

La vision du programme

- 2^{ème} Année :
- identifier les différentes cavités et valvules du cœur de mammifère et comprendre la mise en circulation du sang. Repérer les vaisseaux qui arrivent et partent du cœur (sur cœur réel ou/et sur modèle 3D) ;
- déterminer les caractéristiques microscopiques des cellules du myocarde ;
- caractériser les différents vaisseaux de l'organisme à l'aide de préparations microscopiques et d'électronographies.

L'étude sera limitée aux artères, artérioles, veines et capillaires.

1. LE CŒUR

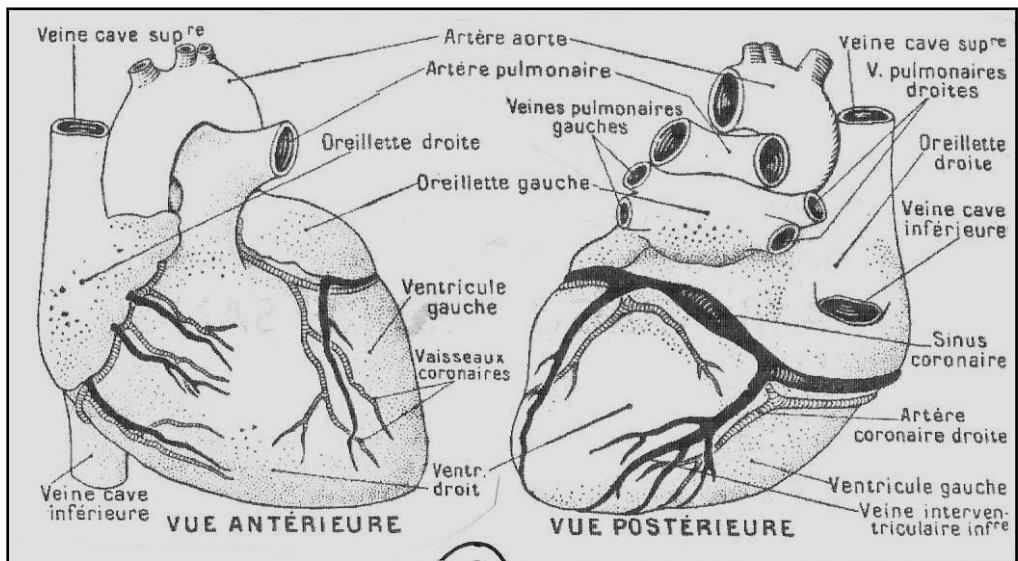
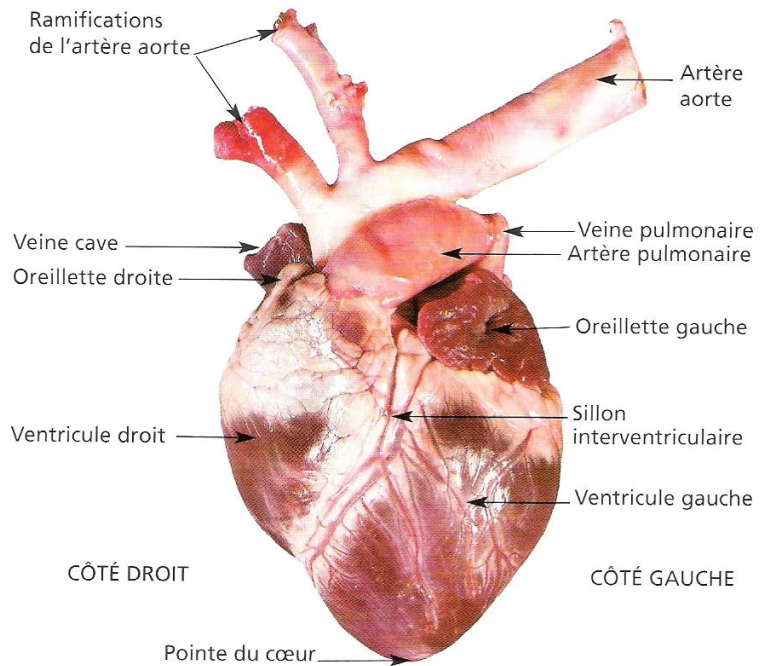
L'organisation du cœur des Mammifères a été vue en classe de Seconde. Le cœur est un muscle creux, constitué de 4 chambres (2 oreillettes + 2 ventricules) dont les contractions rythmiques induisent des variations de volume de ces chambres et permettent la propagation du sang qu'elles contiennent.

Des valvules, auriculo-ventriculaires et artérielles respectivement situées entre oreillette et ventricule de chaque côté du cœur et entre les ventricules et les départs des troncs artériels, imposent une circulation unidirectionnelle au sang.

Un septum complet sépare le cœur en deux demi-pompes (cœur droit = OD + VD ; cœur gauche = OG + VG) qui fonctionnent de façon synchrone et animent respectivement la circulation pulmonaire et la circulation systémique (générale), situées en série l'une par rapport à l'autre.

Le muscle cardiaque est enveloppé dans un péricarde délimitant une cavité aveugle (cavité péricardique) au sein de laquelle il se débat en contractions successives ; il est innervé par le système neuro-végétatif et dispose de sa propre vascularisation, bien apparente à sa surface sous la forme de gros vaisseaux coronariens.

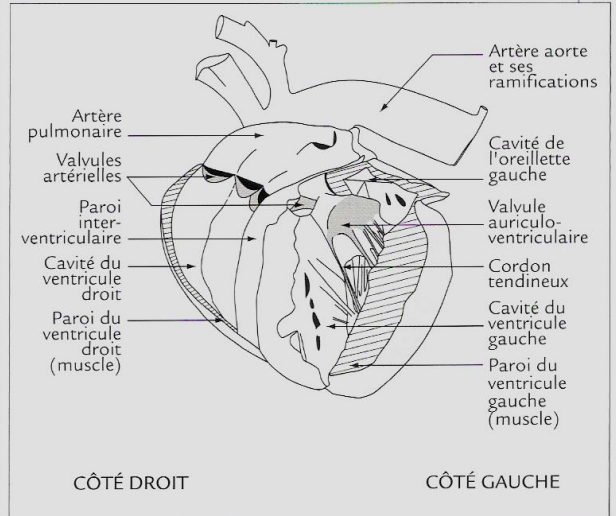
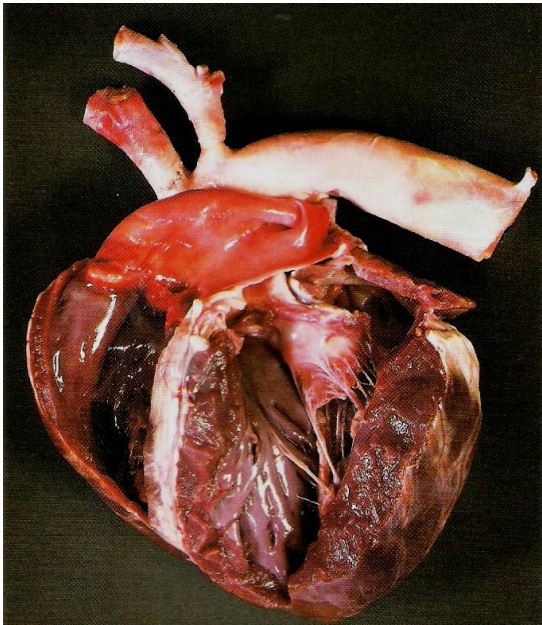
→ observation du cœur sans ouverture



Cœur de mammifère, vue externe face ventrale
Schémas descriptifs du cœur (vues externes)

➔ Repérer les vaisseaux qui arrivent et qui partent du cœur.

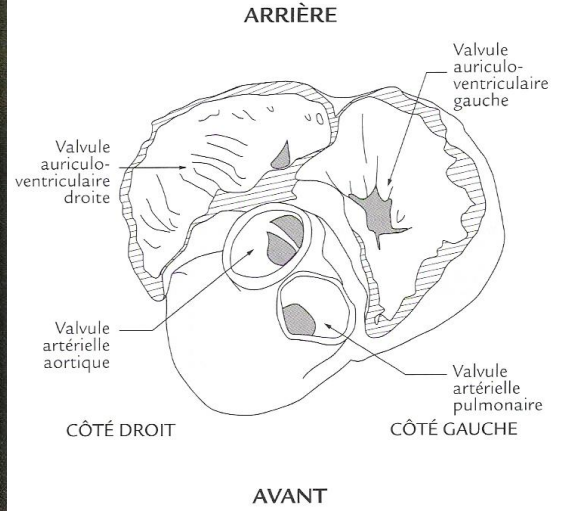
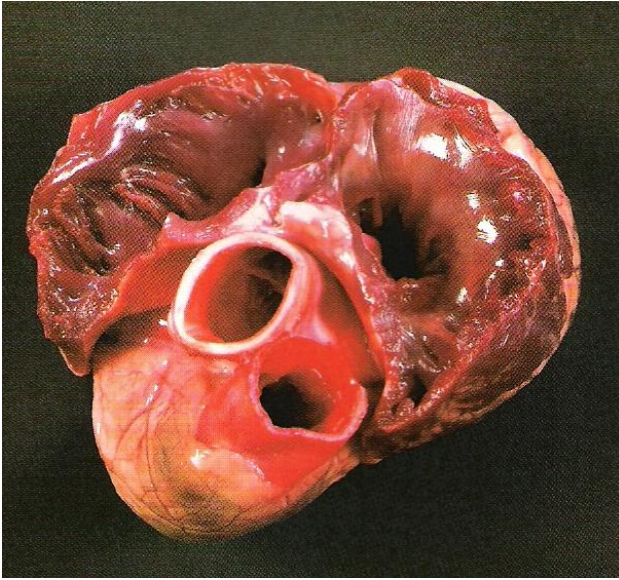
→ Ouvrir le cœur : Inciser les parois ventrales de chaque ventricule en longeant la cloison interventriculaire.



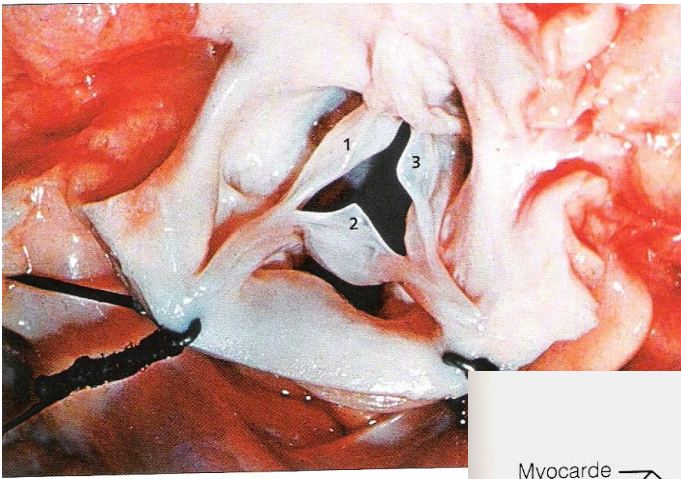
Cœur disséqué, les deux ventricules ouverts

→ Observer :

- la **paroi du cœur** : une enveloppe conjonctive externe : **épicarde**, une couche musculaire : **myocarde**, une enveloppe endothéliale peu visible : **endocarde** (équivalent de l'intima vasculaire).
Repérer la différence d'épaisseur du myocarde : paroi plus épaisse à gauche qu'à droite...
- les **valvules** :
 - **valvules artérielles** : *valvules sigmoïdes au départ du tronc aortique et du tronc pulmonaire*
 - **valvules auriculo-ventriculaires** : *tricuspide dans le « cœur droit » et bicuspidé à gauche (encore appelée v. mitrale)*
- les **piliers charnus** (3 à droite, 2 à gauche) : épaisissements auxquels s'attachent des **fibres tendineuses** reliées aux valvules auriculo-ventriculaires et empêchant leur retournement vers les oreillettes au moment de la systole ventriculaire.

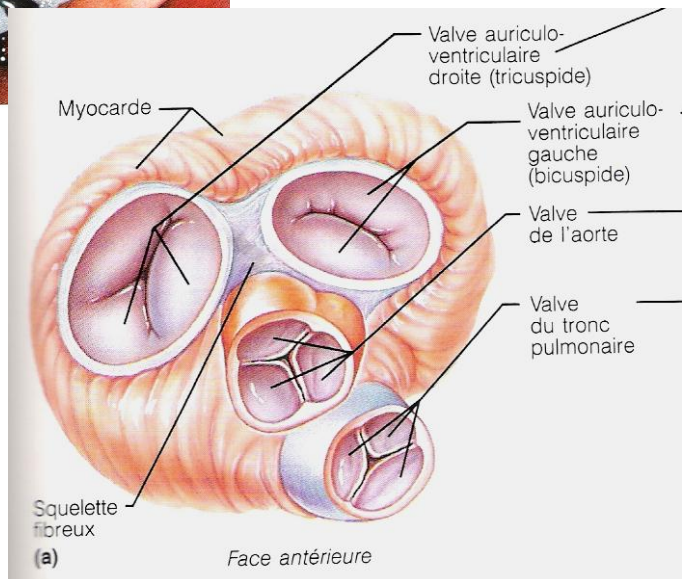


Valvules en place dans un cœur coupé transversalement. Sur la photo, elles sont ouvertes à cause du protocole de dissection. Sur le schéma d'interprétation, elles sont représentées fermées.



Valvule artérielle (détail)

- **Section horizontale à la limite auriculo-ventriculaire**



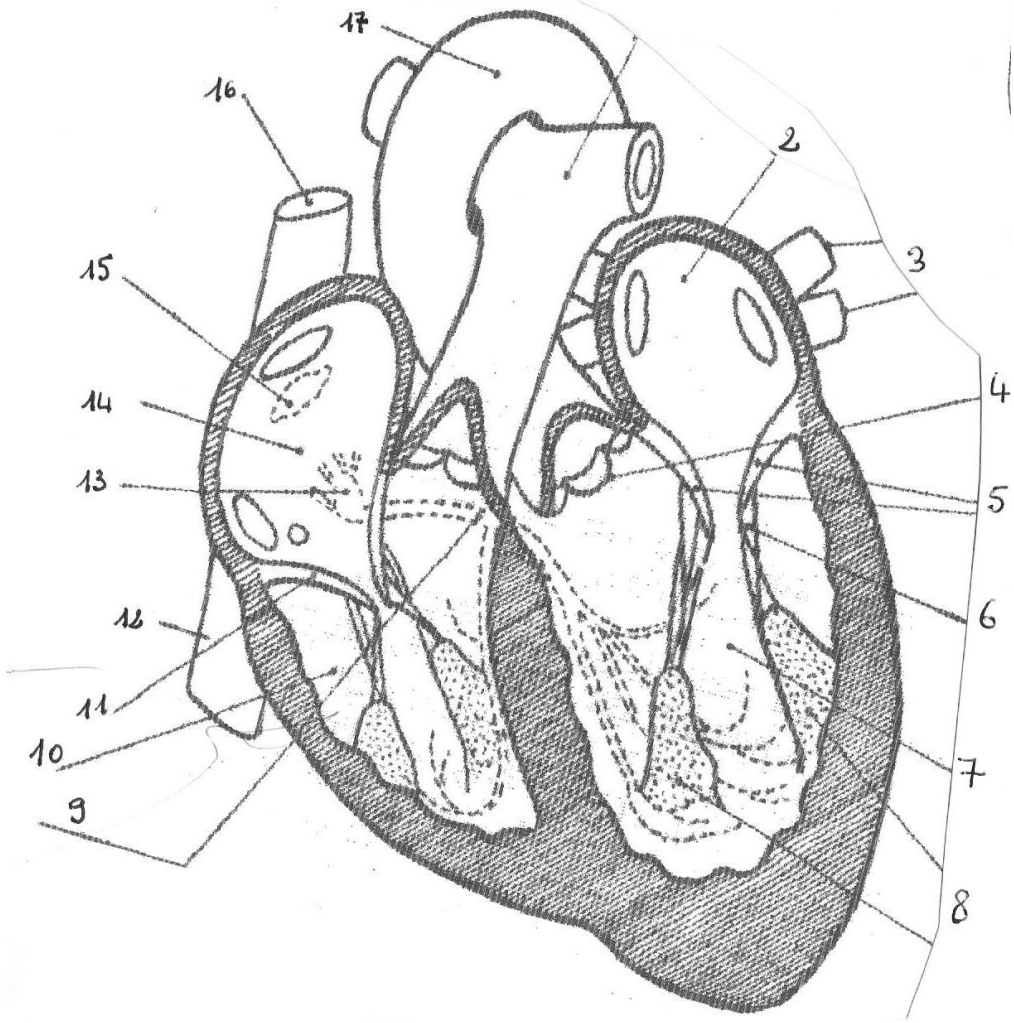


Schéma muet de l'anatomie cardiaque...à compléter en auto-entraînement

2. LES VAISSEAUX SANGUINS

Les vaisseaux sanguins des Mammifères partagent pour l'organisation de leur paroi une structure commune autour de laquelle chaque type particulier présente sa signature spécifique en relation avec sa fonction. Ainsi, de l'intérieur vers l'extérieur, la paroi des vaisseaux sanguins (sauf les capillaires qui peuvent voir cette structure commune plus ou moins altérée) présente les couches ou tuniques concentriques suivantes :

L'intima, formée d'un **endothélium** (épithélium délimitant le milieu intérieur du reste de l'organisme) plat et de sa **basale** ;

La média, formée d'un **conjonctif** plus ou moins riche en **fibres élastiques (élastine)** intercalées dans une trame de collagène et de **fibres musculaires lisses** innervées par le système sympathique en proportions relatives variables suivant le type de vaisseau ;

L'adventice, **conjonctif** riche en collagène ; elle assure une protection (notamment vis-à-vis de la pression élevée du sang) et un ancrage au tissu ; le *vasa vasorum* (vascularisation des vaisseaux de plus gros diamètres) y est parfois visible.

La paroi des vaisseaux est donc innervée et le plus souvent vascularisée sauf pour ceux dont l'épaisseur est très restreinte ; la vascularisation des plus gros vaisseaux (grosses artères surtout) -*vasa vasorum*- se ramifie dans l'adventice et peut atteindre parfois la media par ses plus petits conduits.

Il existe 4 grands types de vaisseaux : artères, artérioles, capillaires, veines ; ils diffèrent par :
Leur diamètre : qui influence la résistance à l'écoulement (inversement proportionnelle à la puissance 4 du rayon), donc le débit du sang (inversement proportionnel à la résistance) ;
L'épaisseur et la structure de leur paroi (abondance relative des fibres élastiques, des fibres musculaires lisses, du collagène).

2.1 Les artères

En coupe transversale, leur section apparaît souvent circulaire et leur paroi est relativement épaisse ; à calibre égal, leur paroi est beaucoup plus épaisse que celle des veines. Leur diamètre varie de 25mm à 20µm.

On peut distinguer deux types d'artères.

a. artères élastiques (figures 2.1 et 2.2)

Artères de **gros calibre** situées juste en aval du cœur, elles sont avant tout caractérisées par une paroi dont la **media est riche en fibres élastiques et pauvre en myocytes lisses**.

Leur gros diamètre leur confère une faible résistance à l'écoulement, leur élasticité permet de régulariser le débit sanguin ; elles transforment le débit cardiaque discontinu en débit continu tout en maintenant le sang sous pression.

b. artères musculaires (figure 2.3)

Situées en aval des précédentes, leur **paroi** est un peu **plus fine** et leur **média est riche en fibres musculaires lisses**. Les fibres élastiques y sont plus discrètes mais elles ne sont pas absentes ; elles sont concentrées dans les **limitantes externe et interne** qui encadrent la couche musculaire ; c'est d'ailleurs le type de vaisseau où ces limitantes se voient le mieux.

Ces artères amènent le sang aux organes avec un débit continu. Leur richesse en fibres musculaires leur offre une contractilité modulable.

2.2 Les artérioles (figure 2.4 et 2.5)

Situées en amont des capillaires, leur **diamètre est plus petit (< 0,3 mm)**, leur **média riche en fibres musculaires** et leur adventice ont une épaisseur semblable. Leur contractilité se traduit souvent par **une apparence plissée de l'intima**.

La vasoconstriction potentielle et modulable permet d'orienter le débit sanguin ; la résistance qu'elles opèrent à l'écoulement permet, d'amortir totalement le résidu de pulsativité, de maintenir une pression élevée en amont, de faire chuter celle-ci en aval et de générer ainsi de différentiel de pression indispensable à la circulation. Elles font aussi baisser la vitesse d'écoulement du sang qui pénètre dans les capillaires (ce qui devient plus favorable aux échanges).

Leur vasomotricité leur fait jouer un rôle important avec les artères constrictives dans la régulation de la pression artérielle.

2.3 Les capillaires (figures 2.6 et 2.7)

Vaisseaux de petit diamètre (4 à 40µm), leur paroi est mince et souvent réduite à l'**endothélium** au contact de sa **basale**. Ils sont surtout étudiés par le biais de la microscopie électronique.

Les plus fréquents sont les **capillaires continus** : les **cellules endothéliales sont plates et jointives** (jonctions serrées). Des fentes intercellulaires facilitent les échanges de liquide et de solutés de petite taille (fentes absentes dans l'encéphale et le placenta).

Il se peut parfois que des cellules entourent l'endothélium, elles sont appelées **péricytes**.

Leur faible épaisseur, la circulation à faible vitesse du sang sont deux propriétés favorables aux échanges.

Remarque : d'autres capillaires peuvent présenter une paroi plus discontinue et encore plus favorable aux échanges ; ce sont les capillaires fenestrés (rein, intestin, certaines glandes endocrines) et sinusoides (moelle osseuse, organes lymphoïdes, certaines glandes endocrines) qui peuvent laisser passer respectivement des molécules de plus grande taille et des macromolécules protéiques voire des cellules.

Les capillaires sont intégrés à des **champs capillaires** (cf. Cours et figure 2.6) : les capillaires s'organisent autour d'une **métartériole** qui relie directement l'**artériole amont** à la **veinule aval** ; des sphincters précapillaires contrôlent l'entrée vers chaque capillaire depuis la métartériole.

De la sorte, le débit sanguin est soit directement dirigé de l'artériole vers la veinule en cas de faibles besoins, soit orienté vers les capillaires quand les besoins du tissu irrigué s'accroissent.

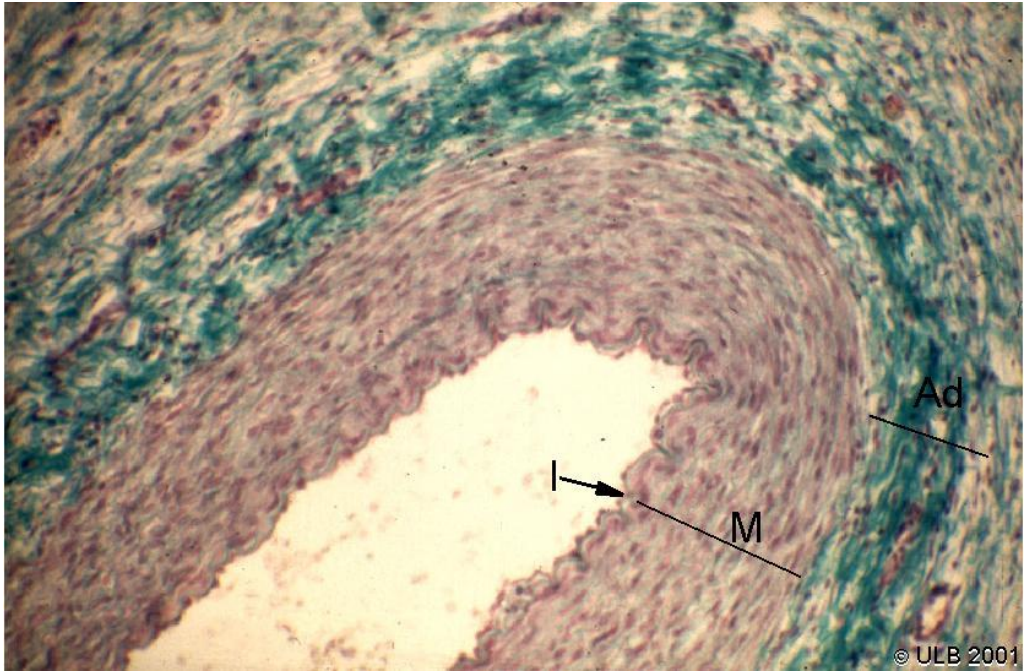


Figure 2.1 : Paroi d'une artère élastique (aorte)

Intima
(I)

Media riche en fibres
élastiques (M)

Adventice (A) avec
vascularisation (vasa
vasorum)

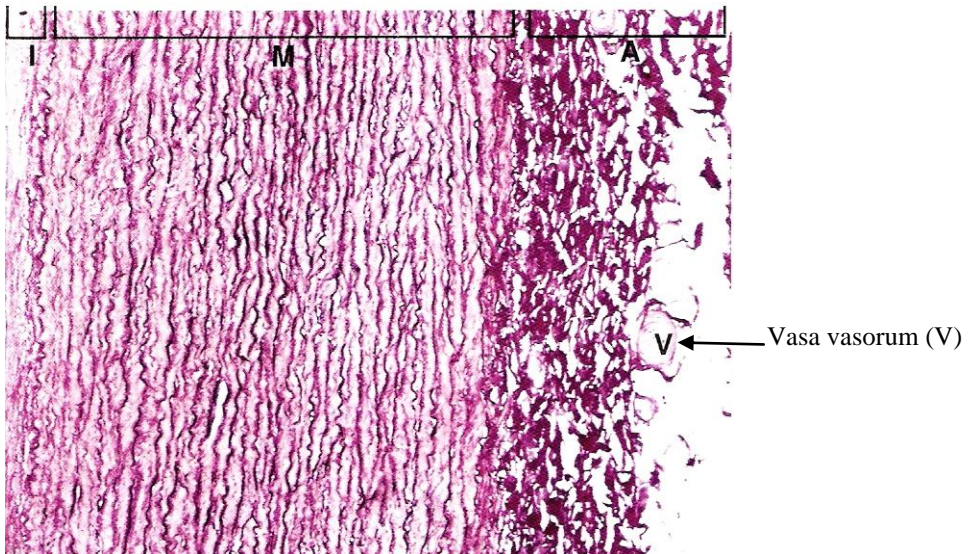


Figure 2.2 : Détail de la paroi d'une artère élastique (aorte)

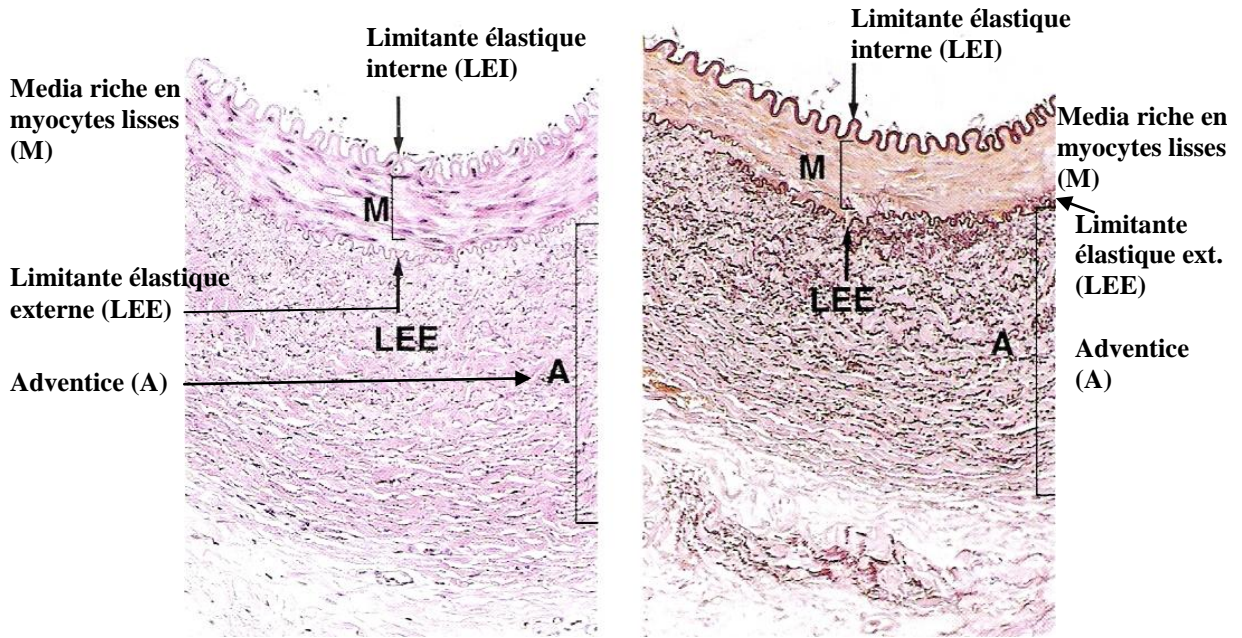


Figure 2.3 : Artère musculaire (x100) avec deux colorations différentes

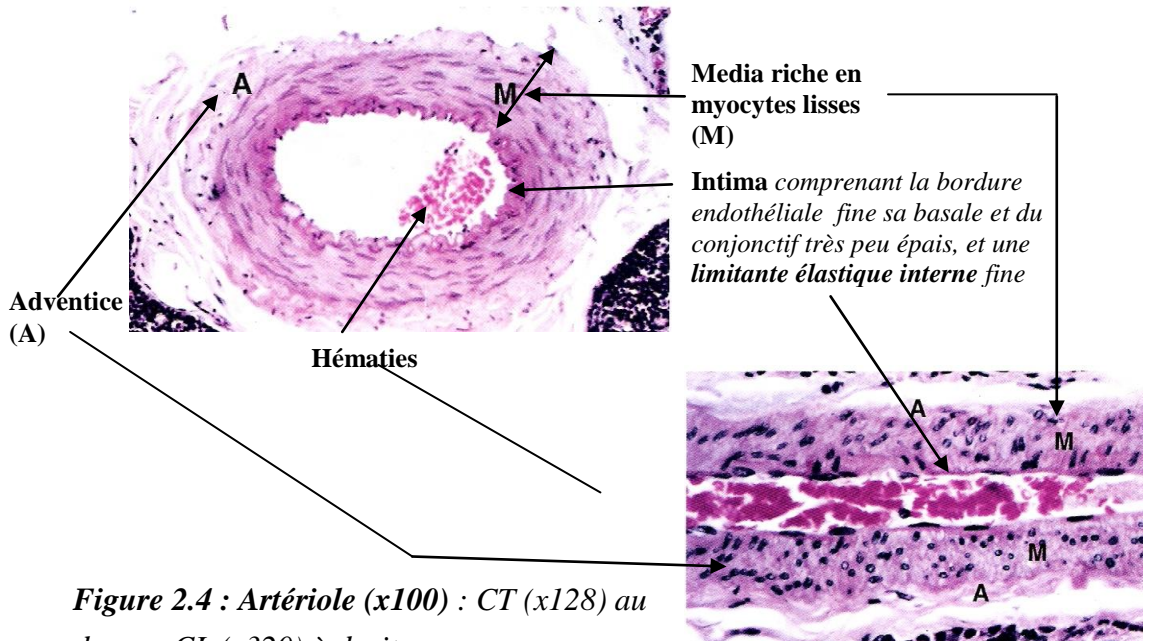


Figure 2.4 : Artériole (x100) : CT (x128) au dessus, CL (x320) à droite.

Media constituée de deux couches de myocytes lisses (M)

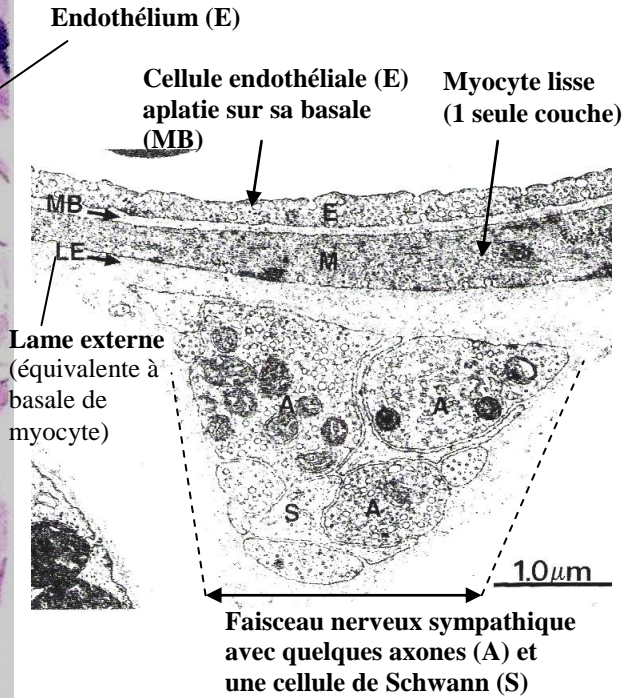
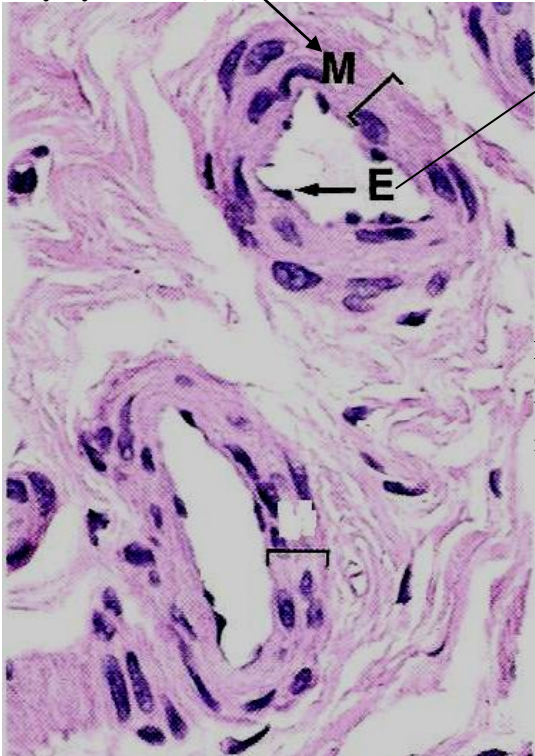
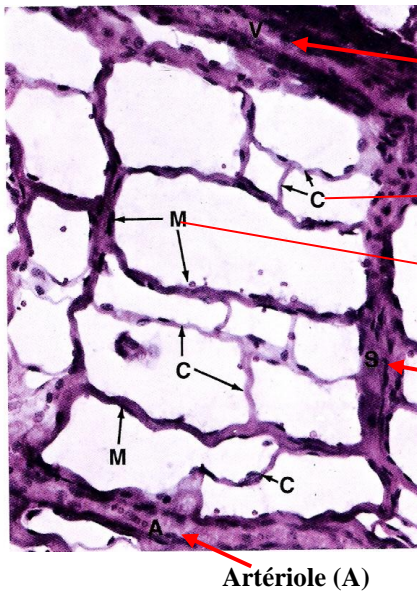


Figure 2.5 : Petites artérioles précapillaires : MO (x100) à gauche, MET (x19000) à droite



Veinule (V)
 Capillaire (C)
 Métartériole (M)
 Shunt artério-veineux (S)

Figure 2.6 : Champ capillaire : MO (x120, étalement de mésentère)

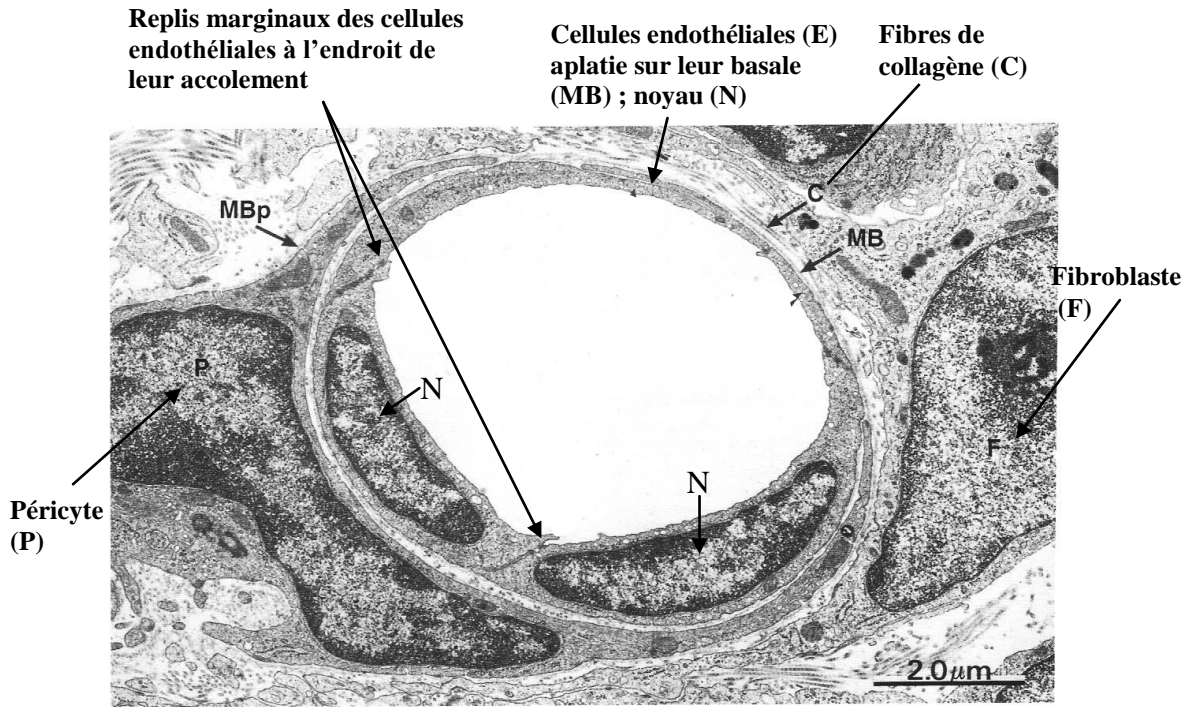


Figure 2.7 : Capillaire sanguin de type continu (MET x 12000)

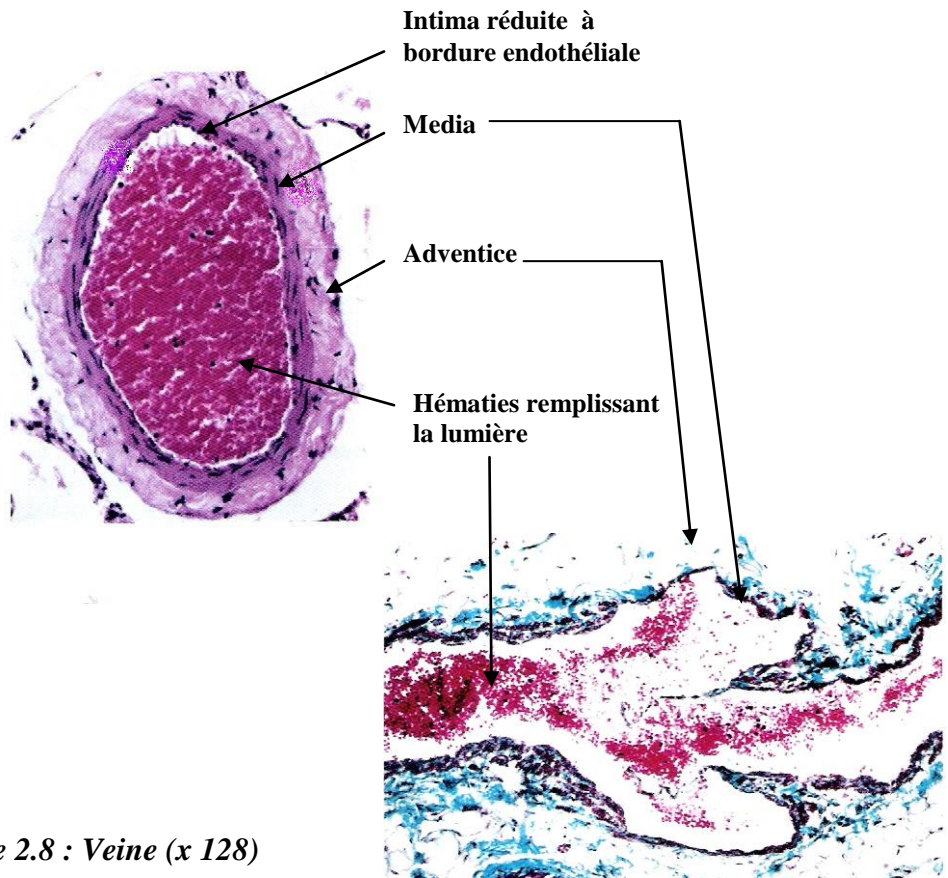


Figure 2.8 : Veine (x 128)

→ 2.4 Les veines (figure 2.8)

Leur calibre varie de 10 μm à plus de 30 mm ; en coupe transversale, **leur paroi semble flasque** et souvent refermée sur elle-même (collabée).

Veinules ou veines, leur **intima est souvent plissée**, leur **media peu épaisse** est riche en fibres élastiques surtout, de sorte que l'adventice apparait souvent comme la plus épaisse des trois tuniques.

Leur gros diamètre facilite le retour du sang vers le cœur en offrant peu de résistance à l'écoulement ; des valvules localisées dans certaines veines évitent le reflux du sang (exemple des veines des membres inférieurs où la pesanteur s'oppose au retour veineux en direction du cœur).

La « pompe musculaire » et la « pompe respiratoire » les aident à exercer leur fonction (cf. cours)

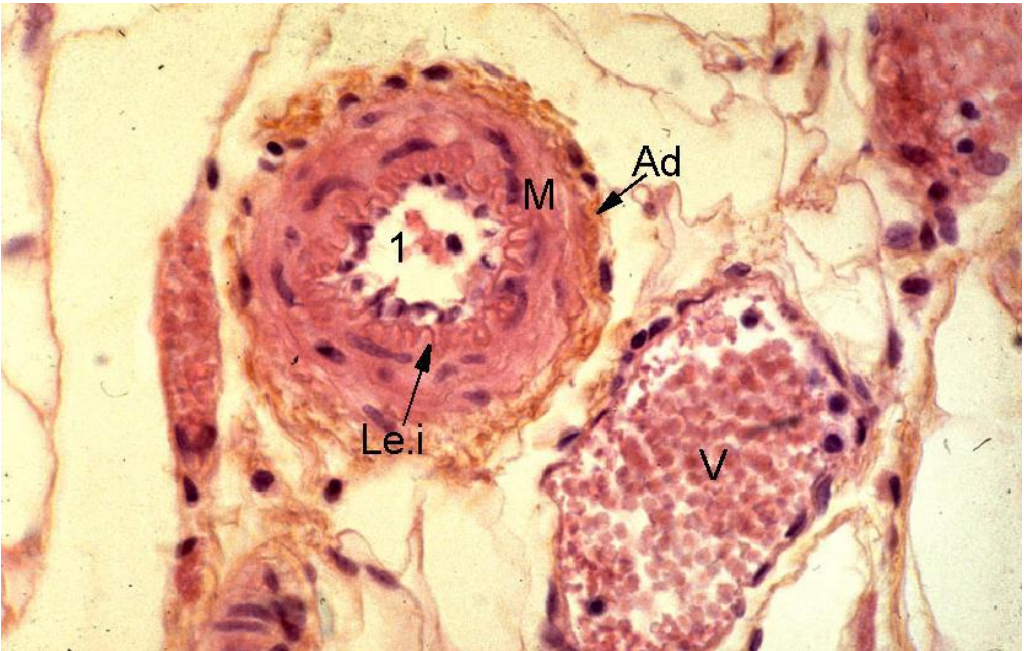
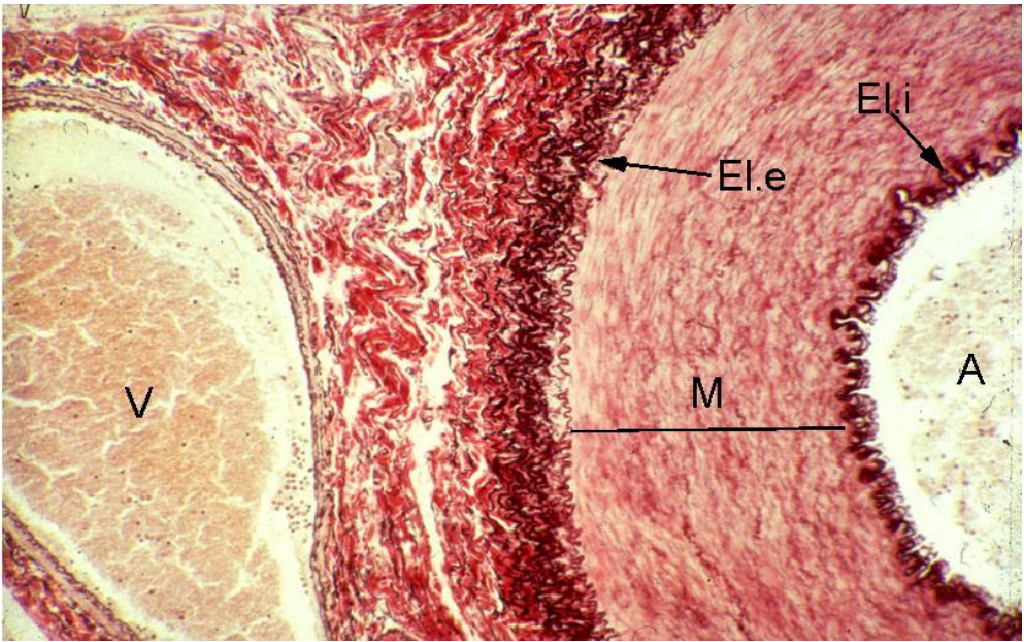


Figure 2.9 : Paquets artério-veineux

➔ *Retrouver les caractères d'artère et de veine, préciser le type d'artère.*