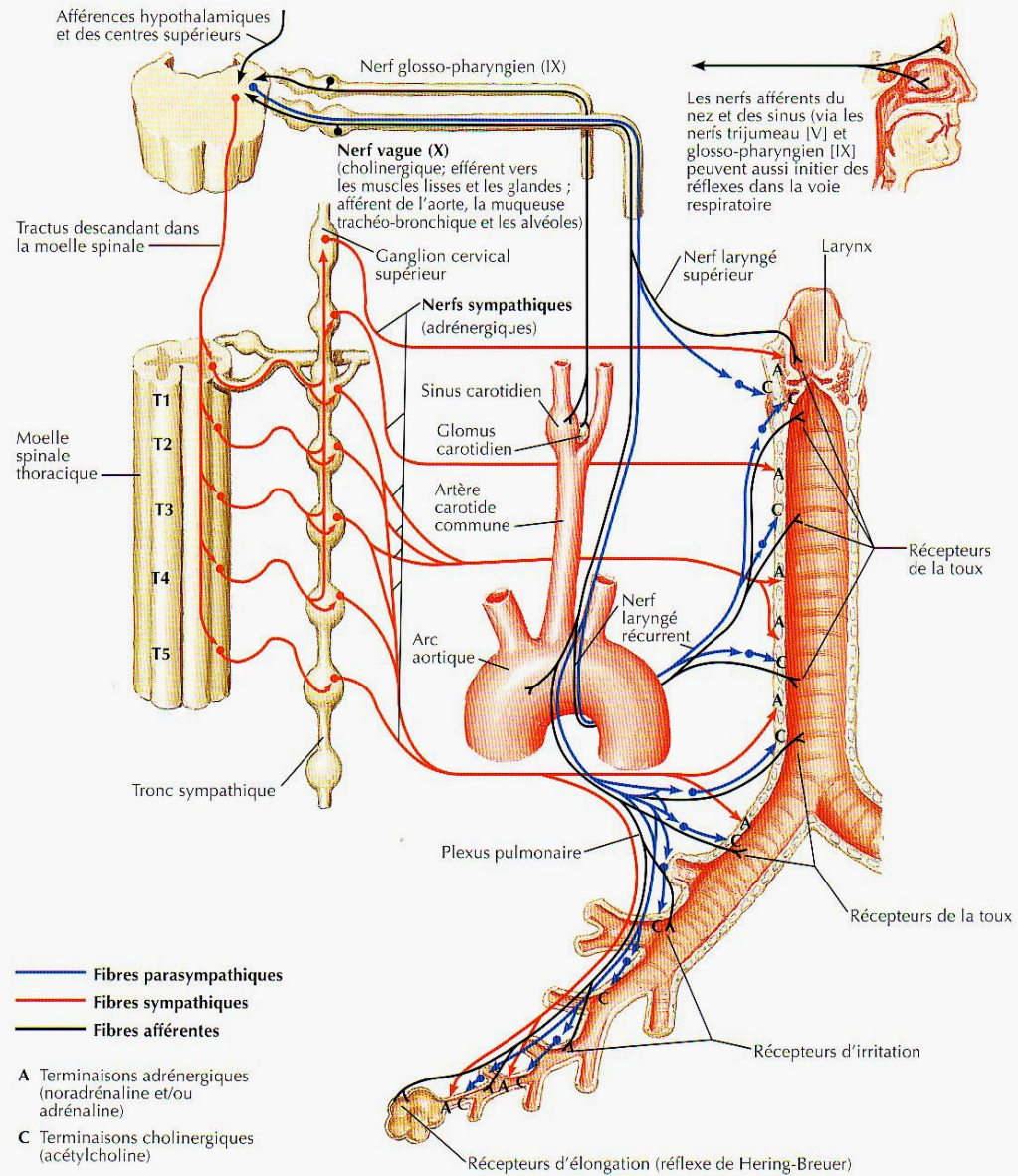
ANATOMIE DE LA MEMBRANE ALVÉOLO-CAPILLAIRE



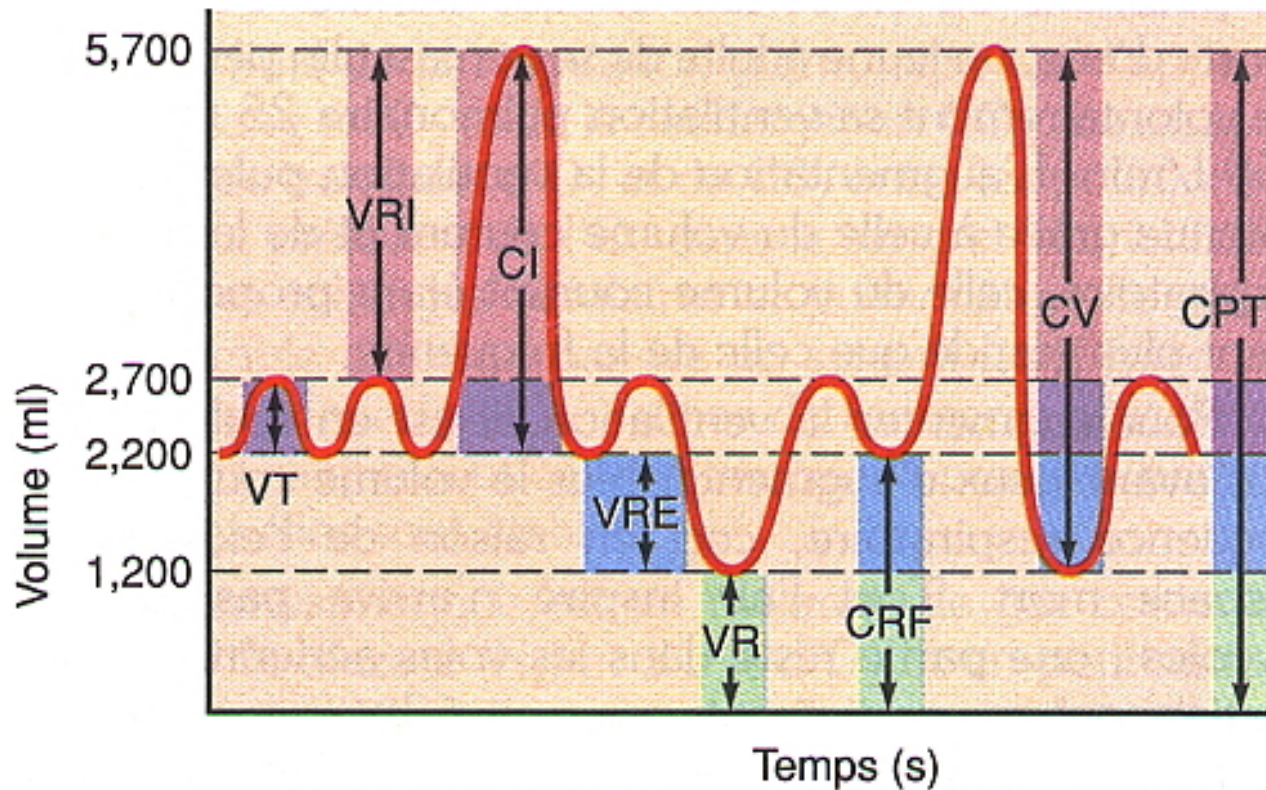
Anatomie de la membrane alvéolo-capillaire. La membrane alvéolo-capillaire comprend les épithéliocytes respiratoires, l'endothélium capillaire et les membranes basales situées entre les deux couches de cellules.

L'oxygène diffuse de l'air alvéolaire au sang des capillaires pulmonaires ; le gaz carbonique diffuse du sang pulmonaire aux alvéoles pulmonaires. Les alvéoles d'une même région sont reliées par de petits pores.

L'INNERVATION PULMONAIRE

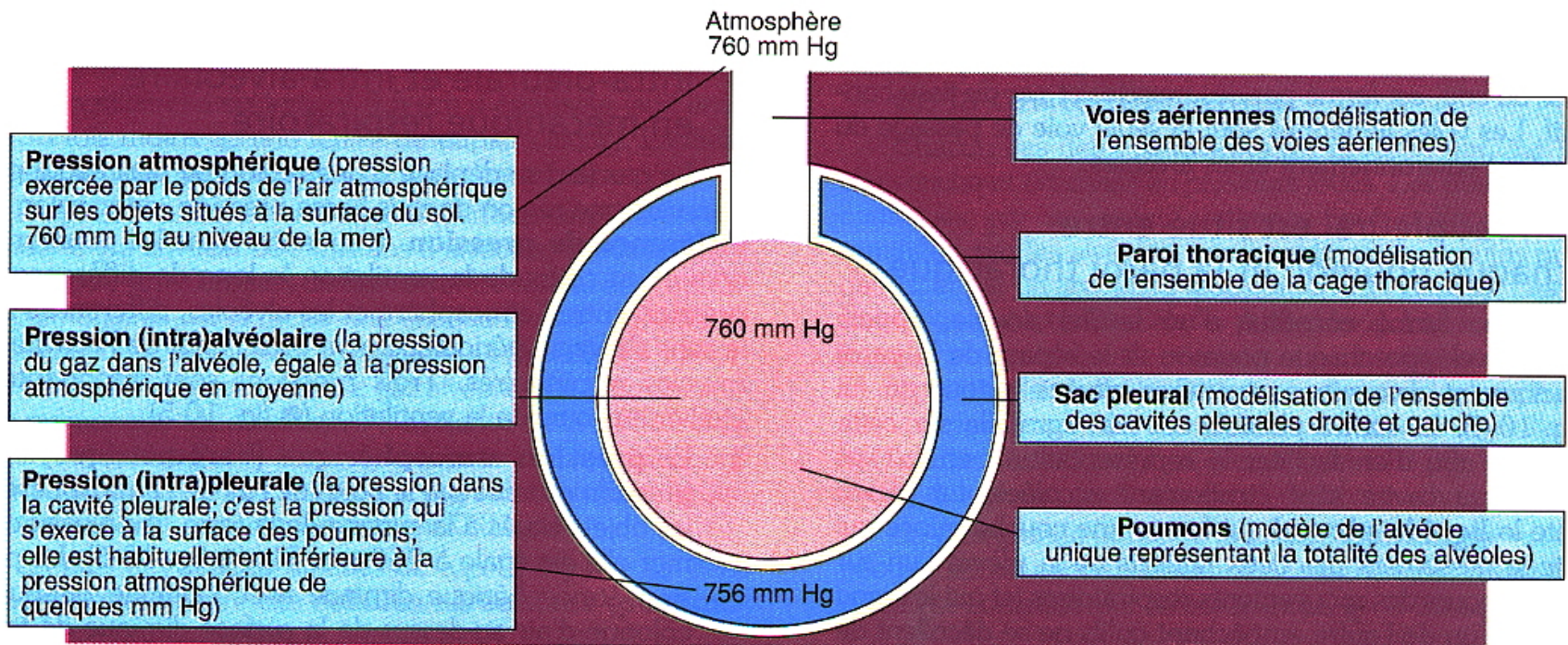


DÉFINITION DES VOLUMES PULMONAIRES



- VT = volume courant (500 ml)
- VRI = volume de réserve inspiratoire (3.000 ml)
- CI = capacité inspiratoire (3.500 ml)
- VRE = volume de réserve expiratoire (1.000 ml)
- VR = volume résiduel (1.200 ml)
- CRF = capacité résiduelle fonctionnelle (2.200 ml)
- CV = capacité vitale (4.500 ml)
- CPT = capacité pulmonaire totale (5.700 ml)

UNE QUESTION DE PRESSION...



BONNE OU MAUVAISE REPONSE?

Expliquez l'ensemble des mécanismes physiques et/ou physiologiques qui font que l'activité physique est de plus en plus difficilement réalisable quand vous montez en altitude.

En altitude, l'oxygène se fait plus rare qu'en plaine. L'érythropoïétine est située dans la moelle osseuse et contrôle la production de globules rouges. L'EPO va donc réagir et augmenter la production de globules rouges.

Cette augmentation de globules rouges va permettre d'augmenter les apports en O_2 dans le sang.

Ce qui compensera le fait qu'il y ait moins d'oxygène en altitude. Il faut deux semaines pour que le corps s'habitue à ce phénomène et pour que la compensation soit devenue naturelle.

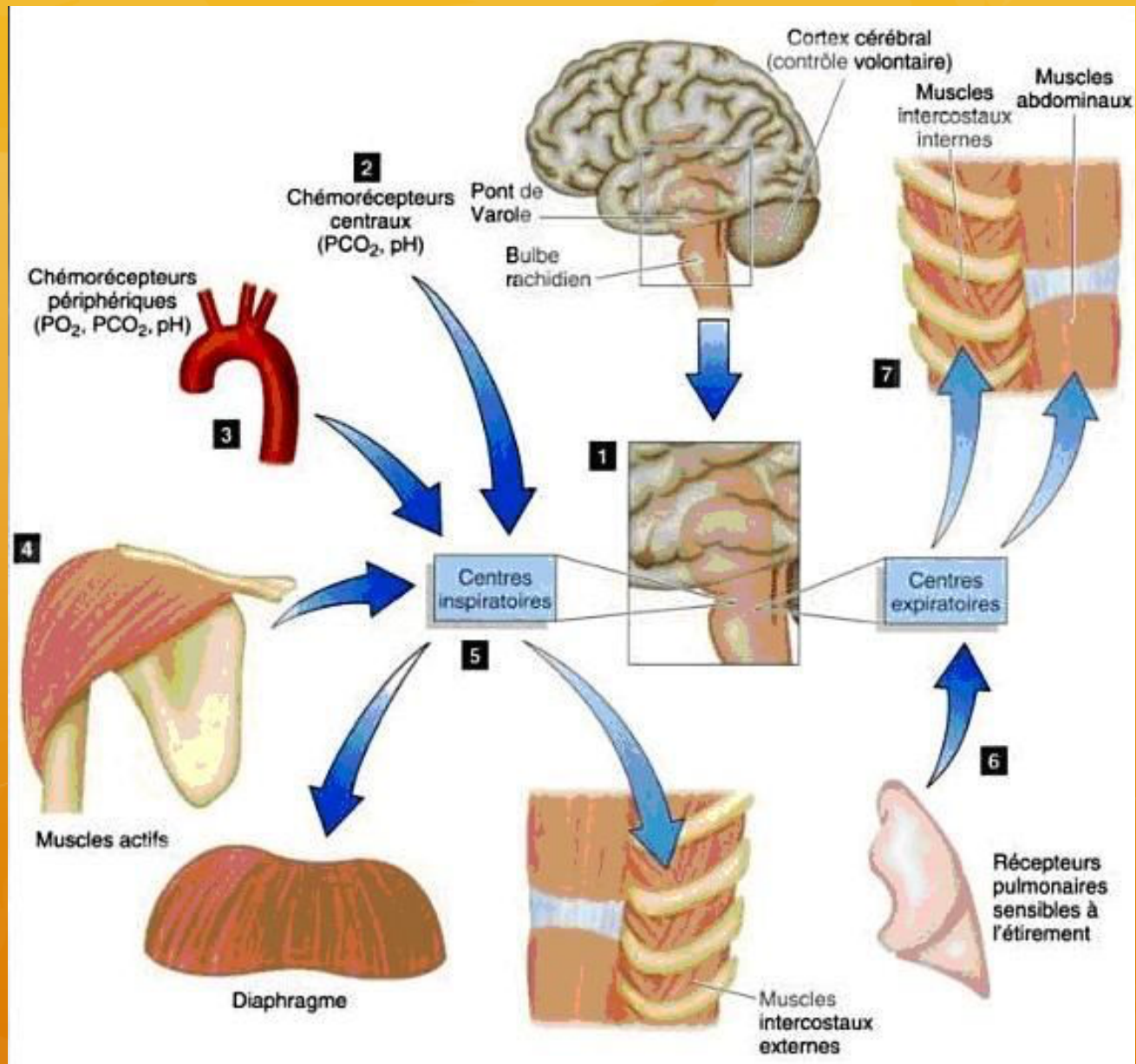
...

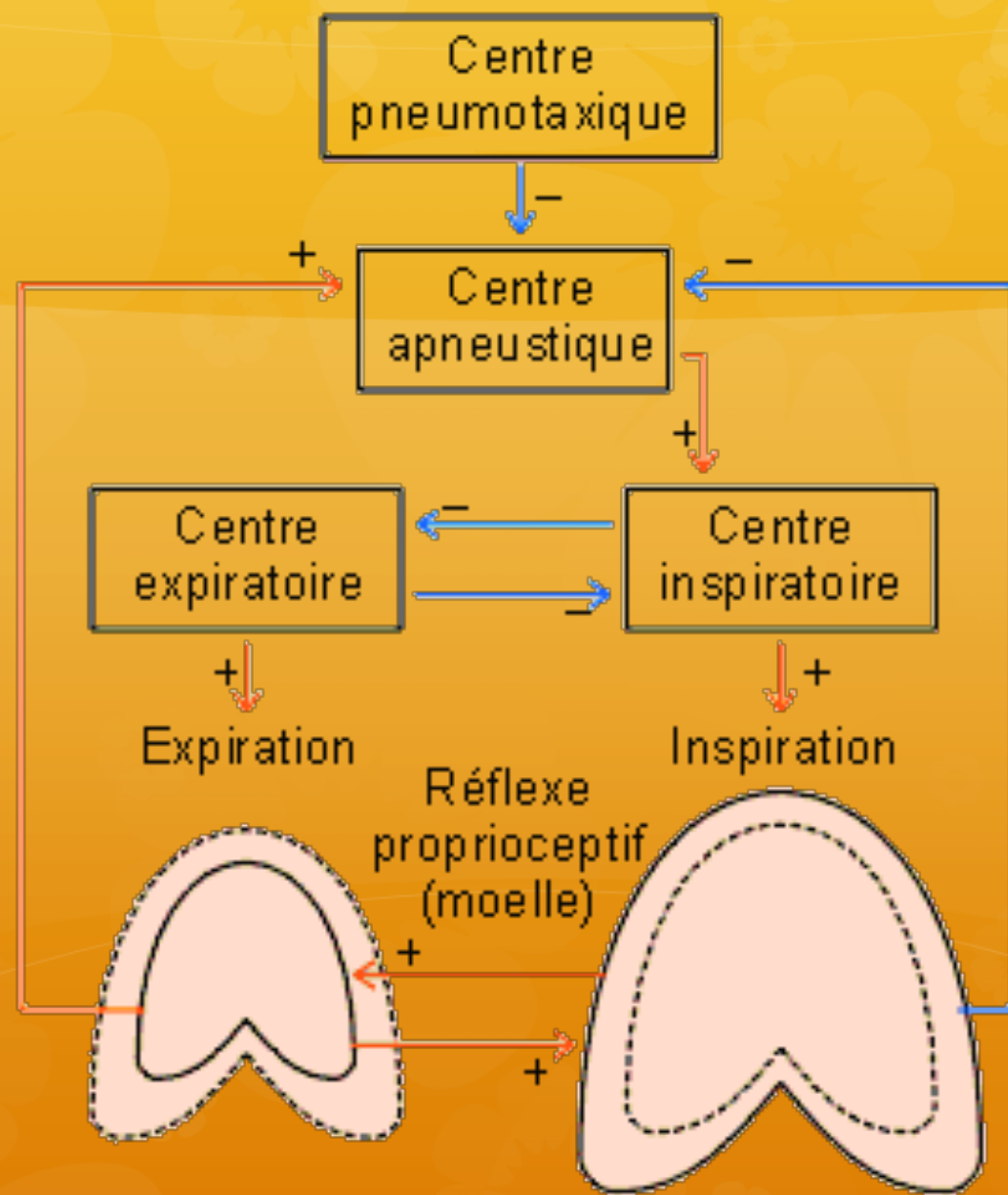
BONNE OU MAUVAISE REPONSE?

Expliquez l'ensemble des mécanismes physiques et/ou physiologiques qui font que l'activité physique est de plus en plus difficilement réalisable quand vous montez en altitude.

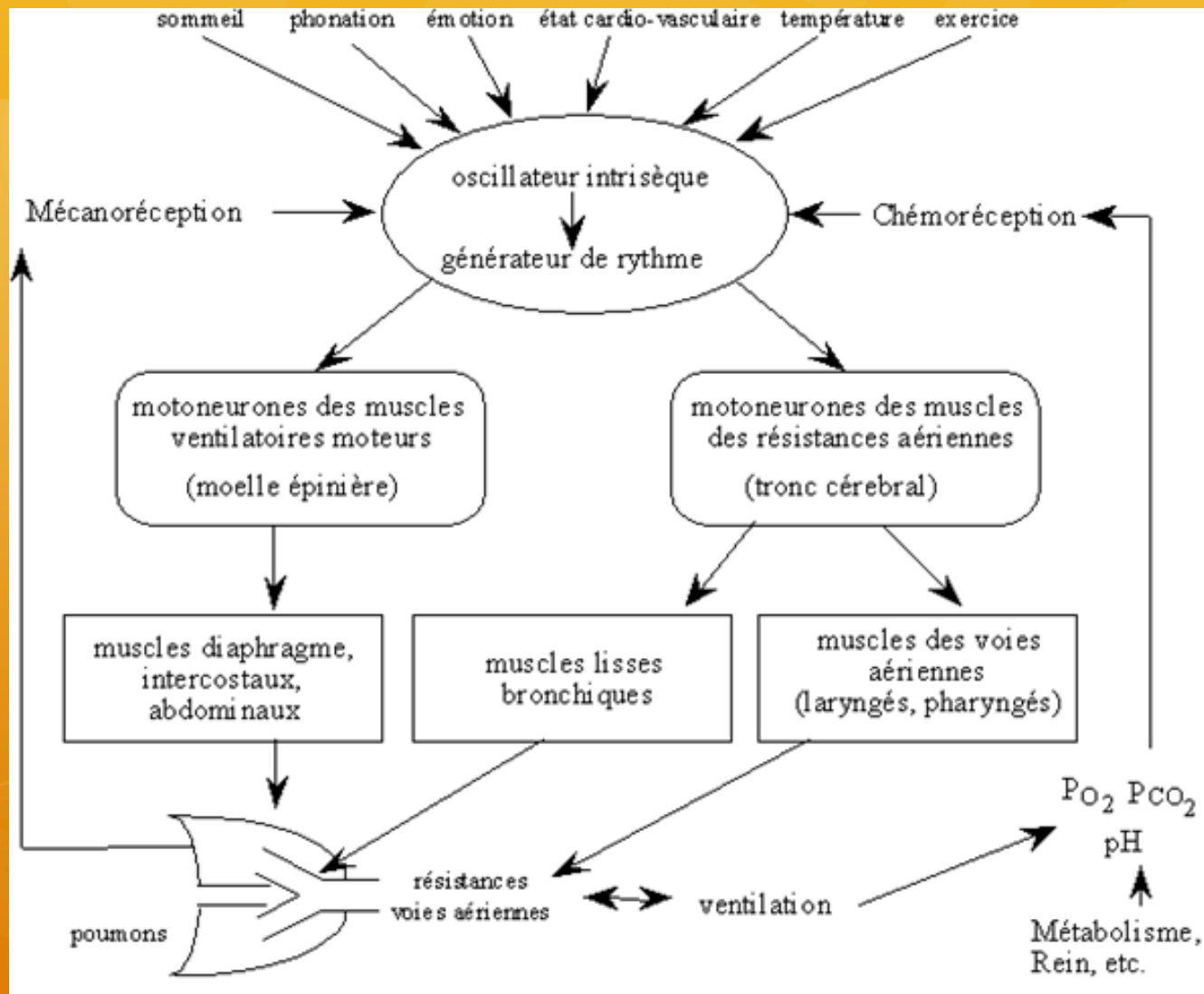
Plus on monte en altitude et plus la pression atmosphérique diminue. Notre système respiratoire est régi par la loi des gaz qui dit que les gaz se déplacent des zones de haute pression vers les zones de basse pression. La pression atmosphérique étant beaucoup plus basse qu'au niveau de la mer, notre diaphragme devra faire un travail plus conséquent afin de diminuer la pression intrapleurale et donc la pression intrapulmonaire afin que celle-ci soit inférieure à la pression atmosphérique et que l'air (et donc le dioxygène) rentre dans nos poumons.

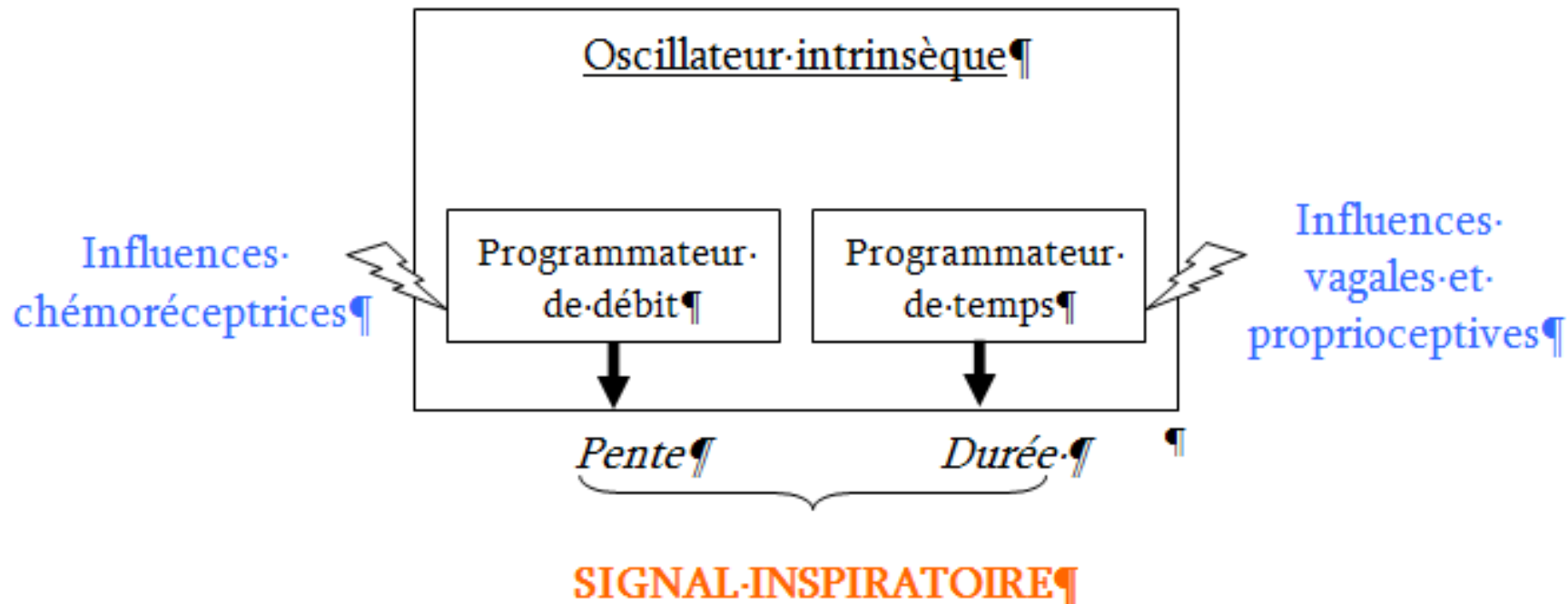
CONTRÔLE CENTRAL DE L'INSPIRATION





CONTRÔLE DU RYTHME RESPIRATOIRE



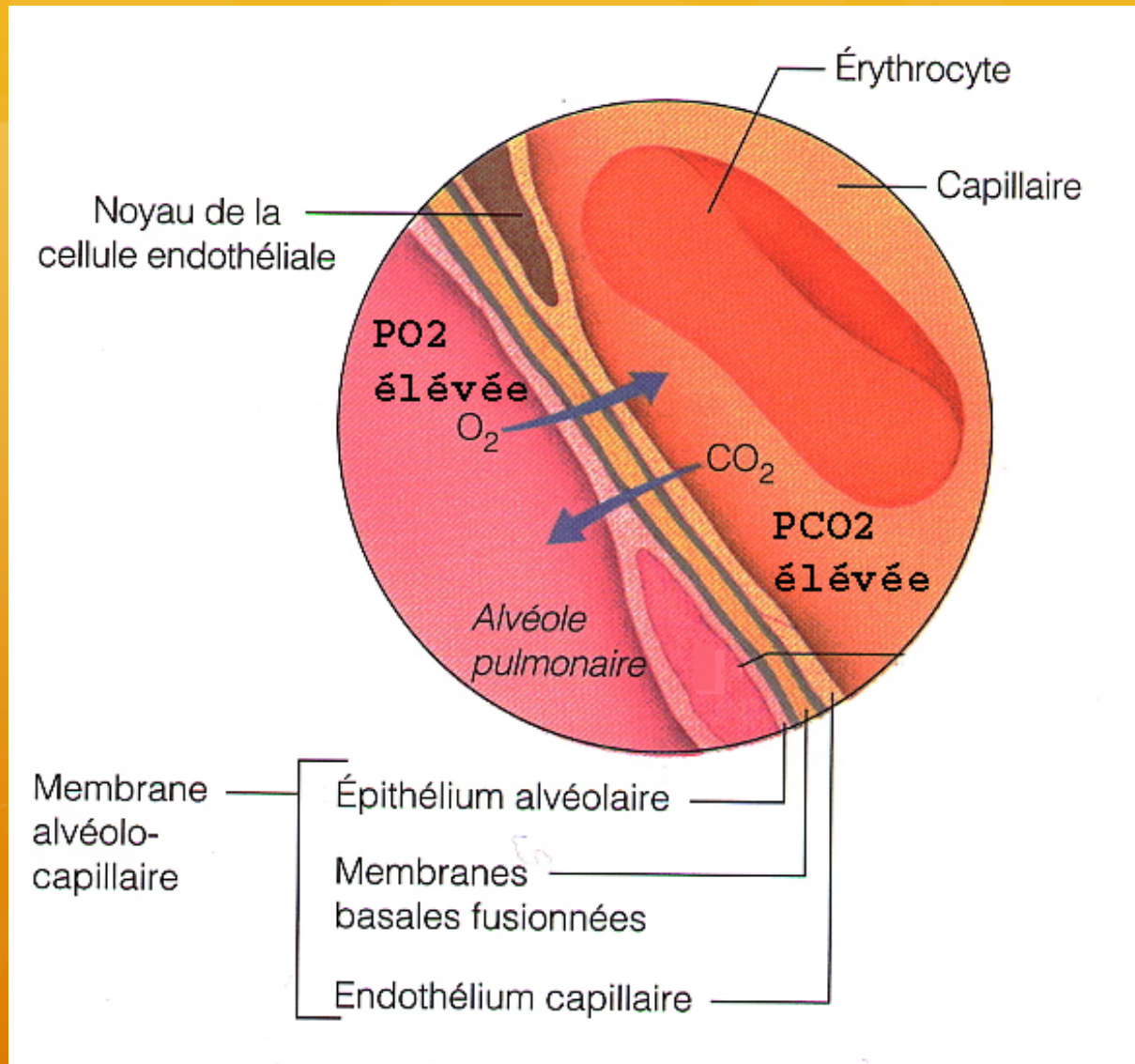




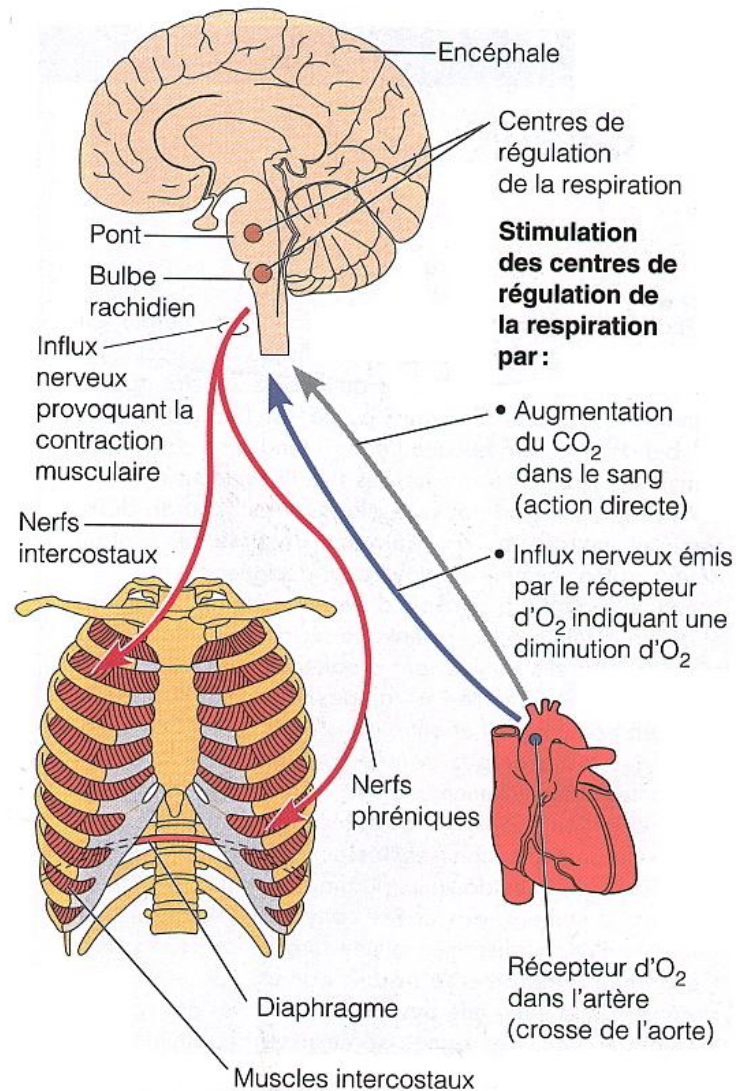
Question

Pourquoi au niveau de la membrane alvéolo-capillaire le O_2 passe du milieu aérien vers le sang et le CO_2 passe du milieu sanguin vers le milieu aérien?

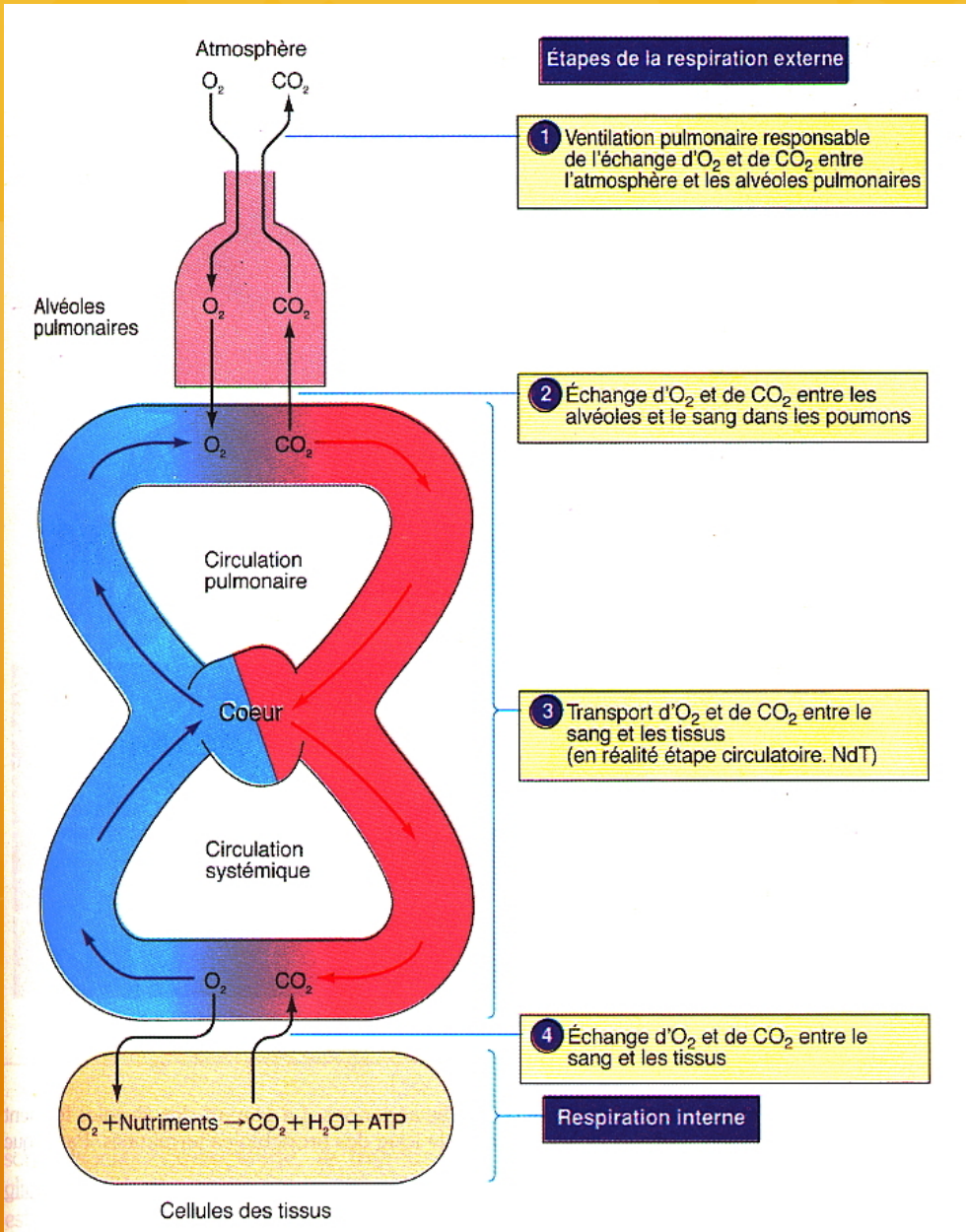
LES ÉCHANGES GAZEUX ALVÉOLAIRES



PO₂ ET PCO₂, STIMULATEURS DE LA RESPIRATION



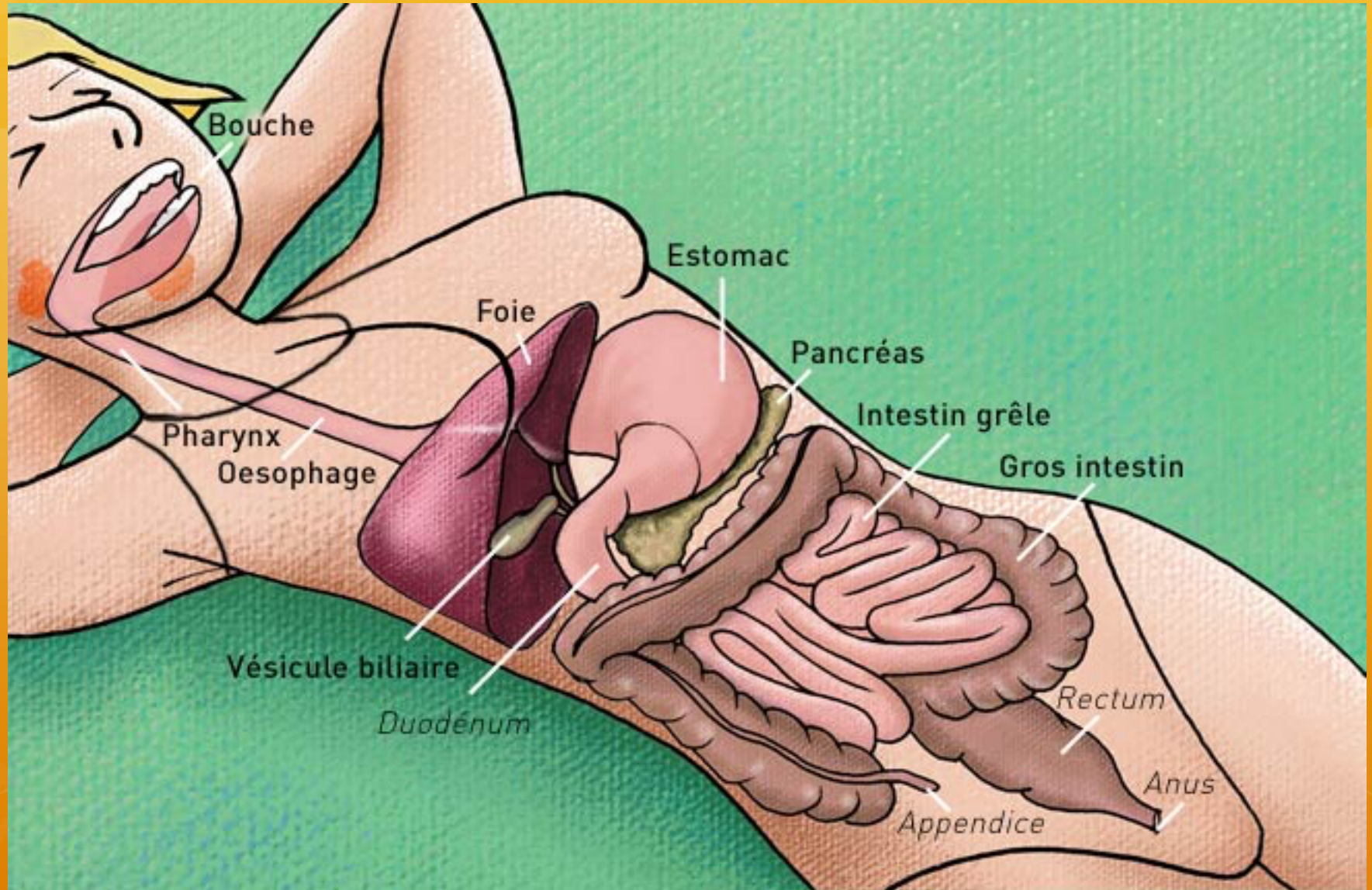
Centres de régulation de la respiration, influx sensoriels et nerfs moteurs impliqués.



LA DIGESTION

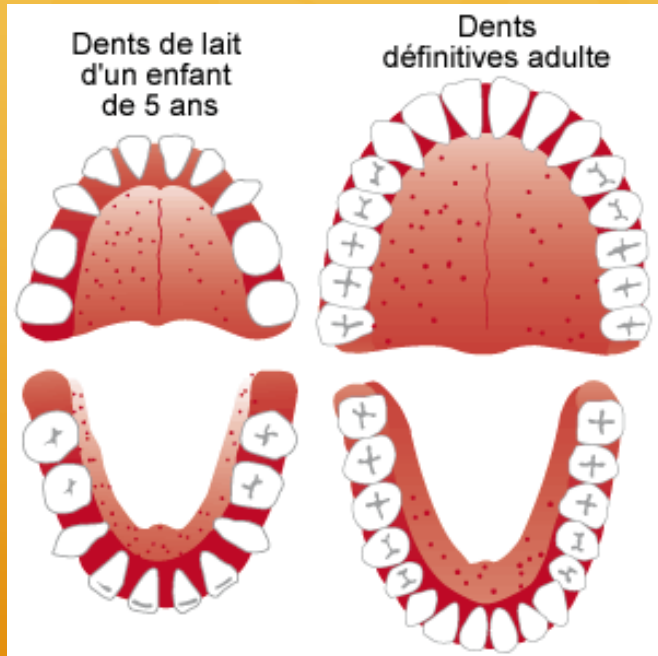


LE SYSTÈME DIGESTIF

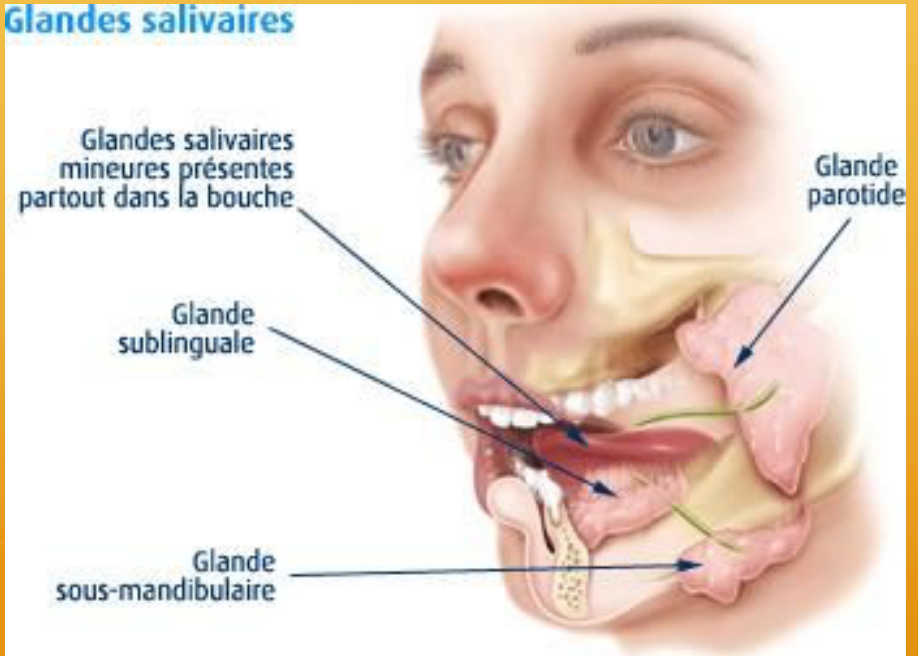


+ glandes salivaires

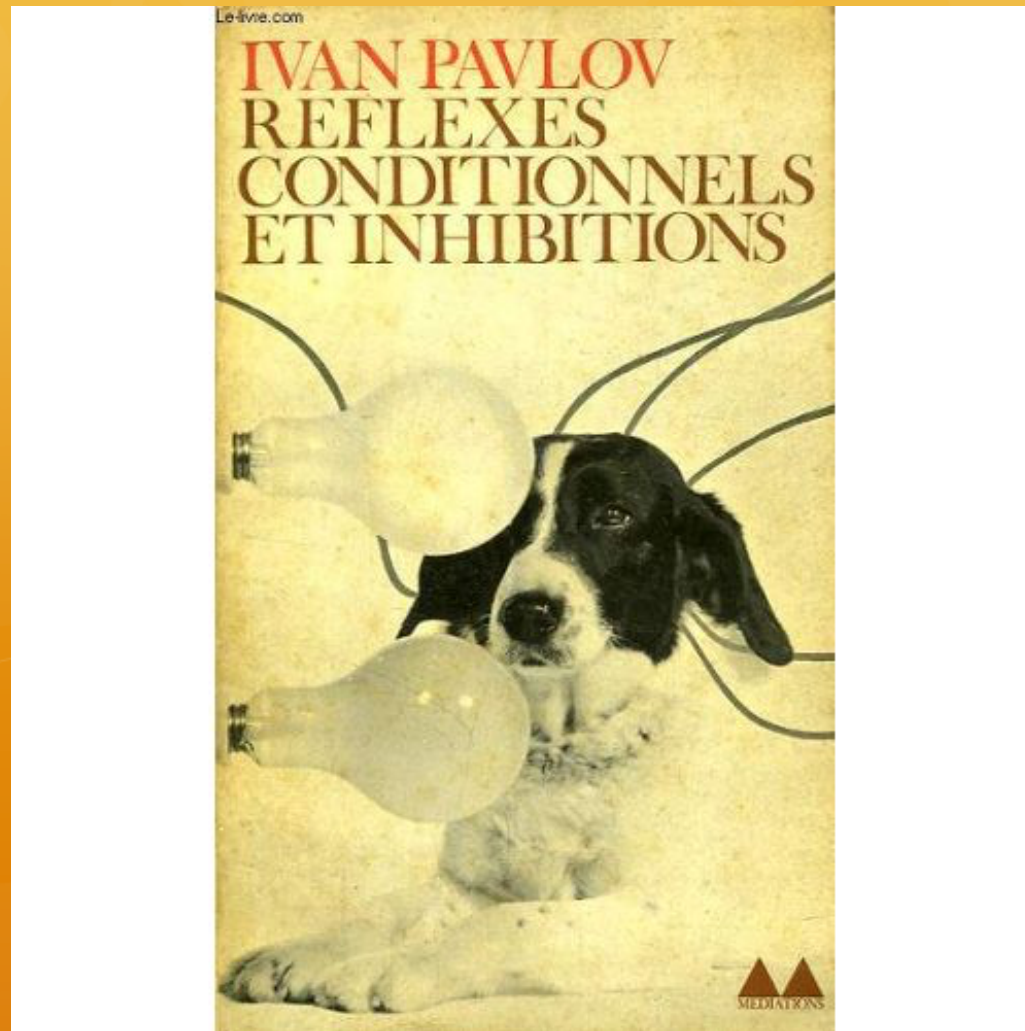
UNE SUCCESSION D'ATTAQUE CHIMIQUE ET MECANIQUE



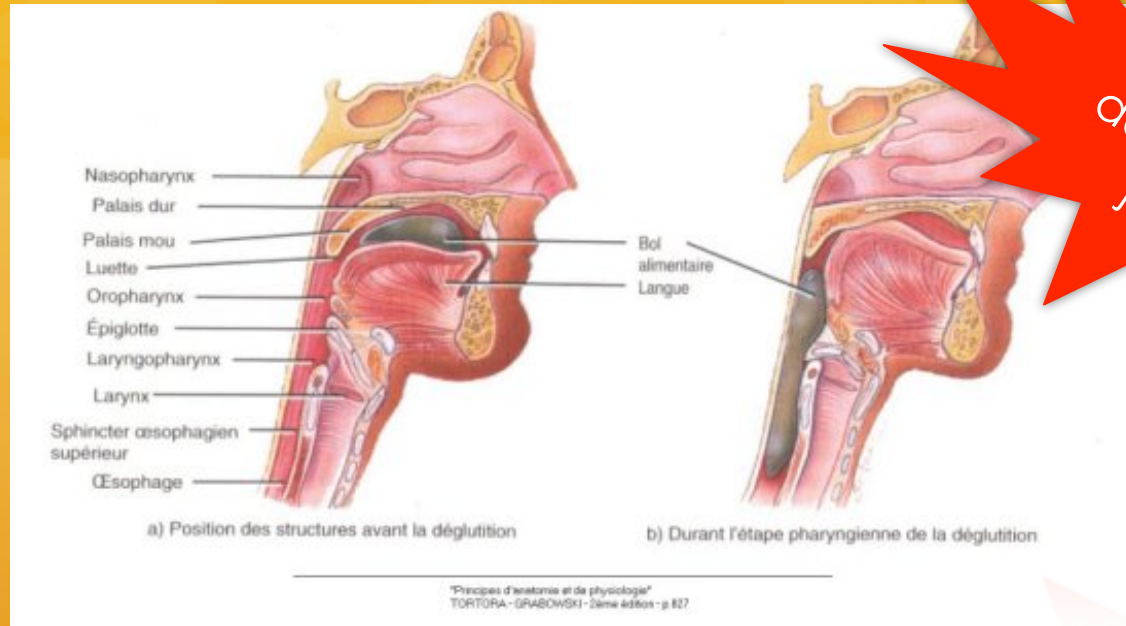
Glandes salivaires



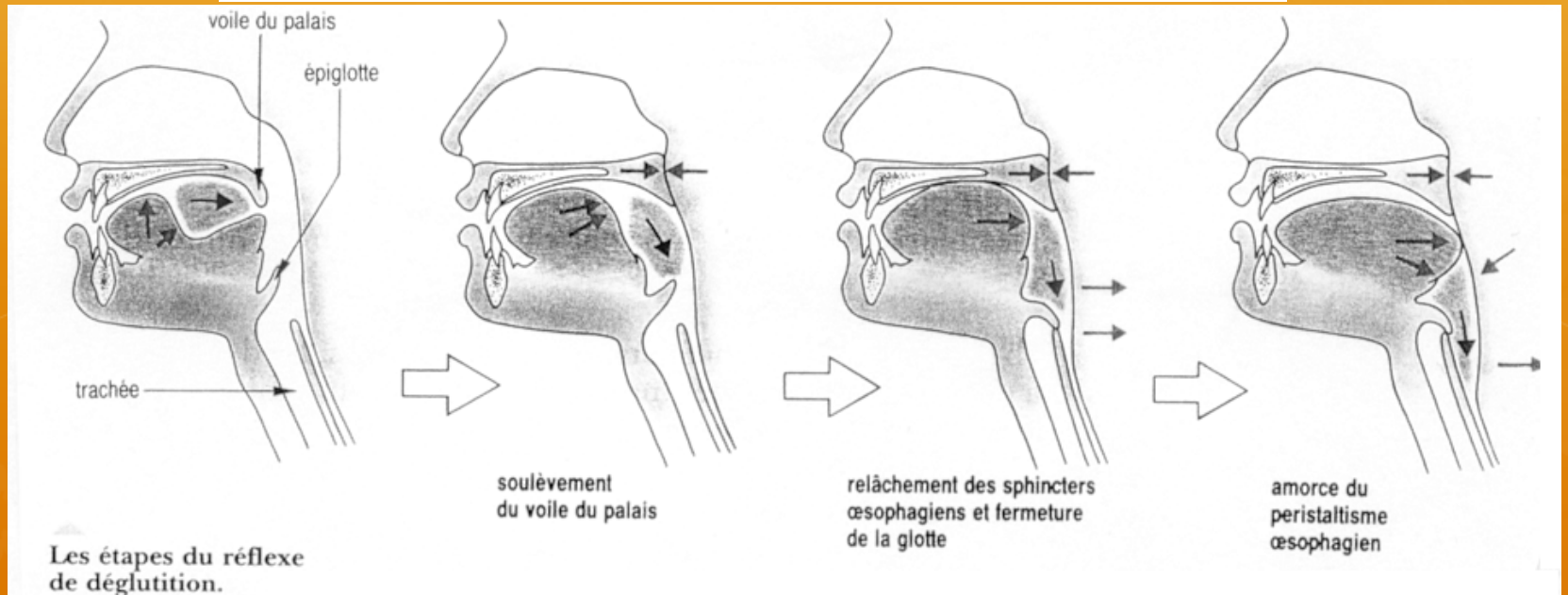
« Nous sommes tous Pavlovien! »



LA DÉGLUTITION



3000 déglutitions/jour !!!



L'ETAPE OESOPHAGIENNE

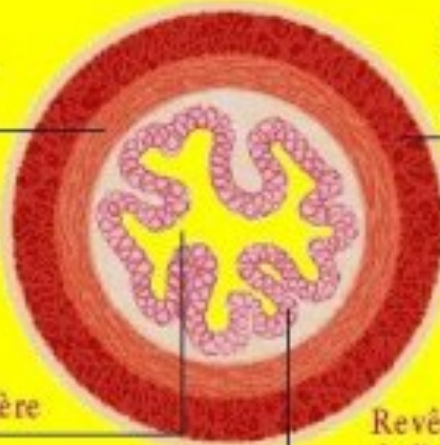
COUPE TRANSVERSALE DE L'ESOPHAGE

Muscle
circulaire
interne

Muscle
longitudinal
externe

Lumière

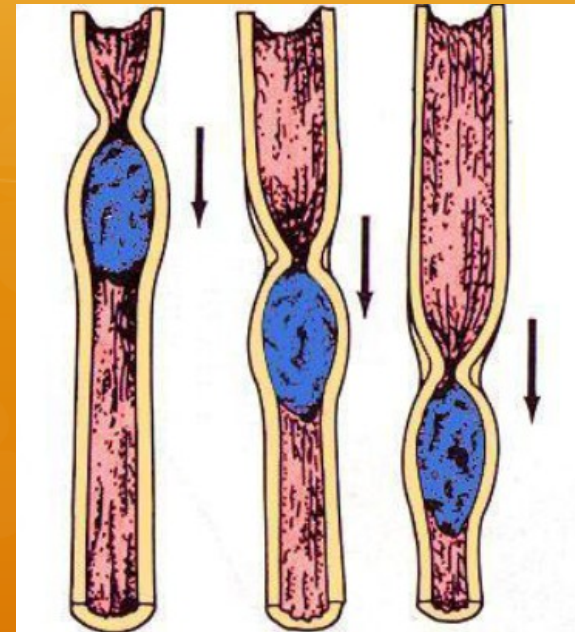
Revêtement
de l'œsophage



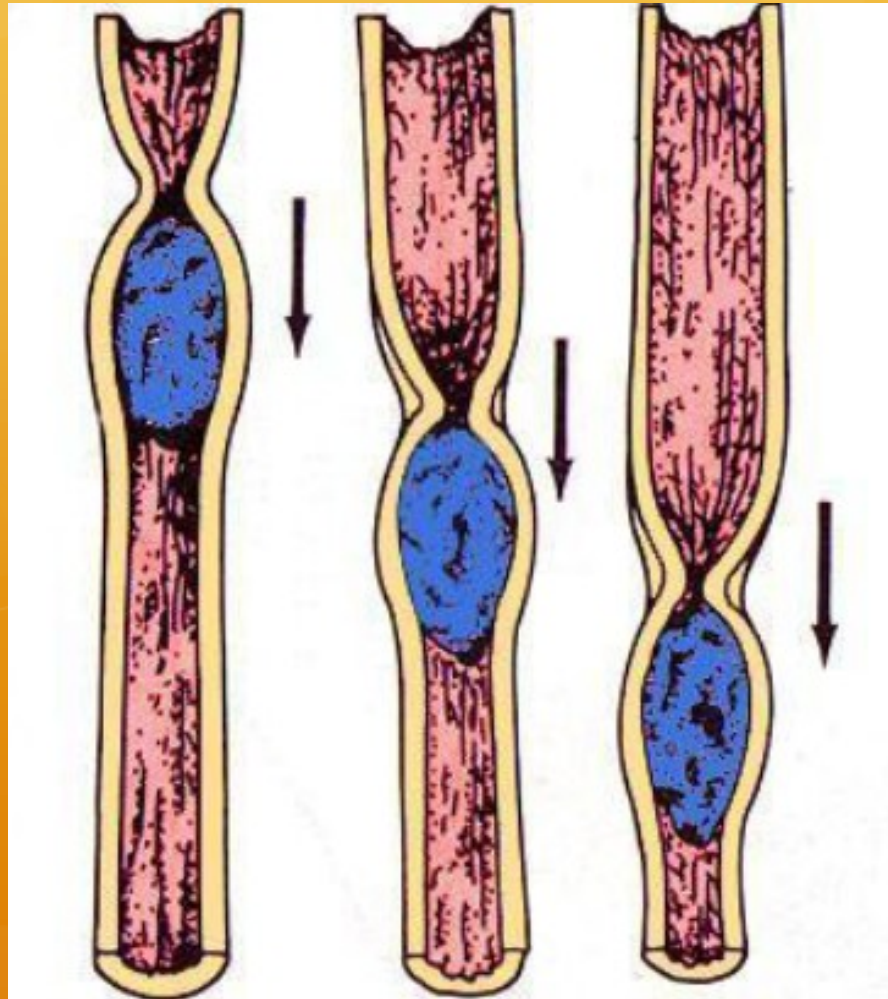
UNE COUPE de l'œsophage montre que sa paroi comporte plusieurs couches. Sur la face interne de cette paroi se trouvent des cellules épithéliales qui sécrètent un liquide visqueux facilitant la progression des aliments le long de l'œsophage. La paroi comprend également deux couches musculaires qui se contractent pendant la déglutition, poussant les aliments vers l'estomac.

Larousse multimédia - Encyclopédie du corps humain

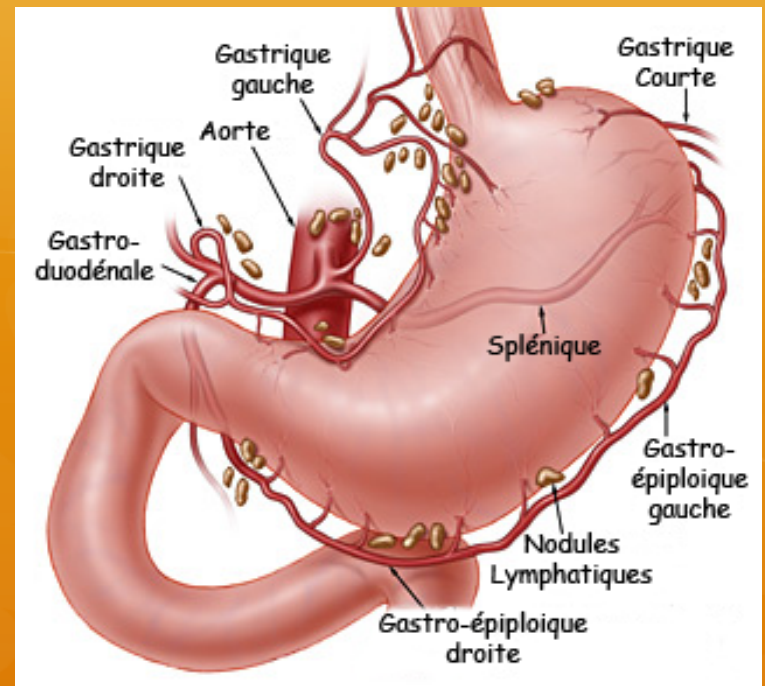
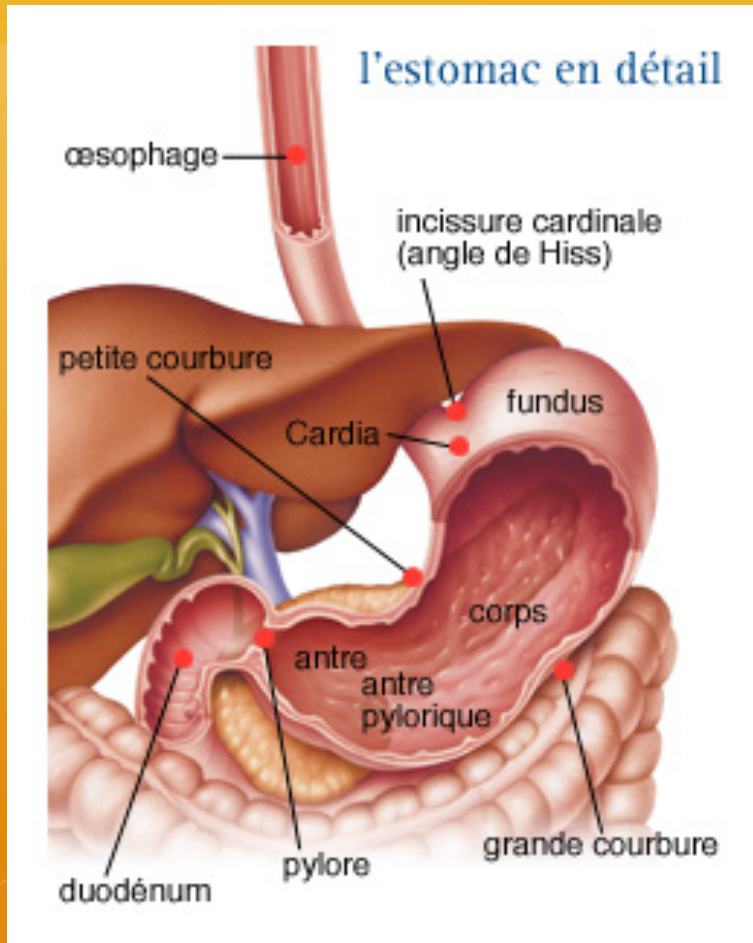
Péristaltisme
oesophagien:



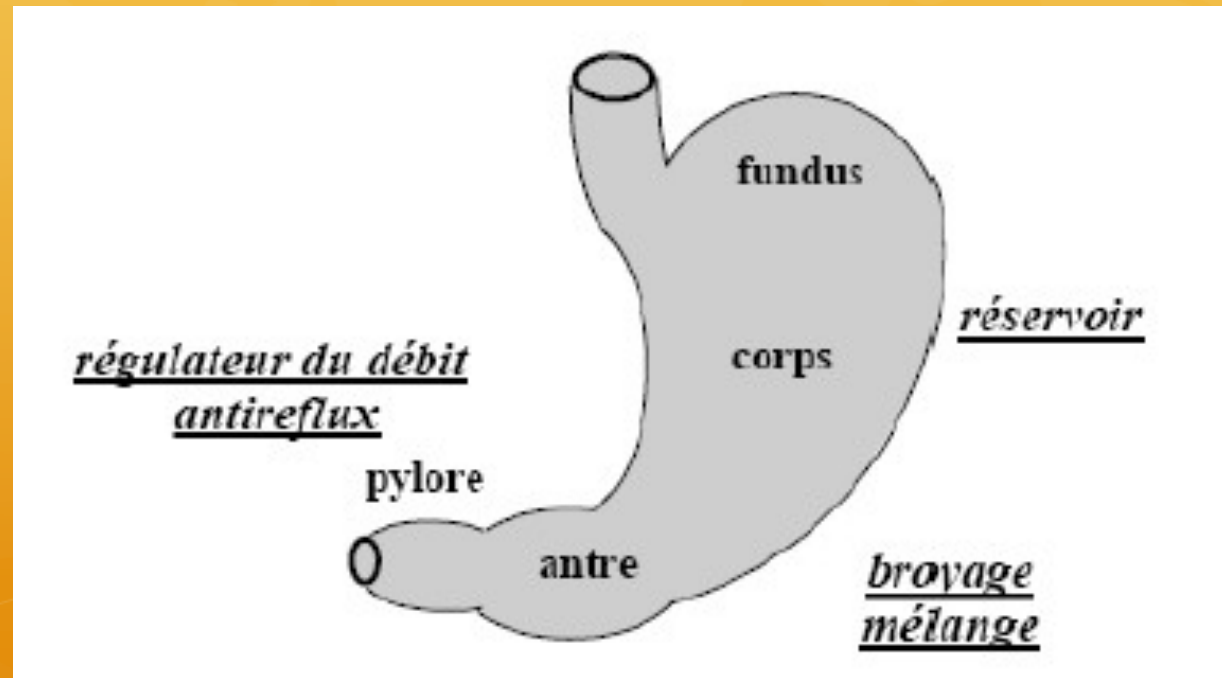
PERISTALTISME OESOPHAGIEN



ANATOMIE DE L'ESTOMAC

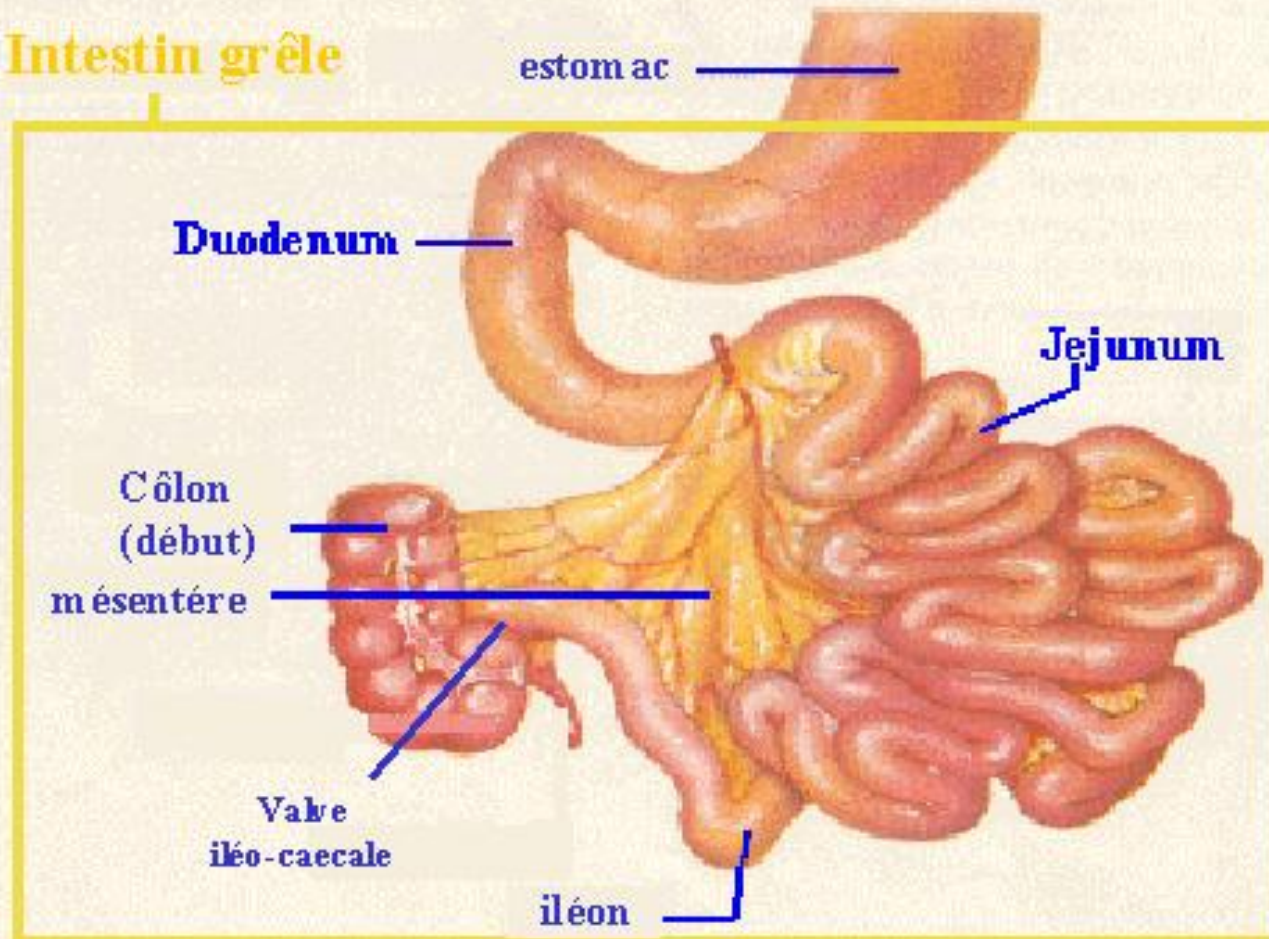


ROLE DU PYLORE



ANATOMIE DE L'INTESTIN GRÊLE

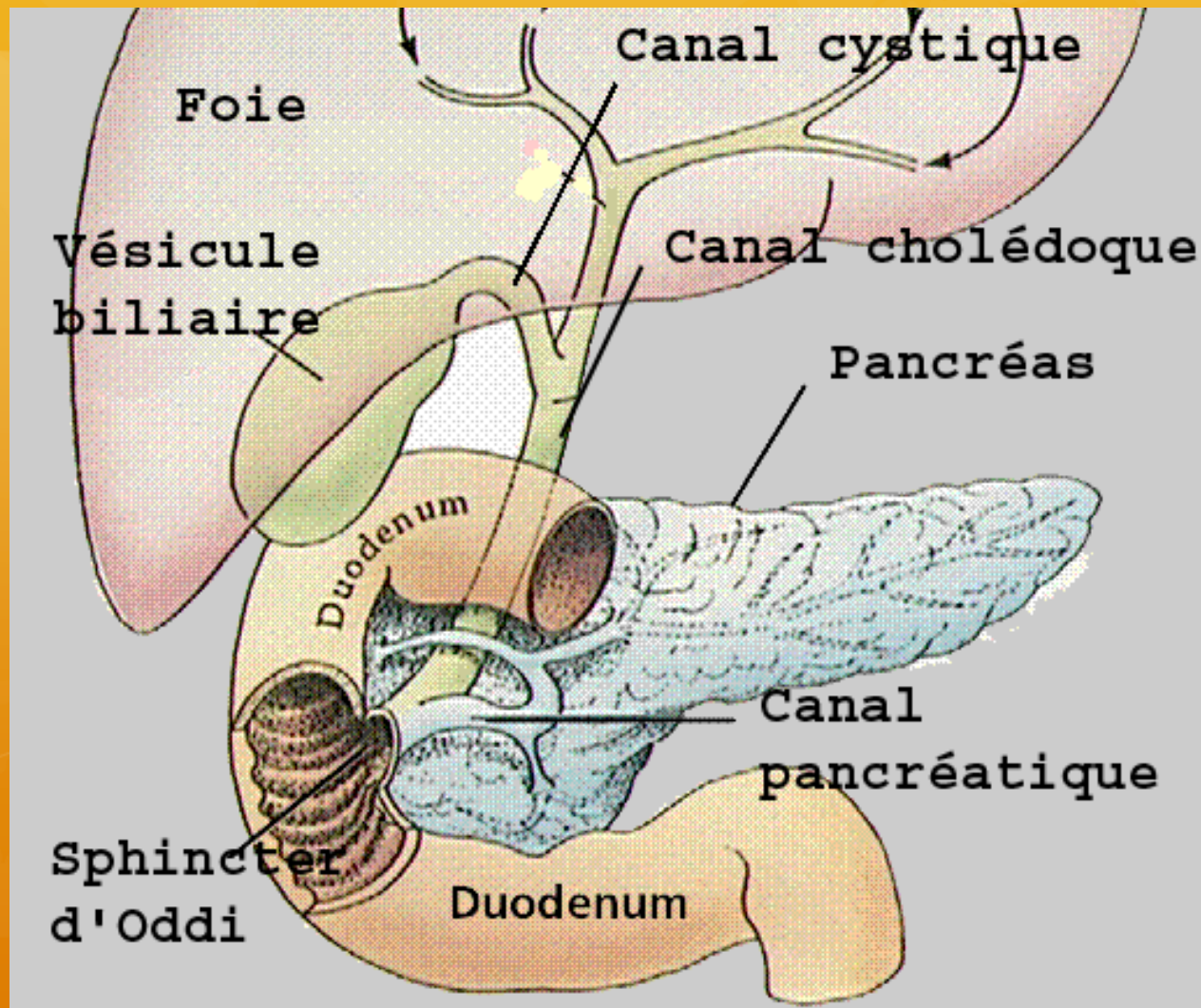
Intestin grêle



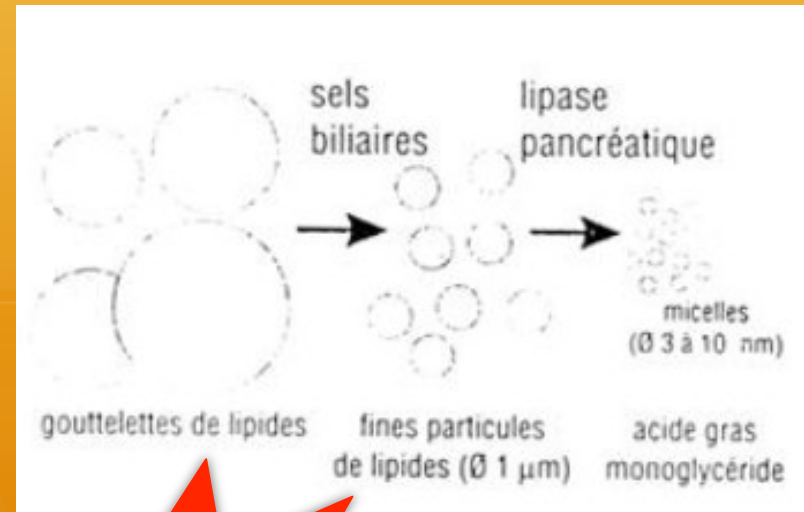
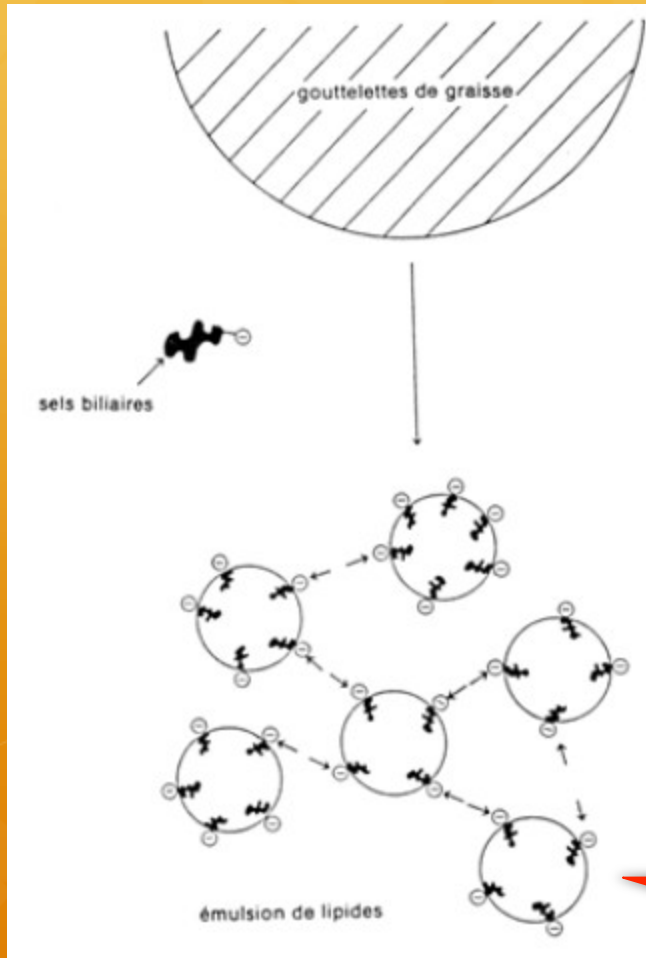
APPRENONS A ETRE PRECIS

Pourquoi faut-il éviter de dire:

« Le jéjunum est une partie de la digestion qui se situe dans l'intestin grêle. » ?



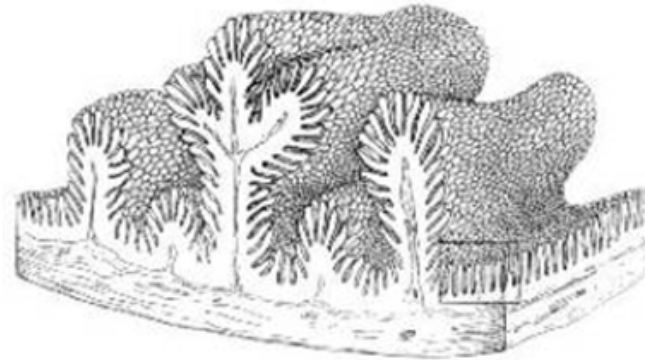
ACTION DE LA BILE ET DU SUC PANCRÉATIQUE



Bile: 800 mL/j !!!



coupe de l'intestin grêle (microscope
optique X150)

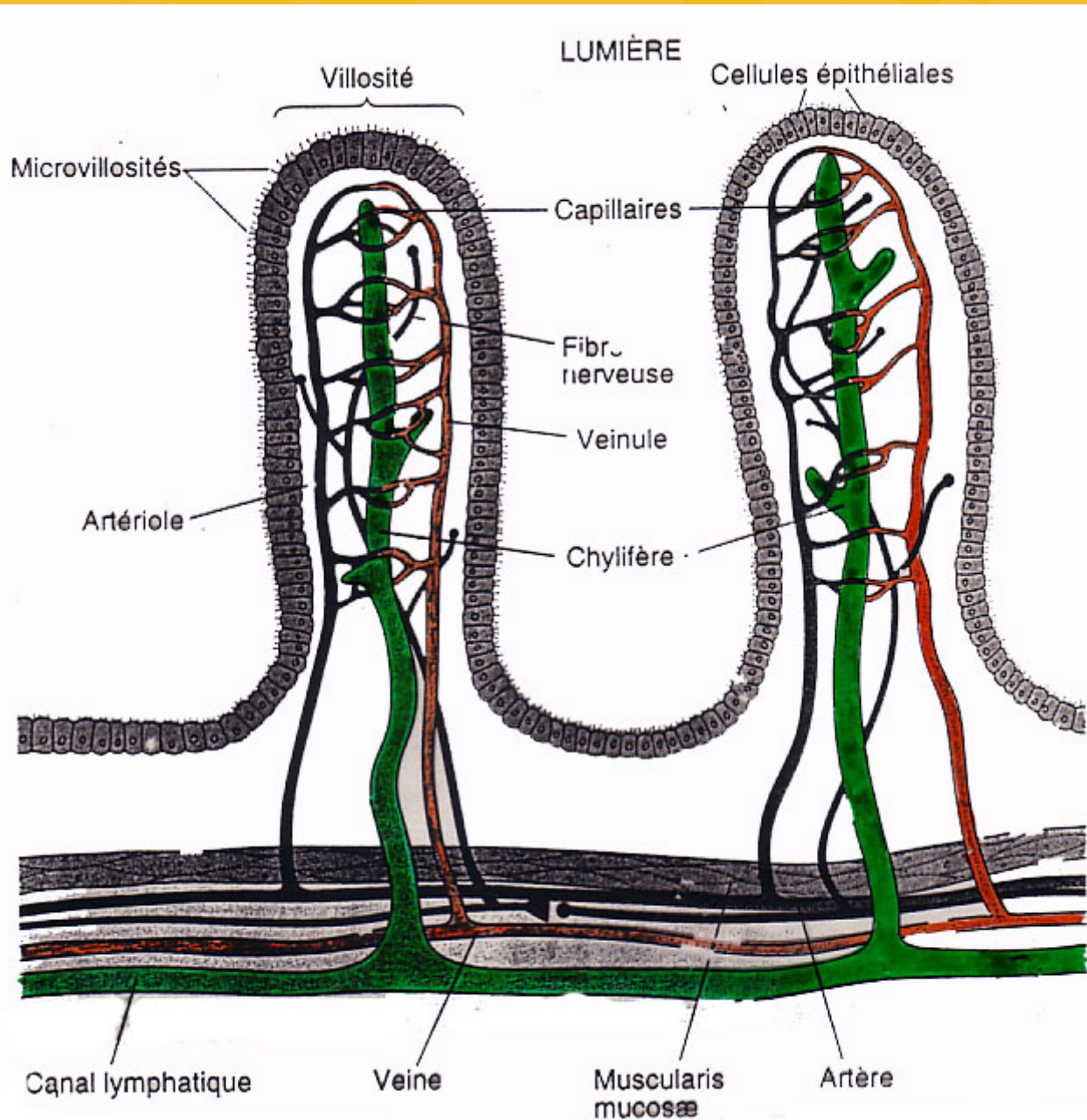


représentation schématique de la paroi
intestinale

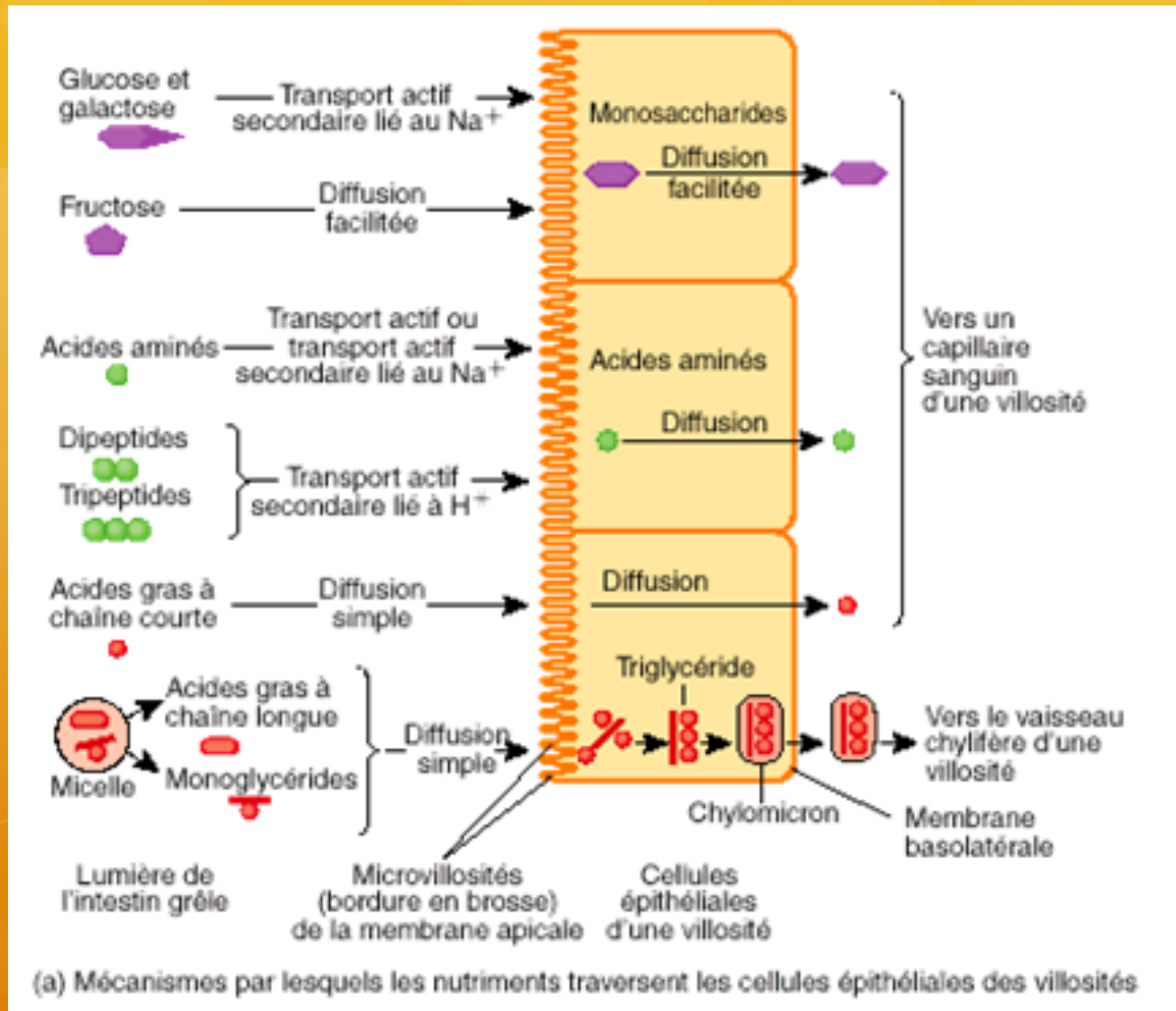


Les microvillosités intestinales (microscopie électronique)

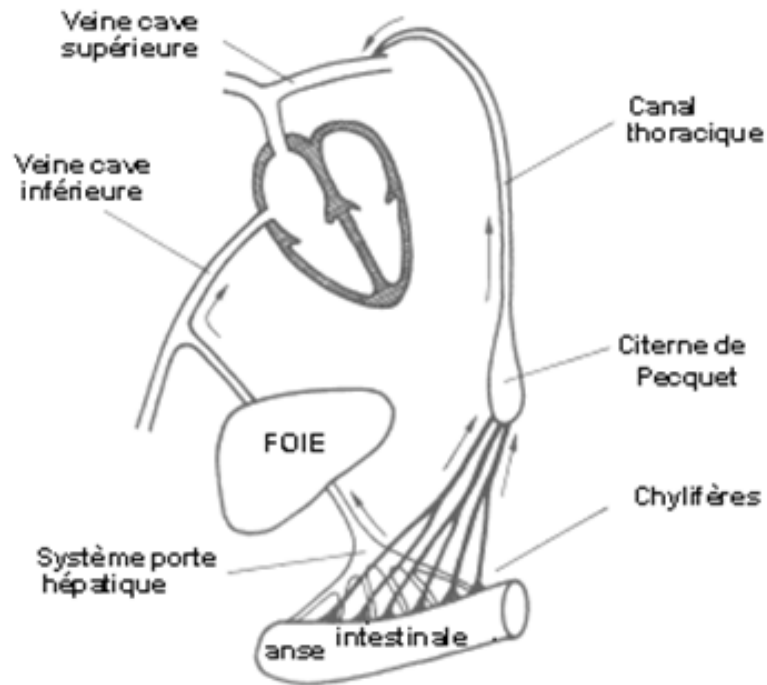
LE SYSTÈME D'ABSORPTION INTESTINALE



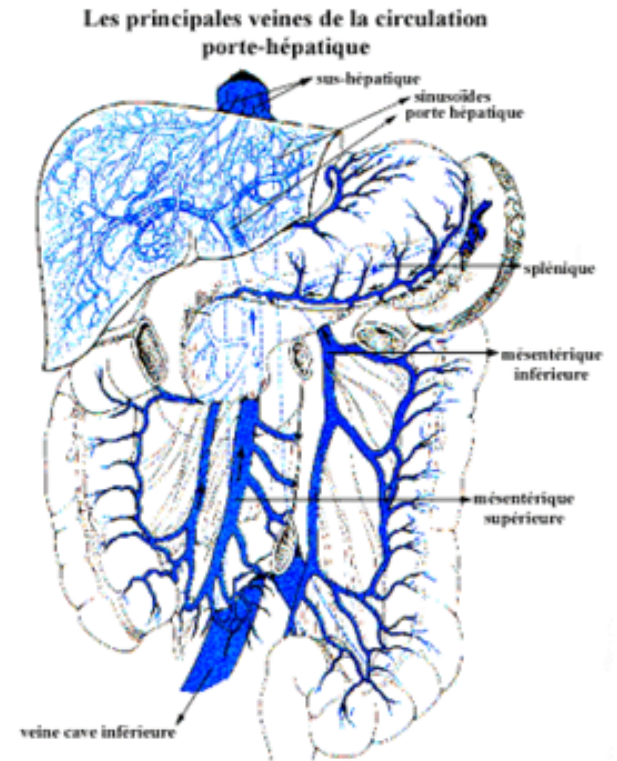
LES TYPES DE TRANSPORTS À TRAVERS LA BARRIÈRE INTESTINALE



LE RETOUR AU COEUR

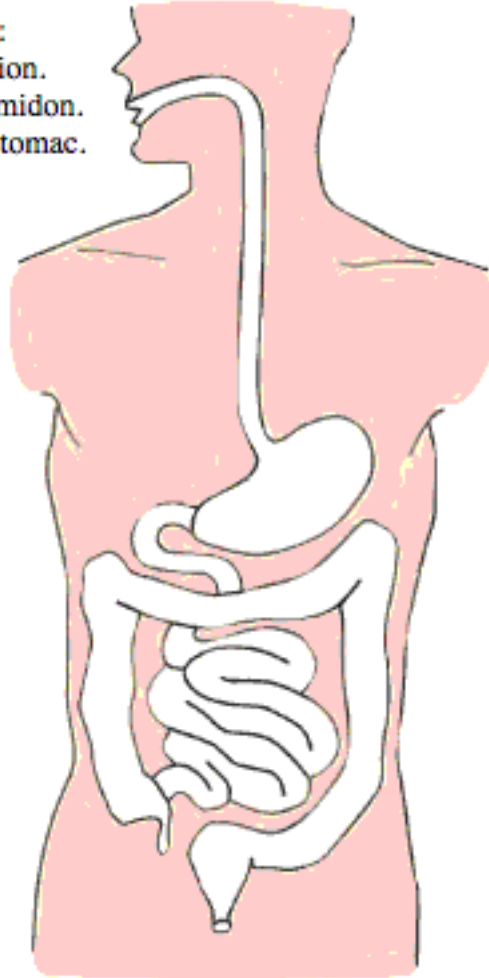


Les deux systèmes de drainage de l'absorption intestinale

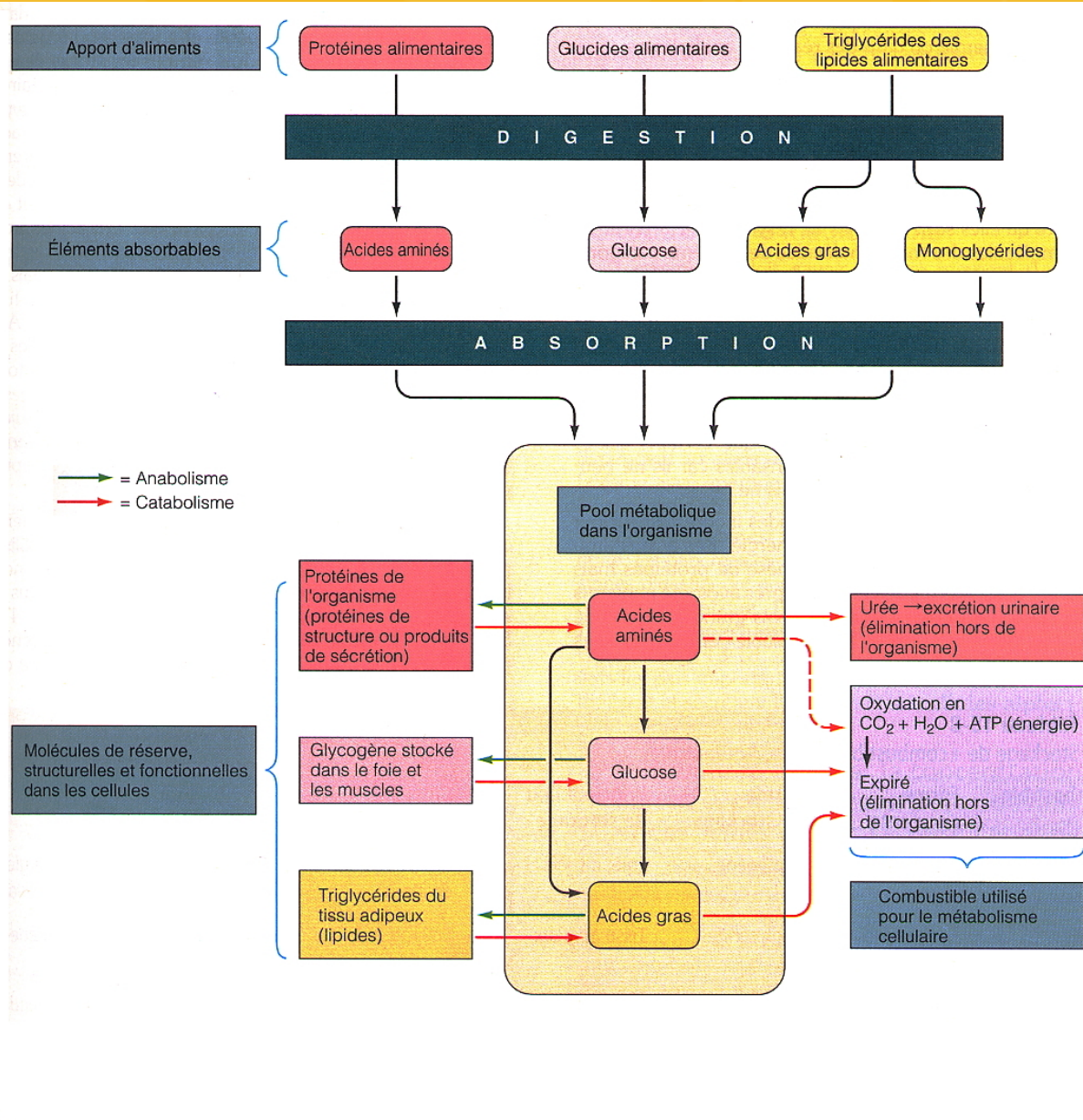


Bilan

Dans la bouche et le pharynx :
Ingestion, mastication et déglutition.
La salive amorce la digestion de l'amidon.
Durée: 40 à 50 secondes jusqu'à l'estomac.



BILAN GÉNÉRAL ET RÔLE DES NUTRIMENTS



APPRENONS A ETRE PRECIS

Pourquoi faut-il éviter de dire simplement:

« Les protides servent à maintenir un certain équilibre de notre organisme alors que les lipides, eux, ont un rôle structural et ne sont pas utilisés lors d'une contraction d'un muscle sauf en cas d'épuisement des glucides » ?

BONNE OU MAUVAISE REPONSE?

Précisez l'utilité pour le corps de chacun des différents éléments fournis par l'alimentation

L'alimentation fournit au corps différentes éléments qui lui sont utiles. Elle nous fournit des glucides, lipides...

L'alimentation est pour le corps un moyen de refaire ses réserves qu'il a consommé ou expulsé lors de la digestion puis de l'expulsion des déchets. Selon les aliments que nous mangeons, ils nous apportent différents éléments qui sont utiles ou non lors de leur consommation. Si ils ne le sont pas, ils sont rejetés par les selles.