

bords de l'ouverture, et cette vibration se traduit par un frémissement qui se propage aux parois des vaisseaux dans une certaine étendue, et souvent par un bruit particulier pouvant être entendu à une grande distance, et que les malades comparent ordinairement au bourdonnement d'une guêpe. Ce bruissement, *frémissement vibratoire*, qui présente une recrudescence coïncidant avec la contraction ventriculaire, est produit par l'entrée du sang dans la veine.



FIG. 217. — Anévrysme artérioso-veineux du pli du coude. La tumeur *a* est intermédiaire à l'artère et à la veine.

Lorsqu'il existe une tumeur, elle est réductible par la pression.

La compression de l'artère au-dessus de la tumeur fait disparaître tous les symptômes, qui augmentent lorsqu'on comprime au-dessous.

Les pulsations se prolongent dans les troncs veineux dilatés, au-dessous et au-dessus de la lésion, dans une étendue de 5 à 6 centimètres.

Dans le cas d'anévrysme artérioso-veineux, la tumeur peut se montrer sur l'artère ou sur la veine, comme le montrent les deux figures ci-contre.

**8° Embolies veineuses.** — Les embolies veineuses s'observent assez fréquemment. Ce sont des caillots qui se détachent d'un point quelconque du système veineux et qui cheminent rapidement vers les artères pulmonaires, après avoir traversé les cavités droites

du cœur. Souvent ces embolies, en arrivant au poumon, déterminent la mort subite; elles peuvent se montrer dans toutes les maladies qui s'accompagnent de coagulations sanguines dans les veines. C'est par ces embolies qu'on doit expliquer la plupart des morts subites qui se montrent chez les femmes après l'accouchement. La coagulation sanguine siège ici dans les veines du bassin.

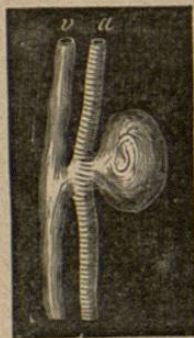


FIG. 218. — Anévrysme artérioso-veineux, dans lequel la tumeur s'est développée sur l'artère: c'est un anévrysme faux consécutif, compliquant une varice anévrysmale.

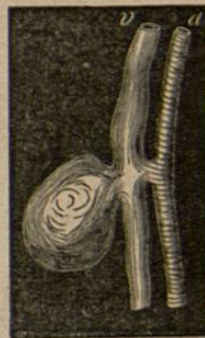


FIG. 219. — Anévrysme artérioso-veineux, dans lequel la tumeur s'est développée sur la veine. L'enveloppe ou sac est formée par le tissu cellulaire du voisinage.

### ARTICLE III.

#### CAPILLAIRES <sup>1</sup>.

Les vaisseaux capillaires constituent un système de canaux ordinairement anastomosés en réseaux, *réseaux capillaires*, intermédiaires aux artères et aux veines. Ces réseaux reçoivent le sang artériel; c'est là que se passent les phénomènes de nutrition, les échanges entre le sang et les éléments anatomiques des tissus;

1. Pour préparer facilement des vaisseaux capillaires, faites macérer une rétine pendant quelque temps dans l'eau, lavez ensuite la masse pulpeuse qui en résulte, afin d'entraîner la substance nerveuse; il vous restera un magnifique réseau capillaire.

c'est là que se font les combustions, que le sang perd son oxygène et se charge d'acide carbonique ; c'est là également que les veines prennent le sang noir qu'elles rapportent vers le cœur. Il faut donc s'attendre à trouver ici des parois vasculaires différentes de celles des artères et des veines, des parois permettant l'endosmose, et dépourvues par conséquent d'éléments élastiques.

**Définition.** — Sous le nom de *capillaires*, on doit entendre, avec la plupart des auteurs, des *vaisseaux ayant une seule tunique* et formant un réseau intermédiaire aux artères et aux veines. Dès qu'une deuxième couche s'ajoute à la couche unique des capillaires, leurs fonctions changent : dès lors ils deviennent *artérioles* ou *veinules*, suivant que la couche surajoutée se montre du côté des artères ou du côté des veines.

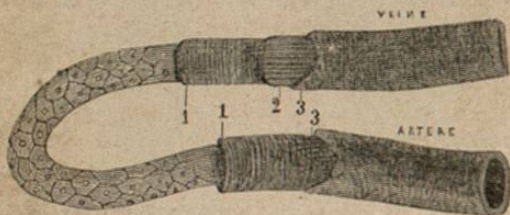


FIG. 220. — Figure schématique montrant un capillaire en continuité avec une artère et une veine. Les chiffres indiquent les trois tuniques de l'artère et les quatre tuniques de la veine.

**Limites.** — Les limites des capillaires sont faciles à établir, la paroi de ces vaisseaux se continuant exactement avec la couche épithéliale des artères et des veines : elles correspondent, par conséquent, au point où se terminent les couches superficielles de ces deux ordres de vaisseaux. Or nous venons de voir, dans les articles précédents, que les veines perdent progressivement leur tissu conjonctif, devenu homogène, vers les veinules de  $22 \mu$  de diamètre, et qu'on n'en trouve pas trace sur les vaisseaux de  $15 \mu$ . Du côté des artères, on rencontre encore des fibres musculaires et du tissu conjonctif sur les artérioles de  $22 \mu$ , puis on ne voit plus qu'une couche amorphe faisant suite au tissu conjonctif, laquelle disparaît complètement sur les vaisseaux de  $45 \mu$ . D'après ces données, on est donc autorisé à fixer le diamètre de  $45 \mu$  comme limites des capillaires du côté des artères et du côté des veines.

Nous protestons énergiquement contre la division si irrationnelle de Robin, qui décrit dans les capillaires, non-seulement des artérioles et des veinules, mais encore de vraies artères, de vraies veines avec leurs trois tuniques. Robin ne nous dit pas même sur quelles

considérations il appuie cette division spéciale, dans laquelle il admet trois variétés de capillaires : 1<sup>re</sup> variété, comprenant des capillaires de  $7$  à  $30 \mu$ , ayant une seule tunique ; 2<sup>e</sup> variété, ayant des capillaires de  $30$  à  $70 \mu$ , pourvues de deux tuniques, dont l'externe renferme des fibres musculaires lisses ; 3<sup>e</sup> variété, contenant les vaisseaux de  $70$  à  $140 \mu$ , avec trois tuniques, les plus gros de ces capillaires étant visibles à l'œil nu ! Physiologiquement, anatomiquement, on ne saurait admettre une telle division <sup>1</sup>. Nous nous

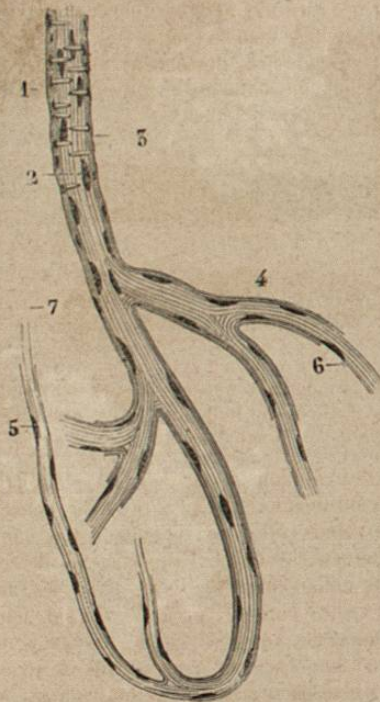


FIG. 221. — Capillaires vus du côté de l'artère.

1. Artériole. — 2. Noyaux de la face interne de l'artériole. — 3. Membrane amorphe, avec de petits noyaux, faisant suite à la tunique externe de l'artère. — 4. Dernier vestige de la tunique externe. — 5, 6. Vrais capillaires avec leurs noyaux.

limiterons, dans notre description, à la définition que nous avons donnée, et nous considérerons les capillaires comme des *vaisseaux microscopiques à une seule paroi*. Il faut bien savoir que Robin, pour ne point paraître inconséquent, est forcé de rattacher aux

1. Si l'on voulait étudier les capillaires d'après la division de Robin, on n'aurait qu'à se reporter aux artères et aux veines, et à suivre la structure de leurs parois jusqu'à  $140 \mu$ , limite des capillaires de Robin.

capillaires certaines fonctions des artérioles, comme la contractilité des vaisseaux ; il admet, en conséquence, l'influence des nerfs vasomoteurs sur les capillaires. Les capillaires ne sont pas contractiles, ils sont seulement élastiques<sup>1</sup>.

**Dimensions.** — Depuis 45  $\mu$  jusqu'à 4  $\mu$  on peut observer toutes les variétés de capillaires<sup>2</sup>. Les plus petits se rencontrent dans les muscles, dans les nerfs et dans la rétine ; ils mesurent de 4 à 7  $\mu$  ; ils sont un peu plus larges dans le système tégumentaire, peau et muqueuses, de 7 à 40  $\mu$  ; ceux du système glandulaire, foie, rein, glandes salivaires, poumon, mesurent de 40 à 42  $\mu$  ; les plus volumineux, enfin, se trouvent dans le tissu osseux, et principalement dans la substance compacte, où ils ont de 42 à 45  $\mu$  ; on trouve même des artérioles et des veinules dans quelques canaux de Havers. On admet généralement qu'il n'existe pas de capillaire dans lequel les globules sanguins ne puissent pénétrer. Le globule, ayant 7  $\mu$ , peut s'allonger en vertu de son élasticité et franchir un capillaire de 5  $\mu$  ; il traverse rarement et avec une grande difficulté les capillaires de 4  $\mu$  ; des capillaires plus petits n'admettraient pas les globules.

Autrefois, en se fondant sans doute sur le simple raisonnement, on admettait des vaisseaux séreux, plus petits que les petits capillaires dont nous avons parlé, et n'admettant que le sérum du sang. L'induction nous conduit à les admettre ; mais si nous voulons en constater l'existence, nous n'en trouvons aucune preuve palpable. La science en est là, et aujourd'hui les anatomistes rejettent les vaisseaux séreux, *vasa serosa*. Disons pourtant que Hyrtl les admet dans la cornée et dit les avoir injectés ; ils mesureraient, dit-il, 2  $\mu$ . Ces injections sont peut-être incomplètes. A diverses époques, plusieurs anatomistes, Luschka, Henle, etc., ont décrit des filaments très-ténus, pourvus de noyaux, et en continuité avec les capillaires : c'étaient peut-être des vaisseaux séreux. Enfin, lorsque les capillaires se développent, ils représentent, à un certain moment, des vaisseaux séreux ne pouvant admettre que le sérum du sang. Kölliker ne se prononce pas sur l'existence de ces vaisseaux ; il nous paraît raisonnable aussi de rester dans le doute.

**Distribution et rapports.** — Les capillaires existent dans presque tous les tissus, mais non dans tous : les cartilages articulaires, la tunique interne des artères et des veines, les couches profondes de la tunique moyenne des artères, la couche élastique sous-

1. Nous n'avons pas exprimé une opinion personnelle, mais celle de tous les auteurs sans exception, à notre connaissance.

2. La paroi des capillaires a 1  $\mu$  d'épaisseur.

épithéliale de l'endocarde, les épithéliums, les ongles et les poils en sont totalement dépourvus. Parmi les tissus privés de capillaires, nous citerons encore la cornée de l'adulte, le cristallin et la cristalloïde, l'ivoire et l'émail.

Dans les tissus où ils existent, les capillaires forment des réseaux à mailles variables, arrondies, anguleuses, ou allongées selon la forme et la disposition des éléments anatomiques. Du reste, certains éléments ou groupes d'éléments ne sont jamais traversés par les capillaires ; aucun élément anatomique : cellule, fibre, etc., ne se laisse traverser par les capillaires ; voilà une loi qui ne souffre aucune exception ; pensez aux tubes nerveux, aux cellules épithéliales, aux vésicules graisseuses. On peut ajouter que certaines unités anatomiques, formées par un groupe d'éléments, ne reçoivent jamais de vaisseaux capillaires, et que leur nutrition se fait à distance : c'est ce qu'on observe pour les faisceaux primitifs des muscles et les faisceaux primitifs des nerfs ; le sarcolemme des muscles et le périnèvre des nerfs sont entourés par le réseau capillaire. Voyez les acini des glandes en grappe : les vaisseaux arrivent à leur surface et forment un réseau à la surface externe de la paroi propre de l'élément glandulaire ; mais ils ne pénètrent pas jusqu'à l'épithélium. Exceptons les acini du poumon, dont la paroi, d'une nature différente, est traversée par les capillaires, afin de permettre à cet organe de remplir sa fonction d'excrétion gazeuse.

Les rapports des capillaires avec les artères et les veines sont les suivants : on appelle vaisseaux de transition les gros capillaires dont le diamètre se rapproche de 45  $\mu$ . Arrivés à cette dimension, ils se continuent avec l'épithélium des artères et des veines, et se recouvrent d'une membrane anhiste, qui est le commencement de la couche élastique sous-épithéliale. Un peu plus loin, du côté des veinules, on voit s'ajouter du tissu conjonctif seulement, et du côté des artérioles, du tissu conjonctif et des fibres musculaires en même temps.

Dans les tissus, les parois des capillaires sont en contact avec la surface des éléments anatomiques, constamment placés dans une atmosphère humide, liquide même, issue des capillaires par transsudation.

**Membrane adventice. Gaines lymphatiques.** — Dans plusieurs tissus, les vaisseaux capillaires ne sont pas en contact avec les éléments anatomiques mêmes du tissu ; ils sont entourés par une couche de tissu conjonctif, connue sous le nom de membrane adventice, membrane qui peut offrir diverses dispositions. Tantôt c'est une couche de tissu conjonctif lâche, homogène, à noyaux ; tantôt c'est du tissu conjonctif réticulé (tissu adénoïde), qui entoure les capillaires, comme dans les organes lymphoïdes ; quelquefois, surtout

sur les capillaires un peu volumineux, la couche de tissu conjonctif est séparée du capillaire par un petit intervalle destiné à la circulation lymphatique. Dans ce dernier cas, la membrane adventice prend le nom de *gaine lymphatique*. Robin avait déjà décrit cette gaine, en 1859, sur les capillaires du cerveau. (*Journal de Physiologie*, t. II.)

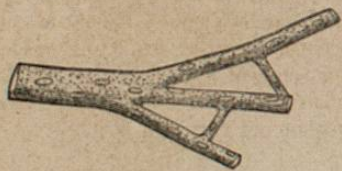
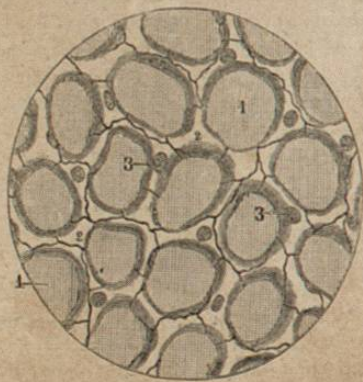


FIG. 222. — Capillaires fins anastomosés, et présentant des noyaux longitudinaux sur leur paroi.

**Structure.** — Jusque dans ces dernières années, on a cru que les vaisseaux capillaires étaient formés par une membrane amorphe pourvue de noyaux (fig. 222). En mai 1865, Hoyer, se servant de l'imprégnation des artères par le nitrate d'argent, d'après la méthode de His et de Recklinghausen, put suivre l'épithélium jusque sur les capillaires de la grenouille; le dépôt de nitrate d'argent,



Cellules épithéliales, constituant les parois capillaires, dont les contours sont rendus visibles par l'imprégnation de nitrate d'argent.

FIG. 223. — 1, Mailles arrondies d'un réseau capillaire. — 2, 2, Cellules. — 3, 3, Noyaux.

formant des lignes noires polygonales, lui montra dans les capillaires l'existence de cellules semblables à des cellules épithé-



FIG. 224. — 1, Noyaux. — 2, Contour des cellules. — 3, Surface des cellules.

liales. Cette découverte a été complétée par les travaux d'Auerbach, d'Eberth, etc. Aujourd'hui il est donc positif que la paroi mince du capillaire est formée par des cellules épithéliales aplaties, juxtaposées et contenant un noyau. Ces cellules aplaties ne tapissent pas la paroi, elles la constituent. De chaque côté des capillaires, cette paroi se continue directement avec la couche épithéliale de la tunique interne des artères et des veines qui lui fait suite.

Il paraît démontré aujourd'hui que les globules blancs du sang, et même les globules rouges, peuvent traverser les parois des capillaires dans les interstices qui séparent les cellules épithéliales. Lorsqu'on considérait aux capillaires une paroi amorphe, il était difficile de comprendre la migration des corpuscules à travers la paroi du vaisseau.

Quant à la disposition des cellules dans la constitution des vaisseaux, la voici : les cellules épithéliales sont aplaties, à bords irréguliers, tantôt ondulés, tantôt dentelés; chacune d'elles a un noyau ovalaire, ou arrondi, et un ou plusieurs nucléoles. Dans les plus petits capillaires, dans la rétine, par exemple, ces cellules sont fusiformes; elles se rapprochent un peu de la forme polygonale dans les capillaires d'un calibre plus considérable. Elles ont des dimensions extrêmement variables, de 70 à 180  $\mu$  de longueur, sur 5 à 10  $\mu$  de largeur. Quelquefois une seule cellule suffit pour former toute la paroi du vaisseau, ses bords se rejoignent, comme on l'observe dans les petits capillaires du cerveau et des muscles. Le plus souvent, la paroi des capillaires est formée par trois ou quatre cellules dont les bords sont juxtaposés.

Les cellules des capillaires sont dépourvues de protoplasma; il est probable qu'elles jouent le rôle de membranes inertes, se laissant traverser par les liquides et pourvues d'un certain degré d'élasticité. Cependant Stricker assure que les cellules des capillaires en voie de développement, chez le têtard, contiennent du protoplasma contractile qui détermine le rétrécissement et l'élargissement successifs du capillaire; reste à savoir si quelque chose d'analogue se montre dans les capillaires complètement développés.

1. On peut voir ces cellules en injectant dans les capillaires une solution de nitrate d'argent mêlée à de la gélatine, et contenant de 25 à 50 centigrammes de nitrate d'argent cristallisé pour 100 grammes d'eau distillée. Au bout de quelque temps, le contour des cellules se montre sous forme de lignes foncées, par suite du dépôt d'argent dans les interstices qui séparent les cellules.

2. Les cellules des parois des capillaires sont considérées comme de faux épithéliums (endothéliums de His); ils se développent, du reste, aux dépens du feuillet moyen du blastoderme, comme tous les faux épithéliums.

**Disposition.** — La conformation du réseau capillaire des organes étant subordonnée à la disposition des éléments anatomiques, il en résulte que la forme du réseau capillaire est toujours la même

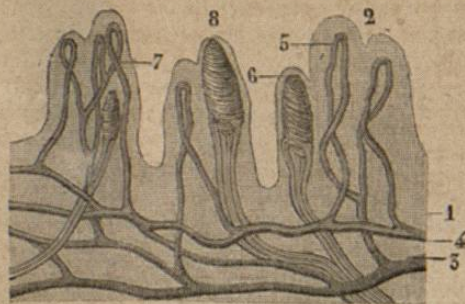


FIG. 225. — Capillaires des papilles de la peau.

dans le même organe, dans le même tissu, elle le caractérise ; de sorte qu'en voyant une injection capillaire, un anatomiste exercé peut dire à quel tissu, à quel organe appartiennent ces vaisseaux ;



FIG. 226. — Réseau capillaire des villosités intestinales.

cette règle souffre peu d'exceptions. Un réseau capillaire à mailles arrondies s'observe lorsque les éléments qui séparent les vaisseaux sont sphériques, comme autour des *cellules adipeuses* et des *culs-de-*

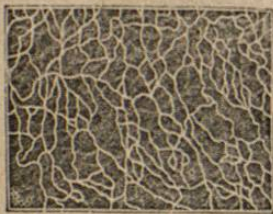


FIG. 227. — Réseau capillaire des membranes séreuses.



FIG. 228. — Réseau capillaire étalé à la surface interne des lobules pulmonaires.

*sac des glandes en grappe*, ou quand les vaisseaux contournent des orifices de petites glandes en tube, comme à la *surface muqueuse de*

*l'estomac ou de l'intestin*. On rencontre des réseaux à mailles polygonales lorsque les capillaires entourent des éléments polygonaux, comme les *cellules hépatiques*. On trouve des capillaires en forme d'anses simples dans les *papilles filiformes du derme* (fig. 225). Lorsque la saillie est plus large et plus longue, comme dans les

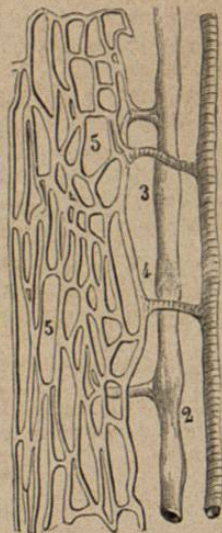


FIG. 229. — Réseau capillaire des muscles striés.

*villosités intestinales*, les deux branches de l'anse sont réunies par des vaisseaux transversaux, de sorte que l'ensemble du réseau offre une forme conique (fig. 226). Un réseau à mailles allongées et étroites existe autour des éléments anatomiques allongés et disposés régulièrement : c'est ce qu'on observe dans les *muscles* et les *nerfs*.

Dans un même réseau capillaire, tous les vaisseaux ont sensiblement le même diamètre.

**Développement.** — Lorsqu'on croyait les capillaires formés d'une membrane amorphe, on supposait qu'ils se développaient dans les corpuscules de tissu conjonctif, dans les cellules plasmatiques, dont les prolongements devenaient de véritables vaisseaux capillaires, comme on peut le voir dans la figure 230. Mais aujourd'hui on a découvert les cellules aplaties qui constituent la paroi de ces vaisseaux : les capillaires sont donc intercellulaires et non intracellulaires. Il est probable qu'ils résultent de la fusion de cellules embryonnaires qui s'aplatissent ; mais le fait est loin d'être démontré. En somme, on ne sait pas positivement comment les

capillaires se développent. Il est certain qu'ils ne naissent pas par bourgeonnement sur d'autres vaisseaux ; ils se forment sur place. Ils se montrent de très-bonne heure chez l'embryon, aussitôt après l'ap-

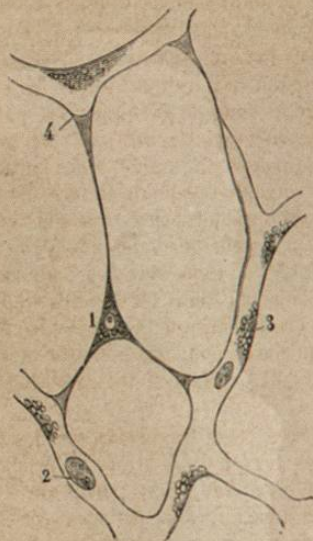


FIG. 230. — Capillaires en voie d'accroissement, d'après la théorie ancienne.

1. Cellule étoilée se portant par trois prolongements vers trois prolongements de capillaires déjà creux. — 2. Corpuscules sanguins renfermant encore des granulations. — 3. Résidu du contenu des cellules primitives étoilées. — 4. Prolongement d'un capillaire relié à un prolongement de la cellule étoilée 1.

parition du blastoderme et son dédoublement. Dans les tissus, le développement de l'élément anatomique fondamental précède toujours celui des capillaires.

### Physiologie.

Vus au microscope, les vrais capillaires paraissent amorphes et transparents ; sans les noyaux dont ils sont parsemés, on parviendrait difficilement à les apercevoir. Leur paroi est douée d'un haut degré d'élasticité, au point qu'on ne peut donner qu'approximativement le diamètre d'un capillaire ; le même capillaire rempli de sang aura un diamètre supérieur au diamètre du même vaisseau vide. Lorsqu'un globule doit traverser un petit capillaire (le diamètre du globule est de  $7\ \mu$ ), le globule s'allonge en même temps que le capillaire s'élargit.

Lorsqu'on examine avec un microscope le sang en circulation dans les capillaires, on constate que les globules rouges voyagent en colonne serrée au centre du liquide, et que les globules blancs sont particulièrement placés contre les parois des vaisseaux, dans une couche transparente ; ils circulent plus lentement que les autres.

Les globules blancs, étant plus volumineux que les globules rouges, ne peuvent traverser les petits capillaires ; cela fait concevoir que des capillaires d'un certain volume établissent une communication entre les artères et les veines, d'autant mieux que les globules blancs ont des dimensions relativement considérables (9 à  $41\ \mu$ ).

En 1860, Sucquet a décrit, sous le nom de *vaisseaux dérivatifs*, des vaisseaux établissant une communication directe entre les artérioles et les veinules, de sorte que le sang ne passerait pas par les capillaires, ce qui paraît antiphysiologique. Ces vaisseaux dérivatifs se montrent, d'après Sucquet, à la paume des mains, à la plante des pieds, au coude, au genou, sur la ligne médiane de la face. Sappey nie l'existence de ces vaisseaux, qu'il a cherchés avec le plus grand soin, et il est convaincu qu'on a pris pour des vaisseaux dérivatifs des anastomoses entre deux artérioles ou deux veinules. Vulpian est arrivé à la même conclusion, en injectant dans les artères de l'eau tenant de la poudre de lycopode en suspension ; cette poudre n'arrive pas dans les veines, parce qu'elle ne peut pas pénétrer dans les capillaires ; mais elle y arriverait, dit Vulpian, si les vaisseaux dérivatifs existaient.

Les parois des capillaires sont sans cesse traversées par des courants liquides, portant ou non des gaz en dissolution, de dehors en dedans et de dedans en dehors. C'est à travers ces parois que s'opèrent les échanges entre le plasma du sang et les fluides extérieurs ; c'est aussi à travers ces mêmes parois que transsudent les liquides qui doivent former les liquides de sécrétion. La paroi des capillaires résiste à l'action des réactifs chimiques, elle offre une résistance considérable aux alcalis caustiques, ce qui lui donne des caractères spéciaux et la rapproche du sarcolemme des muscles.

La *nutrition des tissus* résulte de l'échange qui se fait au niveau des capillaires. C'est dans le réseau capillaire que l'oxygène inspiré abandonne le sang pour se combiner aux tissus ; c'est dans ces tissus que se produit l'acide carbonique qui pénètre dans les capillaires et colore en noir le sang veineux. Ces combinaisons chimiques incessantes s'accompagnent de production de calorique. Telle est la principale source de la chaleur animale.

**Nerfs vaso-moteurs ; leur influence sur la circulation capillaire.** — Comme le dit fort bien Vulpian dans ses leçons de physiologie, les vrais capillaires ne se contractent pas, et l'on ne devrait entendre par capillaires que les plus petits vaisseaux, formés d'une seule membrane anhiste, contenant des noyaux longitudinaux dans son épaisseur. Ces vaisseaux présentent une certaine élasticité, mais ils ne contiennent aucun élément contractile ; les nerfs vaso-moteurs n'ont sur eux aucune influence *directe*.

Cependant l'usage, souvent plus fort que la raison, nous force à admettre parmi les capillaires des vaisseaux qui les unissent aux artérioles et aux veinules. C'est ainsi que Robin a été conduit à admettre trois variétés de capillaires, et lorsqu'on parle de la contractilité des vaisseaux capillaires, cette expression s'applique aux vaisseaux d'un certain calibre contenant des éléments musculaires dans l'épaisseur de leur paroi, c'est-à-dire aux artérioles et aux veinules.

De même que les muscles de la vie animale sont soumis aux influences du système nerveux cérébro-spinal, de même les muscles de la vie organique présentent une contraction que régit le système nerveux ganglionnaire ou du grand sympathique. Les fibres musculaires de la vie organique que l'on trouve dans les vaisseaux ne sont pas soustraites à l'influence de ce nerf.

Stilling a donné le nom de *nerfs vaso-moteurs* aux filets nerveux qui sont situés sur les parois des artères et des artérioles et qui président à la contraction de leurs éléments musculaires. Cl. Bernard, Marey, Vulpian, Schiff, ont étudié spécialement l'action des nerfs vaso-moteurs, dont on ne connaît pas encore le mode de terminaison.

Les nerfs vaso-moteurs sont fournis par le grand sympathique, qui accompagne toutes les artères, et on peut les suivre à l'œil nu sur les vaisseaux de la tête, du thorax et de l'abdomen.

Les vaisseaux qui se rendent aux organes glandulaires reçoivent aussi une autre espèce de nerfs vaso-moteurs, fournis par le système nerveux de la vie animale, et exerçant sur les vaisseaux une influence inverse de celle du grand sympathique.

Commençons par examiner les nerfs vaso-moteurs principaux, c'est-à-dire fournis par le grand sympathique. Ils ont la propriété d'exciter la contraction des fibres musculaires des vaisseaux artériels et des artérioles. Ils jouent un rôle extrêmement important dans le développement des congestions actives, des phlegmasies. Leur rôle est immense dans certaines maladies, telles que la fièvre typhoïde et beaucoup d'autres.

L'expérience mémorable que Cl. Bernard a faite sur un lapin montre de la manière la plus manifeste l'influence des nerfs vaso-moteurs sur la circulation.

En coupant le grand sympathique au niveau du cou, ou en extirpant le ganglion cervical supérieur du grand sympathique, il suspend complètement l'action de ce nerf sur les vaisseaux du côté correspondant de la tête. On voit, en effet, cette section être bientôt suivie d'augmentation de chaleur dans le côté correspondant de la tête; en même temps, la rougeur de la peau et la congestion des muqueuses correspondantes se manifestent. Ces symptômes, caractérisés, en définitive, par une congestion considérable, sont dus à la

paralysie des éléments contractiles des vaisseaux qui se laissent dilater par le sang.

Ce qui prouve que la dilatation vasculaire tient à la paralysie de ces nerfs vaso-moteurs, c'est que si l'on galvanise le bout central du grand sympathique, on détermine de nouveau la contraction des éléments musculaires des vaisseaux. Les symptômes, rougeur et chaleur, disparaissent, et les tissus correspondants deviennent pâles jusqu'à ce qu'on cesse l'excitation du bout périphérique, auquel moment les symptômes de paralysie des muscles vasculaires se manifestent de nouveau.

Nous avons dit plus haut que les vaisseaux des organes glandulaires recevaient une deuxième espèce de nerfs vaso-moteurs provenant du système nerveux de la vie animale. Ludwig et Cl. Bernard les ont étudiés, surtout dans la glande sous-maxillaire, qui les reçoit de la corde du tympan, branche du facial. Ce qu'il y a de très-remarquable, c'est que ces nerfs ont une action inverse de celle des vaso-moteurs du grand sympathique.

Nous avons vu que la section du grand sympathique dilate les vaisseaux; la section de la corde du tympan resserre, au contraire, les vaisseaux de la glande sous-maxillaire, et ceux-ci se dilatent lorsqu'on galvanise le bout du nerf coupé qui tient à la glande. (Voyez, pour plus de détails, le chapitre : *Système glandulaire et sécrétions.*) Cl. Bernard admet l'existence de ces deux espèces de nerfs vaso-moteurs dans toutes les glandes.

Voici quelques lignes extraites d'un discours prononcé, en 1866, à la séance de rentrée de l'École de médecine de Nantes, par le professeur Laënnec. Ces lignes, d'un style élégant et pittoresque, expliquent mieux qu'aucune description le rôle des nerfs vaso-moteurs :

« Par les nerfs vaso-moteurs, dont le nom rappelle l'usage, les cellules nerveuses président à la répartition locale du liquide sanguin dans les différents départements de l'organisme. Par la contraction des armatures musculaires des dernières ramifications artérielles, le courant circulatoire est diminué dans un organe; par leur relâchement, cette région devient turgescence.

« En laissant arriver une quantité plus ou moins considérable de sang dans les capillaires de la face, les vaso-moteurs ajoutent à l'harmonie des traits de l'homme blanc l'expression si mobile et si vivante de la couleur. »

Avant de terminer, nous citerons une expérience qui fait parfaitement comprendre l'action des nerfs vaso-moteurs. Lorsqu'on passe brusquement, en appuyant fortement, l'extrémité de l'ongle sur la peau, on excite les nerfs vaso-moteurs correspondants, et une ligne blanche indique immédiatement que le sang a été chassé des vaisseaux. Mais cette excitation a été si vive, qu'elle est immé-

diatement suivie d'une sorte de collapsus, de paralysie momentanée, indiqués par une ligne d'un rouge assez vif remplaçant la ligne blanche, et déterminé par la réplétion des vaisseaux. C'est là le propre des nerfs vaso-moteurs, de subir une sorte d'affaïssement après une vive excitation.

Un autre exemple fera bien comprendre l'action de ces nerfs.

Brown-Séguard a dit depuis longtemps que les nerfs vaso-moteurs de la tête prennent leur origine dans la moelle allongée. Or, si nous examinons les phénomènes qui se passent du côté de la tête, dans une attaque d'épilepsie, nous pouvons les expliquer par l'action des nerfs vaso-moteurs. Dans l'attaque d'épilepsie, il existe une surexcitation de la moelle allongée. Au début de l'attaque, l'excitation des nerfs vaso-moteurs, chassant le sang des vaisseaux de la tête, détermine la pâleur de la face et la perte de connaissance. Un peu plus tard, la dépression de l'influx nerveux des vaso-moteurs se traduit par la rougeur de la face et des symptômes de congestion cérébrale.

La moelle épinière donne naissance, sur les différents points de sa surface, à des nerfs vaso-moteurs qui traversent les ganglions du grand sympathique avant d'arriver aux vaisseaux. C'est là l'*origine apparente* de ces nerfs. Schiff a remarqué que ceux du membre supérieur, qui se jettent sur l'artère sous-clavière, prennent leur origine dans la partie supérieure de la portion dorsale de la moelle épinière. La partie inférieure de la moelle fournit ceux de la jambe et du pied, tandis que les nerfs vaso-moteurs de l'abdomen, du bassin et de la cuisse, naissent de la moelle à la partie inférieure de la région dorsale.

Quelle est leur *origine réelle*? La plupart des physiologistes, en Allemagne surtout, professent que les fibres de ces nerfs, après avoir pénétré dans la moelle, parcourent cet organe de bas en haut jusqu'au bulbe rachidien, où elles se mettraient en communication avec les cellules nerveuses contenues dans le bulbe. En un mot, le bulbe rachidien serait le centre de toutes les actions vaso-motrices réflexes, le point de départ de l'excitation permanente qui entretient partout le *tonus vasculaire*; ce serait le *centre vaso-moteur*.

Schiff fait exception pour les nerfs vaso-moteurs des viscères abdominaux.

Le 2 mars 1874, Vulpian a fait part à l'Académie des sciences d'expériences qu'il a faites pour renverser la théorie allemande et démontrer : 1<sup>o</sup> qu'on n'est pas en droit d'admettre un centre vaso-moteur unique, siégeant dans le bulbe rachidien; 2<sup>o</sup> que les nerfs vaso-moteurs ont, comme les nerfs musculo-moteurs de la vie animale, des centres spéciaux d'origine et d'action réflexe, échelonnés dans la substance de la moelle épinière; 3<sup>o</sup> que chacun de ces centres peut

*agir isolément sur les fibres vaso-motrices auxquelles il donne naissance, et qu'il peut subir séparément les diverses influences modificatrices qui font varier le tonus vasculaire.*

« Si tous les nerfs vaso-moteurs, dit Vulpian, provenaient d'un centre unique, situé dans le bulbe rachidien, une section transversale de la moelle épinière, faite au niveau de la partie supérieure de la région cervicale, devrait paralyser complètement tous les vaisseaux, dans tous les points du corps, et aucune autre lésion, soit de la région dorsale de la moelle, soit des nerfs vaso-moteurs eux-mêmes, ne devrait pouvoir augmenter cette paralysie.

« Or, si l'on coupe transversalement la moelle épinière, au niveau de la seconde vertèbre cervicale, sur un mammifère curarisé et soumis à la respiration artificielle, et si l'on note la température des membres postérieurs après cette opération, on pourra voir, si l'on fait sur le même animal une hémisection transversale de la moelle, vers le milieu de la région dorsale, la température s'élever encore quelque peu dans les deux membres postérieurs, surtout, en général, dans le membre du côté correspondant. Sur des grenouilles non curarisées, on opérant de même, on pourra constater directement que les vaisseaux de la membrane interdigitale, du côté de l'hémisection médullaire, sont plus dilatés que ceux de l'autre membre postérieur.

« Je dois dire que cette expérience ne donne pas des résultats absolument constants, du moins chez les mammifères; mais il n'en est pas de même si l'on coupe l'un des nerfs sciatiques sur un animal (chien, lapin, cobaye, grenouille) qui a subi une section transversale complète de la moelle cervicale, près du bulbe rachidien. Les vaisseaux du membre postérieur, du côté où le nerf est coupé, se dilatent plus que ceux de l'autre membre postérieur. Ce fait avait déjà été signalé, en 1855, par Schiff. J'ai vu aussi, mais non constamment, la section du cordon cervical du sympathique, faite sur des mammifères, après que la moelle cervicale avait été coupée transversalement dans la région supérieure, produire une nouvelle élévation de température dans l'oreille correspondante. »

« On peut conclure de ces expériences que les vaisseaux, malgré la section transversale de la moelle cervicale, conservent encore un certain degré de contraction tonique, et que ce *tonus* n'est aboli complètement que lorsque les nerfs vaso-moteurs sont séparés de leurs centres d'origine intra-médullaires par des lésions portant sur leur trajet, soit dans la moelle épinière, soit en dehors de cet organe. On ne peut donc pas admettre que tous les nerfs vaso-moteurs aient leur foyer d'origine dans le bulbe rachidien.

« Or j'ai constaté par différentes expériences que l'on peut, sur



un animal chez lequel on a coupé transversalement la moelle, vers la partie antérieure (ou supérieure) de la région dorsale, déterminer des actions réflexes vaso-constrictives dans les membres postérieurs.

« Les actions réflexes vaso-dilatatrices se produisent dans les mêmes conditions.

« Les observations cliniques permettent de constater aussi, chez l'homme, la production de rougeurs réflexes sur la peau des membres inférieurs, lorsque ces membres sont paralysés par suite d'une lésion de la moelle épinière.

« D'autre part, dans toutes les lésions des centres nerveux, qui exaltent la réflectivité de la moelle épinière, on voit que les congestions réflexes se produisent plus rapidement et durent plus longtemps que dans les conditions normales. C'est ainsi que, chez les hémiplegiques, on provoque l'apparition de ces rougeurs réflexes au moyen d'excitations mécaniques, telles que le frottement d'une pointe mousse sur la peau, plus facilement et d'une façon plus durable, sur les membres paralysés que sur les membres sains. C'est encore ainsi que, chez les paraplégiques, lorsque la paralysie du mouvement est plus prononcée dans un membre que dans l'autre, on voit pareillement les excitations mécaniques du tégument cutané déterminer, dans le membre le plus paralysé, des rougeurs réflexes plus rapides et plus permanentes que dans le membre du côté opposé.

« Si l'on rapproche les unes des autres toutes ces données expérimentales et cliniques, il est impossible de croire à l'existence d'un centre vaso-moteur unique, situé dans le bulbe rachidien. D'ailleurs, il faut bien le dire, cette hypothèse paraît bien peu acceptable, *a priori*, lorsqu'on songe que toutes les régions du corps peuvent être, par mécanisme d'action vaso-motrice réflexe, le siège de constriction ou de dilatations vasculaires circonscrites. »

#### Applications pathologiques.

**1° Dégénérescence graisseuse.** — Les capillaires peuvent devenir le siège d'une *altération graisseuse* ou *athéromateuse*, dans laquelle des granulations graisseuses, isolées ou accumulées en amas irréguliers, donnent à la paroi une épaisseur plus considérable tout en affaiblissant sa résistance.

**2° Tumeurs érectiles.** — Les *tumeurs érectiles* sont constituées par la dilatation des capillaires et la formation de nouveaux vaisseaux. Dans ces tumeurs, on trouve simplement une augmentation de calibre et un allongement des capillaires sans aucun changement de structure. On y trouve aussi une hypergénèse des fibres

de tissu conjonctif. Les tumeurs érectiles envahissent souvent les radicules du système artériel; elles présentent une couleur rouge d'intensité variable, elles sont superficielles et donnent lieu quelquefois à des battements isochrones à ceux du pouls. On les nomme tumeurs érectiles artérielles. Lorsque les radicules veineuses font partie de la dilatation, comme cela s'observe aussi au niveau de quelques muqueuses, la bouche, par exemple, ces tumeurs, dites tumeurs érectiles veineuses, sont plus volumineuses et présentent fréquemment une coloration bleuâtre.

**3° Inflammation.** — L'*inflammation* peut se montrer dans tous les tissus de l'économie pourvus de vaisseaux capillaires; et si elle se présente plus fréquemment dans tel ou tel tissu, on n'en connaît nullement la cause.

On voit quelquefois une inflammation spéciale dans certains tissus non vasculaires, comme dans le tissu cartilagineux. Dans ce dernier cas, l'inflammation est caractérisée par la prolifération des cellules cartilagineuses et le ramollissement de la substance intercellulaire.



FIG. 231. — Vaisseaux sanguins de la membrane natatoire d'une grenouille, vus à un grossissement de 200 diamètres, et montrant le premier degré de l'inflammation, déterminée par le contact d'un liquide irritant. On y voit les vaisseaux dilatés sur certains points, rétrécis sur d'autres, et quelques ruptures vasculaires laissant échapper les globules.

1, 1. Globules rouges ovales dans les capillaires. — 2, 2. Globules rouges sortis des vaisseaux rompus et infiltrés dans le voisinage. — 3, 3. Globules blancs (leucocytes).

Tous les phénomènes anatomiques et pathologiques de l'inflammation se montrent dans les vaisseaux capillaires, ou en dérivent.

Il est évident que les nerfs vaso-moteurs de ces capillaires régissent la plupart des actes de cet état morbide.

Certainement les anciens restaient dans le cercle de la vérité lorsqu'ils définissaient l'inflammation : une maladie des tissus caractérisée par rougeur, chaleur, douleur et tuméfaction. Ces quatre mots sont l'expression symptomatique de l'inflammation ; mais ils ne donnent pas la moindre idée de sa nature, et aujourd'hui cette définition est insuffisante.

*Définition.* — L'inflammation est un état anatomique morbide des tissus, caractérisé par les phénomènes successifs qui suivent : rétraction, puis dilatation des vaisseaux capillaires, stase du sang dans ces vaisseaux, rupture de leur paroi et formation d'une quantité variable de fibrine.

Ou mieux encore : l'inflammation est caractérisée anatomiquement par la rétraction suivie de la dilatation des capillaires, la stase du sang, la rupture des parois des capillaires, l'extravasation du sang et la formation de fibrine ; et symptomatiquement, par la tuméfaction du tissu, sa coloration plus ou moins rouge et l'augmentation de sa température.

Si l'on veut assister au développement d'une inflammation, d'une phlegmasie, il suffit de placer sous le champ du microscope la membrane interdigitale d'une patte de grenouille vivante et d'en déterminer l'inflammation par le contact d'une goutte d'acide concentré, ou bien au moyen d'une petite tige métallique rougie au feu. (Fig. 234.)

*Circulation capillaire.* — Avant d'irriter cette partie vivante, on remarque que la circulation capillaire se fait avec une parfaite régularité dans les capillaires entre-croisés. Le calibre de ces vaisseaux ne varie pas pour chacun d'eux, et l'on voit parfois, à l'une des extrémités capillaires les plus fins, un globule un peu volumineux hésiter, s'allonger et traverser lentement le vaisseau.

Lorsque la cause de l'inflammation a commencé à agir, les capillaires se rétractent, et le cours du sang est accéléré dans leur cavité. Aussitôt après, on observe une dilatation des mêmes vaisseaux, la circulation se ralentit, les globules se heurtent les uns contre les autres, et on voit déjà la circulation arrêtée dans quelques capillaires. La contraction primitive de ces vaisseaux est due à une excitation des nerfs vaso-moteurs, tandis que la dilatation consécutive est causée par leur paralysie. Tel est le début de l'inflammation.

La stase sanguine se communique de proche en proche aux capillaires du voisinage, de sorte qu'après un temps assez court, le tissu enflammé n'est plus le siège d'aucune circulation.

On peut voir alors des déchirures spontanées se produire dans

les parois des vaisseaux capillaires, et les globules sanguins sortir des vaisseaux.

*Période d'exsudation.* — C'est ici que va se montrer le phénomène le plus important et caractéristique de l'inflammation, la formation d'une quantité variable de fibrine, indépendante de celle qui existe dans le sang. Il semble que cette fibrine provienne par exhalation de tous les éléments anatomiques qui entrent dans la composition du tissu enflammé. Elle se forme sur place, elle s'interpose en prenant de la consistance aux divers éléments du tissu malade ; et si ce tissu est une membrane à surface libre, la fibrine est exhalée sur cette surface. Le microscope décèle dans ces exsudats une grande quantité de cellules arrondies, résultant de la prolifération des corpuscules du tissu conjonctif. C'est la production et la coagulation de la fibrine qui détermine l'hépatisation rouge de la pneumonie, l'induration qui précède la formation du pus dans un phlegmon, l'induration rouge dans le ramollissement du cerveau, l'induration et la tuméfaction du testicule dans l'orchite, etc. C'est elle qui détermine les fausses membranes de la pleurésie, de la péricardite et de la péritonite. C'est elle encore qui constitue les épanchements inflammatoires fibrineux que l'on trouve dans les phlegmasies des membranes séreuses que nous venons de nommer. N'est-ce pas elle aussi qui forme ces embolies fibrineuses qui se détachent du cœur dans l'endocardite aiguë pour être lancées dans une artère qu'elles obtèrent ? Enfin, dans ces phlegmasies spéciales et spécifiques qu'on appelle maladies diphthéritiques, c'est la fibrine qui forme, par exhalation, les fausses membranes, comme on le voit dans le croup et dans l'angine couenneuse.

Arrivée à ce degré, l'inflammation peut rétrograder. Il se fait alors une résorption de la fibrine et une rétrocession de tous les actes morbides que nous venons de voir se produire dans le tissu enflammé. Les vaisseaux eux-mêmes recouvrent leur perméabilité. On dit, dans ce cas, que la phlegmasie s'est terminée par résolution. C'est ce qu'on observe le plus souvent dans la pneumonie. Il peut arriver aussi, l'inflammation s'arrêtant à ce degré, que la résorption de la fibrine ne se produise pas immédiatement et qu'elle donne au tissu une consistance et une dureté assez considérables. On appelle terminaison par induration ce résultat de la phlegmasie. On observe quelquefois, dans les inflammations, la gangrène comme terminaison. Cette mortification des tissus survient dans certains cas d'inflammation étendue, intense, et dans lesquels le tissu enflammé est pour ainsi dire étranglé et dans l'impossibilité de se distendre. L'état général de l'individu et la nature de l'inflammation jouent certainement un rôle dans le développement de la gangrène.

*Période de suppuration.* — La terminaison par suppuration se voit fréquemment. La production du pus est toujours consécutive à l'exhalation de la fibrine et ne peut pas exister sans elle.

Des *gouttelettes graisseuses* se rencontrent quelquefois entre les éléments du pus.

#### ARTICLE IV.

##### DU TISSU ÉRECTILE.

Les veines et les artères ne communiquent pas seulement par le système capillaire; dans certaines régions, pour des besoins physiologiques particuliers, les capillaires sont modifiés et représentent un tissu susceptible de dilatation et de rétraction, auquel on donne le nom de tissu érectile. On le rencontre surtout dans les organes génitaux des deux sexes; il forme les corps caverneux et les parois du canal de l'urèthre chez l'homme; dans le sexe féminin, il constitue le bulbe du vagin, etc.

On a dit que le tissu érectile n'est pas, à proprement parler, placé entre les artères et les veines, mais entre les veines et les capillaires, de sorte qu'il est constitué par les extrémités veineuses dilatées.

**Structure.** — Ce tissu est formé par une membrane extérieure qui le limite, par des cloisons ou trabécules parties de la surface interne de l'enveloppe, et s'entre-croisant en tous sens pour limiter des espaces ou aréoles communiquant toutes entre elles et dans lesquelles le sang est contenu, en sorte que ce tissu ressemblerait à une éponge: d'où le nom de tissu spongieux qu'on lui donne quelquefois. D'un côté, le tissu érectile reçoit les veines, d'un autre côté on voit les vaisseaux capillaires s'ouvrir dans les aréoles. Il se laisse dilater, parce que des éléments élastiques entrent dans sa constitution; il est contractile, parce qu'il renferme des fibres musculaires, et il résiste à une pression très-forte, parce qu'il renferme des éléments fibreux. Les aréoles sont tapissées dans toute leur étendue par la tunique de Bichat (tunique interne des vaisseaux). Examinons la disposition de tous ces éléments, et nous comprendrons complètement la structure du tissu érectile.

En 1867, Legros a publié sur les tissus érectiles un mémoire fort intéressant et dans lequel il a fait une étude complète du tissu spongieux.

Selon Legros, l'*épithélium* de la tunique interne des veines existe dans les aréoles du tissu érectile; les cellules épithéliales sont diffi-

ciles à observer. C'est pour cette raison qu'il ne les admit pas à l'époque de ses premiers travaux.

L'élément fondamental de ce tissu, et qui en forme la charpente, est l'*élément élastique*, qui se montre en grande quantité sur les trabécules et surtout dans l'enveloppe de ce tissu. Les fibres élastiques forment des réseaux anastomosés et se présentent quelquefois sous forme de lamelles.

Les *fibres musculaires lisses* sont, d'après Legros, moins abondantes qu'on ne l'admet communément. On les trouve réunies en petits faisceaux, surtout sur les trabécules les plus fines. Quelques trabécules même sont uniquement formées par un faisceau musculaire recouvert de la membrane de Bichat. Selon le même observateur, on ne trouve pas de fibres musculaires dans la verge de l'éléphant.

Le *tissu fibreux* ne fait pas partie du tissu érectile à proprement parler; il constitue une gaine dans laquelle sont contenus les autres éléments. On trouve encore quelques fibres de tissu conjonctif au milieu des éléments élastiques.

La description que Legros donne des capillaires artériels de ce tissu tiendrait à le faire considérer comme faisant partie du système capillaire et non des veines. Il admet que les *artères hélicines* arrivent directement jusqu'aux aréoles. Elles sont pourvues d'un appareil musculaire tellement puissant, que, dans les injections, on peut leur faire supporter une pression douze fois plus forte que la tension artérielle. Au moment de leur terminaison dans les aréoles, les fibres musculaires cessent brusquement, et la tunique interne se continue avec la surface interne des aréoles.

Indépendamment des vaisseaux qui s'ouvrent directement dans les aréoles, il existe encore des capillaires ordinaires qui se portent dans l'épaisseur de la paroi et des trabécules pour nourrir les éléments qui les constituent; ils sont en petit nombre, comme dans les autres tissus élastiques.

Les *nerfs* pénètrent en nombre assez considérable dans l'épaisseur des tissus érectiles et se perdent sur les éléments contractiles des vaisseaux.

**Physiologie.** — Les tissus érectiles ont pour fonction de déterminer dans certains organes une augmentation de volume et une rigidité qu'on appelle *érection*. Prenons par exemple celle du pénis.

L'érection est déterminée par l'accumulation du sang dans ces tissus; et si une blessure profonde vient à les intéresser, il s'écoule une quantité considérable de ce liquide.

Si l'on veut se rendre compte du mécanisme de l'érection, on constate une grande divergence d'opinions parmi les auteurs.